Bundesministerium
Innovation, Mobilität
und Infrastruktur

Counterintuitive Building Types: Fallstudien zum nachhaltigen Um- und Weiterbau von Gewerbeimmobilien

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 39/2026

Wien, 2026

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien
Leitung (interimistisch): DI^{in} (FH) Isabella Warisch
Autorinnen und Autoren:
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Architekt Andreas Lechner, Dipl.-Ing. Maike Gold, MSc., Laura Suvieri, Stefan Hochhofer, BSc., Maria Schenkel, BSc. (Institut für Gebäudelehre, Technische Universität Graz)
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Andreas Trummer, Christian Brügel, BSc (Institut für Tragwerksentwurf, Technische Universität Graz)
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. MSc Alexander Passer, Mtro. Ing. Carlos Enrique Caballero Guereca, univ. bacc. ing. aedif. mag. ing. aedif. Iva Lukic, Johanna Vogel, BSc (Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen, Technische Universität Graz)
Dipl.-Ing. Stefan Geier, Brigitte Steinkellner, BSc., Dipl.-Ing. Emanuel Verdino (Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung, Universität für Bodenkultur Wien)
Dipl.-Ing. (FH) Gerald Hecht, Alfred Wall, Mag. Wolfgang Wutzlhofer, Philipp Gärtner (WMV Immobilien AG)
Wien, Graz 2026. Stand: November 2025

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von

STADT der Zukunft

Rückmeldungen:
Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an iii3@bmimi.gv.at.

Rechtlicher Hinweis

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform nachhaltigwirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzfassung 8

2 Abstract 11

3 Ausgangslage 13

3.1. Anlass und Ziele 13

3.2. Herangehensweise 15

3.3. Lagebestimmung: Der suburbane Raum 16

4 Rahmenbedingungen 19

4.1. Akteure: Interessen, Motivation und Ziele 19

4.2. Ökonomische Interessen 20

4.3. Gewerbeimmobilien als kulturelle und ökologische Leistungsträger? 21

4.4. Gebäudetypologie 22

4.5. Künftige Nutzung 25

5 Methodik 27

5.1. Projektweite Methoden 27

5.2. Zusammensetzung des Konsortiums 28

5.2.1. Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB) 30

5.2.2. Immobilienwirtschaftlicher Partner (WMV) 30

5.2.3. Institut für Tragwerksentwurf (ITE) 31

5.2.4. Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen (NHB) 32

5.2.5. Institut für Gebäudelehre (IGL) 33

5.3. Katalog nachhaltiger Transformationselemente 34

6 Matrix 39

6.1. Case Studies – In Entwurfsszenarien forschen 39

6.2. Vier Standorte 41

6.2.1. Knittelfeld (Steiermark) 43

6.2.2. Marchtrenk (Oberösterreich) 45

6.2.3. Korneuburg (Niederösterreich) 47

6.2.4. Rosental (Steiermark) 49

6.3. Anwendung der Szenarien auf die Standorte 52

6.3.1. Szenario: 0 Standort 53

6.3.2. 0 Standort: 4 Liegenschaften 54

6.3.3. Darstellung der Bewertungsergebnisse anhand zweier Extremstandorte 62

6.3.4. Szenario: I Bestand 65

6.3.5. I Bestand: 4 Liegenschaften 67

6.3.6. Szenario: II Abbruch/Recycling 84

6.3.7. Zirkularität und Wertschöpfung im Rückbauprozess 84

6.3.8. Kostenstruktur und Vergleich der Liegenschaften 85
6.3.9. Szenario: III Re-Greening 91
6.3.10. III Re-Greening: 4 Liegenschaften 92
6.3.11. Szenario: IV Retrofit/Effizienz 97
6.3.12. IV Retrofit/Effizienz: 4 Liegenschaften 102
6.3.13. Szenario: V Umbau „Light“ 115
6.3.14. Tragwerksprinzipien und Vorgehensweise 117
6.3.15. V Umbau „Light“: 4 Liegenschaften 121
6.3.16. Überblick und Zwischenvergleich 140
6.3.17. Szenario: VI Um- und Weiterbau „Extended” 142
6.3.18. VI Um- und Weiterbau „Extended”: 4 Liegenschaften 146
6.4. Dynamische Matrix – Multidimensionale Entscheidungsunterstützung im CBT-Projekt 157
7 Weitergehende Projekte 159
7.1. Affordances of Architectural Typologies (AoAT) 159
7.2. Lehrprojekte und Diplomarbeiten 160
7.3. Internationale Workshops und Kooperationen 162
8 Fazit und Empfehlungen 164
9 Ausblick 167
10 Verzeichnisse 169

1 Kurzfassung

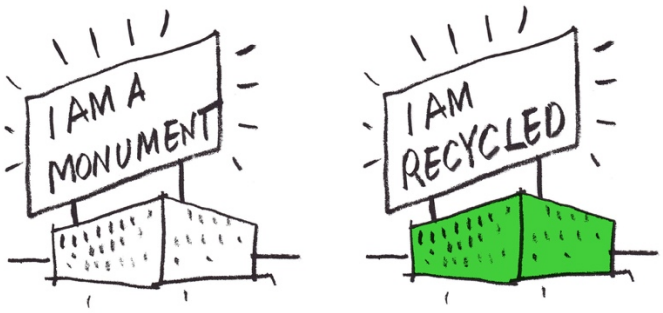


Abbildung 1: Robert Venturis berühmte Skizze zur „kulturellen“ Rolle der Architektur in der automobilen Geschäftsstadt des 20. Jahrhunderts – Aufmerksamkeit als und mit Werbung erzeugen – und ein „grünes“ Update der spanischen Architekten PKMN durch Recycling und Transformation. Quelle: VSBA „I AM Recycled" © PKMN Architectures (2014).

Der Gebäudesektor verursacht rund 40 % der globalen GHG-Emissionen und trägt maßgeblich zum Ressourcenverbrauch sowie zur Flächenversiegelung bei. Ein Paradigmenwechsel im Umgang mit dem Bestand ist daher unverzichtbar. Während sich Forschung und Praxis bislang vor allem auf Ressourceneffizienz, Nachverdichtung oder die technische Nachrüstung von Bestandsobjekten konzentrieren, richtet das Projekt *Counterintuitive Building Types (CBT)* den Blick auf ein bislang wenig erforschtes Segment: die seit den 1970er-Jahren entstandenen suburbanen Gewerbe- und Handelsimmobilien. Diese rational entwickelten, meist monofunktionalen Bauten gelten vielfach als Abrisskandidaten. Die zentrale Forschungsfrage des Projekts lautet jedoch, ob und wie sich diese zweckrationalen Gewerbeimmobilien als Ressource für nachhaltige Transformationen verstehen lassen – und ob dabei – zunächst kontraintuitiv erscheinende – Strategien wie Umnutzung, Nachverdichtung oder die Integration sozialer Programme tragfähige Alternativen zum Neubau darstellen können.

In Österreich existieren über 13 Millionen Quadratmeter Verkaufsfläche im stationären Einzelhandel, ein erheblicher Anteil davon in suburbanen Lagen. Diese Gebäude sind geprägt durch ihre automobile Erreichbarkeit, d.h. großflächige Parkierungsflächen und zweckrationale Mono-Funktionalität – Zufahrt / Einkauf / Abfahrt. Mit dem Strukturwandel im Handel, dem Aufkommen digitaler Verkaufsplattformen und den pandemiebedingten Frequenzverlusten sind viele dieser Standorte heute untergenutzt oder von Leerstand bedroht. Die gängige Praxis sieht Abriss und/oder Neubau als Standardlösung – mit hohen ökologischen Kosten, obwohl diese Immobilien über substanzielle Ressourcen wie tragfähige Strukturen, Verkehrsanbindung und bestehende Infrastrukturen verfügen. Genau darin sehen wir ihr Potenzial für eine ressourcenschonende und klimaneutrale Stadtentwicklung.

CBT zeigt auf, dass eine zukunftsfähige Transformation dieser Bauten möglich ist. Im Mittelpunkt stehen dabei vier reale Liegenschaften, die durch sieben Szenarien – von Abriss/Recycling und Re-Greening über verschiedene Retrofit- und Umbauvarianten bis hin zu komplexeren Weiterbauoptionen – bearbeitet und rechnerisch nachvollziehbar dargestellt wurden. Ziel war es, sowohl konkrete Umnutzungs- und Weiterbauoptionen zu entwickeln, als auch hilfreiche Werkzeuge

für systematische Entscheidungsfindung bereitzustellen. Dazu gehören sowohl ein Katalog von Bauelementen die bei Adaptierung und Umbau zum Einsatz kommen als auch eine tabellarische Darstellung von Umbau-Szenarien, die wir als Matrix bezeichnen. Auf dieser Gliederung baut auch die Darstellung der folglich Konsequenzen in technischer, ökonomischer, sozialer und ökologischer Hinsicht auf, die diese Aspekte vergleichbar macht.

Die methodische Vorgehensweise ist interdisziplinär. Das Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung erarbeitete Indikatorenmodelle und Standortanalysen, die als Grundlage für ein Ranking der Liegenschaften dienten. Der immobilienwirtschaftliche Partner WMV lieferte Verkehrswertgutachten, Kosten-Nutzen-Abwägungen und Marktanalysen. Das Institut für Tragwerksentwurf untersuchte die bauliche Substanz, Tragfähigkeit und konstruktive Anpassungsmöglichkeiten, während die Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen die Szenarien mithilfe von Ökobilanzierungen beurteilte. Als Grundlage für diese Szenarien und Projektstudien wurden Masterarbeiten, Doktoratsworkshops und ein Entwurfsstudio im Masterstudium Architektur der TU Graz abgehalten, die architektonische Szenarien und typologische Analysen entwickelten, um den kommerziellen Baubestand mit gestalterischem Anspruch um- und weiterzubauen.

Kreativität, Empathie und architektonische Entwurfskompetenz sind dabei ebenso zentral wie grundlegend. Denn um aus mehr oder weniger banalen Zweckbauten ansprechende Räume zu machen, um monofunktionale zu multifunktionale Räume um-zu-konzipieren und um die gänzlich fehlende Gestaltung des Verhältnisses von Innen- zu Außenraum (inkl. fehlender Freiraumgestaltung) anzudenken, benötigt es die vielschichtige architektonische Entwurfs- und Medienkompetenz, um Ideen zu konkretisieren und damit vorstellbar zu machen. Auf diesen Entwurfsarbeiten bauen alle folgenden Arbeiten des Forschungsprojekts auf. Die Entwurfsergebnisse wurden entsprechend abgewandelt und in 3D-Modelle, Kennzahlen und grafischen Darstellungen übersetzt und aufbereitet um im Konsortium fortlaufend diskutiert und abgestimmt zu werden.

Das Forschungsprojekt zeigt, dass selbst einfache Gewerbebauten erhebliche Potenziale bergen. Ökologisch können durch die Weiternutzung bestehender Tragwerke und Infrastrukturen erhebliche Mengen an GHG eingespart werden. Ökonomisch erweisen sich Sanierung und Umnutzung häufig als langfristig rentabler als Abriss und Neubau. Sozial eröffnen kontraintuitive Programme – etwa Bildung, Kultur oder gemeinschaftliches Wohnen – schließlich die Möglichkeit, monofunktionale Konsumorte in neue Treffpunkte und Dritte Orte[1] einstiger Peripherien zu verwandeln.

Die Ergebnisse – in den Szenarien zur vergleichenden Betrachtung praxisnahe dargestellt – verdeutlichen, dass suburbanen Gewerbeimmobilien keine Randerscheinung, sondern ein zentrales Thema nicht nur der Raumplanung, sondern auch der Stadtentwicklung sind. Ihre Transformation bietet nicht nur Chancen zur Ressourcenschonung, sondern auch zur Schaffung neuer sozialer und kultureller Qualitäten. Dieser sozialräumliche Ausblick des Projekts zeigt auch deutlich, dass die hier entwickelten Werkzeuge über die untersuchten Standorte hinaus übertragbar sind und künftig als Planungs- und Entscheidungshilfe auf Gemeindeebene dienen können. Zukünftige Forschung sollte die Integration dieser Instrumente in rechtliche und politische Rahmenbedingungen vertiefen, Fragen der kommunalen Steuerung und Förderung in den Blick nehmen und die Ansätze mit europäischen Diskursen zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands verbinden. Die

[1] Zurstiege, Guido: *Der Konsum Dritter Orte*, in: Zurstiege, Guido, Hellmann, Kai-Uwe (Hg.): *Räume des Konsums. Über den Funktionswandel von Räumlichkeit im Zeitalter des Konsumismus*. Wiesbaden: VS Verlag 2008.

Projektergebnisse verdeutlichen, dass die klimaneutrale Stadt von morgen nicht durch innovative Neubauten, sondern vor allem durch die Weiterentwicklung von Bestehenden vorangetrieben werden muss.

Das Projekt wurde im Rahmen der Programmlinie „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) und des Klima- und Energiefonds durchgeführt. Mit seinen Ergebnissen leistet es einen Beitrag zu den strategischen Programmzielen: dem Aufbau eines nachhaltigen Energiesystems, der Reduktion der Klimawirkung, der Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit sowie der Steigerung von Forschungs- und Entwicklungsqualität im Bereich der klimaneutralen Stadt.

2 Abstract

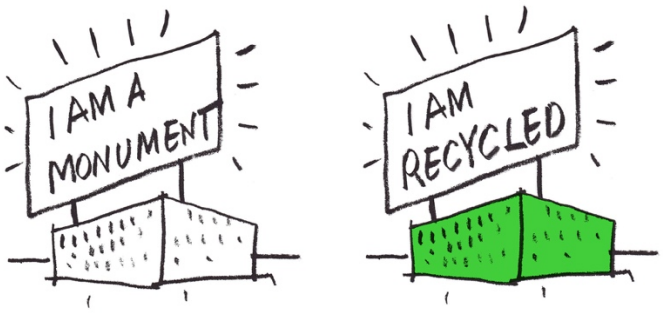


Abbildung 2: Robert Venturi's famous sketch on the 'cultural' role of architecture in the 20th-century automotive business city – generating attention through and alongside advertising – and a 'green' update by Spanish architects PKMN through recycling and transformation. Source: VSBA "I AM Recycled" © PKMN Architectures (2014).

The building sector accounts for around 40% of global greenhouse gas (GHG) emissions and is a major driver of resource consumption and land sealing. A paradigm shift in the way we deal with the existing building stock is therefore indispensable. While research and practice have so far focused primarily on resource efficiency, densification or the technical retrofitting of existing buildings, the project *Counterintuitive Building Types (CBT)* directs attention to a largely unexplored segment: suburban retail and commercial properties developed since the 1970s. These rationally planned, mostly monofunctional buildings are often regarded as demolition candidates. The project's central research question, however, asks whether and how these purpose-built commercial structures can be understood as a resource for sustainable transformation. Initially counterintuitive strategies such as adaptive reuse, densification, or the integration of social programs can represent viable alternatives to demolition and new construction.

In Austria, there are beyond 13 million square meters of retail space in stationary commerce, a significant share of it located in suburban areas. These buildings are characterized by automobile accessibility, large-scale parking infrastructure and functional mono-programming – access / consumption / departure. Structural changes in retail, the rise of digital sales platforms and pandemic-related declines in footfall have left many of these sites underused or threatened by vacancy. Prevailing practice still considers demolition and replacement the standard solution – despite the high ecological costs and even though these properties already contain substantial resources such as load-bearing structures, transport connections and existing infrastructure. It is precisely in these existing conditions that CBT identifies their potential for a resource-conscious and climate-neutral urban development.

Against this background, CBT demonstrates that a future-oriented transformation of such buildings is indeed possible. At the core of the project were four real sites, each investigated through seven scenarios – ranging from demolition/recycling and re-greening to retrofit strategies, adaptive reuse approaches and more complex extension and densification models. The aim was both to develop concrete transformation strategies and to provide tools for systematic decision-making. These include a catalogue of architectural elements used for adaptation and conversion, as well as a tabular

scenario matrix. Building on this structure, a complementary consequences matrix was developed, making technical, economic, social and ecological implications comparable across scenarios.

The methodological approach was interdisciplinary. The Institute of Spatial Planning, Environmental Planning and Land Rearrangement developed indicator models and location analyses that served as the basis for ranking the sites. The real estate partner WMV contributed market valuations, cost-benefit analyses and market studies. The Institute of Structural Design investigated the existing building substance, load-bearing capacities and possibilities for structural adaptation, while the Working Group on Sustainable Construction evaluated the scenarios using life cycle assessments and GHG accounting. As the architectural basis for these investigations, master's theses, doctoral workshops and a graduate design studio at Graz University of Technology developed architectural scenarios and typological analyses that explored how commercial building stock could be transformed through design-driven approaches.

Creativity, empathy and architectural design expertise proved equally fundamental throughout the process. Transforming ordinary purpose-built structures into attractive and multifunctional spaces requires architectural imagination and advanced representational skills – particularly when reconsidering the relationship between interior and exterior spaces, including the often entirely neglected design of open spaces and landscapes. All subsequent analytical work within the project was based on these architectural design investigations. The resulting proposals were translated into 3D models, performance indicators and graphical representations to facilitate continuous interdisciplinary discussion and coordination within the consortium.

The project demonstrates that even seemingly banal commercial structures contain considerable transformative potential. From an ecological perspective, reusing existing structures and infrastructures can save significant amounts of GHG emissions. Economically, renovation and adaptive reuse often prove more viable in the long term than demolition and replacement. Socially, counterintuitive programs – such as education, culture or collective living – can transform monofunctional retail sites into new meeting places and "third places" for suburban communities.

The results, presented comparatively through the project scenarios, underline that suburban commercial properties are not a marginal phenomenon but a central issue for both spatial planning and urban development. Their transformation creates opportunities not only for resource conservation, but also for generating new social and cultural qualities. At the same time, the project demonstrates that the tools developed within CBT are transferable beyond the investigated sites and can serve as planning and decision-making instruments at the municipal scale. Future research should further explore the integration of these instruments into legal and political frameworks, address questions of governance and funding, and connect these approaches with broader European debates on the decarbonization of the building stock. The project ultimately demonstrates that the climate-neutral city of tomorrow will not primarily emerge through innovative construction, but through the continued transformation and re-imagination of the existing built environment.

The project was carried out within the framework of the program line "City of Tomorrow" of the Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation, and Technology (BMK) and the Climate and Energy Fund. With its results, it contributes to the strategic goals of the program: building a sustainable energy system, reducing climate impacts, increasing competitiveness and strengthening the quality of research and development in the field of climate-neutral cities.

3 Ausgangslage

3.1. Anlass und Ziele

Mit rund 40 % der globalen CO_2-Emissionen,[2] einem erheblichen Anteil am Ressourcenverbrauch und an der Flächenversiegelung ist der Bausektor einer der zentralen Hebel zur Bewältigung der ökologischen Krisen unserer Zeit – allen voran der Klimakrise und des Biodiversitätsverlusts. Ein grundlegender Wandel im Umgang mit Bestandsgebäuden ist daher unerlässlich.

Während sich Forschung und Praxis vielfach auf die innerstädtische Nachverdichtungen und denkmalgeschützte Bauten konzentrieren, widmet sich das Forschungsprojekt Counterintuitive Building Types (CBT) einem bislang weitgehend wenig beforschten Segment des Planungs- und Immobiliensektors: den zahlreichen, meist monofunktional genutzten Einzelhandels- und Gewerbeimmobilien, die in den vergangenen Jahrzehnten quasi flächendeckend auf der „grünen Wiese“ errichtet wurden. Diese Bauten sind zweckrational gestaltet, d.h. geprägt von autogerechter Planung mit entsprechend großflächigem Flächenverbrauch und einer maximal renditeorientierten, kurzfristigen Marktlogik.

Vor dem Hintergrund tiefgreifender Transformationsprozesse im stationären Einzelhandel, die durch die durch Digitalisierung und pandemiebedingte Frequenzeinbrüche beschleunigt wurden, stellt sich zunehmend die Frage nach einer ökologisch und ökonomisch tragfähigen Zukunft dieser Liegenschaften. Das Projekt CBT setzt hier an und untersucht die Möglichkeit, diese zweckrational entwickelten Gewerbeimmobilien – allein in Österreich über 13 Millionen Quadratmeter Verkaufsfläche – als Ressource zu begreifen, die es innovativ weiterzudenken gilt.

Dabei wird das Potenzial ausgelotet, durch Umbau, Umnutzung und funktionale Diversifizierung nachhaltige Alternativen zum Abbruch zu schaffen. Leitend sind dabei die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, der Suffizienz und der sozialen Resilienz. Im Zentrum steht die Hypothese, dass eine zukunftsfähige Transformation dieser Gebäudetypen trotz ihrer vermeintlich geringen architektonischen und städtebaulichen Qualität möglich ist. Dies ist insbesondere dann plausibel, wenn ihre materiellen und infrastrukturellen Grundlagen (Tragstruktur, Erschließungssysteme, Parkflächen, Verkehrs- und Leitungsanbindung) in neue Nutzungskonfigurationen überführt bzw. übernommen werden, selbst wenn diese „kontraintuitiv“, also nutzungstechnisch weit jenseits der ursprünglichen Zweckbestimmung, gedacht werden.

Damit zielt das Projekt auf die Entwicklung und Darstellung von strategischen Synergien, die nicht nur zur Verbesserung der Energie- und Lebenszyklusbilanzen der Bausubstanzen beitragen, sondern auch gesellschaftlich neue, d.h. sozialräumlich und kommunal relevante Aspekte als Qualitäten für diese peripheren Räume neu denk- und darstellbar machen sollen.

[2] Vgl. Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) (Hg.): *Bodenstrategie für Österreich – Strategie zur Reduktion der weiteren Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung bis 2030*, Wien: Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz, 2024; Beschluss der Landesraumordnungsreferent:innen vom 29. Februar 2024.

Abbildung 3: Luftbild des Einkaufszentrums „GEZ West“ in Gleisdorf (Steiermark). Das seit dem Jahr 2000 kontinuierlich erweiterte Fachmarkt- und Einkaufszentrum entwickelte sich zu einem regionalen Handelsstandort mit über 30 Shops aus den Bereichen Lebensmittel, Mode, Sport, Technik, Gastronomie und Dienstleistungen. Die Anlage verfügt über rund 900 Stellplätze und zeichnet sich durch ihre verkehrsgünstige Lage sowie die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz und die Nähe zum Stadtzentrum aus. Quelle: GEZ West (2026).

3.2. Herangehensweise

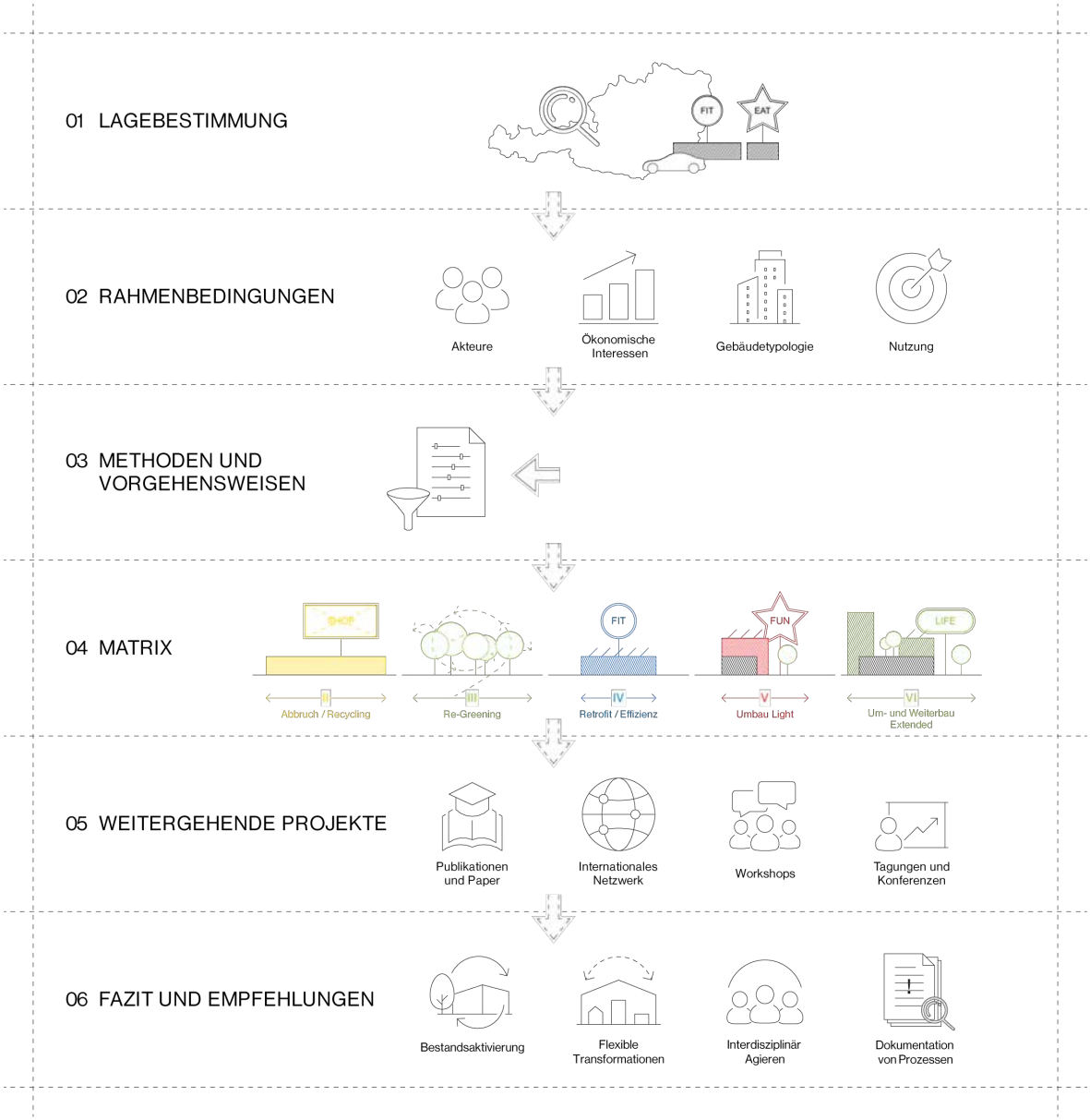


Abbildung 4: Übersicht der CBT–Bearbeitungsschritte mit Formaten und Inhalten der Untersuchung. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Um dieses Forschungsziel konkreter zu konturieren, liegen dem Projekt vier reale Liegenschaften in losen Verstädterungsräumen zugrunde, die aus dem Immobilienportfolio der Wirtschaftspartner ausgewählt wurden und als detaillierte Fallstudien analysiert werden. Bei der Auswahl wurde auf Lage, Erschließung, baulichen Zustand, und Transformationspotenzial geachtet – Kriterien, die im Konsortium diskutiert wurden um möglichst prototypische Liegenschaften zu identifizieren, anhand derer sich vielfach übertragbare bzw. verallgemeinerbare Erkenntnisse gewinnen lassen.

Die Entwürfe zu Um- und Weiternutzungen dieser Liegenschaften setzen auf Nutzungsvervielfältigung und räumliche Umcodierung vorhandener Strukturen. Durch gezielte Nachverdichtung, Aufstockungen und neue Funktionen (Sport, Freizeit, Kommunales) entstehen räumliche Szenarien, die eine effizientere Ausnutzung bestehender Flächen erlauben und gleichzeitig neue Formen des Zusammenlebens, Arbeitens und Produzierens in suburbanen Kontexten erproben könnten.

Diese Strategien wurden in den erwähnten Entwurfs-Masterstudios und Diplomarbeiten zunächst räumlich-gestalterisch entwickelt, im Forschungsprojekt dann detailiert hinsichtlich technischer Machbarkeit, wirtschaftlicher Tragfähigkeit und ökologischer Wirksamkeit bewertet. Diese Ergebnisse liefern entsprechend fundierte Entscheidungsgrundlagen für unterschiedliche Maßstabsebenen bzw. Verantwortungsbereich:

- Für **Gemeinden und Landespolitik:** raumplanerische Indikatoren, die eine Bewertung und Steuerung künftiger Entwicklungen ermöglichen.
- Für **Investoren, Planer:innen und Betreiber:innen** gibt es konkrete Vorschläge zur Umnutzung, Energieoptimierung und Kosteneffizienz.

Die entwickelten Szenarien sind als praxisnahe Instrumente zu verstehen, mit denen sich die Umnutzungspotenziale hochgradig versiegelter Gewerbeliegenschaften systematisch erfassen und sichtbar machen lassen. Das Panorama aus vier sehr unterschiedlichen Fallstudien erzeugt dabei eine hohe Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit. Entscheidend ist, dass damit mehr als bloße Einzellösungen illustriert werden: Die vier Studien greifen zentrale, in der suburbanen Peripherie weitverbreitete Bau- und Bebauungsformen auf und liefern so einen gebäudetypologisch repräsentativen Querschnitt zur Um- und Weiternutzung. Im Fokus steht damit die Transformation „kontraintuitiver" Gebäudetypen im suburbanen Raum.

Kontraintuitiv erscheint die Umnutzung dieser Typen, weil sie – im Gegensatz zu historischen oder gründerzeitlichen Baubeständen, die traditionell mehrfach um- und weitergenutzt wurden – explizit ohne Nachnutzungsüberlegungen errichtet wurden. Sie entstanden als möglichst ökonomische Investitionen, ausgerichtet auf maximale Rendite innerhalb der Abschreibungsdauer; ein „zweites" oder „drittes" Leben war für diese Objekte ursprünglich nicht vorgesehen.

Die Vorgehensweise im Projekt gliedert sich in mehrere klar strukturierten Arbeitsschritte: **von der Lagebestimmung und der Analyse der räumlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen über die Untersuchung der vier Fallstudien bis hin zur Entwicklung und Bewertung unterschiedlicher Transformationsszenarien**. Ergänzend wurden Workshops, Publikationen und internationale Kooperationen in den Forschungsprozess eingebunden. Abbildung 3 bietet eine Übersicht der Arbeitsschritte und Bausteine und verdeutlicht, wie die Module des Projekts – Analyse, Szenarienentwicklung, Dokumentation und Transfer – systematisch aufeinander aufbauen und ineinandergreifen.

3.3. Lagebestimmung: Der suburbane Raum

Der suburbane Raum ist die prägende Raumkategorie der Gegenwart.[3] Seit den 1960er-Jahren wurden in Österreich, wie in vielen anderen europäischen Ländern auch, großflächige Handels- und Gewerbebauten in der Peripherie errichtet. Sie folgen bis heute der Logik des motorisierten

[3] Prigge, Walter (Hg.): *Peripherie ist überall*, Frankfurt/M: Campus, 1998; Keil, Roger: *Suburban Planet – Making the World Urban from the Outside In,* Oxford: Wiley 2017; Keil, Roger: „After suburbia: Peripheral notes on urban theory", In: Roger Keil / Fulong Wu (Hg.), *After suburbia: Urbanization in the twenty-first century*. Toronto: University of Toronto Press.

Individualverkehrs, profitierten von den günstigen Grundstückspreisen am Stadtrand und orientierten sich an der wachstumsgetriebenen Nachfrage des Konsumismus.

Das Ergebnis dieser Entwicklung ist eine charakteristische Stadtlandschaft, für die im deutschsprachigen Raum der Stadtplaner Thomas Sieverts den markanten Begriff der „Zwischenstadt" prägte.[4] Diese urbanen Räume zwischen Stadt und Land sind mittlerweile aber keine peripheren Zwischenräume oder Randzonen mehr, sondern selbst zu zentralen Orten zeitgenössischer Urbanisierungsprozesse geworden. Als alltäglicher Lebens- und Arbeitsraum der Mehrheit der Bevölkerung eröffnen sich hier für Unternehmen und Dienstleister die größten Möglichkeitsräume. Demgegenüber steht aber weiterhin der dominante Fokus der Architektur- und Stadtforschung auf die „stone city" – d.h. die dichte Innenstadt. Periphere Zentralitäten, wie sie mit der Frage nach „Dritten Orten" in einstigen Einzelhandelsagglomeration in dieser Forschungsarbeit auftauchen umfassen auch gegenwärtig schon Unternehmens-, Universitäts- und Forschungscampi, Edge Cities, Flughäfen, Aerotropolis-Konzepte, gemischte Einkaufs- und Entertainmentkomplexe sowie großmaßstäblich geplante Wohnsiedlungen und Smart-City-Zonen. Auch normative Diskurse um „Retrofitting Suburbia", Dichte, Walkability, die 15-Minuten-Stadt nehmen diese Räume als Schlüsselfelder klimapolitischer Transformation ins Visier.[5]

Wichtig ist, dass die hier untersuchte Peripherie überall ist, ein infrastrukturell und sozial relationaler Raum globalen Ausmaßes, in dem dennoch Ortsbindungen entstehen können, obwohl der Mix aus zumeist eingeschossigen Zweckbauten, Einfamilienhaus-teppichen, Infrastrukturschneisen und Parkplatzwüsten dem intuitiv zu widersprechen scheint. Natürlich sind die monofunktionalen, kurzfristig kalkulierten Bauten ohne nennenswerten architektonischen Anspruch errichtet worden und weisen weder räumlich noch sozial zum Verweilen einladende Gestaltungsüberschüsse auf. Ihre Lebensdauer ist – gemessen an ihrem baulichen Potenzial – erstaunlich kurz: Viele Objekte werden nach wenigen Jahrzehnten durch neue ersetzt oder stehen leer, sobald sich die Marktbedingungen verändern.

Diese suburbanen Gewerberäume sind alles andere als marginal, da sie einen bedeutenden Anteil am Gebäudebestand darstellen und das Alltagsleben großer Teile der Bevölkerung prägen. Sie besetzen allein im Bereich der Verkaufsflächen des österreichischen Einzelhandels über 13 Millionen Quadratmeter[6] – ein Volumen, das weit über das hinausgeht, was in allen historischen Stadtzentren Österreichs gemeinsam an Flächen verfügbar ist. Der suburbane Raum ist somit nicht nur eine räumliche Kategorie, sondern auch ein entscheidender Faktor für Energie- und Flächenverbrauch und ein Indikator für die (mangelnde) Dichte an sozialer Infrastruktur in peripheren Stadt- bzw. Verstädterungsgebieten.

Vor genau diesem Hintergrund bietet die Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien besonderes Potenzial:

- **Ökologisch**, da durch die Nutzung bestehender Strukturen Ressourcen und Emissionen gespart werden, die durch Abriss und Neubau entstehen würden.

[4] Sieverts, Thomas: *Zwischenstadt.* Wiesbaden: Vieweg + Teubner 1997.
[5] Vgl. Phelps, Nicholas A., Keil, Roger, Maginn, Paul J: „Introduction - The Periphery at the Centre", in: Dies. (Hgg.): *Peripheral Centralities – Instances of Anticipatory Urbanism*, Berlin: Jovis 2025.
[6] Vgl. Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) (Hg.): *Bodenstrategie für Österreich – Strategie zur Reduktion der weiteren Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung bis 2030*, Wien 2024.

- **Ökonomisch und volkswirtschaftlich**, da leerstehende oder untergenutzte Flächen wieder aktiviert und wertschöpfend eingesetzt werden können.
- und **sozial**, da neue Nutzungsmischungen Räume für Begegnung, Arbeit und Kultur schaffen können – gerade dort, wo räumliche-soziale Dichte klassischer und vertrauter Stadtzentren ebenso augenscheinlich wie eklatant fehlt.

Die Auseinandersetzung mit dem suburbanen Raum bedeutet also tatsächlich nicht, Randphänomene in den Blick zu nehmen, sondern für ein Schlüsselthema zeitgenössischer Urbanisierung entsprechende Planungs-, d.h. Analyse- und Lösungsansätze zu entwickeln. Sich diesem schwierigen und widerspruchsvollen Raum zu nähern, bedeutet daher in jedem Fall die Notwendigkeit Qualifizierungs- und Wertungsstrategien zu entwickeln. Das Projekt CBT betrachtet den suburbanen Raum daher als wichtiges Laboratorium, in dem neue Strategien des Bauens im Bestand, der funktionalen Diversifizierung und der suffizienten Transformation erprobt und durchgespielt, evaluiert und disseminiert werden können.

Abbildung 5: Aufnahmen von der Begehung des Fachmarktzentrums „Basta“ in der Peripherie von Leibnitz in der südlichen Steiermark (2024) und vom Fachmarktzentrum Rosenthal in der Weststeiermark (2024). Quelle: CBT/TU Graz (2024/2025).

4 Rahmenbedingungen

4.1. Akteure: Interessen, Motivation und Ziele

Die Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien betrifft eine Vielzahl von Akteuren, deren **Interessen, Handlungsspielräume und Motivationen** voneinander deutlich abweichen. Wie lassen sich diese unterschiedlichen Perspektiven erfassen und wie beeinflussen sie Umsetzbarkeit und Akzeptanz von Transformationsstrategien? Eine dafür nützliche Differenzierung liefert das in mehrerlei Hinsicht vergleichbare Forschungsprojekt „Urban Sandwich"[7] des Amtes für Stadtplanung und Wohnen der Stadt Stuttgart. Es unterteilt die relevanten Akteure in Eigentümer, Unternehmer, Investoren, die Stadt und Berater. Diese systematische Gliederung nach charakteristischen Motiven lässt sich auch auf die Stakeholder-Strukturen im CBT-Projekt übertragen:

- **Eigentümer** von Gewerbeimmobilien haben in der Regel ein zentrales Interesse an der Werterhaltung und Weiterentwicklung ihrer Liegenschaften. Sie müssen entscheiden, ob sich Investitionen in Umbau, energetische Optimierung oder Umnutzung langfristig lohnen.
- **Unternehmer/Gewerbetreibende** nutzen die Flächen für ihre Geschäftstätigkeit und sind auf funktionale, gut erreichbare und wirtschaftlich tragfähige Standorte angewiesen. Ihre Interessen liegen in möglichst niedrigen Miet- und Betriebskosten, flexiblen Raumangeboten und einer langfristigen Standortperspektive.
- **Investoren** bewerten Objekte vor allem unter Rendite- und Marktwertgesichtspunkten. Ausschlaggebend sind Rentabilität, Wertsteigerungspotenziale, Verkaufbarkeit und die Möglichkeit etwa Liegenschaften mit Bestandsbauten auch abzubrechen, um sie etwa durch Neubau an wechselnde Marktbedingungen anzupassen.
- **Städte und Gemeinden**
    - Die *Stadt- und Gemeindeplanung* verfolgt übergeordnete Ziele wie Nachverdichtung, nachhaltige Mobilität und Reduktion der Flächen-Inanspruchnahme. Sie kann auch ein Interesse daran haben, monofunktionale Strukturen in Richtung gemischter Quartiere um- und weiterzubauen, sollten das etwa höhere Dichten rechtfertigen.
    - Die *Wirtschaftsförderung* konzentriert sich auf die Sicherung von Arbeitsplätzen, Steueraufkommen und Standortattraktivität.
    - Die *Gemeinden/Kommunen* sind für Genehmigungen, Infrastruktur und Akzeptanzprozesse verantwortlich und stehen im direkten Austausch mit den Bürger:innen und den aktuell gewählten politischen Verantwortlichen.
- Zur **Gruppe der Berater:innen** zählen Architekt:innen, Planer:innen, Projektentwickler:innen, Flächenmanager:innen und Immobilienberater:innen. Sie entwickeln Konzepte für den Betrieb, aber auch für mögliche Umnutzungs- und/oder Sanierungsprojekte, liefern technische und wirtschaftliche Expertise und moderieren oftmals zwischen den Interessen von Eigentümern, Investoren und Kommunen.

[7] Landeshauptstadt Stuttgart – Amt für Stadtplanung und Wohnung (Hg.): *Urban Sandwich – Steigerung der Flächeneffizienz durch Stapelung gewerblicher Nutzungen*, September 2020, Online unter: https://www.stuttgart.de/medien/ibs/Abschlussbericht_Urban_Sandwich_2020.pdf [21.11.2025].

Im Zusammenspiel dieser Gruppen zeigt sich ein Spannungsfeld: Eigentümer und Investoren priorisieren ökonomische Kriterien, während Städte und Gemeinden stärker auf Nachhaltigkeit, Infrastrukturqualität und gesellschaftliche Mehrwerte abzielen. Unternehmer wiederum sind auf funktionale und bezahlbare Räume angewiesen. Berater nehmen die Rolle von Vermittlern und Strategen ein. Das Projekt CBT hat diese unterschiedlichen Perspektiven in die Szenarienentwicklung integriert, um realistische und übertragbare Lösungen für die Transformation suburbaner Liegenschaften zu entwickeln.

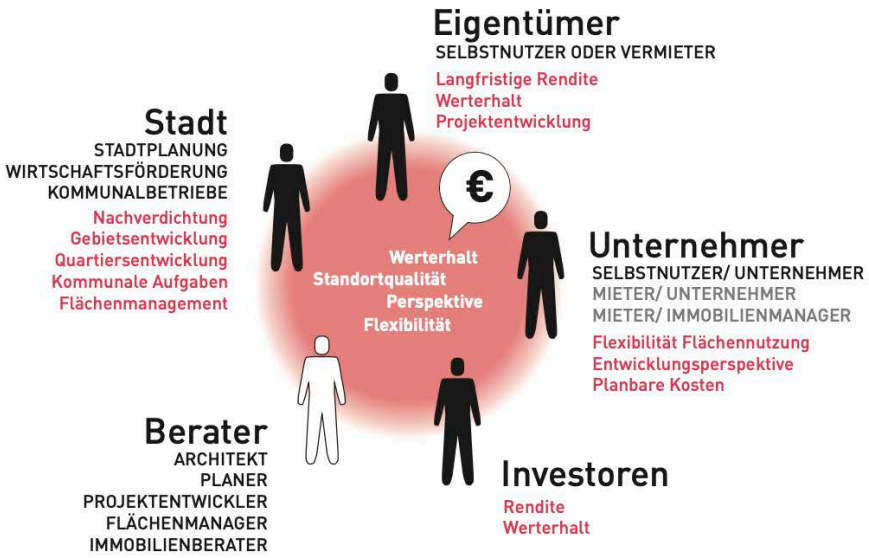


Abbildung 6: Akteursgruppen und ihre Interessen im Transformationsprozess suburbaner Gewerbeimmobilien – Eigentümer, Unternehmer, Investoren, Stadt und Berater mit unterschiedlichen Perspektiven auf Werterhalt, Standortqualität und Flexibilität. Quelle: © Landeshauptstadt Stuttgart – Amt für Stadtplanung und Wohnung – AMUNT Nagel Theissen und berchtoldkrass space&options (2020).

4.2. Ökonomische Interessen

Bei der Zukunftsfähigkeit suburbaner Gewerbeimmobilien spielen ökonomische Überlegungen eine zentrale Rolle. Eigentümer, Investoren, Betreiber, Kommunen und Planer treffen ihre Entscheidungen maßgeblich vor dem Hintergrund wirtschaftlicher Tragfähigkeit. Im Projekt CBT wurden diese unterschiedlichen Interessen in die Szenarienentwicklung integriert.

Eine zentrale Frage betrifft dabei die Abwägung zwischen dem **Erhalt des Bestandsgebäudes** und einem **vollständigen Abriss** mit anschließender Neubebauung. Ein Abriss schafft zwar kurzfristig eine „saubere" Neubaufläche. Die Kosten für Abbruch, Entsorgung und Erschließung sind aber ebenso erheblich und in Zeiten steigender Baupreise sowie ökologischer Restriktionen vielleicht auch zunehmend kritisch einzuschätzen. Für den Projektszusammenhang sind aber vor allem die **Betriebs- und Lebenszykluskosten** entscheidend. Viele der untersuchten Gebäude sind energetisch ineffizient und einfach konstruiert. Für Eigentümer und Betreiber stellt sich somit die Frage, ob Investitionen in energetische Optimierung und Umbau langfristig wirtschaftlicher sein können als etwaige

Neubauten. Ökobilanzen zeigen häufig, dass Sanierungen und Umnutzungen ökonomisch und ökologisch tragfähiger sind als Abriss und Neubau.

Ein weiterer ökonomischer Hebel liegt in der Steigerung der Standortqualität. Leerstände in suburbanen Lagen entwerten nicht nur die Immobilien selbst, sondern schwächen auch die kommunale Finanzbasis. Dagegen können Umnutzung und funktionale Diversifizierung die Nachfrage stabilisieren, Marktwerte sichern und kommunale Einnahmen – etwa aus Gewerbesteuern – erhöhen. Mit neuen Arbeitsplätzen und ergänzenden Angeboten steigt zugleich die wahrgenommene Qualität des Standorts, während fortgesetzter Leerstand Folgekosten für Infrastruktur, Sicherheit und Image verursacht.

Förderprogramme und Regulierungen fungieren dabei als zentrale Stellgrößen. Zuschüsse für energetische Sanierungen, Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft oder klimaadaptive Umbauten verbessern die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte und reduzieren Investitionsrisiken. Gleichzeitig setzen verschärfte Energieeffizienz- und Klimaschutzstandards den Bestand unter Anpassungsdruck: Sie können Umbauinvestitionen anstoßen, aber auch Geschäftsmodelle, die auf kurzfristige Renditen ausgerichtet sind, in Frage stellen.

Hier verdichtet sich das Spannungsfeld: Kurzfristige Renditeziele und spekulative Marktlogiken stehen häufig langfristigen Strategien eines nachhaltigen, ressourcenschonenden Umgangs mit dem Gebäudebestand entgegen. Das Projekt CBT zeigt, dass ökonomische Fragen nur dann tragfähige und zukunftsorientierte Szenarien hervorbringen, wenn sie systematisch mit ökologischen, sozialen und städtebaulichen Zielsetzungen verschränkt werden.

4.3. Gewerbeimmobilien als kulturelle und ökologische Leistungsträger?

Während Wohn- und Bürobauten sowohl im Neubau als auch in der Sanierung intensiv erforscht und weiterentwickelt werden, blieb der Bestand an Gewerbe- und Einzelhandelsimmobilien lange weitgehend außerhalb einer energetisch und ökologisch motivierten Umbauperspektive. In unseren Breiten gilt die Sanierung solcher Bauten häufig noch als „unwirtschaftlich“, weil Planungsaufwand und Baukosten scheinbar in keinem vernünftigen Verhältnis zu einem konventionellen Neubau „auf der grünen Wiese“ stehen. Wenn im Zentrum dieses Projekts die Frage nach der Umwandlung monofunktionaler Einzelhandelsflächen und ihrer versiegelten Parkierungslandschaften in sogenannte *Third Places* steht, geht es deshalb gerade nicht um eine oberflächliche Attraktivierung durch zeitgeistiges Design oder Möblierung. Im Vordergrund stehen vielmehr fußläufige und fahrradbezogene Erreichbarkeit, die Integration sozialer, kommunaler und kultureller Funktionen sowie deren Kopplung mit technisch-ökologischer Verantwortung (Entsiegelung, Klimaanpassung, Energie- und Ressourcenschonung). Zwischen den „ersten“ Orten (Wohnen) und den „zweiten“ Orten (Arbeiten) können so – gerade in den untersuchten Fällen – dritte Orte entstehen, die über reine Konsumlogik hinausgehen und mit der zunehmenden Sanierungsfrequenz dieser kommerziellen Zweckbauten auch in Europa an Dringlichkeit gewinnen.

Thematisch bewegt sich das Forschungsprojekt damit im Umfeld der EU-Strategie zur Renovierungswelle und der Initiative „New European Bauhaus“, die neben Nachhaltigkeit und

Inklusion ausdrücklich auch die gestalterische Qualität als Kriterium einer zukunftsfähigen Baukultur hervorhebt. Bemerkenswert ist, dass die EU damit „Schönheit“ bzw. räumlich-atmosphärische Qualität erstmals auf höchster Ebene als zentrale Dimension nachhaltiger Transformation adressiert und der architektonisch-gestalterischen Arbeit damit ein besonderes Gewicht verleiht.

Vor diesem Hintergrund versteht *Counterintuitive Building Types* Umbau eben nicht als rein technische Optimierungsaufgabe, sondern als Entwurfsarbeit am Bestand. Neben technischer und wissenschaftlicher Expertise fließt daher bewusst gestalterische Kompetenz in die Entwicklung der Umbauentwürfe ein. Das Projekt setzt auf Interdisziplinarität und enge Zusammenarbeit zwischen Planung, Technik, Wirtschaft und Gestaltung: Synergien werden geprüft, Technologien abgeglichen, Verwertungs- und Transformationspfade kritisch diskutiert. So verbindet das Projekt ökonomische, ökologische und kulturelle Dimensionen und leistet einen Beitrag dazu, suburbanen Gewerbeimmobilien eine neue Rolle als tragfähige, resilientere Infrastrukturen einer nachhaltigen Baukultur zuzuweisen.

4.4. Gebäudetypologie

Die im Projekt CBT untersuchten suburbanen Gewerbebauten wirken auf den ersten Blick wenig spektakulär: einfache Tragwerke, großflächige Verkaufs- oder Lagerhallen, großzügige Parkierungsflächen, zeitweise ergänzt durch standardisierte Nebengebäude. Gerade diese scheinbare Banalität macht sie jedoch zu einem relevanten Untersuchungsgegenstand. In *Thinking Design – Blueprint for an Architecture of Typology* wird gezeigt, dass gerade solche „unscheinbaren“ Typen als prägende Bausteine zeitgenössischer Stadtlandschaften gelesen werden müssen – nicht am Rand des Diskurses, sondern im Zentrum einer aktualisierten Gebäudelehre.[8]

In der Architekturtheorie ist mit dem Begriff der Typologie das Verständnis von Gebäuden und Stadträumen verbunden. Rafael Moneo betonte in seinem kanonischen Aufsatz „On Typology“, dass jede Generation von Architekt:innen ihre Antworten auf die Frage nach dem „Typus“ finden müssen, um die spezifischen Herausforderungen ihrer Zeit zu adressieren.[9] Aldo Rossi verknüpfte den Typus mit kollektiver Erinnerung und der Einschreibung von Architektur in einen größeren urbanen Zusammenhang. In der Forschungsgruppe www.counterintuitivetypologies.com entwickeln wir diese Linie weiter, indem sie die typologische Betrachtung dezidiert auf die vermeintlich „banalen“ Bauten der Peripherie ausweiten und zeigen, wie sich auch hier Fragen von Erinnerung, Ökonomie und Gebrauch überlagern und analysieren lassen. Übertragen auf den suburbanen Raum bedeutet dies: Auch funktional „wertlos“ erscheinende Gewerbebauten tragen eine Typologie in sich. Ihre strukturellen Grundelemente – Tragwerke, Erschließungssysteme, Raumtiefen und -aufteilungen – bilden prägende Muster, die weit über eine rein funktionale Lesart – Flächenwirtschaftlichkeit, Vermietbarkeit – hinausgehen. Sie können vielmehr Grundlagen zur Um- und Weiternutzung bilden, die durch Um- und Zubauten aktiviert, umcodiert und in andere Programme überführt werden können. Während sich klassische typologische Betrachtungen bislang vor allem historisch und kulturell aufgeladenen Stadtzentren, Monumentalbauten und dem bürgerlichen Wohnhaus

[8] Lechner, Andreas: *Thinking Design – Blueprint for an Architecture of Typology*, Zürich: Park Books 2021.
[9] Moneo, Rafael: „On Typology“, in: *Oppositions* 13 (1978). Deutsche Übersetzung

zuwenden, richtet CBT daher den Blick bewusst auf die Peripherie – als eigene Form kollektiver Erinnerung mit spezifischen Typologien: Big Boxes mit Flachdach, seriellen Stützenrastern und tiefen Hallenräumen, Parkplätzen als alles dominierendes Freiraumelement sowie deren Einbindung in großräumige Verkehrsinfrastrukturen. Diese Elemente prägen nicht nur das Bild suburbaner Räume, sondern markieren zugleich die Hebel, an denen Umbau und Reprogrammierung im Projekt ansetzen können.

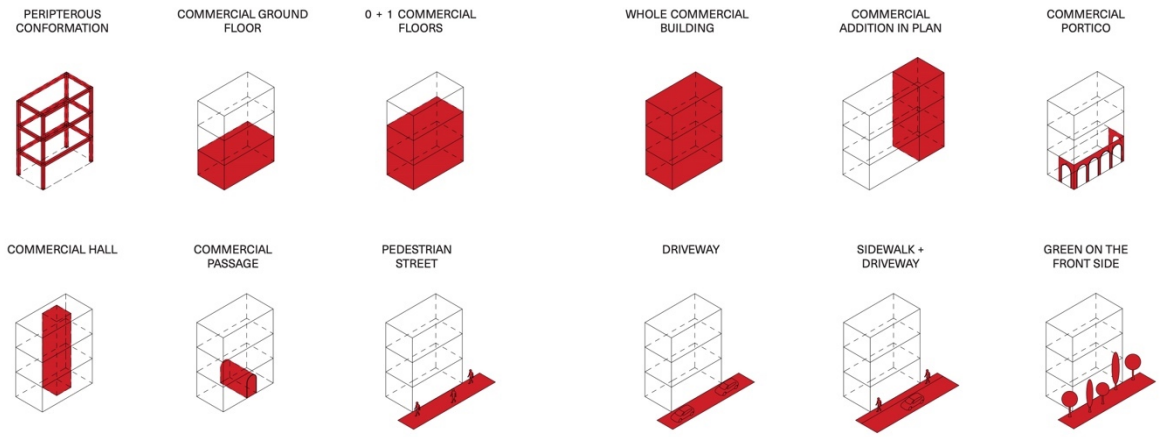


Abbildung 7: Typologische Grundlagen des städtischen Einzelhandels – u.a. historisches Stadthaus mit Geschäft und Schaufenster im Erdgeschoss und Wohen in den Obergeschossen, Department Store-Typen mit zentraler Halle, Arkaden- und Passagentypen und Fußgängerzonen, die die Bedeutung durchlässiger Erdgeschosszonen und qualitätsvoller Übergänge zwischen Gebäude und Straße betonen. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Im Unterschied zu den kanonischen Typologien des städtischen Einzelhandels – dem historischen Stadthaus mit Geschäft und Schaufensterzone im Erdgeschoss und Wohnen in den Obergeschossen, oder den alten Großkaufhäusern im Stadtzentrum – „Department-Store-Typen“ – mit zentraler Halle, den Arkaden- und Passagentypen oder den Fußgängerzonen, die die Bedeutung durchlässiger Erdgeschosszonen und qualitätsvoller Übergänge zwischen Gebäude und Straße betonen – setzt CBT bewusst bei den generischen Boxen der monotonen Parkplatzperipherie an.

Hier versteht sich die Auseinandersetzung mit Gebäudetypologien nicht als rein theoretische Übung, sondern als praxisrelevantes Instrument: Die typologische Analyse macht die materiellen und räumlichen Ressourcen der Gebäude – ihre strukturellen Logiken und dimensionalen Großzügigkeiten – sichtbar und erlaubt, ihre Potenziale für Umbau und Umnutzung, ihre „Affordanzen“, zu erkennen und daraus exemplarische Strategien für eine suffiziente Weiterentwicklung abzuleiten.

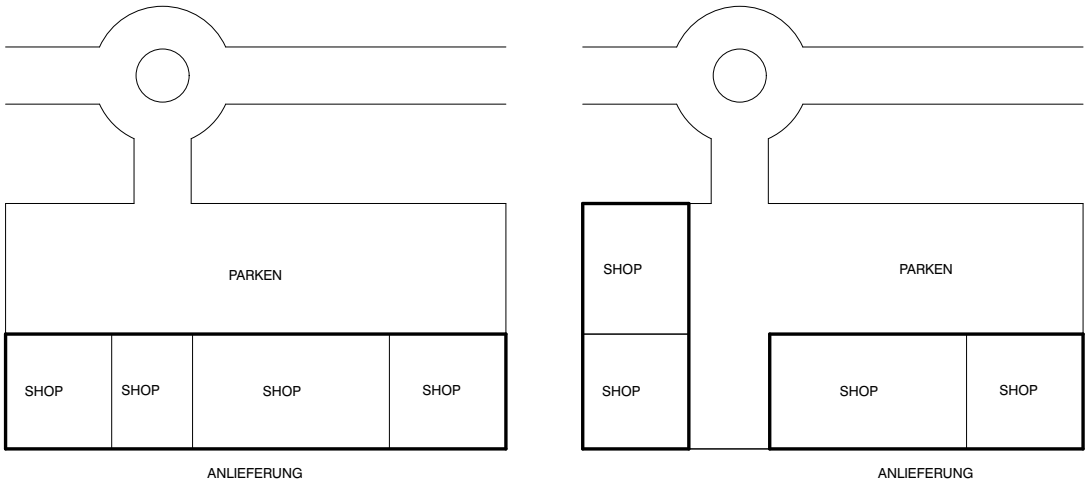


Abbildung 8: Typologie Fachmarktzentrum – großflächige Einzelhandelsnutzung mit zur Straße bzw. zum Parkplatz orientierten Eingängen und rückwärtigen Anlieferungen. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2025).

4.5. Künftige Nutzung

Die Nutzung suburbaner Gewerbeimmobilien ist eng mit den Transformationen von Einzelhandel und Logistik seit den 1970er-Jahren verknüpft. Entlang der Stadtränder entstanden großflächige Verkaufs- und Lagergebäude – Supermärkte, Fachmarktzentren, Möbelhäuser, Discounter –, ergänzt um minimale Nebenfunktionen wie Büros, Technik- oder Lagerflächen. Typologisch handelt es sich um generische „Big Boxes“ und Hallentypen, deren räumliche Organisation vollständig auf Warenfluss, Effizienz und Abschreibung optimiert ist.

Charakteristisch für diese Typologien ist ihre radikale Bindung an das Auto: groß dimensionierte Parkplätze, die direkte Anbindung an Hauptverkehrsachsen und eine klare Ausrichtung auf schnelle Erreichbarkeit und Warenumschlag prägen das Bild. Im Sinne von Typologie als Epistemologie werden diese Bauten lesbar als räumliche Instrumente einer auf Automobilität und Konsum ausgerichteten Dispositivkette: Die Nutzungen konzentrieren sich auf reine Konsumfunktionen, während Aufenthaltsqualität, soziale oder kulturelle Infrastrukturen ausgeblendet bleiben. Die Siedlungsperipherie bzw. ihre Hauptverkehrsachsen versammeln damit ein Konglomerat aus hochspezialisierten, aber sozial untercodierten Gebäudetypen.

Mit den strukturellen Veränderungen im stationären Handel erweist sich diese einseitige Programmierung zunehmend als riskant. Digitalisierung, Onlinehandel und pandemiebedingte Frequenzverluste haben die Nachfrage nach klassischen Verkaufsflächen deutlich reduziert; viele Objekte sind heute untergenutzt oder akut vom Leerstand bedroht. Aus typologischer Sicht zeigt sich hier die Kehrseite eines auf kurzfristige Rendite und austauschbare Standards gerichteten Bautyps: Was sich zuvor als effizienter, scheinbar universeller Gebäudetyp ausgab, erweist sich als fragil und programmatisch überdeterminiert.

Gerade darin liegt jedoch – im Sinne von Umbaumöglichkeiten – ein erhebliches Transformationspotenzial. Die einfachen Grundstrukturen, großen Spannweiten, robusten Tragwerke und gute verkehrliche Erschließung eröffnen eine breite Palette möglicher Re-Typisierungen. Entscheidend ist dabei, die Bestandsbauten nicht als Problem, sondern als Träger latenter Affordanzen zu lesen: als räumliche Ressource, die anders aktiviert werden kann. Im CBT-Projekt wird dieses Potenzial als funktionale Diversifizierung gefasst, die soziale, ökologische und ökonomische Mehrwerte verschränkt, etwa durch:

- **Soziale und kulturelle Nutzungen** – etwa Nachbarschaftszentren, Bildungseinrichtungen, Sport- und Kulturorte –, die die vormals rein konsumistische Infrastruktur in öffentliche und halböffentliche Stadträume der Peripherie überführen.
- **Neue Wohn- und Arbeitsformen**, die durch Nachverdichtung, Aufstockungen oder die Umnutzung von Hallenflächen in flexible Arbeits-, Lern- und Wohnstrukturen hybride, mischnutzungsfähige Typologien erzeugen.
- **Produktive Nutzungen**, wie urbane Landwirtschaft, Werkstätten, Handwerksbetriebe oder Co-Working-Werkhöfe, die die Peripherie vom reinen Konsumort zur produktiven Stadtlandschaft umcodieren.
- **Infrastrukturelle Funktionen**, etwa Energie- und Ressourcenknoten, Mobilitäts- und Logistikdrehscheiben oder Kühl- und Speicherinfrastrukturen, die zur robusten, resilienten Daseinsvorsorge beitragen.

Aus der Perspektive einer Peripherie als kritischem Arbeitsfeld markieren diese Interventionen die Verschiebung von der konsumorientierten „Junkspace“-Peripherie hin zu einer vielschichtigen, sozial und ökologisch aufgeladenen Alltagsurbanität. Die Big Box wird damit nicht romantisiert, sondern als Instrument des Kapitals ernst genommen – und gerade deshalb zur zentralen Bühne einer politisch-ökologischen Re-Typisierung.

Abbildung 9: MUTT, „Multi-Story“, Runcorn (UK), 2020 – Wettbewerb, Wiederverwendung eines Parkhauses. Das nordöstliche Parkhaus der Shopping City Runcorn wird zu einem hermetisch abgeschlossenen, klimatisierten „Stadtkern“ mit internem „Stadtplatz“ transformiert und mit sozialer Infrastruktur in Form eines Markts, gastronomischer Angebote, Community-Räumen sowie einer Youth Zone mit Sportflächen, Musik- und Werkräumen, Klettermöglichkeiten, Tischtennis u. a. bespielt. Das robuste Bestandsparkhaus fungiert als tragfähiger Rahmen für einen schrittweisen, bottom-up organisierten Ausbau. Eine an Straßensprachen orientierte Gestaltung erzeugt einen offenen, informellen öffentlichen Ort. Das Projekt illustriert exemplarisch „Umbau als Entwurfsintelligenz“: Ein peripherer Infrastrukturbau wird typologisch umcodiert und als sozialer Stadtkern einer vormals monofunktionalen Peripherie reaktiviert. Auftraggeber: Liverpool City Region. Quelle: MUTT/Liverpool (2020).

Das Projekt CBT hat gezeigt, dass die zukünftige Nutzung dieser Liegenschaften nicht länger monofunktional gedacht werden darf. Ihr Potenzial liegt in der gezielten funktionalen Diversifizierung, die bestehende typologische Strukturen ernst nimmt, sie aber programmatisch überschreibt und so soziale, ökologische und ökonomische Mehrwerte miteinander verschränkt. Selbst kontraintuitive Programme – etwa Schulen, Bibliotheken oder gemeinschaftliche Wohnformen in ehemaligen Baumärkten, Gartencentern oder Fachmarktboxen – erweisen sich als tragfähige Szenarien, wenn sie typologisch präzise am Bestand ansetzen. In diesem Sinne werden die peripheren Gewerbebauten zu zentralen Bausteinen einer neuen, ökologisch und sozial eingebetteten Stadtlandschaft: Typologie als epistemisches Werkzeug, Umbau als operative Intelligenz und die Peripherie als produktives Labor für die nachhaltige Re-Programmierung der Stadt.

5 Methodik

5.1. Projektweite Methoden

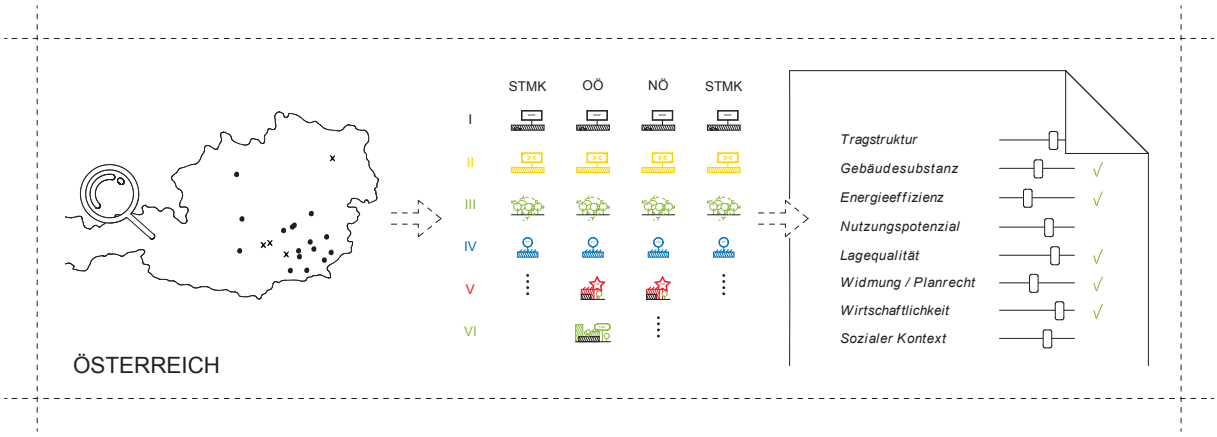


Abbildung 10: Entscheidungsfaktoren zur Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien: Überblick über bauliche, energetische, rechtliche, ökonomische und soziale Kriterien dienen als Grundlage zur Entwicklung und Bewertung der entwickelten Szenarien. Quelle: CBT/TU Graz (2024).

Die methodische Vorgehensweise im Projekt *Counterintuitive Building Types (CBT)* zielte darauf ab, die Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien sowohl gestalterisch-entwerferisch als auch **technisch-quantitativ** und **immobilienwirtschaftlich** zu untersuchen. Im Zentrum stand die Entwicklung von vier prototypischen Entwürfen zur Um- und Weiternutzung realer Liegenschaften in peripheren Lagen. Anhand dieser Fallstudien sollten einerseits konkrete, standortbezogene Szenarien für den Bestand erprobt, andererseits ein **integriertes Instrumentarium** entwickelt werden, das künftige Transformationsprozesse – von der strategischen Standortentscheidung bis zur konkreten Umbauplanung – systematisch unterstützt.

Von Beginn an war das Projekt dezidiert interdisziplinär angelegt. Raumplanung, Architektur, Tragwerksentwurf, Nachhaltiges Bauen, Gebäudetechnik und Immobilienwirtschaft arbeiteten in iterativen Schleifen zusammen. Risiken – etwa Unsicherheiten künftiger Markt- und Nutzungsentwicklungen, die Tragfähigkeit von Geschäftsmodellen, technische Grenzen der Bestandsstrukturen oder regulatorische Rahmenbedingungen – wurden durch szenariobasierte Verfahren adressiert. Alternativszenarien ermöglichten es, verschiedene Grade der Nachverdichtung, Mischnutzung und technischen Ertüchtigung gegeneinander abzuwägen und nicht nur „den einen“ Entwurf, sondern ein robustes Entscheidungsspektrum sichtbar zu machen.

Die Entwicklung der Szenarien folgte klar definierten Nachhaltigkeitszielen: **Kreislaufwirtschaft, Ressourcenschonung, Suffizienz, soziale Resilienz und langfristige Adaptierbarkeit des Bestands**. In einem mehrstufigen Prozess wurden

- raumplanerische Entscheidungskriterien entwickelt (Erschließung, Lagequalitäten, Entwicklungsspielräume, Konfliktpotenziale),
- bauliche Bestandsressourcen typologisch und konstruktiv erfasst und analysiert (Tragstruktur, Spannweiten, Raumtiefen, Hüllenqualität, Umbaufähigkeit),

- Programme und Konzepte für innovative Technologien (Gebäudetechnik, Solarenergie, Begrünung, Wasserhaushalt, Freiraumgestaltung) entworfen und mit den jeweiligen Nutzungsszenarien verschränkt,
- in einem Katalog nachhaltiger Transformationselemente gebündelt, typisiert und technisch überprüft.

Dieser Elementkatalog, ergänzt um Kenndaten zu Kosten, Energie, Ökobilanz und betrieblichen Parametern, bildete die Grundlage für die rechnerische Verifizierung der Szenarien. Auf dieser Basis konnten unterschiedliche Umbau- und Nutzungspfade vergleichbar gemacht werden – etwa hinsichtlich Investitionsbedarf, Betriebskosten, Energieperformance und baulicher Eingriffstiefe. Die Ergebnisse wurden in wiederkehrenden Abstimmungsrunden im Konsortium gespiegelt und rückgekoppelt, wodurch eine fortlaufende Präzisierung sowohl der technischen als auch der gestalterisch-räumlichen Parameter möglich war.

Auf diese Weise entstand ein methodisches Vorgehen, das Entwurf, Technik, Ökonomie und Nachhaltigkeit systematisch verzahnt und zugleich eine typologische Lesart des Bestands integriert: Die bestehenden Gewerbebauten werden nicht nur als Hüllen oder Flächen, sondern als spezifische Gebäudetypen mit unterschiedlichen Umbaupotenzialen verstanden. Die Methoden und Rollen der beteiligten Partnerinstitutionen werden im Folgenden jeweils gesondert dargestellt; im Kapitel „06 Matrix“ erfolgt die konkrete Anwendung auf die vier Szenarien und Standorte, sodass der gesamte Prozess vom Typus über das Transformationselement bis zur bewerteten Umbauvariante nachvollziehbar wird.

5.2. Zusammensetzung des Konsortiums

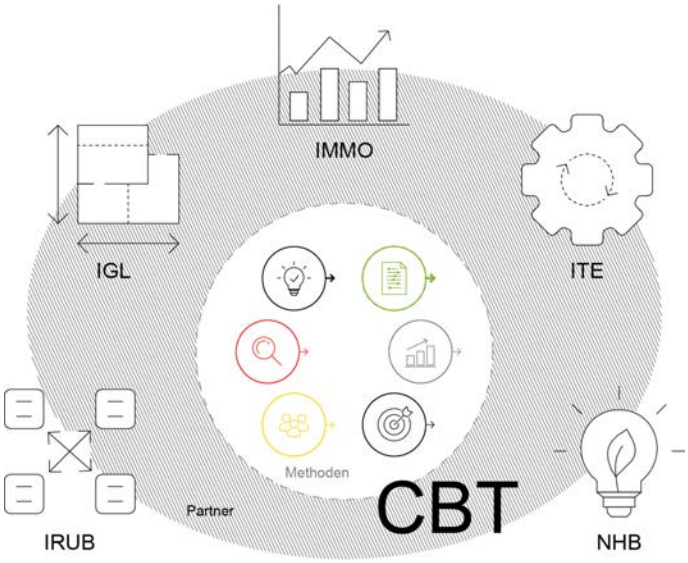


Abbildung 11: Zusammensetzung des CBT-Konsortiums: IGL (Entwurf/Typologien), ITE (Tragwerk), NHB (Nachhaltigkeit/Ökobilanz), IRUB (Raum- und Wirtschaftsbezüge) sowie IMMO (Immobilienökonomie). Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Das Projekt CBT wurde von einem bewusst breit aufgestellten, interdisziplinären Konsortium getragen, das unterschiedliche Maßstabsebenen, Methoden und epistemische Perspektiven zusammenführt. Die beteiligten Partnerinstitutionen aus Raumplanung, Architektur, Tragwerksentwurf, Nachhaltigem Bauen, Gebäudetechnik und Immobilienwirtschaft decken

gemeinsam jene Spannbreite an Kompetenzen ab, die für eine belastbare und übertragbare Transformationsstrategie suburbaner Gewerbeimmobilien erforderlich ist.

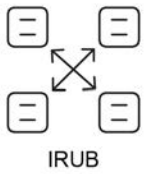
Gerade im Feld der Architektur ist es nach wie vor ungewöhnlich, dass **alle Ebenen – vom großräumigen Standort bis zum konstruktiven Detail** – in einem Forschungsprojekt systematisch miteinander verschränkt werden. Die Raumplanung untersucht die großmaßstäblichen Rahmenbedingungen der Liegenschaften: Standortqualität, Erreichbarkeit, infrastrukturelle Anbindung, Konkurrenzsituationen, Entwicklungsspielräume und regulatorische Restriktionen. Tragwerksentwurf und Nachhaltigkeitsforschung fokussieren auf die technische Machbarkeit und die Ökobilanzierung der Umbaupfade – von der Tragfähigkeit der bestehenden Strukturen über Eingriffstiefen und Rückbauoptionen bis zu Energieperformance und Lebenszyklusindikatoren. Die Immobilienwirtschaft ergänzt diese Sichtweisen um Fragen der ökonomischen Tragfähigkeit, der Investitions- und Betriebskosten, der Marktpotenziale sowie der langfristigen Risikoprofile.

Die Architektur fungiert innerhalb dieses Gefüges als zentrale Scharnier- und Übersetzungsdisziplin. Sie nimmt die Ergebnisse der analytischen, technischen und ökonomischen Modellierungen auf und überführt sie in **konkrete räumliche Szenarien und Entwürfe**. Dabei werden nicht nur Flächen, Volumina und Kennwerte disponiert, sondern auch soziale, kulturelle und atmosphärische Dimensionen der Transformation reflektiert: Fragen nach Aneignung, Öffentlichkeit, Nutzungsmischung, räumlicher Robustheit und zukünftiger Umbaufähigkeit sind integraler Bestandteil des Entwurfsprozesses.

Der besondere Mehrwert dieser Konsortialstruktur liegt in der wechselseitigen Übersetzungsleistung der Disziplinen. Quantitative Daten, Kennzahlen und Szenarien werden nicht isoliert ausgewertet, sondern als Entwurfsparameter in architektonische Strategien rückgebunden. Umgekehrt werden architektonische Entwürfe und typologische Re-Programmierungen auf ihre ökologische, technische und ökonomische Tragfähigkeit hin überprüft. In iterativen Schleifen entstehen so robuste, überprüfbare Transformationspfade, die über rein formale Umbauideen hinausgehen und die komplexen Abhängigkeiten zwischen Raum, Nutzung, Ressourceneinsatz und Wirtschaftlichkeit adressieren.

Auf diese Weise wird die Rolle der Architektur als Schnittstellenkompetenz deutlich gestärkt: Sie vermittelt zwischen analytischen Modellen und entwerferischer Imagination und zeigt, wie selbst scheinbar „banale“ oder rein funktional gedachte Gewerbetypen in der Peripherie – Big Boxes, Fachmärkte, Hallen mit Großparkplätzen – durch interdisziplinäre Zusammenarbeit neue, resilientere Zukunftsperspektiven eröffnen können. Architektur erscheint hier nicht nur als Gestaltungsdisziplin, sondern als integratives Wissensfeld, das disparate Rationalitäten bündelt und in räumlich fassbare, gesellschaftlich wirksame Umbauperspektiven übersetzt.

5.2.1. Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB)



Das Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung entwickelte ein **multikriterielles Bewertungsmodell (MCDA)**, das raumplanerische, ökologische sowie ökonomische Faktoren integriert. Grundlage bildet ein System aus **zehn Nachhaltigkeitsindikatoren** in drei Kategorien: Erreichbarkeit mit umweltgerechten Mobilitätsformen, Lage im Sinne flächensparender Siedlungsentwicklung sowie ökologische Kriterien.

Ein **analytisches Bewertungsmodell** als Bewertungsmatrix, ermöglicht durch ein anpassbares Gewichtungsmodell den objektiven Vergleich von Standorten und die Abbildung unterschiedlicher Werthaltungen. Zur Sicherstellung konsistenter Gewichtungen wurde die **AHP-Methode (Analytic Hierarchy Process)** angewendet. Ergänzend wurden drei Gewichtungsszenarien definiert (ausgeglichen, sozial, ökologisch), um unterschiedliche Perspektiven abzubilden.

Das Modell wurde auf **46 Standorte** – überwiegend in der Steiermark – angewandt und für die CBT-Fallstudien adaptiert. Die Ergebnisse wurden in Form von Rankings dargestellt, wobei zur besseren Vergleichbarkeit zwei Subsets gebildet wurden: urbane Standorte im Großraum Graz sowie periphere Standorte in der Steiermark. Im Unterschied zu klassischen, primär ökonomisch orientierten Standortbewertungen integriert das Modell Nachhaltigkeitskriterien und ermöglicht so die Identifikation langfristig resilienter und nutzungsoffener Standorte.

Beteiligte Institution und Projektteam
Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB), Universität für Bodenkultur Wien
Projektleitung: Stefan Geier, DI
Mitarbeit: Roman Löffler, DI; Emanuel Verdino, DI; Brigitte Steinkellner, B.Sc.

5.2.2. Immobilienwirtschaftlicher Partner (WMV)

Die immobilienwirtschaftliche Expertise stellte die Verbindung zwischen **wissenschaftlicher Szenarienentwicklung und ökonomischer Realisierbarkeit** her.

- **Standortspezifische Verkehrswertgutachten und Vergleichsmarktdaten** bildeten die Basis für die Bewertung im Bestand sowie in den Szenarien.
- Gegenüberstellung von **Abbruchkosten [€/m² BGF] und Verkehrswerten [€/m²]**, um ökonomische Schwellenpunkte zu identifizieren.
- Markt- und Vermietbarkeitsanalysen schätzten Nachfragepotenziale alternativer Nutzungen, renditerelevante Kennzahlen und Standortchancen ein.

Damit wurde gewährleistet, dass die Szenarien nicht nur planerisch tragfähig, sondern auch investitions- und marktrelevant entwickelt wurden.

Beteiligte Institution und Projektteam
WMV Immobilien AG, Wien
Projektleitung: DI (FH) Gerald Hecht; Alfred Wall
Mitarbeit: Mag. Wolfgang Wutzlhofer; Philipp Gärtner

5.2.3. Institut für Tragwerksentwurf (ITE)

ITE

Das Institut für Tragwerksentwurf analysierte die konstruktive Machbarkeit der Szenarien:

- Fallstudienbasiert wurden die **Tragwerke** in allen Szenarien der Matrix überprüft.
- Grundlage bildeten **vereinfachte Modelle** (Achs-/Centerline-Modelle), die in einer FEM-Umgebung **auf ständige, veränderliche und klimatische Lasten berechnet** wurden.
- Besondere Aufmerksamkeit galt den **Lastreserven** der bestehenden Tragwerke; es zeigte sich, dass zusätzliche Auflasten (z. B. Gründächer, PV-Anlagen oder Aufstockungen) meist nur mit gezielten Ertüchtigungsmaßnahmen realisierbar sind.

Die Ergebnisse flossen direkt in die Entwürfe ein und ermöglichten eine technische Absicherung der Szenarien.

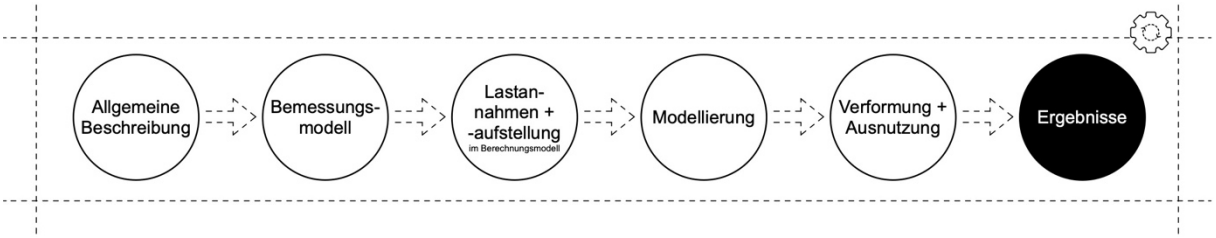


Abbildung 12: Vorgehensweise zur statischen Analyse von Bestandsbauten im Projekt. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Beteiligte Institution und Projektteam
Institut für Tragwerksentwurf (ITE), Technische Universität Graz
Projektleitung: Andreas Trummer, Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.
Mitarbeit: Christian Brügel, BSc.

5.2.4. Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen (NHB)

Die Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen entwickelte die **ökologische Bewertungsmethodik** des Projekts. Grundlage war die EN 15978 norm, die als europaweites Rahmenwerk zur Dekarbonisierung von Immobilien dient.

- **Ökolanzierung** (LCA) nach ISO 14040/14044, EN 15804, EN 15879.
- Vier Phasen der LCA: **Ziel- und Rahmendefinition, Inventaranalyse, Impact Assessment, Interpretation**.
- Berücksichtigung von drei Säulen der Ökobilanzierung:
    - **Embodied Carbon** (Bau- und Materialemissionen, A1–B5, C1–C4),
    - **Operational Carbon** (energiebedingte Emissionen im Betrieb, B6),
    - **Biogenic Carbon Storage** (temporäre CO_2-Speicherung in biobasierten Materialien).
- für den **Bestand** werden alle Phasen (A1–A3, A4, B4, B6, C2, C3–C4) einbezogen.
- Erstellung einer **ökologischen Bewertung** anhand des biogenen Kohlenstoffspeichers.

Diese Methodik war besonders in der Bewertung der **Szenarien Retrofit, Re-Greening** und **Umbau „Light“** relevant und erlaubte belastbare Vergleiche zwischen ökologischen und ökonomischen Konsequenzen.

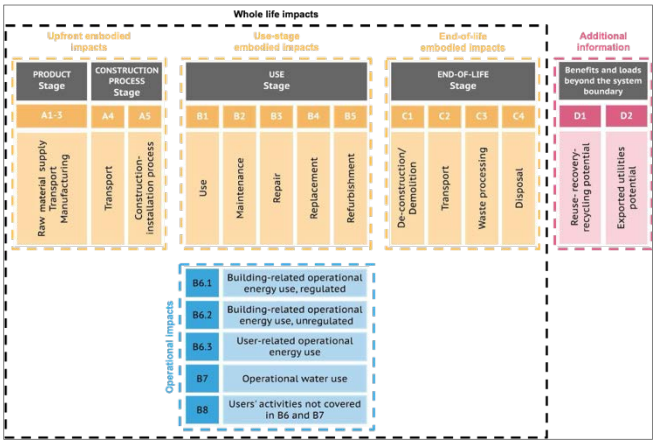


Abbildung 14: (links) Lebenszyklusphasen von Gebäuden nach EN 15978: Produktphase (A1–A3), Bauprozess (A4–A5), Nutzungsphase (B1–B5; betriebliche Auswirkungen B6–B8), End-of-Life (C1–C4) sowie über die Systemgrenze hinausgehende Nutzen/Lasten (D1–D2).

Abbildung 13: (rechts) LCBI – Bewertungslogik und „embodied macro-lots“. Das Schema zeigt die drei Teilbereiche Embodied Carbon (50 Jahre), Operational Carbon (jährlich) und Biogenic Carbon mit Sternbewertung und Zielstufen (T-Level). Die Embodied-Carbon-Bilanz wird nach Makrolosen aggregiert (Frame & Shell, Core & External, Partitions & Finishes). Unten: Beispiel-Scorecard und Gesamtlevel („Standard“).

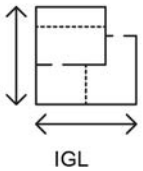
Beteiligte Institution und Projektteam

Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen (NHB), Technische Universität Graz

Projektleitung: Alexander Passer, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. MSc

Mitarbeit: Carlos Enrique Caballero Guereca, Mtro. Ing.; Iva Lukic, univ. bacc. ing. aedif. mag. ing. aedif.; Johanna Vogel, BSc.

5.2.5. Institut für Gebäudelehre (IGL)



Das Institut für Gebäudelehre verantwortete die architektonisch-gestalterische Dimension des Projekts und fungierte als Schnittstelle zwischen typologischer Analyse, entwerferischer Forschung und den technischen sowie ökonomischen Modellierungen der Partner. Ausgangspunkt war die Hypothese, dass vermeintlich banale, monofunktionale Bauten der Peripherie – Fachmärkte, Big-Box-Strukturen, großflächige Parkierungsareale – über architektonische Affordanzen verfügen, die bei entsprechender Neuinterpretation ein breites Spektrum zukünftiger Nutzungen ermöglichen. Lehrveranstaltungen wie das Masterstudio im WS 2022/23 verfolgten hierfür eine entwurfsbasierte Forschungsstrategie.

- **Typologische Analysen** der bestehenden Strukturen (Tragwerksraster, Raumtiefen, Erschließung, Andienungszonen, Verhältnis von Hallen und Parkierungsflächen) zur Identifikation räumlicher Potenziale für Mischnutzung, Umnutzung und neue Adressen.
- **Entwurfsbasierte Forschung** durch Zeichnungen, 3D-Studien und morphologische Experimente, in denen unterschiedliche Umbau-, Verdichtungs- und Rückbauszenarien in enger Abstimmung mit den technischen und ökonomischen Modellen der Partner getestet wurden.
- **Referenzdiskurse zur Architektur der Peripherie und zur „Reparatur" suburbane Räume**; u. a. der „Baumaxx Hypermarket" (Njiric + Njiric, 1997) als Beispiel für die Umdeutung von Big-Box-Strukturen zu urbanen Konfrontations- und Begegnungsräumen.
- **Entwurfsexperimente zu Nachverdichtung, Überbauung, Teilabriss und Stapelung**, bei denen räumliche Archetypen (Atrium, Aula, Hypostylhalle, Galeriehof) als Trägerformen neuer Öffentlichkeiten, Lernorte und sozialer Infrastrukturen dienten.
- **Verknüpfung** der architektonischen Szenarien mit technischen und ökonomischen Parametern (Eingriffstiefe, Materialeinsatz, Energiekennzahlen, Kosten, Marktpotenziale) in iterativen Abstimmungsprozessen mit den Konsortialpartnern.

Zentrales Ergebnis war ein Katalog nachhaltiger Transformationselemente, der architektonische Strategien – etwa die Umnutzung von Parkdecks zu Terrassen und Gärten, die Einführung von Atrien oder die Umwandlung von Hallen in mischnutzungsfähige Cluster – in abstrahierter Form dokumentiert und mit Kennwerten zu Kosten, Energie und Adaptierbarkeit hinterlegt. So konnte gezeigt werden, dass selbst einfache Fachmarktstrukturen zu sozial nachhaltigen „dritten Orten" transformiert werden können, wenn sie architektonisch neu gelesen, typologisch re-kodiert und im Verbund mit technischen und ökonomischen Strategien weitergedacht werden.

Beteiligte Institution und Projektteam
Institut für Gebäudelehre (IGL), Technische Universität Graz
Projektleitung: Andreas Lechner, Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Architekt
Mitarbeit: Maike Gold, Dipl.-Ing.; Laura Suvieri, MSc.; Stefan Hochhofer, BSc.; Maria Schenkel, BSc.

5.3. Katalog nachhaltiger Transformationselemente

Als verbindendes Werkzeug zwischen Theorie und Praxis wurde im Projekt ein Elementkatalog entwickelt. Dieser fasst Technologien, Strategien und bewährte Verfahren zusammen, die für Umbau- und Weiterbauszenarien suburbaner Gewerbeimmobilien relevant sind. Der Katalog wurde von Laura Suvieri im Rahmen ihrer Masterarbeit *Commercial boxes, typology, adaptive reuse: counterintuitive approach for a sustainable regeneration of suburban areas in Austria* (2024), die in Kooperation zwischen der TU Graz und der Università degli Studi di Perugia entstand, systematisch aufbereitet. Er bildet die Research-for-Design-Grundlage für die entwurfsbasierten Arbeitsanteile im Projekt.

Theoretische Basis

Die Konzeption des Katalogs knüpft an eine typologische Lesart der Architektur an. Aufbauend auf architektur- und stadttypologischen Ansätzen von Saverio Muratori und Aldo Rossi sowie deren Weiterentwicklung in Andreas Lechners Forschungsarbeiten[10] werden auch scheinbar banale, vermeintlich „wertlose" Gewerbebauten als Teil einer städtischen Schichtung gelesen. Sie erscheinen damit weniger als ästhetischer „Problemfall", sondern vielmehr als Ressource: Ihre räumlichen und konstruktiven Eigenschaften bilden den Ausgangspunkt für neue Lesarten, Programme und Nutzungen.

Gerade großvolumige, funktional einfache Handelsbauten – die räumlich relativ großzügig dimensionierten „big boxes" der Vorstädte – verfügen aufgrund ihrer Dimensionen, Tragstrukturen und Erschließungssysteme über ein erhebliches Potenzial für adaptive Transformation und Mehrfachnutzung. Im Sinne der in *Architectural Affordances – Typologies of Umbau* entwickelten Überlegungen werden diese Big-Box-Typen nicht als statische Klassen, sondern als offene Dispositive verstanden, deren latente Nutzungsmöglichkeiten durch Umbau aktiviert und neu codiert werden können.[11]

Diese typologische Lesweise versteht diese Bauten als Grundlage die gezielt mit aktuellen Nachhaltigkeitszielen verschränkt werden können. Die Elemente des Katalogs adressieren zentrale Themenfelder wie Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft, Energieeffizienz, Klimaanpassung und soziale Resilienz. Nachhaltigkeit wird damit ausdrücklich nicht nur als technisches Optimierungsproblem gefasst, sondern als gestalterische und kulturelle Aufgabe, die Fragen von Gebrauch, Atmosphäre, Identität und kollektiver Aneignung einschließt – im Sinne eines erweiterten Baukulturverständnisses, wie es etwa in der Initiative „New European Bauhaus" gefordert wird.

Zielsetzung

Der Katalog zielt darauf ab, die im Projekt entwickelten Szenarien mit einem systematisch aufbereiteten Set an Bausteinen zu unterlegen. Er ermöglicht es, unterschiedliche Handlungsfelder – von Energie und Wasser über Begrünung und Mobilität bis hin zur sozialen Infrastruktur – konsistent

[10] Lechner, Andreas: *Entwurf einer architektonische Gebäudelehre*, Zürich: Park Books 2021, Engl. Version: *Thinking Design – Blueprint for an Architecture of Typology*, Zürich: Park Books 2021.
[11] Lechner, Andreas; Postiglione, Gennaro; Gold, Maike et al.: Architectural Affordances – Typologie of Umbau, Neapel: Thymos Books 2025.

zu erfassen und ihre ökologischen, ökonomischen und sozialen Effekte vergleichbar zu machen. Dadurch wird eine Entwurfs- und Entscheidungsgrundlage geschaffen, die typologische, technische und nachhaltigkeitsbezogene Aspekte in einem kohärenten Instrumentarium bündelt.

Inhalte und Aufbau

Der Katalog ist in fünf Themenfelder gegliedert, welche die zentralen Hebel für nachhaltige Transformationen bilden:

1. **Energieeffizienz** (E 1–25) – Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Quellen (z. B. Photovoltaik, Smart Windows, passive Kühlung).
2. **Wasser-Management** (W 1–9) – Strategien für Regenwassernutzung, Begrünung, Retention und Kreislaufsysteme (z. B. Gründächer, Durchlässige Pflasterung).
3. **Mikroklimatischer Komfort** (M 1–4) – Techniken zur Verbesserung des thermischen und atmosphärischen Komforts (z. B. Orientierung, kühlende Materialien).
4. **Verringerung der Umweltverschmutzung** (P 1–3) – Ansätze zur Reduktion von Emissionen und Bauabfällen (z. B. lokale Materialien, Recyclingverfahren).
5. **Soziales Wohlbefinden** (S 1–3) – Programme zur Förderung sozialer Nachhaltigkeit (z. B. Mischnutzungen, Nachhaltige Mobilität).

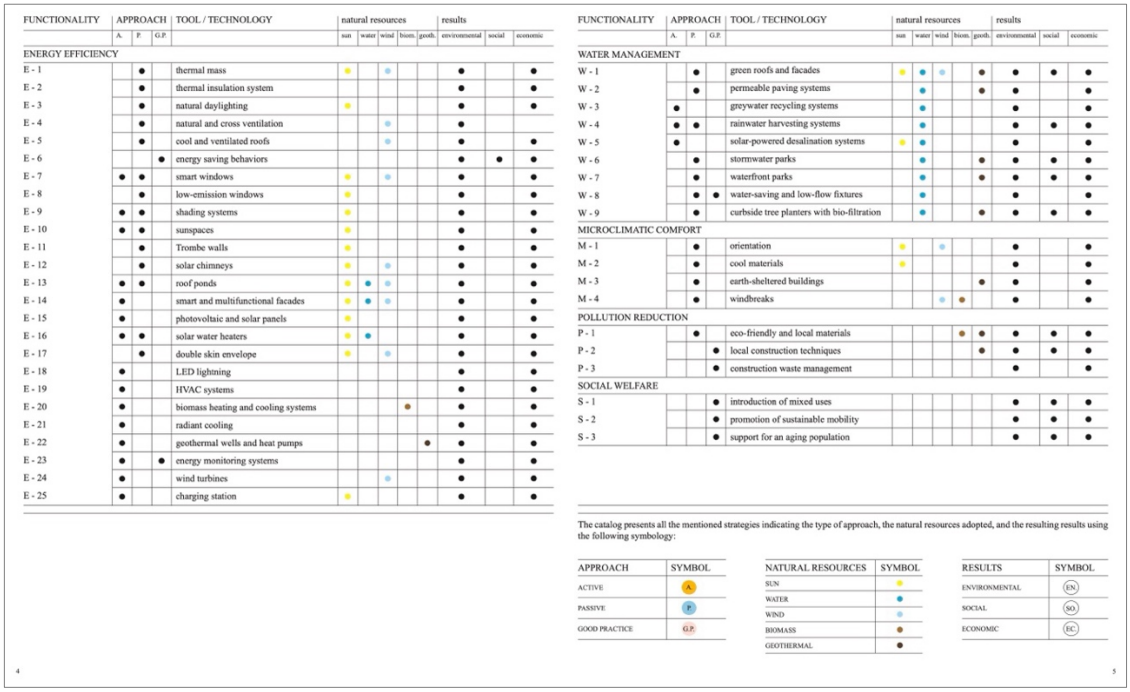


Abbildung 15: Übersicht des Katalogs der nachhaltigen Transformationselemente mit fünf Themenfeldern (Energie, Wasser, Mikroklima, Emissionsreduktion und soziale Nachhaltigkeit). Jedes Element ist durch Ansatz (A/P/GP), Ressourcenbezug und Wirkung (EN/SO/EC) systematisch erfasst. Quelle: Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Jedes Element ist in tabellarischer Form dokumentiert und durch Symbole charakterisiert.

- Ansatz: aktiv (A), passiv (P), bewährte Verfahren (GP).
- Natürliche Ressourcen: Sonne, Wasser, Wind, Biomasse, Geothermie.
- Ergebnisse: ökologische, soziale, ökonomische Effekte (EN, SO, EC).

So entsteht ein vergleichbares Set von Werkzeugen, das flexibel für Entwurfs- und Transformationsprozesse genutzt werden kann.

Beispiele

Zur Veranschaulichung werden hier zwei Elemente aus der Masterarbeit *Commercial boxes, typology, adaptive reuse: counterintuitive approach for a sustainable regeneration of suburban areas in Austria* (2024) exemplarisch vorgestellt:

W-1 Gründächer und -wände

Dach- und Fassadenbegrünungen verbessern die thermische Effizienz, den Regenwasserrückhalt und die Biodiversität, während sie zugleich die Aufenthaltsqualität und die soziale Resilienz stärken. Sie wirken multifunktional in den Bereichen Energie, Wasser, Mikroklima und soziale Qualität.

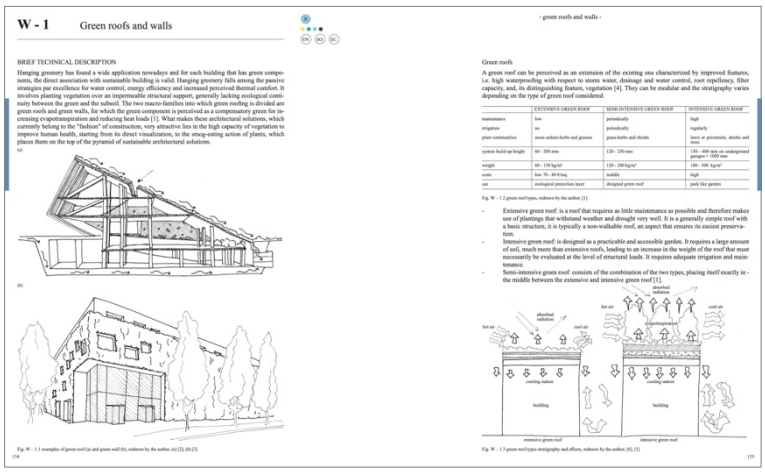


Abbildung 16: (S. 134–135)
Einführung in „Gründächer und -wände“ als passive Strategien für den Wasserhaushalt, die Energieeffizienz und den Komfort. Es werden die drei Grundtypen von Gründächern (extensiv, semi-intensiv und intensiv) samt Nutzung und Pflegebedarf dargestellt. Dazu gibt es Skizzen und Tabellen zu Aufbauvarianten und Wirkprinzipien.

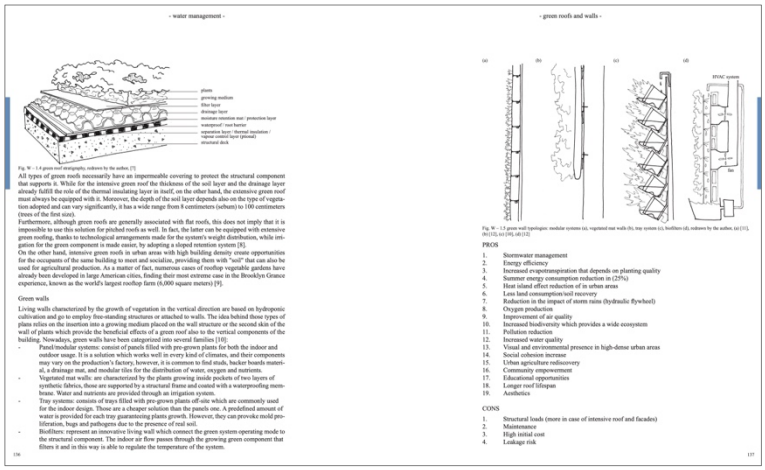
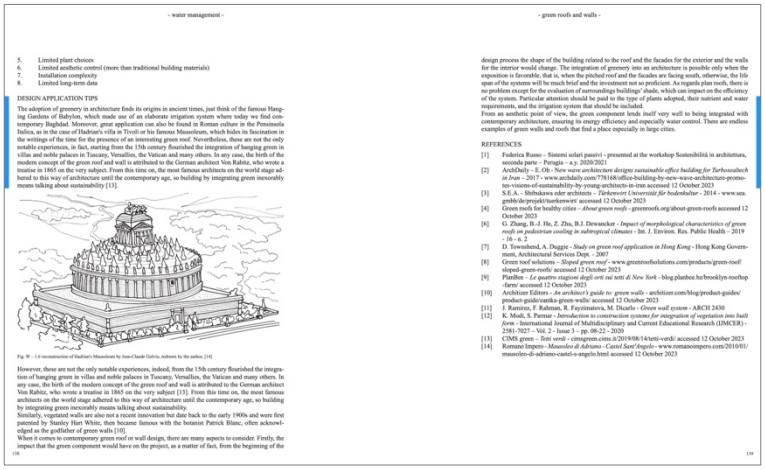


Abbildung 17: (S. 136–137)
Technische Vertiefung: Schichtenaufbau (Abdichtung, Drainage, Substrat, Vegetation) und Spannweiten der Substratdicken/Lasten, Hinweise zur Eignung für Flach- und geneigte Dächer. Ergänzend werden die Potenziale für eine soziale Nutzung, wie Dachgärten oder Urban Farming, erläutert.



- water management -

5. Limited plant choices
6. Limited aesthetic control (more than traditional building materials)
7. Installation complexity
8. Limited long-term data

DESIGN APPLICATION TIPS

The adoption of greenery in architecture finds its origins in ancient times, just think of the famous Hanging Gardens of Babylon, which made use of an elaborate irrigation system where today we find contemporary Baghdad. Moreover, great application can also be found in Roman culture in the Pensinsola Italica, as in the case of Hadrian's villa in Tivoli or his famous Mausoleum, which hides its fascination in the writings of the time for the presence of an interesting green roof. Nevertheless, these are not the only notable experiences, in fact, starting from the 15th century flourished the integration of hanging green in villas and noble palaces in Tuscany, Versailles, the Vatican and many others. In any case, the birth of the modern concept of the green roof and wall is attributed to the German architect Von Rabitz, who wrote a treatise in 1865 on the very subject. From this time on, the most famous architects on the world stage adhered to this way of architecture until the contemporary age, so building by integrating green inexorably means talking about sustainability [13].

Fig. W - 1.4 reconstruction of Hadrian's Mausoleum by Jean-Claude Golvin, redrawn by the author. [14]

However, these are not the only notable experiences, indeed, from the 15th century flourished the integration of hanging green in villas and noble palaces in Tuscany, Versailles, the Vatican and many others. In any case, the birth of the modern concept of the green roof and wall is attributed to the German architect Von Rabitz, who wrote a treatise in 1865 on the very subject [13]. From this time on, the most famous architects on the world stage adhered to this way of architecture until the contemporary age, so building by integrating green inexorably means talking about sustainability.

Similarly, vegetated walls are also not a recent innovation but date back to the early 1900s and were first patented by Stanley Hart White, then became famous with the botanist Patrick Blanc, often acknowledged as the godfather of green walls [10].

When it comes to contemporary green roof or wall design, there are many aspects to consider. Firstly, the impact that the green component would have on the project, as a matter of fact, from the beginning of the

- green roofs and walls -

design process the shape of the building related to the roof and the facades for the exterior and the walls for the interior would change. The integration of greenery into an architecture is possible only when the exposition is favorable, that is, when the pitched roof and the facades are facing south, otherwise, the life span of the systems will be much brief and the investment not so proficient. As regards plan roofs, there is no problem except for the evaluation of surroundings buildings' shade, which can impact on the efficiency of the system. Particular attention should be paid to the type of plants adopted, their nutrient and water requirements, and the irrigation system that should be included.

From an aesthetic point of view, the green component lends itself very well to being integrated with contemporary architecture, ensuring its energy efficiency and especially water control. There are endless examples of green walls and roofs that find a place especially in large cities.

REFERENCES

[1] Federica Russo – Sistemi solari passivi - presented at the workshop Sostenibilità in architettura, seconda parte – Perugia – a.y. 2020/2021

[2] ArchDaily – E. Oh - *New wave architecture designs sustainable office building for Turbosoutech in Iran* – 2017 - www.archdaily.com/778168/office-building-by-new-wave-architecture-promotes-visions-of-sustainability-by-young-architects-in-iran accessed 12 October 2023

[3] S.E.A. - Shibukawa eder architects – *Türkenwirt Universität für bodenkultur* - 2014 - www.sea.gmbh/de/projekt/turekenwirt/ accessed 12 October 2023

[4] Green roofs for healthy cities – *About green roofs* - greenroofs.org/about-green-roofs accessed 12 October 2023

[6] G. Zhang, B.-J. He, Z. Zhu, B.J. Dewancker - *Impact of morphological characteristics of green roofs on pedestrian cooling in subtropical climates* - Int. J. Environ. Res. Public Health – 2019 – 16 - n. 2

[7] D. Townshend, A. Duggie - *Study on green roof application in Hong Kong* - Hong Kong Government, Architectural Services Dept. - 2007

[8] Green roof solutions – *Sloped green roof* - www.greenroofsolutions.com/products/green-roof/sloped-green-roofs/ accessed 12 October 2023

[9] PlantBee – *Le quattro stagioni degli orti sui tetti di New York* - blog.plantbee.bz/brooklyn-rooftop-farm/ accessed 12 October 2023

[10] Architizer Editors - *An architect's guide to: green walls* - architizer.com/blog/product-guides/product-guide/xeriba-green-walls/ accessed 12 October 2023

[11] J. Ramirez, F. Rahman, R. Fayzimatova, M. Dicarlo - *Green wall system* - ARCH 2430

[12] K. Modi, S. Parmar - *Introduction to construction systems for integration of vegetation into built form* - International Journal of Multidisciplinary and Current Educational Research (IJMCER) - 2581-7027 - Vol. 2 - Issue 3 – pp. 08-22 - 2020

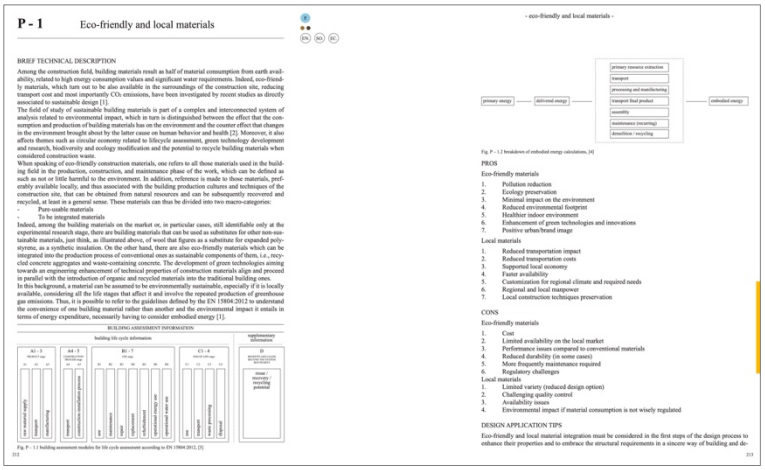
[13] CIMS green – *Tetti verdi* - cimsgreen.cims.it/2019/08/14/tetti-verdi/ accessed 12 October 2023

[14] Romano Impero - *Mausoleo di Adriano - Castel Sant'Angelo* - www.romanoimpero.com/2010/01/mausoleo-di-adriano-castel-s-angelo.html accessed 12 October 2023

Abbildung 18: (S. 138–139)
Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile (u. a. Regenwasserrückhalt, Kühlung, Biodiversität vs. Lasten, Kosten, Wartung) sowie Darstellung verschiedener Typen vertikaler Begrünung (Modul-/Paneelsysteme, Matten, Trays, Biofilter) und „Design Application Tips“ mit historischen und praktischen Hinweisen.

P-1 Umweltfreundliche und lokale Materialien:

Durch den Einsatz regionaler, ressourcenschonender Materialien (z. B. Holz, Bambus, Recyclingbeton) werden Transportemissionen reduziert und die Kreislaufwirtschaft unterstützt. Zugleich wird die lokale Baukultur gestärkt und die Ökobilanz verbessert.



P - 1 Eco-friendly and local materials

BRIEF TECHNICAL DESCRIPTION

Among the construction field, building materials result as half of material consumption from earth availability, related to high energy consumption values and significant water requirements. Indeed, eco-friendly materials, which turn out to be also available in the surroundings of the construction site, reducing transport cost and most importantly CO_2 emissions, have been investigated by recent studies as directly associated to sustainable design [1].

The field of study of sustainable building materials is part of a complex and interconnected system of analysis related to environmental impact, which in turn is distinguished between the effect that the consumption and production of building materials has on the environment and the counter effect that changes in the environment brought about by the latter cause on human behavior and health [2]. Moreover, it also affects themes such as circular economy related to lifecycle assessment, green technology development and research, biodiversity and ecology modification and the potential to recycle building materials when considered construction waste.

When speaking of eco-friendly construction materials, one refers to all those materials used in the building field in the production, construction, and maintenance phase of the work, which can be defined as such as not or little harmful to the environment. In addition, reference is made to those materials, preferably available locally, and thus associated with the building production cultures and techniques of the construction site, that can be obtained from natural resources and can be subsequently recovered and recycled, at least in a general sense. These materials can thus be divided into two macro-categories:

- Pure-usable materials
- To be integrated materials

Indeed, among the building materials on the market or, in particular cases, still identifiable only at the experimental research stage, there are building materials that can be used as substitutes for other non-sustainable materials, just think, as illustrated above, of wool that figures as a substitute for expanded polystyrene, as a synthetic insulation. On the other hand, there are also eco-friendly materials which can be integrated into the production process of conventional ones as sustainable components of them, i.e., recycled concrete aggregates and waste-containing concrete. The development of green technologies aiming towards an engineering enhancement of technical properties of construction materials align and proceed in parallel with the introduction of organic and recycled materials into the traditional building ones.

In this background, a material can be assumed to be environmentally sustainable, especially if it is locally available, considering all the life stages that affect it and involve the repeated production of greenhouse gas emissions. Thus, it is possible to refer to the guidelines defined by the EN 15804:2012 to understand the convenience of one building material rather than another and the environmental impact it entails in terms of energy expenditure, necessarily having to consider embodied energy [1].

BUILDING ASSESSMENT INFORMATION

building life cycle information — supplementary information

A1 - 3 PRODUCT stage: raw material supply, transport, manufacturing
A4 - 5 CONSTRUCTION PROCESS STAGE: transport, construction installation process
B1 - 7 USE stage: use, maintenance, repair, replacement, refurbishment, operational energy use, operational water use
C1 - 4 END OF LIFE stage: deconstruction demolition, transport, waste processing, disposal
D BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARY: reuse / recovery / recycling potential

Fig. P - 1.1 building assessment modules for life cycle assessment according to EN 15804:2012. [1]

- eco-friendly and local materials -

EN | MA | EC

primary energy — delivered energy — primary resource extraction; transport; processing and manufacturing; transport final product; assembly; maintenance (recurring); demolition / recycling — embodied energy

Fig. P - 1.2 breakdown of embodied energy calculations. [4]

PROS

Eco-friendly materials

1. Pollution reduction
2. Ecology preservation
3. Minimal impact on the environment
4. Reduced environmental footprint
5. Healthier indoor environment
6. Enhancement of green technologies and innovations
7. Positive urban/brand image

Local materials

1. Reduced transportation impact
2. Reduced transportation costs
3. Supported local economy
4. Faster availability
5. Customization for regional climate and required needs
6. Regional and local manpower
7. Local construction techniques preservation

CONS

Eco-friendly materials

1. Cost
2. Limited availability on the local market
3. Performance issues compared to conventional materials
4. Reduced durability (in some cases)
5. More frequently maintenance required
6. Regulatory challenges

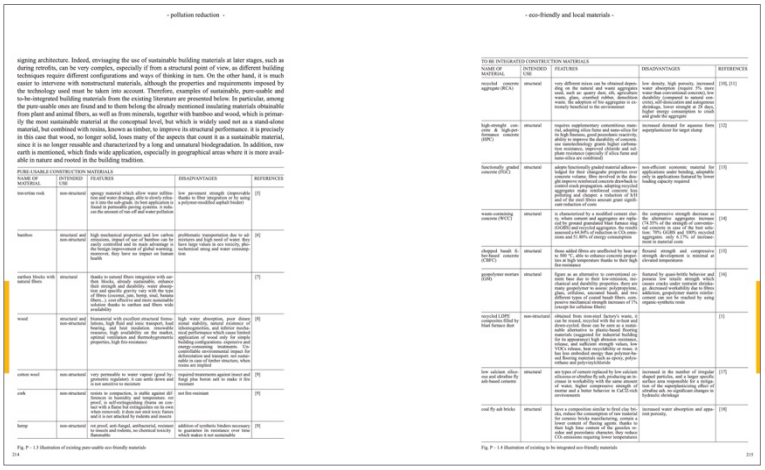
Local materials

1. Limited variety (reduced design option)
2. Challenging quality control
3. Availability issues
4. Environmental impact if material consumption is not wisely regulated

DESIGN APPLICATION TIPS

Eco-friendly and local material integration must be considered in the first steps of the design process to enhance their properties and to embrace the structural requirements in a sincere way of building and de-

Abbildung 19: (S. 212–213)
Einführung in ökologische und lokale Baustoffe samt Einordnung in den LCA-Rahmen nach EN 15804 (Module A1–A5, B1–B7, C1–C4, D) und Betrachtung der eingebetteten Energie. Vorteile und Nachteile sowie Design-Hinweise werden betont. Die Materialwahl sollte früh im Entwurf festgelegt werden. Es wird zwischen pure-usable und to-be-integrated Materialien unterschieden.



- pollution reduction -

signing architecture. Indeed, envisaging the use of sustainable building materials at later stages, such as during retrofits, can be very complex, especially if from a structural point of view, as different building techniques require different configurations and ways of thinking in turn. On the other hand, it is much easier to intervene with nonstructural materials, although the properties and requirements imposed by the technology used must be taken into account. Therefore, examples of sustainable, pure-usable and to-be-integrated building materials from the existing literature are presented below. In particular, among the pure-usable ones are found and to them belong the already mentioned insulating materials obtainable from plant and animal fibers, as well as from minerals, together with bamboo and wood, which is primarily the most sustainable material at the conceptual level, but which is widely used not as a stand-alone material, but combined with resins, known as timber, to improve its structural performance. it is precisely in this case that wood, no longer solid, loses many of the aspects that count it as a sustainable material, since it is no longer reusable and characterized by a long and unnatural biodegradation. In addition, raw earth is mentioned, which finds wide application, especially in geographical areas where it is more available in nature and rooted in the building tradition.

PURE-USABLE CONSTRUCTION MATERIALS

NAME OF MATERIAL	INTENDED USE	FEATURES	DISADVANTAGES	REFERENCES
travertine rock	non-structural	spongy material which allow water infiltration, thus preventing puddles, it can be used as a tiles for sub-grade, its best application is found in permeable paving systems. it reduces the amount of run-off and water pollution	low pavement strength (impossible to be used as structural element in building as a tiles for sub-grade), its best application is found in permeable paving systems. it reduces the amount of run-off and water pollution	[5]
bamboo	structural and non-structural	high mechanical properties and low carbon emissions during production, but it must be properly controlled and its main advantage is the foreign improvement of global warming potential, they have no impact on human health	problematic transportation due to soil erosion, it is subject to fungal attack, it has large values in axe toxicity, physiochemical stress and water consumption	[6]
earthen blocks with natural fibers	structural	thanks to natural fibers integration with earthen blocks, it is possible to improve their strength and ductility, water absorption and specific gravity vary with the type of fiber, thermal and acoustic insulation, it is cost-effective and more sustainable solution thanks to carbon and fibers wide availability		[7]
wood	structural and non-structural	biomaterial with excellent structural forms, high strength, low density, ease of machining, and heat insulation, renewable resource, high availability on the market, and low energy for its processing/manufacturing properties, high fire-resistance	high water absorption, poor dimensional stability, low resistance to microorganisms, and inferior mechanical performance which cause limited use in building, it is used in a variety of building configurations, expensive and energy-consuming treatments. The main environmental problems are due to deforestation and transport. not sustainable in case of timber structure, when resins are implied	[8]
cotton wool	non-structural	very permeable to water vapour (good hygroscopic properties), it can absorb and dry it not sensitive to moisture	required treatments against insect and fungi, the borax salt to make it fire resistant	[9]
cork	non-structural	resists to compaction, is stable against different to humidity and temperature, rot-proof, is self-extinguishing (borne on combustion, it does not produce smoke and when removed), it does not emit toxic fumes and it is not attacked by rodents and insects	not fire-resistant	[9]
hemp	non-structural	rot proof, anti-fungal, antibacterial, resistant to insects and rodents, no chemical toxicity flammable.	addition of synthetic binders necessary to guarantee its resistance over time, which makes it not sustainable.	[9]

Fig. P - 1.3 Illustration of existing pure-usable eco-friendly materials

- eco-friendly and local materials -

TO BE INTEGRATED CONSTRUCTION MATERIALS

NAME OF MATERIAL	INTENDED USE	FEATURES	DISADVANTAGES	REFERENCES
recycled concrete aggregate (RCA)	structural	very different mixes can be obtained depending on the natural and waste aggregates used, such as quarry dust, silt, agro-industrial by-products, demolition and industrial waste. the adoption of bio aggregates is extremely beneficial to the environment	low density, high porosity, increased water absorption (require 5% more water than conventional concrete), low strength (20% reduction in strength of concrete), self-desiccation and autogenous shrinkage, lower strength at 28 days, the high water absorption can be cited as real goods for aggregate	[10], [11]
high-strength concrete & high-performance concrete (HPC)	structural	requires supplementary cementitious materials, adopting silica fume and nano-silicas for its high fineness, good pozzolanic reactivity, and filler effect, HPC can be produced also via nanotechnology grants higher carbonation resistance, improved chloride and sulfate attack resistance (when silica fume and nano-silicas are combined)	increased demand for aqueous forms superplasticizer for target slump	[12]
functionally graded concrete (FGC)	structural	adopts functionally graded material achievement for their changeable properties over concrete volume, fibre involved in the production of FGC are responsible for controlling crack propagation, adopting recycled aggregates make reinforced concrete less heavy, FGC with 0.5% of steel fibres and 50% of the steel fibres amount grant significant reduction of costs	non-efficient economic material for applications under bending, adoptable only in applications featured by lower loading capacity required	[13]
waste-containing concrete (WCC)	structural	is characterized by a modified cement clinker, where cement and aggregates are replaced by a percentage of recycled concrete (10,GFRP) and recycled aggregates. the results assessed a 64.80% of reduction in CO_2 emissions and 21.80% of energy consumption	the compressive strength decrease is the alternative aggregates increase [14] the CO_2 emissions and energy consumption cement can not be reached by using organic-synthetic resin	[14]
chopped basalt fibers-based concrete (CBFC)	structural	those added fibers are unaffected by heat up to 300 °C, able to enhance concrete properties at high temperature thanks to their high fire-resistance	flexural strength and compressive strength development is minimal at elevated temperature	[15]
geopolymer mortars (GM)	structural	figure as an alternative to conventional cement, GM is able to improve mechanical and durability properties. there are many geopolymer to assess: polypropylene, glass, carbon, steel, basalt, PVA, and different types of coated basalt fibers. impressive mechanical strength increases of 1% (except for stainless steel)	flattened by quasi-brittle behavior and low tensile strength, GM is subject to fibers cracks under extreme shrinkage, decreased workability due to fibres addition, the high water absorption of cement can not be reached by using organic-synthetic resin	[16]
recycled LDPE/ polypropylene fiber reinforced fumace dust	non-structural	obtained from iron-steel factory's waste, it is a by-product resulting from the blast furnace-cycle. fume can be seen as a cementable alternative to plastic-based flooring materials, thanks to its ability to react for its appearance's high abrasion resistance, volume, and sufficient strength values, low cost, and ease of production. the fume has less embodied energy than polymer-based flooring materials such as epoxy, polyurethane and poly-methyl-methacrylate		[1]
low calcium silica-fume and ultrafine fly ash-based cements	structural	are types of cement replaced by low calcium siliceous fly ash and silica fume, which increase in workability with the same amount of water, higher compressive strength of concrete, and lower behavior in $CaCO_3$-rich environments	increased in the number of irregular shaped particles, and a larger specific surface area responsible for a irregularities of the superplasticizing effect of the admixture, and significant changes in hydraulic shrinkage	[17]
coal fly ash bricks	structural	have a composition similar to fired clay bricks, it uses the combustion of lignite coal for ceramic bricks manufacturing. contain a lower content of flowing agents. thanks to the fly ash, the bricks are characterized by a softer and more plastic character, they reduce CO2 emissions requiring lower temperatures	increased water absorption and apparent porosity.	[18]

Fig. P - 1.4 Illustration of existing to be integrated eco-friendly materials

Abbildung 20: (S. 214–215)
Pure-Usable-Materialien mit Einsatz, Eigenschaften und Grenzen, z. B. Travertin (permeabel), Bambus (geringe Emissionen), Faser-Lehmsteine, Holz sowie Kork, Hanf und Schafwolle. Es wird auf Tragfähigkeit vs. Feuchte/Brandschutz/Pflege sowie die Frage struktureller oder nicht-struktureller Verwendung eingegangen.

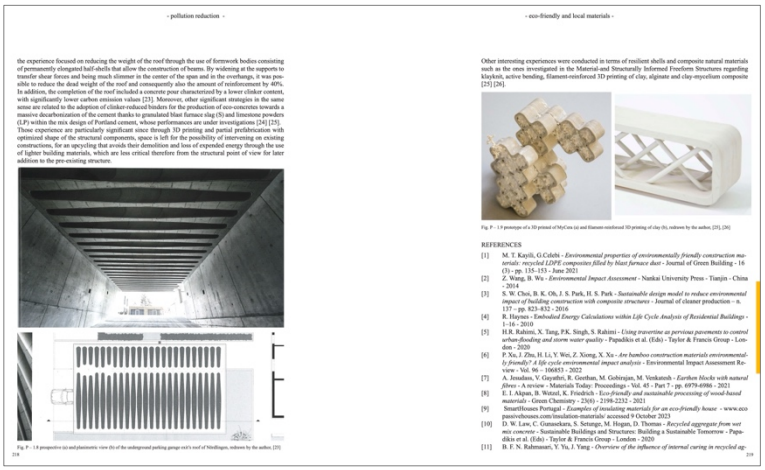


Abbildung 21: (S. 218–219) Fallbeispiel PRAVAAH Workplace (Ferrocement, lokale Fertigung) und Strategie-Tableau für nachhaltiges Konstruieren (Haltbarkeit maximieren, Materialmenge/Embodied Energy minimieren, Design for Reuse/Deconstruction). Bewertung von Stahlbau

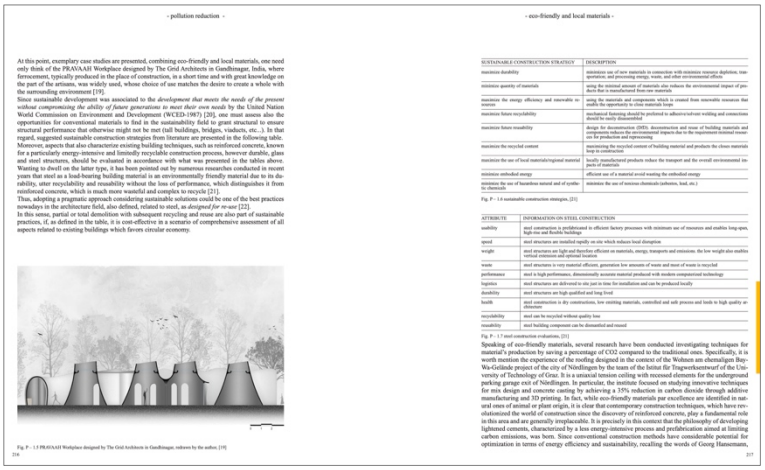


Abbildung 22: (S. 216–217) To-be-integrated-Materialien und -Mischungen: Beispiele sind RCA-Beton, HPC (Nano-/Mikrosilika), FGC, WCC mit GGBS (CO_2-Reduktion bis ~65 % und Energie-Reduktion ~52 %), Basaltfaser-Beton, Geopolymere, LDPE-Komposite und Fly-Ash-Zemente/-Ziegel. Den Chancen (Kreislauf, Emissionsminderung) werden die Leistungs-/Dauerhaftigkeitsrisiken und Verarbeitungsanforderungen gegenübergestellt.

Anwendung

Der Elementkatalog wurde in die jeweiligen **Umbau- und Weiterbauszenarien der vier Fallstudienstandorte integriert**. Er diente den Projektpartnern einerseits als Referenz für technische Berechnungen, Kostenabschätzungen und Ökobilanz und andererseits als gestalterisches Instrument im Entwurfsprozess.

Die vollständige Fassung des Katalogs wird als Anhang zum Projektbericht eingereicht. Im Bericht selbst werden nur Auszüge gezeigt, die exemplarisch die Bandbreite und den Aufbau des Instruments verdeutlichen.

6 Matrix

6.1. Case Studies – In Entwurfsszenarien forschen

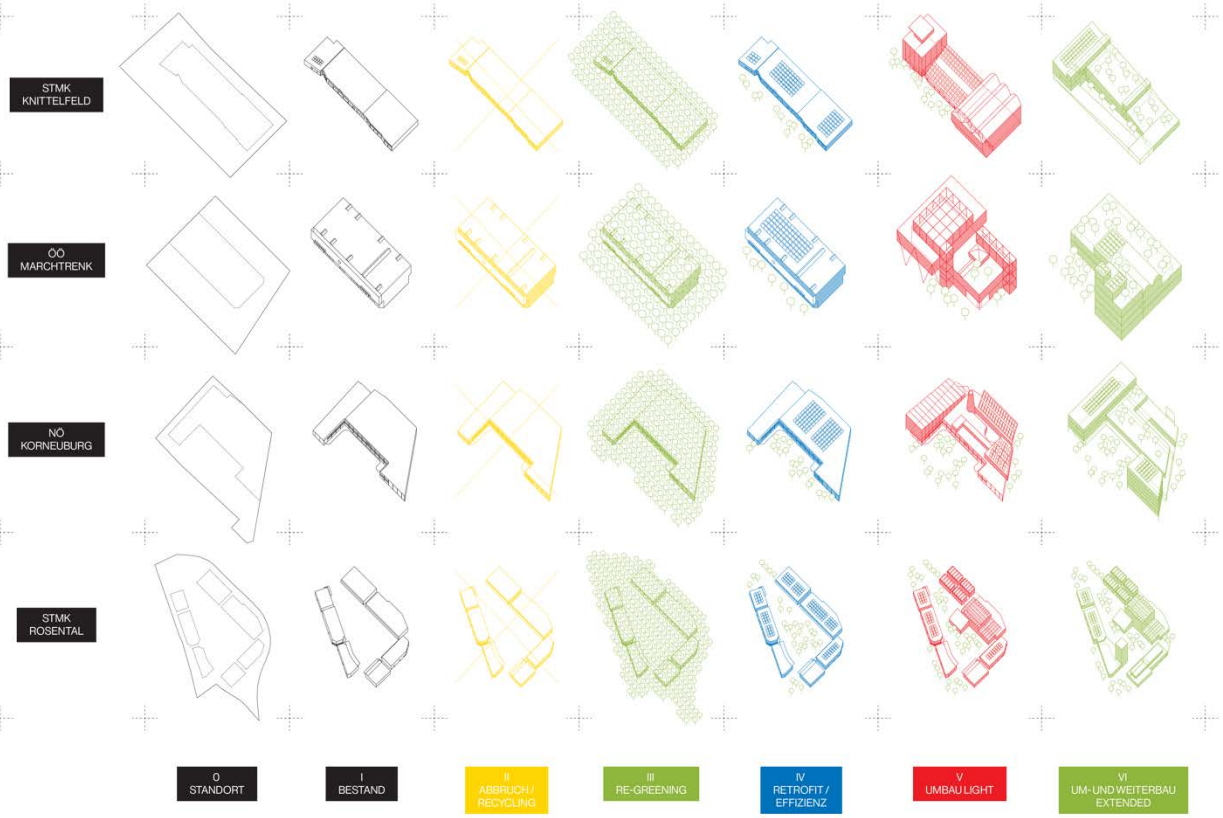


Abbildung 23: Forschungsmatrix im Projekt CBT – Übersicht der untersuchten Szenarien für die vier Standorte Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental: 0 Standort, I Bestand, II Abbruch/Recycling, III Re-Greening, IV Retrofit/Effizienz, V Umbau „Light“, VI Um- und Weiterbau „Extended“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Die Forschungsmatrix bildet den methodischen Rahmen im Projekt *Counterintuitive Building Types (CBT).* Sie dient als **interner Leitfaden** für die Entwicklung der Fallstudien und stellt in tabellarischer Übersichtsform jene Szenarien dar, die im Projekt als Szenarien untersucht wurden. Somit veranschaulichte die Matrix nicht nur die wesentlichen Planungsschritte und Berechnungsparameter des kooperativen Forschungsprozesses, sondern ermöglicht auch einen vergleichenden Überblick bzw. eine Anknüpfung an die unterschiedlichen am Projekt beteiligten fachlichen Expertisen.

Ausgangspunkt der Matrix ist stets der konkrete bauliche **Bestand auf den vier Liegenschaften**. Grundlage hierfür waren umfassende Standortanalysen, die raumplanerische, bautechnische und immobilienwirtschaftliche Faktoren berücksichtigten. So entstanden im ersten Projektjahr durch **Kartierungen, statische Berechnungen** und **Massenanalysen** differenzierte Profile der vier

Grundstücke und ihrer bestehenden Gebäude. Diese dokumentierten nicht nur Flächen und Strukturen, sondern auch deren Potenziale und Einschränkungen.

Auf dieser Basis wurden insgesamt **sieben Szenarien** entwickelt, die die Bandbreite möglicher Zukunftsstrategien abbilden sollen – vom Abriss bis hin zur komplexen Weiterentwicklung:

- **0 Standort** – die Grundstücksflächen und ihr Kontext als Basis für alle weiteren Szenarien.
- **I Bestand** – Analyse und Dokumentation des aktuellen Gebäudebestandes.
- **II Abbruch / Recycling** – vollständiger Rückbau mit ressourcenorientiertem Materialrecycling.
- **III Re-Greening** – Renaturierung der Flächen mit Begrünung, Versickerung und ökologischer Aufwertung.
- **IV Retrofit / Effizienz** – technische Sanierung des Bestands mit energetischer Modernisierung.
- **V Umbau „Light“** – sanierter Bestand mit punktueller Ergänzung durch Neubau, funktionale Erweiterung.
- **VI Um- und Weiterbau „Extended“** – umfassende Transformation mit zusätzlichen Neubauten, räumlicher und programmatischer Vervielfachung sowie Freiraumgestaltung.

Diese Szenarien folgten einer **logischen Abfolge**: von der Standortanalyse über Abriss- und Begrünungsvarianten bis hin zu technischen Aufrüstungen und schließlich zwei unterschiedlich tiefgreifende Entwurfsvarianten. Die Matrix stellt verschiedene Handlungsszenarien nebeneinander und visualisiert dadurch den eigentlichen Forschungsprozess in nachvollziehbarer Form – von der Untersuchung des Bestehenden über minimale bis hin zu maximalen Transformationen.

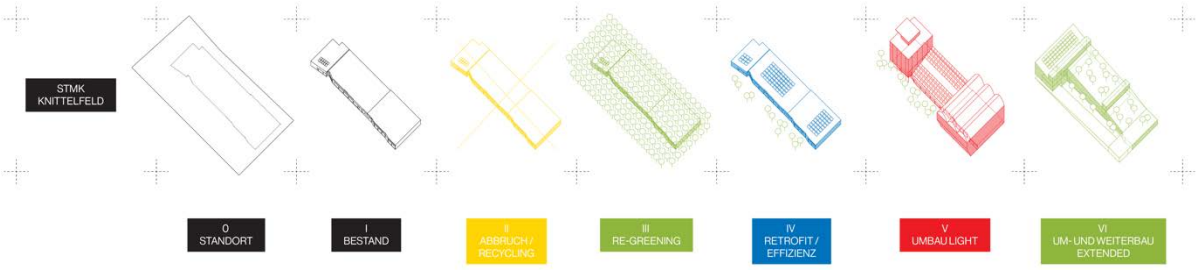


Abbildung 24: Auszug aus der Forschungsmatrix am Beispiel des Standorts Knittelfeld. Dargestellt sind die sieben im Projekt entwickelten Szenarien: 0 Standort, I Bestand, II Abbruch/Recycling, III Re-Greening, IV Retrofit/Effizienz, V Umbau „Light“ sowie VI Um- und Weiterbau „Extended“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Damit war die Matrix weit mehr als ein internes Werkzeug: Sie bildete den **roten Faden des Projekts** und ermöglichte es, Erkenntnisse aus den Bereichen Raumplanung, Immobilienwirtschaft, Tragwerksanalyse, Ökobilanzierung und Architektur in konsistenter Form zusammenzuführen. Zugleich legte sie die Grundlage, um die Ergebnisse nicht nur auf die vier untersuchten Liegenschaften, sondern auch auf andere Kontexte anzuwenden.

6.2. Vier Standorte

Zur Erprobung der Forschungsmatrix wurden vier reale Liegenschaften in Österreich ausgewählt. Es handelt sich um Standorte in **Knittelfeld (Steiermark), Marchtrenk (Oberösterreich), Korneuburg (Niederösterreich)** und **Rosental (Steiermark)**. Die Auswahl erfolgte anhand verschiedener Kriterien, darunter Lage im suburbanen Raum, baulicher Zustand, Eigentümerstruktur, infrastrukturelle Anbindung sowie Transformationspotenzial.

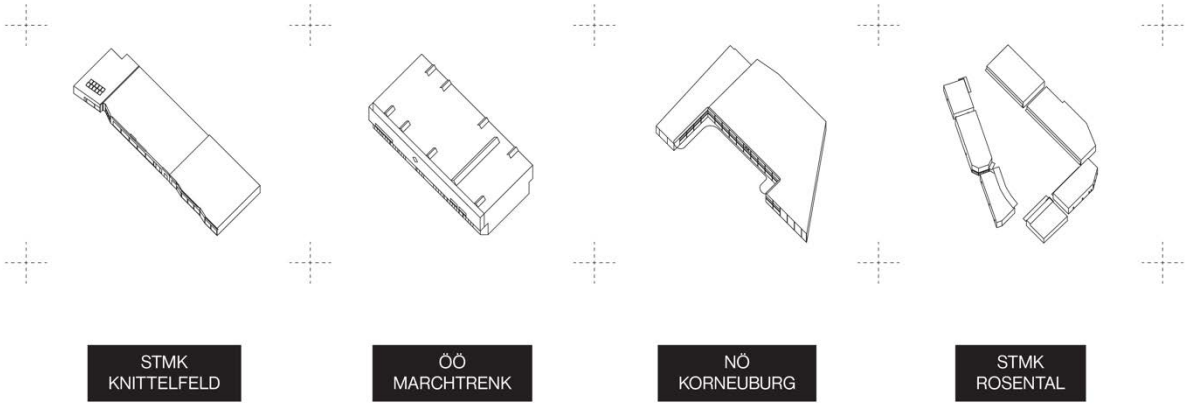


Abbildung 25: Übersicht der vier Fallstudienstandorte im Projekt CBT – Knittelfeld (Steiermark), Marchtrenk (Oberösterreich), Korneuburg (Niederösterreich) und Rosental (Steiermark). Die Axonometrien zeigen die jeweiligen Bestandsgebäude als Ausgangspunkt für die Anwendung der Szenarien. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Die Fallstudien repräsentieren **prototypische Situationen des österreichischen, suburbanen Raums**: Handelsimmobilien, eingeschossige Hallenbauten und periphere Konsumarchitekturen, die in den vergangenen Jahrzehnten flächendeckend errichtet wurden und heute vor tiefgreifenden Veränderungen stehen. Sie erlauben es, die Bandbreite an Herausforderungen und Möglichkeiten abzubilden, die sich für diese Gebäudetypologien in der Transformation ergeben.

Das Projektziel besteht darin, auf Grundlage dieser Liegenschaften konkrete Entwürfe für eine Um- und Weiternutzung zu entwickeln. Diese zeigen durch Umbau und Erweiterung Möglichkeiten zur funktionalen Vervielfältigung und ermöglichen so eine effizientere Ausnutzung der Ressourcen Boden und Gebäudebestand. Die Fallbeispiele verdeutlichen Verwertungspotenziale, indem bestehende Strukturen funktional, technisch und gestalterisch erweitert, verbessert und vervielfacht werden. Dabei kommen Technologien auf dem neuesten Stand der Technik in den Bereichen Bau- und Gebäudetechnik, Solarenergie, Beschattung, Gebäudebegrünung und Freiraumgestaltung zum Einsatz. Das Ziel besteht darin, die Effizienz und Nutzungsdichte ebenso wie die gestalterische Qualität und Attraktivität dieser aktuell monofunktionalen Innen- und Außenräume signifikant zu erhöhen.

Für alle Standorte wurden **Kartierungen, Massenanalysen, statische Berechnungen** und **Standortanalysen** durchgeführt, um ein möglichst genaues Bild der jeweiligen Ausgangssituation zu gewinnen. Auf Basis dieser Grundlagen konnten die Szenarien methodisch konsistent auf die einzelnen Liegenschaften angewendet werden, um vergleichbare Aussagen zu treffen.

Um die Verwertungspotenziale für mögliche Umsetzungen gegenüber relevanten Stakeholdern – Gemeinden, Landespolitik und Wirtschaft – zu kommunizieren, wurden in den Case Studies zudem die Kosten für Um- und Neubau sowie die Energie- und Ökobilanzen numerisch nachvollziehbar aufbereitet. So wird anhand realer Gewerbeimmobilien gezeigt, wie sich durch Nutzungsüberlagerungen, die Integration kommunaler Funktionen und die Attraktivierung von Innen-, Außen- und Übergangsräumen eine Erhöhung der baulichen Dichte erzielen lässt. Die Case Studies verdeutlichen außerdem, wie auf zukünftige Baulandzonierungen („Versiegelungstopp“), die Koppelung von Immobilienfinanzierungen an Nachhaltigkeitskriterien und den Rückgang vermietbarer Handelsflächen reagiert werden könnte, um bestehende Flächen und Infrastrukturen nachhaltiger auszunutzen. Selbst vermeintlich widersprüchliche Funktionen wie Parken, Büro, Logistik, Wohnen, Sport und Freizeit werden in neuen Kombinationen gedacht und entwickelt.

Weiterhin bestehen **Verknüpfungen zu Forschung und Lehre**: So wurde die Kaufwelt Rosental beispielsweise bereits in Masterarbeiten untersucht, während für die Liegenschaften Knittelfeld, Marchtrenk und Korneuburg im Projektverlauf in Entwurfsstudios aufgearbeitet wurden Diese Bezüge verdeutlichen, dass die Fallstudien nicht isoliert stehen, sondern in einen größeren wissenschaftlichen und didaktischen Kontext eingebettet sind.

Im Rahmen des **Entwurfsprozesses** wurden die aktuell eingesetzten Baustoffe und Bauweisen (Stahlskelettbau, Betonfertigteilbauweise) aller Liegenschaften erhoben und im Sinne der Kreislaufwirtschaft bewertet. Dabei wurde das Potenzial für das Wiederverwenden von Bauelementen und Fassadenteilen untersucht. Ergänzend werden für jede Liegenschaft mindestens zwei bauliche Varianten im Bereich Tragwerk und Hülle entwickelt und hinsichtlich ihrer Performance in Bezug auf Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und den Ökobilanz bewertet.

In den folgenden Abschnitten werden die vier Liegenschaften einzeln beschrieben. Jede Darstellung umfasst die Einordnung des Standorts, die Analyse der baulichen Strukturen, Angaben zur Nutzung und Eigentümersituation sowie die planerischen Rahmenbedingungen. Ergänzend werden Lagepläne, Luftbilder, Axonometrien, Pläne der aktuellen Geschäftsflächen und Fotografien eingefügt, um die jeweilige Ausgangssituation anschaulich nachvollziehbar zu machen.

Weiterführende Informationen sind im Kapitel 7.2 Lehrprojekte und Diplomarbeiten zu finden.

6.2.1. Knittelfeld (Steiermark)

Die Liegenschaft befindet sich in der Kärntnerstraße 94 in Knittelfeld in der Steiermark, rund 1,3 km südwestlich des Stadtzentrums. Die rund 12.500 Einwohner:innen zählende Stadt ist durch Industrie, Dienstleistungen und eine zentrale Verkehrslage im Aichfeld geprägt. Die Anbindung erfolgt über die nahegelegene S36 (Auffahrt Knittelfeld West). Das Stadtzentrum von Graz ist in ca. 50 Minuten erreichbar.

Abbildung 26: (Knittelfeld) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2022).

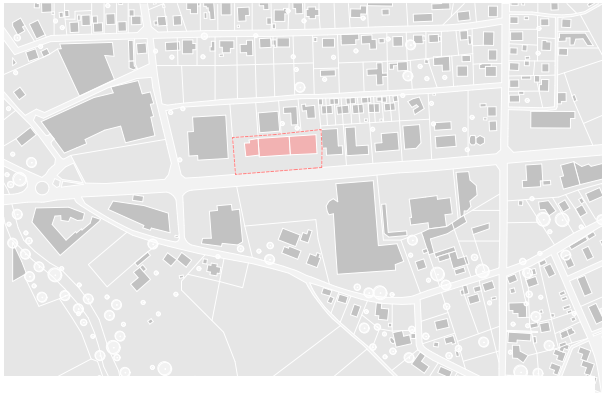
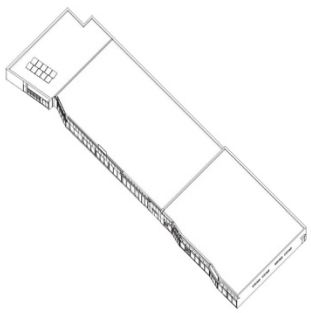


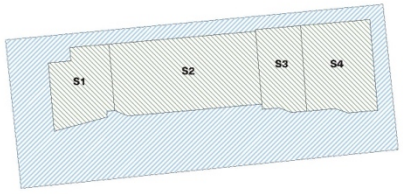
Abbildung 27: (Knittelfeld) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

Das rechteckige, ebene Grundstück umfasst insgesamt 5.530 m², davon sind rund 2.257 m² bebaut. Der Bestand setzt sich aus einem eingeschossigen Bürogebäude (ca. 2015) sowie einem rund 78 m langen Fachmarktgebäude (Baujahr ca. 1997) zusammen. Die Bauweise ist massiv in Stahlbeton, die Bauten sind aktuell in Nutzung. Die Liegenschaft liegt auf einer Seehöhe von 657 m.

Die aktuelle Nutzung entspricht weiterhin dem Einzelhandel, ergänzt durch Büroflächen. Auf der Liegenschaft befinden sich 84 PKW-Stellplätze, die überwiegend als Gussasphaltflächen ausgeführt sind. Die Freiflächen an der Straßenfront sind unbegrenzt, seitlich bestehen einfache Maschenzäune oder Stützmauern.



IDENTITY CARD	
ADDRESS	8720 Knittelfeld, Kärntner Straße 94 TH
STATE	Steiermark
COUNTRY	Austria
YEAR OF CONSTRUCTION	1997/2004
CONSTRUCTION TECHNIQUE	reinforced concrete
TOTAL AREA OF THE PROPERTY	5'530.00 m²
EXISTING BUILT-UP AREA	2'257.00 m²



SHOP 1	ACTION Retail Austria GmbH	397.00 m²
SHOP 2	Nestelbacher Robert	970.00 m²
SHOP 3	CD 1 Handels GmbH	330.00 m²
SHOP 4	UNIQA SA	560.00 m²

Abbildung 28: (Knittelfeld) Axonometrie und Geschäftsflächen des Bestandsgebäudes. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

Die Eigentümerstruktur ist einem Investor zugeordnet. Laut Verkehrswertgutachten wird die Lage als gut eingeschätzt; die Versorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs sowie weitere Infrastrukturen sind im Umfeld ausreichend vorhanden.

Abbildung 29: (Knittelfeld) Fotografische Dokumentation – Ansichten der Liegenschaft aus Straßenperspektive. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

6.2.2. Marchtrenk (Oberösterreich)

Die Liegenschaft liegt an der Linzerstraße 35, nahe dem Gemeindeamt und Hauptplatz von Marchtrenk. Die Stadt im Bezirk Wels-Land hat rund 14.000 Einwohner:innen und liegt auf 304 m Seehöhe im Übergang zwischen Hausruck- und Traunviertel. Die Lage wird als zentral und verkehrlich günstig eingestuft, mit direktem Anschluss an die A25 und guter ÖV-Anbindung über Regionalzüge und Buslinien.

Abbildung 31: (Marchtrenk) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2022).

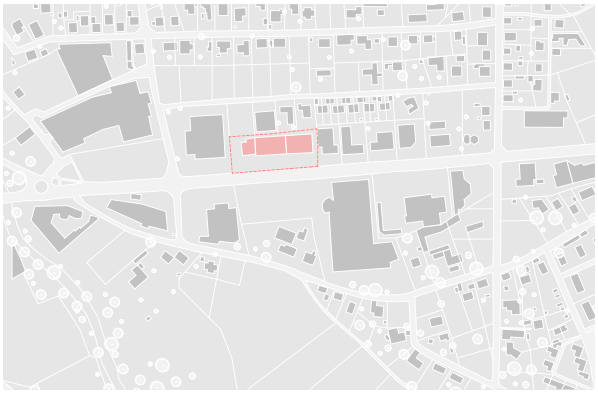
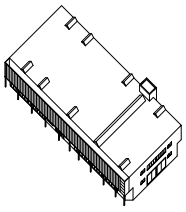


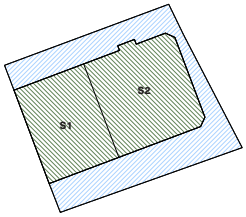
Abbildung 30: (Marchtrenk) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

Das trapezförmige Grundstück umfasst 2.720 m², wovon 1.507 m² bebaut sind. Der langgestreckte Baukörper wurde 1988 errichtet, ist nicht unterkellert und besteht aus Erd- und Obergeschoss. Die Erschließung erfolgt über zwei innenliegende Stiegenhäuser, einen Aufzug sowie eine außenliegende Metallstiege.

Die Bauweise kombiniert Stahlbeton und Hohlblockmauerwerk. Die Haustechnikräume sind im Erdgeschoss untergebracht. Auf der Liegenschaft befinden sich 19 PKW-Stellplätze, weitere Stellplätze stehen im öffentlichen Raum zur Verfügung.



IDENTITY CARD	
ADDRESS	4614 Marchtrenk, Linzerstrasse 35
STATE	Upper Austria
COUNTRY	Austria
YEAR OF CONSTRUCTION	1988
CONSTRUCTION TECHNIQUE	reinforced concrete, hollow block masonry
TOTAL AREA OF THE PROPERTY	2'720.00 m²
EXISTING BUILT-UP AREA	1'507.00 m² (+1'507.00 m²)



SHOP 1	PAGRO DISKONT	661.00 m²
SHOP 2	Allianz Agentur Marchtrenk	846.00 m²

Abbildung 32: (Marchtrenk) Axonometrie und Geschäftsflächen des Bestandsgebäudes. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

Im Erdgeschoss sind Geschäftsflächen und Büros angesiedelt, im Obergeschoss weitere Büro- und Geschäftsflächen. Die Liegenschaft ist im Eigentum eines Investors und derzeit genutzt.

Abbildung 33: (Marchtrenk) Fotografische Dokumentation – Ansichten der Liegenschaft vom Parkplatz aus. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

6.2.3. Korneuburg (Niederösterreich)

Die Liegenschaft befindet sich an der Horner Straße 97–99 in Stockerau, Bezirk Korneuburg, im unmittelbaren Umfeld des Knotens Stockerau. Stockerau zählt rund 17.000 Einwohner:innen, liegt im Speckgürtel von Wien und verfügt über eine gute Verkehrsanbindung an die A22 und S3. Das direkte Umfeld ist durch großflächige Handelszonen geprägt, mit Synergien zu angrenzenden Gewerbeimmobilien.

Abbildung 34: (Korneuburg) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2022).

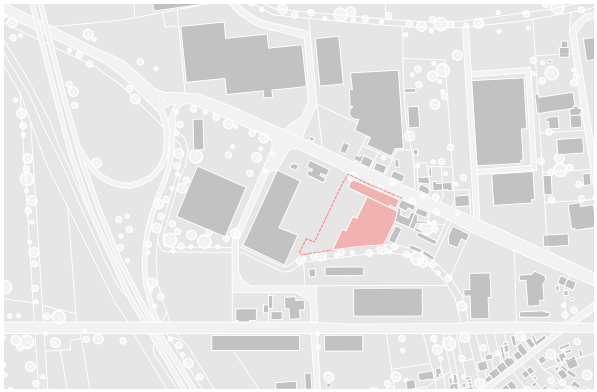
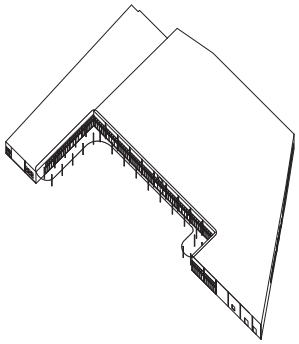


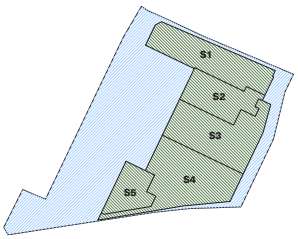
Abbildung 35: (Korneuburg) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

Das unregelmäßig geschnittene Grundstück umfasst 7.640 m², davon rund 4.105 m² bebaut. Der Gebäudebestand entstand in Bauetappen: ein erster Teil 1965, eine Erweiterung 1994, 2020 erfolgte eine umfassende Generalsanierung.

Die Bauweise ist eingeschossig in Stahlbeton. Ursprünglich als Lebensmittelmarkt errichtet, umfasst das Gebäude Verkaufsflächen, Büros, Lager und Anlieferungsbereiche. Auf der Liegenschaft befinden sich rund 88 PKW-Stellplätze.



IDENTITY CARD	
ADDRESS	Horner Strasse 97-99, Stockerau
STATE	Lower Austria
COUNTRY	Austria
YEAR OF CONSTRUCTION	1965, 1994, 2020
CONSTRUCTION TECHNIQUE	reinforced concrete
TOTAL AREA OF THE PROPERTY	7'640.00 m²
EXISTING BUILT-UP AREA	4'105.00 m²



SHOP 1	Dänisches Bettenlager Handelsges.m.b.H	901.00 m²
SHOP 2	KIK Textilien und Non-food Ges.m.b.H	592.00 m²
SHOP 3	Tedi Warenhandels GmbH	1'038.00 m²
SHOP 4	Action Retail Austria GmbH	1'167.00 m²
SHOP 5	Radatz Unternehmensbeteiligungen GmbH	406.00 m²

Abbildung 36: (Korneuburg) Axonometrie und Geschäftsflächen des Bestandsgebäudes. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

Die Eigentümerstruktur ist investorgeprägt, die Nutzung erfolgt als Fachmarktzentrum mit verschiedenen Mietern.

Abbildung 37: (Korneuburg) Fotografische Dokumentation – Ansichten der Liegenschaft vom Parkplatz aus. Quelle: CBT/TU Graz (2022).

6.2.4. Rosental (Steiermark)

Die „Kaufwelt Rosental“ befindet sich am Knappenplatz 3–23 in Rosental an der Kainach, Bezirk Voitsberg. Die Marktgemeinde mit rund 1.700 Einwohner:innen liegt westlich von Graz, eingebettet zwischen den Städten Bärnbach, Köflach und Voitsberg, und ist geprägt durch die industrielle Vergangenheit im Kohlebergbau. Das Umfeld weist heute eine Mischung aus Gewerbe- und Einkaufsinfrastrukturen auf.

Abbildung 39: (Rosental) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2024).

Abbildung 38: (Rosental) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2024).

Das Grundstück umfasst 24.750 m², davon sind 10.121 m² bebaut. Errichtet wurde das Fachmarktzentrum 2002, eine Erweiterung erfolgte 2013. Der Gebäudebestand ist massiv in Stahlbetonbauweise errichtet, verfügt über ca. 339 Stellplätze und ist derzeit überwiegend leerstehend.

Die „Kaufwelt Rosental“ liegt auf einem Areal mit besonderer Vorgeschichte: ehemals Abbaugebiet und Aschedeponie des Kohlekraftwerks Voitsberg. Die natürliche Bodennutzung ist stark beeinträchtigt, weshalb die Umgebung heute überwiegend gewerblich genutzt wird.

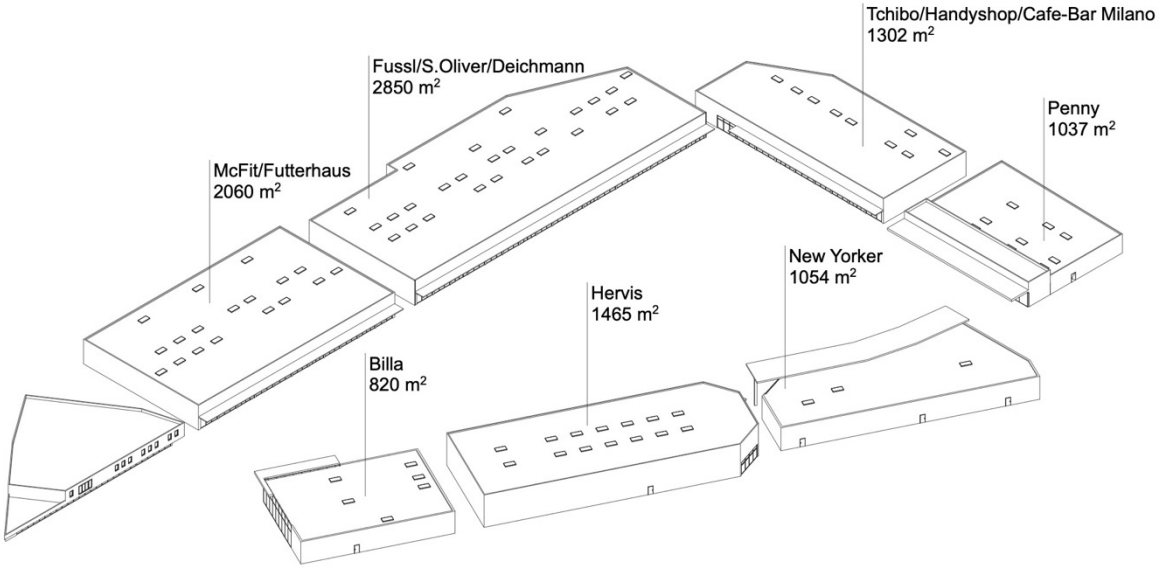


Abbildung 40: (Rosental) Axonometrische Darstellung der Geschäftsflächen des Bestandsgebiets. Quelle: CBT/TU Graz (2024).

Die aktuelle Nutzung ist weitgehend eingestellt; die Liegenschaft steht leer und befindet sich im Eigentum eines Investors.

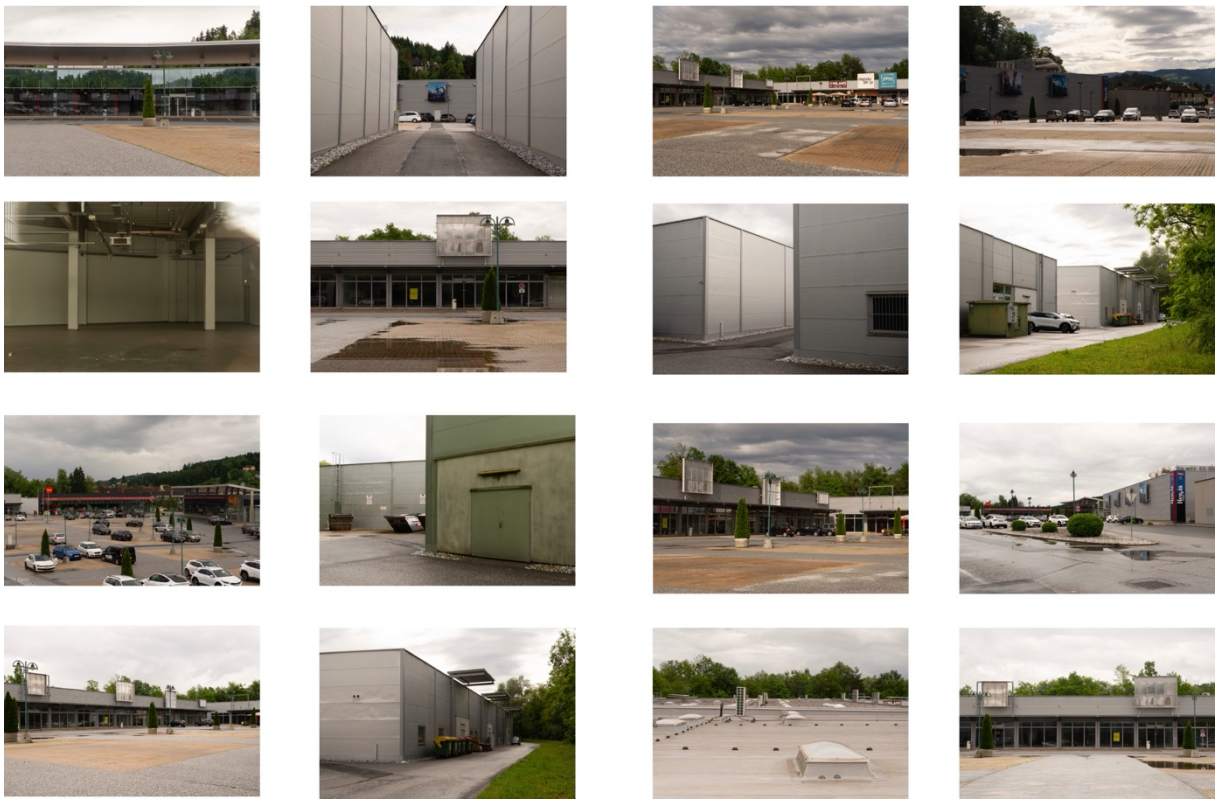
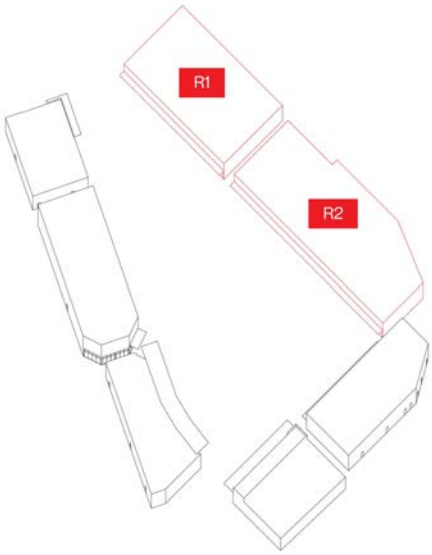


Abbildung 41: (Rosental) Fotografische Dokumentation – Ansichten und Details der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2024).

Hinweis zur Abgrenzung: Aufgrund der besseren Vergleichbarkeit innerhalb der vier Fallstudienstandorte werden im Projekt künftig nur zwei Gebäudeeinheiten der „Kaufwelt Rosental“ sowie ihr jeweiliger Anteil an den Außenflächen betrachtet. Diese Fokussierung ermöglicht eine konsistente Gegenüberstellung mit den anderen Liegenschaften und reduziert die Komplexität des großflächigen Areals.



IDENTITY CARD	
ADDRESS	8582 Rosental, Knappenplatz 5-7 (R1) / 8-12 (R2)
STATE	Steiermark
COUNTRY	Austria
YEAR OF CONSTRUCTION	2002 /2012
CONSTRUCTION TECHNIQUE	reinforced concrete
TOTAL AREA OF THE PROPERTY	24'750.00 m²
EXISTING BUILT-UP AREA	10'121.00 m²
EXISTING R1	2'849.00 m²
EXISTING R2	2'061.00 m²

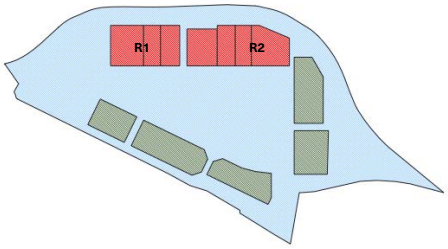


Abbildung 42: (Rosental) Axonometrie und Geschäftsflächen der Bestandsgebäude (im weiteren Rosental 1 und Rosental 2). Quelle: CBT/TU Graz (2024).

Die detaillierte Bearbeitung der Liegenschaft ist im Kapitel „6.3. Anwendung der Szenarien auf die Standorte“ mit Begründung der Standortwahl dargestellt.

6.3. Anwendung der Szenarien auf die Standorte

Nachdem die vier Fallstudienstandorte Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental im Detail vorgestellt wurden, erfolgt nun die Übertragung der in Kapitel 4.3 beschriebenen sieben Szenarien auf die konkrete Ausgangslage der Liegenschaften. Damit wird die zuvor abstrakte Szenarienmatrix praktisch wirksam und es wird aufgezeigt, wie die unterschiedlichen Handlungsoptionen in den einzelnen Fällen zum Tragen kommen können.

Dabei diente die Forschungsmatrix als zentrales Arbeitsinstrument, um die Ergebnisse der einzelnen Disziplinen systematisch zusammenzuführen und vergleichbar zu machen. Für die Darstellung der Anwendung wurde eine **vereinfachte Version der Matrix** herangezogen. Diese fasst die komplexen Analyse- und Entwurfsprozesse in eine klare Abfolge von Szenarien zusammen – von Bestand über Abbruch/Recycling und Re-Greening bis hin zu Retrofit, Umbau „Light“ und Um- und Weiterbau „Extended“.

Durch diese Reduktion ist es möglich, die Szenarien in ihrer Logik übersichtlich darzustellen und den direkten Bezug zu den Standorten herzustellen. In den folgenden Abschnitten wird für jede Liegenschaft nachvollziehbar aufgezeigt, wie die sieben Szenarien angewendet wurden, welche Ergebnisse sich daraus ableiten lassen und welche Potenziale sowie Einschränkungen sich im Vergleich der Standorte abzeichnen.

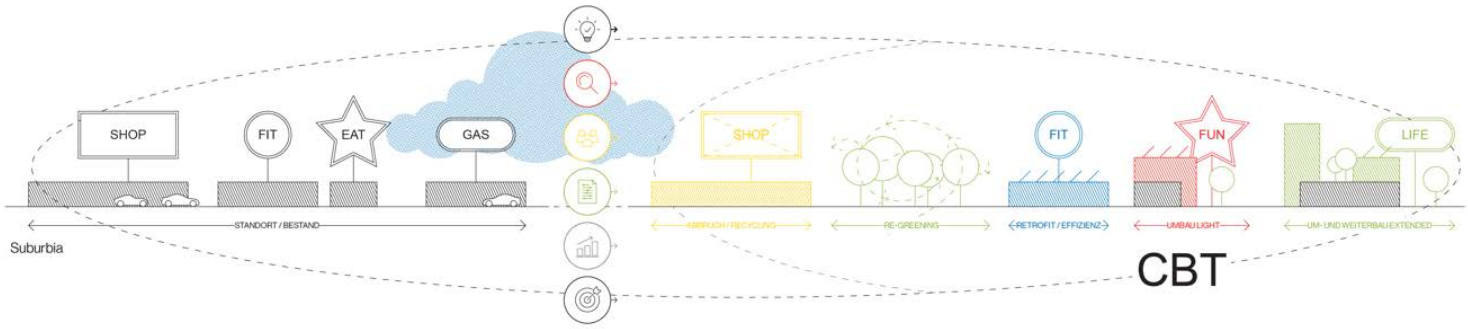
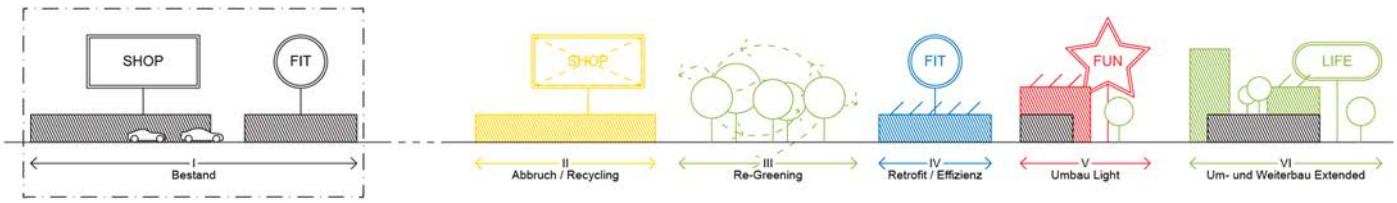


Abbildung 43: Vereinfachte Szenarienmatrix im Projekt CBT mit den sieben Szenarien von Bestand bis Um- und Weiterbau „Extended“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

6.3.1. Szenario: 0 Standort



Das Szenario „0 Standort" bildet den Ausgangspunkt für alle weiteren Betrachtungen. Es umfasst die Bewertung der Grundstücke auf Ebene der Raumplanung und berücksichtigt neben den baulichen Beständen auch deren infrastrukturelles und sozioökonomisches Umfeld. Das Ziel bestand darin, die vier ausgewählten Liegenschaften – Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental – zunächst unabhängig von ihrer baulichen Ausprägung in ihren räumlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Kontexten zu erfassen und vergleichbar zu machen.

Modell und Expertise
Dieses Arbeitspaket wurde in enger Zusammenarbeit von WMV Immobilien AG (Wien) und dem Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB, BOKU Wien) durchgeführt. Im Mittelpunkt stand die Entwicklung von Entscheidungskriterien für die Auswahl geeigneter Standorte, die über rein ökonomische Betrachtungen hinausgehen und ökologische sowie soziale Faktoren integrieren.

Inhalte und Ziele
Für die raumplanerische Standortbewertung wurden umfangreiche Analysen durchgeführt.

- das **Bewohner:innenumfeld** (demographische Strukturen, Einzugsgebiete),
- die **öffentliche Verkehrsstruktur** (Anbindung an Bahn, Bus, Radverkehr),
- **Zentralitätsfaktoren** (Erreichbarkeit, regionale Einbindung),
- wesentliche **gesellschaftspolitische, wirtschaftliche, rechtliche und infrastrukturelle Rahmenbedingungen**.

Das Ziel bestand darin, einen Empfehlungs- und Kriterienkatalog zu entwickeln, der es ermöglicht, Standortentscheidungen nicht nur anhand betriebswirtschaftlicher Faktoren, sondern auch nach Maßstäben von Nachhaltigkeit und Funktionsvielfalt zu treffen. Im Fokus standen dabei Aspekte wie Ressourceneffizienz, Verringerung der Versiegelung, Sicherung der Raumidentität und die Potenziale zur Weiterentwicklung in Richtung neuer „Dritter Orte".

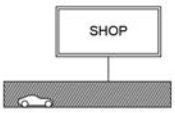
Methodik und Berechnungen
Als methodische Grundlage diente ein **Indikatorenmodell**, mit dem insgesamt 46 potenzielle Standorte (hauptsächlich) in der Steiermark untersucht wurden, davon elf in Graz. Die Indikatoren orientierten sich an den **ESG-Kriterien (ökologisch, sozial, ökonomisch)** sowie den **Sustainable Development Goals (SDGs)**. Sie wurden in Kategorien zusammengefasst und mit unterschiedlichen Gewichtungen versehen.

Die Gewichtung erfolgte mithilfe des **Analytic Hierarchy Process (AHP)**. Dabei handelt es sich um eine Entscheidungsunterstützungsmethode, die Szenarien und Standortvarianten systematisch vergleicht. Auf diese Weise konnten verschiedene Wertungsmodelle abgebildet werden, die den unterschiedlichen Interessenlagen – ökonomisch, ökologisch oder sozial – Rechnung tragen.

Ergebnisse

- Die Standortanalysen wurden kartografisch aufbereitet und in einem **Empfehlungs- und Kriterienkatalog** zusammengeführt.
- Auf dieser Grundlage erfolgte die **endgültige Auswahl der vier Fallstudien** (Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg, Rosental).
- Im Prozess wurden zentrale Begrifflichkeiten wie *Umweltverbund, Multilokalität* und *Ressourceneffizienz* definiert, um eine gemeinsame Sprache zwischen den Projektpartner:innen zu schaffen.

6.3.2. 0 Standort: 4 Liegenschaften



Im Zuge der Erstellung des Bewertungsmodells wurden insgesamt 46 Standorte in der Steiermark untersucht, um einen Vergleichsrahmen zu schaffen. Die beiden nachfolgenden Abbildungen zeigen die im Rahmen der Erstellung der Methode ausgewählten und untersuchten Standorte.

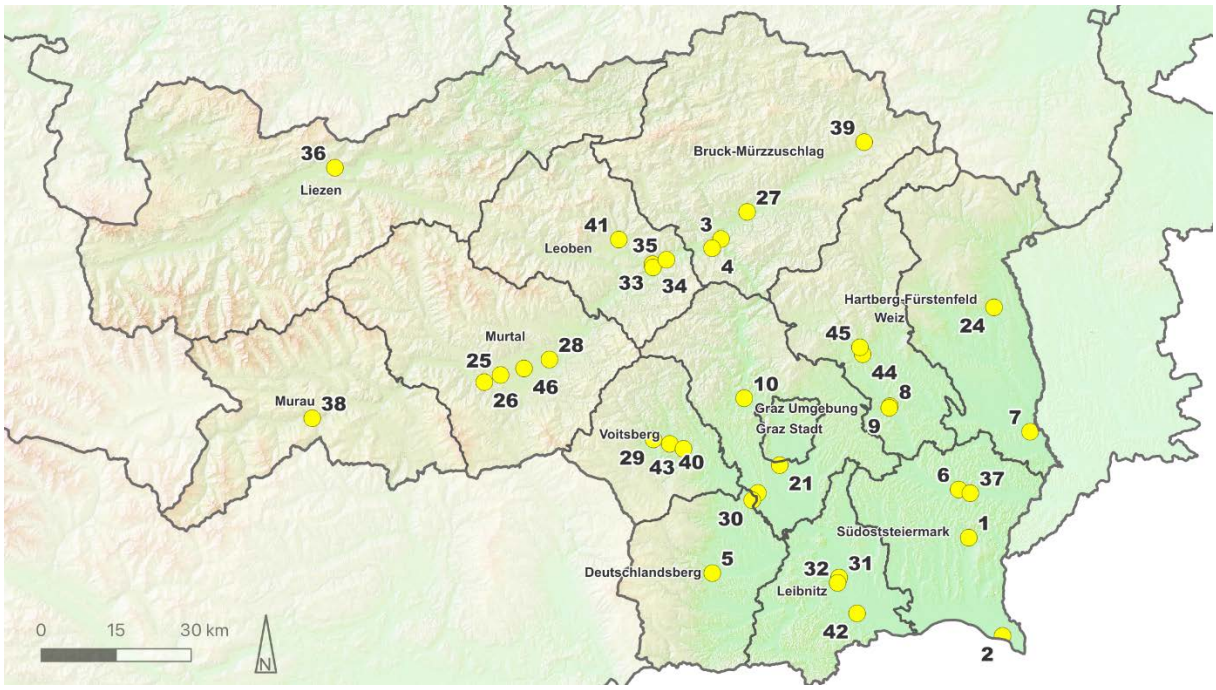


Abbildung 44: (Steiermark) Räumliche Verteilung der 46 bewerteten EKZ-Standorte innerhalb des Untersuchungsgebiets. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2024), Basisdaten: Land Steiermark.

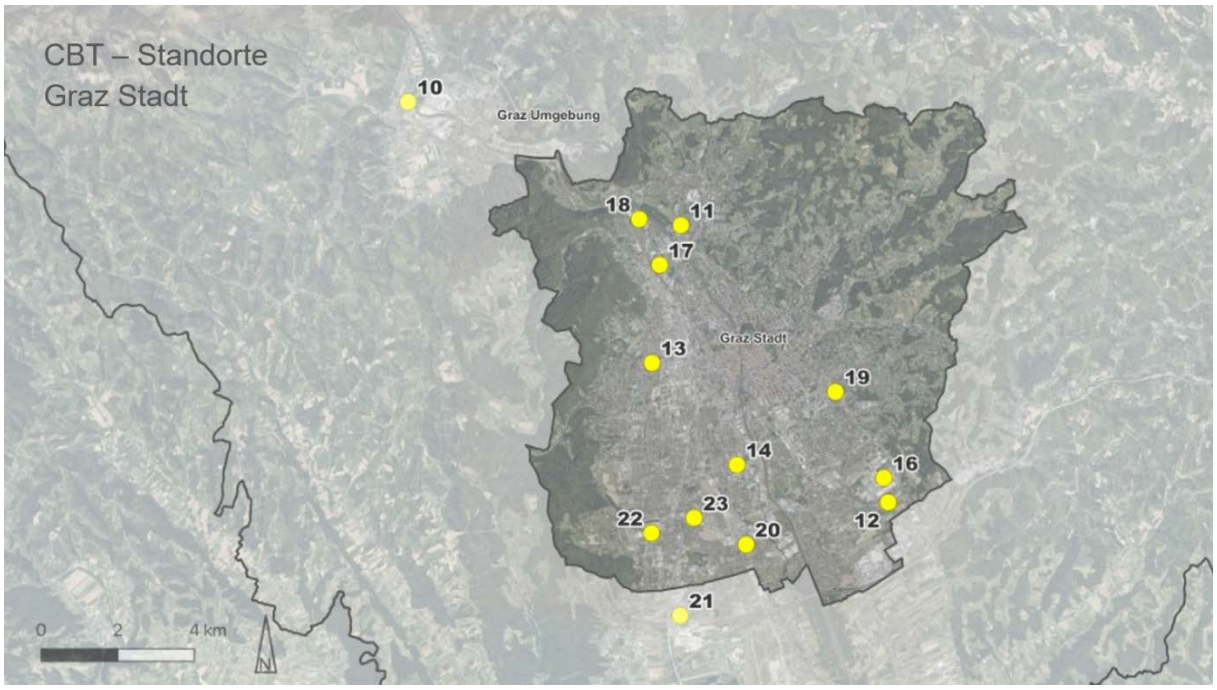


Abbildung 45: (Ballungsraum Graz) Detailkarte der bewerteten EKZ-Standorte 10–23. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2024).

Die nachfolgenden Darstellungen illustrieren die methodische Konzeption des Bewertungsmodells auf einzelne Standorte. Für die beiden Beispielstandorte Knittelfeld und Rosental bei Voitsberg werden die räumliche Einbettung sowie die GIS-Bewertungsergebnisse (Walkability/Bikeability und ÖV-Ausstattung) auf detaillierter Kartenebene visualisiert. Ergänzend dazu werden die zwei Standorte außerhalb der Steiermark (Marchtrenk und Stockerau) qualitativ beschrieben, die auf Wunsch des Projektpartners WMV Immobilien AG in den analytischen Bewertungsrahmen einbezogen wurden. Die Beschreibung für Marchtrenk und Stockerau basiert auf raumplanerischer Fachliteratur, den Grundprinzipien des Bewertungsmodells sowie öffentlich zugänglichen Strukturdaten (vgl. Stöglehner, Manhart 2023; Schober 2015).

*Weiterführende **methodische Erläuterungen und ausführliche Ergebnisse** sind im **Anhang des Endberichts (IRUB)** dokumentiert. Ergänzend wurde ein **Standortkatalog** erstellt, in dem alle untersuchten Standorte abgebildet und zusammengeführt sind.*

0 Standort: Knittelfeld

Die erste Abbildung visualisiert die räumliche Grunddisposition und Einbettung des Fachmarktzentrums Knittelfeld. Die zentralen Kenndaten verdeutlichen die Flächenausdehnung und die räumliche Relation zum existierenden Ortskern.

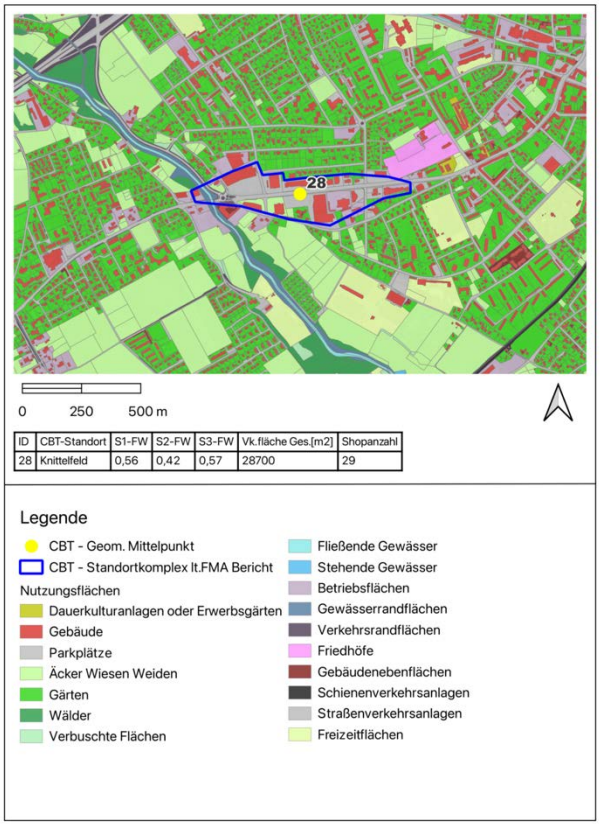


Abbildung 46: (Knittelfeld) Übersicht, räumliche Einbettung und zentrale Kennzahlen des untersuchten Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Im Bereich der aktiven Nahmobilität zeigt sich die differenzierte Evaluierung der Erreichbarkeiten. Eingezeichnet sind die jeweiligen Isochronen für Fußgänger:innen (Walkability) und Radfahrer:innen (Bikeability).

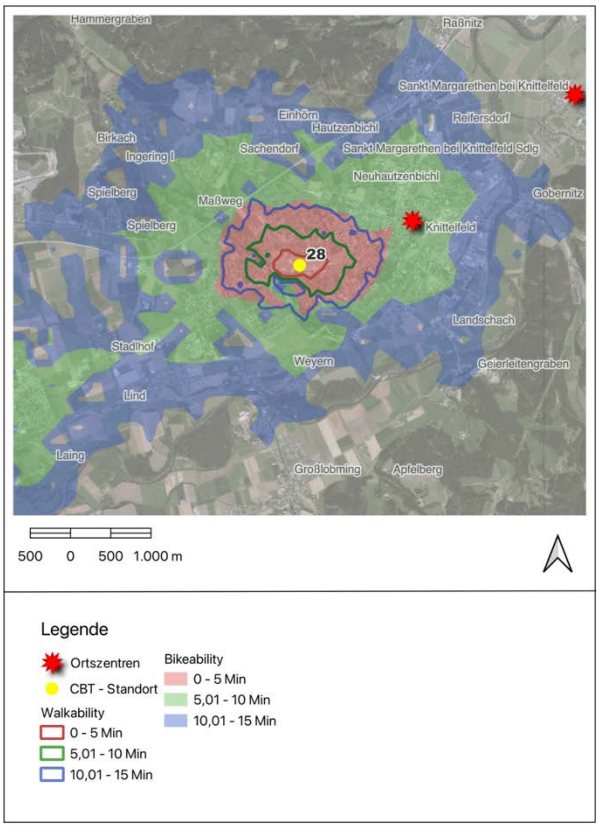


Abbildung 47: (Knittelfeld) Kartendarstellung der Walkability- und Bikeability-Isochronen im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Hinsichtlich der Verknüpfung mit dem Umweltverbund sowie potenziellen Nutzungsdichten präsentiert die folgende Karte die erreichbaren ÖV-Güteklassen im räumlichen Kontext zur Bevölkerungsdichte des Umlandes.

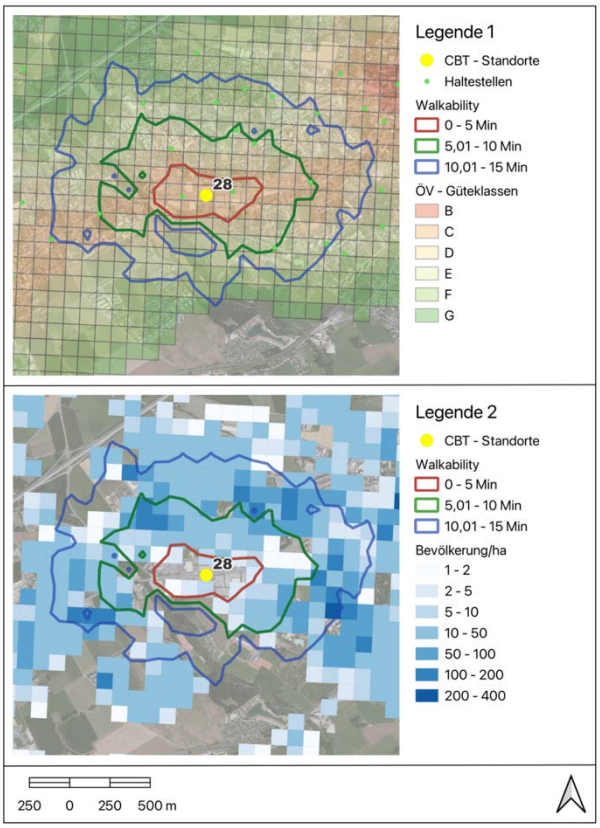


Abbildung 48: (Knittelfeld) ÖV-Güteklassen und Bevölkerungsdichte im unmittelbaren Einzugsbereich des Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Lage und Strukturtyp

Knittelfeld fungiert als historisch gewachsenes, regionales Zentrum im obersteirischen Murtal. Das dort gelegene Fachmarktzentrum profitiert erheblich von seiner Integration in das urbane Gefüge einer Bezirkshauptstadt und stellt ein klassisches Beispiel einer mittelstädtischen Versorgungsstruktur dar.

Qualitative Bewertung nach Modelllogik

Erreichbarkeit (Kategorie A): Der Standort hat sehr gute Nahmobilitätswerte. Im Modell (insbesondere sichtbar im Szenario B, wo Knittelfeld auf Rang 17 aufsteigt) zeigt sich eine überdurchschnittliche fußläufige Erreichbarkeit, bedingt durch kompakte Siedlungsstrukturen in den angrenzenden Isochronen. Die Anbindung an den ÖV-Knotenbahnhof Knittelfeld generiert zusätzlich hohe Kapazitäten im Umweltverbund.

Lage im Raum (Kategorie B): Die positionelle Relation zum historischen Kernbereich ist moderat. Das FMZ ordnet sich zwar gut in die bestehende urbane Matrix ein, konkurriert aber in Randbereichen mit der Altstadtfrequenz. Die Flächenausnutzung im direkten Umfeld entspricht typischen fachmarktorientierten Dichten.

Ökologie (Kategorie C): Hier manifestieren sich die strukturellen Defizite des Standorts. Im Szenario C (Öko-Primat) fällt Knittelfeld signifikant auf Rang 26 zurück. Ein hoher Versiegelungsgrad der Bestandsflächen sowie fehlendes ungestörtes Naturraumpotenzial und mangelnde Renaturierungsflächen im direkten Umgriff drücken die ökologische Bewertung deutlich nach unten.

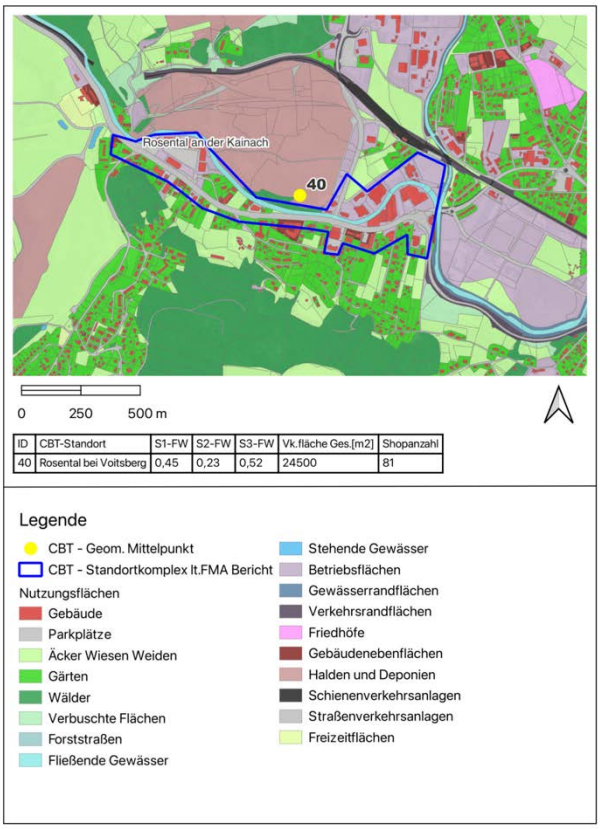
Raumplanerische Einschätzung

Knittelfeld demonstriert das Profil eines verkehrstechnisch stark vernetzten, urban integrierten Standorts, dessen Potenziale primär in der Erreichbarkeit und Daseinsvorsorge liegen. Der massive

Flächenfußabdruck bietet jedoch Handlungsbedarf: Eine zukunftsfähige Transformation müsste zwingend auf Entsiegelung, Fassaden- sowie Dachbegrünungen oder die Implementierung von Photovoltaik über den bestehenden Parkplatzwüsten abzielen, um die schlechten ökologischen Kennzahlen (Kategorie C) zu kompensieren.

0 Standort: Rosental

Auch für die Gemeinde Rosental bei Voitsberg ergibt sich bei detaillierter Betrachtung ein aufschlussreiches Strukturprofil. Im Zentrum des Profils stehen erneut die funktionale Lage sowie die Kerndaten der Liegenschaft.



ID	CBT-Standort	S1-FW	S2-FW	S3-FW	Vk.fläche Ges.[m2]	Shopanzahl
40	Rosental bei Voitsberg	0,45	0,23	0,52	24500	81

Abbildung 49: (Rosental bei Voitsberg) Übersicht, räumliche Einbettung und zentrale Kennzahlen des untersuchten Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Die Fuß- und Radverkehrskapazitäten zeigen die spezifische Lagegunst in Bezug auf angrenzende Wohnstrukturen und mögliche Transformationspotenziale.

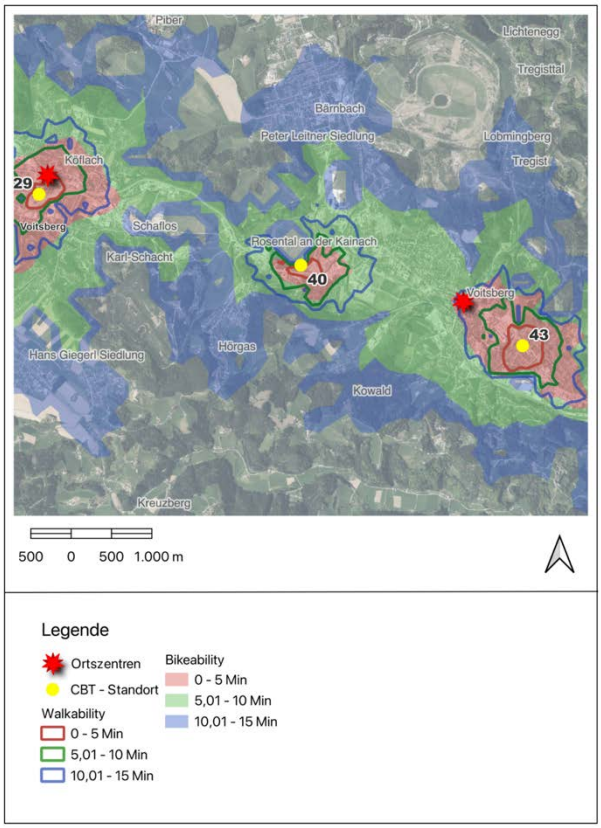


Abbildung 50: (Rosental bei Voitsberg) Kartendarstellung der Walkability- und Bikeability-Isochronen im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Abschließend illustriert das Mobilitäts- und Bevölkerungsraster die unterdurchschnittliche Qualität des Standorts bezüglich seiner Anbindung an überregionale Verkehrsträger und das lokale Passagieraufkommen.

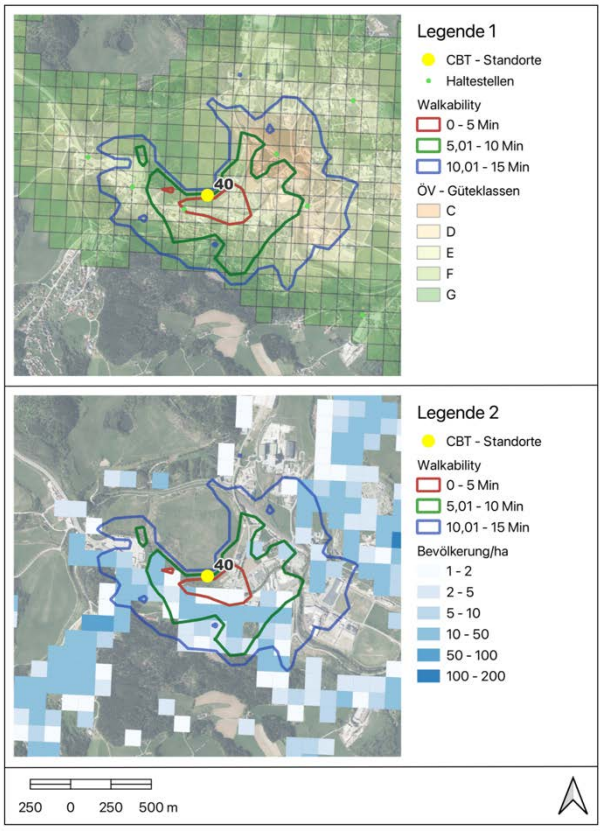


Abbildung 51: (Rosental bei Voitsberg) ÖV-Güteklassen und Bevölkerungsdichte im unmittelbaren Einzugsbereich des Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Lage und Strukturtyp
Die Marktgemeinde Rosental an der Kainach präsentiert sich als langgestreckte, gewerblich und industriell geprägte Siedlungsstruktur im Voitsberger Becken. Das bewertete Einkaufszentrum repräsentiert einen typischen peripher-suburbanen Standorttypus, der primär auf die regionale verkehrliche Durchwegung ausgerichtet ist.

Qualitative Bewertung nach Modelllogik
Erreichbarkeit (Kategorie A): Rosental offenbart massive strukturelle Schwächen in der Aktiven Mobilität. Im stark sozial- und erreichbarkeitsgewichteten Szenario B fällt der Standort auf den drittletzten Platz (Rang 34) ab. Die Walkability-Isochronen umschließen zu wenig residente Wohnbevölkerung, und die Ausrichtung des Zentrums ist beinahe exklusiv auf den motorisierten Individualverkehr (MIV) zugeschnitten.

Lage im Raum (Kategorie B): Das Fachmarktzentrum liegt räumlich separiert von historischen oder funktionalen Ortskernen und reiht sich als "Stand-Alone"-Objekt in das Zersiedelungsband der lokalen Hauptverkehrsachse ein. Eine echte Zentrenfunktion ist raumplanerisch nicht darstellbar.

Ökologie (Kategorie C): Im Gegensatz zur mangelhaften Erreichbarkeit zeigt sich im ökologischen Kontext ein sehr durchschnittliches Bild (Rang 21 im Szenario C). Der Standort weist aus rein biophysischer Sicht eher moderate Störwirkungen auf und profitiert rechnerisch davon, dass er abseits hochsensibler Kern-Schutzgebiete liegt und im Vergleich zu extrem versiegelten urbanen FMZ nur eine mittelmäßige Gesamteingriffsintensität in den Boden aufweist.

Raumplanerische Einschätzung
Das Profil von Rosental bei Voitsberg kennzeichnet einen klassischen autoaffinen, dezentralen Standort mit durchschnittlicher Einbettung in die natürliche Umgebung. Um eine grundlegende raumplanerische Aufwertung zu rechtfertigen, müssten gravierende Nachrüstungen in der Nahmobilität erfolgen – etwa durch signifikante Investitionen in sichere, kreuzungsfreie Radinfrastruktur sowie eine Taktverdichtung des anliegenden ÖPNV, um das Zentrum auch ohne Pkw sicher und komfortabel nutzbar zu machen.

0 Standort: Marchtrenk (OÖ)

Lage und Strukturtyp
Marchtrenk ist eine Stadtgemeinde im Bezirk Wels-Land (Oberösterreich) mit ca. 14.000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Der Ort liegt an der Schnittstelle der Verkehrskorridore Linz–Wels (Westbahn, Westautobahn A1) und ist ein klassisches Beispiel einer periurbanen Boomgemeinde des oberösterreichischen Zentralraums. Das Fachmarktzentrum befindet sich an der Peripherie der Ortsgemeinde, unmittelbar an der Landesstraße B1 (Wiener Straße), in einem autoorientierten Gewerbegebiet.

Qualitative Bewertung nach Modelllogik
Erreichbarkeit (Kategorie A): Die Walkability-Erreichbarkeit ist aufgrund der Lage an einer vierstreifigen Ausfallstraße mit hohem Kfz-Aufkommen als gering einzustufen. Fußläufige Wohnbevölkerung im 5-Minuten-Radius ist minimal; der Einzugsbereich ist strukturell auf den MIV ausgerichtet. Die Bahnstation Marchtrenk liegt zwar in ca. 800 m Entfernung (OÖ

Landesbahn/Westbahn), diese Erschließungsqualität wird jedoch durch fehlende sichere Fußwegverbindungen in der direkten Umgebung des EKZ nicht vollständig aktiviert.

Lage im Raum (Kategorie B): Die Distanz zum historischen Ortskern Marchtrenks beträgt mehr als 1.000 m. Das Fachmarktzentrum konkurriert räumlich mit dem Einkaufsbereich Wels (ca. 6 km), dem größten Einzelhandelsstandort Oberösterreichs. Die Integration in planerische Kerngebietsflächen ist nicht gegeben.

Ökologie (Kategorie C): Das Gelände liegt in der intensiv genutzten Traun-Enns-Platte, einer ackerbaulich überformten Gunstzone. Unmittelbare Schutzgebietsnähe ist nicht gegeben; die versiegelte Fläche ist jedoch erheblich. Der angrenzende Trassenraum (A1, B1) schränkt eine ökologische Aufwertung des Standortumfelds strukturell ein.

Raumplanerische Einschätzung
Aus Sicht des Bewertungsmodells entspricht der Standort Marchtrenk dem Typus eines MIV-abhängigen, dezentral gelegenen Fachmarktzentrums mit geringem Integrationspotenzial in den Umweltverbund. Eine hypothetische Modellbewertung würde erwartungsgemäß im unteren Drittel des Indexes resultieren, vergleichbar mit Standorten wie Vogau oder Bad Gleichenberg im steirischen Ranking. Angesichts des dynamischen Bevölkerungswachstums im oberösterreichischen Zentralraum und der bestehenden Bahninfrastruktur besteht jedoch ein strategisches Potenzial für eine langfristige Transformation.

0 Standort: Stockerau (NÖ)

Lage und Strukturtyp
Stockerau ist eine Stadtgemeinde im Bezirk Korneuburg (Niederösterreich) mit ca. 17.000 Einwohnerinnen und Einwohnern und fungiert als regionaler Versorgungs- und Arbeitsmarktstandort im Einzugsbereich der Bundeshauptstadt Wien (ca. 35 km). Der Fachmarktstandort liegt an der B4 (Prager Straße) nordwestlich des Stadtzentrums, im Übergangsbereich zwischen Siedlungsgebiet und gewerblicher Nutzung.

Qualitative Bewertung nach Modelllogik
Erreichbarkeit (Kategorie A): Im Vergleich zu Marchtrenk verfügt Stockerau über eine strukturell günstigere Ausgangslage: Die Stadtgemeinde ist durch die Franz-Josefs-Bahn (Direktverbindung Wien Franzensbrückenstraße – Wien Spittelau) mit einem dichten Taktangebot an das Wiener Schnellbahnnetz angebunden (S3, Züge ca. alle 30 min, mit Verstärkerleistungen). Die Fußdistanz vom Bahnhof Stockerau zum Fachmarktzentrum beträgt ca. 1.200–1.500 m – eine Distanz, die eine vollständige fußläufige Erschließung limitiert, jedoch bei verbesserten Radinfrastrukturen aktivierbar wäre. Die Bevölkerungsdichte im 10-Minuten-Fußweg-Isochron ist moderat (suburbanes Wohngebiet).

Lage im Raum (Kategorie B): Der Standort liegt außerhalb der funktionalen Kernzone der Innenstadt Stockerau, aber in einer urbanisierten Mittelzone. Die Distanz zum historischen Ortskern (Hauptplatz Stockerau) beträgt ca. 700–900 m. Im Unterschied zu typisch peripheren EKZ-Standorten konkurriert das Fachmarktzentrum nicht mit weiteren randstädtischen Versorgungsstandorten im unmittelbaren Umfeld; die Wettbewerbssituation ist regional begrenzt auf das Weinviertler Umland und den Großraum Wien.

Ökologie (Kategorie C): Der Standort liegt am Rand der Stockerauer Au (Donauauen-Schutzzone), einer ökologisch sensiblen Niederungslandschaft. Je nach flächenmäßiger Lage des spezifischen EKZ-Areals könnten relevante Schutzgebietsnähen (Natura 2000-Gebiete entlang der Donauauen) in die Bewertung einfließen, was den ökologischen Index entsprechend beeinflussen würde.

Raumplanerische Einschätzung
Stockerau repräsentiert einen strukturell ambivalenten Standorttypus: Die vorhandene ÖPNV-Infrastruktur (S-Bahn Wien) bietet prinzipiell günstige Voraussetzungen für eine transformierte Nutzungsstruktur, die den Bahnhof als Mobilitätsknotenpunkt in das EKZ-Konzept integriert. Die Nähe zu ökologisch wertvollen Aulandschaften mahnt jedoch zur Vorsicht bei baulichen Erweiterungsvorhaben. Im Sinne des DNSH-Prinzips wäre eine Weiterentwicklung des Bestands nur dann vertretbar, wenn die Anbindungsqualität an den ÖPNV-Knoten baulich und infrastrukturell gestärkt und das Schutzgebietspotenzial im Umfeld nicht beeinträchtigt wird (vgl. Taxonomie VO; Neugebauer 2020). Eine hypothetische Modellbewertung würde Stockerau im mittleren Indexbereich verorten – deutlich besser als rein ländlich-periphere Standorte, jedoch ohne an die Top-platzierten urban-integrierten Grazer Standorte heranzureichen.

6.3.3. Darstellung der Bewertungsergebnisse anhand zweier Extremstandorte

0 Standort: Leoben – Am Tivoli (Best-Practice außerhalb des Grazer Zentralraums)

Der Standort Leoben – Am Tivoli weist eine hohe strukturelle Resilienz auf und belegt über alle drei Bewertungsszenarien hinweg landesweite Spitzenreihungen (mit einer Höchstplatzierung auf Rang 4 im Szenario C). Die nachfolgende Detailkartierung visualisiert die signifikant hohe Erschließungsqualität durch den öffentlichen Verkehr in Interdependenz mit der verdichteten Bevölkerungsstruktur im fußläufigen Einzugsbereich, welche die Grundlage für diese überdurchschnittliche Indexierung bilden.

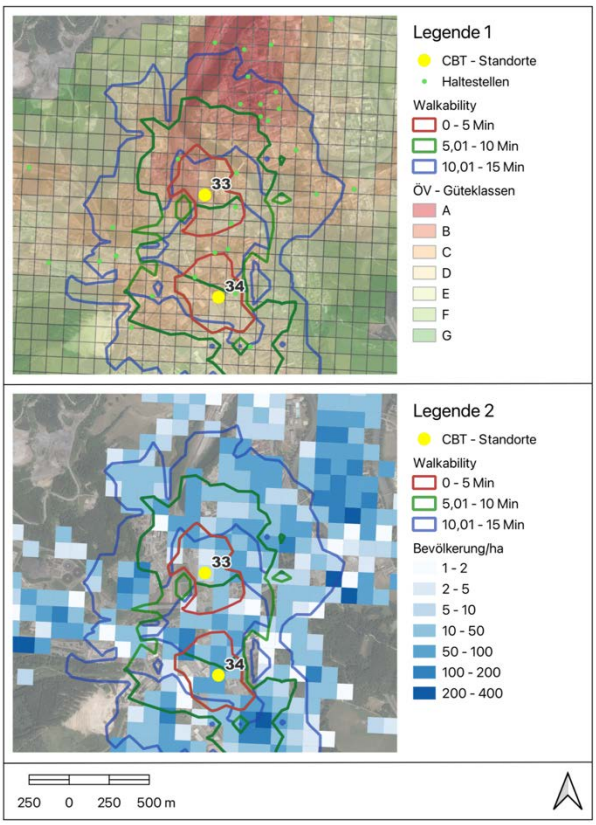


Abbildung 52: (Leoben - Am Tivoli) Kartografische Darstellung der ÖV-Güteklassen und Bevölkerungsdichte im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025)

Lage und raumplanerische Einschätzung

Der Versorgungsstandort ist funktional und morphologisch unmittelbar in das dichte urbane Gefüge der Stadtgemeinde Leoben integriert. Die Kombination aus hoher lokaler Wohndichte im Nahbereich und einer exzellenten Anbindung an den hochrangigen Umweltverbund (ÖV-Güteklassen A und B tangieren die Parzelle) klassifiziert das Areal als idealtypisches Modell für eine nachhaltige Innenentwicklung. Der Standort belegt evident, dass hohe kommerzielle Flächenproduktivität und Kundenfrequenz auch ohne monostrukturelle Abhängigkeit vom motorisierten Individualverkehr (MIV) realisierbar sind.

0 Standort: Vogau (Schlusslicht im Gesamtranking)

Einen ausgeprägten qualitativen Antagonismus hierzu bildet das Fachmarktzentrum Vogau. Unabhängig von der thematischen Gewichtung (Szenarien A, B und C) verzeichnet dieser Standort konsistent den niedrigsten Eignungsindex der Gesamtstichprobe (Rang 46 von 46). Die nachfolgende geografische Analyse verdeutlicht die gravierenden infrastrukturellen Defizite, welche primär aus der evidenten Abwesenheit schienengebundener oder hochfrequenter ÖPNV-Achsen in Korrelation mit einer marginalen Bevölkerungsdichte im Umfeld resultieren.

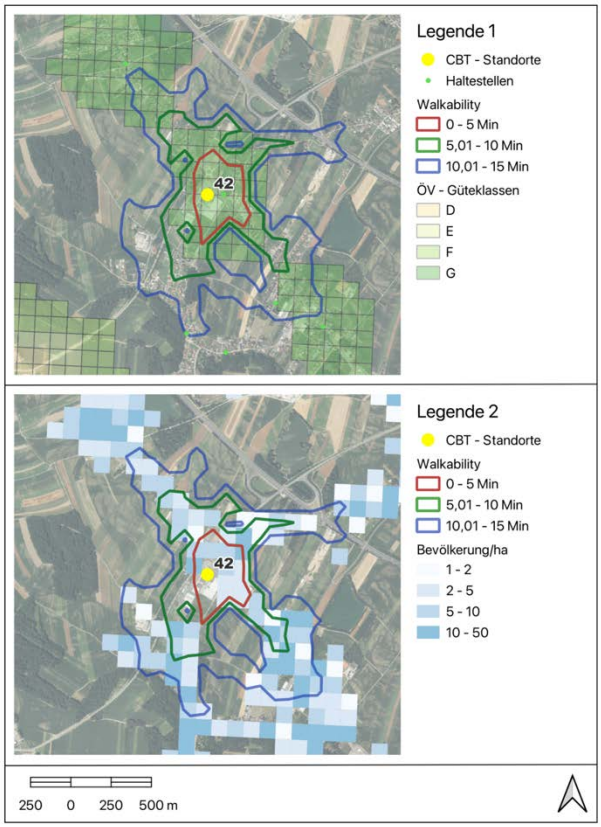
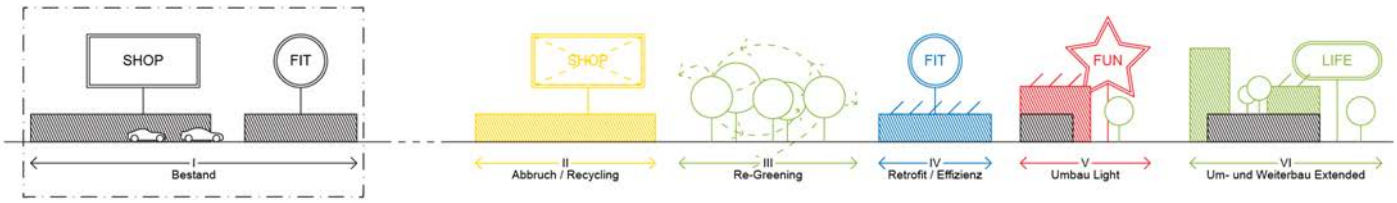


Abbildung 53: (Vogau) Kartografische Darstellung defizitärer ÖV-Infrastruktur und geringer Bevölkerungsdichte im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025).

Lage und raumplanerische Einschätzung

Das Fallbeispiel Vogau repräsentiert den archetypischen Fehlentwicklungsansatz einer auto-zentrierten, dispersen Siedlungsstruktur (“Urban Sprawl”). Aufgrund der fehlenden räumlichen Kohäsion zu verdichteten Wohnquartieren und der faktischen Diskrepanz zu Netzstrukturen des Umweltverbunds generiert der Standort eine vollständige Abhängigkeit gegenüber dem motorisierten Individualverkehr (MIV). Derartige periphere Monostrukturen weisen aus systemtheoretischer Sicht kaum endogene Transformationspotenziale auf und erfordern im Sinne einer nachhaltigen Raumentwicklung langfristige, ordnungspolitisch begleitete Reduktions- respektive Renaturierungsstrategien.

6.3.4. Szenario: I Bestand



Modell und Expertise
Dieses Szenario wurde fachlich von WMV Immobilien AG (Wien), dem Institut für Tragwerksentwurf (ITE, TU Graz) und der Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen (NHB, TU Graz) getragen. Im Mittelpunkt stand die detaillierte Bestandsaufnahme der Gebäude und Grundstücke, die als Ausgangspunkt für alle weiteren Szenarien dient.

Inhalte und Ziele
Die zentrale Fragestellung lautete: *Welche baulichen, funktionalen und wirtschaftlichen Voraussetzungen bringen die Liegenschaften in ihrem aktuellen Zustand mit?*

Ziel war die **umfassende Erfassung des Ist-Zustands** der vier Standorte einschließlich Gebäudestruktur, Nutzung, Flächenaufteilung und ökonomischer Kennwerte als Basis für die Entwicklung von Umbau- und Weiternutzungsszenarien.

Methodik und Berechnungen

- allgemeine **statische und bauphysikalische Analysen**,
- **Massenanalysen** der bestehenden Strukturen,
- Erfassung des **aktuellen Energieverbrauchs**,
- erste **Einschätzung der Ökobilanz**.

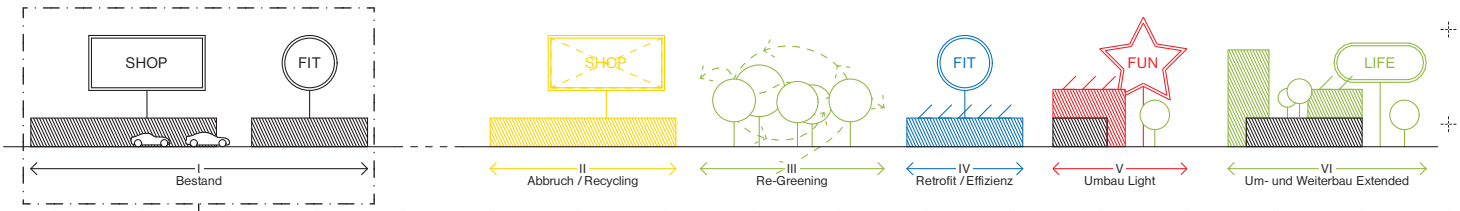
Als Datenbasis dienten u. a. Grundstücks- und Gebäudegutachten (Bauzustand, Anschlüsse, Altlasten), Flächenaufstellungen, Wirtschaftlichkeitsdaten (Nettoertrag, Liegenschaftszinssatz, Ertragswertverfahren, Bodenwert) sowie statische Berechnungsmodelle. Ergänzend flossen Daten zu Energieverbrauch und Betriebskosten sowie Einschätzungen zum Energiestandard ein.

Allgemeine Erläuterungen und Beispiele finden sich in Kapitel 5.3 „Katalog der Entwurfselemente“ sowie in der Methodenmatrix zum Szenario "I Bestand“ (Abb. S.66), welche Ablauf, Bilanzierung und Bewertungsgrößen zusammenfasst.

Ergebnisse
Das Szenario I liefert eine belastbare Grundlage für die Weiterbearbeitung: Die Fallstudien zeichnen sich durch **robuste Tragstrukturen** und standardisierte Bauweisen aus, die eine Weiterentwicklung grundsätzlich ermöglichen. Gleichzeitig wurden **Defizite in der energetischen Performance**, der **Flexibilität der Nutzung und der Wirtschaftlichkeit** deutlich, welche den Handlungsdruck und die Notwendigkeit alternativer Szenarien unterstreichen.

METHODENMATRIX: BESTAND

NHB



01 MATRIX

02 MENGENERMITTLUNG

Massentabellen

03 ENERGIEAUSWEIS

04 LEBENSZYKLUSANALYSE + ÖKOBILANZIERUNG

Definieren von Ziel und Scope

Scope Elemente

Scope Lebenszyklus

funktionale Äquivalenz

Indikatoren
GWP total
GWP fossil
GWP biogenic
GWP lulu

Methode
(EF v. 3.1 EN 15804)

06 BEWERTUNG
VERGLEICH BESTAND

**** T1/T2
Betriebliche Emissionen
(GWP fossil+luluc)

*** T1/T2
Konstruktive Emissionen
(GWP fossil+luluc)

T1/T2
temporärer biogener CO_2-Speicher
(GWP biogenic)

06 RESULTATE

Bewertung des gesamten Lebenszyklus (LCBI)

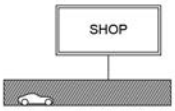
***** T1 /T2

VERGLEICHSDATEN FÜR WEITERE SZENARIEN

Abbildung 54: Methodenmatrix zum Szenario „1 Bestand“. Der Ablauf umfasst Matrix, Mengenermittlung und Energieausweis, die anschließende Lebenszyklusanalyse sowie Ökobilanzierung. Die Bewertung der betrieblichen Emissionen, der konstruktiven-Emissionen und des biogenen CO_2-Speichers sowie die Resultate als Bewertung des gesamten Lebenszyklus (LCBI) ergeben Vergleichsdaten für weitere Szenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025).

6.3.5. I Bestand: 4 Liegenschaften

I Bestand: Knittelfeld



Allgemeine statische und bauphysikalische Analyse
Das Tragwerk des Gebäudes besteht aus **Stahlbetonstützen und -trägern**. Die Hauptträger sind als Rechtecksquerschnitte in Ortbeton ausgeführt, die Nebenträger aus vorgefertigten, gelenkig gelagerten T-Profilen, die in die Hauptträger eingehängt wurden.

Als Bemessungsgrundlage dient ein in **Rhino** erstelltes Centerline-Modell, das in **RFEM 6** berechnet wurde. Die Bewehrung wurde nach den vorliegenden Ausführungsplänen in das Modell übertragen. Die statischen Berechnungen umfassen:

- Lastannahmen: ständige Lasten, veränderliche Lasten, Windlasten
- Lastaufstellung: Übertragung der Lasten in das Berechnungsmodell
- Modellierung: Bauwerksabmessungen, Stützen und Träger
- Verformungen: Eigenlast, Schnee- und Windlasten
- Bemessung: Ausnutzung der Querschnitte

Die Ergebnisse zeigen eine nahezu **vollständige Ausnutzung** von Trägern und Stützen. Das Tragwerk ist für die leichte Dachkonstruktion bemessen, zusätzliche statische Reserven bestehen nicht.

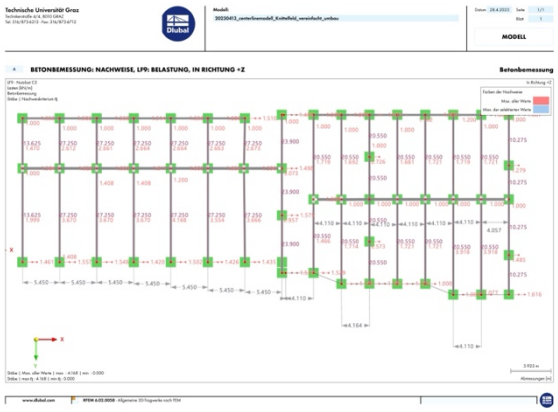


Abbildung 55: (Knittelfeld) Gesamtdarstellung der Betonbemessung – Bestand. Übersicht der Ausnutzungswerte und Belastungssituationen für die Tragstruktur. Quelle: ITE/TU Graz (2024).

Abbildung 56: (Knittelfeld) Ausnutzung der Betonbemessung – Stützen im Bestand. Darstellung der statischen Nachweise und Belastungen in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2024).

Massenanalyse
Die vorhandenen Bauteile wurden im Rahmen einer Massenanalyse vollständig erfasst. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für weitere Berechnungen, insbesondere für die ökologischen Bewertungen.

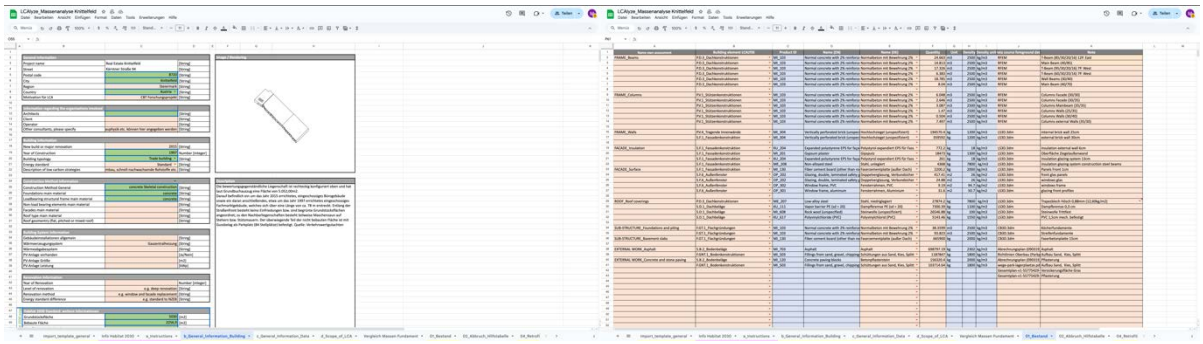


Abbildung 57: (Knittelfeld) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Abbildung 58: (Knittelfeld) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Energieausweis

Das Gebäude (BGF 2.256,90 m²; Volumen 12.187,00 m³; Baujahr 1997; Sanierung 2015) weist eine funktionale, jedoch nicht mehr zeitgemäße Gebäudehülle auf:

- U-Wert Außenwand: 0,44 W/m²K
- U-Wert Dach: 0,33 W/m²K
- U-Wert Boden: 0,54 W/m²K
- U-Wert Fenster: 2,21 W/m²K

  Der spezifische Transmissionswärmeverlust beträgt **$H'_t \approx 0{,}49$ W/m²K**.

Die Lüftung erfolgt über eine mechanische Anlage **ohne Wärmerückgewinnung** (SFP ca. 3.000 Ws/m³, $n_{50} \approx 3{,}00$ 1/h), wodurch hohe Lüftungsverluste entstehen. Die Wärmeerzeugung basiert auf Erdgas (Systemtemperaturen 70/55 °C).

Energetische Kennzahlen (bezogen auf BGF):

- Heizwärmebedarf (HWB): ≈ 98,60 kWh/m²a
- Primärenergiebedarf (PEB): ≈ 310,00 kWh/m²a
- CO_2-Emissionen: ≈ 74,50 kg/m²a
- Endenergie gesamt: ≈ 394,80 kWh/m²a

Aufschlüsselung Endenergie:

- Heizung: ≈ 188,40 kWh/m²a
- Warmwasser: ≈ 20,20 kWh/m²a
- Hilfsenergie Heizung: ≈ 65,00 kWh/m²a
- Betriebsstrom: ≈ 4,90 kWh/m²a
- Beleuchtung: ≈ 56,50 kWh/m²a

Laut OIB-Bewertung (2021) entsprechen HWB und PEB den gesetzlichen Anforderungen nicht.

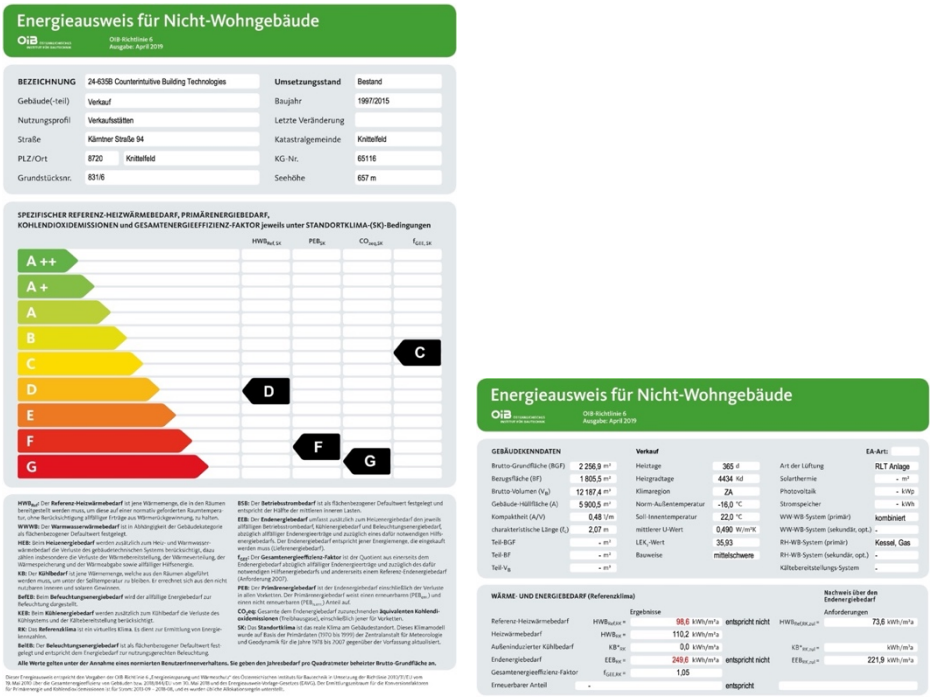


Abbildung 59: (Knittelfeld) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Verbesserungspotenziale:

1. Nachrüstung einer RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung und bedarfsgerechten Volumenströmen.
2. Dekarbonisierung der Wärmeversorgung (Umstellung Erdgas → Wärmepumpe mit reduzierter Vorlauftemperatur oder Fernwärme).
3. Umrüstung der Beleuchtung auf LED mit Präsenz- und Tageslichtregelung.
   Optional: Verbesserung von Dach- und Perimeterdämmung, mittelfristiger Austausch der Fenster, Installation einer PV-Anlage auf dem Flachdach.

Ökobilanz (erste Einschätzung)

Die Ökobilanz zeigt eine deutliche Dominanz der **betriebsbedingten und konstruktionsbezogenen Emissionen (B6)**, die **≈ 87 %** der Gesamtemissionen ausmachen. Hauptverursacher ist der Einsatz des Gas-Brennwertkessels für Heizung und Warmwasser. An zweiter Stelle liegt **die Produktionsphase (A1–A3)**, in der vor allem die Faserzementplatten aufgrund der GHG-intensiven Zementherstellung einen hohen Beitrag leisten.

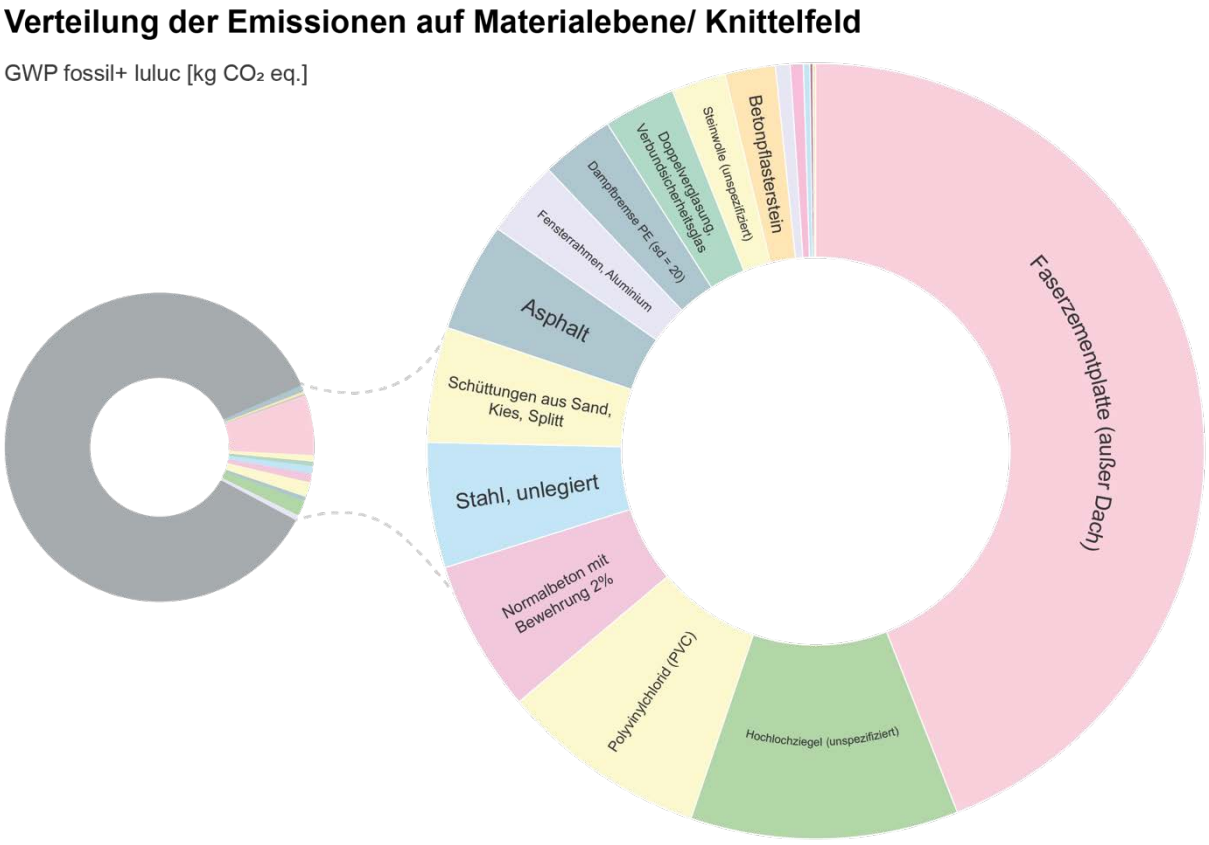


Abbildung 60: (Knittelfeld) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kgCo2/eq]. Quelle: NHB/TU Graz (2025).

I Bestand: Marchtrenk

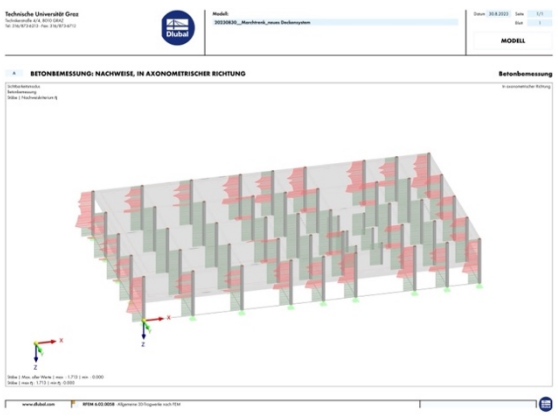
Allgemeine statische und bauphysikalische Analyse
Das Tragwerk des Gebäudes besteht aus einem System von **Stahlbetonstützen und -trägern**, auf denen zweiachsig gespannte Stahlbetondecken aufliegen. Die Hauptträger sind als Rechtecksquerschnitte in Ortbeton ausgeführt, die Deckenplatten als Flachdecken mit variierenden Stärken.

Als Bemessungsgrundlage diente ein in **Rhino** erstelltes Centerline-Modell, das in **RFEM 6** berechnet wurde. Die Bewehrung wurde nach den vorliegenden Ausführungs- und Bestandsplänen in das Modell übertragen. Die statischen Berechnungen umfassten:

- Lastannahmen: ständige Lasten, veränderliche Lasten, Windlasten
- Lastaufstellung: Übertragung der Lasten in das Berechnungsmodell
- Modellierung: Bauwerksabmessungen, Stützen und Träger
- Verformungen: Eigenlast, Schnee- und Windlasten
- Bemessung: Ausnutzung der Querschnitte

Die Ergebnisse zeigen eine deutliche **Überschreitung der Deckenbemessung** (Ausnutzung bis 235 %), während Stützen und Unterzüge ausreichende Reserven aufweisen (Stützen ≈ 26 %, Unterzüge ≈ 60 %). Das Tragwerk wurde ursprünglich für eine leichte Dachkonstruktion und geringe Nutzlasten

dimensioniert. Für eine zukünftige Nachverdichtung wird daher ein angepasstes System mit **Spannbetonhohlplatten (240 mm)** empfohlen, um Tragfähigkeit und Verformungsverhalten zu verbessern.



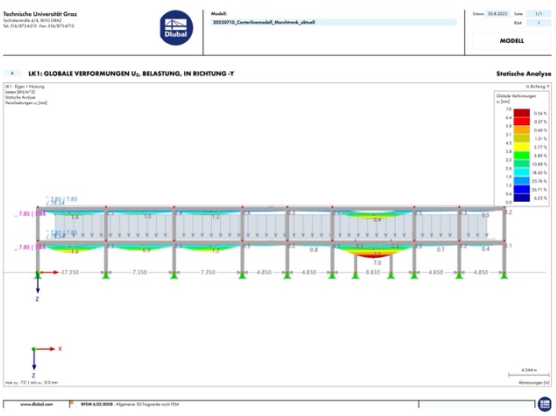
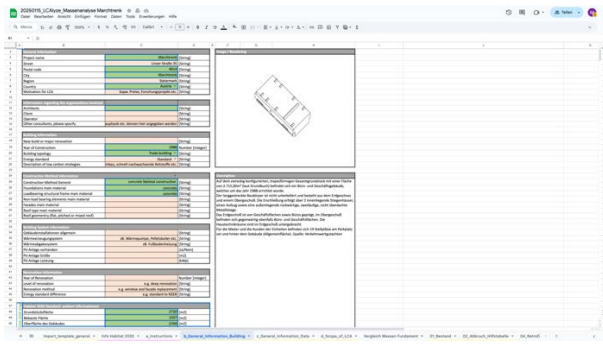


Abbildung 61: (Marchtrenk) Ausnutzung der Stahlbetonbemessung – Stützen im Bestand. Darstellung der statischen Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Abbildung 62: (Marchtrenk) Darstellung der Globalen Verformung im Bestand. Darstellung der statischen Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Massenanalyse

Die vorhandenen Bauteile wurden im Rahmen der Massenanalyse vollständig erfasst. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die ökologischen und bauphysikalischen Bewertungen in den Folgeszenarien.



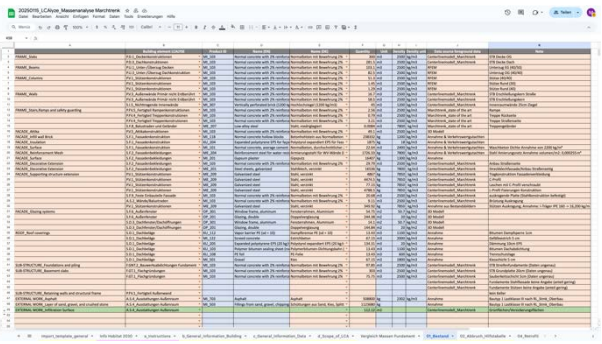


Abbildung 63: (Marchtrenk) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Abbildung 64: (Marchtrenk) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Energieausweis

Das Gebäude (BGF 3.014,80 m²; Volumen 11.719,00 m³; Baujahr 1988) weist eine funktionale, jedoch veraltete Gebäudehülle auf:

- U-Wert Außenwand: 0,46 W/m²K
- U-Wert Dach: 0,31 W/m²K

- U-Wert Boden: 0,47 W/m²K
- U-Wert Fenster: 2,50 W/m²K

  Der spezifische Transmissionswärmeverlust beträgt **$H'_t \approx 0{,}67$ W/m²K**.

Die Lüftung erfolgt über eine mechanische Anlage **ohne Wärmerückgewinnung** ($n_{50} \approx 1{,}5$ 1/h), die Heizung über einen Gas-Brennwertkessel (Systemtemperatur 70/55 °C).

Energetische Kennzahlen (bezogen auf BGF):

- Heizwärmebedarf (HWB): ≈ 173,00 kWh/m²a
- Primärenergiebedarf (PEB): ≈ 390,00 kWh/m²a
- CO_2-Emissionen: ≈ 87,00 kg/m²a
- Endenergie gesamt: ≈ 480,00 kWh/m²a

Aufschlüsselung Endenergie:

- Heizung: ≈ 218,00 kWh/m²a
- Warmwasser: ≈ 23,00 kWh/m²a
- Hilfsenergie Heizung: ≈ 74,00 kWh/m²a
- Betriebsstrom: ≈ 7,00 kWh/m²a
- Beleuchtung: ≈ 58,00 kWh/m²a

Laut OIB-Bewertung (2021) erfüllen weder HWB noch PEB die aktuellen gesetzlichen Anforderungen.

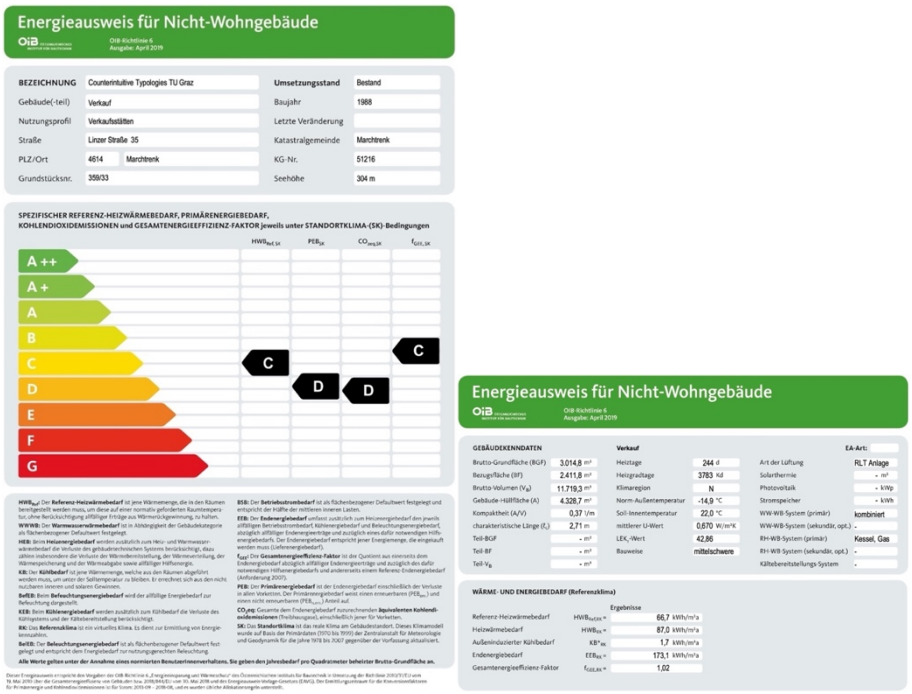


Abbildung 65: (Marchtrenk) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Verbesserungspotenziale:

1. Nachrüstung einer RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung und bedarfsgerechter Regelung.
2. Dekarbonisierung der Wärmeversorgung (Umstellung von Erdgas auf Wärmepumpe oder Fernwärme).
3. Modernisierung der Beleuchtung auf LED-Technologie mit Präsenz- und Tageslichtsteuerung. *Optional:* Verbesserung der Dach- und Fassadendämmung, Austausch der Fenster, Integration einer PV-Anlage auf der Dachfläche.

Ökobilanz (erste Einschätzung)
Die Ökobilanz zeigt eine deutliche Dominanz der **betriebsbedingten und konstruktionsbezogenen Emissionen (B6)**, die **≈ 86 %** der Gesamtemissionen ausmachen. Hauptverursacher ist der **Erdgasverbrauch für Heizung und Warmwasser**, gefolgt von der Stromnutzung. Die Produktionsphase (A1–A3) trägt mit **≈ 257 kg CO_2 eq/m² BGF** einen deutlich geringeren Anteil bei.

Die Gesamtemissionen betragen über 50 Jahre etwa **8.253 t CO_2 eq**, was einer spezifischen Emission von **≈ 2.737 kg CO_2 eq/m²** entspricht. Eine Umstellung auf Wärmepumpe und die Reduktion zementbasierter Bauteile in künftigen Umbauten bieten das größte Potenzial zur Emissionsminderung.

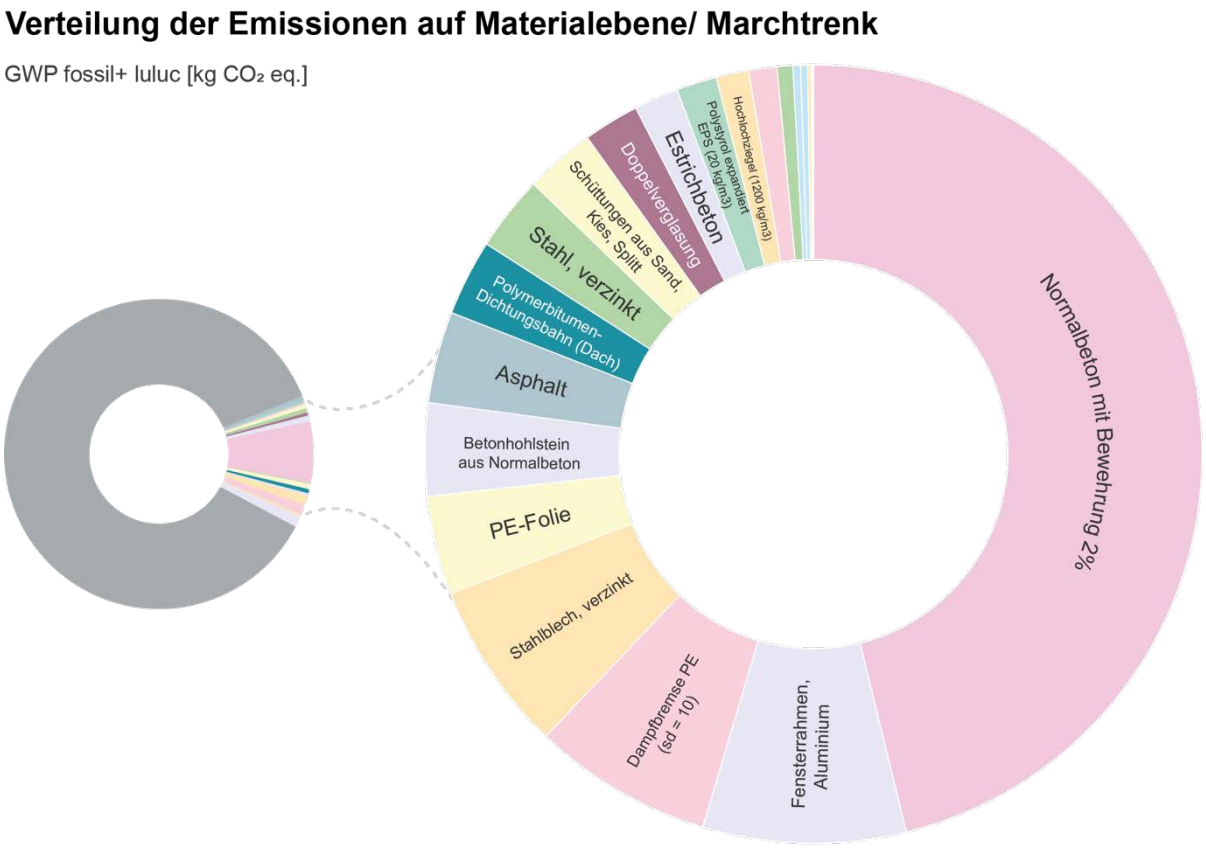


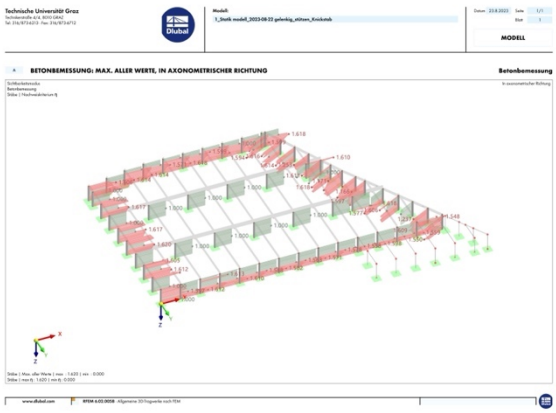
Abbildung 66: (Marchtrenk) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil + [kg CO_2 eq]). Quelle NHB/TU Graz (2025).

Allgemeine statische und bauphysikalische Analyse
Das Gebäude der Liegenschaft Korneuburg ist als **Stahlbetonskelettbau** mit Stützen- und Unterzugssystem sowie zweiachsig gespannten Flachdecken ausgebildet. Die Hauptträger sind in Ortbeton ausgeführt (Betongüte C25/30), die Decken als durchlaufende Plattenfelder mit aufliegenden Nebenträgern.

Die statischen Nachweise wurden auf Grundlage eines in **Rhino** erstellten Centerline-Modells und der Berechnungen in **RFEM 6** durchgeführt. Eingeflossen sind Lastannahmen für ständige, veränderliche und klimatische Einwirkungen. Die Berechnungen umfassten:

- Lastannahmen: ständige Lasten, veränderliche Lasten, Windlasten
- Lastaufstellung: Übertragung der Lasten in das Berechnungsmodell
- Modellierung: Bauwerksabmessungen, Stützen und Träger
- Verformungen: Eigenlast, Schnee- und Windlasten
- Bemessung: Ausnutzung der Querschnitte

Die Ergebnisse zeigen eine **hohe Ausnutzung der Hauptträger (bis 95 %)** bei moderaten Reserven der Stützen (≈ 35 %). Die berechneten Verformungen betragen 43,90 mm unter Eigenlast und 90,30 mm unter Schneelast. Das Tragwerk ist damit auf Minimalanforderungen optimiert; zusätzliche Aufstockungen sind nur bei gleichzeitiger **Rasterverdichtung oder Austausch der Deckenplatten** möglich.



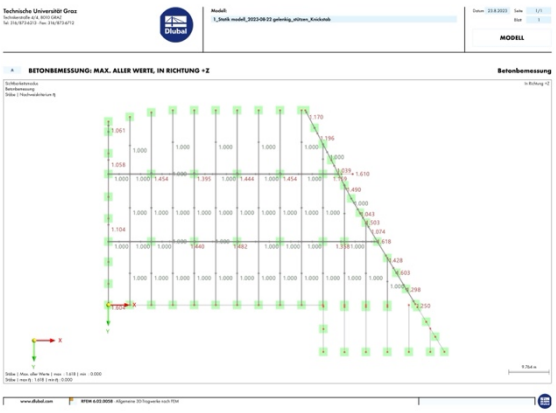


Abbildung 67: (Korneuburg) Ausnutzung der Stahlbetonbemessung – Stützen im Bestand. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Abbildung 68: (Korneuburg) Gesamtdarstellung der Stahlbetonbemessung – Bestand. Übersicht der Ausnutzungswerte und Belastungssituationen für die Tragstruktur. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Massenanalyse
Die Bauteilstrukturen des Gebäudes wurden vollständig erfasst und in einer digitalen Massenanalyse ausgewertet. Die ermittelten Mengen bilden die Grundlage für die bauökologischen und wirtschaftlichen Folgeanalysen innerhalb der Szenarien.

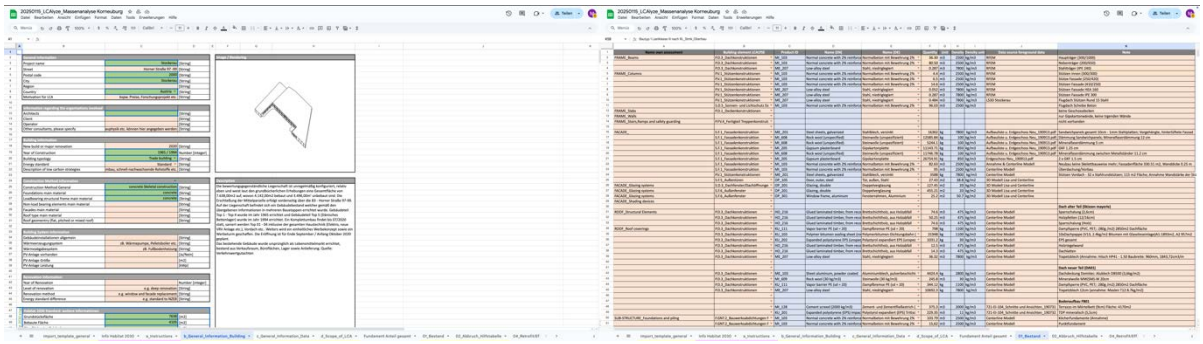


Abbildung 69: (Korneuburg) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Abbildung 70: (Korneuburg) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Energieausweis

Das Gebäude (BGF 4.105,50 m²; Volumen 25.469,00 m³; Baujahr 2000) verfügt über eine **gut gedämmte Gebäudehülle** und eine **mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung** (η = 50 %), jedoch über keine Nachtlüftung. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine **Luft/Wasser-Wärmepumpe** (Jahresarbeitszahl ≈ 2,10).

- U-Wert Außenwand: 0,13 W/m²K
- U-Wert Dach: 0,22 W/m²K
- U-Wert Bodenplatte: 0,64 W/m²K
- U-Wert Fenster: 1,43 W/m²K

  Der spezifische Transmissionswärmeverlust beträgt **$H'_t \approx 0{,}32$ W/m²K**.

Energetische Kennzahlen (bezogen auf BGF):

- Heizwärmebedarf (HWB): ≈ 82,00 kWh/m²a
- Primärenergiebedarf (PEB): ≈ 135,00 kWh/m²a
- CO_2-Emissionen: ≈ 22,00 kg/m²a
- Endenergie gesamt: ≈ 139,00 kWh/m²a

Die Beleuchtung erfolgt mit Kompaktleuchtstoff- und Glühlampen, wodurch der Stromverbrauch überdurchschnittlich hoch ist. Insgesamt liegt das Gebäude energetisch im oberen Mittelfeld der untersuchten Objekte und weist – abgesehen von der Beleuchtung – gute thermische Kennwerte auf.

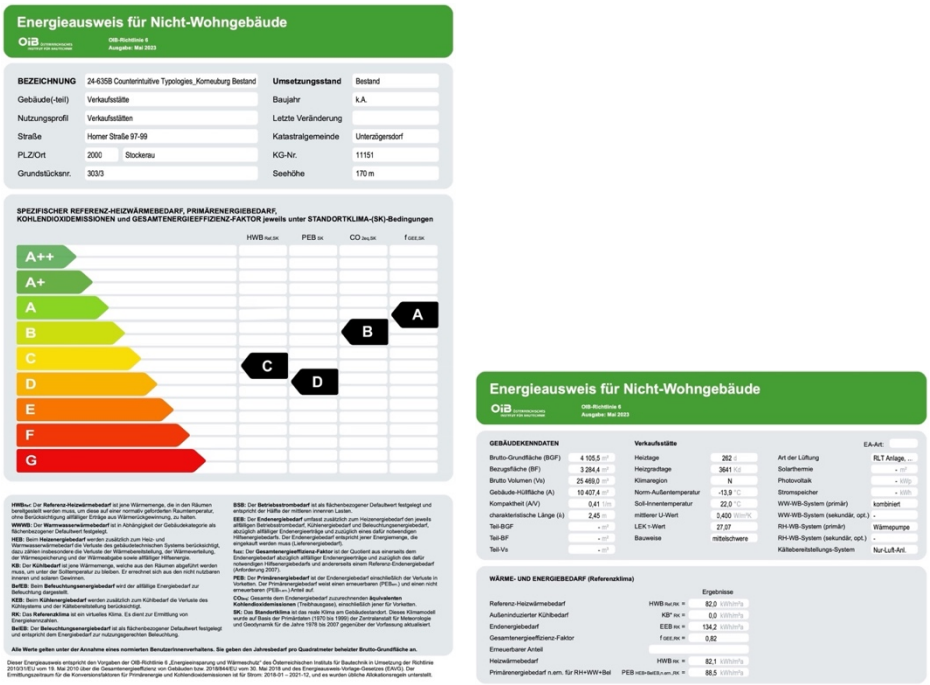


Abbildung 71: (Korneuburg) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Verbesserungspotenziale:

1. Optimierung der Wärmepumpe und Nachrüstung einer bedarfsgerechten Regelung.
2. Modernisierung der Beleuchtung auf LED-Technologie mit Präsenz- und Tageslichtsteuerung. *Optional:* Ergänzung einer PV-Anlage auf den Dachflächen zur Eigenstromversorgung.

Ökobilanz (erste Einschätzung):
Die Ökobilanzierung (Referenzzeitraum 50 Jahre) ergibt **Gesamtemissionen von ≈ 6.103 t CO_2 eq**, entsprechend **1.487 kg CO_2 eq/m²**. Davon entfallen etwa **80 % auf den Betrieb (B6)** und **20 % auf die Produktionsphase (A1–A3)**.

Hauptverursacher sind die **strombasierte Wärmeversorgung und Beleuchtung**, während die Baukonstruktion durch den hohen Dämmstandard relativ geringe Emissionen verursacht. Die Materialien mit dem größten Einfluss sind **Beton und Aluminium**, die jedoch aufgrund ihrer Dauerhaftigkeit beibehalten werden können.

Eine Optimierung der Wärmepumpe, eine effizientere Beleuchtung und eine mögliche Eigenstromerzeugung durch PV-Anlagen bieten wesentliche Reduktionspotenziale für zukünftige Szenarien.

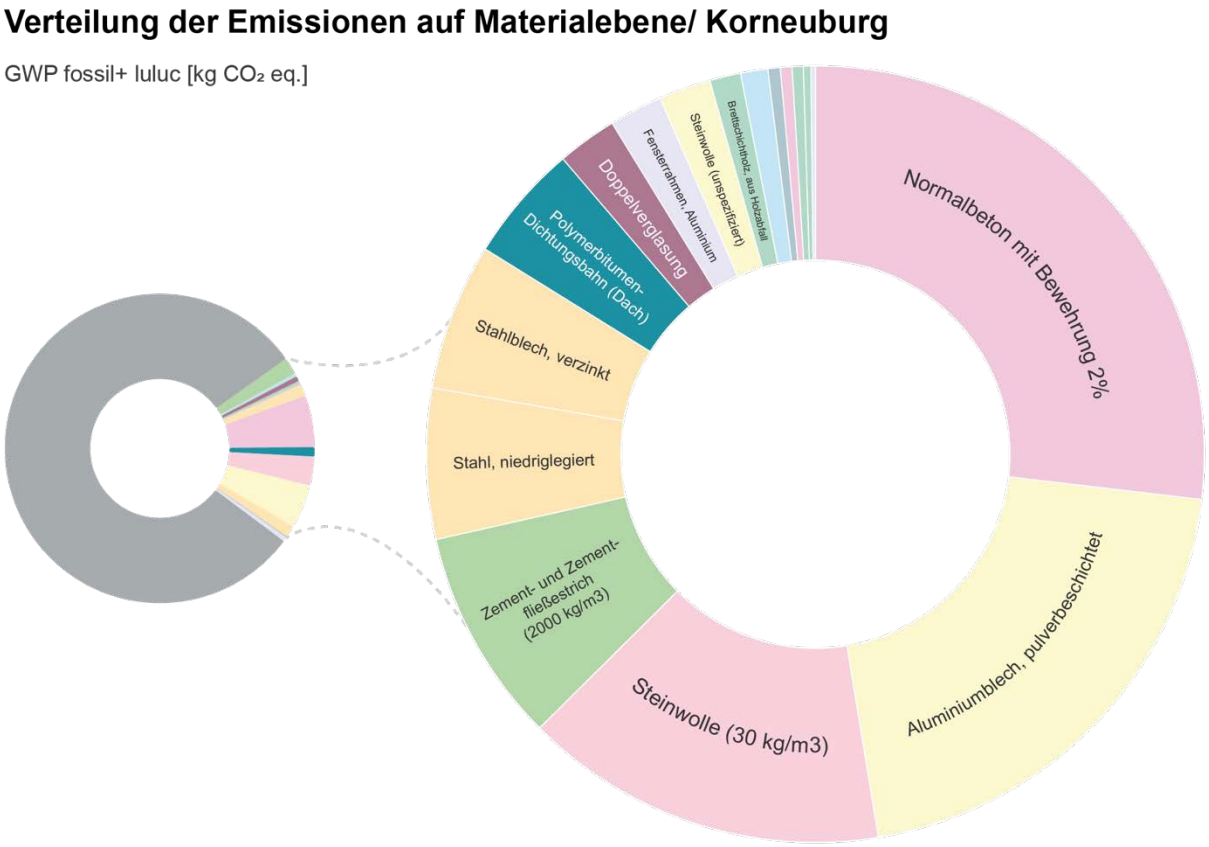


Abbildung 72: (Korneuburg) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kg CO_2/eq]). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

I Bestand: Rosental 1 + 2

Allgemeine statische und bauphysikalische Analyse

Das Gebäudeensemble der Liegenschaft Rosental ist als **leichte Hallenkonstruktion in Stahlbetonbauweise** mit Fertigteilträgern sowie einer leichten Dachkonstruktion ausgebildet. Die Tragstruktur besteht aus eingespannten Stahlbetonstützen und Einfeldträgern (T-Träger), auf denen eine gering belastete Dachkonstruktion mit Trapezblech und mehrschichtigem Dachaufbau aufliegt.

Die statischen Nachweise wurden auf Grundlage eines in **Rhino** erstellten Centerline-Modells und der Berechnungen in **RFEM 6** durchgeführt. Eingeflossen sind Lastannahmen für ständige, veränderliche und klimatische Einwirkungen. Die Berechnungen umfassten:

- Lastannahmen: ständige Lasten, veränderliche Lasten, Windlasten
- Lastaufstellung: Übertragung der Lasten in das Berechnungsmodell
- Modellierung: Bauwerksabmessungen, Stützen und Träger
- Verformungen: Eigenlast, Schnee- und Windlasten
- Bemessung: Ausnutzung der Querschnitte

Für die ständigen Lasten wurden das Eigengewicht der Tragstruktur sowie der Dachaufbau berücksichtigt. Der Dachaufbau setzt sich aus einer mechanisch befestigten Folie (0,03 kN/m²), einer 16 cm starken Steinwolledämmung (0,24 kN/m²), einer Dampfbremse (0,01 kN/m²) sowie einem

Trapezblech (0,17 kN/m²) zusammen und ergibt eine Gesamtflächenlast von 0,45 kN/m². Die Tragstruktur wurde im Berechnungsmodell vereinfacht abgebildet; das Mauerwerk blieb unberücksichtigt. Die reale Dachneigung von 1 % wurde im Modell zu 0 % vereinfacht angesetzt.

Als veränderliche Einwirkungen wurden eine Schneelast von 0,88 kN/m² sowie Windlasten mit Sog- und Druckanteilen von 0,15 kN/m² bzw. 0,39 kN/m² angesetzt. Die Modellierung erfolgte unter Annahme einer einheitlichen Betongüte von C30/37. Die Stützen wurden als eingespannt, die Träger als Einfeldsysteme modelliert.

Die Ergebnisse zeigen für beide Gebäude eine insgesamt effiziente, jedoch differenziert ausgelastete Tragstruktur:

<u>Rosental 1</u>

Die maximale Durchbiegung der T-Träger beträgt 3,3 cm, jene des Hauptträgers 3,0 cm. Bei einer Spannweite von 16,9 m liegt die Verformung damit deutlich unterhalb der zulässigen Grenze der Gebrauchstauglichkeit (≈ 5,6 cm). Die Auslastung der Nebenträger beträgt 61 % und weist somit vorhandene Tragreserven auf. Demgegenüber ist der Hauptträger mit einer Auslastung von bis zu 90 % nahezu ausgelastet. Die Stützen zeigen eine Auslastung von rund 48,4 % bei geringen Verformungen von etwa 2,8 mm.

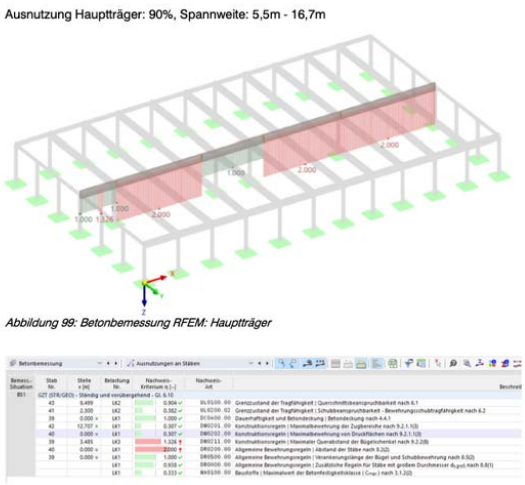


Abbildung 99: Betonbemessung RFEM: Hauptträger

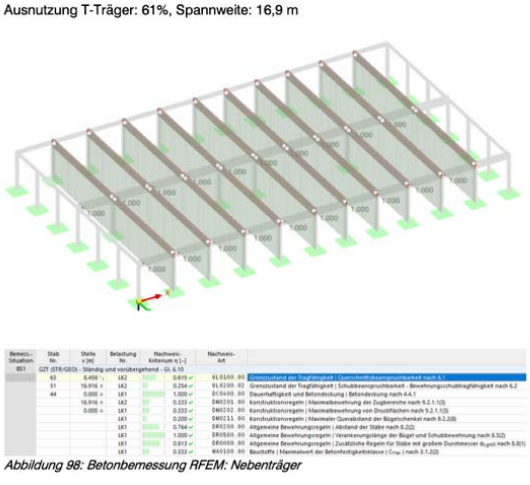


Abbildung 98: Betonbemessung RFEM: Nebenträger

Abbildung 73: (Rosental 1) Betonbemessung RFEM der Hauptträger – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Abbildung 74: (Rosental 1) Betonbemessung RFEM der Nebenträger – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

<u>Rosental 2</u>

Aufgrund geringfügig reduzierter Spannweiten (≈ −1 m) fallen die Durchbiegungen insgesamt geringer aus und liegen ebenfalls innerhalb der zulässigen Grenzen. Die Auslastung der Nebenträger ist mit etwa 70 % höher als bei Gebäude 1, während die Hauptträger mit rund 73 % deutlich geringere Ausnutzungen aufweisen. Die Stützen erreichen eine Auslastung von etwa 49,6 % bei Verformungen von rund 4,3 mm.

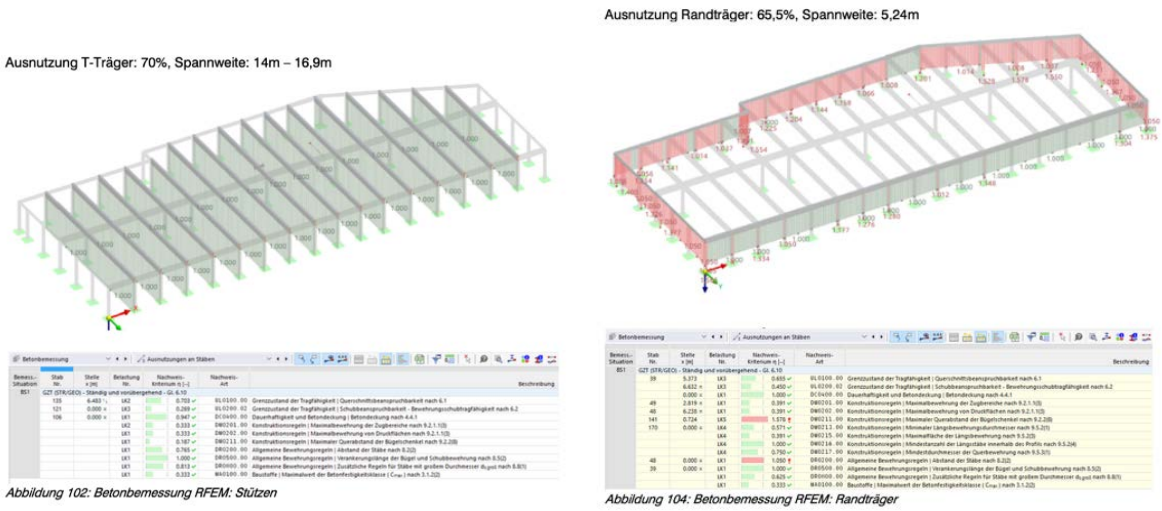


Abbildung 102: Betonbemessung RFEM: Stützen

Abbildung 104: Betonbemessung RFEM: Randträger

Abbildung 75: (Rosental 2) Betonbemessung RFEM der Randträger – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Abbildung 76: (Rosental 2) Betonbemessung RFEM der Stützen – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Insgesamt zeigt das Tragwerk beider Gebäude eine wirtschaftliche Dimensionierung mit teilweise vorhandenen Reserven in den Sekundärtragwerken, während einzelne Hauptträger – insbesondere in Rosental 1 – bereits hohe Auslastungsgrade erreichen. **Zusätzliche bauliche Maßnahmen, insbesondere Aufstockungen, sind daher nur unter Berücksichtigung konstruktiver Verstärkungen oder einer Anpassung des Tragwerksrasters möglich.**

Massenanalyse

Rosental 1

Die Bauteile des Gebäudes wurden im Zuge der Massenanalyse vollständig erfasst und digital ausgewertet. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die ökologischen Bewertungen in den weiteren Szenarien.

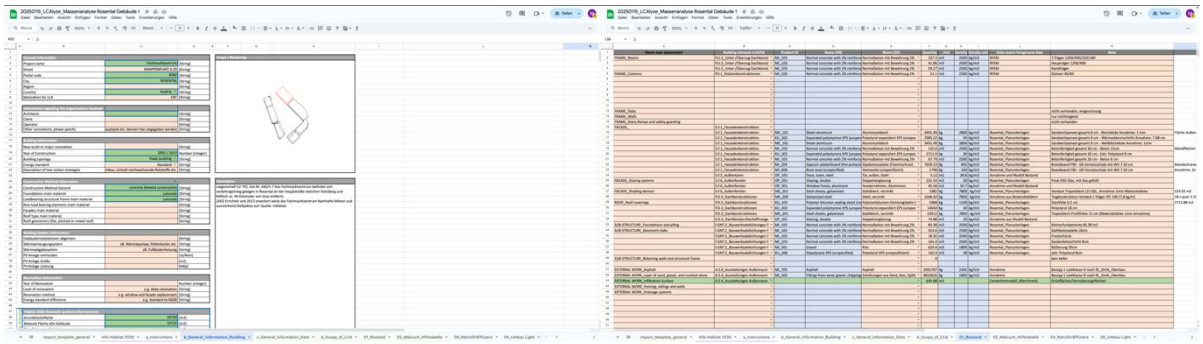


Abbildung 77: (Rosental 1) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Abbildung 78: (Rosental 1) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Rosental 2

Auch für Rosental 2 wurden sämtliche Bauteilstrukturen dokumentiert und in die digitale Massenanalyse integriert. Die Auswertung liefert die Material- und Mengenbasis für die bauökologischen Bewertungen.

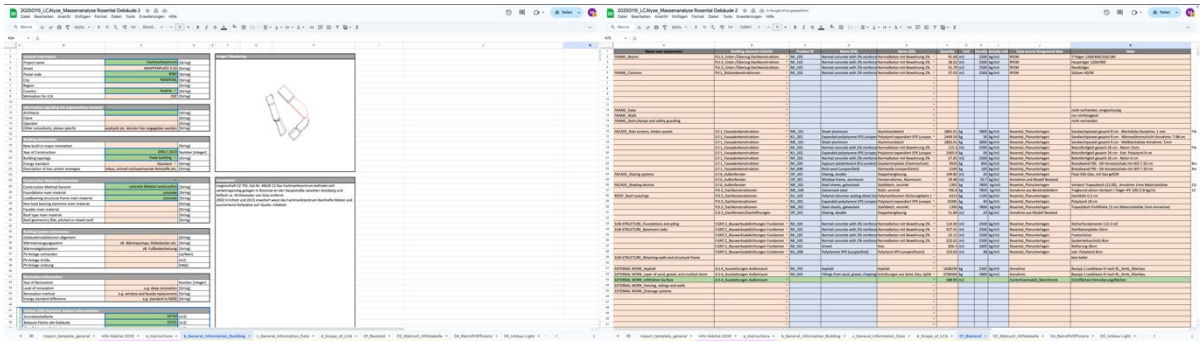


Abbildung 79: (Rosental 2) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Abbildung 80: (Rosental 2) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Energieausweis

Kennwert	Rosental 1 (links)	Rosental 2 (rechts)
BGF / BRI	2.060,70 m² / 10.129,00 m³	2.849,20 m² / 10.227,00 m³
Heizsystem	Fernwärme (erneuerbar)	Fernwärme (erneuerbar)
Lüftung	mechanisch, keine WRG	mechanisch, keine WRG
U-Werte AW / Dach / Boden / Fenster [W/m²K]	0,20 / 0,66 / 0,36 / 1,37	0,2 / 0,66 / 0,36 / 1,37
H'_t	≈ 0,53 W/m²K	≈ 0,58 W/m²K
HWB	≈ 158,00 kWh/m²a	≈ 175,00 kWh/m²a
PEB	≈ 280,00 kWh/m²a	≈ 325,00 kWh/m²a
CO_2	≈ 60,00 kg/m²a	≈ 80,00 kg/m²a
Endenergie gesamt	≈ 365,00 kWh/m²a	≈ 410,00 kWh/m²a

Beide Gebäude weisen vergleichbare U-Werte auf, unterscheiden sich jedoch in Größe und Nutzungsintensität. Rosental 2 zeigt infolge der größeren Hüllfläche und höheren internen Lasten den höheren Heizwärmebedarf.

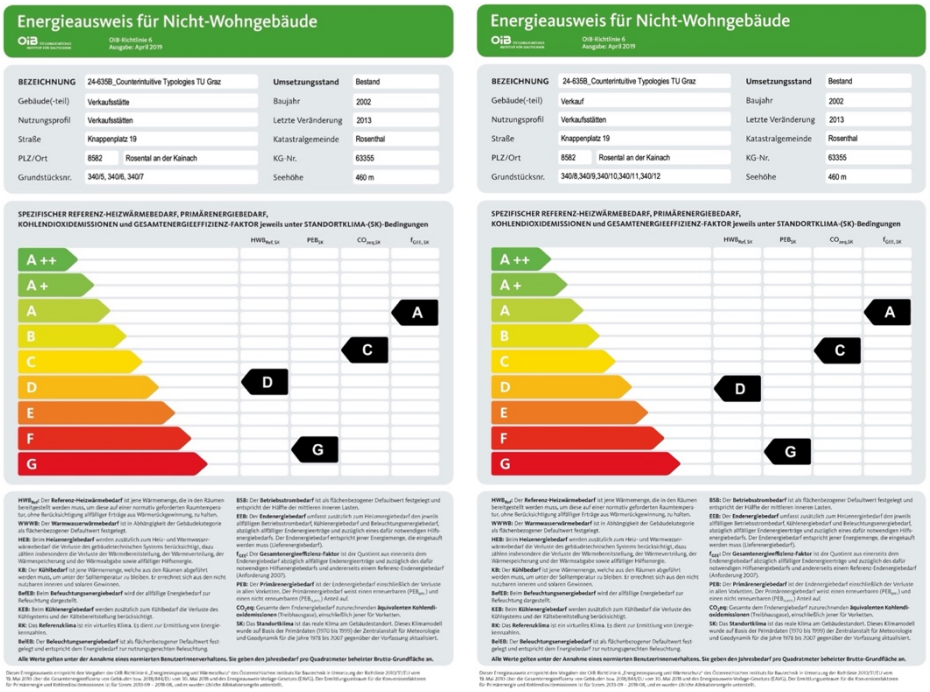


Abbildung 81: links (Rosental 1) Energieausweis Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Abbildung 82: rechts (Rosental 2) Energieausweis Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Verbesserungspotenziale:

<u>Rosental 1</u>

1. Nachrüstung einer RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung.
2. Verbesserung von Dach- und Fassadendämmung sowie Austausch der Fenster.
3. Optimierung der Beleuchtung (LED-Technologie).
4. Installation einer PV-Anlage zur Eigenstromerzeugung.

<u>Rosental 2</u>

1. RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung und bedarfsgerechter Regelung.
2. Optimierung der Fernwärmeeinbindung und Absenkung der Vorlauftemperatur.
3. Modernisierung der Beleuchtung auf LED mit Präsenzsteuerung.
4. Nachträgliche Dämmung von Dach und Fassade sowie optionale PV-Nutzung.

Beide Objekte profitieren am stärksten von Maßnahmen zur **Lüftungs- und Beleuchtungseffizienz** sowie der **Verbesserung der Gebäudehülle**.

Ökobilanz (erste Einschätzung)

Kennwert	Rosental 1	Rosental 2
Gesamtemissionen	≈ 4.503 t CO_2 eq	≈ 5.483 t CO_2 eq
Spezifische Emissionen	≈ 2.185 kg CO_2 eq/m²	≈ 1.924 kg CO_2 eq/m²
Anteil Betrieb (B6)	≈ 71 %	≈ 82 %
Anteil Produktion (A1–A3)	≈ 29 % (≈ 636 kg/m²)	≈ 18 % (≈ 350 kg/m²)

Rosental 1

Die Emissionen werden überwiegend durch den Energiebedarf des Betriebs verursacht. Durch Sanierung der Hülle und Modernisierung der Haustechnik kann der Anteil der Nutzungsphase deutlich reduziert werden.

Rosental 2

Auch hier dominiert die Betriebsphase, bedingt durch Lüftung und Beleuchtung. Die Materialemissionen (Beton, Faserzement) sind gering, was das Potenzial für eine langfristige Nachnutzung unterstreicht.

Verteilung der Emissionen auf Materialebene/ Rosental 1

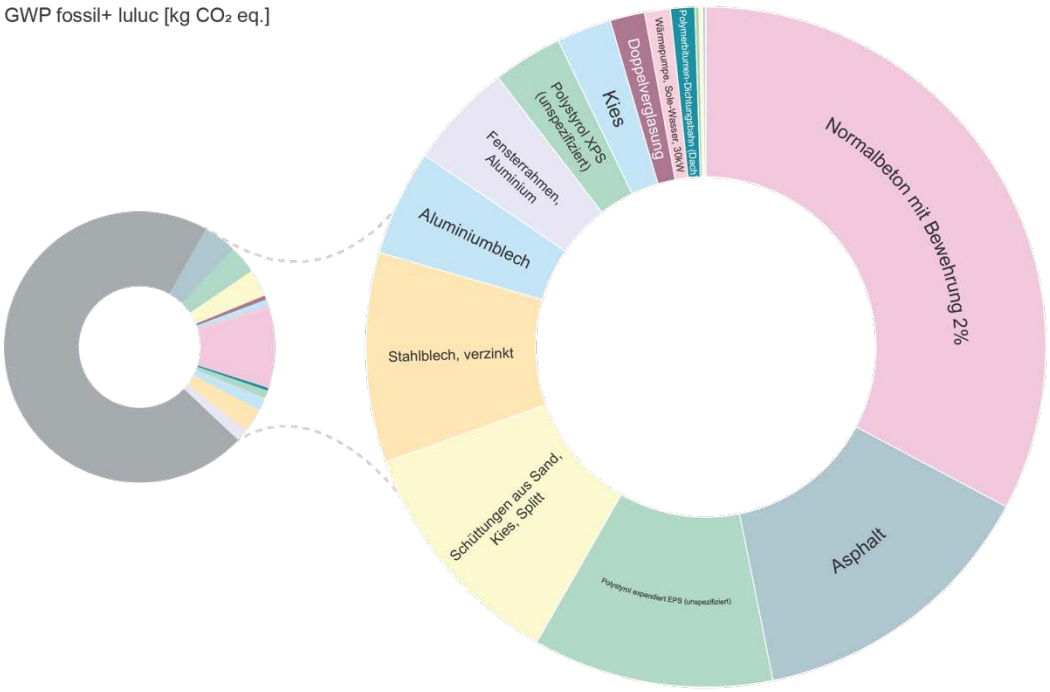


Abbildung 83: (Rosental 1) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kg CO_2/eq]). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

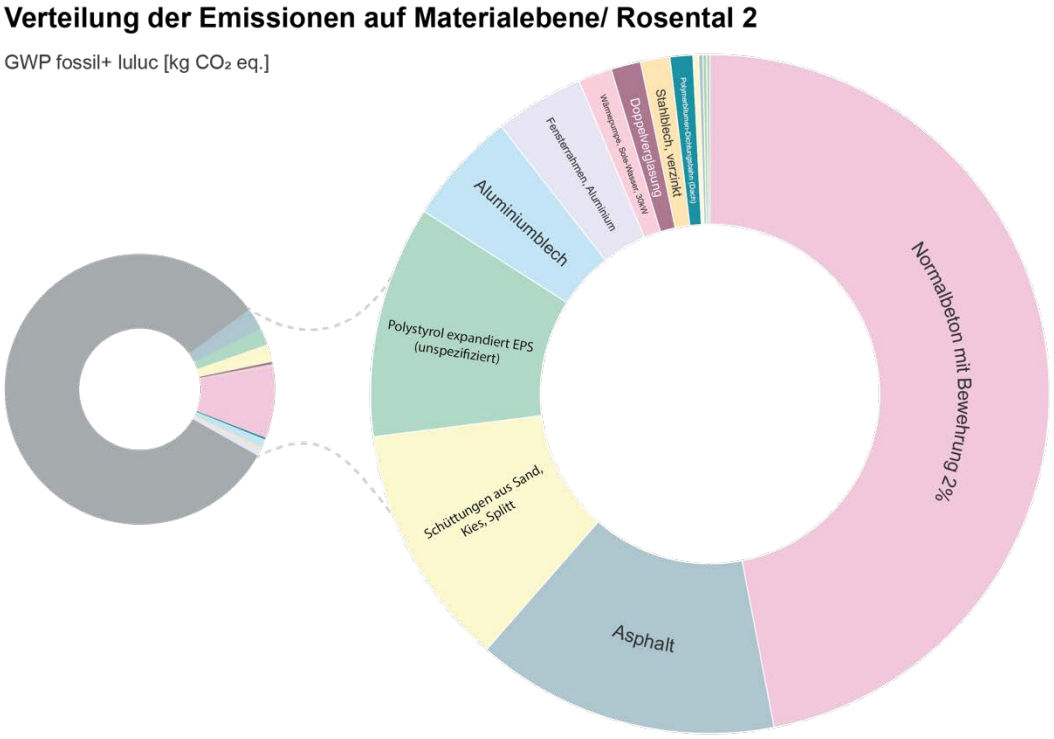
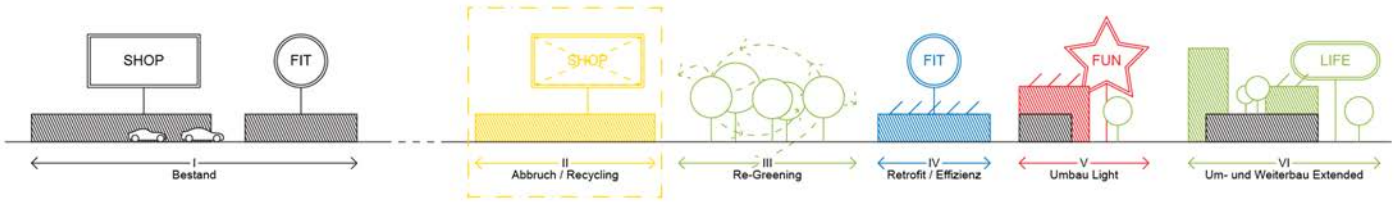


Abbildung 84: (Rosental 2) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kg CO_2/eq]). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

6.3.6. Szenario: II Abbruch/Recycling



Modell und Expertise
Das Szenario „II Abbruch / Recycling“ wurde auf Ebene des baulichen Bestands untersucht. Die fachliche Verantwortung lag beim Institut für Tragwerksentwurf (ITE, TU Graz) und der Arbeitsgruppe Nachhaltiges Bauen (NHB, TU Graz), in Kooperation mit dem Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft (iBBW, TU Graz).

Inhalte und Ziele
Im Zentrum stand die Analyse des vollständigen Abbruchs der Bestandsgebäude. Ziel war, den Abbruch sowohl ökonomisch als auch ökologisch zu bewerten und damit eine belastbare Vergleichsgrundlage für die weiteren Szenarien zu schaffen. Neben der reinen Kostenkalkulation wurden Konzepte des ressourcenorientierten Rückbaus und des Materialrecyclings berücksichtigt, um die Nachhaltigkeit eines Abbruchs zu prüfen.

Methodik und Berechnungen

- Erstellung von **Massenanalysen** der Gebäude,
- Aufbau von **3D-Modellen** zur Ermittlung der Bauteile und Aufbauten,
- Berechnung der **Abbruch-, Transport- und Deponiekosten**.

Ergebnisse
Das Szenario II verdeutlicht die hohen ökologischen und ökonomischen Kosten eines Totalabbruchs. Ein ressourcenorientierter Rückbau kann zwar zur Wiederverwertung von Materialien beitragen; im Vergleich zu Umbau- bzw. Weiternutzungsszenarien erweist sich der vollständige Abbruch jedoch als ökologisch nachteilig. Zugleich liefert die Analyse eine Baseline: Sie zeigt, welche Eingriffe und Kosten entstünden, wenn die Liegenschaften nicht weiterentwickelt, sondern vollständig beseitigt würden – und ermöglicht so die fundierte Gegenüberstellung der Alternativen.

6.3.7. Zirkularität und Wertschöpfung im Rückbauprozess

Der vollständige Rückbau markiert den Nullpunkt der architektonischen und materiellen Typologie eines Gebäudes. Er beendet nicht nur die Nutzung, sondern löst auch die damit verbundenen Material-, Energie- und Wertkreisläufe auf. Die innerhalb des CBT-Projekts ermittelten Abbruchkosten je m² BGF – differenziert nach den drei Liegenschaften – verdeutlichen die reale ökonomische Relevanz: Selbst scheinbar „wertlose“ Bestände verursachen substanzielle Aufwendungen, die – in Relation zu Umbaukosten – als signifikanter Anteil potenzieller Neubaukosten zu lesen sind.

Diese monetäre Dimension steht stellvertretend für den Verlust materieller Ressourcen, deren Wiederverwendung zunehmend als strategische Aufgabe im europäischen Bauwesen verstanden wird. Der Statusbericht zur Abfallwirtschaft (Österreich, 2023)[12] weist mit rund 58,6 Mio. t Bau- und Abbruchabfällen etwa drei Viertel des gesamten Abfallaufkommens aus. Vor diesem Hintergrund gewinnt Urban-Mining-Design an Bedeutung: Gebäude werden als Rohstofflager betrachtet, deren stoffliche Zusammensetzung bereits in Planung und Rückbau erfasst, getrennt und nach Werkstoffkategorien sortiert wird – mit dem Ziel, Abbruchkosten durch Wiederverwertung zu substituieren und Kreisläufe innerhalb des Gebäudebestands zu schließen.

Die Literatur zur zirkulären Bauwirtschaft zeigt, dass rückgebaute Materialien sowohl Kosten verursachen als auch Wertpotenziale eröffnen. Sortenrein erfassbare Materialien wie Stahl, Aluminium oder Kupfer können im Recycling hohe Wertanteile erzielen; monomaterielle Bauteile wie Vollholz oder Ziegel behalten durch Langlebigkeit, Wiederverwendbarkeit und Patina teils einen Wiederverkaufswert. Verbundbaustoffe und verklebte Schichtaufbauten sind hingegen schwer trennbar und führen häufig zu erhöhten Entsorgungs- und Aufbereitungskosten (vgl. Hillebrandt/Seggewies 2021; Sobek 2019/20).

Im CBT wird der **Rückbau daher als analytisches Gegenstück zum Umbau verstanden**: Er quantifiziert jene Materialmengen und Kosten, die durch Transformation erhalten oder substituiert werden können. Der Vergleich Abbruch vs. Umbau ermöglicht die Bestimmung eines ökonomischen Schwellenwerts, ab dem der Erhalt der Tragstruktur nicht nur ökologisch, sondern auch betriebswirtschaftlich vorteilhaft ist. Zugleich bildet der Rückbauindikator eine Brücke zur Ökobilanzierung (LCA): Jede vermiedene Tonne Abbruch reduziert Abfallaufkommen, CO_2-Emissionen und Primärenergiebedarf messbar.

Abbruch ist demnach keine neutrale Ausgangsbedingung, sondern eine Kostenposition eines linearen Systems, die durch zirkuläre Entwurfsstrategien zu hinterfragen ist. Umbau – als Fortsetzung und Transformation vorhandener Strukturen – ist doppelt produktiv: Er spart Kapital und Ressourcen und bewahrt die räumliche Identität der Typologie.

6.3.8. Kostenstruktur und Vergleich der Liegenschaften

Die Ermittlung der Abbruchkosten erfolgte für alle drei Liegenschaften Knittelfeld, Korneuburg und Marchtrenk auf Basis der Standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB, Version 022) der Leistungsgruppen 01 – Baustellengemeinkosten, 02 – Abbruch sowie 03 – Roden, Baugrube, Sicherungen und Tiefgründungen. Die Positionsbestimmung erfolgte mithilfe von Aufmaßblättern und den jeweils vorhandenen Planbeständen, um die Gebäude möglichst vergleichbar zu bewerten und Verzerrungen zu vermeiden.

Aus Datenschutzgründen werden keine absoluten Kosten angegeben; die Darstellung erfolgt in prozentualer Verteilung der Einzelpositionen im Verhältnis zu den Gesamtabbruchkosten. Positionen mit einem Anteil unter 1 % wurden der Lesbarkeit halber nicht berücksichtigt.

[12] Vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (Hg.): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022, Wien: BMK, 2024; Stand: 15. Mai 2024.

II Abbruch/Recycling: Knittelfeld

- ausgewogene, aber mineralisch dominierte Struktur
- Baurestmassen: Verwerten/Deponieren/Entsorgen 35 %, Fundamente & Wände 20 %, Dachabdichtung 11 %, Flächenabtrag & Transport 8 %.

→ Klassische Massivbauweise mit hohem Entsorgungsanteil; begrenzte Wiederverwendungspotenziale.

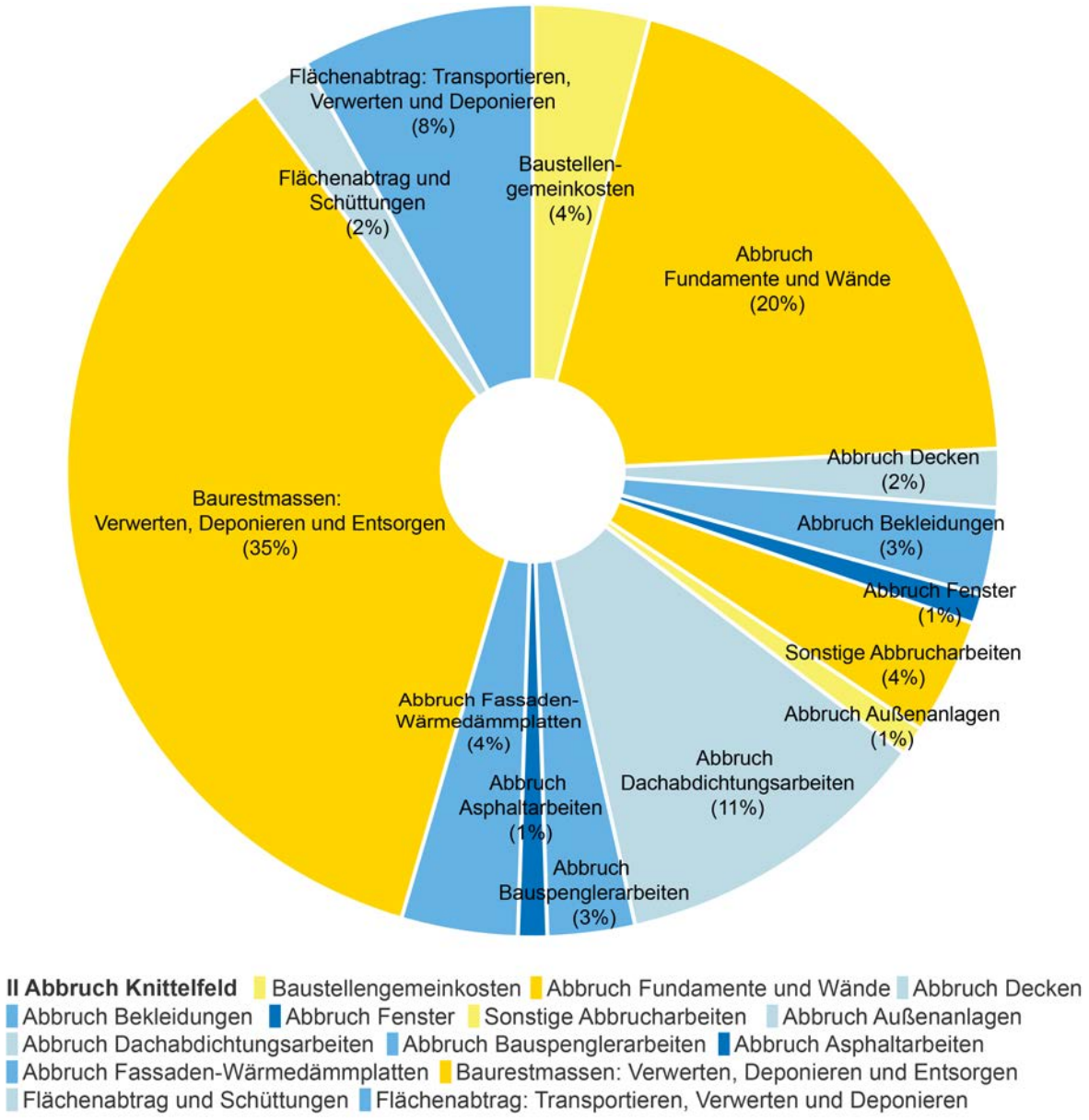


Abbildung 85: (Knittelfeld) Kostenstruktur des Rückbaus. Darstellung der Anteile einzelner Leistungspositionen gemäß LB-HB 022 (LG 01–03) in % der Gesamtabbruchkosten; Positionen < 1 % sind nicht ausgewiesen. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

II Abbruch/Recycling: Marchtrenk

- stark konzentrierte Kostenverteilung
- Baurestmassen 61 %, Fundamente & Wände 12 %; übrige Positionen im niedrigen einstelligen Bereich.

→ Schwerer Massivbau mit hohem Betonanteil; ökonomisch/ökologisch ungünstigster Rückbautyp im Projekt.

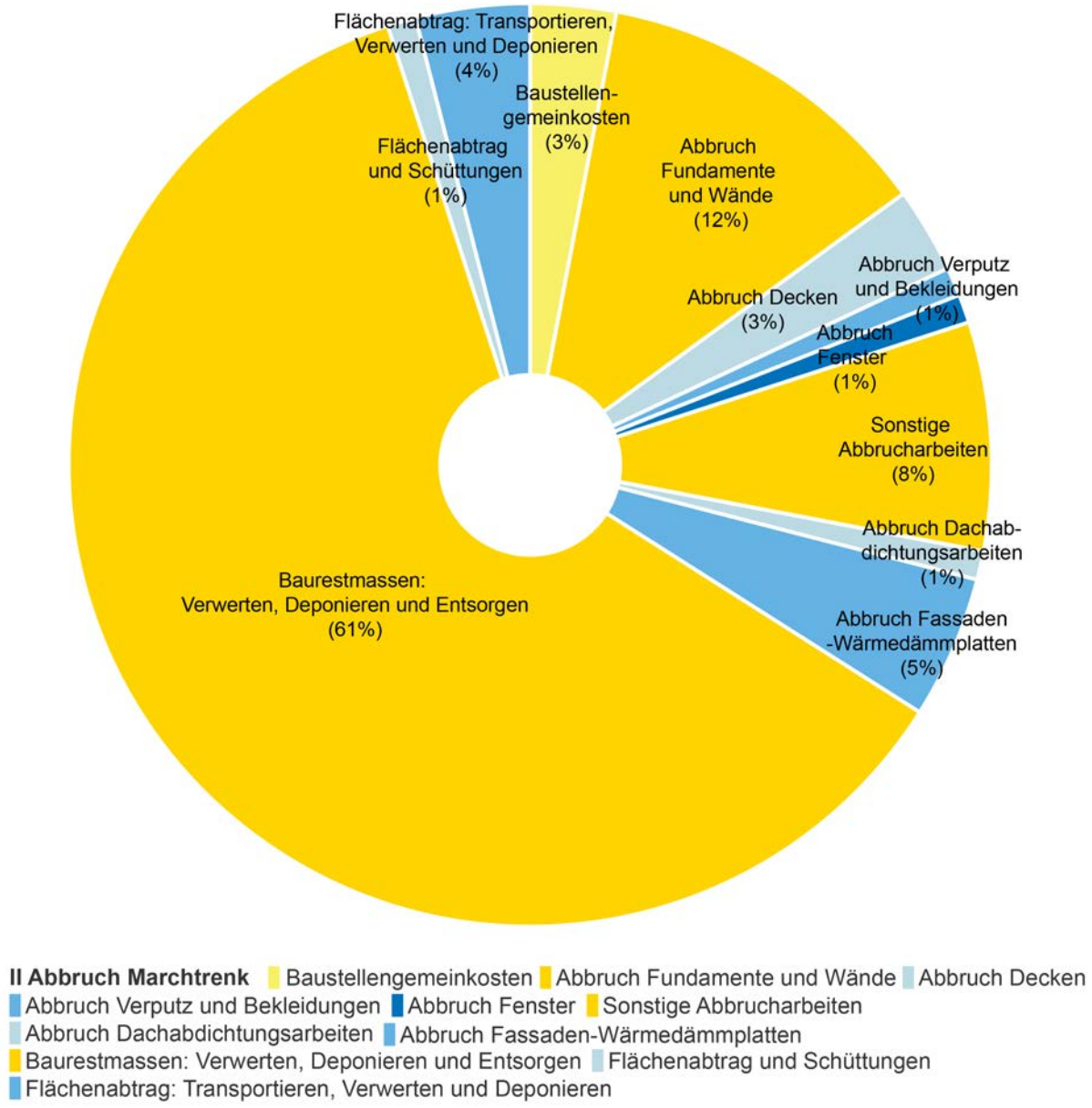


Abbildung 86: (Marchtrenk) Kostenstruktur des Rückbaus. Darstellung der Anteile einzelner Leistungspositionen gemäß LB-HB 022 (LG 01–03) in % der Gesamtabbruchkosten; Positionen < 1 % sind nicht ausgewiesen. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

II Abbruch/Recycling: Korneuburg

- differenzierter Materialmix
- Baurestmassen 38 %, Fundamente & Wände 8 %, Holzbau 13 %, Dachabdichtung 10 %.

→ Hybride Rückbausituation (Massiv + Leichtbau); höhere Trennaufwände, aber überdurchschnittliche Zirkularität.

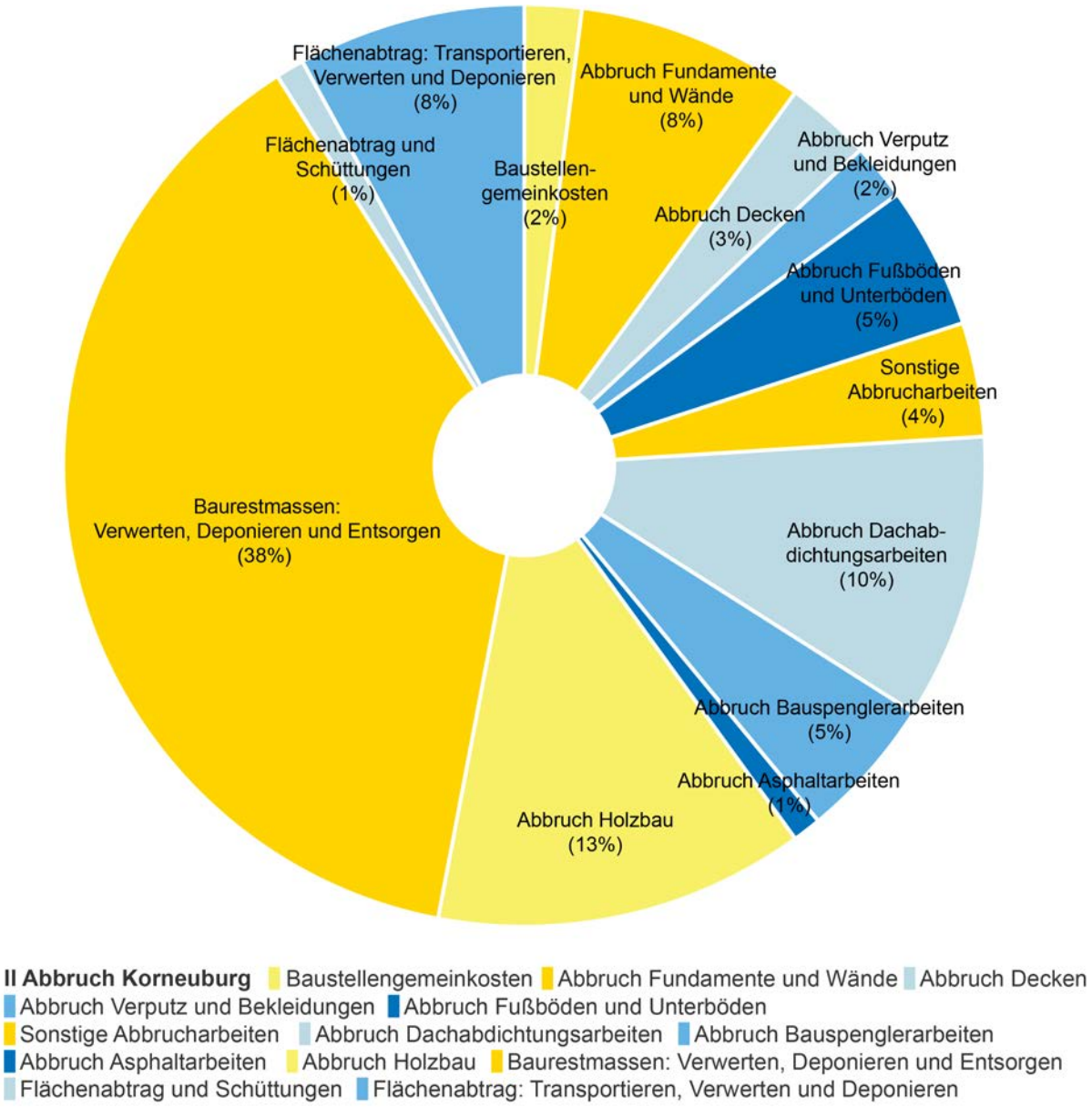


Abbildung 87: (Korneuburg) Kostenstruktur des Rückbaus. Darstellung der Anteile einzelner Leistungspositionen gemäß LB-HB 022 (LG 01–03) in % der Gesamtabbruchkosten; Positionen < 1 % sind nicht ausgewiesen. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Vergleichende Bewertung

Der Anteil mineralischer Baurestmassen liegt zwischen 35 % (Knittelfeld) und 61 % (Marchtrenk) und ist in allen Fällen der größte Einzelkostenfaktor. Leichte/hybride Bauweisen (Korneuburg) verbessern die Trennbarkeit und reduzieren Entsorgungsaufwand; massive Konstruktionen (Marchtrenk) erzeugen nahezu lineare Stoffflüsse.

Kernaussage CBT: Je höher der Anteil mineralischer Baurestmassen, desto geringer die Kreislauffähigkeit – und desto relevanter der Strukturerhalt als wirksamste Maßnahme.

Hinweis zum Begriff: Mineralische Massen umfassen alle anorganischen, nichtmetallischen Baustoffe wie Beton, Ziegel, Estrich oder Asphalt, die beim Rückbau als schwer verwertbare Baurestmassen anfallen.

Abrisskosten im Verhältnis zum Marktwert

Zur Einordnung wurden die Abbruchkosten je m² BGF den Verkehrswerten je m² gegenübergestellt:

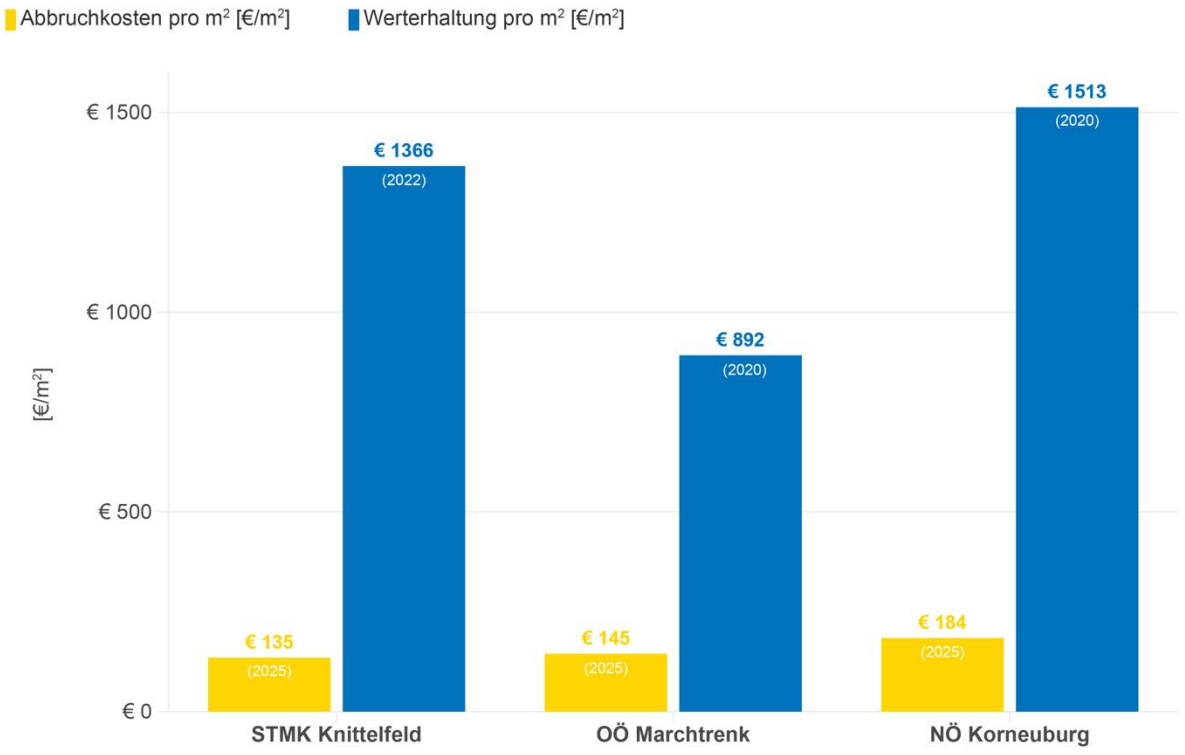


Abbildung 88: (Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg) Abrisskosten und Verkehrswerte in €/m². **Gelb:** Abbruchkosten (Stand 2025; Kalkulation nach LB-HB 022, LG 01–03). **Blau:** Verkehrswerte zum Stichtag (Knittelfeld 2022, Marchtrenk 2020, Korneuburg 2020). Der Anteil der Abbruchkosten am Verkehrswert verdeutlicht die potenzielle Wertvernichtung bei vollständigem Rückbau. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Tabelle 1: Abrisskosten je m² BGF im Verhältnis zum Verkehrswert je m². Gegenüberstellung der standortbezogenen Abbruchkosten (Ermittlung 2025, LB-HB 022 LG 01–03, Aufmaß) und der jeweiligen Verkehrswerte (Stichtage 2020/2022); der Prozentwert gibt den Anteil der Abrisskosten am Verkehrswert an. Hinweis: Beträge nominal, ohne Indexierung auf ein gemeinsames Jahr. Quelle: CBT/TU Graz (2025).

Liegenschaft	Abrisskosten [€/m²]	Verkehrswert [€/m²]	Anteil Abrisskosten am Wert
STMK Knittelfeld	135 € (2025)	1.366 € (2022)	≈ 9,9 %
OÖ Marchtrenk	145 € (2025)	892 € (2020)	≈ 16,3 %
NÖ Korneuburg	184 € (2025)	1.513 € (2020)	≈ 12,2 %

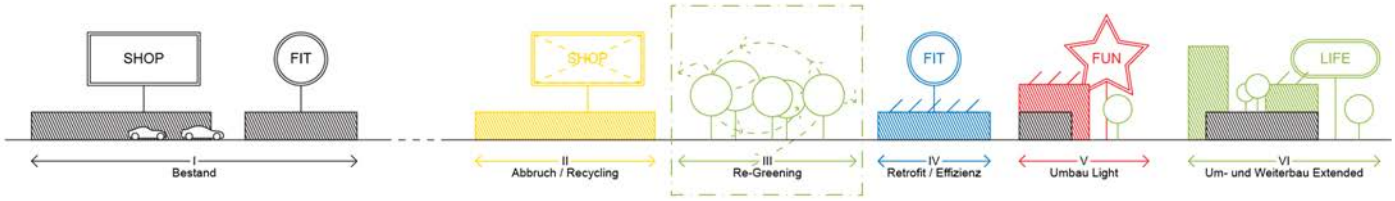
Im Mittel liegen die Abbruchkosten bei ≈ 155 €/m² und entsprechen ≈ 12 % des Verkehrswerts. Der Rückbau vernichtet somit bereits zweistellige Vermögensanteile, bevor Neubaukosten anfallen. Marchtrenk weist mit 16,3 % den höchsten Anteil auf (Korrelation mit 61 % Baurestmassen); Korneuburg zeigt trotz höherer Abbruchbasis durch den Materialmix ein günstigeres zirkuläres Verhältnis; Knittelfeld liegt mit 9,9 % knapp unter einer 10-%-Schwelle, bleibt aufgrund der mineralischen Substanz aber ressourcenintensiv.

Der Verkehrswert beschreibt den objektiv ermittelten Marktwert einer Immobilie zum Bewertungsstichtag unter normalen Marktbedingungen (§ 2 LBG).

Schlussfolgerung

Die kombinierte Auswertung der Kostenstruktur und der Wertrelation macht sichtbar, dass Abriss nicht nur ökologische, sondern auch erhebliche ökonomische Verluste erzeugt. Je nach Gebäudetyp belaufen sich die Abrisskosten auf rund ein Zehntel bis ein Sechstel des Immobilienwerts, ohne dass daraus ein materieller Nutzen entsteht. Gleichzeitig entfallen zwischen 35 % und 61 % der Rückbaukosten auf nicht rückführbare mineralische Massen. Damit wird der Abriss zur Kostenposition eines linearen Systems, während der Umbau als strukturerhaltende Alternative sowohl Ressourcen- als auch Kapitalwerte bewahrt. Innerhalb des CBT-Projekts fungiert diese Gegenüberstellung als ökonomische Begründung für adaptive Strategien – sie zeigt, dass der Erhalt und die Transformation vorhandener Strukturen nicht nur ökologisch, sondern auch betriebswirtschaftlich die nachhaltigere Option darstellen.

6.3.9. Szenario: III Re-Greening



Modell und Expertise
Das Szenario „III Re-Greening" wurde auf der Ebene des baulichen Bestands entwickelt und von einem interdisziplinären Team getragen: dem Institut für Raumplanung, Umweltplanung und Bodenordnung (IRUB, BOKU Wien) sowie der Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen (NHB, TU Graz).

Inhalte und Ziele
Im Zentrum stand die Renaturierung der Grundstücksflächen nach einem vollständigen Rückbau der Bestandsgebäude. Ziel war es, kontextbezogene Entwürfe für nachhaltige und qualitativ hochwertige Begrünungs- und Grünflächenpflegekonzepte zu entwickeln, die als Kompensation für die entfallende Nutzung dienen. Dabei wurden nicht nur gestalterische, sondern auch ökologische, ökonomische und raumplanerische Perspektiven berücksichtigt.

- Ökobilanzierung (Life-Cycle-Analyse, Biodiversität, Mikroklima),
- raumplanerische Perspektiven (Funktion im Siedlungsgefüge, ökologischer Mehrwert),
- Beitrag zu Nachhaltigkeit und Klimaanpassung.

Methodik und Berechnungen
Für dieses Szenario wurden **zwei methodische Ansätze** verfolgt:

- **IRUB-Ansatz:** Raumplanerische Bewertung auf Basis der Indikatoren (Nähe zu Schutzgebieten und Hochwasserrisko). Die Bewertung liefert eine Einschätzung, inwieweit eine Renaturierung der Flächen als **Puffer- bzw. Ausgleichsräume** einen gesellschaftlichen und ökologischen Mehrwert gegenüber einer Weiterentwicklung hin zu **neuen „Dritten Orten"** liefern kann.

- **NHB-Ansatz:** Ökologische Bewertung anhand von **biogenem Kohlenstoffspeicher** (Modell: De Rosa et al.). Dabei wurden Parameter wie Biomassenzuwachs, Darrdichte von Holz, Kohlenstofffaktor, Verhältnis ober-/unterirdische Biomasse sowie Wachstums- und Zerfallsfunktionen berücksichtigt.
    - Für Knittelfeld (> 600 m Seehöhe) wurde ein **Nadelwaldszenario** (S1) angenommen.
    - Für Marchtrenk, Korneuburg und Rosental (< 600 m Seehöhe) ein **Laubwaldszenario** (S2).
    - Der Referenzzeitraum (RSP) wurde auf 50 Jahre festgelegt, um mit Gebäudebilanzen vergleichbar zu sein.

Ergebnisse
Das Szenario III zeigt eine deutliche **ökologische Aufwertung** der Flächen: höhere Biodiversität, verbesserte Klimafunktion, temporäre Kohlenstoffspeicherung.

- **Potenziale:** Beitrag zur Klimaanpassung, ökologische Aufwertung, Möglichkeit neuer Freiraumnutzungen.
- **Einschränkungen:** dauerhafter Verlust der baulichen Ressource, nur begrenzte ökonomische Verwertbarkeit, hoher Pflegeaufwand.

Damit stellt Re-Greening ein Szenario dar, das weniger auf bauliche Transformation als auf **ökologische Kompensation** abzielt. Es dient somit als Gegenpol innerhalb der Forschungsmatrix und stellt den radikalsten Schritt in Richtung Entsiegelung und Renaturierung dar.

6.3.10. III Re-Greening: 4 Liegenschaften

IRU-Ansatz:

Neben Fragen der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Gebäuderückbau, Entsiegelung und Wiederherstellung der Bodenstruktur sind besonders die **großräumigen Standortbedingungen** zu beachten. Bereits bebaute Grundstücke sind nur unter größerem Aufwand wieder in den ursprünglich unversiegelten Zustand mit intakter Bodenstruktur zu transformieren. Dennoch kann es unter bestimmten Bedingungen einen Mehrwert bringen, durch eine räumlich besser abgestimmte Nutzungsänderung die vorhandenen Standorteigenschaften optimal verwertet werden. Es stellt sich daher die Frage, bei welchen Standorten es Sinn macht, einen solchen Eingriff zu forcieren und bei welchen Standorten eine Nutzungsänderung ohne Regreening Maßnahme, also mit Weiterbestehen und eventuell zusätzlichem Umbau der vorhandenen gebauten Struktur, besser geeignet ist.

Um hier eine fundierte Einschätzung treffen zu können, wurden Indikatoren herangezogen, welche mögliche Vorteile einer Regreening-Maßnahme in einem räumlichen Bezug setzen. Der erste **Indikator (C1)** für die **ökologische Einordnung** betrifft die Nähe zu bestehenden Schutzgebieten (mit Fokus auf Natur- und Landschaftsschutzgebiete). Ziel ist es größere zusammenhängende unversiegelte Flächen freizuhalten und somit eine erhöhte Pufferwirkung für Schutzgebiete von Siedlungsgebieten und Gewerbenutzungen zu erreichen. Der zweite **Indikator (C2)** betrifft den **Hochwasserschutz**. Dieser kommt im Zuge des passiven, beziehungsweise des integrativen Hochwasserschutzes zum Tragen. Unter passiven Hochwasserschutz versteht man die Vorsorge durch Freihalten von Grund und Boden für den Abfluss und die Retention von Wassermengen, welche unter anderem durch Starkregenereignisse entstehen. Dieses Freihalten betrifft einerseits die praktische Seite mit unversiegelten Böden, welche die Wassermassen aufnehmen können, und andererseits die rechtliche Seite mit der Zuteilung der Nutzungsmöglichkeiten laut Raumplanungsgesetzen und Raumplanungsinstrumenten wie Flächenwidmungsplan, Bebauungsplan und örtlichen Entwicklungskonzept. Damit kann die Gefahrenlage auch für die umgebenden Flächen positiv beeinflusst werden. Bewertet wird hierbei die Lage in oder in der Nähe einer HQ 300 Zone. Das 300 jährliche Hochwasserereignis wird der HQ-100 Zonierung vorgezogen, da aufgrund der Extremereignisse in den letzten Jahrzehnten ein erhöhtes Hochwasserrestrisiko erwartet werden

kann, welches bei der ursprünglichen Abgrenzung der HQ100 Gefahrenzonen (Hochwasserpotenzial alle 100 Jahre mit bestimmter Intensität) noch nicht absehbar war.

Eine erweiterte Hochwasserretention kann auch durch Renaturierung von begradigten Flussläufen gefördert werden. Ein Rückbau und die Entsiegelung in diesen Bereichen können einen Beitrag dazu leisten. Gleichzeitig kann damit die Biodiversität erhöht und ein Mehrfachnutzen in Richtung Rekreation und Freizeitnutzungsmöglichkeiten für die umliegende Bevölkerung generiert werden. Auch eine Kombination mit dem Indikator C1 ist dabei denkbar. Weiters ermöglicht dies auch einen Puffer-Effekt zu angrenzenden Schutzgebieten, wenn zusätzliche Flächen für diese Nutzungen den Schutzgebieten vorgelagert sind. Die Nähe zu Naturschutzgebieten soll die Bedeutung von zusammenhängenden Gebieten und deren Vergrößerung oder auch die Eignung als Trittsteine (kleinere Flächen, die als Übergang zwischen den Schutzgebieten dienen) für den Naturschutz hervorheben.

NHB-Ansatz:

Im Zentrum stand die **Renaturierung der Grundstücksflächen nach einem vollständigen Rückbau der Bestandsgebäude**. Das Szenario untersuchte, in welchem Ausmaß durch eine Wiederaufforstung **ökologische Kompensationen** geschaffen werden können. Das Ziel bestand darin, kontextbezogene Entwürfe für eine nachhaltige Flächennutzung zu entwickeln, die die Biodiversität, das Mikroklima und die Lebensqualität verbessern. Gleichzeitig sollte überprüft werden, welche Klimaschutzpotenziale – insbesondere durch Kohlenstoffspeicherung – auf den Flächen verfügbar wären, die dem Bausektor entzogen würden.

Die Bewertung erfolgte mithilfe des **Modells von De Rosa et al.**, das den biogenen Kohlenstoffspeicher von Wäldern über einen Referenzzeitraum von **50 Jahren** bilanziert. Dabei wurde zwischen zwei Szenarien unterschieden:

- **S1: Nadelwald** für Standorte oberhalb von 600 m Seehöhe (vgl. Knittelfeld),
- **S2: Laubwald** für Standorte unterhalb von 600 m Seehöhe (vgl. Marchtrenk, Korneuburg, Rosental).

Tabelle 2: Ausgewälte Parameter pro Szenario (S1 Nadelwald >600 m, S2 Laubwald <600 m). Grundlage für die Berechnung des biogenen Kohlenstoffspeichers nach De Rosa et al. Quelle: NHB/TU Graz (2024).

Parameter	S1: >600 MASL	S2: <600 MASL	Einheit
Umtriebszeit	70,00	70,00	a
Biomassezuwachs (BAI)	7,37	7,37	$m^3\ ha^{-1}\ a^{-1}$
Darrdichte von Holz	0,40	0,58	$t\ C\ dm^{-1}$
Kohlenstofffaktor	0,51	0,48	-
Verhältnis (B.G./A.G.)	0,30	0,31	$t\ dm\ m^{3\ -1}$
$BCEF_S$	0,70	0,80	$t\ C\ dm^{-1}$

In die Berechnungen flossen Parameter wie Biomassenzuwachs, Darrdichte von Holz, Kohlenstofffaktor, das Verhältnis von ober- zu unterirdischer Biomasse sowie Wachstums- und Zerfallsfunktionen ein. Die Modellierung erlaubte eine dynamische Abbildung der Kohlenstoffspeicherung und -freisetzung über die gesamte Standzeit hinweg.

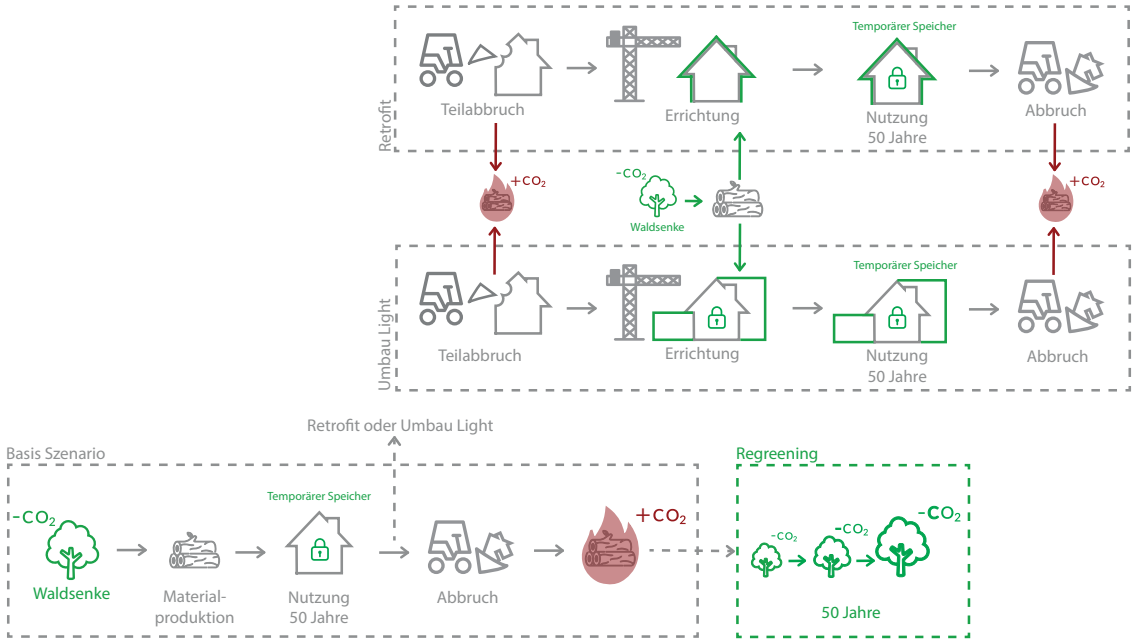


Abbildung 89: Methodenmatrix zum Szenario „III Re-Greening“. Dargestellt ist der Ablauf von Rückbau/Teilabbruch und Entsiegelung über die Wiederbegrünung bis zur 50-jährigen Nutzungsphase des Areals. Die Bilanzierung umfasst Abbruchprozesse und die Wirkung der **Waldsenke** (dauerhafte CO_2-Bindung durch Aufwuchs), während keine neuen Bauemissionen entstehen. Die Ergebnisse dienen als Referenz gegenüber den Basis- und Ausbauszenarien IV Retrofit oder V Umbau „Light“. Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Ergebnisse

Die Simulationen zeigen, dass innerhalb von 50 Jahren **≈ 400–415 t CO_2 pro Hektar** in Waldsystemen gebunden werden können. Der Unterschied zwischen Nadel- und Laubwald bleibt dabei gering. Deutlich wird der Effekt erst bei aktivem forstwirtschaftlichem Management: Durch Auslichtung und Entfernung von Totholz konnte eine Bindung von über **600 t CO_2 pro Hektar** erzielt werden. Die jährlichen Zuwächse und Abnahmen sind in den dynamischen Kohlenstoffkurven dargestellt:

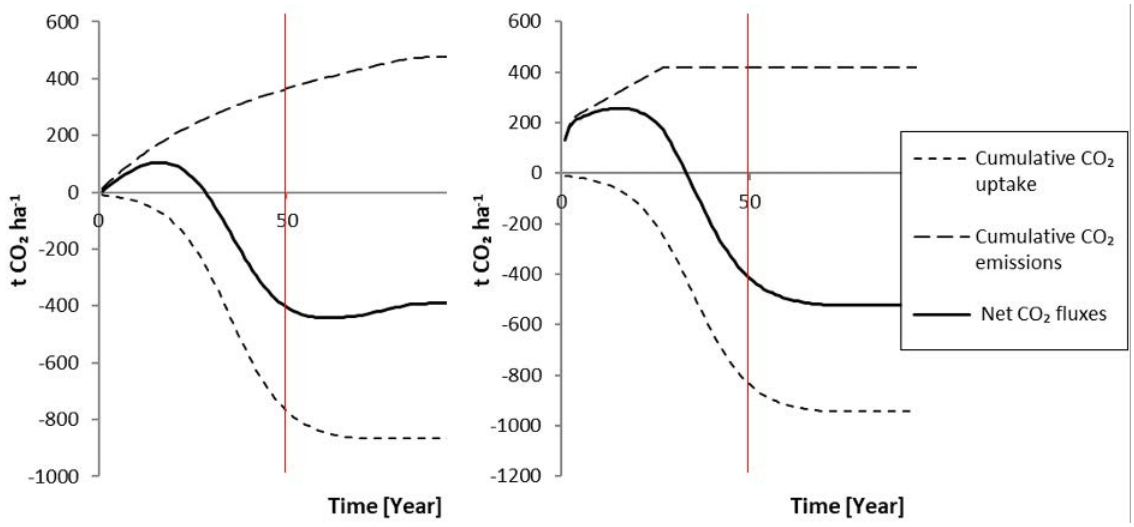


Abbildung 90: Dynamische Kohlenstoffflüsse im **Szenario S1 „Nadelwald" (links) und Szenario S2 „Laubwald" (rechts)** über einen Zeitraum von 50 Jahren pro Hektar. Quelle: NHB/TU Graz (2024).

Umgelegt auf die vier Projektliegenschaften ergibt sich eine Bandbreite von **114 t CO_2 (Marchtrenk)** bis über **1.000 t CO_2 (Rosental)**, die theoretisch als temporärer biogener Speicher über 50 Jahre bereitgestellt werden könnte.

Tabelle 3: Vergleich der gespeicherten CO_2-Mengen (t/50 Jahre) bezogen auf die vier untersuchten Liegenschaften. Quelle: NHB/TU Graz (2024).

		CO_2-Speicherung für Referenzzeitraum von 50 Jahren	
Liegenschaft	**Grundstück [m^2]**	**Szenario 1 [t CO_2]**	**Szenario 2 [t CO_2]**
STMK Knittelfeld	5052,00	204,05	209,53
OÖ Marchtrenk	2.755,98	N/A	114,30
NÖ Korneuburg	7.638,00	N/A	316,78
STMK Rosental	21.279,85	N/A	1.026,50

Diskussion

Das Szenario verdeutlicht das **hohe Klimaschutz- und Biodiversitätspotenzial einer vollständigen Renaturierung**, weist aber auch deutliche Einschränkungen auf:

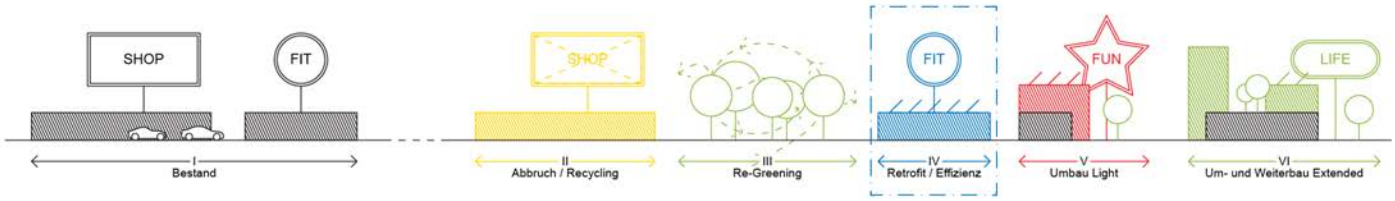
- Die bauliche Ressource geht dauerhaft verloren, was ökonomische Nutzungsmöglichkeiten ausschließt.
- Der Pflegeaufwand für neu angelegte Wälder bleibt langfristig bestehen.
- Externe Faktoren wie Schädlingsbefall, Extremwetter oder Bodenqualität wurden im Modell nicht berücksichtigt.

Der temporäre biogener Speicher fasst die zentralen Ergebnisse zusammen und zeigt, dass eine Renaturierung zwar eine kurzfristige CO_2-Senke schaffen kann, deren Stabilität jedoch von vielen unsicheren Faktoren abhängt.

Fazit

Das Re-Greening-Szenario stellt den radikalsten Schritt innerhalb der Forschungsmatrix dar. Es ersetzt die gebaute Ressource durch eine **rein ökologische Nutzung** und dient somit als **theoretischer Gegenpol zu allen baulichen Weiterentwicklungsszenarien**. Seine Ergebnisse verdeutlichen die ökologische Wertigkeit von Entsiegelung, weisen jedoch auch auf die Grenzen einer ausschließlich naturbasierten Lösung im Kontext suburbaner Transformationsstrategien hin.

6.3.11. Szenario: IV Retrofit/Effizienz



Modell und Expertise
Das Szenario „IV Retrofit/Effizienz" wurde auf der Ebene des baulichen Bestands untersucht. Fachlich beteiligt waren das Institut für Gebäudelehre (IGL, TU Graz), WMV Immobilien AG (Wien) und die Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen (NHB, TU Graz).

Inhalte und Ziele
Im Fokus stand die energetische Nachrüstung der bestehenden Gebäude bei gleichzeitiger Beibehaltung der Nutzung. Ziel war es, die Objekte so aufzurüsten, dass sie den Anforderungen einer klimaneutralen Stadt im Jahr 2050 entsprechen – also „2050 ready". Dies umfasst die Reduktion des Energieverbrauchs, den Einsatz erneuerbarer Energien sowie die Verwendung nachhaltiger Materialien. Der räumliche Status quo bleibt dabei weitgehend erhalten, die Maßnahmen konzentrieren sich auf die technische Leistungsfähigkeit.

Methodik und Berechnungen
Für die Bewertung wurden drei Ebenen miteinander verknüpft:

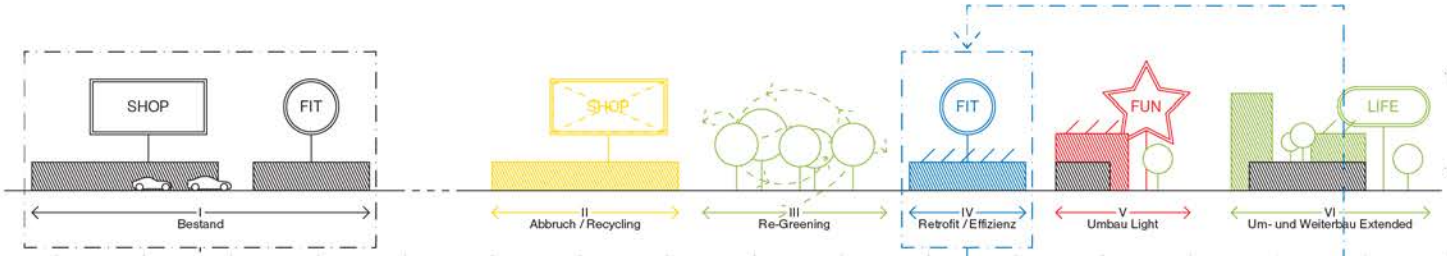
1. **Sanierungskonzept im Hochbau** – Auf- und Umrüsten von Fassaden, Dächern und konstruktiven Bauteilen.
2. **Nachhaltigkeit / Ökobilanzierung / Energie** – Ökobilanzierungen, Ökobilanzn und Energiekennwerte (Methodenmatrix).

Als energetische Referenz diente das Forschungsprojekt *PULSE-AT* (Alaux et al. 2024). Für die Sanierungsvarianten wurden Zielwerte von **0,13 W/m²K** (Boden gegen Erdreich), **0,16 W/m²K** (Außenwände) und **0,08 W/m²K** (Dach) angesetzt. Grundlage hierfür waren **Massenanalysen** sowie der im Projekt entwickelte **Katalog der Entwurfselemente**, der Baukonstruktionen und Materialien systematisch erfasst.

Allgemeine Erläuterungen und Beispiele finden sich in Kapitel 5.3. „Katalog der Entwurfselemente" sowie in der Methodenmatrix zum Szenario „IV Retrofit/Effizienz'" (Abb. S.98), welche Ablauf, Bilanzierung und Bewertungsgrößen zusammenfasst.

METHODENMATRIX: RETROFIT

NHB



01 MATRIX

02 MENGENERMITTLUNG

Massentabellen

Umbau

03 ENERGIEAUSWEIS

04 ÖKOBILANZIERUNG

Bewertungs-methoden

Scope

Wirkungs-kategorie

Hintergrund-datenbank

Werkzeuge

EN 15978

EN 15978

GWPtotal

Ecoinvent 3.9.1 (+ TU Datenbank)

Python-Tool (Brightway)

05 BEWERTUNG
VERGLEICH BESTAND

≠

Betriebliche Emissionen
(GWP fossil+luluc)

Graue Emissionen
(GWP fossil+luluc)

Entfernter Biogener CO_2-Speicher

CO_2

Neuer Biogener CO_2-Speicher
(GWP biogenic)

06 RESULTATE

Rentiert sich RETROFIT?

\+

\−

ANNAHMEN EIGNEN SICH ALS GRUNDLAGE FÜR WEITERE SZENARIEN.

Abbildung 91: Methodenmatrix zum Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Der Ablauf umfasst Matrix, Mengenermittlung und Energieausweis, anschließende Ökobilanzierung mit Schwerpunkt GWP_total, die Bewertung im Vergleich zum Bestand mit betrieblichen und grauen Emissionen sowie biogener CO_2-Entnahme und führt zu den Resultaten „Rentiert sich Retrofit?“. Die getroffenen Annahmen dienen als Grundlage für weitere Szenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Ökologisch verträgliche Materialien

Ein zentraler Bestandteil des „Retrofit/Effizienz“-Szenarios war die Verwendung ökologisch verträglicher Baustoffe. In erster Linie kamen Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzfaser, Hanf, Schafwolle, Flachs oder Stroh zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch eine gute Wärmedämmleistung, eine geringe Umweltbelastung bei der Herstellung und ihre biologische Abbaubarkeit aus. Ergänzend wurde auf sortenreine Bauweisen geachtet, sodass Bauteile am Ende ihres Lebenszyklus leicht rückgebaut und die Materialien getrennt wiederverwendet werden können. Damit trägt das Szenario nicht nur zur Verbesserung der Energieeffizienz, sondern auch zur Stärkung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft bei.

Adaptierung des Bestands

Die folgenden Tafeln stellen ausgewählte, exemplarisch entwickelte Schichtaufbauten den jeweiligen Bestandsaufbauten gegenüber. Obwohl die Systeme für jede Liegenschaft spezifisch angepasst wurden, veranschaulichen sie Ausschnitte der Logik des Vorgehens und der Entscheidungswege zwischen Erhalt, Ergänzung und Ersatz.

Die Übertragung der Prinzipien auf die untersuchten Liegenschaften hat die hohe Robustheit des Ansatzes gezeigt: Tragwerks- und Hüllenstrategien lassen sich modular übertragen, während Detailtiefe, Materialwahl und Eingriffstiefe standort- und programmabhängig justiert werden müssen.

Boden gegen Erdreich

Die erdberührenden Decken stellten die größte Herausforderung dar. Aufgrund der geringen Aufbauhöhe von nur 15 cm können nur eingeschränkt hochwertige Dämmmaterialien eingesetzt werden. Zwar lassen sich die geforderten U-Werte mit Vakuum-Dämmsystemen erreichen, diese sind jedoch sowohl kostenintensiv als auch ökologisch problematisch. Eine Erhöhung des Fußbodenaufbaus hätte zudem die Barrierefreiheit beeinträchtigt, weshalb diese Lösung gewählt wurde.

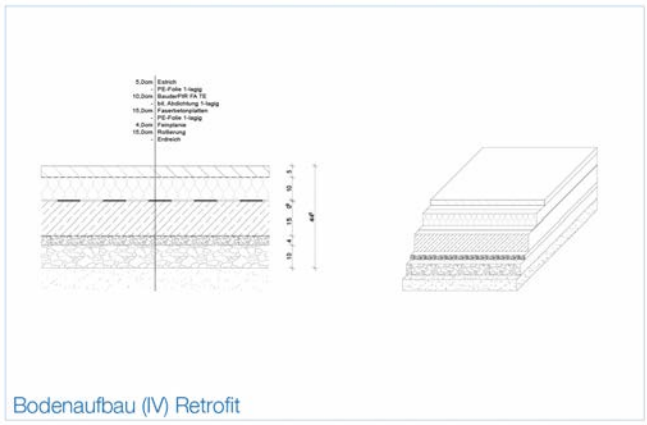


Abbildung 92: Bodenaufbau *Retrofit*: Estrich (5 cm), PE-Folie (-), PIR-Dämmung (10 cm), bituminöse Abdichtung (-), Faserbetonplatten (15 cm), PE-Folie, Feinplanie (4 cm), Rollierung (15 cm) über Erdreich.
Gesamtaufbau: 44,5 cm; U-Wert: 0,213 W/m²K; GWP total: 130.846 kgCO_2eq

Außenwände

Die bestehenden Schichten der Außenwände wurden vollständig zurückgebaut und durch leistungsfähigere Konstruktionen ersetzt. Dabei kamen vor allem Holzfaser- und Hanfdämmstoffe zum Einsatz, die den angestrebten U-Wert sicherstellen. Zusätzlich wurde eine Variante mit Holzständerwänden untersucht, in die flexible Holzfaserdämmplatten integriert werden können, um die thermische Effizienz weiter zu steigern.

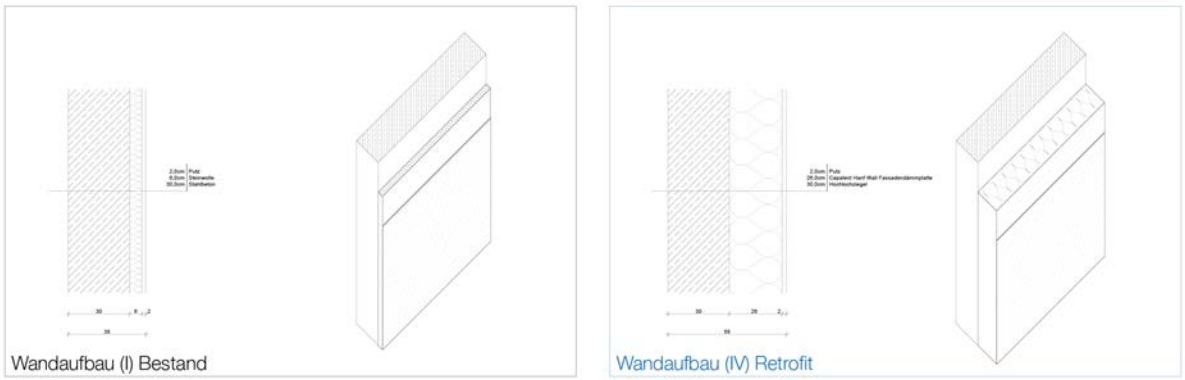


Abbildung 93: Wandaufbau *Bestand* (links): Innenputz (2 cm), Steinwolle (6 cm), Stahlbeton (30 cm);
und *Retrofit* (rechts): Innenputz (2 cm), Hanfdämmplatte (26 cm), Stahlbeton (30 cm).
Gesamtaufbau: 58 cm; U-Wert: 0,153 W/m²K; GWP total: 36.748 kgCO_2eq

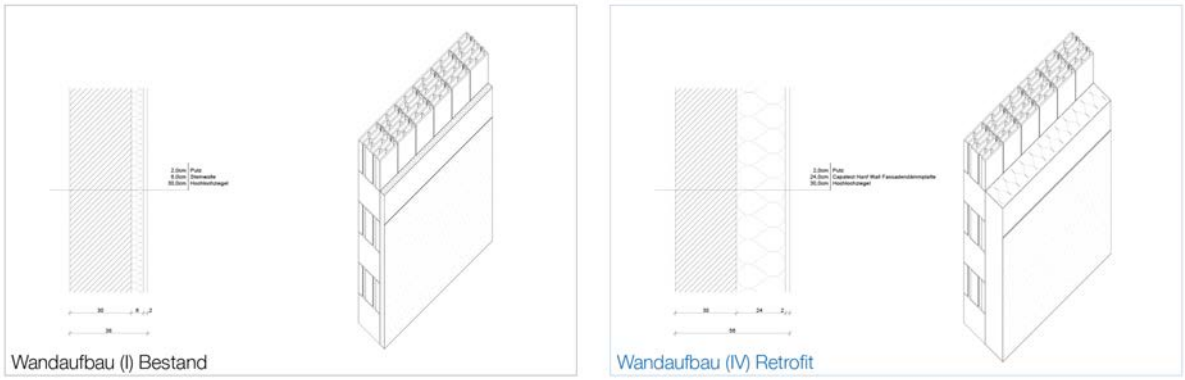


Abbildung 94: Wandaufbau *Bestand* (links): Innenputz (2 cm), Steinwolle (6 cm), Hochlochziegel (30 cm);
und *Retrofit* (rechts): Innenputz (2 cm), Hanfdämmplatte (24 cm), Hochlochziegel (30 cm).
Gesamtaufbau: 56 cm; U-Wert: 0,158 W/m²K; GWP total: 36.748 kgCO_2eq

Dach

Auch das Dach wurde umfassend erneuert. Sowohl die Abdichtungs- als auch die Dämmebene wurden ersetzt. Vorgesehen ist ein industrielles Leichtbaudach, das für die Integration von Photovoltaikanlagen vorbereitet ist. So werden energetische Performance und Potenzial zur Eigenstromerzeugung kombiniert.

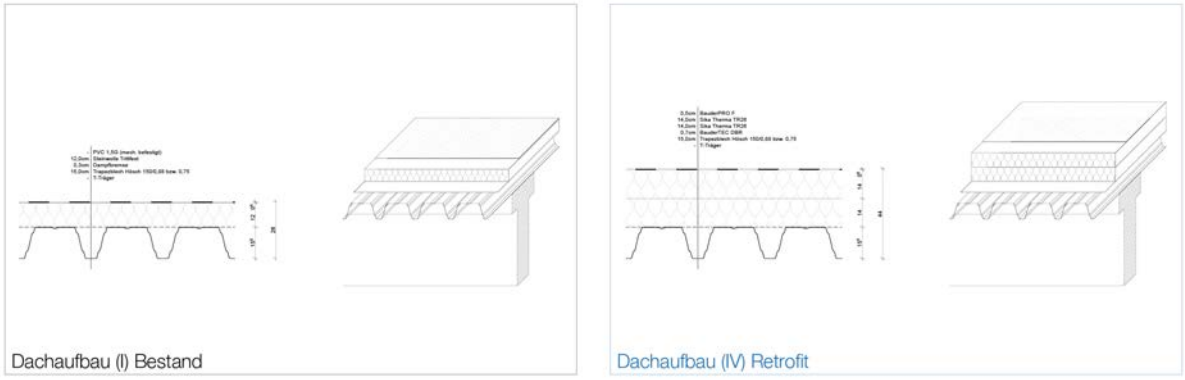


Abbildung 95: Dachaufbau *Bestand* (links): PVC-Abdichtung (-), Trittfeste Steinwolle (12 cm), Dampfbremse (0,3 cm), Trapezblech (15 cm); und *Retrofit* (rechts): Kunststoffabdichtung (0,5 cm), PIR-Dämmung (14 cm + 14 cm), Dampfbremse (0,7 cm), Trapezblech (15 cm). Gesamtaufbau: 42-44 cm; U-Wert: 0,076 W/m²K; GWP total: 582.274 kgCO_2eq

Ergebnisse

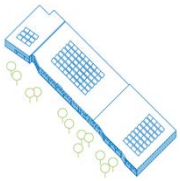
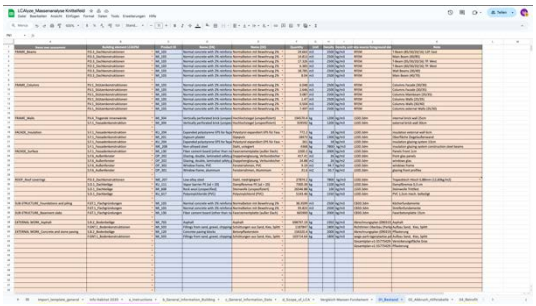
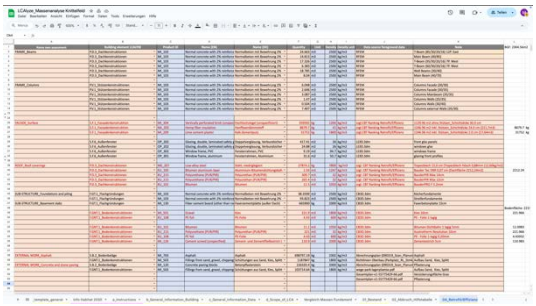
Das Szenario „IV Retrofit/Effizienz“ zeigt, dass Bestandsgebäude durch gezielte Sanierungen technisch so aufgerüstet werden können, dass sie den Standard „2050 ready“ erreichen. Durch den Einsatz nachhaltiger Materialien und moderner Gebäudetechnik wird die Energieeffizienz deutlich gesteigert, die Betriebskosten signifikant reduziert und ein relevanter Beitrag zur Klimaneutralität geleistet. Gleichzeitig werden aber auch die Grenzen sichtbar: Bestimmte Bauteile, insbesondere die Decke gegen Erdreich, lassen sich nur eingeschränkt optimieren und die funktionale Monostruktur der Gebäude bleibt trotz technischer Modernisierung bestehen.

6.3.12. IV Retrofit/Effizienz: 4 Liegenschaften

IV Retrofit/Effizienz: Knittelfeld

Die Übertragung des Szenarios „IV Retrofit/Effizienz“ auf die Liegenschaft in Knittelfeld zeigt deutlich das ökologische Potenzial einer gezielten technischen Nachrüstung bei gleichbleibender Nutzung. Aufbauend auf der Bestandsanalyse, die einen sehr hohen Anteil betrieblicher Emissionen (≈ 87 % der Gesamtemissionen) infolge der gasbasierten Wärmeversorgung auswies, wurde das Sanierungsszenario auf eine substanzschonende, aber energetisch wirksame Verbesserung ausgelegt.

Im Vergleich zum Szenario „I Bestand“ zeigt die Liegenschaft im Szenario „IV Retrofit/Effizienz“ folgende Entwicklung:

I Bestand	IV Retrofit/Effizienz
	
	

Maßnahmen und Ansatz

Im Retrofit/Effizienz-Szenario bleibt die Grundstruktur des Gebäudes vollständig erhalten. Die Betontragstruktur wird weiterverwendet und erfährt keine zusätzlichen Emissionen aus Neubauanteilen. Der Eingriff konzentriert sich auf die *technische Gebäudeausrüstung* und die Gebäudehülle:

- Austausch des bestehenden **Erdgasheizsystems** durch eine **elektrische Wärmepumpe**,
- Installation von **≈ 70 m² Solarabsorberflächen** zur Unterstützung der Warmwasserbereitung,
- Verbesserung der *thermischen Gebäudehülle* durch **nachträgliche Dämmmaßnahmen** in Dach- und Wandbereichen nach den im Katalog der Entwurfselemente festgelegten Zielwerten.

Damit wird das Prinzip der **Wiederverwendung des Tragwerks** und der **minimierten Materialinvestition** umgesetzt, wodurch die GWP Emissionen der Bauphase deutlich reduziert werden.

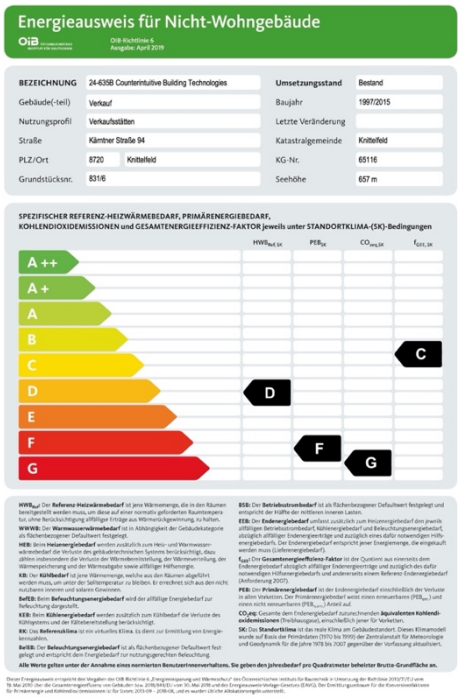


Abbildung 96: (Knittelfeld) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

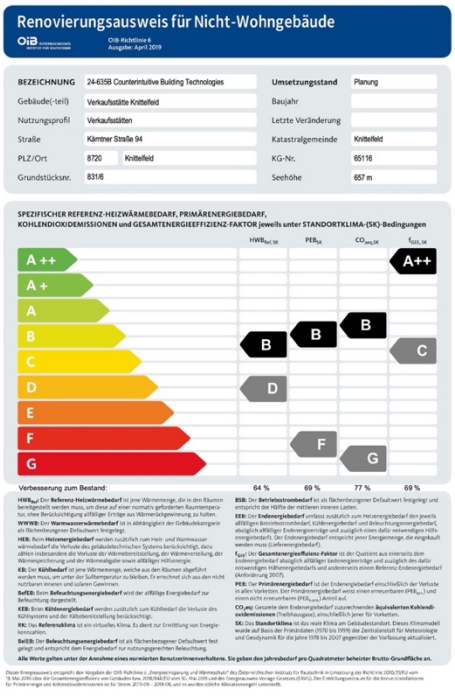


Abbildung 97: (Knittelfeld) Energieausweis IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Ergebnisse der Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung (LCA) zeigt eine **signifikante Reduktion der Treibhausgasemissionen** im Vergleich zum Bestand. Während im Ausgangszustand ein Gesamtpotenzial von 9.645.370 kg CO_2 eq. ermittelt wurde, sinkt der Wert im Retrofit-Szenario auf 2.559.791 kg CO_2 eq. Dies entspricht einer **Einsparung von 6.000.314 kg CO_2 eq.** beziehungsweise 2.659 kg CO_2 eq./m² Bruttogrundfläche.

Im Einzelnen **verringern sich die betrieblichen Emissionen (B6)** durch den Systemwechsel von Erdgas auf Wärmepumpe von **8.412.293 kg CO_2 eq.** auf **1.904.126 kg CO_2 eq.**, während die konstruktionsbezogenen Emissionen aufgrund der ergänzenden Maßnahmen mit 655.665 kg CO_2 eq. nur moderat ansteigen. Das Verhältnis zwischen investierten und eingesparten Emissionen fällt deutlich zugunsten der Nutzung aus: **Die vermiedenen betriebsbedingte Emissionen übersteigen die zusätzlichen konstruktionsbedingte Emissionen um ein Vielfaches**.

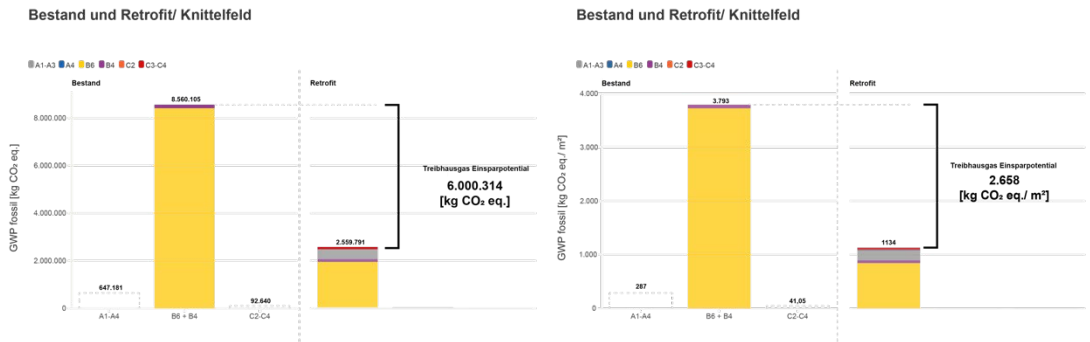


Abbildung 98: links (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung).

Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 6,00 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 6.000.314 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 99: rechts (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 2.658 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Bewertung

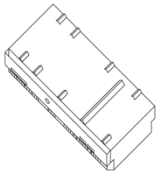
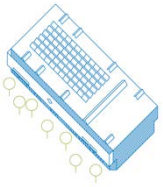
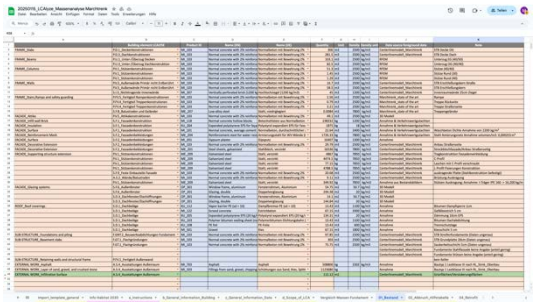
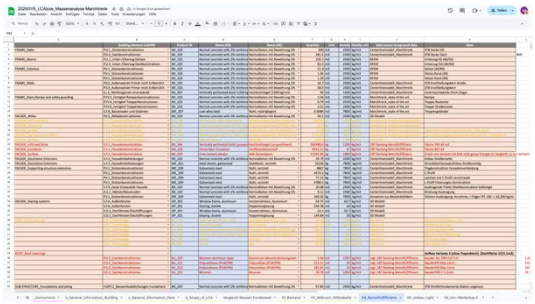
Das Retrofit-Szenario für Knittelfeld belegt, dass der bestehende Gebäudetyp mit gezielten Maßnahmen „2050 ready“ gemacht werden kann. Der Ersatz fossiler Systeme, die Integration erneuerbarer Energiequellen sowie die Verwendung ökologisch verträglicher Dämmstoffe ermöglichen eine **Reduktion der Emissionen um rund 62 %** über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren.

Darüber hinaus bestätigt der Vergleich, dass die Wiederverwendung der Tragstruktur und die Beschränkung der Eingriffe auf energetisch wirksame Bauteile ein **optimales Verhältnis von Aufwand zu Wirkung** erzielen. Das Gebäude erfüllt die Zielsetzung des Szenarios IV beispielhaft: Es sichert den Bestand langfristig durch Effizienzsteigerung und nachhaltige Materialwahl und verringert gleichzeitig die Ökobilanz signifikant. Damit wird das Szenario IV Retrofit/Effizienz als technisch und ökologisch wirksame Strategie bestätigt, die den Bestand ressourcenschonend und zukunftsfähig weiterführt.

IV Retrofit/Effizienz: Marchtrenk

Die Anwendung des Szenarios „IV Retrofit/Effizienz“ auf die Liegenschaft in Marchtrenk verdeutlicht, dass selbst bei einem baulich einfachen Bestandsgebäude erhebliche Einsparpotenziale erzielt werden können, wenn die energetische Sanierung gezielt auf Systemtausch und Hülloptimierung ausgerichtet ist. Im Bestand wies das Objekt einen hohen Anteil betrieblicher Emissionen auf, der überwiegend aus der gasbasierten Wärmeversorgung resultierte.

Im Vergleich zum Szenario „I Bestand“ zeigt die Liegenschaft im Szenario „IV Retrofit/Effizienz“ folgende Entwicklung:

I Bestand	IV Retrofit/Effizienz
	
	

Maßnahmen und Ansatz

Das Retrofit/Effizienz-Szenario verfolgt einen Effizienzansatz bei gleichbleibender Gebäudestruktur. Die Tragkonstruktion aus Stahlbeton wird vollständig weiterverwendet, wodurch keine zusätzlichen grauen Emissionen aus Neubauanteilen entstehen. Die Sanierungsmaßnahmen konzentrieren sich auf die energetische Hülle und die Anlagentechnik:

- Ersatz der bestehenden Gasheizung durch eine Wärmepumpe mit Flächenheizungssystem,
- Installation von rund 93 m^2 Solarabsorberflächen zur Unterstützung der Warmwasserbereitung,
- Verbesserung der thermischen Hülle durch Dämmung von Dach- und Wandflächen nach den im Katalog definierten Zielwerten.

Das Konzept folgt dem Prinzip des minimalen Eingriffs: Der Bestand wird funktional beibehalten, aber technisch so ertüchtigt, dass er den Anforderungen einer klimaneutralen Betriebsweise entspricht.

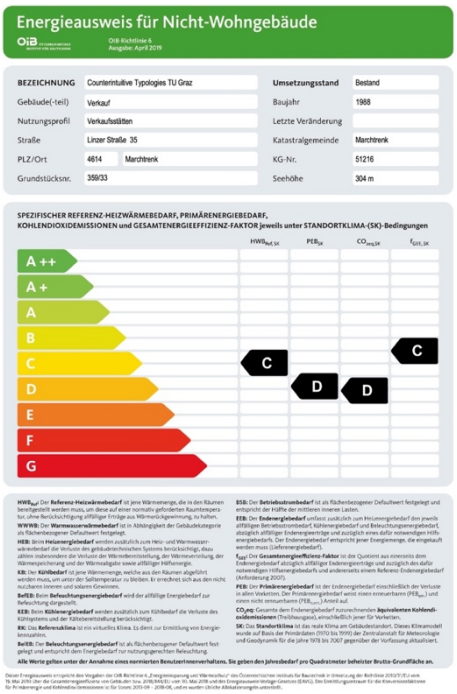


Abbildung 100: (Marchtrenk) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

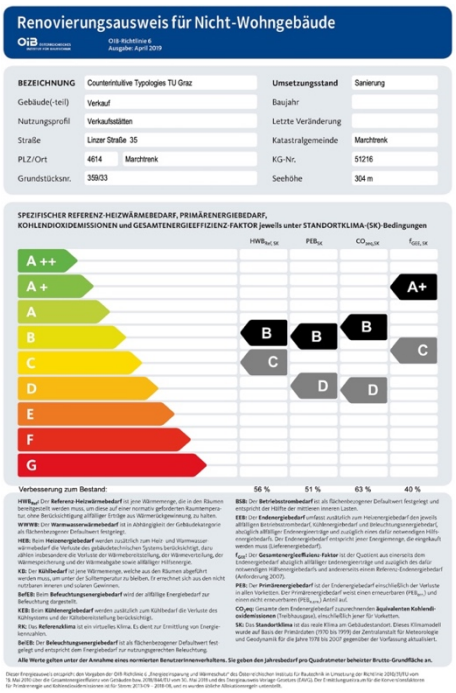


Abbildung 101: (Marchtrenk) Energieausweis IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Ergebnisse der Ökobilanz

Die Ökobilanz (LCA) zeigt eine **deutliche Reduktion des Treibhausgaspotenzials**. Im Ausgangszustand beträgt die Gesamtemission 7.207.085 kg CO_2 eq., während das Retrofit-Szenario einen Wert von 3.045.163 kg CO_2 eq. erreicht. Daraus ergibt sich ein **vermeidbares Emissionspotenzial von 4.161.923 kg CO_2 eq.**, was einer Einsparung von 1.380 kg CO_2 eq./m² Bruttogrundfläche entspricht.

Die **betrieblichen Emissionen (B6) reduzieren sich dabei von ≈ 6,7 Mio. kg CO_2 eq. auf 2,6 Mio. kg CO_2 eq.**, während die konstruktionsbezogenen Emissionen (A1–A4) mit 442.378 kg CO_2 eq. deutlich geringer ausfallen als im Bestand. **Somit übersteigen die eingesparten Nutzungsemissionen die zusätzlichen Bauemissionen um ein Vielfaches**.

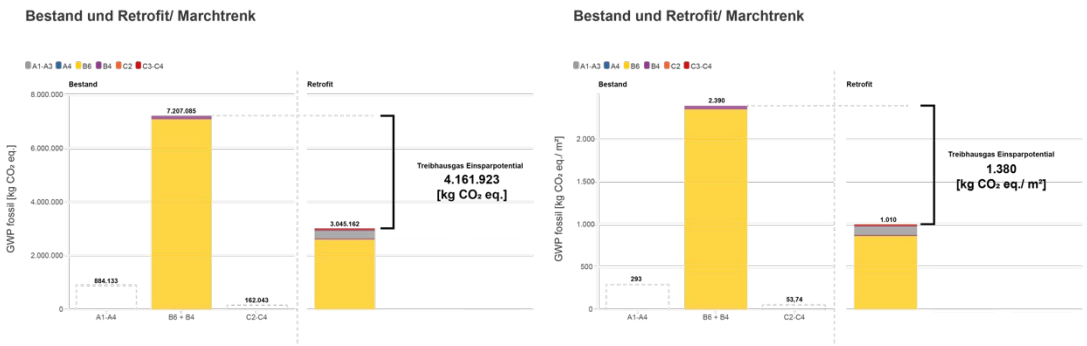


Abbildung 102: links (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 4,162 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 4.161.923 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 103: rechts (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 1.380 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Bewertung

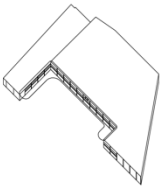
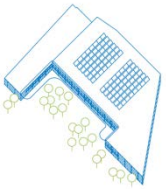
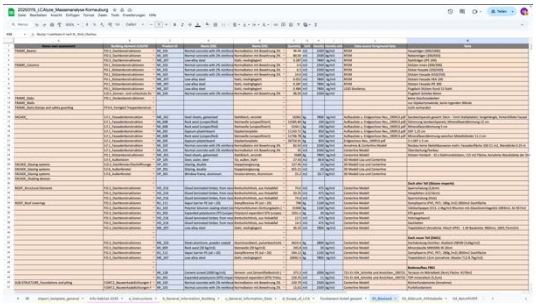
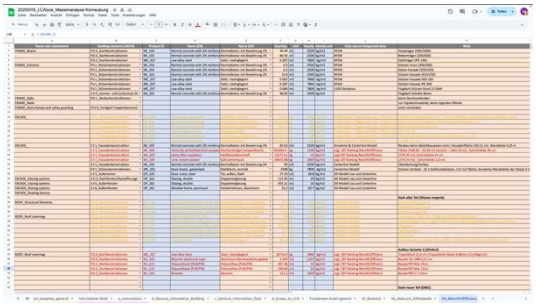
Das Szenario bestätigt, dass durch gezielte Effizienzmaßnahmen – insbesondere den Wechsel des Heizsystems, den Einsatz erneuerbarer Energiequellen und eine verbesserte thermische Hülle – eine **Emissionsminderung von ≈ 58 %** erreicht werden kann. Im Energieausweis zeigt sich die Sanierung zudem durch eine Verbesserung der Gesamtenergieeffizienzklasse auf A+, mit einem um 56 % reduzierten Heizwärmebedarf und einem um 63 % geringeren GHG-Ausstoß gegenüber dem Bestand.

Marchtrenk steht damit exemplarisch für die Wirksamkeit des Szenarios IV: **Mit überschaubaren technischen Eingriffen und hohem Rückbaugrad der Tragstruktur kann eine substanzielle Reduktion der Betriebs- und Lebenszyklusemissionen erzielt werden.** Das Gebäude erfüllt damit die Anforderungen eines zukunftsfähigen, ressourcenschonenden Bestandsobjekts, das den Pfad zur Klimaneutralität konsequent verfolgt.

IV Retrofit/Effizienz: Korneuburg

Die Anwendung des Szenarios „IV Retrofit/Effizienz“ auf die Liegenschaft in Korneuburg zeigt, dass selbst bei neueren Bestandsgebäuden substanzielle ökologische Verbesserungen durch gezielte Effizienzmaßnahmen möglich sind. Das Objekt war im Ausgangszustand durch eine konventionelle gasbasierte Wärmeversorgung geprägt, die den größten Anteil der Gesamtemissionen verursachte.

Im Vergleich zum Szenario „I Bestand“ zeigt die Liegenschaft im Szenario „IV Retrofit/Effizienz“ folgende Entwicklung:

I Bestand	IV Retrofit/Effizienz
	
	

Maßnahmen und Ansatz

Das Retrofit-Szenario für Korneuburg verfolgt den Ansatz einer weitgehend technischen Umrüstung bei vollständiger Beibehaltung der bestehenden Tragstruktur. Die zentralen Maßnahmen waren:

- Ersatz der **Gasheizung** durch eine **Wärmepumpe mit Flächenheizungssystem**,
- Installation von **≈ 127 m² Solarabsorberflächen** zur Unterstützung der Warmwasserbereitung,
- die **Optimierung der Gebäudehülle** nach den im Katalog der Entwurfselemente festgelegten Zielwerten.

Die **Tragstruktur aus Stahlbeton bleibt vollständig erhalten**; Eingriffe beschränken sich auf die technischen Systeme und die energetischen Schwachstellen. Damit folgt das Szenario dem Prinzip der Re-Use-Strategie, bei der die graue Energie der Primärkonstruktion erhalten und der Materialeinsatz auf die erforderlichen Ergänzungen minimiert wird.

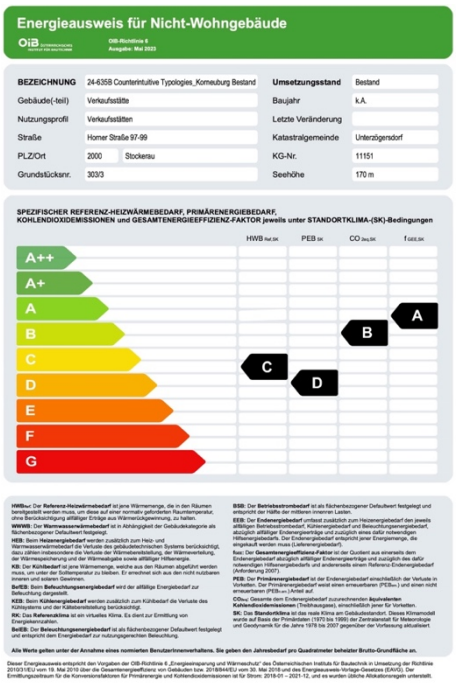


Abbildung 104: (Korneuburg) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

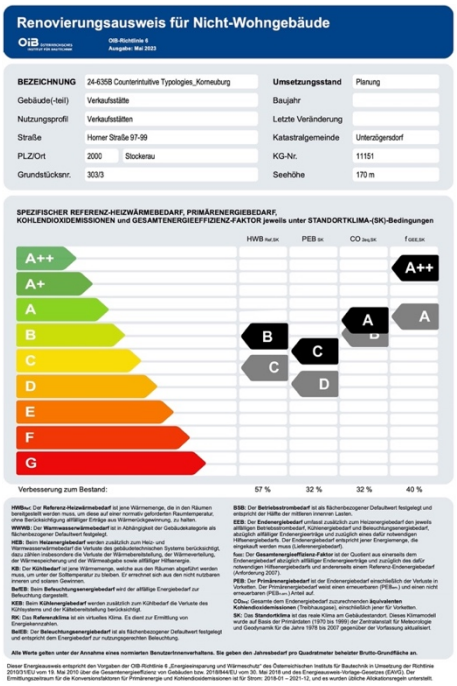


Abbildung 105: (Korneuburg) Energieausweis IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Ergebnisse der Ökobilanz

Die Ökobilanz (LCA) weist für das Retrofit-Szenario eine **erhebliche Reduktion der Treibhausgasemissionen** aus. Während der Bestand eine Gesamtemission von 4.770.141 kg CO_2 eq. aufwies, beträgt der Wert nach Sanierung 4.156.849 kg CO_2 eq. – das entspricht einer **Einsparung von 613.291 kg CO_2 eq**. beziehungsweise 149 kg CO_2 eq./m².

Die **betrieblichen Emissionen (B6) werden durch den Systemwechsel nahezu vollständig eliminiert**. Die verbleibenden konstruktionsbezogenen Emissionen resultieren aus der Materialerneuerung der Hülle und dem Einsatz technischer Anlagen. Der Vergleich zeigt, dass der einmalige Emissionsaufwand der Sanierung durch die vermiedenen Nutzungsemissionen bereits nach kurzer Betriebszeit kompensiert wird**.**

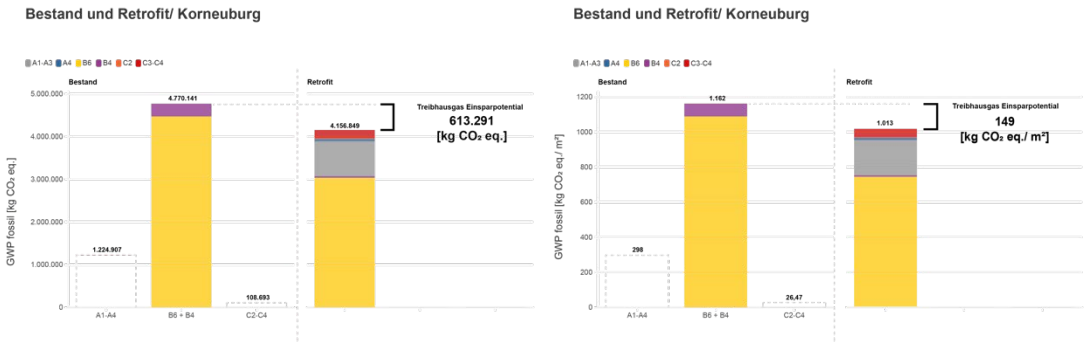


Abbildung 106: links (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,613 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 613.291 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 107: rechts (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 149 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Bewertung

Das Retrofit-Szenario für Korneuburg erzielt eine Reduktion der **Gesamtlebenszyklusemissionen um ≈ 13 %** und markiert damit eine deutliche Verbesserung der ökologischen Performance.

Der Energieausweis bestätigt diese Entwicklung: Durch den Systemwechsel, die verbesserte Dämmung und den Einsatz erneuerbarer Energien verbessert sich die Gesamtenergieeffizienzklasse auf A++, der Heizwärmebedarf sinkt um 57 %, der Primärenergiebedarf um 32 %, und der GHG-Ausstoß reduziert sich um 32 % gegenüber dem Bestand.

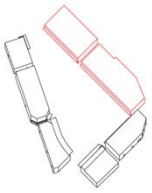
Korneuburg verdeutlicht, dass auch **moderat transformierte Gebäude durch gezielte technische Sanierung einen substanziellen Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands leisten können**. Das Objekt erfüllt damit die Zielsetzungen des Szenarios IV in exemplarischer Weise: technische Effizienzsteigerung, Systemerneuerung und Ressourcenschonung als Basis einer klimaneutralen Bestandsentwicklung.

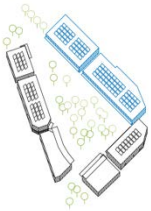
IV Retrofit/Effizienz: Rosental 1 und 2

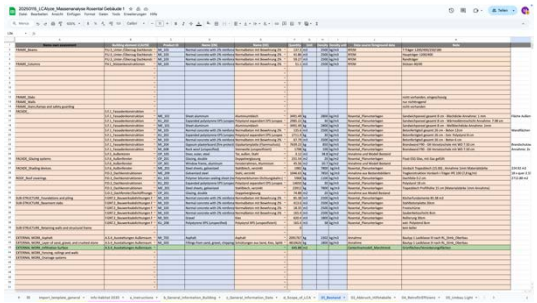
Die Anwendung des Szenarios „IV Retrofit/Effizienz“ auf die beiden Liegenschaften in Rosental an der Kainach zeigt exemplarisch, wie unterschiedlich dimensionierte, aber typologisch verwandte Bestandsgebäude durch gezielte technische Maßnahmen zu energieeffizienten und klimaneutralen Objekten transformiert werden können. Beide Gebäude zeichnen sich durch ähnliche Grundstrukturen aus, unterscheiden sich jedoch in Größe, Energiebedarf und Emissionsintensität.

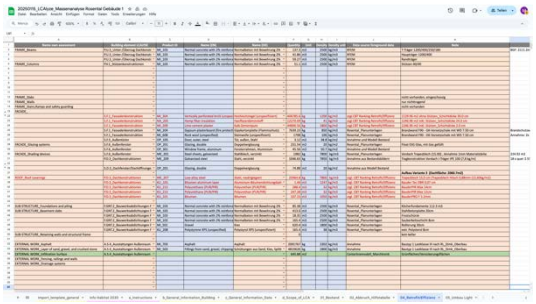
Im Vergleich zum Szenario „I Bestand“ zeigt die Liegenschaft im Szenario „IV Retrofit/Effizienz“ folgende Entwicklung:

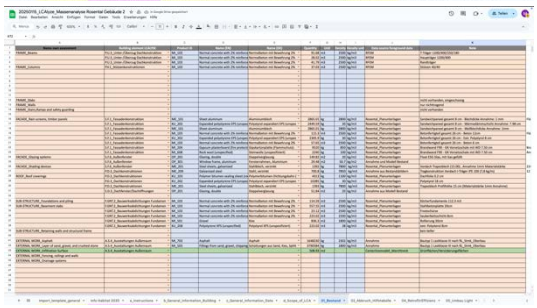
I Bestand	IV Retrofit/Effizienz

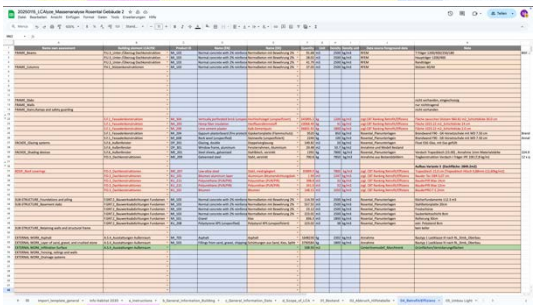












Maßnahmen und Ansatz

Für beide Objekte wurde die Tragstruktur aus Stahlbeton beibehalten und der Fokus auf die energetische Hülle sowie die technische Ausstattung gelegt. Die zentralen Maßnahmen umfassen:

- Ersatz der Gasheizung durch eine Wärmepumpe mit Flächenheizungssystem,
- Integration solarthermischer Anlagen (Rosental 1: 64 m², Rosental 2: 88 m²),
- energetische Verbesserung von Dach- und Wandflächen gemäß den Zielwerten des Katalogs nachhaltiger Entwurfselemente.

Damit folgt die Sanierung dem Prinzip der substanzerhaltenden Erneuerung: **Durch Wiederverwendung der Tragstruktur und gezielten Technikeinsatz** werden Eingriffe minimiert und ökologische Belastungen signifikant reduziert.

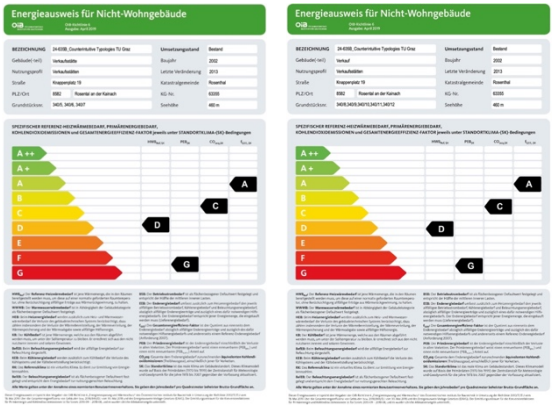


Abbildung 108: links (Rosental 1)/rechts (Rosental 2) Energieausweise I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

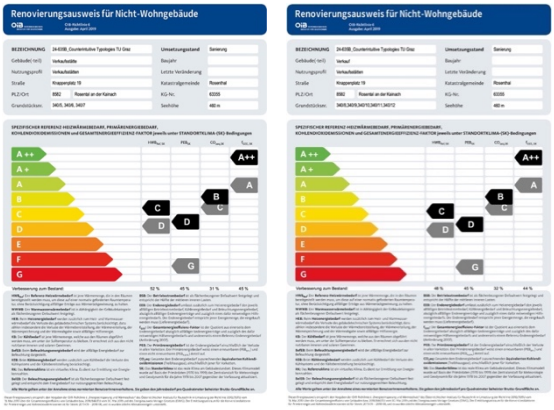


Abbildung 109: links (Rosental 1)/rechts (Rosental 2) Energieausweise IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Ergebnisse der Ökobilanz

Die Ökobilanz (LCA) belegt in beiden Fällen deutliche Emissionsminderungen:

Kennwert	Rosental 1	Rosental 2
Bestand (gesamt)	3.580.753 kg CO_2 eq.	4.564.300 kg CO_2 eq.
Retrofit (gesamt)	2.691.022 kg CO_2 eq.	3.666.801 kg CO_2 eq.
Einsparung (gesamt)	669.732 kg CO_2 eq.	897.500 kg CO_2 eq.
Einsparung (m² BGF)	325 kg CO_2 eq./m²	315 kg CO_2 eq./m²
Betriebliche Emissionen (B6)	2.207.498 kg CO_2 eq.	3.071.625 kg CO_2 eq.
Konstruktionsbezogene Emissionen (A1–A4)	483.524 kg CO_2 eq.	595.176 kg CO_2 eq.

Beide Objekte zeigen eine **ausgewogene Relation zwischen investierten und eingesparten Emissionen**. Der Materialmehraufwand durch Dämm- und Technikmaßnahmen wird innerhalb weniger Betriebsjahre durch die vermiedenen Betriebsemissionen kompensiert.

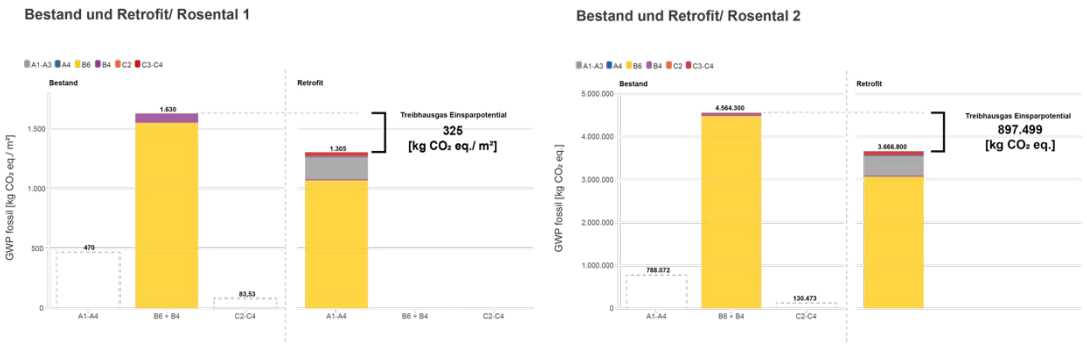


Abbildung 110: links (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,97 Mio. kg CO_2-Äq. zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 111: rechts (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,897 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 897.499 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

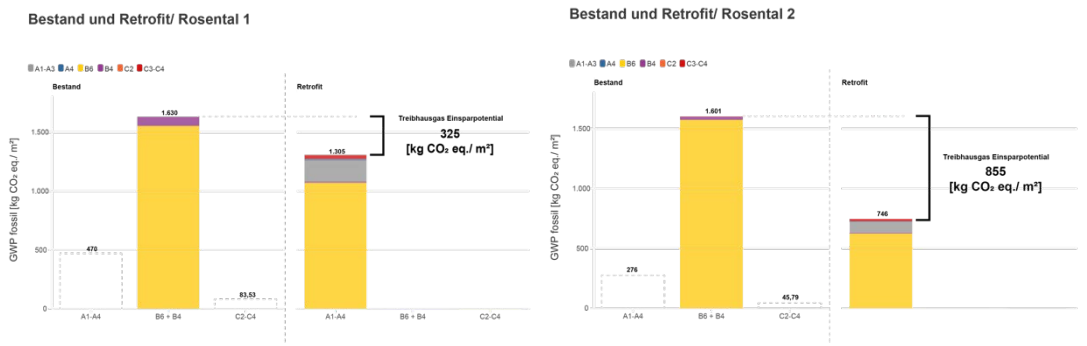


Abbildung 112: links (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 515 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 113: rechts (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 855 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Bewertung

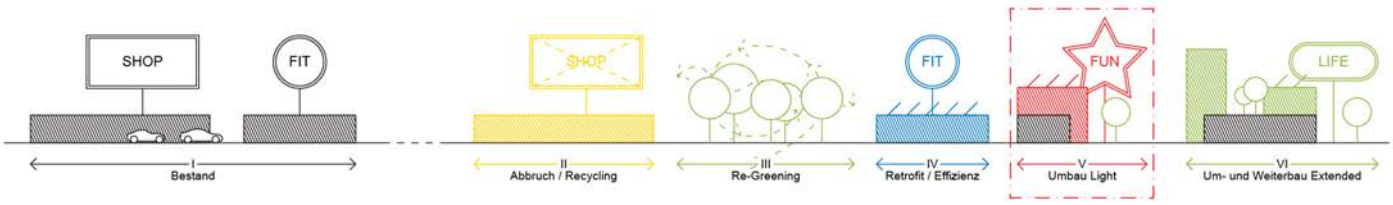
Die Ergebnisse unterstreichen die ökologische Wirksamkeit des Retrofit-Szenarios auch bei unterschiedlichen Gebäudeskalen.

- Rosental 1 erreicht eine **Emissionsreduktion von ≈ 19 %** über den Lebenszyklus und verbessert sich im Energieausweis auf A++, bei einem Rückgang des Heizwärmebedarfs um 52 %.
- Rosental 2 erzielt eine vergleichbare Verbesserung mit einer **Gesamtminderung der Emissionen um ≈ 20 %**, einer GHG-Reduktion um 32 % und einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz auf A++.

Beide Sanierungsvarianten zeigen, dass durch **technische Erneuerung bei gleichzeitigem Erhalt der Gebäudestruktur substanzielle ökologische Einsparungen realisiert werden** können.

Rosental 1 und 2 verdeutlichen gemeinsam, dass die Strategie des Szenarios IV – Effizienzsteigerung, Systemumstellung und nachhaltige Materialwahl – unabhängig von der Gebäudeskala anwendbar ist und zu einer messbaren Reduktion der Lebenszyklusemissionen führt.

6.3.13. Szenario: V Umbau „Light“



Modell und Expertise

Das Szenario „V Umbau ‚Light‘“ ist das erste konkrete Umbauszenario. Es wurde in Zusammenarbeit der Institute für Gebäudelehre (IGL, TU Graz), Tragwerksentwurf (ITE, TU Graz) und Nachhaltiges Bauen (NHB, TU Graz) sowie der WMV Immobilien AG (Wien) entwickelt.

Inhalte und Ziele

Aufbauend auf **Szenario IV Retrofit/Effizienz** werden der energetisch ertüchtigte Bestand und **gezielte Erweiterungen** kombiniert, um **zusätzliche, vermietbare Flächen** – vor allem Büro-/Shared-Office-Nutzungen – zu schaffen. Leitidee ist **„Mehr vom Gleichen“**: Die Erweiterung knüpft räumlich und funktional an den Bestand an und erhöht dessen Leistungsfähigkeit bei moderater Eingriffstiefe.

Methodik und Berechnungen

Grundlegende Entwurfsstrategien

Die im Rahmen von CBT untersuchten Liegenschaften in Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental sind typische, eingeschossige Fachmarkt- und Gewerbehallen in peripherer Lage. Sie zeichnen sich durch generische Grundrisse, große Spannweiten und einfache Bauweisen aus. Aus diesen Eigenschaften wurden drei grundlegende Strategien für eine Erweiterung abgeleitet: Erstens die Teilüberbauung oder Anbauten, also punktuelle Ergänzungen an den bestehenden Volumen für Büro- oder Dienstleistungsflächen. Zum anderen die komplette Überbauung, bei der die bestehende Tragstruktur bei Aufstockungen weiterverwendet wird. Und schließlich die überkragende Aufstockung bzw. Stapelung: Hier entstehen zusätzliche Flächen durch Konstruktionen, die über die Kubatur hinausragen.

Welche Strategie gewählt wird, hängt von der Bausubstanz, den rechtlichen Rahmenbedingungen und der Erschließungssituation ab. So eignet sich die kompakte Struktur in Knittelfeld für eine Aufstockung, während in Marchtrenk eine seitliche Erweiterung mit Freiraumaufwertung sinnvoll erscheint. In Rosental wiederum schränkt die Tragfähigkeit des Bestands die Möglichkeiten stärker ein, während die vorhandene Erschließung in Korneuburg Spielräume für eine funktionale Ergänzung bietet.

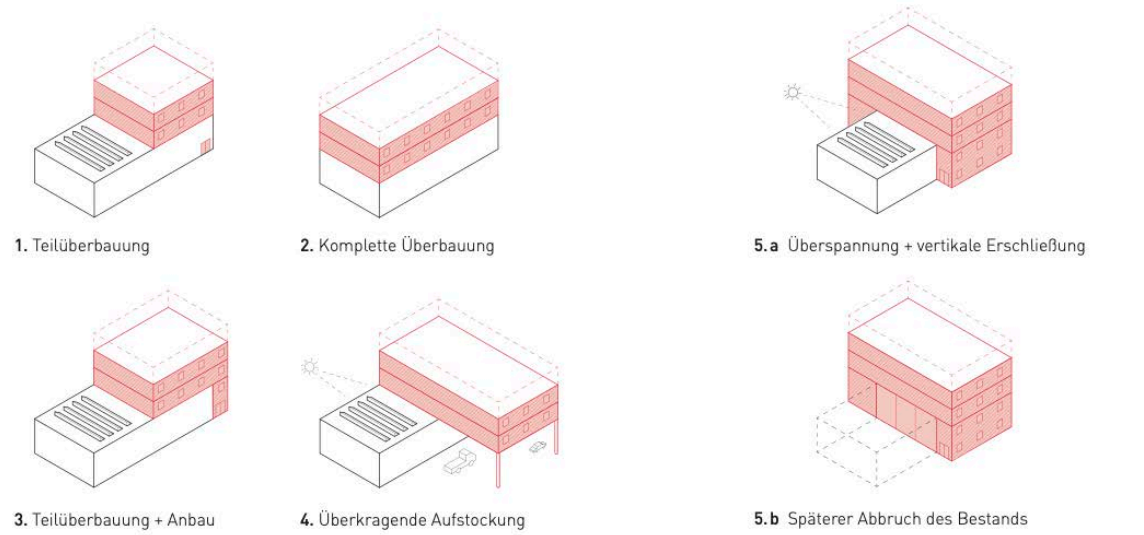


Abbildung 114: Prinzipien der Stapelung – schematische Strategien zur Überbauung und Verdichtung von Bestandsgebäuden. Quelle: AMUNT, Urban Sandwich. Quelle: AMUNT/Berchtold Kras (2022).

Eine Übersicht, der im Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt entstandenen und verwendeten Entwürfe ist im Kapitel „7.2 Diplomarbeiten und Lehrprojekte“ zu finden.

Statische Untersuchungen

Für die Tragwerksuntersuchung wurde eine methodische Vorgehensweise auf Basis von Fallstudien innerhalb der Forschungsmatrix entwickelt. Ausgangspunkt waren die Entwürfe von Laura Suvieri (Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg) und Moritz Zachhuber (Rosental), die verschiedenen Varianten der Überbauung zeigen. Darauf aufbauend wurden Tragwerksmodelle gebildet, die in ein 3D-Statikmodell übertragen und iterativ angepasst wurden. Es wurden Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) und Gebrauchstauglichkeit (SLS) berechnet, indem Lagerungsarten, Materialien, Querschnitte und Lastfälle definiert und variiert wurden.

Vergleichende Analyse

Die untersuchten Varianten wurden anhand von drei Kriterien systematisch bewertet:

- **Materialverbrauch:** Menge und Art der eingesetzten Materialien; Optimierungspotenziale im Tragwerk.
- **Nutzbare Geschosshöhe***:* Effizienz der Struktur durch reduzierte Deckenstärken.
- **Flexibilität:** qualitative Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Nutzungen.

Die bestgeeigneten Varianten flossen in die Entwürfe ein und bildeten die Grundlage für weiterführende Ökobilanzierung (LCA).

Sanierung und Erweiterung
Neben der Tragwerksanalyse umfasst das Szenario ein Sanierungskonzept für Fassaden, Dächer und konstruktive Bauteile (angelehnt an Szenario IV). Ergänzend sind An- und Umbauten zur Flächenerweiterung vorgesehen. Es wurden Kennzahlen zu den Themen Nachhaltigkeit, Lebenszyklus, Energieverbrauch und Betriebskosten berechnet, einschließlich erneuerter Haustechnik und Bauphysik.

Allgemeine Erklärungen der methodischen Ansätze sind unter „5.2. Zusammensetzung des Konsortiums“ zusammengefasst.

Ergebnisse
Das Szenario zeigt, dass die Liegenschaften durch einfache bauliche Erweiterungen um vermietbare Flächen ergänzt werden können, ohne dass tiefgreifende strukturelle Eingriffe erforderlich sind.

- **Potenziale:** relativ niedrige Investitionshürden, schnelle Umsetzbarkeit, zusätzliche Einnahmen durch neue Flächen, energetische Optimierung durch Sanierung.
- **Einschränkungen:** funktionale Bandbreite bleibt begrenzt, die räumlich-programmatische Diversifizierung ist nur eingeschränkt möglich.

6.3.14. Tragwerksprinzipien und Vorgehensweise

Zielbild und Geltungsbereich
Das Szenario „V Umbau ‚Light‘“ verfolgt eine bauliche Verdichtung und Aktivierung des Bestands mit minimalinvasiven Eingriffen und maximaler Weiter- bzw. Wiederverwendung vorhandener Tragstrukturen. Die statische Logik ist modular angelegt und für alle Liegenschaften des Projekts gültig: je nach Teilbereich werden zusätzliche Lasten entweder über dem Bestand geführt, mit ihm geteilt oder in ihn integriert. Knittelfeld dient exemplarisch der Erläuterung; die Prinzipien und Bewertungsmaßstäbe gelten kapitelübergreifend.

Vgl. Methodenmatrix zum Szenario „V Umbau ‚Light‘“ (Abb. S.120) für Ablauf, Prüfschritte und Bewertungsgrößen.

Methodenmatrix (standardisierter Ablauf)
Ausgehend von **02 Entwurf analysieren & gliedern** werden zunächst Teilvolumina, Funktionen, Spannweiten und potenzielle Kopplungspunkte identifiziert. Darauf folgt **03 Prinzipien der Tragwerksbildung**, bei dem jedem Bereich eine Prinzipienfamilie A/B/C zugeordnet wird. In **04 Tragwerksanalyse** wird ein 3D-Modell aufgebaut; Tragfähigkeit (ULS) und Gebrauchstauglichkeit (SLS) werden nachgewiesen, während Lasten und Konstruktion konsistent dokumentiert werden. Anschließend erfolgt **05 Bewertung** entlang der Kennwerte Materialverbrauch [t/m² BGF], Raumökonomie (lichte Höhe je zusätzliches Geschoss) und Flexibilität. Abschließend werden unter **06 Resultate** die Bestvariante in den Entwurf zurückgespielt und die Ergebnisse mit EA/LCA gekoppelt.

Prinzipien der Tragwerksbildung
Die Tragwerksbildung im Szenario „Umbau ‚Light‘“ beruht auf drei Prinzipienfamilien, die – einzeln

oder kombiniert – angewendet werden können. Die Wahl richtet sich nach Spannweiten, Eingriffstiefe, konstruktiver Robustheit des Bestands und den Anforderungen an Raumökonomie und Flexibilität.

A – Entkoppelt / Überspannen
Die neuen Aufbauten überspannen den Bestand weitgehend ohne statische Verbindung. Das trennt die Systeme klar und maximiert die Freiheit in den Bestandsgrundrissen. Dem stehen größere Spannweiten gegenüber, die höhere Bauteilhöhen und einen erhöhten Materialbedarf bedingen. Zwei Subtypen werden unterschieden: **A1 „Regal“** mit voll spannenden Decken und entsprechend hohen Deckendicken sowie **A2 „Tisch“** mit einer tragfähigen Primärplattform (z. B. Rost/Fachwerk), über der kurz gespannte Standarddecken liegen.

Bewertung: Gegenüber A1 reduziert A2 den Materialverbrauch bei zunehmender Geschosszahl signifikant und senkt die summierten Konstruktionshöhen typischerweise um etwa 25-40 %; SLS-Aspekte (Durchbiegung, Vorkrümmung) sind zu berücksichtigen.

B – Gekoppelt / Verstärken (inkl. Ertüchtigen)
Neu und Alt werden an ausgewählten Punkten konstruktiv gekoppelt oder der Bestand wird gezielt ertüchtigt (z. B. Stahluntergurte, CFK-Lamellen, Zusatzträger). Die Kopplung verkürzt wirksam die Spannweiten, ermöglicht schlankere Querschnitte und verbessert die Raumökonomie. Dem steht eine höhere Komplexität der Anschlussdetails, eine mögliche Momentenumlagerung im Bestand sowie die sorgfältige Berücksichtigung der Bauzustände gegenüber.

Bewertung: Gekoppelte bzw. ertüchtigte Lösungen weisen im Vergleich zum reinen Überspannen in der Tendenz den geringsten Materialverbrauch auf; Reduktionen bis in die Größenordnung von etwa 50 % sind – abhängig von Raster, Spannweite und Lastannahmen – erreichbar.

C – Verdichten / Durchstoßen
Neue Stützen oder Binder werden durch den Bestand geführt, die Spannweiten werden auf hochbautypische Raster verkürzt und die Aussteifung über Kerne, Diagonalen und Deckenscheiben organisiert. Der Eingriff in das bestehende Gefüge ist stärker, zugleich ermöglicht das Prinzip wirtschaftliche Standardquerschnitte, robuste Gebrauchstauglichkeit und hohe Flexibilität in den neuen Ebenen.

Vergleichende Bewertung
Wir vergleichen (i) Materialverbrauch [t/m² BGF], (ii) Raumökonomie (lichte Höhe) als Summe konstruktiver Höhen je zusätzliches Geschoss, (iii) Flexibilität (Grundrissneutralität/Umnutzbarkeit).

Tendenz: A2 „Tisch“ ist gegenüber A1 „Regal“ material- und höhenökonomischer; B (Koppeln/Ertüchtigen) erreicht die niedrigsten Materialmengen bei guter Raumökonomie; C ist bei sinnvoll begrenzten Spannweiten spezifisch wettbewerbsfähig und flexibel

Bemessungsannahmen und Nachweisführung
Zur Vergleichbarkeit werden einheitliche Annahmen getroffen: Nutzlastkategorien für Büro- und Versammlungsnutzungen (≈ 5,0 kN/m²), Standortlasten gemäß Norm (Schnee/Wind) und realistische Eigenlasten der Deckenaufbauten. Die Gebrauchstauglichkeit wird mit Richtwerten l/300 (Decken) und l/200 (Fassaden) nachgewiesen; für große Tragsysteme kommen Vorkrümmungen und abgestimmte Bauzustände zur Anwendung.

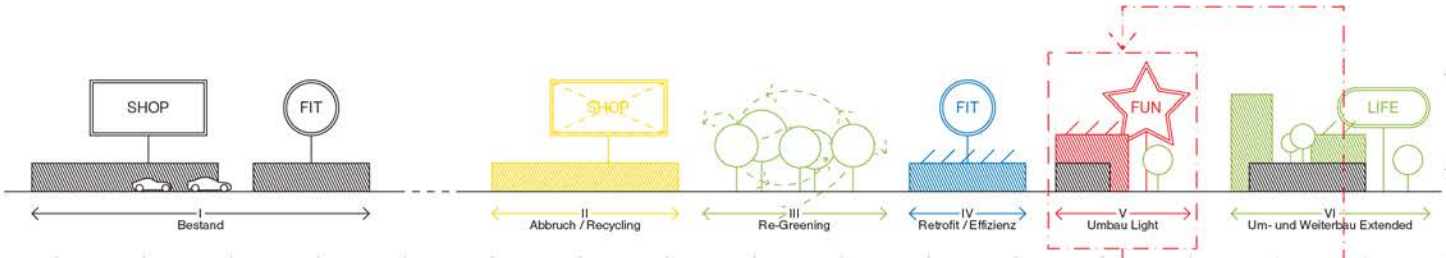
Entscheidungsmatrix (Anwendungshinweise)

- Große Spannweiten bzw. maximale Offenheit sprechen für A2 „Tisch“, sofern die Gebrauchstauglichkeit durch Vorkrümmungen und die Aktivierung von Kernen gesichert wird.
- Material- und Höhenoptimierung bei robuster Bestandsstruktur favorisiert B (Koppeln/Verstärken), wobei Anschlussdetails und Momentenumlagerungen frühzeitig zu klären sind.
- Gewünschte Regelraster und Standardbauweisen unterstützen C (Verdichten/Durchstoßen); Aussteifungskonzept und Integrationspunkte sind früh zu definieren.

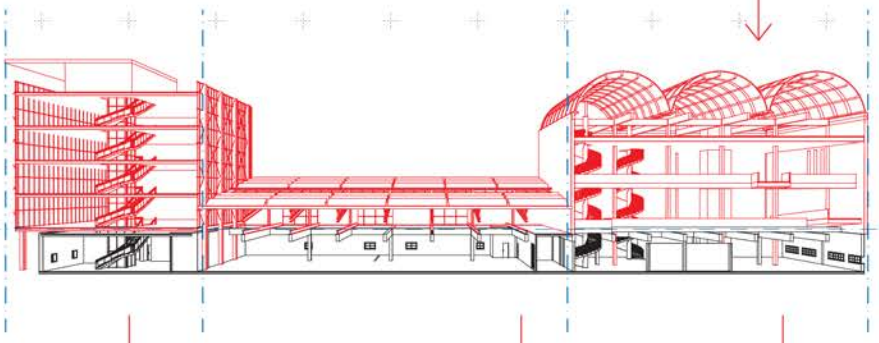
*Weiterführende Nachweise, Modellannahmen und Ergebnisprotokolle sind im **Anhang des Endberichts (ITE)** dokumentiert.*

METHODENMATRIX: UMBAU LIGHT

ITE



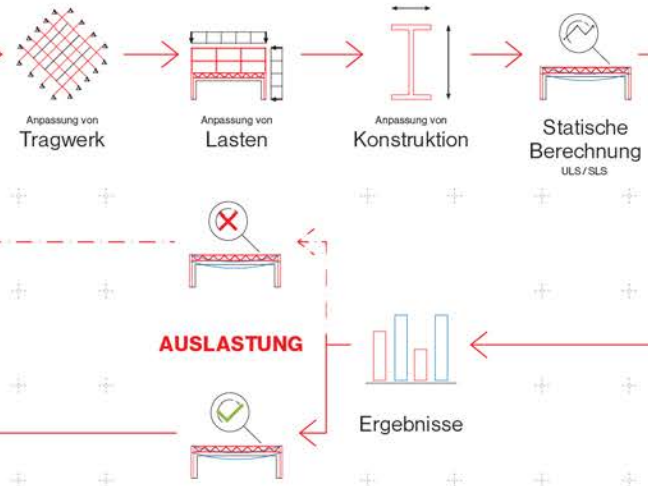
01 MATRIX



02 ENTWURF
ANALYSIEREN UND GLIEDERN

03 PRINZIPIEN DER TRAGWERKSBILDUNG

04 TRAGWERKSANALYSE



05 BEWERTUNG
VERGLEICH ERGEBNISSE

06 RESULTATE

Abbildung 115: Methodenmatrix zum Szenario „V Umbau ‚Light'". Einheitlicher Ablauf von Entwurfsgliederung über Prinzipien der Tragwerksbildung (A1 „Regal", A2 „Tisch", gekoppelt/verstärken, verdichten/durchstoßen) zur Tragwerksanalyse (Anpassung von Tragwerk/Lasten/Konstruktion; ULS/SLS) und Bewertung (Materialverbrauch [t/m² BGF], Raumökonomie, Flexibilität) bis zur Rückkopplung der Bestvariante in den Entwurf. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

6.3.15. V Umbau „Light“: 4 Liegenschaften

V Umbau „Light“: Knittelfeld

Adresse, Leitidee und räumliches Versprechen

Der Entwurf folgt dem Prinzip „Addition statt Ersetzung“. Ein leichtes, gestuftes Aufbauvolumen fasst die Adresse an der Kärntner Straße neu, während die Erdgeschosszone als offener, durchlässiger Sockel aktiviert wird. Leitend sind die sechs Motive RESERVE – PRESERVE – DENSIFY – MIX – OPEN & ACTIVATE – SUSTAIN: Bestehende Qualitäten werden bewahrt und sichtbar weitergebaut; Dichte sowie Nutzungsmischung entstehen durch präzise Ergänzungen und nicht durch Ersatz. Eine vollflächig verglaste Lobby mit Gewächshauscharakter zieht als heller Keil in die Tiefe, verbindet Außenraum und Passage und markiert die neue Adresse. *(Szenariokontext: erstes aktives Umbauszenario, Leitidee „Mehr vom Gleichen“.)*

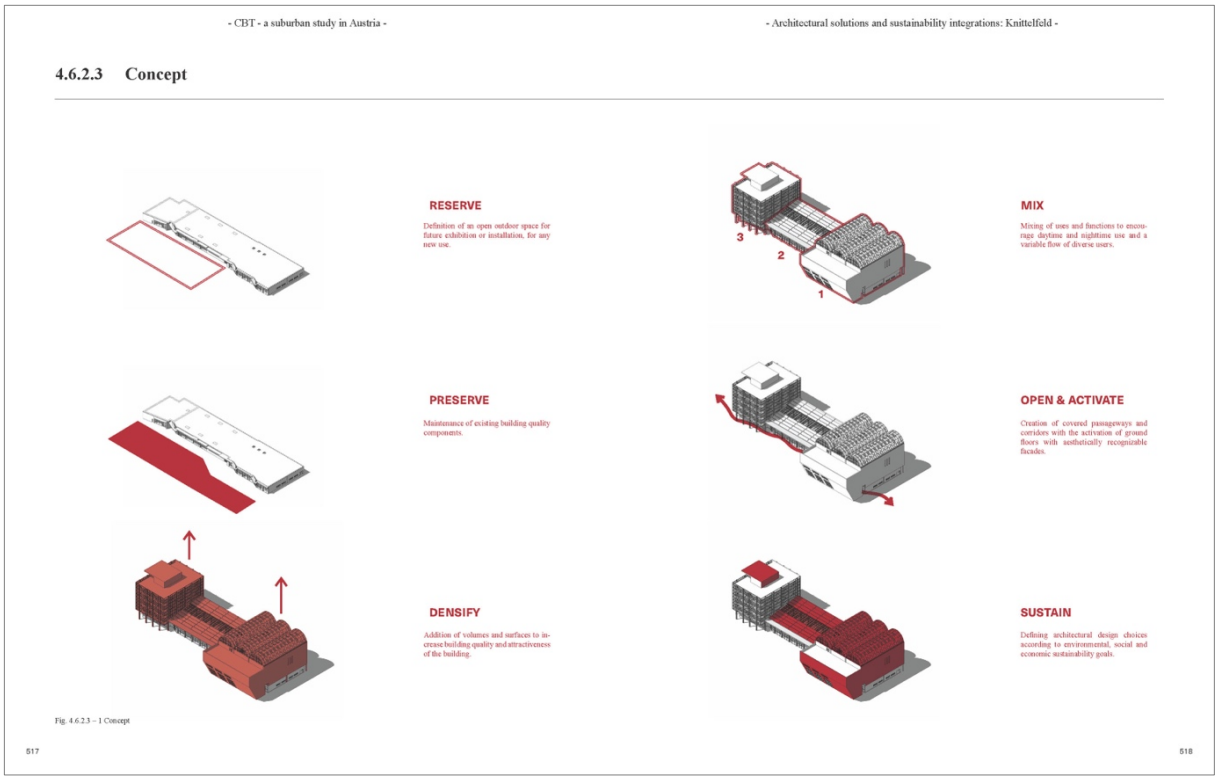


Abbildung 117: (Knittelfeld) Konzepttafel mit Gestaltungsmotiven und Funktionsdiagramm zur Transformation des Bestands. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Erdgeschoss als klimatischer Pufferraum

Die Erdgeschossebene wird als öffentlicher, klimatisch gepufferter Raum gelesen. Großformatige Fassadenfelder öffnen die zuvor geschlossene Kante; das Gewächshaus wirkt als Zwischenklima und Nutzungsdiffusor – morgens Café, tagsüber Erweiterungsfläche für Ausstellung und Showroom, abends Foyer für Veranstaltungen. Die innere Organisation folgt „Removed – Added – Preserved“: Nichttragende Barrieren werden gezielt zurückgenommen, robuste Bestandsbauteile übernehmen eine ordnende Rolle, neue Einbauten setzen Adressen, Blickbezüge und Aufenthaltsnischen.

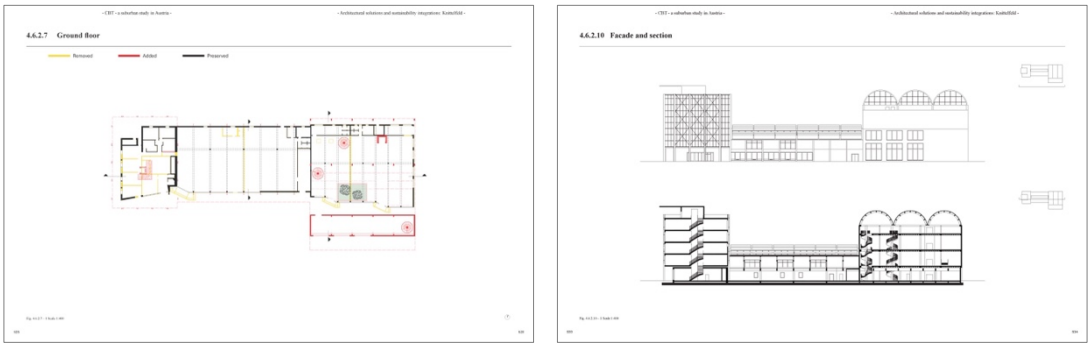


Abbildung 118: (Knittelfeld) Grundriss Erdgeschoss (1:400) mit Legende „Removed / Added / Preserved“ sowie Ansicht und Schnitt der Längsseite (Haupteingang/Parkplatz). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Aufstockung: gestaffelte Leichtbauten, offene Arbeitswelten

Über dem Sockel entwickeln sich autonome Leichtbauaufbauten für Büro- und Co-Working-Zonen. Zur Straße formuliert ein niedriger, präzise artikulierter Riegel die Adresse; nach hinten wachsen Raumhöhen und Spannweiten zu flexiblen Grundrissen mit optionalen Galerien. Der Baukörper bleibt kompakt, die Dachflächen werden für PV, Begrünung und Aufenthalt aktiviert.

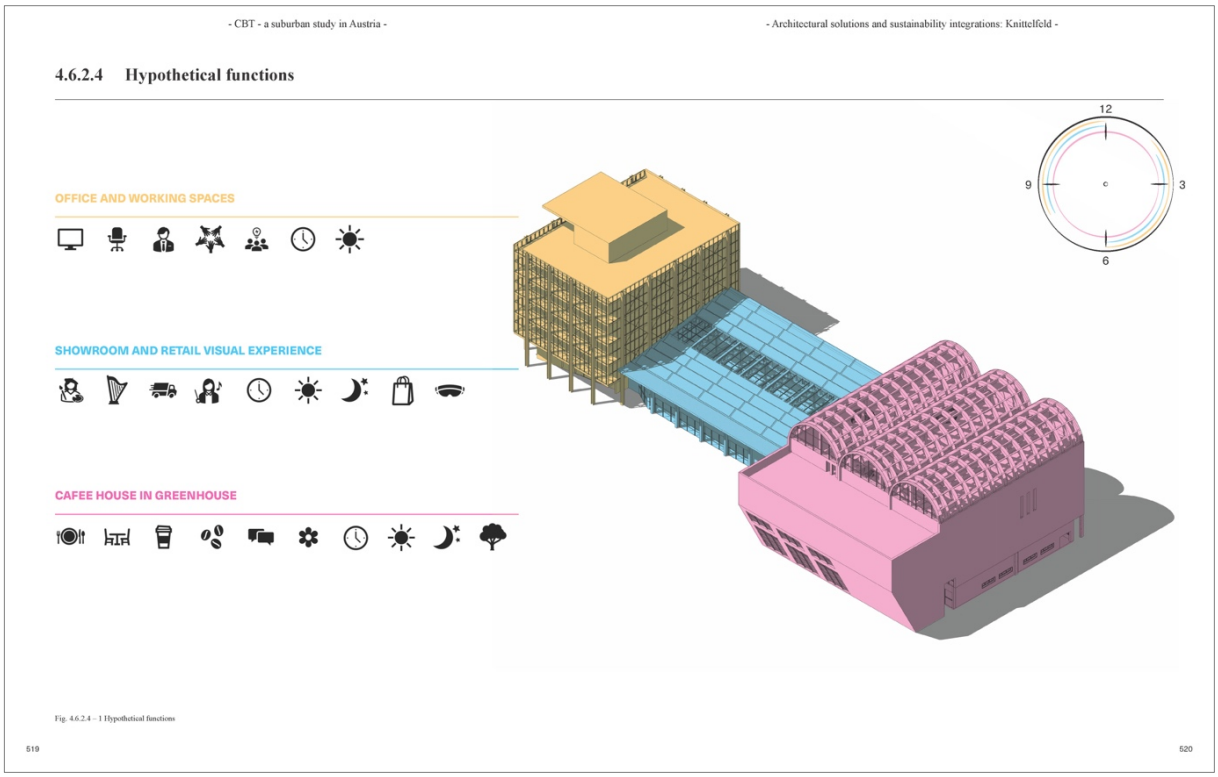


Abbildung 119: (Knittelfeld) Hypothetisches Funktionsprogramm (Nutzungsbausteine und räumliche Zuordnung). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Konstruktives Prinzip

Das Aufbauvolumen ist leicht und weitgehend entkoppelt; es koppelt nur an definierten Punkten an die vorhandene Struktur. So gelingt die Transformation ohne tiefe Eingriffe in den Kern – bei minimierter grauer Energie. Die Varianten Überspannen, Koppeln/Verstärken und Durchstoßen sowie der Materialvergleich sind im Endbericht ITE ausführlich dokumentiert; dort ergibt sich u. a. ein

Materialvorteil bis zu 50 % zugunsten gekoppelter bzw. ertüchtigter Lösungen gegenüber Vollüberspannung.

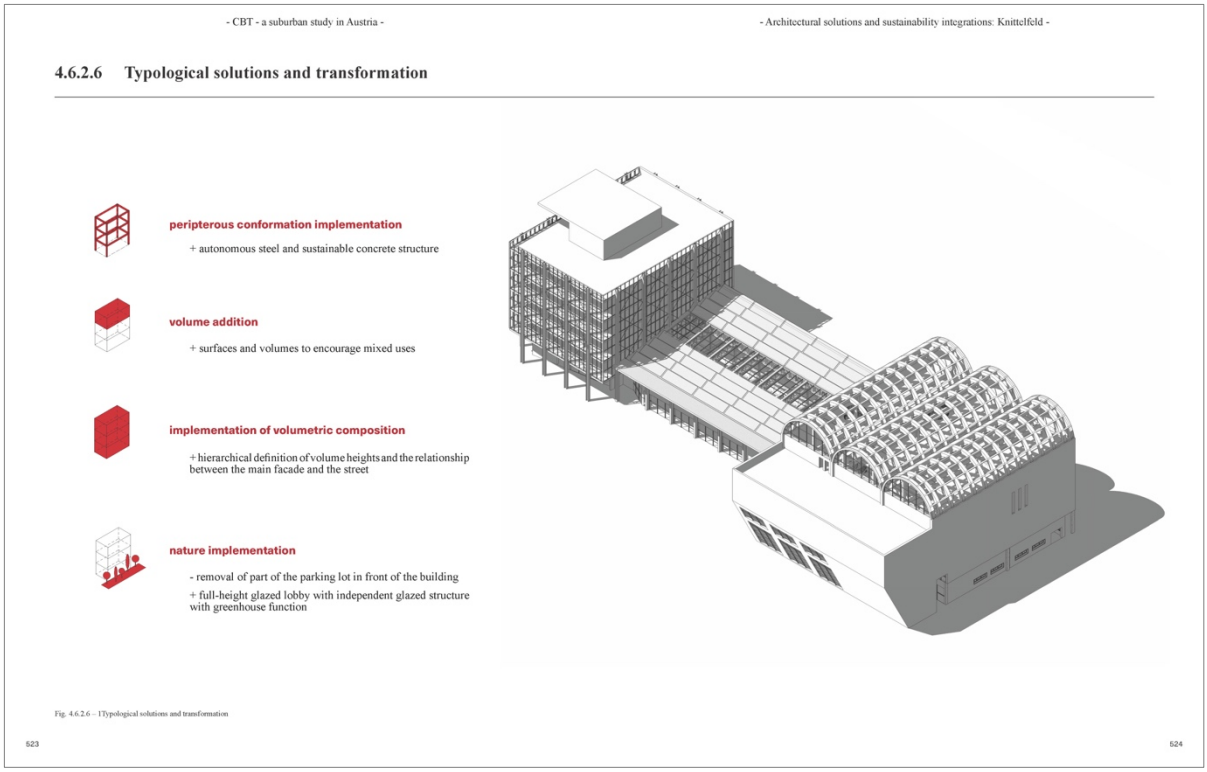


Abbildung 120: (Knittelfeld) Systemkonzept „Typologische Lösungen und Transformation“ im Entwurf. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Hülle und Technik – suffiziente Doppelhaut

Die Nachweise gemäß OIB-Richtlinie 6: 2019 bestätigen das Zielniveau und unterscheiden die drei Funktionsbereiche. Die Aufstockung erhält eine gut gedämmte Hülle mit dreifach verglasten Feldern; das Gewächshaus wird betriebsstrategisch als solarer Puffer geführt. Durchgängig kommen RLT mit Wärmerückgewinnung (WRG), Wärmepumpe, LED-Beleuchtung und Monitoring zum Einsatz.

- Bürogebäude: HWB C, PEB C, CO_2-eq B. (Klassen B/B/A).
- Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude: HWB B, PEB B, CO_2-eq B. (Klassen C/C/B)
- Verkaufsstätten: HWB B, PEB C, CO_2-eq B. (Klassen C/C/B).)

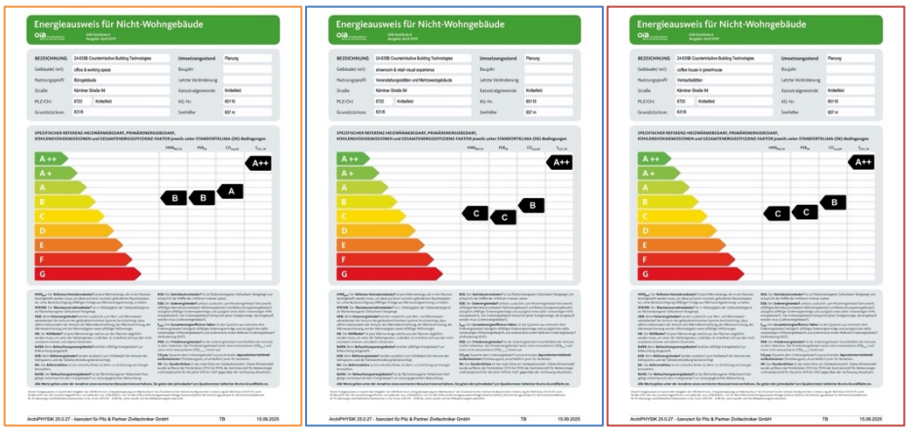


Abbildung 121: (Knittelfeld) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Bürogebäude, Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude, Verkaufsstätten, gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Freiraum und Mikroklima

Die Entsiegelung der Stellflächen, permeable Beläge, Baumrigolen und Verschattung verbessern das Mikroklima messbar. Die Lobby verlängert sich als witterungsgeschützter Außenraum und stützt die angestrebte Durchmischung.

Ökobilanz (LCA)

Die LCA wird objektspezifisch ausgewiesen und über die nutzungsbezogenen Energieausweise plausibilisiert. Absolut steigen die Treibhausgasemissionen aufgrund zusätzlicher Bauteile und erhöhter Betriebsflächen von 8,56 auf 12,71 Mio. kg CO_2-eq. Spezifisch sinkt die Belastung deutlich – von 3.782 auf 1.523 kg CO_2-eq/m²; das entspricht einem Einsparpotenzial von 2.260 kg CO_2-eq/m². Ausschlaggebend sind die Weiternutzung des Tragwerks, die suffiziente Hülle/Technik, PV-Anteile und die Pufferwirkung des Gewächshauses.

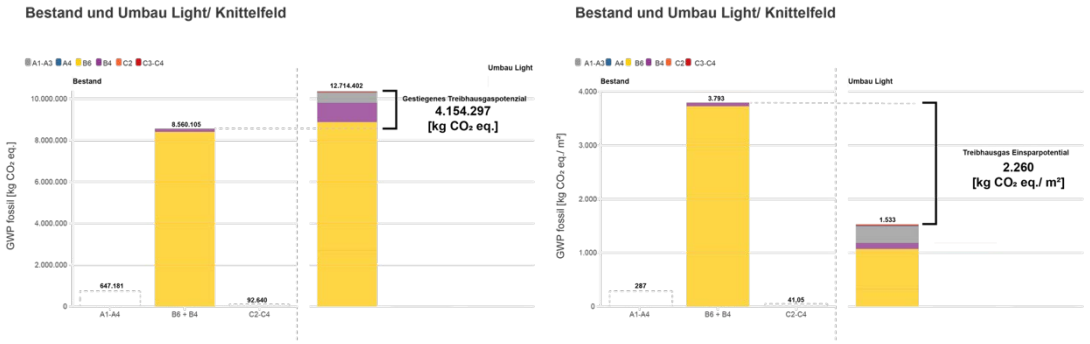


Abbildung 122: links (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 4,15 Mio. kg CO_2-Äq. durch Umbau; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 123: rechts (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 2.260 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Kurzfazit

Knittelfeld zeigt, wie präzise Verdichtung die Adresse schärft, den Sockel öffnet und flexible

Arbeitswelten schafft. Leichte, punktuell gekoppelte Aufbauten verbessern das Emissionsprofil pro Quadratmeter spürbar und machen das Weiterbauen des Bestands anschaulich.

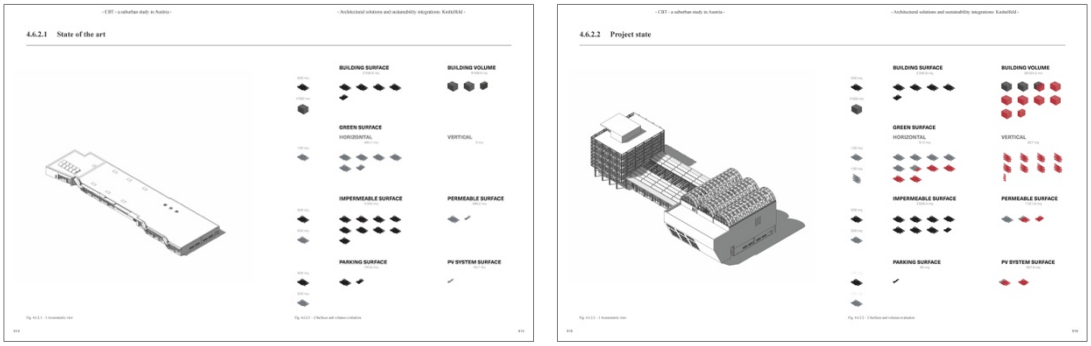


Abbildung 124: (Knittelfeld) Vergleich Bestand vs. Projektzustand: Axonometrie und Kennwerte (Flächen/Volumen, versiegelte vs. permeable Flächen, Grün- und PV-Anteile). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Adresse und Foyer als Gewächshaus

An der Linzer Straße markiert ein durchlässiges, verglastes Foyer mit Gewächshausfunktion die neue Adresse. Die sechs Motive leiten den Entwurf; in Marchtrenk betonen sie die Hallentypologie und die Naturintegration besonders stark: Der Grünraum zieht bis in das Innere, das Foyer vermittelt Tageszeiten- und Nutzungswechsel und dient als Eingangsbereich.

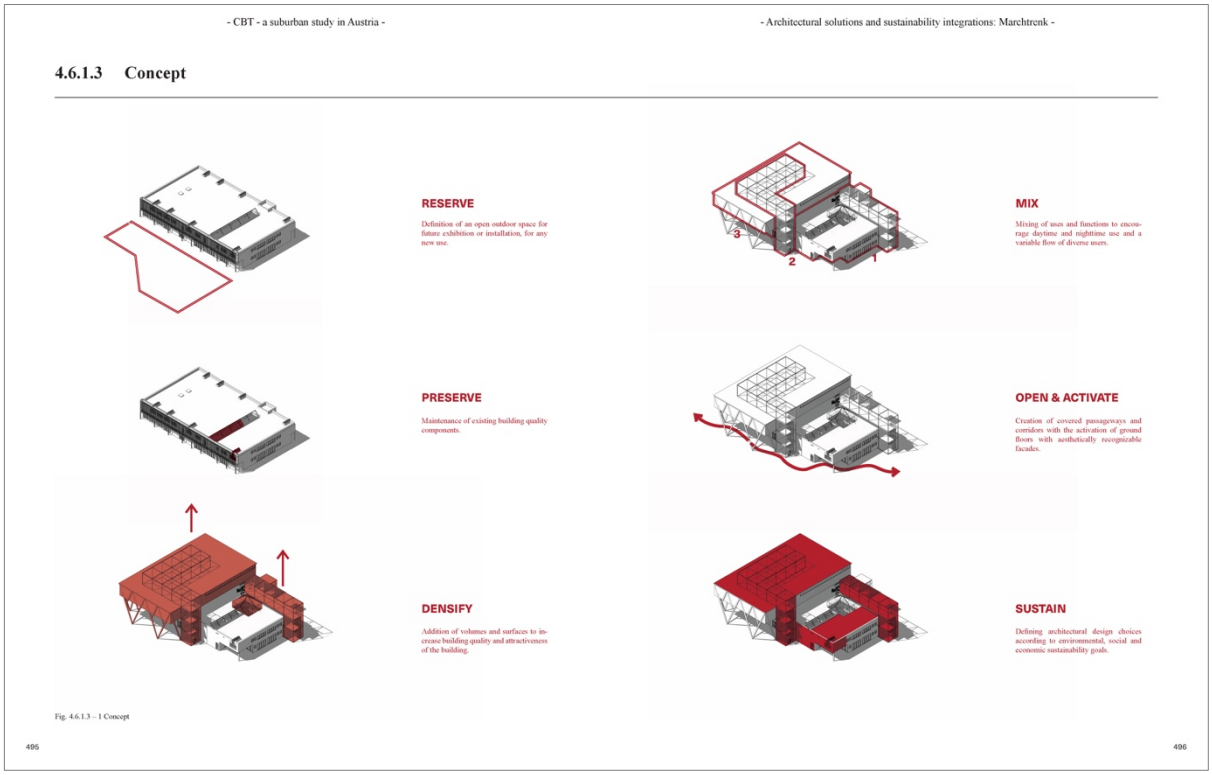


Abbildung 125: (Marchtrenk) Konzepttafel mit Gestaltungsmotiven und Funktionsdiagramm zur Transformation des Bestands. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Erdgeschoss – kuratierte Durchmischung

Das Gewächshaus-Foyer übernimmt die Rolle von Ankommen, Vorfeld und Abend-Foyer. Großformatige Öffnungen aktivieren die Straßenkante; im Inneren ordnet „Removed – Added – Preserved“ die Abfolge. Die Spannfelder des Bestands bleiben lesbar, während gezielt gesetzte Einbauten Blickachsen und Aufenthaltsnischen definieren.

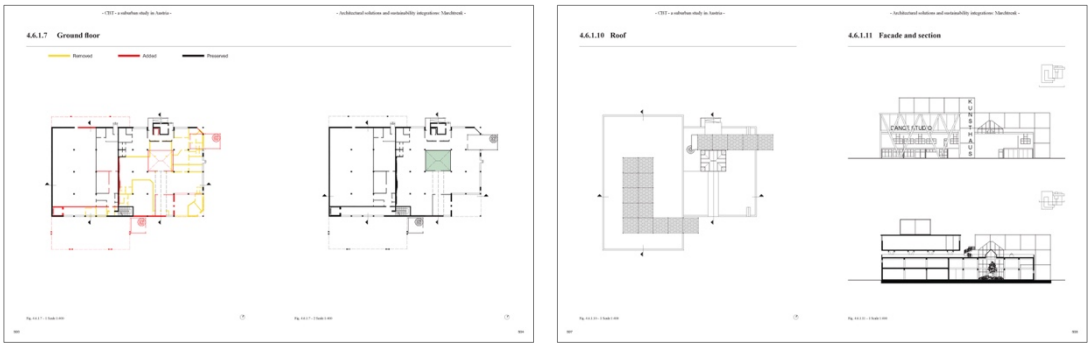


Abbildung 126: (Marchtrenk) Grundriss Erdgeschoss und Obergeschoss (1:400) mit Legende „Removed / Added / Preserved“ sowie Dachaufsicht, Ansicht und Schnitt der Längsseite (Haupteingang/Parkplatz). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Aufstockung – Raum zum Entfalten

Über dem Sockel entstehen leichte Aufbauten für Ausstellung/Studio, Tanz und Fitness. Straßenseitig bleibt die Höhenentwicklung maßstäblich, rückwärtig öffnen größere Spannfelder; das Panorama-Dach bündelt PV, Begrünung und Aufenthalt und bietet damit einen gemeinsamen Mehrwert für alle Nutzungen.

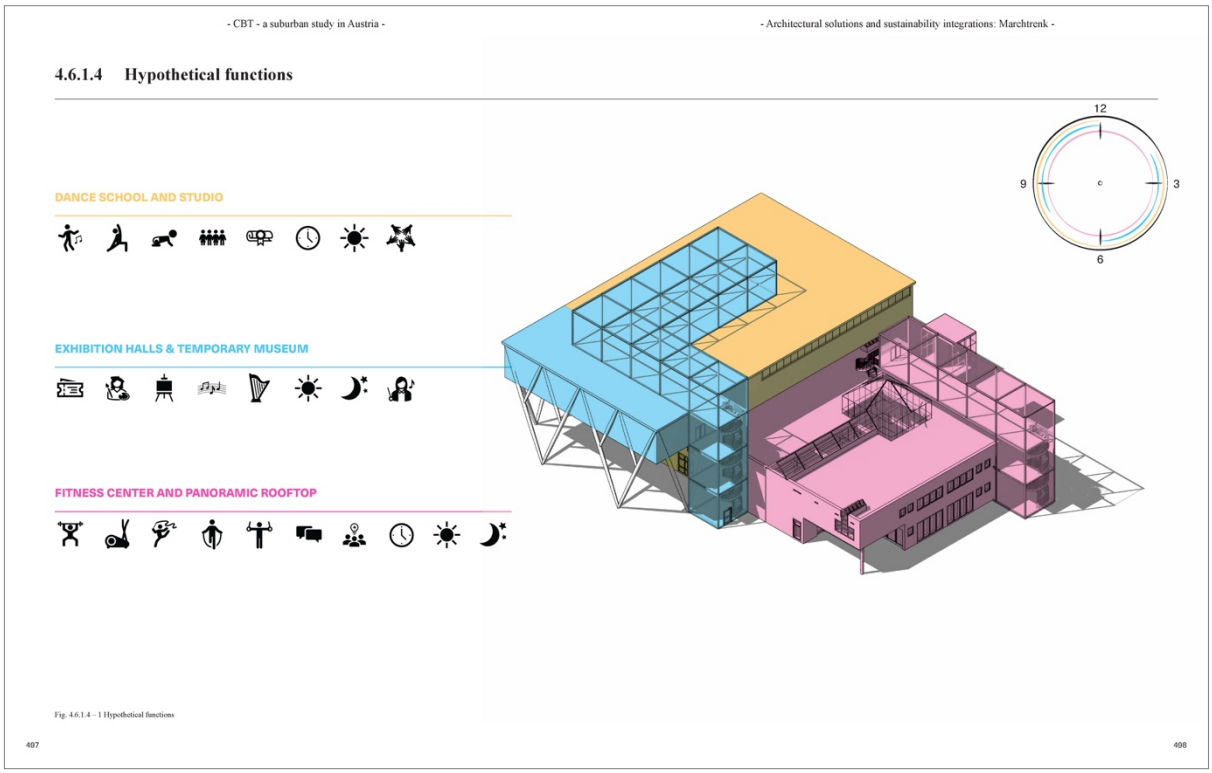


Abbildung 127: (Marchtrenk) Hypothetisches Funktionsprogramm (Nutzungsbausteine und räumliche Zuordnung). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Konstruktives Prinzip

Die Aufbauten sind überwiegend entkoppelt und punktuell gekoppelt an das STB-Skelett (Stützen/Unterzüge, zweiachsig gespannte Decken). Das Vorgehen bleibt minimalinvasiv und ressourcenschonend. Varianten, Lastannahmen und ULS/SLS-Nachweise sind im Ergebnisbericht ITE hinterlegt; die Voruntersuchung bestätigt ausreichende Reserven.

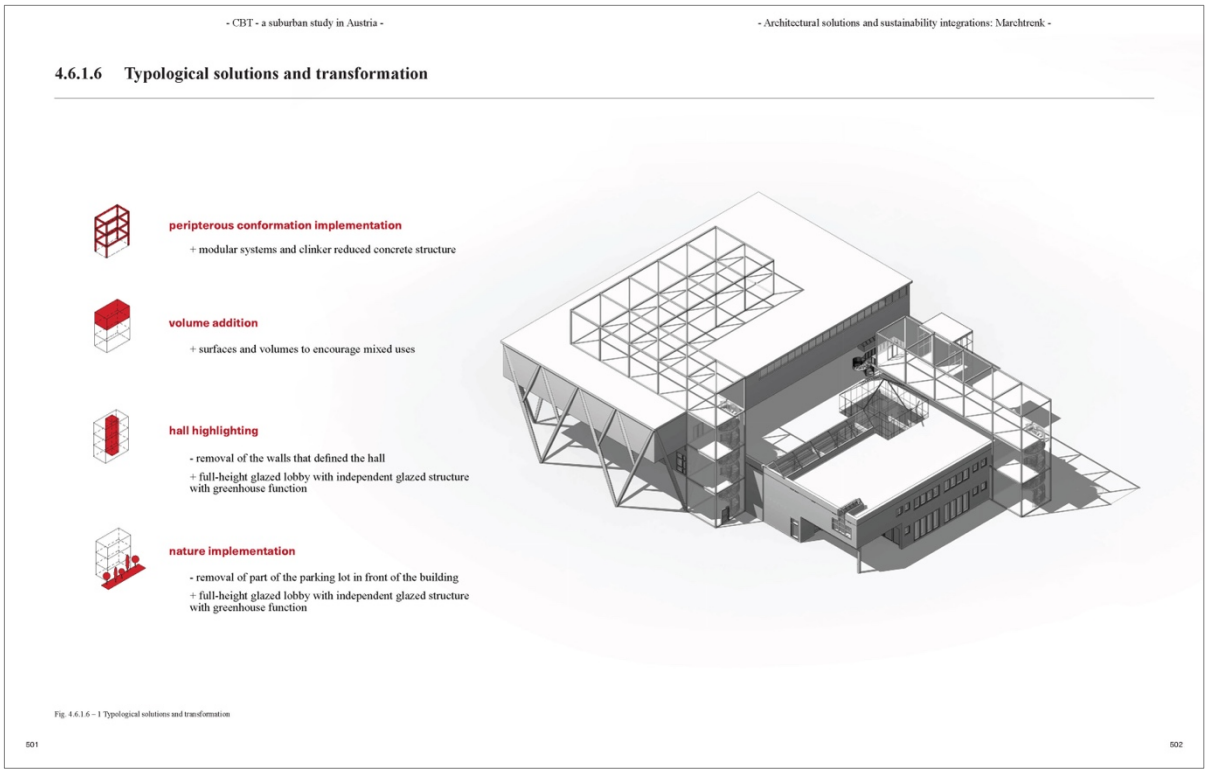


Abbildung 128: (Marchtrenk) Systemkonzept „Typologische Lösungen und Transformation“ im Entwurf. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Hülle und Technik

Die Energieausweise nach OIB-Richtlinie 6: 2019 weisen die drei Funktionsbereiche getrennt aus. Vorgesehen sind RLT mit WRG, Wärmepumpe, LED und Monitoring; das Gewächshaus wirkt als solarer Puffer.

- Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude: HWB C, PEB C, CO_2-eq B. (Klassen C/C/B)
- Sportstätten (Fitness): HWB B, PEB B, CO_2-eq B. (Klassen B/B/B)
- Sportstätten (Tanzschule): HWB B, PEB C, CO_2-eq B. (Klassen B/C/B)

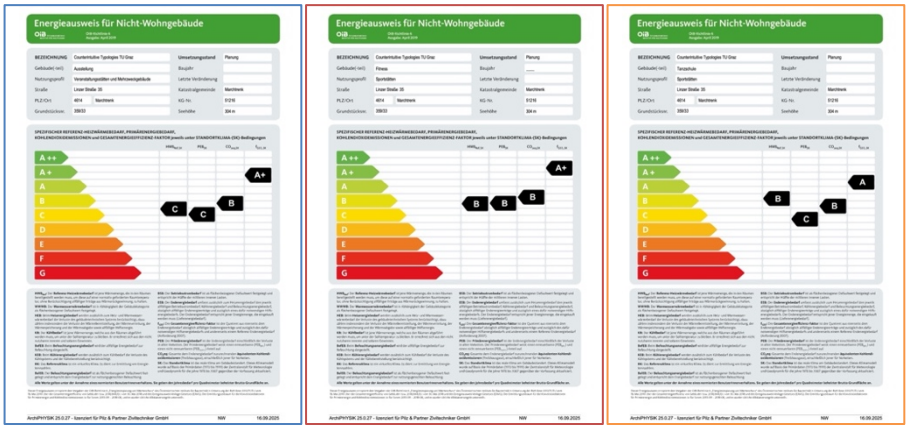


Abbildung 129: (Marchtrenk) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude, Sportstätten (Fitness und Tanzschule), gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Freiraum und Mikroklima

Durch Entsiegelung, permeable Beläge und Baumrigolen verbessert sich das Mikroklima; das Foyer erweitert sich als witterungsgeschützter Außenraum in den Vorplatz. Die Sustainable-Choices-Matrix dient als Planungs-Checkliste und koppelt die technischen Maßnahmen sichtbar an Fassade und Dach.

Ökobilanz (LCA)

Absolut sinken die THG-Emissionen von ca. 7,21 auf ca. 6,67 Mio. kg CO_2-eq, wobei das Einsparpotenzial ≈ 540 000 kg CO_2-eq. Beträgt. Spezifisch reduziert sich die Last von ≈ 2.437 auf ≈ 1.690 kg CO_2-eq/m² (≈ −747 kg/m²). Maßgeblich sind Tragwerksweiterverwendung, suffiziente Hülle/WRG+WP und die Pufferstrategie des Gewächshauses.

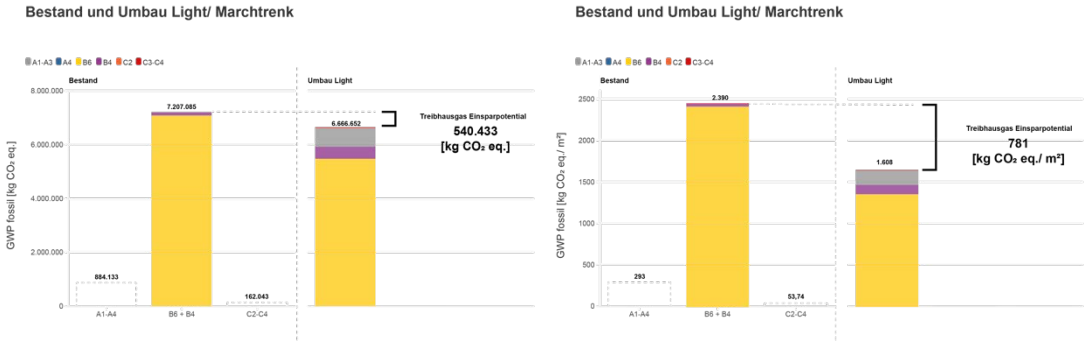


Abbildung 130: links (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,54 Mio. kg CO_2-äq. (≈ 540.435 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Umbaus; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 131: rechts (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 747 kg CO_2-äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptanteil der Emissionen verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Kurzfazit

Marchtrenk schärft die Adresse, macht den Sockel öffentlich und ergänzt oben robuste, gemischte Nutzungen. Leichte, punktuell gekoppelte Aufbauten und eine konsistente Technikstrategie verbessern das GHG-Profil pro Quadratmeter spürbar.

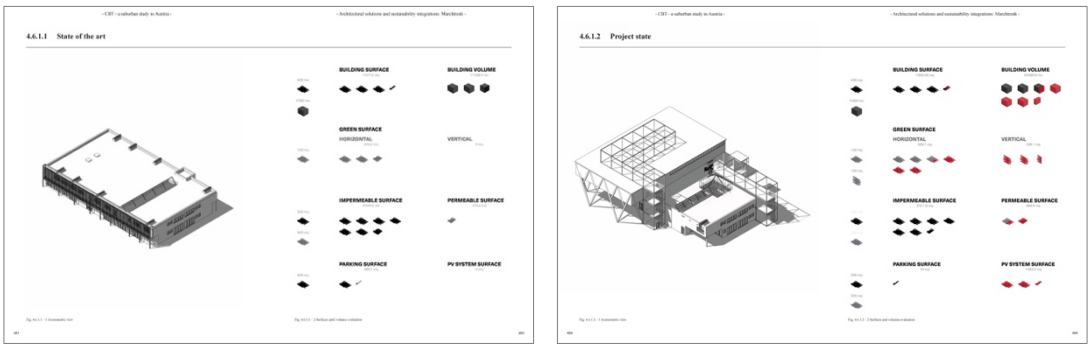


Abbildung 132: (Marchtrenk) Vergleich Bestand vs. Projektzustand: Axonometrie und Kennwerte (Flächen/Volumen, versiegelte vs. permeable Flächen, Grün- und PV-Anteile). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Adresse, Leitidee und räumliche Choreografie

An der Horner Straße inszeniert ein Gewächshaus-Foyer die Adresse und bildet das klimatische Scharnier zwischen Stadt und Innenraum. Die sechs Motive strukturieren die Transformation; in Korneuburg liegt der Schwerpunkt auf Arbeiten, Konferieren und Versorgen. Das Foyer verteilt tagsüber Shop/Showcase, abends Auditorium/Konferenz und bleibt dabei öffentlich sichtbar.

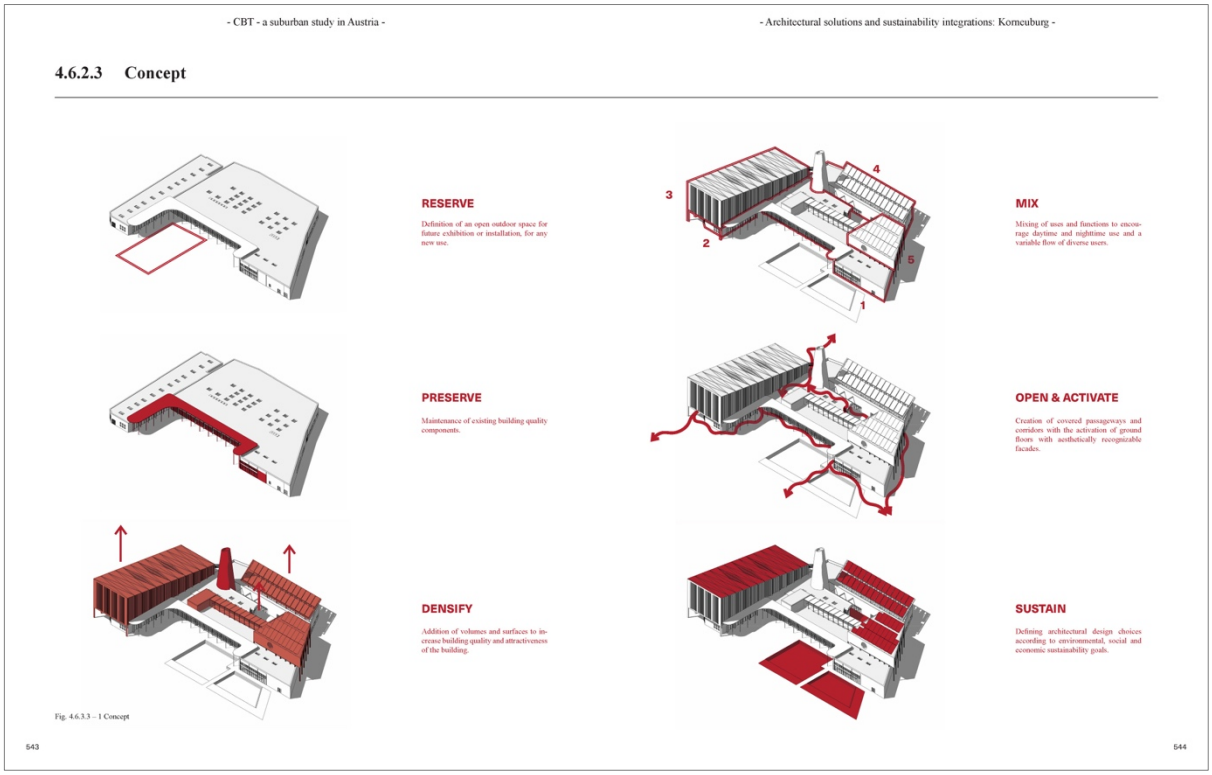


Abbildung 133: (Korneuburg) Konzepttafel mit Gestaltungsmotiven und Funktionsdiagramm zur Transformation des Bestands. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Erdgeschoss als durchlässiger Sockel

Großformatige Öffnungen aktivieren die Straßenkante; im Inneren ordnet „Removed – Added – Preserved“ die Sequenz. Das STB-Skelett mit zweiachsig gespannten Decken gibt den robusten Rahmen, während präzise gesetzte Einbauten Blickachsen und Aufenthaltszonen formulieren.

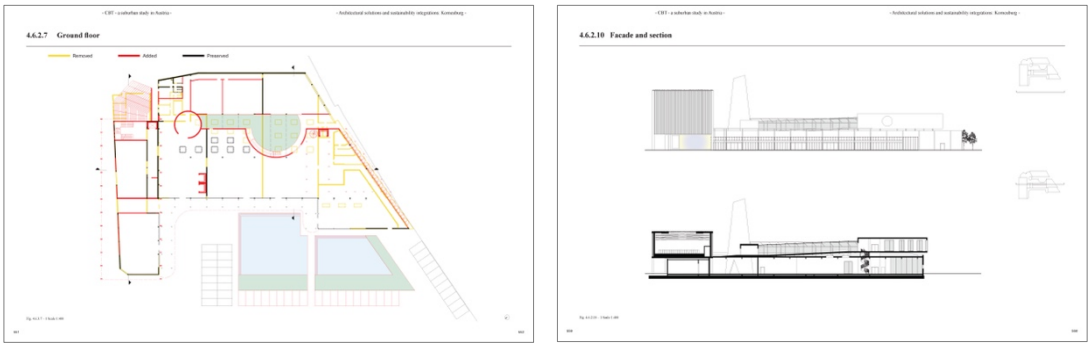


Abbildung 134: (Korneuburg) Grundriss Erdgeschoss (1:400) mit Legende „Removed / Added / Preserved“ sowie Ansicht und Schnitt der Längsseite (Haupteingang/Parkplatz). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Aufstockung: Arbeiten, Konferieren und Versorgen

Über dem Sockel verdichten sich leichte Aufbauten für Co-Working, Konferenz/Auditorium sowie Gastro und Shop. Zur Straße bleibt die Höhe maßstäblich, nach hinten öffnen größere, flexible Spannfelder; PV-, Grün- und Aufenthaltsflächen auf dem Dach ergänzen die Nutzungen.

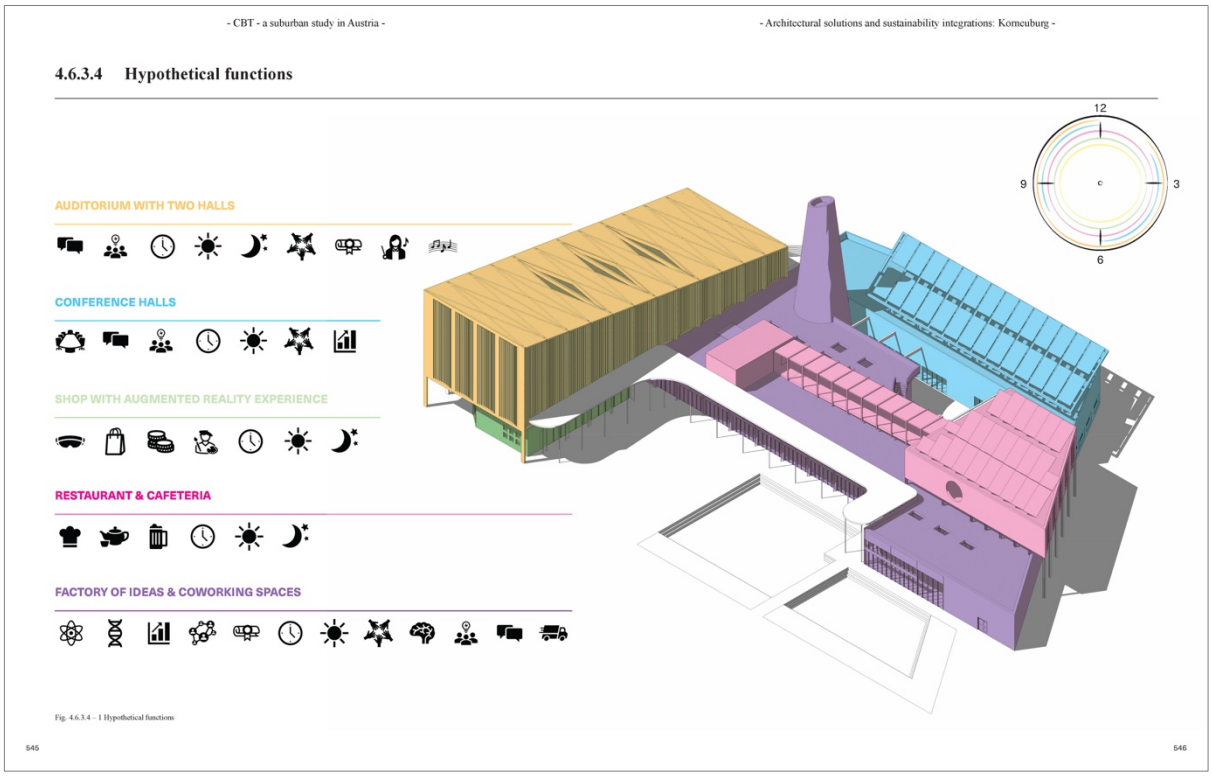


Abbildung 135: (Korneuburg) Hypothetisches Funktionsprogramm (Nutzungsbausteine und räumliche Zuordnung). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Konstruktives Prinzip

Die Aufbauten sind leicht und überwiegend entkoppelt, mit gezielten Kopplungen in das STB-Skelett. Bemessungsmodell, Lastannahmen und ULS/SLS-Nachweise sind im Ergebnisbericht ITE ausführlich beschrieben; die ITE-Analyse bestätigt die Machbarkeit der Verdichtung innerhalb der Reserven.

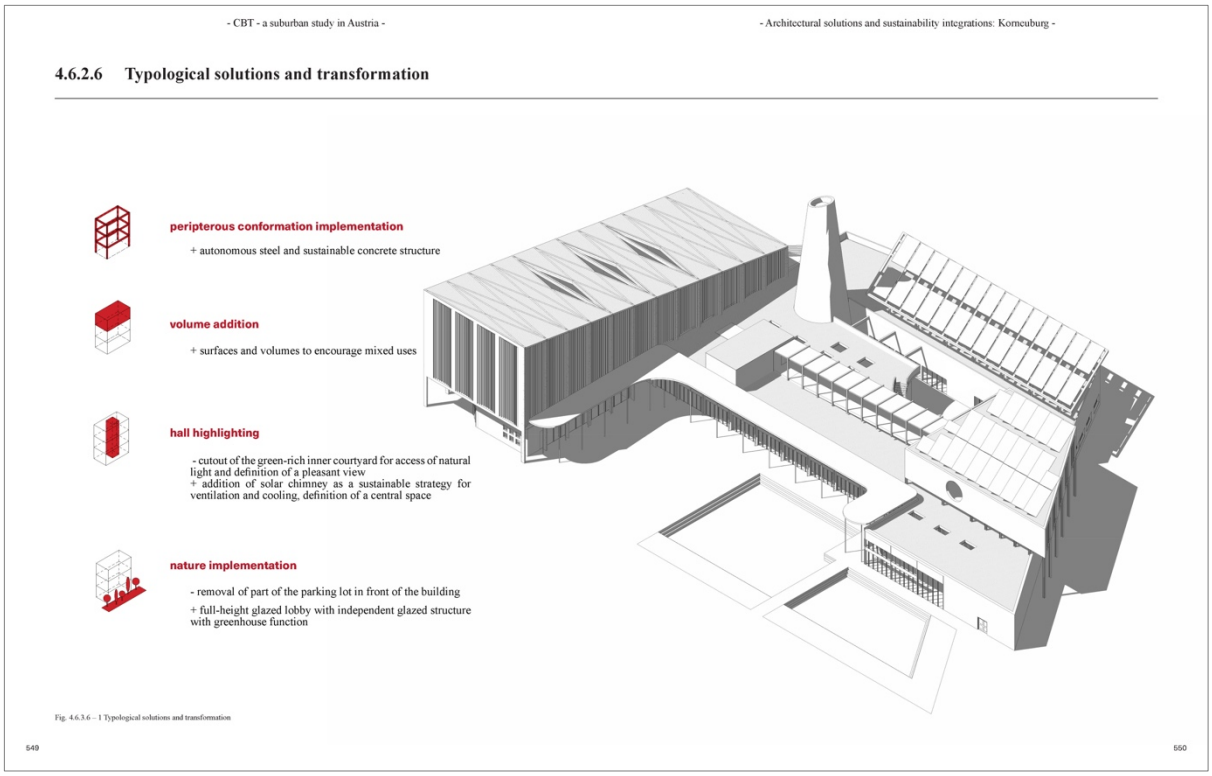
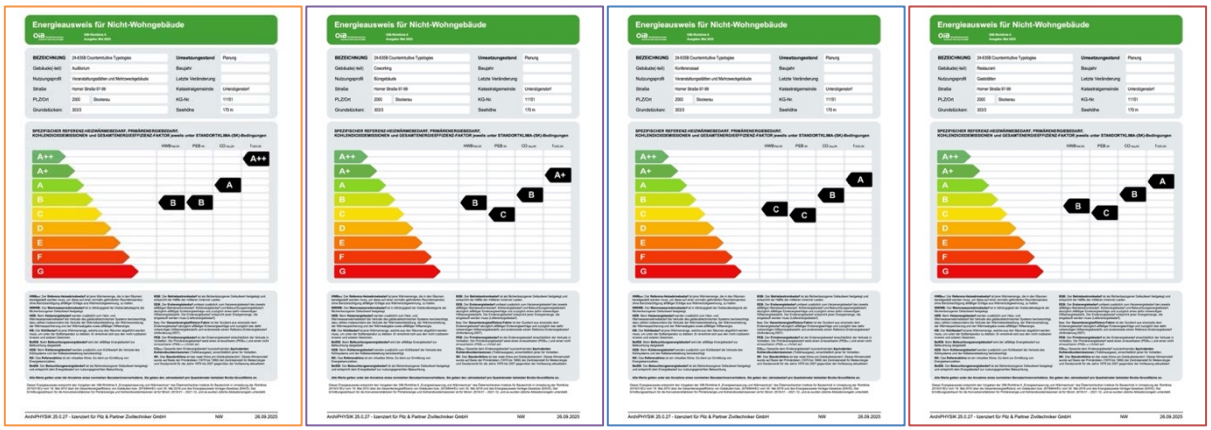


Abbildung 136: (Korneuburg) Systemkonzept „Typologische Lösungen und Transformation“ im Entwurf. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

Hülle und Technik – suffiziente Doppelhaut

Alle Teilbereiche werden gemäß OIB-Richtlinie 6: 2019 nachgewiesen. RLT mit WRG, Wärmepumpe, LED und Monitoring sind Standard; das Gewächshaus übernimmt die Pufferfunktion.

- Veranstaltung und Mehrzweckgebäude (Auditorium): HWB B, PEB B, CO_2-eq A, fGEE A++. (Klasse B/B/A)
- Bürogebäude: HWB B, PEB C, CO_2-eq B, fGEE A+. (Klasse B/C/B)
- Veranstaltung und Mehrzweckgebäude (Konferenzsaal): HWB C, PEB C, CO_2-eq B, fGEE A. (Klasse C/C/B)
- Gaststätten: HWB B, PEB C, CO_2-eq B, fGEE A. (Klasse B/C/B)
- Verkaufsstätten: HWB C, PEB B, CO_2-eq A, fGEE A+. (Klasse C/B/A)



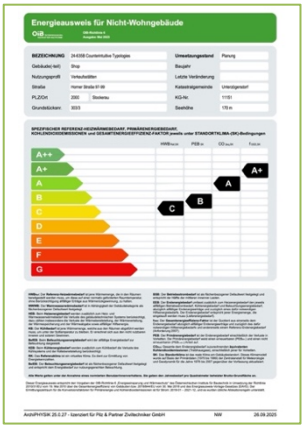


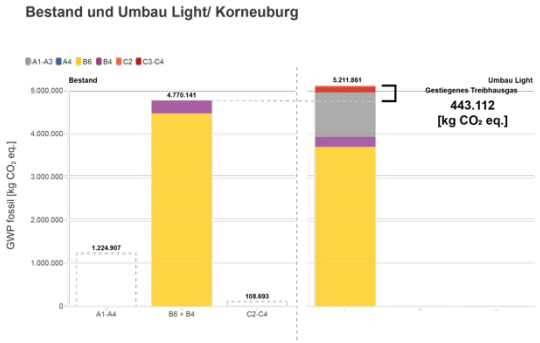
Abbildung 137: (Korneuburg) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Veranstaltung und Mehrzweckgebäude (Auditorium), Bürogebäude, Veranstaltung und Mehrzweckgebäude (Konferenzsaal), Gaststätten, Verkaufsstätten, gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Freiraum und Mikroklima

Die Maßnahmen Entsiegelung, permeable Beläge und Baumrigolen verbessern das Mikroklima; das Gewächshaus-Foyer erweitert sich als überdachter Außenraum in den Vorplatz. Die Sustainable-Choices-Matrix verankert die technischen Entscheidungen sichtbar im Stadtraum.

Ökobilanz (LCA)

Die LCA weist gesamt ein Einsparpotenzial von ≈ 443.000 kg CO_2-eq aus. Spezifisch sinkt die Last um ≈ 45,56 kg CO_2-eq/m². Die Weiternutzung des Tragwerks, die suffiziente Hülle mit WRG+WP und die Pufferstrategie des Gewächshaus sind die wesentlichen Hebel.



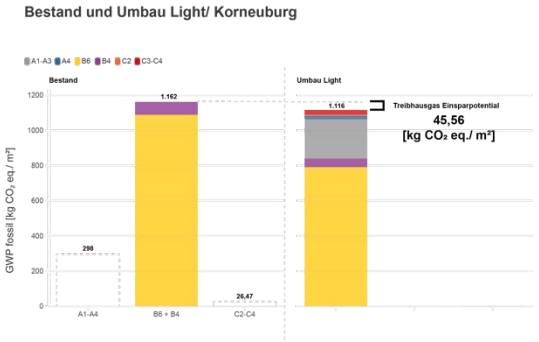


Abbildung 138: links (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Mehrbelastung ≈ 0,443 Mio. kg CO_2-Äq. gegenüber dem Bestand; Haupttreiber sind zusätzliche Herstellungsanteile (A1–A4) der neuen Bauteile, der größte Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 139: rechts (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 45,6 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Kurzfazit

Korneuburg verbindet öffentliches Gewächshaus-Foyer und vielseitige Aufbauten zu einem stimmigen Ganzen. Mit leichten, punktuell gekoppelten Systemen und einer konsistenten Energie-strategie verbessert der Umbau das Emissionsprofil pro Quadratmeter und stärkt die urbane Präsenz des Standorts.

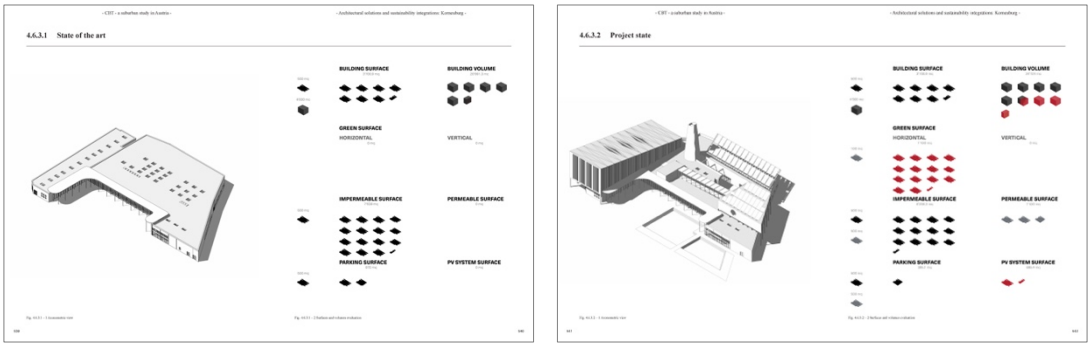


Abbildung 140: (Korneuburg) Vergleich Bestand vs. Projektzustand: Axonometrie und Kennwerte (Flächen/Volumen, versiegelte vs. permeable Flächen, Grün- und PV-Anteile). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024).

V Umbau „Light“: Rosental 1 und 2

Adresse, Leitidee und räumliches Versprechen

Der Entwurf für die Liegenschaft Rosental folgt dem Prinzip der Transformation durch Weiterbauen, Reduktion und gezielte Ergänzung. Aufbauend auf der Masterarbeit von Moritz Zachhuber (TU Graz, 2024) wird das bestehende Fachmarktzentrum in einen hybriden Wohn- und Forschungsstandort überführt. Die Leitidee zielt darauf ab, die vorhandene Gebäudestruktur nicht zu ersetzen, sondern sie durch Umnutzung, Teilrückbau und selektive Ergänzungen neu zu ordnen und langfristig nutzbar zu machen.

Zentral ist die Ausbildung eines zusammenhängenden Campusgefüges, das sich um einen neu definierten Quartiersplatz organisiert und unterschiedliche Nutzungen – Wohnen, Bildung und Forschung – räumlich miteinander verknüpft. Bestehende Hallen werden differenziert weiterentwickelt: Während Teile der Struktur erhalten und transformiert werden, werden andere gezielt reduziert oder durch eigenständige Neubauten ergänzt. Die sechs Motive RESERVE – PRESERVE – DENSIFY – MIX – OPEN & ACTIVATE – SUSTAIN bilden dabei die konzeptionelle Grundlage.

Erdgeschoss als klimatischer Pufferraum

Die Erdgeschossebene wird als durchlässige, nutzungsoffene Zone ausgebildet, die Begegnung, Erschließung und Aufenthalt miteinander verbindet. Insbesondere im Bereich des Forschungs- und Bildungsgebäudes entstehen großzügige, teils mehrgeschossige Innenräume mit Atrien, die als zentrale Treffpunkte fungieren und sowohl eine natürliche Belichtung als auch eine klimatische Pufferwirkung ermöglichen.

Gewächshausstrukturen – sowohl auf dem Dach als auch teilweise im Anschluss an die Bestandsgebäude – übernehmen eine doppelte Funktion: Sie dienen als experimentelle Forschungs- und Nutzungsflächen und wirken gleichzeitig als thermische Übergangszonen. Die innere Organisation folgt dem Prinzip „Removed – Added – Preserved“: Nichttragende Bauteile werden entfernt, robuste Bestandselemente bleiben erhalten und neue Einbauten strukturieren die Nutzung. Die Mensa als eigenständiger Baukörper öffnet sich zum zentralen Freiraum und stärkt die öffentliche Zugänglichkeit des Ensembles.

Weiterbau und Ergänzung: differenzierte Baukörperentwicklung
Die Transformation erfolgt über eine gezielte Differenzierung der bestehenden Baukörper.

Im Bereich Rosental 1 (Wohnen) wird die vorhandene Hallenstruktur weitgehend erhalten und in eine neue Nutzung überführt. Innerhalb des bestehenden Trägerrasters werden zweigeschossige Maisonette-Wohneinheiten in Holzbauweise eingefügt. Die bestehende Tragstruktur bleibt ablesbar und wird teilweise freigestellt, während neue Holzbauelemente eine eigenständige räumliche Schicht bilden.

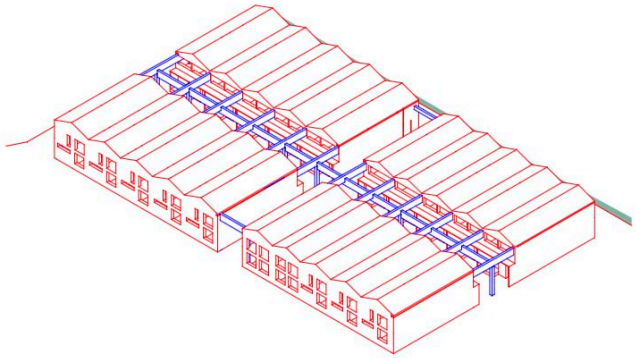


Abbildung 141: Rosental 1) Axonometrische Darstellung der Transformation der bestehenden Hallenstruktur zu Wohneinheiten: Erhalt des Trägerrasters und Einfügen zweigeschossiger Maisonette-Module in Holzbauweise als eigenständige räumliche Schicht. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024).

Im Bereich Rosental 2 (Forschung und Bildung) wird die bestehende Struktur selektiv rückgebaut und durch einen eigenständigen Neubau in Skelettbauweise ergänzt. Dieser orientiert sich am vorhandenen Raster, bleibt jedoch statisch weitgehend unabhängig. Atrien, großzügige Spannweiten und flexible Grundrisse ermöglichen eine langfristige Anpassbarkeit der Nutzung. Ein Teil der bestehenden Struktur wird als Gewächshaus weiterverwendet, während zusätzliche Gewächshausflächen auf dem Dach angeordnet sind.

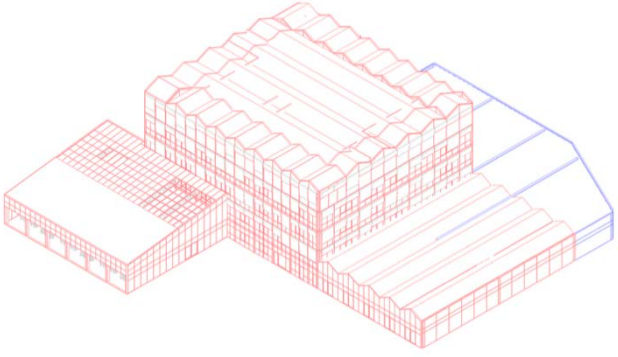


Abbildung 142: (Rosental 2) Axonometrische Darstellung der Transformation für Forschung und Bildung: selektiver Rückbau des Bestands, Ergänzung durch einen eigenständigen Neubau in Skelettbauweise sowie Integration bestehender und neuer Gewächshausflächen. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024).

Die im Rahmen des Szenarios vorgenommenen Anpassungen führen zu einer Reduktion der Gebäudehöhe durch den Rückbau oberer Geschosse sowie zu einer Vereinfachung der Baukörper. Fassaden werden stärker geschlossen ausgebildet, Dachflächen funktional optimiert und die Gewächshausstrukturen klar als additive Elemente definiert.

Konstruktives Prinzip

Das konstruktive Konzept basiert auf einer dualen Strategie aus Weiterbauen und Ergänzen.

Für Rosental 1 wird die bestehende Stahlbetonstruktur als Primärtragwerk genutzt und durch leichte Holzbauelemente ergänzt. Aufgrund der geringen zusätzlichen Lasten können die neuen Bauteile mit konventionellen Holzquerschnitten dimensioniert werden. Die Integration erfolgt innerhalb des bestehenden Rasters, wodurch Eingriffe in die Tragstruktur minimiert werden.

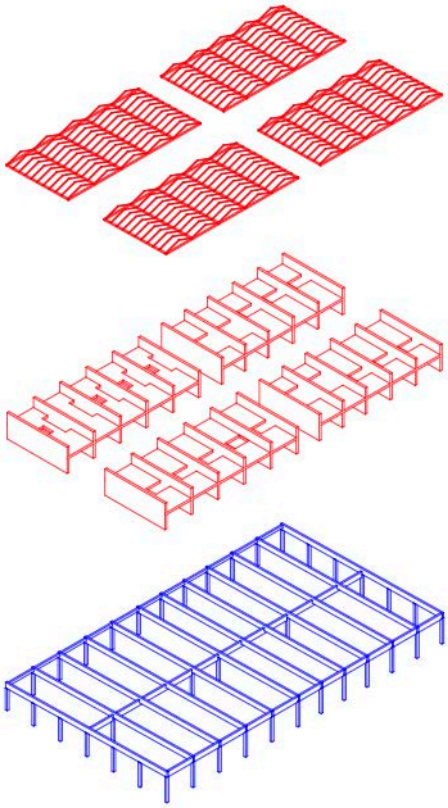


Abbildung 143: (Rosental 1) Tragwerksprinzip mit bestehender Stahlbetonstruktur als Primärtragwerk und ergänzenden leichten Holzbauelementen innerhalb des Bestandsrasters. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024).

Für Rosental 2 wird ein eigenständiges Holzskelettsystem entwickelt, das sich am Raster des Bestands orientiert, jedoch unabhängig davon funktioniert. Die Aussteifung erfolgt über mehrere Erschließungskerne. Die Spannweiten von bis zu 9 m werden durch einachsig gespannte Deckensysteme gelöst.

Insgesamt wird das Tragwerk nur punktuell angepasst; großflächige Eingriffe oder vollständige Überspannungen werden vermieden. Die Transformation erfolgt damit ressourcenschonend und unter maximaler Nutzung der vorhandenen Struktur.

Hülle und Technik – suffiziente Systemanpassung
Die bauphysikalische Strategie basiert auf einer Vereinfachung und Robustheitssteigerung der Gebäudehülle. Im Vergleich zum ursprünglichen Entwurf werden Fassaden stärker geschlossen ausgeführt und Öffnungen reduziert, wodurch Wärmeverluste minimiert werden. Die Dachflächen werden funktional optimiert; großflächige Verglasungen werden zugunsten gezielter Belichtungsöffnungen zurückgenommen.

Gewächshausstrukturen werden als ungedämmte Pufferzonen ausgebildet und übernehmen eine vermittelnde Rolle zwischen Innen- und Außenraum. Sie tragen zur Reduktion des Energiebedarfs bei und ermöglichen gleichzeitig neue Nutzungsformen.

Im Bereich des Forschungsgebäudes wird die energetische Performance zusätzlich durch verbesserte Dämmung, den Einsatz erneuerbarer Energien sowie den Austausch ineffizienter Bestandssysteme gesteigert. Die Kombination aus reduzierter Hüllfläche, angepasster Technik und passiven Strategien führt zu einer insgesamt effizienteren Betriebsweise.

- Wohngebäude: HWB B, PEB B, CO_2-eq A. (Klassen B/B/A).
- Bildungsstätte: HWB B, PEB B, CO_2-eq A+. (Klassen B/B/A+)
- Gaststätte (Mensa): HWB C, PEB D, CO_2-eq B. (Klassen C/D/B).)

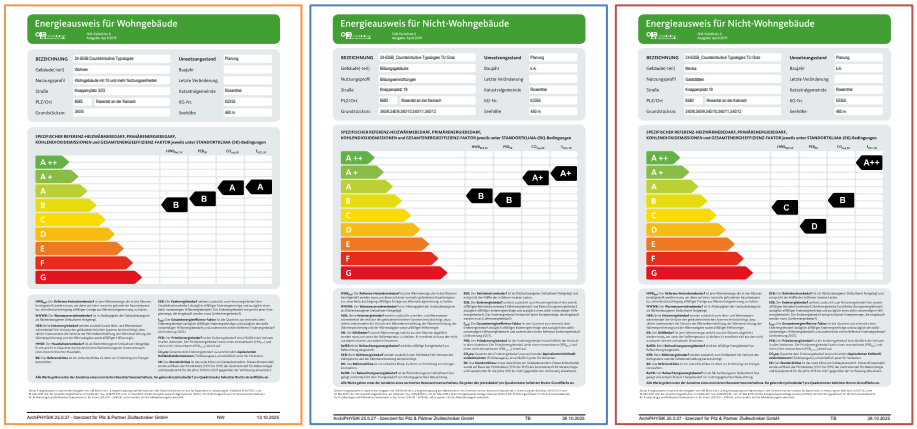


Abbildung 144: (Rosental 1 und 2) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Wohngebäude, Bildungsstätte und Gaststätte (Mensa), gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025).

Ökobilanz (LCA)
Die Lebenszyklusanalyse zeigt für beide Teilbereiche signifikante Verbesserungen gegenüber dem Bestand.

Rosental 1 weist eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen auf. Absolut sinken die Emissionen von 3,36 Mio. kg CO_2-Äq. auf 2,37 Mio. kg CO_2-Äq., was einem Einsparpotenzial von rund 0,99 Mio. kg CO_2-Äq. entspricht. Auch spezifisch ergibt sich eine signifikante Verbesserung: Die Emissionen reduzieren sich von 1.631 kg CO_2-Äq./m² auf 810 kg CO_2-Äq./m² (Einsparung ≈ 821 kg CO_2-Äq./m²).

Die Analyse der Lebenszyklusmodule zeigt, dass die Betriebsphase (B6) den dominierenden Anteil an den Gesamtemissionen ausmacht, während Herstellung (A1–A4) und Rückbau (C2–C4)

vergleichsweise geringe Beiträge leisten. Die Reduktion ist insbesondere auf die Weiternutzung der Tragstruktur, die angepasste Nutzung sowie eine verbesserte betriebliche Effizienz zurückzuführen. Aufgrund der Umnutzung von Gewerbe zu Wohnen besteht jedoch keine vollständige funktionale Vergleichbarkeit zwischen Bestand und Szenario.

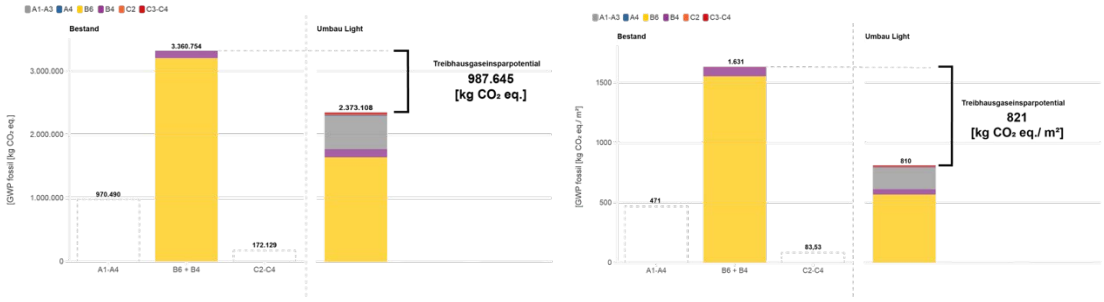


Abbildung 145: links (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,99 Mio. kg CO_2-Äq. durch Umbau; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 146: rechts (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 810 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Rosental 2 zeigt ebenfalls eine signifikante Reduktion der Emissionen. Absolut sinken diese von 4,56 Mio. kg CO_2-Äq. auf 2,94 Mio. kg CO_2-Äq. (Einsparung ≈ 1,62 Mio. kg CO_2-Äq.). Spezifisch reduzieren sich die Werte von 1.602 kg CO_2-Äq./m² auf 758 kg CO_2-Äq./m² (Einsparung ≈ 844 kg CO_2-Äq./m²).

Bemerkenswert ist, dass diese Reduktion trotz einer Erhöhung der Bruttogeschossfläche erreicht wird. Ausschlaggebend hierfür sind die verbesserte Gebäudehülle, der Einsatz effizienter technischer Systeme sowie die Integration erneuerbarer Energien.

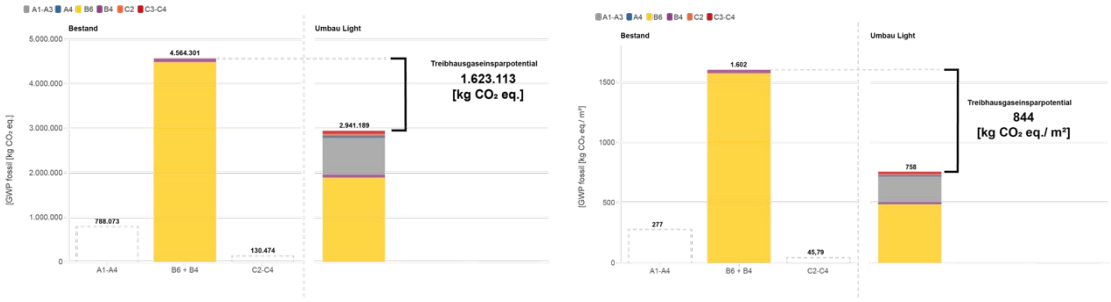


Abbildung 147: links (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,99 Mio. kg CO_2-Äq. durch Umbau; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Abbildung 148: rechts (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 810 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025).

Insgesamt zeigt das Szenario, dass durch gezielte Eingriffe in Struktur, Nutzung und Technik sowohl absolute als auch spezifische Emissionen reduziert werden können.

Kurzfazit

Rosental demonstriert die Transformation eines monofunktionalen Fachmarktzentrums in ein vielfältiges, gemischt genutztes Ensemble aus Wohnen, Forschung und Bildung. Durch die Kombination aus Weiterbauen, selektivem Rückbau und gezielter Ergänzung entsteht ein anpassungsfähiges System, das sowohl räumlich als auch ökologisch neue Qualitäten generiert. Die differenzierte Entwicklung der Baukörper, die Aktivierung der Freiräume und die deutliche Verbesserung der Emissionsbilanz machen das Szenario zu einem prototypischen Beispiel für ressourcenschonenden Umbau im suburbanen Kontext.

6.3.16. Überblick und Zwischenvergleich

Der Vergleich der Typologien erfolgt auf Basis spezifischer Treibhausgasemissionen (kg CO_2-Äq./m² BGF), da sich die Bruttogeschossflächen je nach Szenario verändern.

Im Rahmen eines Lebenszyklusphasen-(WLC)-Ansatzes wird deutlich, dass die Betriebsphase (B6) in allen Fallstudien den dominierenden Anteil an den Gesamtemissionen ausmacht. Dies ist auf den statischen Charakter der Ökobilanz zurückzuführen, die aktuelle Energiesysteme berücksichtigt, jedoch keine zukünftigen Veränderungen des Energiemixes abbildet.

Das Szenario „Bestand“ ist nur eingeschränkt mit den Sanierungsszenarien vergleichbar, da es die Gebäude bilanziell wie Neubauten behandelt. Demgegenüber berücksichtigen „Retrofit“ und „Umbau Light“ gemäß EN 15978 ausschließlich die Emissionen neu hinzugefügter Bauteile, während bestehende Strukturen ohne zusätzliche Umweltlasten angesetzt werden. Entsprechend weisen die Bestands-Varianten einen höheren Anteil an grauer Energie auf.

In der Gesamtbetrachtung zeigen die Bestands-Szenarien die ungünstigste Umweltperformance, insbesondere aufgrund hoher Betriebsemissionen über den betrachteten Zeitraum von 50 Jahren. Knittelfeld weist dabei die höchsten Gesamtemissionen auf, während Rosental 1 den größten Anteil an Herstellungs-Emissionen zeigt, was auf die geringe Gebäudegröße und damit reduzierte strukturelle Effizienz zurückzuführen ist. Stahlbeton stellt in allen Fällen den wesentlichen Beitrag zu den gebundenen Emissionen dar, insbesondere in den Neubauäquivalenten der Bestands-Szenarien.

Der Vergleich der beiden Sanierungsszenarien zeigt, dass das Retrofit-Szenario in der Regel geringere spezifische Emissionen aufweist als das Szenario „Umbau Light“. Dies ist auf den erhöhten Materialeinsatz im Umbau-Light-Szenario infolge zusätzlicher Flächen zurückzuführen, was sich insbesondere im Modul B4 (Replacement/Ersatz) widerspiegelt. Eine Ausnahme bildet Rosental 1, bei dem „Umbau Light“ geringere Emissionen aufweist. Ursache hierfür ist die Nutzungsänderung von Einzelhandel zu Wohnen, die in der österreichischen Energieausweisberechnung begünstigt wird, da Anforderungen an Kühlung, Lüftung und Beleuchtung nicht in gleichem Umfang berücksichtigt werden.

Die entsprechenden Vergleiche der Typologien über alle Szenarien sowie zwischen den beiden Sanierungsszenarien sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

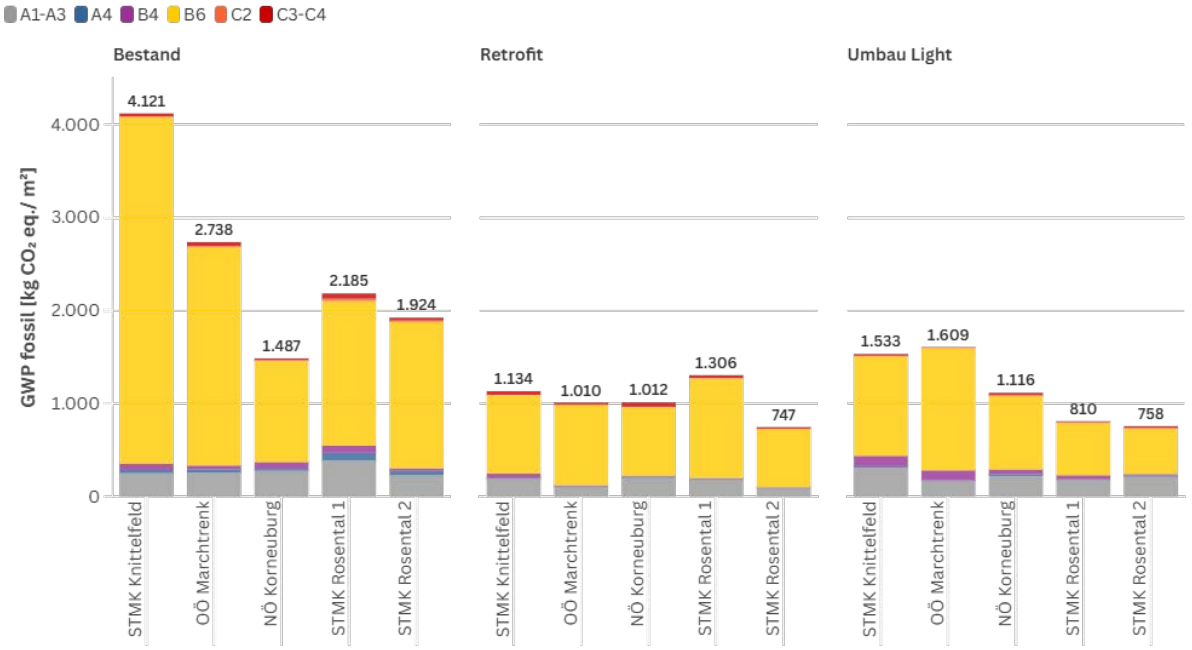


Abbildung 149: (Alle Standorte) Vergleich der Whole-Life-Carbon-Emissionen pro m² BGF für alle Typologien und Szenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025).

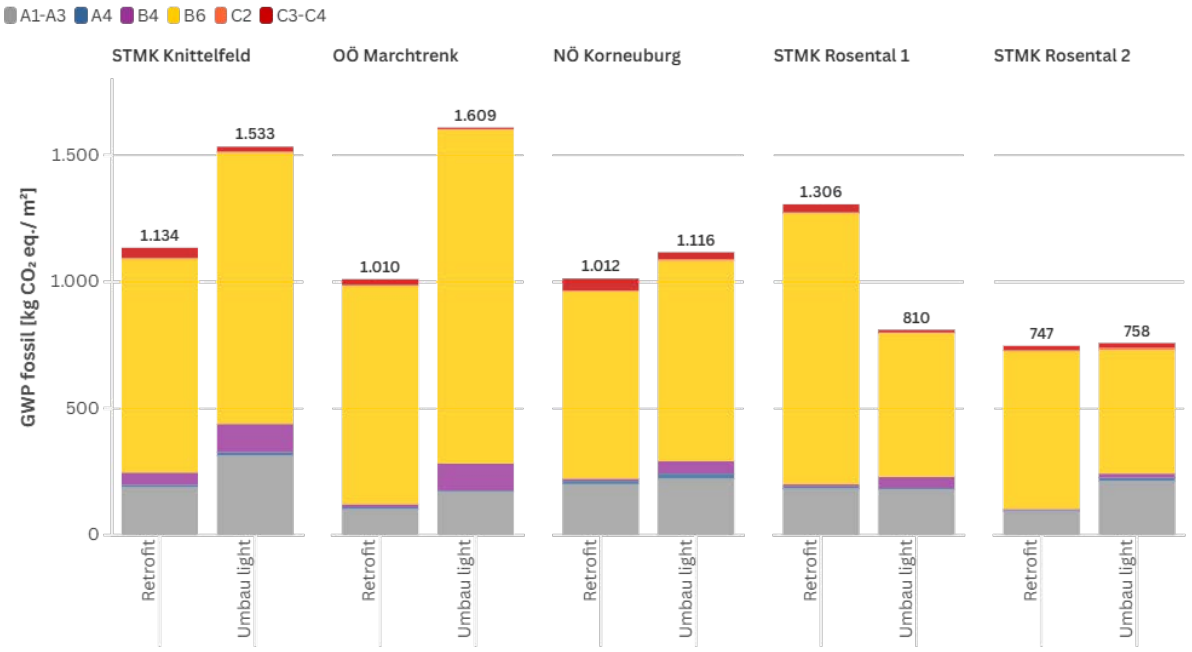
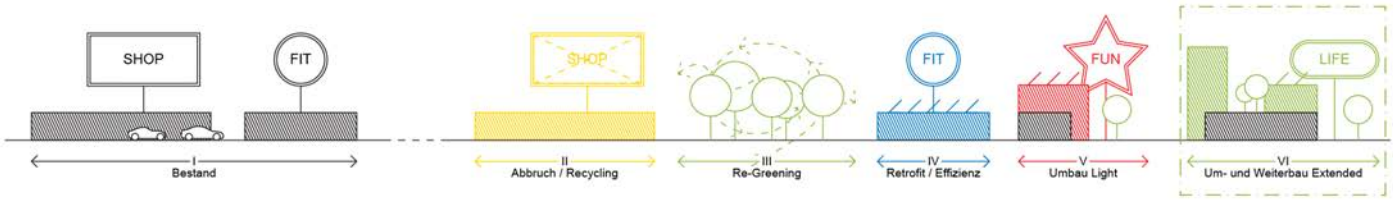


Abbildung 150: (Alle Standorte) Vergleich der Whole-Life-Carbon-Emissionen pro m² BGF für alle Typologien in den beiden Renovierungsszenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025).



6.3.17. Szenario: VI Um- und Weiterbau „Extended"

Modell und Expertise
Dieses Szenario versteht sich als komplexes Umbauszenario, das maßgeblich vom Institut für Gebäudelehre (IGL, TU Graz) entwickelt wurde.

Inhalte und Ziele
Aufbauend auf den Erkenntnissen der vorherigen Szenarien wird eine architektonisch anspruchsvolle Weiterentwicklung erzielt. Der sanierte Bestand wird durch Neubauten, Anbauten und Freiraumgestaltungen so ergänzt, dass eine räumliche und programmatische Vervielfältigung entsteht.

- Ziel ist die Transformation der Liegenschaften im Mixed-Use-Sinne, d. h. eine funktionale Vervielfältigung, in der Wohnen, Arbeiten, Freizeit, Dienstleistungen und Handel neu kombiniert werden.
- Im Fokus steht die Entwicklung von „Dritten Orten" mit hoher Aufenthaltsqualität, sozialen Funktionen sowie attraktiven Innen- und Außenräumen.
- Die Freiraumgestaltung wird als integraler Bestandteil verstanden, um das Umfeld ökologisch, sozial und gestalterisch aufzuwerten.
- Suburbane Gewerbebauten werden nicht als isolierte Objekte, sondern als Teil eines infrastrukturell geprägten peripheren Gefüges gelesen; anstelle von Abriss- oder Tabula-rasa-Ansätzen wird ein Reparatur- und Weiterbauverständnis verfolgt.

Methodik und Arbeitsfelder
Das Szenario VI basiert auf der methodischen Verbindung von Bestandsanalyse, typologischer Forschung, entwerferischer Erprobung und der Rückkopplung mit technischen und ökonomischen Parametern. Die Beiträge der Gebäudelehre lassen sich in mehrere eng miteinander verknüpfte Arbeitsfelder gliedern:

1. Typologische Analysen der bestehenden Strukturen
Ausgangspunkt bildete eine systematische typologische Lesart der Bestandsgebäude und ihrer Freiräume. Untersucht wurden Tragwerke (Raster, Spannweiten, Geschosshöhen), Grundrissorganisation (Raumtiefen, Erschließungssysteme, Andienungszonen), die Beziehung von Innenraum und Parkplatzflächen sowie die Einbindung in die umgebende Verkehrsinfrastruktur. Diese Analysen zielten nicht nur auf eine rein technische Beschreibung, sondern auf das Herausarbeiten von räumlichen Potenzialen: Welche Raumtiefen eignen sich für Mischnutzung?

Welche Tragwerksrasters erlauben flexible Einbauten, Aufstockungen oder Teilrückbauten? Wo verbergen sich Schnittstellen für neue Zugänge, Adressen und Öffentlichkeiten?

2. Entwurfsbasierte Forschung durch Zeichnungen, 3D-Studien und morphologische Experimente
Auf Grundlage dieser Analysen entwickelten sowohl Lehrveranstaltungen als auch Projektmitarbeiterinnen eine Serie von Entwurfsstudien, in denen unterschiedliche Umbau- und Verdichtungsszenarien getestet wurden. Zwei- und dreidimensionale Zeichnungen, Axonometrien und digitale Volumenstudien dienten als Instrumente einer „forschenden Zeichnung“: Verschiedene Eingriffstiefen – vom minimalinvasiven Umbau über additive Strukturen bis hin zu selektivem Abriss – wurden räumlich durchgespielt, verglichen und mit den technischen/ökonomischen Daten der Partner gespiegelt. Die zeichnerische Arbeit fungierte damit als Labor, in dem die abstrakten Parameter aus Energie-, Tragwerks- und Wirtschaftlichkeitsmodellen in konkrete räumliche Konfigurationen übersetzt werden konnten.

3. Referenzdiskurse und kritische Kontextualisierung
Parallel dazu wurden internationale Referenzen und Diskurse zur Architektur der Peripherie, zur Reparatur Suburbias und zur Qualifizierung der „Zwischenstadt“ aufgearbeitet, um die eigenen Entwürfe bzw. Überlegungen auch deutlich urbanistisch zu verankern. Ein wichtiger Bezugspunkt war der in folge eines Wettbewergewinns 1997 errichtete „Baumaxx Hypermarket“ der kroatischen Architekten Njiric + Njiric im slowenischen Maribor (ca. 60km von Graz entfernt), der die „Ausnahmenrolle Architektur“ in der peripheren Konsumlandschaft sowohl illustriert als auch kritisch beleuchtet und zeigt, wie kommerzielle Big-Box-Strukturen auch als urbane Konfrontations- und forcierte Begegnungsräume umgedeutet werden können. Solche Referenzen dienten dazu, die CBT-Szenarien nicht als singuläre Formalakte, sondern als Teil eines breiteren, kritischen Diskurses zu verstehen, in dem architektonische Typologie, Konsumkritik und stadtlandschaftliche Peripherie zusammenfallen.

4. Entwurfsexperimente zu Nachverdichtung, Überbauung, Teilabriss und Stapelung
In mehreren Entwurfssträngen wurden unterschiedliche Transformationsstrategien systematisch erprobt: Nachverdichtung der Parkierungsflächen durch Neubauten, Überbauung bestehender Hallen, selektiver Teilabriss zur Öffnung von Höfen und Passagen sowie vertikale Stapelungen von Nutzungen. Dabei kamen bewusst räumlich vertraute Archetypen – Atrium, Aula, Hypostylhalle, Galeriehof – zum Einsatz, um Räume mit Qualitäten zu erzeugen die gemeinschaftlich-kollektive Klänge anschlagen und damit weit über die (ursprüngliche bzw. vorhandene) Logik der Warenlogistik hinausweisen. Diese „Typen“ dienten als räumliche „Trägerformen“ für neue Öffentlichkeiten, Lern- und Gemeinschaftsorte bzw. kommunale Räume oder „soziale Infrastrukturen“ – durch die räumliche Großzügigkeit der Primärstrukturen ließen sich diese Um- und Andeutungen kollektiver Räume als klare architektonische, d.h. gestalterisch motivierte „Um-Möblierung“ und „Re-Typisierung“ der Bestandsbauten und ihrer fehlenden Freiraumgestaltung bzw. gestaltungsbefreiten Innen- und Außenraum-Beziehungen.

5. Verknüpfung mit technischen und ökonomischen Parametern
Alle architektonischen Szenarien wurden in enger Abstimmung mit den Konsortialpartnern iterativ überprüft. Eingriffstiefe, Materialeinsatz, Energiekennzahlen, Kosten und Marktpotenziale wurden parallel zur räumlichen Entwicklung mitgedacht. Entwurfsvarianten, die sich nicht mit den Ergebnissen der Tragwerks-, Energie- oder Wirtschaftlichkeitsanalysen vereinbaren ließen, wurden verworfen oder angepasst. Umgekehrt führten neue architektonische Ansätze – etwa die Einführung

eines Atriumtyps oder die Stapelung von Wohn- und Arbeitsnutzungen – zu Rückkopplungen in den technischen Modellen, etwa hinsichtlich Lüftungskonzept, Tageslichtnutzung oder Erschließungslogik.

Das zentrale Resultat der Arbeiten der Gebäudelehre-Gruppe war ein Katalog nachhaltiger Transformationselemente, der die architektonischen Strategien in abstrahierter Form dokumentierte und mit den technischen und ökonomischen Parametern der Partner verknüpfte. Dieser Katalog umfasst u. a. Bausteine wie: Umnutzung von Parkdecks zu Terrassen und Gärten, Einführung von Atrien als Licht- und Klimapuffer, Hybridisierung von Andienungszonen zu Aufenthalts- und Begegnungsräumen, sukzessive Umwandlung von Hallen in kleinteilige, mischnutzungsfähige Cluster. Jedes Transformationselement ist dabei sowohl architektonisch (Raumbildung, Typus, Erschließung) beschrieben als auch mit Kennwerten zu Kosten, Energie, Ressourcenverbrauch und Adaptierbarkeit hinterlegt.

Strategien der Transformation und Peripherie als Ressource
Die entworfenen Szenarien reichen von einfachen Umnutzungen über Aufstockungen, Anbauten und Superstrukturen bis hin zu einer funktionalen Vervielfältigung (Mixed-Use). Das Ziel besteht darin, generische Hallentypologien in öffentliche bzw. halböffentliche Raumfolgen mit hoher Aufenthaltsqualität zu transformieren, in denen Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Dienstleistungen auf neue Weise kombiniert werden.

In den studentischen Entwurfsarbeiten zum Projekt wurden exemplarisch verschiedene Strategien durchgespielt:

- **Aufstockungen und Stapelungen**: zusätzliche Geschosse oder gestapelte Volumina für Wohnen und Arbeiten.
- **Anbauten und Erweiterungen**: neue Baukörper, die bestehende Strukturen rahmen oder ergänzen.
- **Teil-Superstrukturen**: großflächige Überdeckungen oder konstruktive Rahmen, die neue Räume über den Bestand legen.
- **Freiraum-Multiplikation**: Integration von Plätzen, Gärten und Durchwegungen zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität.

Diese Projekte veranschaulichen, wie die großzügigen Dimensionen der bestehenden Hallen produktiv genutzt und durch neue Nutzungskonzepte aktiviert werden können. Auf diese Weise konnte gezeigt werden, dass selbst einfache Fachmarktstrukturen und Big-Box-Gebäude zu sozial nachhaltigen „Dritten Orten“ transformiert werden können, wenn sie architektonisch neu gelesen, typologisch re-kodiert und im Verbund mit technischen und ökonomischen Strategien weitergedacht werden.

Die Entwurfsszenarien des IGL demonstrieren, dass Architektur in der Peripherie nicht auf Fassadenkosmetik oder gestalterische „Aufwertung“ reduziert bleiben muss, sondern als entwerferische Forschung dazu beitragen kann, neue Programme, neue Öffentlichkeiten und neue Alltagsurbanitäten in bislang rein konsumistisch geprägten Räumen zu etablieren.

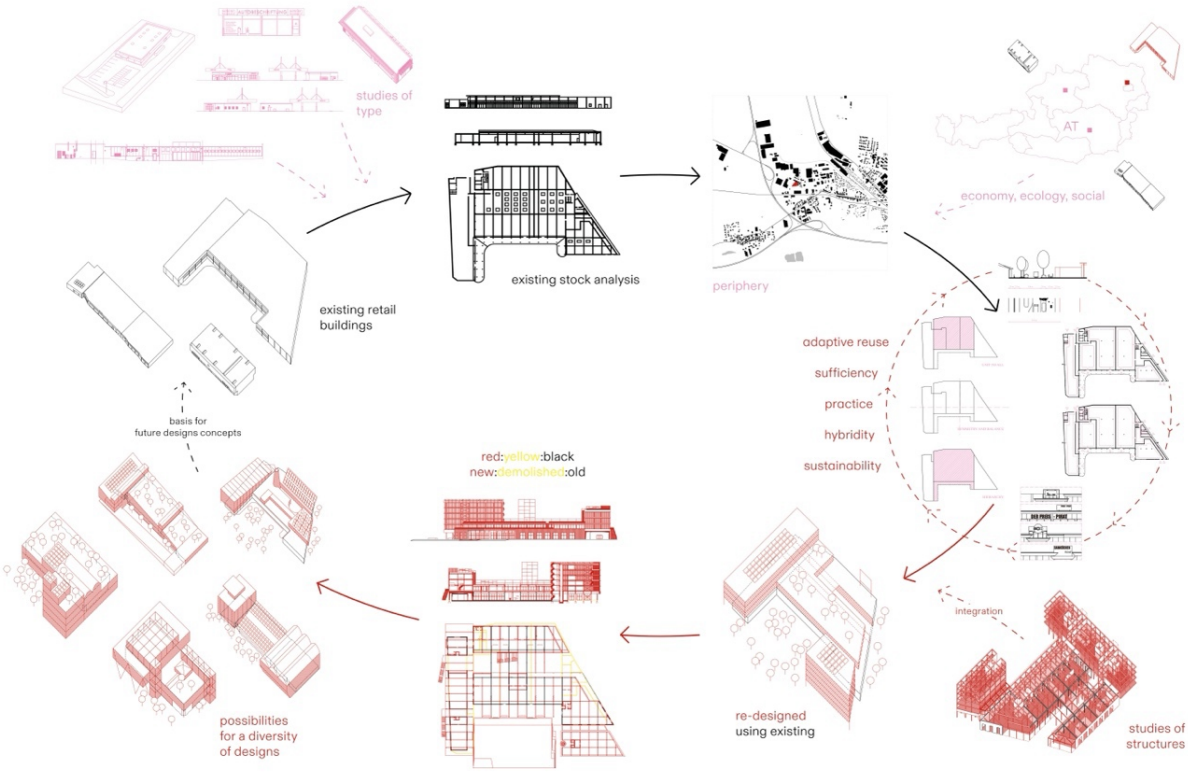


Abbildung 151: Methodischer Designansatz im Szenario VI. Ausgangspunkt ist der Gebäudebestand, aus dem unterschiedliche Entwurfsstrategien entwickelt und mit quantitativen Bewertungen verknüpft werden. Quelle: IGL/TU Graz (2024).

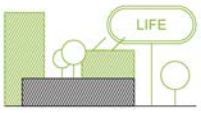
Ergebnisse

Das Szenario VI stellt die visionärste Variante der Forschungsmatrix dar.

- **Potenziale:** umfassende räumliche Transformation, Schaffung vielfältiger Nutzungen, Stärkung sozialer Infrastruktur, hohe ökologische und gestalterische Qualität, Attraktivität für Investoren wie Gemeinden.
- **Einschränkungen:** hoher Planungs- und Kostenaufwand, komplexe Genehmigungs- und Umsetzungsprozesse, längere Realisierungszeiträume.

Insgesamt zeigt das Szenario, dass eine Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien über den funktionalen Minimalumbau hinausgehen kann und dass attraktive, resiliente und zukunftsorientierte Orte entstehen können, die einen substantiellen Beitrag zu Klimaneutralität, sozialer Vielfalt und regionaler Identität leisten.

6.3.18. VI Um- und Weiterbau „Extended”: 4 Liegenschaften



Die im Szenario VI entwickelten Strategien zur räumlichen Vervielfältigung und zur Aufwertung der Freiräume wurden in Entwurfsstudios und Masterarbeiten (2022–2025) des Instituts für Gebäudelehre an den vier Liegenschaften Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental weiter vertieft.

Die hier gezeigten Projekte sind drei von insgesamt neun Studioarbeiten sowie zwei Diplomarbeiten, die im Laufe der Semester entstanden sind. Sie repräsentieren exemplarisch die angewandten Entwurfsmethodiken und verdeutlichen, wie das theoretische Szenario in konkrete architektonische Konzepte überführt und für die jeweiligen Standorte spezifisch ausdifferenziert werden kann.

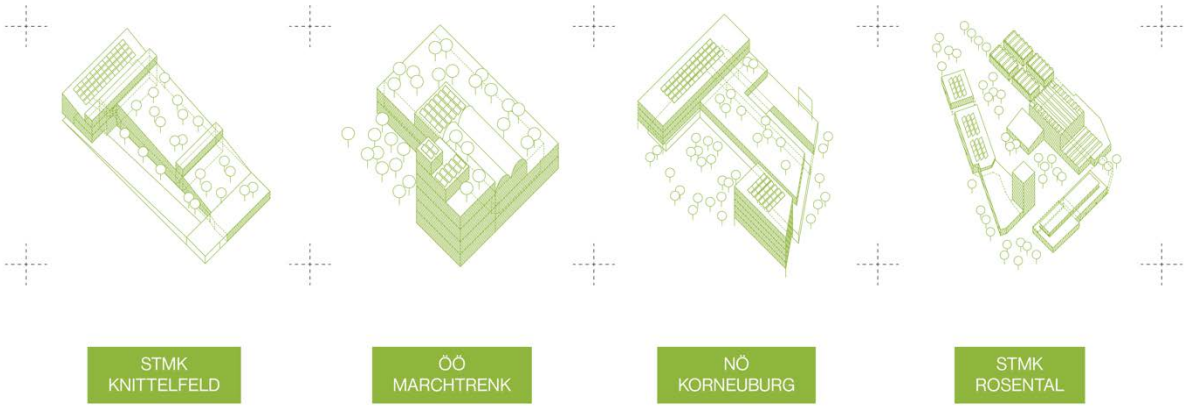
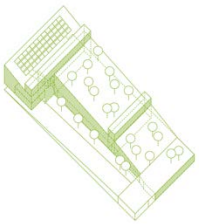


Abbildung 152: Übersicht der im Szenario VI „Extended“ angewandten Entwurfsstrategien an den vier Liegenschaften Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental. Quelle: IGL/TU Graz (2025).

*Hinweis zu den Plandarstellungen: Zur besseren Lesbarkeit der Transformationen werden in den Plänen einheitliche Farbkonventionen verwendet: **Schwarz** kennzeichnet den bestehenden Gebäudebestand (Weiß in Renderings), **Rot** markiert neue Baukörper und Ergänzungen, während **Gelb** für Abriss oder Rückbau steht. Diese Darstellung ermöglicht eine klare Unterscheidung zwischen Bestand, Intervention und Abbruch und macht die jeweiligen Entwurfsstrategien vergleichbar.*

I Knittelfeld: Entwurf Mixed-Use Multi-Form (Landeka & Ivančić)



Der Entwurf für die Liegenschaft in Knittelfeld sieht eine Nachverdichtung um den Faktor 1,5 vor. Dabei bleibt der Bestand weitgehend erhalten und wird durch eine Aufstockung erweitert. Entwurfsbestimmend ist die Ausbildung einer großen, gegenläufigen Rampe, die das Gebäude überspannt und als grün gestalteter Dach- und Nutzungsgarten ausgeführt wird. Dieser Freiraum soll den Bewohner:innen der Umgebung zugutekommen und einen neuen öffentlichen Mehrwert schaffen.

Im Inneren wird die bestehende Hallentypologie geöffnet und durch zwei Erschließungsriegel gegliedert, wodurch neue Raumsequenzen entstehen. Der vordere rechte Gebäudeteil erhält eine Mehrzweckhalle mit Staffelgeschoss und einem markanten Außenfenster, das als städtebauliche Geste wirkt und den Baukörper nach außen adressiert.

Das Nutzungsspektrum umfasst eine Markthalle, eine Kochschule, eine Mehrzweckhalle für die Gemeinde sowie einen öffentlich zugänglichen Dachgarten. Im Erdgeschoss befinden sich großflächige Funktionen, die klar zoniert sind, während das Obergeschoss differenzierte Räume für Büro-, Dienstleistungs- und Freizeitnutzungen bietet.

Die Schnitte und Ansichten verdeutlichen eine gestaffelte Höhenentwicklung, die den Bestand respektiert und gleichzeitig neue stadträumliche Bezüge herstellt. Durch die Kombination von horizontalen und vertikalen Erweiterungen entsteht ein kompakter Baukörper, der nicht nur verdichtet, sondern auch räumlich diversifiziert wird. Die Fassadengestaltung mit rhythmischer Gliederung zwischen offenen und geschlossenen Flächen macht die unterschiedlichen Nutzungsbereiche ablesbar.

Insgesamt zeigt der Entwurf, wie durch präzise Eingriffe in Tragwerk, Volumen und Freiraum ein Ort mit gemischter Nutzung und starkem Außenraumbezug entsteht, der den monofunktionalen Charakter der bestehenden Gewerbehalle überwindet und neue Schnittstellen zu Öffentlichkeit und Nachbarschaft eröffnet.

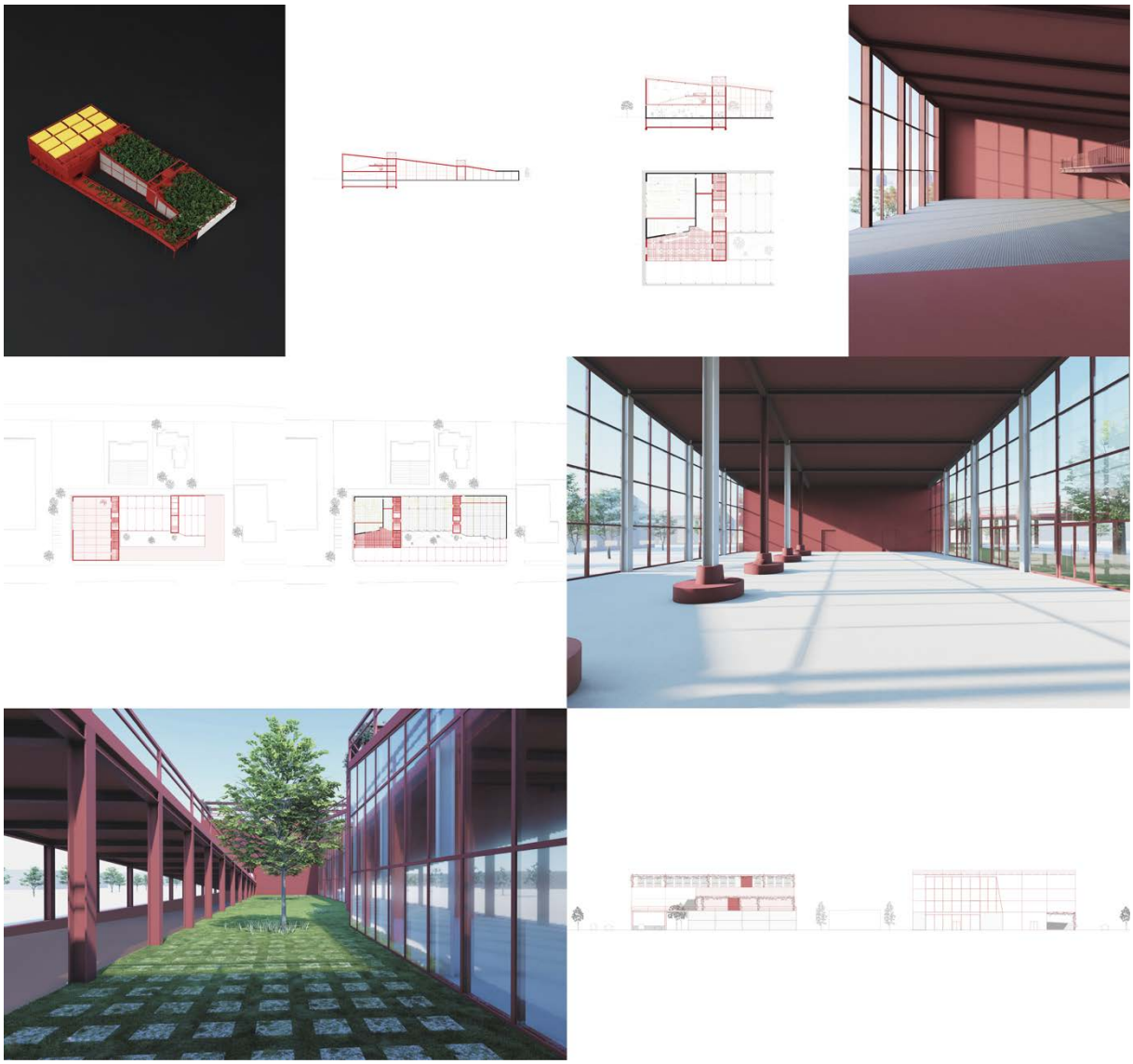
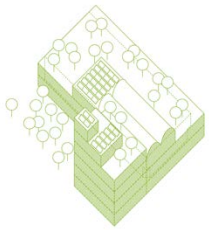


Abbildung 153: Entwurf von Andrea Landeka und Monika Ivančić. Nachverdichtung um Faktor 1,5 durch Aufstockung und gegenläufige begrünte Rampe als öffentlicher Dach- und Nutzungsgarten; Öffnung der Hallentypologie mit zwei Erschließungsriegeln, Mehrzweckhalle mit Stadtfenster sowie Markthalle, Kochschule und kleinteilige Dienstleistungsflächen. Quelle: Masterstudio Mixed-Use Multi-Form, IGL/TU Graz (2023).

II Marchtrenk: Entwurf Mixed-Use Multi-Form (Vecchiet & Guger)



Der Entwurf für die Liegenschaft in Marchtrenk sieht eine Nachverdichtung mit dem Faktor 2,3 vor. Der Bestand wird durch eine Kombination aus Umbau, Aufstockung und einem neuen Hochpunkt weiterentwickelt. Entwurfsbestimmend ist ein gestaffelter Aufbau, der sich bis zu einem Turm steigert und dem Areal eine neue städtebauliche Präsenz verleiht. Ziel des Entwurfs ist es, den zuvor monofunktionalen Standort in ein identitätsstiftendes, gemischt genutztes Zentrum zu verwandeln.

Der Bestand wird oberhalb geöffnet, um ein zusätzliches Geschoss einzufügen, das mit einem Tonnengewölbe als Dachabschluss versehen ist. Ein umlaufender Gang im Erdgeschoss schafft eine klare Erschließung und Anbindung an den Außenraum. So entstehen neue Flächen, die durch die Verschränkung von Alt und Neu eine besondere räumliche Atmosphäre gewinnen. Der Turm liegt dabei in der Sichtachse der Hauptverkehrsachse und bildet einen weithin sichtbaren Orientierungspunkt.

Das Nutzungskonzept ist vielfältig: Im Erdgeschoss sind Verkaufsflächen und Geschäfte vorgesehen, im Obergeschoss etwa ein Fitnessstudio, während der Turm Raum für eine Kletterhalle sowie Büroflächen bietet. Ergänzend wird ein begrünter Dachgarten als Freizeitfläche integriert, der den Nutzungen eine zusätzliche Qualität verleiht.

Die vollständig geöffneten Grundrisse fördern flexible Raumnutzungen und ermöglichen eine freie Anordnung der Nutzungen. Durch die Kombination aus kompakten Sockelflächen und dem markanten Turm entsteht eine räumliche Schichtung, die horizontale Ausdehnung und vertikale Akzentuierung verbindet.

Insgesamt überzeugt der Entwurf durch die Atmosphäre der Verschränkung von Bestand und Ergänzung. Diese bringt neue soziale und funktionale Qualitäten hervor und gibt Marchtrenk einen eigenständigen, gemischt genutzten Orientierungspunkt.

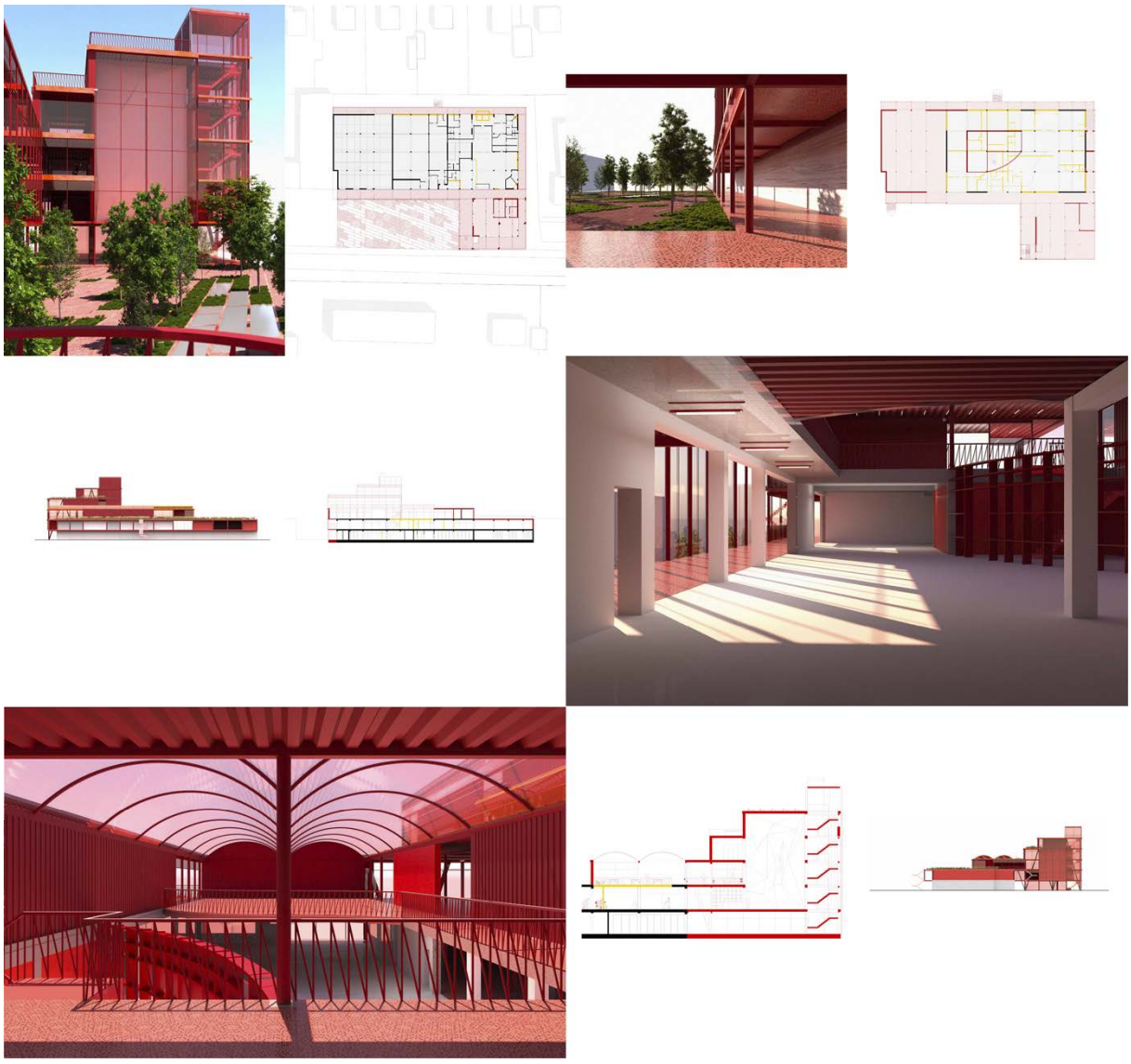
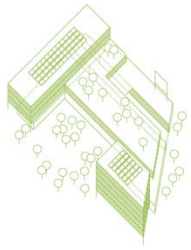


Abbildung 154: Entwurf von Matthias Guger und Mihael Vecchiet. Umbau und Aufstockung des Bestands mit gestaffeltem Aufbau und Turm in der Sichtachse der Hauptverkehrsachse. Mixed-Use-Nutzungen mit Shops, Fitness, Kletterhalle, Büros und Dachgarten. Quelle: Masterstudio Mixed-Use Multi-Form, IGL/TU Graz (2023).

III Korneuburg: Entwurf Mixed-Use Multi-Form (Neuhold & Unterthiner)



Der Entwurf für die Liegenschaft Korneuburg sieht eine Nachverdichtung um den Faktor 2,6 vor. Dadurch wird der bestehende Gebäudebestand zu einem vielschichtigen Komplex mit unterschiedlichen Nutzungen transformiert. Grundlage hierfür ist die Gliederung des Bestands, der in mehrere Baukörper zerschnitten wird, wodurch neue Raumsequenzen und Erschließungsbezüge entstehen.

Der mittlere Gebäudeteil wird als zweigeschossiges Volumen mit integriertem Außenraum entwickelt. Seine Stahlstruktur ermöglicht eine flexible Bespielung. Links davon erhebt sich ein dreigeschossiger Riegel, der als aufgeständerte Konstruktion den Bestand überlagert, ohne ihn direkt zu berühren. Rechts ergänzt ein Turm mit fünf zusätzlichen Geschossen die Komposition und verleiht dem Ensemble einen markanten Hochpunkt.

Das Programm ist breit gefächert: Neben einem Kindergarten und Einkaufsmöglichkeiten entstehen Flächen für Büros, Freizeitangebote und ein Gemeindezentrum. Dadurch entsteht ein vielseitiges Mixed-Use-Zentrum, das neue soziale und funktionale Schnittstellen in der Peripherie schafft.

Die räumliche Organisation ist durch Differenzierung und Verschränkung geprägt: Robuste Sockelbereiche bilden die Basis für öffentliche Nutzungen, während darüber differenzierte Strukturen mit Innen- und Außenräumen neue Aufenthaltsqualitäten schaffen. Die Fassaden zeigen eine Gliederung, die Transparenz und Geschlossenheit ausgleicht und die Vielfalt der Programme nach außen ablesbar macht.

Insgesamt verdeutlicht der Entwurf, wie durch das Zerschneiden, Stapeln und Ergänzen von Baukörpern ein komplexes, nutzungsdurchmischtes Ensemble entstehen kann, das einen monofunktionalen Gewerbestandort in ein identitätsstiftendes Zentrum mit starker öffentlicher Wirkung verwandelt.

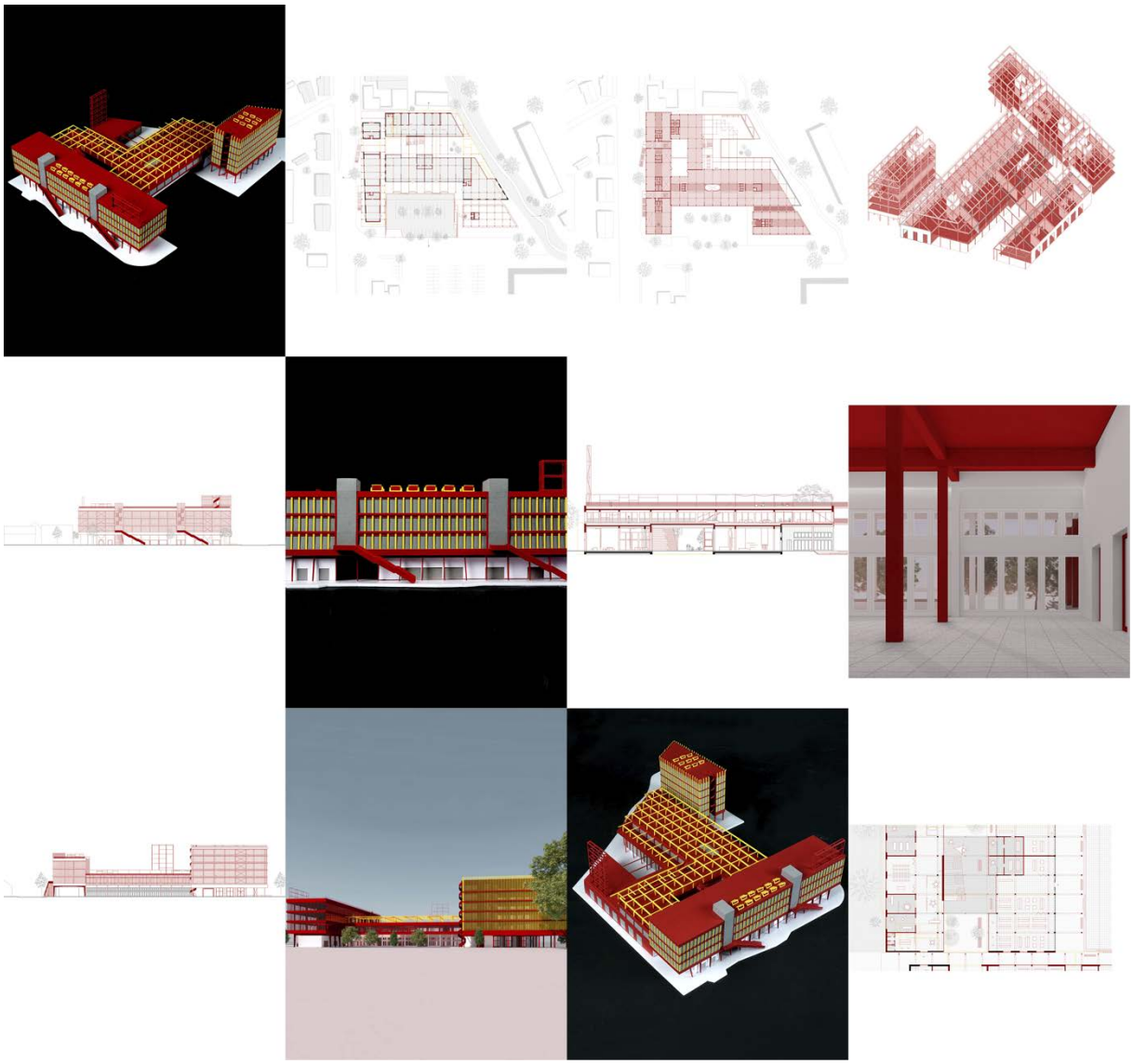


Abbildung 155: Entwurf von Kerstin Neuhold und Marie Christin Unterthiner. Transformation des Fachmarktzentrums durch Gliederung, Aufstockung und Turmstruktur zu einem vielschichtigen Mixed-Use-Komplex. Quelle: Masterstudio Mixed-Use Multi-Form, IGL/TU Graz (2023).

IV Rosental: Zwei Entwürfe

Die beiden Entwürfe für Rosental veranschaulichen die große Bandbreite an möglichen Transformationen eines Fachmarktzentrums: vom Forschungs- und Bildungscampus bis hin zur Umnutzung als Wohnressource. Beide Konzepte verdeutlichen, wie sich mit unterschiedlichen Strategien – einerseits einer stark programmatisch erweiterten Campusstruktur und andererseits einer modulbasierten Wohnlösung – neue Perspektiven für den Bestand entwickeln lassen.

Rosental-1: Masterarbeit „Ressource Kommerzimmobilie“ (Zachhuber)

Der Entwurf für die Liegenschaft Rosental verfolgt den Ansatz einer kontraintuitiven Planung: Das bestehende Fachmarktzentrum wird nicht lediglich angepasst, sondern grundlegend neu gedacht. Ziel ist die Transformation in einen Forschungs- und Bildungscampus mit Schwerpunkt auf Agrarwissenschaften, der die Bereiche Lernen, Arbeiten, Wohnen und Freizeit in einem nutzungsdurchmischten Umfeld zusammenführt.

Grundlage ist das bestehende Tragwerksraster, das über das gesamte Areal gespannt wird. Durch Abbruch, Erweiterung und Verbindung entstehen fünf eigenständige Baukörper, die jeweils spezifische Konzepte und Nutzungen aufnehmen. Ein quadratischer Quartiersplatz bildet das Zentrum des Campus und ist durch drei Achsen erschlossen. Ehemalige Parkflächen werden in urbane Freiräume und Gärten umgewandelt, Ladenpassagen zu Lern- und Begegnungszonen.

Die Komposition der Baukörper differenziert sich stark:

- Ein Forschungsgebäude mit Gewächshäusern, Laboren und einer Mensa im Süden.
- Ein Bildungsgebäude mit großzügigem Innenraum, Seminarräumen, Studienvertretung und studentisch betriebenem Café.
- Eine Bibliothek mit Zwischen- und Untergeschossen sowie einem markanten Turm, der Wohnungen für Studierende, Forschende und Lehrpersonal aufnimmt.
- Ein Kulturgebäude mit Club, Nahversorger und Galerie.
- Ein Wohnkomplex mit zwanzig Reihenhäusern für studentische Wohngemeinschaften.

Besonderer Wert wird auf Anpassungsfähigkeit und Resilienz gelegt: Offene Grundrisse, flexible Strukturen und großzügige Freiräume ermöglichen eine langfristige Weiterentwicklung. Städtebaulich wird der Maßstab nach außen hin bewusst moderat gehalten, während die neuen Dimensionen erst im Inneren des Campus erfahrbar werden.

Insgesamt verwandelt der Entwurf das monofunktionale Fachmarktzentrum in ein lebendiges, kleinstädtisches Zentrum, in dem Bildung, Forschung und Alltagsleben miteinander verschränkt werden. Er verdeutlicht exemplarisch, wie durch kontraintuitive Planung bestehende Gewerbestrukturen in zukunftsweisende, ressourcenschonende und identitätsstiftende Orte transformiert werden können.

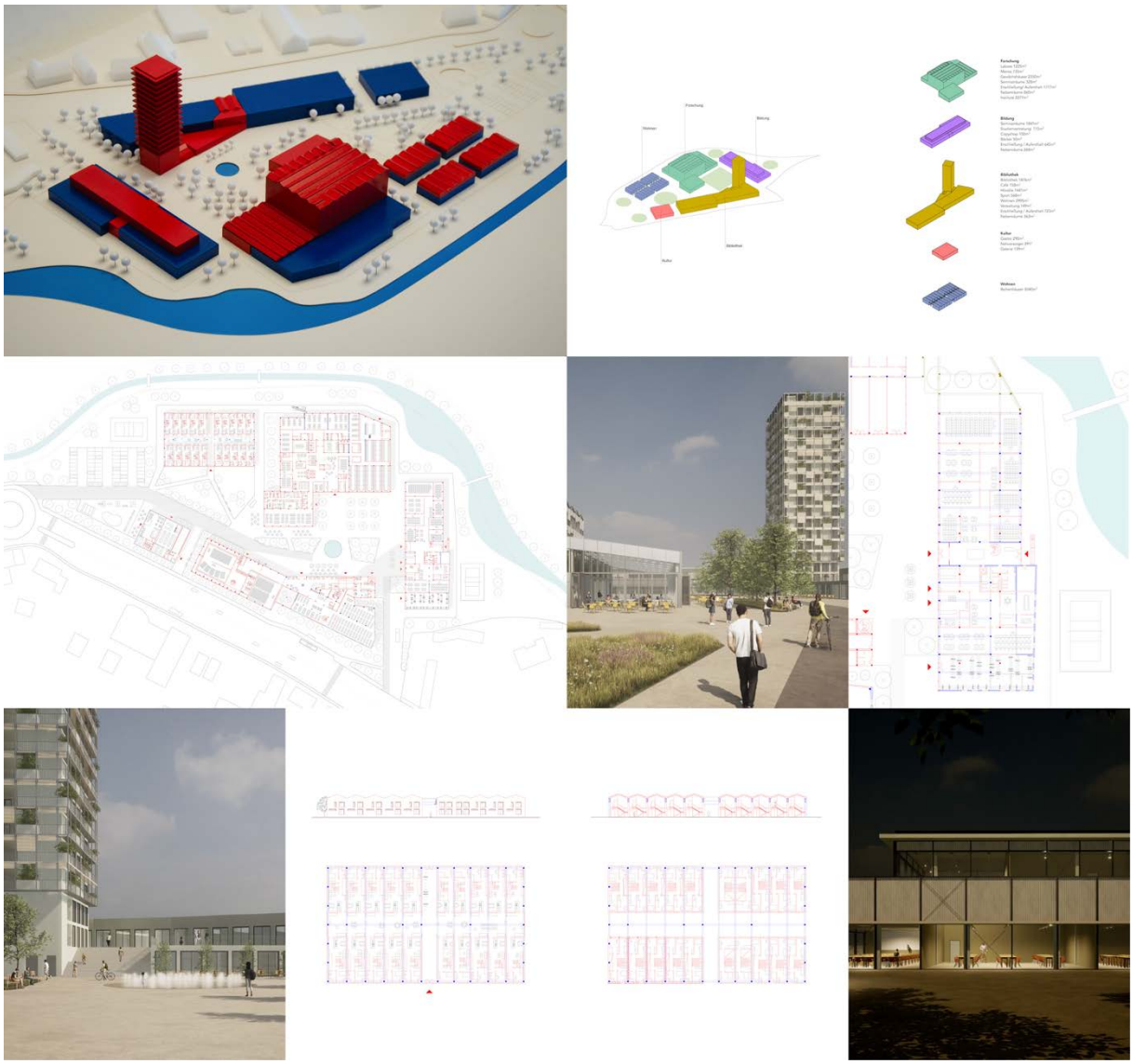


Abbildung 156: Entwurf von Moritz Zachhuber. Transformation des Fachmarktzentrums zu einem Forschungs- und Bildungscampus mit agrarwissenschaftlichem Schwerpunkt; Weiterbauen im Tragwerksraster, fünf differenzierte Baukörper (Forschung mit Gewächshaus und Mensa, Bildung, Bibliothek mit Wohnturm, Kultur, Reihenhaus-Wohnungen) rund um einen Quartiersplatz; Umwandlung der Parkflächen in urbane Freiräume und Gärten. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024).

Rosental-2: Masterarbeit „Wohn-Ressource Leerstand?“(Gaal)

Der zweite Entwurf zur Liegenschaft Rosental mit dem Titel Wohn-Ressource Leerstand von Julia Gaal basiert auf dem Stützenraster des Bestands und entwickelt daraus ein neues Wohn- und Nutzungskonzept. Durch das Freilegen der Stahlbetontragstruktur entsteht eine rund 34 × 88 Meter große Halle, die in ein Raster von 102 quadratischen Feldern gegliedert ist. Dieses Raster bildet die Grundlage für die Integration von zweigeschossigen Wohnmodulen in Holzbauweise, die entlang der Fassaden gestapelt werden.

Im Süden des Erdgeschosses sind Büro- und Geschäftseinheiten vorgesehen, während die oberen Ebenen verschiedene Wohnungstypen aufnehmen. Drei Einschnitte teilen die lange Fassadenfront, schaffen Verbindungsachsen zwischen Platz und Bachufer und ermöglichen zusätzliche Belichtung, da sie als Atrien ausgebildet werden. Die vertikalen Erschließungskerne sind in die äußeren Atrien integriert.

Die Aufstockung erfolgt in Form einer zweigeschossigen Holzkonstruktion, die das bestehende Raster fortsetzt und in vier Cluster unterteilt ist. Die Wohnungen werden durch gemeinschaftliche Bereiche ergänzt, darunter Küchen, Essbereiche und Lernzonen, die jeweils über zwei Ebenen reichen. Insgesamt entstehen so 120 Wohneinheiten für Studierende, Forschende und Familien.

Durch die Transformation wächst die Bruttogeschossfläche von ca. 2.800 m² auf fast 8.300 m². Der Entwurf zeigt somit, wie durch die konsequente Nutzung des Bestandsrasters und die Integration modularer Holzbauweisen bezahlbarer Wohnraum und neue soziale Räume geschaffen werden können, ohne die Grundstruktur des Bestands aufzugeben.

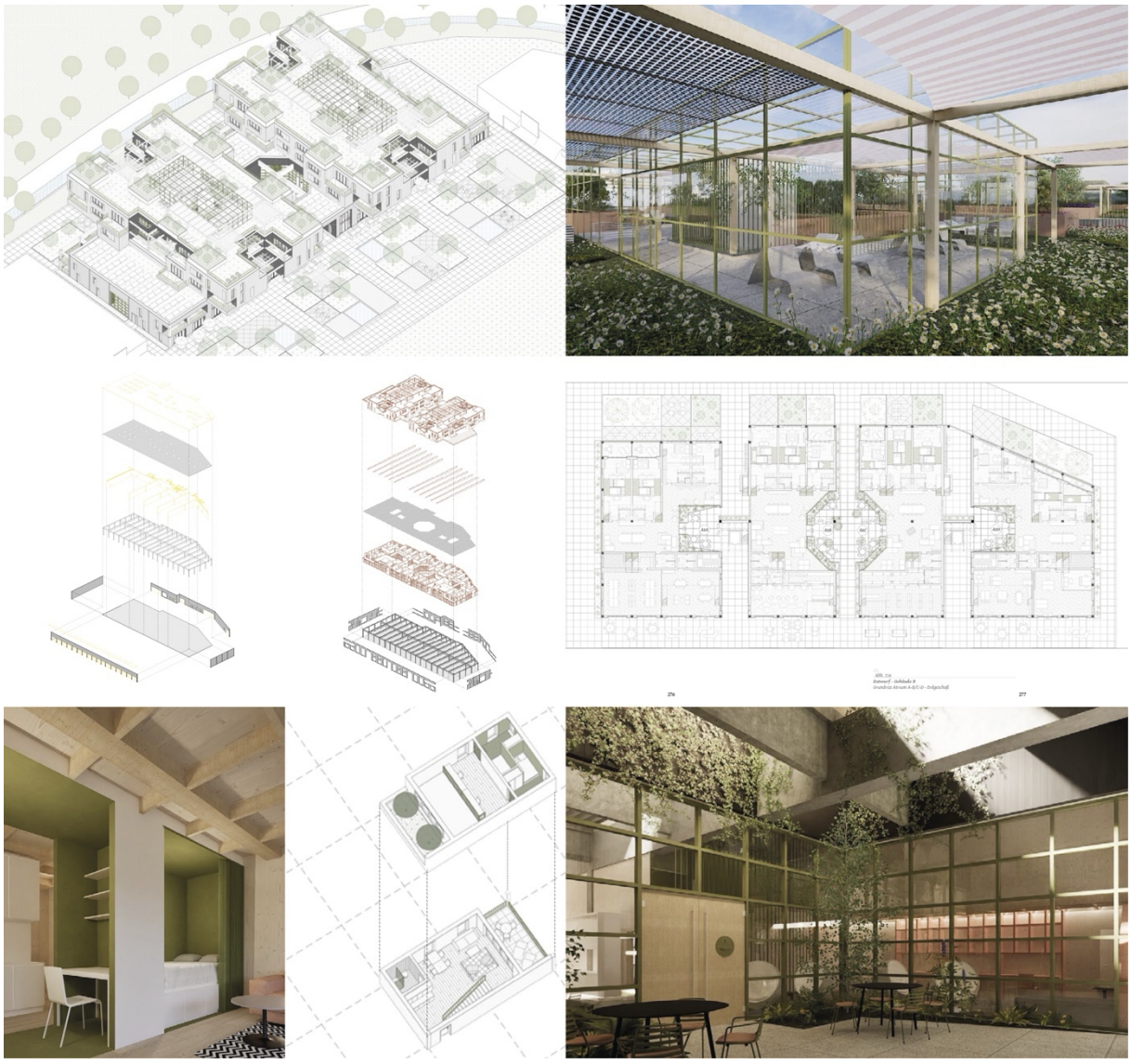


Abbildung 157: Entwurf von Julia Gaal. Transformation des Bestandsrasters zur Wohnlandschaft: Freilegung der Halle (34 × 88 m) und Gliederung in 102 Felder; modulare, zweigeschossige Holz-Wohnmodule entlang der Fassaden; drei Atrien als Belichtungs- und Durchwegungsachsen; Aufstockung in vier Clustern mit Gemeinschaftszonen. Ergebnis: ca. 120 Wohneinheiten und neue soziale Räume. Quelle: Masterarbeit Julia Gaal, IGL/TU Graz (2025).

6.4. Dynamische Matrix – Multidimensionale Entscheidungsunterstützung im CBT-Projekt

Zur weitergehenden Entwicklung des eigentlichen Projekts wurde eine „dynamische Matrix“ erstellt, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen technischen, ökologischen, ökonomischen, sozialen, rechtlichen und gestalterisch-identitären Interessen sichtbar und bewertbar zu machen. Das Ziel bestand darin, ein Instrument zu schaffen, das der Vielschichtigkeit realer Transformationsprozesse gerecht wird und die unterschiedlichen Perspektiven der Akteure angemessen abbildet, ohne sie zu reduzieren.

Zu Beginn wurde ein klassischer „Wenn-Dann-Fragebaum“ in mehreren Varianten erprobt. Dieser Ansatz sollte durch eine lineare Abfolge von Entscheidungen zu einem der Transformationsszenarien führen. Im Entwicklungsprozess zeigte sich jedoch schnell, dass ein solches Modell die natürliche Heterogenität der beteiligten Disziplinen nicht erfassen kann. Während tragwerksplanerische Betrachtungen etwa die statische Eignung des Bestands oder konstruktive Risiken in den Vordergrund stellen, gewichten kommunale Entscheidungsträger die sozialen, rechtlichen oder ökonomischen Aspekte stärker. Für Energie- und Nachhaltigkeitsexpert:innen stehen wiederum ökologische Effizienz, Lebenszyklusemissionen oder Betriebskosten im Zentrum, während architektonisch-räumliche Fragestellungen eigenen Bewertungslogiken folgen.

Die lineare Struktur eines Fragebaums konnte diese unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen nicht zusammenführen. Sie führte zwangsläufig zu Sackgassen, sobald ein Kriterium dominierte oder alternative Gewichtungen ausgeschlossen wurden. Damit wurde deutlich, dass ein hierarchisches, sequenzielles System nicht geeignet ist, um Entscheidungen in einem so vielschichtigen und von subjektiven Prioritäten geprägten Kontext abzubilden.

In der Folge wurde eine dynamische Matrix entwickelt, die nicht auf einer festen Reihenfolge von Entscheidungen beruht, sondern ein offenes, relationales System nutzt. Sie erlaubt es, individuelle Schwerpunkte zu setzen und macht gleichzeitig die Vernetzungen zwischen den einzelnen Kriterien sichtbar. Ihr Grundprinzip lautet, dass es keine für alle Fälle gültige einheitliche Gewichtung geben kann, sondern dass der Betrachtungsschwerpunkt – etwa auf Ökonomie, Gestaltung, Tragwerk oder soziale Infrastruktur – durch die Nutzerinnen und Nutzer selbst definiert wird. Auf dieser Grundlage visualisiert die DMatrix die interdisziplinären Zusammenhänge und empfiehlt eines der fünf CBT-Szenarien als potenzielle Entwicklungsoption.

Die Struktur der DMatrix basiert auf elf Entscheidungsebenen, die zentrale Aspekte wie Nutzungsflexibilität, den sozialen Kontext, Finanzierbarkeit, den rechtlichen Spielraum, die ökologische Performance oder die statischen Rahmenbedingungen abbilden. Diese Ebenen stellen Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Disziplinen dar und machen die multidimensionalen Bezüge sichtbar. Jedes Transformationsszenario ist zudem mit sieben Auswirkungskategorien verbunden, die technische, ökologische, ökonomische, soziale, räumlich-gestalterische oder rechtliche Konsequenzen erläutern. Zusammen bilden diese Kategorien ein Beziehungsgeflecht, das keine Hierarchie vorgibt, sondern unterschiedliche Gewichtungen zulässt und somit die Komplexität der Entscheidungsfindung angemessen widerspiegelt.

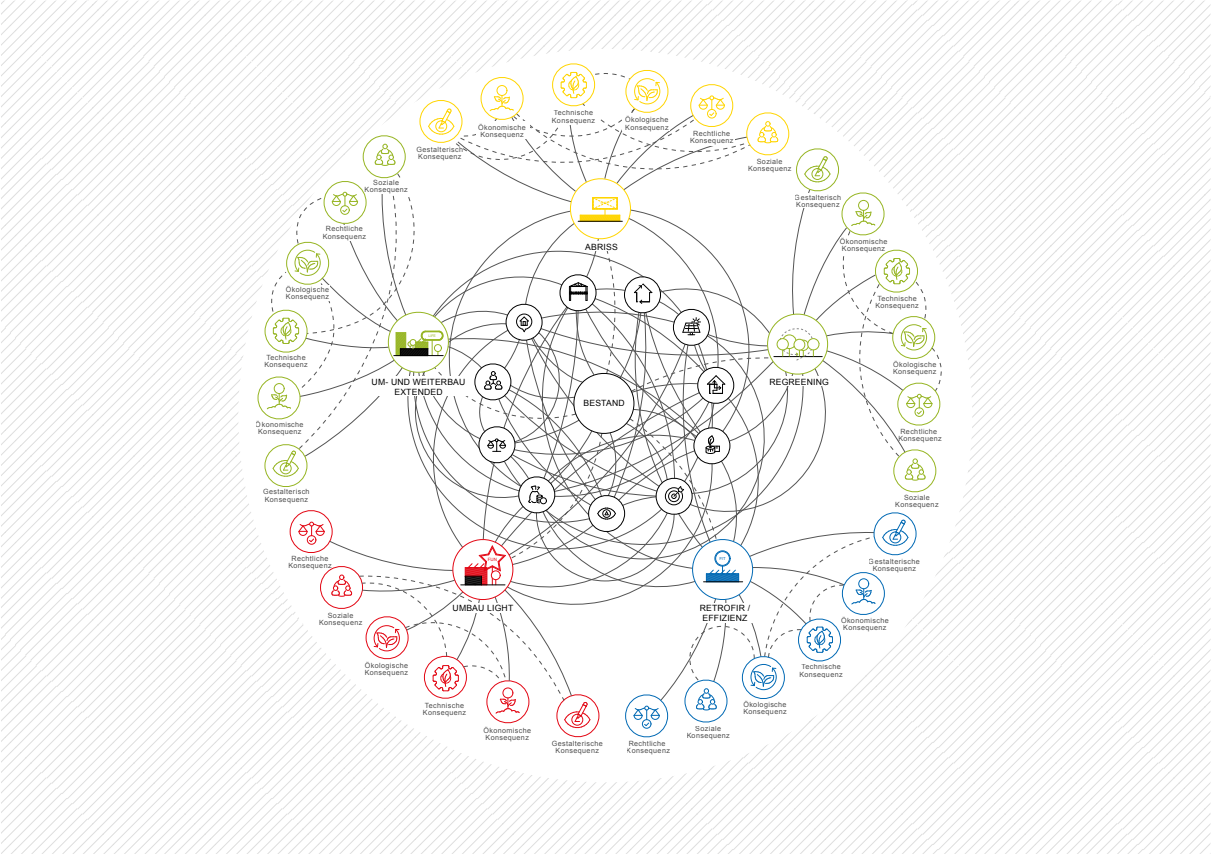


Abbildung 158: Die dynamische Matrix in ihrer interaktiven Struktur. Die Darstellung macht deutlich, wie die Entscheidungsebenen, Szenarien und Konsequenzen miteinander verknüpft sind und wie sich die Gewichtungen je nach perspektivischem Fokus verändern. Die DMatrix erzeugt keinen eindimensionalen Entscheidungspfad, sondern legt ein Netzwerk offener Beziehungen frei, dass die Grundlage für einen transparenten, diskursiven Umgang mit Zielkonflikten bildet. Quelle: CBT/TU Graz (2024).

Im Projektverlauf diente die DMatrix als Werkzeug, um Schnittstellen zwischen den Fachdisziplinen zu identifizieren, unterschiedliche Priorisierungen sichtbar zu machen und mögliche Entwicklungswege für die vier untersuchten Liegenschaften herauszuarbeiten. Dadurch war es möglich, fachliche, wirtschaftliche und gestalterische Perspektiven zu verbinden und ein Verständnis für die wechselseitigen Abhängigkeiten innerhalb der Szenarien zu entwickeln.

Fazit und Ausblick

Die DMatrix zeigt, dass Transformationsprozesse nicht durch lineare Entscheidungsmodelle steuerbar sind, sondern ein Instrument benötigen, das Mehrdeutigkeit, Zielkonflikte und unterschiedliche Interessen nicht beseitigt, sondern transparent strukturiert. Als methodisches Werkzeug unterstützt sie eine evidenzbasierte und gleichzeitig diskursiv angelegte Entscheidungsfindung. Über das CBT-Projekt hinaus bietet sie einen übertragbaren Ansatz, der sich in kommunalen Entscheidungsprozessen, Entwicklungs- und Strategiestudien oder frühen Phasen der Bestandsentwicklung einsetzen lässt. Durch ihre Offenheit für unterschiedliche Gewichtungen und die Möglichkeit zur flexiblen Schwerpunktsetzung bleibt sie anpassungs- und anschlussfähig für vielfältige räumliche und organisatorische Kontexte.

Die interaktive Version der dynamischen Matrix ist unter folgendem Link abrufbar: https://kumu.io/CounterintuitiveBuildingTypes/cbt-dynamische-matrix.

7 Weitergehende Projekte

Das Projekt Counterintuitive Building Types (CBT) ist in einen breiteren Forschungs- und Lehrkontext eingebettet. Über internationale Kooperationen, Abschlussarbeiten und thematisch verwandte Initiativen wurden die Fragestellungen vertieft und weiterentwickelt. So entfaltet CBT Wirkung über den regionalen Rahmen hinaus und ist in internationale Diskurse zu Architektur, Typologie und Nachhaltigkeit eingebunden.

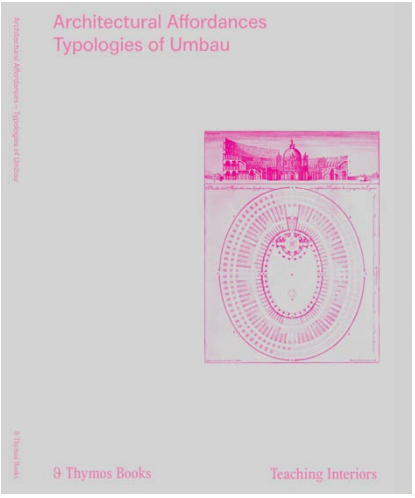
7.1. Affordances of Architectural Typologies (AoAT)

Seit 2021 besteht eine enge Verbindung zur internationalen Forschungsgruppe „Affordances of Architectural Typologies“ (AoAT), getragen von der TU Graz und dem Politecnico di Milano. Ziel ist es, die Rolle von Typologien und deren Affordanzen – also im Bestand angelegte Nutzungsmöglichkeiten – im Kontext von Umbau und Transformation zu erforschen.

Ein zentrales Ergebnis ist die peer-reviewte Publikation *Architectural Affordances – Typologies of Umbau* (Thymos Books, März 2025, Neapel), die über 30 Fallstudien zeichnerisch und analytisch dokumentiert. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie architektonische Typologien durch Umbau, Umnutzung oder Weiterbau neue soziale, funktionale und ästhetische Qualitäten entfalten können.

Die enge Verknüpfung von CBT mit AoAT zeigt sich in mehrfacher Hinsicht:

- **Theoretische Grundlagen:** Das Konzept der Affordanzen liefert den methodischen Rahmen, um die Potenziale suburbaner Gewerbebauten systematisch zu beschreiben.
- **Zeichnerische Methodik:** Die in AoAT entwickelte Praxis der vergleichenden Typologiezeichnungen (Grundrisse, Schnitte, Axonometrien) wurde für die CBT-Fallstudien adaptiert.
- **Internationale Vernetzung**: Über AoAT wurde ein Austausch mit Architekt:innen und Forscher:innen aus Europa, Amerika und Asien ermöglicht.



Damit wird deutlich, dass CBT nicht nur eine regionale oder nationale Fragestellung bearbeitet, sondern in einen größeren internationalen Forschungsdiskurs über Typologie, Umbau und Nachhaltigkeit eingebettet ist.

Buch (Englisch, peer-reviewed)
März 2025 / Neapel (ITA)
www.thymosbooks.com

7.2. Lehrprojekte und Diplomarbeiten

Das Projekt war eng mit der Lehre am Institut für Gebäudelehre verzahnt. In Studios und Masterarbeiten wurden CBT-Themen aufgegriffen, vertieft und in eigenständigen Entwürfen weiterentwickelt; die Rückkopplung lieferte Impulse für Fallstudien und Szenarien.
> Design Studios-Übersicht

Masterstudio „Mixed-Use Multi Form – Reverse City: Retail Park“ (WS 2022/23)
Leitung: Elisabeth Koller, Andreas Lechner / Assistenz: Maike Gold

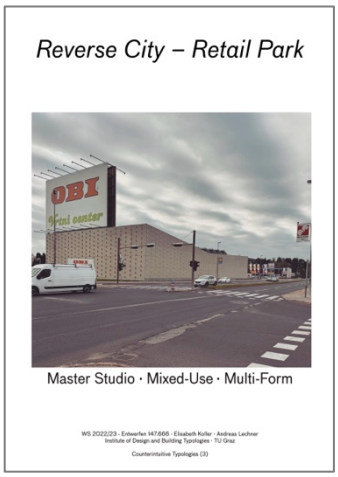


Abbildung 159: Semesterplakat Masterstudio „Mixed-Use · Multi-Form“ (WS 2022/23). Lehrveranstaltung Entwerfen 147.666. Quelle: IGL/TU Graz (2022).

Das Masterstudio untersuchte großflächige Gewerbe- und Einzelhandelsimmobilien in peripheren Agglomerationen als ressourcenreiche Bestände. An drei Standorten – Marchtrenk (Oberösterreich), Knittelfeld (Steiermark) und Stockerau (Niederösterreich) – wurden Um- und Weiterbauszenarien entwickelt, die Monofunktionalität in nutzungsdurchmischte Programme überführen, Kreislaufprinzipien stärken und die Aufenthaltsqualität innen wie außen erhöhen. Als gestalterisches und städtebauliches Richtmaß diente eine Nachverdichtung um 150 % der Bruttogrundfläche (BGF), wobei der Bestand als Primärstruktur maximal integriert und durch strategische Eingriffe (Umbau, An-/Überbau, Teilabbruch, Stapelung, Wiederverwendung) weiterentwickelt wurde. Ziel war ein technologisches, soziales und ästhetisches Upcycling mit messbaren Effekten auf die Energie-, Lebenszyklus- und Sozialbilanz.

Der Studioverlauf kombinierte Analyse, Exkursionen und Experteninputs mit iterativen Entwurfsphasen. Start am 05.10., frühe Bestandsbegehungen (u. a. Maribor, Gralla, Skulpturenpark) zur Schärfung des „skulpturalen” Umgangs in autoorientierten Lagen, Zwischenkritik am 30.11. und Endkritik am 26.01. mit externen Juror:innen sowie Fachinputs zu Begrünung/Nachhaltigkeit am 13.12. und Tragwerk am 15.12. Die Ergebnisse zeigen eine Bandbreite vom solitären Weiterbau mit neuem Freiraumkonzept bis zur kollektiven Raumfigur mit öffentlich zugänglichen Programmen (Vorplätze, Dachgärten, überdeckte Freibereiche). Methodisch wurde konsequent zwischen Bestand, Abbruch und Neubau differenziert (u. a. durch eine gelb/rot-Codierung und 3D-Übersetzungen), um die Logik der Eingriffe nachvollziehbar zu machen und den architektonischen Dialog zwischen Alt und Neu klar zu kommunizieren.

Abgeschlossene Masterarbeiten (2022–2026)
„Commercial boxes, typology, adaptive reuse: counterintuitive approach for a sustainable regeneration of suburban areas in Austria“ (2024), Laura Suvieri
Die Arbeit entstand im Rahmen eines Double-Degree-Programms mit der Universität Perugia (Italien) und einem Forschungsaufenthalt an der TU Graz. Sie bietet eine umfassende Bestandsaufnahme nachhaltiger Techniken und internationaler Fallstudien. Besondere Bedeutung hat die Arbeit durch die Förderung adaptiver Umnutzung als architektonischen und gestalterischen Ansatz zur Revitalisierung suburbaner Immobilien in Österreich.

„Ressource Kommerzimmobilie: von Konsumwüste zur Bildungsoase“ (2024), Moritz Zachhuber
Im Mittelpunkt steht die Umnutzung des Fachmarktzentrums Kaufwelt Rosental in der Steiermark zu einem Forschungs- und Bildungscampus. Das Projekt zeigt, wie durch kontraintuitive Planung bestehende Einzelhandelsstrukturen mit minimalen Eingriffen in multifunktionale Räume transformiert werden können. Wohnen, Bildung, Gemeinschaft und Nachhaltigkeit werden in einem Campusmodell integriert, das neue Qualitäten für den suburbanen Raum erschließt.
> Masterarbeitstext

„Wohn-Ressource Leerstand? : Transformation und Umbau eines Fachmarktzentrums der 2000er Jahre“ (2025), Julia Gaal
Die Arbeit untersucht vor dem Hintergrund von Demografie, Flächenfraß und Leerstand im Bezirk Voitsberg die Einkaufswelt Rosental an der B70 als Ressource für eine strategische Umnutzung. Statt weiterer Peripherie-Neubauten plädiert die Arbeit für Suffizienz, Nachverdichtung und Reaktivierung bestehender Gewerbestrukturen (Baujahre 2002/2013), um Versorgung, öffentliche Räume und Grünflächen zu stärken. Als Leitbild dient die Etablierung eines Bildungsstandorts, der Abwanderung entgegenwirkt und qualitätsvolle Wohnraumentwicklung anstößt. Ergebnis ist ein Entwurf zur Transformation eines ungenutzten Bestandsgebäudes in ein Clusterwohnhaus als Baustein eines künftigen Bildungscampus Rosental.
> Masterarbeitstext

„Transformation eines städtischen Industrieareals“ (2024), Matthias Guger
Die Arbeit adressiert vor dem Hintergrund der hohen wirtschaftlichen Bedeutung der Industrie die architektonisch-städtebauliche Konfliktlage von Industriebauten und entwickelt Strategien zur Revitalisierung als lebendige, anpassungsfähige Arbeitsorte. Am Beispiel eines Industrieareals in Graz-Reininghaus wird der bestehende Gebäudekomplex für die AVL List GmbH so transformiert, dass er sich in das Umfeld integriert, öffentliche Qualitäten stärkt und als zukunftsfähige Produktions- und Arbeitslandschaft wirkt.
> Masterarbeitstext

„Flächensuffizienz als Entwurfsstrategie“ (2026), Maria Schenkel
Am Beispiel des Projekts „GEZ West, Gleisdorf” werden suffizienzorientierte Strategien zur Eindämmung der Flächenversiegelung aufgezeigt. Dabei wird die Stahlträger-Leichtbaukonstruktion des Bestands sowohl als materielle als auch als energetische Ressource verstanden. Auf Basis von CBT kommt eine adaptierte Bewertungsmatrix zum Einsatz, die ökologische Kennwerte (unter anderem graue Energie, CO_2-Bilanz und Flächeninanspruchnahme) mit städtebaulichen und sozialen Kriterien verknüpft. Die Arbeit verbindet Gebäudelehre, nachhaltige Entwurfsforschung und Stadtplanung. Sie mündet in einen übertragbaren Leitfaden für die ressourcenschonende Transformation suburbaner Gewerbebauten und leistet damit einen praxisnahen Beitrag zur Debatte um Bodenversiegelung und Klimaschutz im Baubereich.

Transfer in die Lehre
Die Arbeiten zeigen, dass die im Projekt entwickelten Themen über den Forschungsrahmen hinaus unmittelbar lehr- und entwurfswirksam sind. In Verbindung mit begleitenden Lehrveranstaltungen und Studios verankern sie Nachhaltigkeit, Suffizienz und Transformation als Kernkompetenzen in der architektonischen Ausbildung und stärken zugleich den Wissensrückfluss in die Fallstudien.

7.3. Internationale Workshops und Kooperationen

Das Forschungsprojekt wurde von Beginn an in einen internationalen Forschungs- und Diskurszusammenhang eingebettet und ist nicht isoliert zu betrachten. Durch Workshops, Konferenzen und Kooperationen mit Partnerinstitutionen in Europa konnten die im Projekt entwickelten Fragen und Szenarien diskutiert, weiterentwickelt und kritisch reflektiert werden.

Ein besonderer Bezug besteht zur Forschungsgruppe AoAT, die in Kooperation zwischen der TU Graz und dem Politecnico di Milano entstand. Im Rahmen von Workshops in Berlin (TU Berlin, 2023) und Mailand (Polimi, 2022/23) wurden zentrale Begriffe wie „Typologie", „Affordanzen" und „Umbau" im internationalen Diskurs vertieft. Diese Veranstaltungen boten nicht nur die Möglichkeit, die CBT-Methodik vorzustellen, sondern auch, von parallelen Forschungsarbeiten in Italien und Deutschland zu lernen.

Darüber hinaus wurden Ergebnisse des Projekts bei internationalen Konferenzen präsentiert, darunter:

- **Graz (2023):** CBT-Projektbeschreibung in den „Faculty News" von Andreas Lechner und Maike Gold im jährlich herausgegebenen GAM – Graz Architecture Magazine der Architekturfakultät der Technischen Universität Graz u. a., GAM 19. Professionalism (Berlin: JOVIS, 2023), 175–176.
- **Mailand (2023):** Kursleitung Doktoratsworkshop / PhD intensive Course „Counterintuitive Typologies" am Politecnico di Milano, Department of Architecture and Urban Studies (30.01.–06.02.2023), von Andreas Lechner (TU Graz) mit Angelo Lunati (onsitestudio.it Milan), Assistenz: Maike Gold (TU Graz), Organisation: Gennaro Postiglione (Politecnico di Milano)
- **Berlin (2023):** Vortrag „Counterintuitive Typologies" beim *9. Forum Architekturwissenschaft: Im Notstand* an der TU Berlin (21.06.–23.06.2023), von Andreas Lechner (TU Graz) und Maike Gold (TU Graz)
- **Mailand (2023):** Publikation Call for Papers (by Drawings) "Affordances of Architectural Typology" (AoAT) (31.03.2023, Mailand), von Andreas Lechner (TU Graz) und Gennaro Postiglione (Politecnico di Milano)
- **Aarhus (2023):** Einreichung Call for Papers EAAE/ARCC 2024 (12.08.2023), von Andreas Lechner (TU Graz), Gennaro Postiglione (Politecnico di Milano), Francesca Serrazanetti (Politecnico di Milano) und Maike Gold (TU Graz)
- **Brüssel (2024):** Vortrag und Kritik „Counterintuitive Typologies" am Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) (22.02.–01.03.2024), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Mailand (2024):** Kursleitung Doktoratsworkshop / PhD intensive Course 2 „Affordances of Architectural Typologies" am Politecnico di Milano, Department of Architecture and Urban Studies (10.03.–18.03.2024), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Ghent (2024):** Vortrag „Architectural Affordances – Typologies of Umbau" bei der Konferenz *As Found: Affective Restoration and Typological Strategies for Reuse* an der KU Leuven Campus Sint-Lucas (08.09.–11.09.2024), von Andreas Lechner (TU Graz)

- **Cres (2024):** Vortrag und Workshop „Counterintuitive Typologies“ beim *4. Moise Architectural Seminar / Summer School Architecture and Philosophy – BEYOND* am at the Moise Palace Cres (04.09.–08.09.2024), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Aarhus (2024):** Konferenzbeitrag und Vortrag „Affordances of Architectural Typology – As the Concept for a Design-Driven Research Reflection” bei *EAAE/ARCC 2024 Architecture into the unknown* (23.05.– 27.05.2024) von Andreas Lechner (TU Graz), Maike Gold (TU Graz, Speaker), Gennaro Postiglione (Politecnico di Milano), Francesca Serrazanetti (Politecnico di Milano)
- **Genua (2024):** Vortrag “Architectural Affordances - Typologies of Umbau” bei der Doctoral School of DAD am Dipartimento di Architettura e Design - Università di Genova (06.11.2024), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Norwich (2024):** Vortrag „Peripheral Bodies – Frankenstein Periphery” bei *AHRA International Conference 2024 – Body Matters* an der Norwich University of Arts (21.11.–23.11.2024), von Andreas Lechner (TU Graz) und Cameron McEwan (Northumbria University)
- **Innsbruck (2025):** Vortrag „Typologies of Transformation” am Institut Architekturtheorie (UIBK) Innsbruck (21.01.2025), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Mailand (2025):** Vortrag und Kritik „Mapping Continual Building – Typologies of Transformation” beim PhD School International Workshop „Drawing on the Existing” am Politecnico di Milano, Department of Architecture and Urban Studies (26.02.2025), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Berlin (2025):** Vortrag „Constructive Disobedience & Typologies of Umbau“ bei der Veranstaltungsreihe „Architektur der Stadt. Bücher, Filme und Gespräche“ am *BHROX bauhaus reuse* (11.06.2025), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Pisa (2025):** Vortrag „Typologies of Transformation” bei 1st Edition of International Conference on Adaptive Reuse an der University of Pisa (15.09.–19.09.2025), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **Mailand (2025):** Vortrag „Tyologies of Transformation” beim Seminar „Affordances of Architectural Typology” am Politecnico di Milano, Department of Architecture and Urban Studies (19.09.2025), von Andreas Lechner (TU Graz)
- **weitere geplante Beiträge** in Publikationen und Sammelbänden (2026).

Weiterführende Infos unter www.counterintuitivetypologies.com/Events

Neben dem wissenschaftlichen Austausch spielte auch die Kooperation in der Lehre mit anderen Universitäten eine wichtige Rolle. In gemeinsamen Studios und PhD-Workshops, wie denen mit dem Politecnico di Milano, wurden die Fragestellungen des Projekts unter anderem weitergeführt. Studierende aus verschiedenen Ländern erarbeiteten eigene Entwürfe und Szenarien, die das Spektrum der Möglichkeiten für die Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien erweiterten.

Durch diese internationalen Vernetzungen konnten die im Projekt entwickelten Konzepte, wie etwa die Szenarien-Matrix oder die typologische Analyse, über den österreichischen Kontext hinaus anschlussfähig gemacht werden. Damit wird deutlich, dass die Transformation „counterintuitiver” Gebäudetypen kein lokales Spezialthema, sondern ein europäisches und globales Zukunftsthema ist.

8 Fazit und Empfehlungen

Das Forschungsprojekt *Counterintuitive Building Types (CBT)* zeigt, dass suburbanen Gewerbe- und Handelsimmobilien – trotz ihrer vermeintlich geringen architektonischen Qualität – ein erhebliches räumliches, konstruktives und gesellschaftliches Transformationspotenzial innewohnen kann. Die untersuchten Gebäude sind weder reine Problemfälle noch zwangsläufige Abrisskandidaten, sondern stellen materielle und infrastrukturelle Ressourcen dar, die mit geeigneten Strategien in neue, langfristig nutzbare Räume überführt werden können.

Das Projekt leistet damit einen Beitrag zur aktuellen Debatte um ressourcenschonendes Bauen, Kreislaufwirtschaft und klimagerechte Stadtentwicklung. Während Nachhaltigkeitsstrategien im Gebäudesektor häufig auf technische Optimierung oder energetische Effizienz fokussiert sind, zeigt CBT, dass auch typologische Anpassungsfähigkeit, räumliche Robustheit und programmatische Offenheit entscheidende Faktoren einer nachhaltigen Baukultur darstellen.

Die Untersuchungen der vier Fallstudien haben gezeigt, dass insbesondere großmaßstäbliche Gewerbebauten der suburbanen Peripherie aufgrund ihrer strukturellen Einfachheit, Spannweiten, Tragwerksreserven und infrastrukturellen Erschließung ein hohes Potenzial für Umnutzung, Nachverdichtung und funktionale Diversifizierung besitzen. Gerade jene Eigenschaften, die diese Gebäude ursprünglich für monofunktionale Handelsnutzungen attraktiv gemacht haben, können unter veränderten gesellschaftlichen Rahmenbedingungen auch neue Nutzungen ermöglichen.

Die entwickelten Szenarien verdeutlichen, dass Abriss und Neubau nicht zwangsläufig die ökologisch oder wirtschaftlich sinnvollste Lösung darstellen. Besonders die Szenarien IV „Retrofit/Effizienz", V „Umbau Light" und VI „Um- und Weiterbau Extended" zeigen, dass bereits mit wenigen gezielten Eingriffen erhebliche Einsparungen hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Flächeninanspruchnahme und GHG-Emissionen erreicht werden können. Gleichzeitig können diese Strategien aber auch – und das ist hier besonders wesentlich – neue räumliche und soziale Qualitäten generieren. Diese Erkenntnis ist nicht nur das zentrale Ergebnis des Projekts, sondern knüpft deutlich an Wissenständen und Intitiativen wie dem Neuen Europäischen Bauhaus an: Nachhaltigkeit lässt nicht über technische Effizienz definieren. Entscheidend ist vielmehr die Fähigkeit von Gebäuden (bzw. baulichen Ensembles), sich langfristig an neue gesellschaftliche, wirtschaftliche und räumliche Anforderungen anzupassen. Dauerhaftigkeit entsteht damit nicht allein durch Materialität oder Konstruktion, sondern auch durch Transformierbarkeit.

Die im Projekt entwickelte dynamische Matrix stellt in diesem Zusammenhang ein zentrales Innovationsmoment dar. Durch die Verknüpfung von architektonischen, konstruktiven, energetischen, ökologischen, wirtschaftlichen und raumplanerischen Parametern ermöglicht sie eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Transformationsstrategien. Die Matrix fungiert dabei nicht als starres Bewertungssystem, sondern als multidimensionales Entscheidungs- und Kommunikationsinstrument. Ihre Übertragbarkeit eröffnet Potenziale für die Anwendung auf weitere Gebäudetypologien und Standorte und weist damit auch in Richtung Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse als weiteres Forschungsdesiderat hin.

Das Projekt zeigt darüber hinaus die Bedeutung interdisziplinärer Zusammenarbeit. Erst durch die enge Rückkopplung zwischen Architektur, Tragwerksplanung, Nachhaltigkeitsbewertung,

Raumplanung und Immobilienwirtschaft konnten Szenarien entwickelt werden, die gestalterisch, technisch und wirtschaftlich gleichermaßen tragfähig und hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeitspotenziale plastisch werden. Die Verbindung qualitativer Entwurfsarbeit mit quantitativen Bewertungsmethoden stellt dabei eine wesentliche Stärke des Forschungsansatzes dar.

CBT leistet zugleich einen Beitrag zu den Zielen des Programms „Stadt der Zukunft", insbesondere im Hinblick auf:

- die Reduktion von Ressourcenverbrauch und GHG-Emissionen,
- die Förderung kreislauforientierter Bauweisen,
- die Aktivierung von Bestandsressourcen,
- die Verringerung von Flächenversiegelung,
- die Entwicklung resilienter und gemischt genutzter Stadtstrukturen,
- sowie die Stärkung Suffizienz orientierter Planungsstrategien.

Das Projekt macht deutlich, dass die Transformation suburbaner Gewerbe- und Handelsimmobilien nicht als singuläre architektonische Aufgabe verstanden werden kann, sondern als langfristige gesellschaftliche und räumliche Transformationsaufgabe. Angesichts der großen Anzahl vergleichbarer Gebäude im europäischen Raum eröffnet sich hier ein erhebliches Potenzial für eine ressourcenschonende Weiterentwicklung bestehender Siedlungsstrukturen.

Empfehlungen

Auf Grundlage der Projektergebnisse lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

Für *Gemeinden und Kommunen*
Suburbane Gewerbe- und Handelsstandorte sollten nicht ausschließlich als Problemzonen oder Reserveflächen betrachtet werden, sondern als potenzielle Transformationsräume. Flexible Widmungen, experimentelle Nutzungsmodelle sowie strategische Entwicklungspläne können dazu beitragen, monofunktionale Standorte langfristig zu diversifizieren und resilienter zu gestalten.

Für Politik und Verwaltung
Die derzeitigen regulatorischen Rahmenbedingungen begünstigen im Allgemeinen Neubau gegenüber Bestandstransformation. Zukünftige Förderinstrumente und rechtliche Rahmenbedingungen sollten daher stärker auf Bestandserhalt, Umbau und kreislauforientierte Bauweisen ausgerichtet werden. Insbesondere Genehmigungsprozesse für hybride und gemischt genutzte Transformationsprojekte sollten vereinfacht werden.

Für Eigentümer und Investoren
Die längerfristige Wertstabilität suburbaner Gewerbeimmobilien hängt zunehmend von ihrer Anpassungsfähigkeit ab. Investitionen in Bestandserhalt, Nachverdichtung und energetische Optimierung können nicht nur ökologische Vorteile bieten, sondern auch neue wirtschaftliche Perspektiven eröffnen.

Für Architektur und Planung
Die Transformation bestehender Gebäudestrukturen erfordert entwerferische Strategien, die über reine Effizienzoptimierung deutlich hinausgehen. Typologische Offenheit, räumliche Robustheit und

programmatische Hybridisierung sollten stärker als architektonische Qualitäten verstanden werden und auch in Forschung und Lehre viel stärker in den Vordergrund geholt werden.

Für Forschung und Lehre

Die im Projekt entwickelten Methoden und Werkzeuge bieten Potenzial für die Weiterentwicklung interdisziplinärer Forschungs- und Lehrformate. Insbesondere die Verbindung von Entwurf, Szenarienentwicklung, Lebenszyklusanalysen und Tragwerksbewertung eröffnet neue Perspektiven für eine transformationsorientierte Architektur- und Stadtforschung. Hier sind die akademischen und lehrplanbezogenen Ambitionen erst am Beginn einer ernsthaften und vertieften Auseinandersetzung, denn die komplexen Transformationsaufgaben stellen die tradierten Kreativitätsvorstellungen (der Lehrenden) in Frage.

9 Ausblick

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts Counterintuitive Building Types (CBT) zeigen, dass die Transformation suburbaner Gewerbe- und Handelsimmobilien künftig eine zentralere Rolle im nachhaltigen Umgang mit dem Gebäudebestand einnehmen kann. Gleichzeitig verdeutlicht das Projekt, dass sowohl auf planerischer als auch auf regulatorischer und wirtschaftlicher Ebene weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht.

Ein wesentliches Potenzial liegt in der Weiterentwicklung der im Projekt entwickelten Bewertungs- und Szenarienmethodik. Die dynamische Matrix könnte künftig auf zusätzliche Gebäudetypologien, Maßstabsebenen und regionale Kontexte übertragen werden. Vornehmlich die Verknüpfung mit digitalen Planungs- und Simulationswerkzeugen eröffnet Möglichkeiten für eine breitere Anwendung in Praxis, Verwaltung und Forschung.

Weiterhin besteht Forschungsbedarf hinsichtlich langfristiger Transformationsprozesse suburbaner Räume. Während das Projekt vorwiegend gebäude- und standortbezogene Fragen untersucht hat, könnten zukünftige Arbeiten auch stärker infrastrukturelle, soziale und landschaftsbezogene Zusammenhänge berücksichtigen. Von besonderem Interesse sind dabei Fragen der Mobilität, der sozialen Integration sowie der schrittweisen funktionalen Durchmischung suburbaner Gebiete.

Auch die Weiterentwicklung kreislauforientierter Bauweisen stellt ein relevantes Forschungsfeld dar. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass primär der Erhalt bestehender Tragwerke erhebliche ökologische Vorteile mit sich bringt. Zukünftige Forschungsarbeiten müssen sich vertieft mit dem selektiven Rückbau, der Wiederverwendung von Bauteilen sowie adaptiven Konstruktionssystemen beschäftigen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Potenzial realer Demonstrationsprojekte. Die im Rahmen von CBT entwickelten Szenarien bilden eine belastbare Grundlage für konkrete Pilotvorhaben. Besonders die Szenarien V "Umbau Light" und VI "Um- und Weiterbau Extended" zeigen Möglichkeiten auf, wie bestehende Handels- und Gewerbestrukturen schrittweise auch in gemischter genutzte und resilientere Stadtbausteine überführt werden könnten.

Die Umsetzung solcher Demonstrationsprojekte ist jedoch mit verschiedenen Herausforderungen verbunden. Dazu zählen insbesondere:

- bestehende Widmungs- und Nutzungsbeschränkungen,
- wirtschaftliche Unsicherheiten bei langfristigen Transformationsprozessen,
- hohe Anforderungen an Genehmigungs- und Abstimmungsprozesse,
- sowie fehlende Förderinstrumente für experimentelle Bestandsumbauten.

Gleichzeitig bieten Demonstrationsprojekte die Chance, neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Gemeinden, Forschung, Planung und Immobilienwirtschaft zu etablieren. Gerade die schrittweise Transformation bestehender Gewerbestandorte könnte als Modell für einen ressourcenschonenden Umgang mit suburbanen Räumen dienen.

Die Ergebnisse des Projekts machen deutlich, dass die Zukunft nachhaltiger Stadtentwicklung nicht im Neubau liegt, sondern zunehmend in der intelligenteren Weiterentwicklung bestehender

baulicher und landschaftsräumlicher Strukturen. Die suburbanen Gewerbelandschaften der letzten Jahrzehnte stellen dabei kein abgeschlossenes Kapitel dar, sondern ein bedeutendes räumliches Reservoir und Ausgangsmaterial für zukünftige Transformationen.

10 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Robert Venturis berühmte Skizze zur „kulturellen“ Rolle der Architektur in der automobilen Geschäftsstadt des 20. Jahrhunderts – Aufmerksamkeit als und mit Werbung erzeugen – und ein „grünes“ Update der spanischen Architekten PKMN durch Recycling und Transformation. Quelle: VSBA „I AM Recycled" © PKMN Architectures (2014). 8

Abbildung 2: Robert Venturi’s famous sketch on the ‘cultural’ role of architecture in the 20th-century automotive business city – generating attention through and alongside advertising – and a ‘green’ update by Spanish architects PKMN through recycling and transformation. Source: VSBA "I AM Recycled" © PKMN Architectures (2014). 11

Abbildung 3: Luftbild des Einkaufszentrums „GEZ West“ in Gleisdorf (Steiermark). Das seit dem Jahr 2000 kontinuierlich erweiterte Fachmarkt- und Einkaufszentrum entwickelte sich zu einem regionalen Handelsstandort mit über 30 Shops aus den Bereichen Lebensmittel, Mode, Sport, Technik, Gastronomie und Dienstleistungen. Die Anlage verfügt über rund 900 Stellplätze und zeichnet sich durch ihre verkehrsgünstige Lage sowie die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz und die Nähe zum Stadtzentrum aus. Quelle: GEZ West (2026). 14

Abbildung 5: Aufnahmen von der Begehung des Fachmarktzentrums „Basta“ in der Peripherie von Leibnitz in der südlichen Steiermark (2024) und vom Fachmarktzentrum Rosenthal in der Weststeiermark (2024). Quelle: CBT/TU Graz (2024/2025). 18

Abbildung 6: Akteursgruppen und ihre Interessen im Transformationsprozess suburbaner Gewerbeimmobilien – Eigentümer, Unternehmer, Investoren, Stadt und Berater mit unterschiedlichen Perspektiven auf Werterhalt, Standortqualität und Flexibilität. Quelle: © Landeshauptstadt Stuttgart – Amt für Stadtplanung und Wohnung – AMUNT Nagel Theissen und berchtoldkrass space&options (2020). 20

Abbildung 7: Typologische Grundlagen des städtischen Einzelhandels – u.a. historisches Stadthaus mit Geschäft und Schaufenster im Erdgeschoss und Wohen in den Obergeschossen, Department Store-Typen mit zentraler Halle, Arkaden- und Passagentypen und Fußgängerzonen, die die Bedeutung durchlässiger Erdgeschosszonen und qualitätsvoller Übergänge zwischen Gebäude und Straße betonen. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 23

Abbildung 8: Typologie Fachmarktzentrum – großflächige Einzelhandelsnutzung mit zur Straße bzw. zum Parkplatz orientierten Eingängen und rückwärtigen Anlieferungen. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2025). 24

Abbildung 9: MUTT, „Multi-Story“, Runcorn (UK), 2020 – Wettbewerb, Wiederverwendung eines Parkhauses. Das nordöstliche Parkhaus der Shopping City Runcorn wird zu einem hermetisch abgeschlossenen, klimatisierten „Stadtkern“ mit internem „Stadtplatz“ transformiert und mit sozialer Infrastruktur in Form eines Markts, gastronomischer Angebote, Community-Räumen sowie einer Youth Zone mit Sportflächen, Musik- und

Werkräumen, Klettermöglichkeiten, Tischtennis u. a. bespielt. Das robuste Bestandsparkhaus fungiert als tragfähiger Rahmen für einen schrittweisen, bottom-up organisierten Ausbau. Eine an Straßensprachen orientierte Gestaltung erzeugt einen offenen, informellen öffentlichen Ort. Das Projekt illustriert exemplarisch „Umbau als Entwurfsintelligenz“: Ein peripherer Infrastrukturbau wird typologisch umcodiert und als sozialer Stadtkern einer vormals monofunktionalen Peripherie reaktiviert. Auftraggeber: Liverpool City Region. Quelle: MUTT/Liverpool (2020). 26
Abbildung 10: Entscheidungsfaktoren zur Transformation suburbaner Gewerbeimmobilien: Überblick über bauliche, energetische, rechtliche, ökonomische und soziale Kriterien dienen als Grundlage zur Entwicklung und Bewertung der entwickelten Szenarien. Quelle: CBT/TU Graz (2024). 27
Abbildung 11: Zusammensetzung des CBT-Konsortiums: IGL (Entwurf/Typologien), ITE (Tragwerk), NHB (Nachhaltigkeit/Ökobilanz), IRUB (Raum- und Wirtschaftsbezüge) sowie IMMO (Immobilienökonomie). Quelle: CBT/TU Graz (2025). 28
Abbildung 12: Vorgehensweise zur statischen Analyse von Bestandsbauten im Projekt. Quelle: ITE/TU Graz (2025). 31
Abbildung 13: (rechts) LCBI – Bewertungslogik und „embodied macro-lots“. Das Schema zeigt die drei Teilbereiche Embodied Carbon (50 Jahre), Operational Carbon (jährlich) und Biogenic Carbon mit Sternbewertung und Zielstufen (T-Level). Die Embodied-Carbon-Bilanz wird nach Makrolosen aggregiert (Frame & Shell, Core & External, Partitions & Finishes). Unten: Beispiel-Scorecard und Gesamtlevel („Standard“). 32
Abbildung 14: (links) Lebenszyklusphasen von Gebäuden nach EN 15978: Produktphase (A1–A3), Bauprozess (A4–A5), Nutzungsphase (B1–B5; betriebliche Auswirkungen B6–B8), End-of-Life (C1–C4) sowie über die Systemgrenze hinausgehende Nutzen/Lasten (D1–D2). 32
Abbildung 15: Übersicht des Katalogs der nachhaltigen Transformationselemente mit fünf Themenfeldern (Energie, Wasser, Mikroklima, Emissionsreduktion und soziale Nachhaltigkeit). Jedes Element ist durch Ansatz (A/P/GP), Ressourcenbezug und Wirkung (EN/SO/EC) systematisch erfasst. Quelle: Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 35
Abbildung 16: (S. 134–135) Einführung in „Gründächer und -wände“ als passive Strategien für den Wasserhaushalt, die Energieeffizienz und den Komfort. Es werden die drei Grundtypen von Gründächern (extensiv, semi-intensiv und intensiv) samt Nutzung und Pflegebedarf dargestellt. Dazu gibt es Skizzen und Tabellen zu Aufbauvarianten und Wirkprinzipien. 36
Abbildung 17: (S. 136–137) Technische Vertiefung: Schichtenaufbau (Abdichtung, Drainage, Substrat, Vegetation) und Spannweiten der Substratdicken/Lasten, Hinweise zur Eignung für Flach- und geneigte Dächer. Ergänzend werden die Potenziale für eine soziale Nutzung, wie Dachgärten oder Urban Farming, erläutert. 36
Abbildung 18: (S. 138–139) Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile (u. a. Regenwasserrückhalt, Kühlung, Biodiversität vs. Lasten, Kosten, Wartung) sowie Darstellung verschiedener Typen vertikaler Begrünung (Modul-/Paneelsysteme, Matten, Trays, Biofilter) und „Design Application Tips“ mit historischen und praktischen Hinweisen. 37

Abbildung 19: (S. 212–213) Einführung in ökologische und lokale Baustoffe samt Einordnung in den LCA-Rahmen nach EN 15804 (Module A1–A5, B1–B7, C1–C4, D) und Betrachtung der eingebetteten Energie. Vorteile und Nachteile sowie Design-Hinweise werden betont. Die Materialwahl sollte früh im Entwurf festgelegt werden. Es wird zwischen pure-usable und to-be-integrated Materialien unterschieden. 37
Abbildung 20: (S. 214–215) Pure-Usable-Materialien mit Einsatz, Eigenschaften und Grenzen, z. B. Travertin (permeabel), Bambus (geringe Emissionen), Faser-Lehmsteine, Holz sowie Kork, Hanf und Schafwolle. Es wird auf Tragfähigkeit vs. Feuchte/Brandschutz/Pflege sowie die Frage struktureller oder nicht-struktureller Verwendung eingegangen. 37
Abbildung 21: (S. 218–219) Fallbeispiel PRAVAAH Workplace (Ferrocement, lokale Fertigung) und Strategie-Tableau für nachhaltiges Konstruieren (Haltbarkeit maximieren, Materialmenge/Embodied Energy minimieren, Design for Reuse/Deconstruction). Bewertung von Stahlbau 38
Abbildung 22: (S. 216–217) To-be-integrated-Materialien und -Mischungen: Beispiele sind RCA-Beton, HPC (Nano-/Mikrosilika), FGC, WCC mit GGBS (CO_2-Reduktion bis ~65 % und Energie-Reduktion ~52 %), Basaltfaser-Beton, Geopolymere, LDPE-Komposite und Fly-Ash-Zemente/-Ziegel. Den Chancen (Kreislauf, Emissionsminderung) werden die Leistungs-/Dauerhaftigkeitsrisiken und Verarbeitungsanforderungen gegenübergestellt. 38
Abbildung 23: Forschungsmatrix im Projekt CBT – Übersicht der untersuchten Szenarien für die vier Standorte Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental: 0 Standort, I Bestand, II Abbruch/Recycling, III Re-Greening, IV Retrofit/Effizienz, V Umbau „Light“, VI Um- und Weiterbau „Extended“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 39
Abbildung 24: Auszug aus der Forschungsmatrix am Beispiel des Standorts Knittelfeld. Dargestellt sind die sieben im Projekt entwickelten Szenarien: 0 Standort, I Bestand, II Abbruch/Recycling, III Re-Greening, IV Retrofit/Effizienz, V Umbau „Light“ sowie VI Um- und Weiterbau „Extended“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 40
Abbildung 25: Übersicht der vier Fallstudienstandorte im Projekt CBT – Knittelfeld (Steiermark), Marchtrenk (Oberösterreich), Korneuburg (Niederösterreich) und Rosental (Steiermark). Die Axonometrien zeigen die jeweiligen Bestandsgebäude als Ausgangspunkt für die Anwendung der Szenarien. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 41
Abbildung 26: (Knittelfeld) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 43
Abbildung 27: (Knittelfeld) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2022). 43
Abbildung 28: (Knittelfeld) Axonometrie und Geschäftsflächen des Bestandsgebäudes. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 43
Abbildung 29: (Knittelfeld) Fotografische Dokumentation – Ansichten der Liegenschaft aus Straßenperspektive. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 44
Abbildung 30: (Marchtrenk) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 45
Abbildung 31: (Marchtrenk) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2022). 45
Abbildung 32: (Marchtrenk) Axonometrie und Geschäftsflächen des Bestandsgebäudes. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 45

Abbildung 33: (Marchtrenk) Fotografische Dokumentation – Ansichten der Liegenschaft vom Parkplatz aus. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 46
Abbildung 34: (Korneuburg) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2022). 47
Abbildung 35: (Korneuburg) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 47
Abbildung 36: (Korneuburg) Axonometrie und Geschäftsflächen des Bestandsgebäudes. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 47
Abbildung 37: (Korneuburg) Fotografische Dokumentation – Ansichten der Liegenschaft vom Parkplatz aus. Quelle: CBT/TU Graz (2022). 48
Abbildung 39: (Rosental) Lageplan der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2024). 49
Abbildung 38: (Rosental) Luftbild der Liegenschaft. Quelle: Kartendaten © Google (2024). 49
Abbildung 40: (Rosental) Axonometrische Darstellung der Geschäftsflächen des Bestandsgebiets. Quelle: CBT/TU Graz (2024). 50
Abbildung 41: (Rosental) Fotografische Dokumentation – Ansichten und Details der Liegenschaft. Quelle: CBT/TU Graz (2024). 50
Abbildung 42: (Rosental) Axonometrie und Geschäftsflächen der Bestandsgebäude (im weiteren Rosental 1 und Rosental 2). Quelle: CBT/TU Graz (2024). 51
Abbildung 43: Vereinfachte Szenarienmatrix im Projekt CBT mit den sieben Szenarien von Bestand bis Um- und Weiterbau „Extended“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 52
Abbildung 44: (Steiermark) Räumliche Verteilung der 46 bewerteten EKZ-Standorte innerhalb des Untersuchungsgebiets. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2024), Basisdaten: Land Steiermark. 54
Abbildung 45: (Ballungsraum Graz) Detailkarte der bewerteten EKZ-Standorte 10–23. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2024). 55
Abbildung 46: (Knittelfeld) Übersicht, räumliche Einbettung und zentrale Kennzahlen des untersuchten Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 56
Abbildung 47: (Knittelfeld) Kartendarstellung der Walkability- und Bikeability-Isochronen im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 56
Abbildung 48: (Knittelfeld) ÖV-Güteklassen und Bevölkerungsdichte im unmittelbaren Einzugsbereich des Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 57
Abbildung 49: (Rosental bei Voitsberg) Übersicht, räumliche Einbettung und zentrale Kennzahlen des untersuchten Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 58
Abbildung 50: (Rosental bei Voitsberg) Kartendarstellung der Walkability- und Bikeability-Isochronen im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 59
Abbildung 51: (Rosental bei Voitsberg) ÖV-Güteklassen und Bevölkerungsdichte im unmittelbaren Einzugsbereich des Standorts. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 59
Abbildung 52: (Leoben - Am Tivoli) Kartografische Darstellung der ÖV-Güteklassen und Bevölkerungsdichte im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025) 63
Abbildung 53: (Vogau) Kartografische Darstellung defizitärer ÖV-Infrastruktur und geringer Bevölkerungsdichte im Standortumfeld. Quelle: IRUB/BOKU Wien (2025). 64
Abbildung 54: Methodenmatrix zum Szenario „I Bestand“. Der Ablauf umfasst Matrix, Mengenermittlung und Energieausweis, die anschließende Lebenszyklusanalyse sowie Ökobilanzierung. Die Bewertung der betrieblichen Emissionen, der konstruktiven-

Emissionen und des biogenen CO_2-Speichers sowie die Resultate als Bewertung des gesamten Lebenszyklus (LCBI) mit Vergleichsdaten für weitere Szenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025). 66
Abbildung 55: (Knittelfeld) Gesamtdarstellung der Betonbemessung – Bestand. Übersicht der Ausnutzungswerte und Belastungssituationen für die Tragstruktur. Quelle: ITE/TU Graz (2024). Abbildung 56: (Knittelfeld) Ausnutzung der Betonbemessung – Stützen im Bestand. Darstellung der statischen Nachweise und Belastungen in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2024). 67
Abbildung 57: (Knittelfeld) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). Abbildung 58: (Knittelfeld) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 68
Abbildung 59: (Knittelfeld) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 69
Abbildung 60: (Knittelfeld) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kgCo2/eq]. Quelle: NHB/TU Graz (2025). 70
Abbildung 61: (Marchtrenk) Ausnutzung der Stahlbetonbemessung – Stützen im Bestand. Darstellung der statischen Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025). Abbildung 62: (Marchtrenk) Darstellung der Globalen Verformung im Bestand. Darstellung der statischen Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025). 71
Abbildung 63: (Marchtrenk) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). Abbildung 64: (Marchtrenk) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 71
Abbildung 65: (Marchtrenk) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 72
Abbildung 66: (Marchtrenk) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil + [kg CO_2 eq]). Quelle NHB/TU Graz (2025). 73
Abbildung 67: (Korneuburg) Ausnutzung der Stahlbetonbemessung – Stützen im Bestand. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025). Abbildung 68: (Korneuburg) Gesamtdarstellung der Stahlbetonbemessung – Bestand. Übersicht der Ausnutzungswerte und Belastungssituationen für die Tragstruktur. Quelle: ITE/TU Graz (2025). 74
Abbildung 69: (Korneuburg) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). Abbildung 70: (Korneuburg) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 75
Abbildung 71: (Korneuburg) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 76
Abbildung 72: (Korneuburg) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kg CO_2/eq]). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 77
Abbildung 73: (Rosental 1) Betonbemessung RFEM der Hauptträger – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).

Abbildung 74: (Rosental 1) Betonbemessung RFEM der Nebenträger – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025). 78
Abbildung 75: (Rosental 2) Betonbemessung RFEM der Randträger – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025).
Abbildung 76: (Rosental 2) Betonbemessung RFEM der Stützen – Ausnutzung T-Träger. Darstellung der Nachweise in axonometrischer Ansicht. Quelle: ITE/TU Graz (2025). 79
Abbildung 77: (Rosental 1) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). Abbildung 78: (Rosental 1) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 79
Abbildung 79: (Rosental 2) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Information“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). Abbildung 80: (Rosental 2) Auszug aus der Excel-Datengrundlage „Bestand“. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 80
Abbildung 81: links (Rosental 1) Energieausweis Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). Abbildung 82: rechts (Rosental 2) Energieausweis Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 81
Abbildung 83: (Rosental 1) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kg CO_2/eq]). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 82
Abbildung 84: (Rosental 2) Verteilung der betrieblichen und grauen Emissionen auf Materialebene (GWP fossil +[kg CO_2/eq]). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 83
Abbildung 85: (Knittelfeld) Kostenstruktur des Rückbaus. Darstellung der Anteile einzelner Leistungspositionen gemäß LB-HB 022 (LG 01–03) in % der Gesamtabbruchkosten; Positionen < 1 % sind nicht ausgewiesen. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 86
Abbildung 86: (Marchtrenk) Kostenstruktur des Rückbaus. Darstellung der Anteile einzelner Leistungspositionen gemäß LB-HB 022 (LG 01–03) in % der Gesamtabbruchkosten; Positionen < 1 % sind nicht ausgewiesen. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 87
Abbildung 87: (Korneuburg) Kostenstruktur des Rückbaus. Darstellung der Anteile einzelner Leistungspositionen gemäß LB-HB 022 (LG 01–03) in % der Gesamtabbruchkosten; Positionen < 1 % sind nicht ausgewiesen. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 88
Abbildung 88: (Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg) Abrisskosten und Verkehrswerte in €/m². **Gelb:** Abbruchkosten (Stand 2025; Kalkulation nach LB-HB 022, LG 01–03). **Blau:** Verkehrswerte zum Stichtag (Knittelfeld 2022, Marchtrenk 2020, Korneuburg 2020). Der Anteil der Abbruchkosten am Verkehrswert verdeutlicht die potenzielle Wertvernichtung bei vollständigem Rückbau. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 89
Abbildung 89: Methodenmatrix zum Szenario „III Re-Greening“. Dargestellt ist der Ablauf von Rückbau/Teilabbruch und Entsiegelung über die Wiederbegrünung bis zur 50-jährigen Nutzungsphase des Areals. Die Bilanzierung umfasst Abbruchprozesse und die Wirkung der **Waldsenke** (dauerhafte CO_2-Bindung durch Aufwuchs), während keine neuen Bauemissionen entstehen. Die Ergebnisse dienen als Referenz gegenüber den Basis- und Ausbauszenarien IV Retrofit oder V Umbau „Light“. Quelle: NHB/TU Graz (2025). 94

Abbildung 90: Dynamische Kohlenstoffflüsse im **Szenario S1 „Nadelwald“ (links) und Szenario S2 „Laubwald“ (rechts)** über einen Zeitraum von 50 Jahren pro Hektar. Quelle: NHB/TU Graz (2024). 95
Abbildung 91: Methodenmatrix zum Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Der Ablauf umfasst Matrix, Mengenermittlung und Energieausweis, anschließende Ökobilanzierung mit Schwerpunkt GWP_total, die Bewertung im Vergleich zum Bestand mit betrieblichen und grauen Emissionen sowie biogener CO_2-Entnahme und führt zu den Resultaten „Rentiert sich Retrofit?“. Die getroffenen Annahmen dienen als Grundlage für weitere Szenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025). 98
Abbildung 92: Bodenaufbau *Retrofit*: Estrich (5 cm), PE-Folie (-), PIR-Dämmung (10 cm), bituminöse Abdichtung (-), Faserbetonplatten (15 cm), PE-Folie, Feinplanie (4 cm), Rollierung (15 cm) über Erdreich. Gesamtaufbau: 44,5 cm; U-Wert: 0,213 W/m²K; GWP total: 130.846 kgCO_2eq 99
Abbildung 93: Wandaufbau *Bestand* (links): Innenputz (2 cm), Steinwolle (6 cm), Stahlbeton (30 cm); und *Retrofit* (rechts): Innenputz (2 cm), Hanfdämmplatte (26 cm), Stahlbeton (30 cm). Gesamtaufbau: 58 cm; U-Wert: 0,153 W/m²K; GWP total: 36.748 kgCO_2eq 100
Abbildung 94: Wandaufbau *Bestand* (links): Innenputz (2 cm), Steinwolle (6 cm), Hochlochziegel (30 cm); und *Retrofit* (rechts): Innenputz (2 cm), Hanfdämmplatte (24 cm), Hochlochziegel (30 cm). Gesamtaufbau: 56 cm; U-Wert: 0,158 W/m²K; GWP total: 36.748 kgCO_2eq 100
Abbildung 95: Dachaufbau *Bestand* (links): PVC-Abdichtung (-), Trittfeste Steinwolle (12 cm), Dampfbremse (0,3 cm), Trapezblech (15 cm); und *Retrofit* (rechts): Kunststoffabdichtung (0,5 cm), PIR-Dämmung (14 cm + 14 cm), Dampfbremse (0,7 cm), Trapezblech (15 cm). Gesamtaufbau: 42-44 cm; U-Wert: 0,076 W/m²K; GWP total: 582.274 kgCO_2eq 101
Abbildung 96: (Knittelfeld) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 103
Abbildung 97: (Knittelfeld) Energieausweis IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 103
Abbildung 98: links (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 6,00 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 6.000.314 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 99: rechts (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 2.658 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 103
Abbildung 100: (Marchtrenk) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 106

Abbildung 101: (Marchtrenk) Energieausweis IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 106
Abbildung 102: links (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 4,162 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 4.161.923 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 103: rechts (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 1.380 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 107
Abbildung 104: (Korneuburg) Energieausweis I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 109
Abbildung 105: (Korneuburg) Energieausweis IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 109
Abbildung 106: links (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,613 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 613.291 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 107: rechts (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 149 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 110
Abbildung 108: links (Rosental 1)/rechts (Rosental 2) Energieausweise I Bestand – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 112
Abbildung 109: links (Rosental 1)/rechts (Rosental 2) Energieausweise IV Retrofit/Effizienz – Nichtwohngebäude, gemäß OIB-Richtlinie 6 (2019), ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 112
Abbildung 110: links (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,97 Mio. kg CO_2-Äq. zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 111: rechts (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈

0,897 Mio. kg CO_2-Äq. (≈ 897.499 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 113
Abbildung 112: links (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 515 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 113: rechts (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario "IV Retrofit/Effizienz“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 855 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Retrofits; größter Einzelbeitrag verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 113
Abbildung 114: Prinzipien der Stapelung – schematische Strategien zur Überbauung und Verdichtung von Bestandsgebäuden. Quelle: AMUNT, Urban Sandwich. Quelle: AMUNT/Berchtold Kras (2022). 116
Abbildung 115: Methodenmatrix zum Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Einheitlicher Ablauf von Entwurfsgliederung über Prinzipien der Tragwerksbildung (A1 „Regal“, A2 „Tisch“, gekoppelt/verstärken, verdichten/durchstoßen) zur Tragwerksanalyse (Anpassung von Tragwerk/Lasten/Konstruktion; ULS/SLS) und Bewertung (Materialverbrauch [t/m² BGF], Raumökonomie, Flexibilität) bis zur Rückkopplung der Bestvariante in den Entwurf. Quelle: ITE/TU Graz (2025). 120
Abbildung 116 120
Abbildung 117: (Knittelfeld) Konzepttafel mit Gestaltungsmotiven und Funktionsdiagramm zur Transformation des Bestands. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 121
Abbildung 118: (Knittelfeld) Grundriss Erdgeschoss (1:400) mit Legende „Removed / Added / Preserved“ sowie Ansicht und Schnitt der Längsseite (Haupteingang/Parkplatz). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 122
Abbildung 119: (Knittelfeld) Hypothetisches Funktionsprogramm (Nutzungsbausteine und räumliche Zuordnung). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 122
Abbildung 120: (Knittelfeld) Systemkonzept „Typologische Lösungen und Transformation“ im Entwurf. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 123
Abbildung 121: (Knittelfeld) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Bürogebäude, Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude, Verkaufsstätten, gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 124
Abbildung 122: links (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 4,15 Mio. kg CO_2-Äq. durch Umbau; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 123: rechts (Knittelfeld) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4

(Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 2.260 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 124
Abbildung 124: (Knittelfeld) Vergleich Bestand vs. Projektzustand: Axonometrie und Kennwerte (Flächen/Volumen, versiegelte vs. permeable Flächen, Grün- und PV-Anteile). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 125
Abbildung 125: (Marchtrenk) Konzepttafel mit Gestaltungsmotiven und Funktionsdiagramm zur Transformation des Bestands. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 126
Abbildung 126: (Marchtrenk) Grundriss Erdgeschoss und Obergeschoss (1:400) mit Legende „Removed / Added / Preserved“ sowie Dachaufsicht, Ansicht und Schnitt der Längsseite (Haupteingang/Parkplatz). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 127
Abbildung 127: (Marchtrenk) Hypothetisches Funktionsprogramm (Nutzungsbausteine und räumliche Zuordnung). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 127
Abbildung 128: (Marchtrenk) Systemkonzept „Typologische Lösungen und Transformation“ im Entwurf. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 128
Abbildung 129: (Marchtrenk) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude, Sportstätten (Fitness und Tanzschule), gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 128
Abbildung 130: links (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,54 Mio. kg CO_2-äq. (≈ 540.435 kg CO_2-Äq.) zugunsten des Umbaus; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 131: rechts (Marchtrenk) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 747 kg CO_2-äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptanteil der Emissionen verbleibt in der Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 129
Abbildung 132: (Marchtrenk) Vergleich Bestand vs. Projektzustand: Axonometrie und Kennwerte (Flächen/Volumen, versiegelte vs. permeable Flächen, Grün- und PV-Anteile). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 129
Abbildung 133: (Korneuburg) Konzepttafel mit Gestaltungsmotiven und Funktionsdiagramm zur Transformation des Bestands. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 130
Abbildung 134: (Korneuburg) Grundriss Erdgeschoss (1:400) mit Legende „Removed / Added / Preserved“ sowie Ansicht und Schnitt der Längsseite (Haupteingang/Parkplatz). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 131
Abbildung 135: (Korneuburg) Hypothetisches Funktionsprogramm (Nutzungsbausteine und räumliche Zuordnung). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 131
Abbildung 136: (Korneuburg) Systemkonzept „Typologische Lösungen und Transformation“ im Entwurf. Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 132

Abbildung 137: (Korneuburg) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Veranstaltung und Mehrzweckgebäude (Auditorium), Bürogebäude, Veranstaltung und Mehrzweckgebäude (Konferenzsaal), Gaststätten, Verkaufsstätten, gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 133
Abbildung 138: links (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Mehrbelastung ≈ 0,443 Mio. kg CO_2-Äq. gegenüber dem Bestand; Haupttreiber sind zusätzliche Herstellungsanteile (A1–A4) der neuen Bauteile, der größte Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 139: rechts (Korneuburg) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 45,6 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; größter Einzelbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 133
Abbildung 140: (Korneuburg) Vergleich Bestand vs. Projektzustand: Axonometrie und Kennwerte (Flächen/Volumen, versiegelte vs. permeable Flächen, Grün- und PV-Anteile). Quelle: Masterarbeit Laura Suvieri, IGL/TU Graz (2024). 134
Abbildung 141: Rosental 1) Axonometrische Darstellung der Transformation der bestehenden Hallenstruktur zu Wohneinheiten: Erhalt des Trägerrasters und Einfügen zweigeschossiger Maisonette-Module in Holzbauweise als eigenständige räumliche Schicht. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024). 135
Abbildung 142: (Rosental 2) Axonometrische Darstellung der Transformation für Forschung und Bildung: selektiver Rückbau des Bestands, Ergänzung durch einen eigenständigen Neubau in Skelettbauweise sowie Integration bestehender und neuer Gewächshausflächen. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024). 135
Abbildung 143: (Rosental 1) Tragwerksprinzip mit bestehender Stahlbetonstruktur als Primärtragwerk und ergänzenden leichten Holzbauelementen innerhalb des Bestandsrasters. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024). 136
Abbildung 144: (Rosental 1 und 2) Energieausweise V Umbau „Light“ – (vl.nr.) Wohngebäude, Bildungsstätte und Gaststätte (Mensa), gemäß OIB-Richtlinie 6 (Ausgabe 2019), erstellt mit ArchiPHYSIK 25.0.27. Quelle: WMV/Wien (2025). 137
Abbildung 145: links (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,99 Mio. kg CO_2-Äq. durch Umbau; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 146: rechts (Rosental 1) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light‘“. Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 810 kg CO_2-Äq./m²

zugunsten des Umbaus; Hauptbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 138
Abbildung 147: links (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Dargestellt sind die Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Emissionsreduktion ≈ 0,99 Mio. kg CO_2-Äq. durch Umbau; dominanter Beitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). Abbildung 148: rechts (Rosental 2) Lebenszyklusbilanz pro m² BGF (GWP_fossil) im Vergleich Bestand vs. Szenario „V Umbau ‚Light'". Darstellung der Module A1–A3/A4 (Herstellung/Transport), B4/B6 (Austausch/Betrieb) und C2–C4 (Rückbau/Entsorgung). Ergebnis: Treibhausgas-Einsparpotenzial ≈ 810 kg CO_2-Äq./m² zugunsten des Umbaus; Hauptbeitrag bleibt die Betriebsphase (B6). Quelle: NHB/TU Graz (2025). 138
Abbildung 149: (Alle Standorte) Vergleich der Whole-Life-Carbon-Emissionen pro m² BGF für alle Typologien und Szenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025). 141
Abbildung 150: (Alle Standorte) Vergleich der Whole-Life-Carbon-Emissionen pro m² BGF für alle Typologien in den beiden Renovierungsszenarien. Quelle: NHB/TU Graz (2025). 141
Abbildung 151: Methodischer Designansatz im Szenario VI. Ausgangspunkt ist der Gebäudebestand, aus dem unterschiedliche Entwurfsstrategien entwickelt und mit quantitativen Bewertungen verknüpft werden. Quelle: IGL/TU Graz (2024). 145
Abbildung 152: Übersicht der im Szenario VI „Extended" angewandten Entwurfsstrategien an den vier Liegenschaften Knittelfeld, Marchtrenk, Korneuburg und Rosental. Quelle: IGL/TU Graz (2025). 146
Abbildung 153: Entwurf von Andrea Landeka und Monika Ivančić. Nachverdichtung um Faktor 1,5 durch Aufstockung und gegenläufige begrünte Rampe als öffentlicher Dach- und Nutzungsgarten; Öffnung der Hallentypologie mit zwei Erschließungsriegeln, Mehrzweckhalle mit Stadtfenster sowie Markthalle, Kochschule und kleinteilige Dienstleistungsflächen. Quelle: Masterstudio Mixed-Use Multi-Form, IGL/TU Graz (2023). 148
Abbildung 154: Entwurf von Matthias Guger und Mihael Vecchiet. Umbau und Aufstockung des Bestands mit gestaffeltem Aufbau und Turm in der Sichtachse der Hauptverkehrsachse. Mixed-Use-Nutzungen mit Shops, Fitness, Kletterhalle, Büros und Dachgarten. Quelle: Masterstudio Mixed-Use Multi-Form, IGL/TU Graz (2023). 150
Abbildung 155: Entwurf von Kerstin Neuhold und Marie Christin Unterthiner. Transformation des Fachmarktzentrums durch Gliederung, Aufstockung und Turmstruktur zu einem vielschichtigen Mixed-Use-Komplex. Quelle: Masterstudio Mixed-Use Multi-Form, IGL/TU Graz (2023). 152
Abbildung 156: Entwurf von Moritz Zachhuber. Transformation des Fachmarktzentrums zu einem Forschungs- und Bildungscampus mit agrarwissenschaftlichem Schwerpunkt; Weiterbauen im Tragwerksraster, fünf differenzierte Baukörper (Forschung mit Gewächshaus und Mensa, Bildung, Bibliothek mit Wohnturm, Kultur, Reihenhaus-Wohnungen) rund um einen Quartiersplatz; Umwandlung der Parkflächen in urbane Freiräume und Gärten. Quelle: Masterarbeit Moritz Zachhuber, IGL/TU Graz (2024). 154

Abbildung 157: Entwurf von Julia Gaal. Transformation des Bestandsrasters zur Wohnlandschaft: Freilegung der Halle (34 × 88 m) und Gliederung in 102 Felder; modulare, zweigeschossige Holz-Wohnmodule entlang der Fassaden; drei Atrien als Belichtungs- und Durchwegungsachsen; Aufstockung in vier Clustern mit Gemeinschaftszonen. Ergebnis: ca. 120 Wohneinheiten und neue soziale Räume. Quelle: Masterarbeit Julia Gaal, IGL/TU Graz (2025). 156
Abbildung 158: Die dynamische Matrix in ihrer interaktiven Struktur. Die Darstellung macht deutlich, wie die Entscheidungsebenen, Szenarien und Konsequenzen miteinander verknüpft sind und wie sich die Gewichtungen je nach perspektivischem Fokus verändern. Die DMatrix erzeugt keinen eindimensionalen Entscheidungspfad, sondern legt ein Netzwerk offener Beziehungen frei, dass die Grundlage für einen transparenten, diskursiven Umgang mit Zielkonflikten bildet. Quelle: CBT/TU Graz (2024). 158
Abbildung 159: Semesterplakat Masterstudio „Mixed-Use · Multi-Form“ (WS 2022/23). Lehrveranstaltung Entwerfen 147.666. Quelle: IGL/TU Graz (2022). 160

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abrisskosten je m² BGF im Verhältnis zum Verkehrswert je m². Gegenüberstellung der standortbezogenen Abbruchkosten (Ermittlung 2025, LB-HB 022 LG 01–03, Aufmaß) und der jeweiligen Verkehrswerte (Stichtage 2020/2022); der Prozentwert gibt den Anteil der Abrisskosten am Verkehrswert an. Hinweis: Beträge nominal, ohne Indexierung auf ein gemeinsames Jahr. Quelle: CBT/TU Graz (2025). 90
Tabelle 2: Ausgewälte Parameter pro Szenario (S1 Nadelwald >600 m, S2 Laubwald <600 m). Grundlage für die Berechnung des biogenen Kohlenstoffspeichers nach De Rosa et al. Quelle: NHB/TU Graz (2024). 93
Tabelle 3: Vergleich der gespeicherten CO_2-Mengen (t/50 Jahre) bezogen auf die vier untersuchten Liegenschaften. Quelle: NHB/TU Graz (2024). 95

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (Hg.): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022. BMK, Wien 2024.

Keil, Roger: Suburban Planet – Making the World Urban from the Outside In. Wiley, Oxford 2017.

Keil, Roger: After suburbia: Peripheral notes on urban theory. In: Keil Roger, Wu Fulong (Hg.): After suburbia: Urbanization in the twenty-first century. University of Toronto Press, Toronto 2013.

Landeshauptstadt Stuttgart – Amt für Stadtplanung und Wohnung (Hg.): Urban Sandwich – Steigerung der Flächeneffizienz durch Stapelung gewerblicher Nutzungen. Stuttgart 2020.

https://www.stuttgart.de/medien/ibs/Abschlussbericht_Urban_Sandwich_2020.pdf (abgerufen am 21. November 2025)

Lechner, Andreas: Entwurf einer architektonischen Gebäudelehre. Park Books, Zürich 2021.

Lechner, Andreas: Thinking Design – Blueprint for an Architecture of Typology. Park Books, Zürich 2021.

Lechner, Andreas, Postiglione, Gennaro, Gold, Maike et al.: Architectural Affordances – Typologies of Umbau. Thymos Books, Neapel 2025.

Moneo, Rafael: On Typology. In: Oppositions 13, 1978.

Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) (Hg.): Bodenstrategie für Österreich – Strategie zur Reduktion der weiteren Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung bis 2030. Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz, Wien 2024.

Phelps, Nicholas A., Keil, Roger, Maginn, Paul J.: Introduction – The Periphery at the Centre. In: Phelps Nicholas A., Keil Roger, Maginn Paul J. (Hg.): Peripheral Centralities – Instances of Anticipatory Urbanism. Jovis, Berlin 2025.

Prigge, Walter (Hg.): Peripherie ist überall. Campus, Frankfurt/M 1998.

Sieverts, Thomas: Zwischenstadt. Vieweg + Teubner, Wiesbaden 1997.

Zurstiege, Guido: Der Konsum Dritter Orte. In: Zurstiege Guido, Hellmann Kai-Uwe (Hg.): Räume des Konsums. Über den Funktionswandel von Räumlichkeit im Zeitalter des Konsumismus. VS Verlag, Wiesbaden 2008.