

**BIGMODERN Subprojekt 3:  
Demonstrationsgebäude Universität  
Innsbruck - Hauptgebäude der Fakultät  
für technische Wissenschaften  
Planungsprozess**

Leitprojekt: Nachhaltige Sanierungsstandards für  
Bundesgebäude der Bauperiode der 50er bis 80er Jahre

D. Jäger, G. Hofer, K. Leutgöb, M. Grim, C. Kuh, G. Bucar

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**15/2013**

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# BIGMODERN Subprojekt 3: Demonstrationsgebäude Universität Innsbruck - Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften Planungsprozess

Leitprojekt: Nachhaltige Sanierungsstandards für  
Bundesgebäude der Bauperiode der 50er bis 80er Jahre

Mag. Dirk Jäger  
Bundesimmobiliengesellschaft m. b. H.

DI (FH) Gerhard Hofer, Mag. Klemens Leutgöb,  
DI Margot Grim, DI Christoph Kuh  
e7 Energie Markt Analyse GmbH

DI Gerhard Bucar  
Grazer Energieagentur GmbH

Wien, März 2013

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms





## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	7
ABSTRACT .....	10
1 Einleitung.....	13
1.1 Das Unternehmen .....	13
1.2 Ausgangslage.....	14
1.3 Motivation .....	15
1.4 Projektziele des Leitprojektes BIGMODERN .....	16
1.5 Projektziele des vorliegenden Subprojektes .....	19
1.6 Projektteam und Beteiligte .....	19
2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt .....	22
2.1 Beschreibung des Standes der Technik.....	22
2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema.....	23
2.2.1 Integraler Planungsprozess .....	23
2.2.2 Nachhaltigkeitskriterien.....	25
2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts) .....	26
2.4 Verwendete Methoden .....	27
2.5 Beschreibung der Vorgangsweise und der verwendeten Daten mit Quellenangabe, Erläuterung der Erhebung (nur überblicksartig, Details in den Anhang!).....	28
3 Ergebnisse des Projektes.....	30
3.1 Randbedingungen des BIGMODERN Demo-Projektes .....	30
3.2 Arbeiten im Vorfeld von BIGMODERN .....	32
3.2.1 Allgemeines .....	32
3.2.2 Ausschreibung des Verhandlungsverfahrens .....	33
3.2.3 Wettbewerbsjury .....	34
3.3 Festlegung der Nachhaltigkeitskriterien bei BIGMODERN .....	34
3.3.1 Hintergrund .....	35
3.3.2 Aktivitäten .....	37
3.3.3 Ergebnis.....	37
3.4 Planungscontrolling und Energieoptimierung im Entwurf .....	43
3.4.1 Hintergrund .....	43
3.4.2 Aktivitäten .....	43

---

3.4.3	Ergebnisse .....	43
3.5	Energieoptimierung in der Detailplanung .....	51
3.5.1	Hintergrund .....	51
3.5.2	Aktivitäten .....	52
3.5.3	Ergebnis.....	52
3.6	Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien .....	53
3.7	Integration von anderen Subprojekten .....	62
3.7.1	SP4 Lebenszykluskostenanalyse .....	62
3.7.2	SP5 Technische Machbarkeitsprüfung .....	66
3.7.3	SP7 Energie Messkonzept.....	68
3.7.4	SP7 Total Quality Planungsbewertung .....	74
3.8	Energieflussbild .....	75
3.9	Einhaltung der Vorgaben zum Leitprojekt .....	76
4	Ergebnis der Planung.....	79
4.1	Beschreibung des Bestandsgebäudes .....	79
4.2	Beschreibung der geplanten Baumaßnahmen.....	80
4.2.1	Fassade und Fenster .....	80
4.2.2	Tageslichtnutzung.....	83
4.2.3	Beleuchtung .....	83
4.2.4	Lüftung .....	84
4.2.5	Haustechnik .....	85
4.3	Erreichte Ziele im Demonstrationsprojekt.....	85
5	Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms .....	87
5.1	Einpassung in das Programm .....	87
5.2	Beitrag zum Gesamtziel des Programms .....	87
5.3	Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt .....	88
5.4	Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse .....	89
6	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen .....	90
7	Ausblick und Empfehlungen .....	93
8	Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis .....	95

# Kurzfassung

## Ausgangssituation/Motivation

Der BIG Konzern ist einer der größten öffentlichen Gebäudebesitzer in Österreich. Die Republik Österreich hat sich im Zuge von internationalen Vereinbarungen zum Klimaschutz (Kyoto Vereinbarung (United Nations, 1998)) sowie europäischen Richtlinien wie beispielsweise der Gebäuderichtlinie (Richtlinie, 2010) oder der Energiedienstleistungsrichtlinie (Richtlinie, 2006) zur Umsetzung von Energieeffizienz- sowie CO<sub>2</sub>-Einsparungen verpflichtet. Neben den internationalen Verpflichtungen gibt es weitere nationale Anforderungen, die bei der Planung von öffentlichen Gebäuden einzuhalten sind. Die Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen beschreibt in Artikel 12 und 13 Anforderungen an den Neubau und an die Sanierung von öffentlichen Gebäuden der Vertragsparteien.

Aus den genannten Richtlinien und Vereinbarungen ist abzulesen, dass der BIG Konzern in den nächsten Jahren hohe Anforderungen hinsichtlich der Energieeinsparung bei Sanierungen zu erfüllen hat.

Der BIG-Konzern bewirtschaftet derzeit das, mit rund 2.800 Objekten, einer Gebäudefläche von rund sieben Millionen Quadratmetern und einer Grundstücksfläche von 25 Millionen Quadratmetern, größte Portfolio Österreichs und gilt aufgrund seiner Flächenreserven gleichzeitig als bedeutender Immobilienentwickler. Die BIG ist in den Segmenten – Schulen (ca. 40 Prozent), Universitäten (ca. 23 Prozent), Sonder- und Spezialimmobilien (ca. 12 Prozent) – darauf ausgelegt, marktwirtschaftlich zu agieren, Kosten und Abläufe zu optimieren und vor allem bei Nutzern das Bewusstsein zu schaffen: „Raum kostet Geld.“

Seit Jänner 2013 hat die BIG ihre Büroimmobilien und Entwicklungsliegenschaften in der Tochtergesellschaft ARE Austrian Real Estate GmbH gebündelt. Das Portfolio umfasst rund 600 Objekte mit rund 1,8 Millionen Quadratmetern. Ziel ist mit diesem Bestand auch private Mieter anzusprechen.

Deshalb hat die BIG bei Haus der Zukunft Plus ein Leitprojekt eingereicht, das als Kernelement die **Umsetzung von zwei Demonstrationsprojekten** zum Inhalt hat. Diese Demonstrationsprojekte werden besonders für den BIG Konzern nach überdurchschnittlich hohen Qualitätsstandards im Hinblick auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit bei gleichzeitiger Einhaltung wirtschaftlicher Gesichtspunkte modernisiert. Damit soll innerhalb des BIG Konzerns in erster Linie das Bewusstsein gefördert werden, dass innovative Sanierungen nicht unwirtschaftlich seien, dafür jedoch neue Wege im Planungsprozess beschritten werden müssen. Ziel ist, dadurch neue energetische Standards bei Sanierungen zu setzen und damit das hohe Umsetzungspotenzial des BIG Konzerns auszuschöpfen.

## Inhalte und Zielsetzungen

Vor diesem Hintergrund hat das gegenständliche Subprojekt den Planungsprozess beim Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften (ehem. Bauingenieurwesen) der Universität Innsbruck mit folgenden Zielen unterstützt:

- **Demonstration**, inwieweit die Sanierung eines Amtsgebäudes des Bundes in hoher thermisch-energetischer Qualität und unter Berücksichtigung darüber hinaus gehender Nachhaltigkeitskriterien machbar ist;
- Ausgehend vom Basis-Commitment der BIG, die Demonstrationsgebäude nach überdurchschnittlich hohen Qualitätsstandards zu errichten, sollte eine **Konkretisierung der Qualitätsanforderungen** an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit anhand des TQB Kriterienkataloges für nachhaltige Gebäude für das konkrete Modernisierungsvorhaben durchgeführt werden (abgebildet im Leistungsbild von AP 1);
- **Gestaltung und Begleitung der Planungsprozesse** in einer Form, dass die geforderten Qualitätsstandards nicht während des Planungsprozesses „verloren“ gehen (im Detail bearbeitet im AP 2 für die Vorentwurfs- und Entwurfsplanung und im AP 3 für die Ausführungsplanung);
- Ausgehend von den „lessons learned“ beim Demonstrationsprojekt Amtshaus Bruck wird eine Ableitung für verallgemeinerbare **Schlussfolgerungen und Empfehlungen für weitere Planungsvorhaben** als Kernergebnis des AP 4 durchgeführt.

## Methodische Vorgehensweise

Die Rolle der Projektpartner war eine Bauherrenberatung mit spezieller Ausrichtung auf die Themen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Das Projektteam überprüfte in dieser Funktion **kontinuierlich die Einhaltung der geforderten Zielkriterien**. Gleichzeitig wurden Vorschläge und Anregungen zu thermisch-energetischen Optimierung in die Planungsbesprechungen eingebracht, die von Seiten des Generalplaners hinsichtlich der Machbarkeit, der Energieeinsparung und der Baukosten untersucht wurden. In der Detailplanung wurden konkrete Details sowie die Ausschreibungsunterlagen hinsichtlich der Einhaltung der Qualitätskriterien sowie zur Integration von Energieeffizienzindikatoren geprüft. Die Verantwortung für die technischen Lösungen lag zur Gänze beim Generalplaner.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Durch die Integration von anspruchsvollen Energieeffizienz- und anderen Nachhaltigkeitskriterien in den Planungsprozess konnte ein Gebäude geplant werden, das im Vergleich zu

einem konventionellen Sanierungsvorhaben deutlich höhere Nachhaltigkeitsqualitäten aufweist. Etliche der gewählten Lösungen und Konzepte können unmittelbar auf andere Sanierungsvorhaben sowohl der BIG als auch anderer Bauträger übertragen werden.

Im Planungsprozess ist es von entscheidender Bedeutung, die **Nachhaltigkeitskriterien frühzeitig zu definieren** und die Einhaltung kontinuierlich bis zur Detailplanung und Ausschreibung der Bauaufgabe zu prüfen. Nur dadurch kann sichergestellt werden, dass hohe Qualitätsanforderungen eingehalten werden.

Bereits im Vorentwurf müssen verschiedene Optimierungsvarianten identifiziert und geprüft werden. Die Anregungen und Empfehlungen für Verbesserungen in der Planung müssen von Seiten des Bauherrn kommen. Der Bauherr muss für Kompetenz im Bereich Energie und Nachhaltigkeit Sorge tragen, sodass die technischen Lösungen des Planers sorgfältig geprüft werden können. Die Durchführung einer detaillierten Gebäudesimulation auf Seiten des Bauherrn kann dabei kritische Punkte aufzeigen und so im Planungsteam zur Ausarbeitung eines optimierten Gebäudeentwurf beitragen.

Gleichzeitig müssen der Bauherr sowie der Mieter bereits bei Projektbeginn, wenn das Gebäude definiert wird, jedoch spätestens beim Vorentwurf, wenn die ersten Pläne vorliegen, verlässliche Informationen zu den Lebenszykluskosten – also Errichtungskosten *plus* Betriebskosten – der unterschiedlichen untersuchten Varianten erhalten. Auf Basis von Lebenszykluskosten kann die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit gewährleistet werden. Nur wenn den Mietern veranschaulicht werden kann, dass höhere Investitionen aufgrund des hohen Qualitätsstandards durch geringere Betriebskosten wirtschaftlich sinnvoll sind, können energieeffiziente Lösungen umgesetzt werden. Gleichzeitig müssen im Rahmen der Planung die Auswirkungen auf den Nutzungskomfort aufgezeigt werden. Nichtsdestotrotz müssen die beschränkten budgetären Möglichkeiten der Mieter der BIG berücksichtigt werden.

## **Ausblick**

Die Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsstandards, die bei den Demonstrationsprojekten Amtshaus Bruck und Bauingenieursgebäude der Universität Innsbruck getestet wurden, sollen künftig für alle Modernisierungsvorhaben der BIG im Gebäudebestand der Bauperiode der 1950er bis 1980er Jahre den Nutzerministerien bzw. Universitäten zur Ausführung empfohlen werden. Dieser Qualitätsstandard muss jedoch von den Nutzern akzeptiert werden, etwaige Mehrkosten durch höhere Nachhaltigkeitsstandards sind zu budgetieren. Aus Sicht der BIG ist es notwendig, dass die Ministerien als Auftraggeber der BIG nicht aus ihrer Verantwortung entlassen werden. Ohne aktiven Beitrag der Mieter an der Umsetzung und am Betrieb von energieeffizienten Gebäuden sind hohe Nachhaltigkeitsstandards nicht umsetzbar.

# ABSTRACT

## Starting point/motivation

In the course of various national and international agreements on energy saving and climate protection (Kyoto Protocol (United Nations, 1998)) as well as European guidelines such as the buildings directive (Richtlinie, 2010) or the energy services directive (Richtlinie, 2006), the Republic of Austria has committed itself to implement energy efficiency measures and CO<sub>2</sub>-saving measures.

In addition to international obligations there are additional national measures which have to be met by public buildings. Articles 12 and 13 of the agreement pursuant to Article 15a B-VG between the government and the federal states concerning measures in the building sector for the purpose of reducing the emissions of greenhouse gases defines requirements concerning the contracting parties for the construction and renovation of public buildings.

The BIG holding of Austria's largest public real estate companies owning roughly 2,800 public buildings which comprise a total building area of approx. 7 million m<sup>2</sup>. At the same time the BIG holding is also one of Austria's most important building developers, which in the acts in a market-based way by trying constantly to optimize cost and processes. The portfolio consists of the following segments: schools (about 40%); universities (about 12%) and special property (about 12%). Since January 2013 the BIG holding has furthermore concentrated its portfolio in the administration and office segment as well as development property into an affiliated company called ARE Austrian Real Estate GmbH. Its portfolio consists of about 600 buildings with about 1.8 million m<sup>2</sup>. The affiliated company ARE aims at addressing also private tenants.

As a publicly owned company the BIG holding has to meet high demands in terms of energy savings and sustainability as regards renovation of its building stock. Therefore, BIG has submitted a pilot project to House of Future Plus. The core element of the flagship project is the **implementation of two demonstration projects**, which should be modernized especially for the BIG according to above-average quality standards concerning energy efficiency and sustainability while complying with an industrial management point of view. This is supposed to raise the BIG's awareness of breaking new grounds (especially as far as the planning phase is concerned) in order to maintain innovative and yet cost-effective renovations. The aim is to set new standards in conventional renovation and to tap the BIG's full potential concerning implementations.

## Contents and Objectives

Against this background, the objective sub-project supported the planning process at the main building of the Faculty of Civil Engineering of the University of Innsbruck with the following objectives:

- **Demonstration** of the extent to which the renovation of a federal office building is feasible, if high level of thermal-energetic quality is implemented and if additional sustainability criteria are taken into account;
- Starting from the basic commitment of BIG to implement above-average quality standards into demonstration buildings, a **specification of the quality requirements** for energy efficiency and sustainability based on the TQB set of criteria for sustainable buildings should be carried out for the specific modernization project (as depicted in the scope of work of AP 1);
- **Design and support of the planning processes** in a way that the required quality standards are not “lost” during the planning process (as edited in detail in AP 2 for the preliminary planning and design, and in AP 3 for the detailed design);
- Based on the “lessons learned” in the demonstration project office building Bruck, an outlet for generalizable **conclusions and recommendations for further planning** project is carried out as a core result of AP 4

## Methodological approach

The task of the project partners referred to consulting with a special focus on energy efficiency and sustainability. Within the scope of their scope of work the project team continuously reviewed the compliance with the target criteria. At the same time, proposals and suggestions concerning thermal and energy optimization were contributed during the planning meetings. These proposed solutions were examined by the general planner as far as feasibility, energy conservation and the construction costs are concerned. Concerning the detailed planning, concrete details and the tender documents have been tested for compliance with the quality criteria as well as for the integration of energy efficiency indicators. Responsibility for the technical solutions was carried entirely by the general planner.

## Outlook

The energy efficiency and sustainability standards which have been tested in both demonstration projects (office building Bruck/Mur; University Innsbruck, building engineering faculty) shall be recommended to the user ministries (tenants) for implementation for all future modernization projects in existing buildings of BIG of construction period of the 1950s to 1980s. However, this quality standard has to be accepted by the ministries, any additional costs incurred in the implementation / in compliance with energy efficiency and sustainability standards have to be budgeted. The advantages in terms of life cycle costs have to be presented. Hence, the consideration of the life cycle costs shall be implemented in a standardized way in the future planning.

From the perspective of BIG it is necessary that the ministries as clients of BIG are not relieved of their responsibility. Without active contribution of the tenants the implementation of high energy efficiency and sustainability standards in modernization of federal buildings is not viable.

# 1 Einleitung

## 1.1 Das Unternehmen

Die Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) ist Dienstleister für die Republik Österreich, deren nachgeordnete Dienststellen und ausgegliederte Unternehmen. Kerngeschäft ist die Bewirtschaftung inklusive Verwaltung der Immobilien vom Neubau bis zum Abriss. Seit dem Jahr 2000 befinden sich rund 2.800 Liegenschaften im Eigentum der BIG, gekauft von der Republik Österreich.

Das Zusammenspiel: BIG ist Vermieter und Eigentümer der Liegenschaften. Hauptkunden, also Mieter, sind das Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (BMUKK), 21 Universitäten (die wiederum ihre Budgets aus dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (BMWF) erhalten), sowie die Bundesministerien für Justiz (BMJ), Finanz (BMF) und Inneres (BMI).

Basis aller Dienstleistungen, egal ob aus dem Mietverhältnis resultierend oder bei General-sanierungs- oder Neubau-Projekten, sind gültige Verträge. Auch die Zahlungsströme sind transparent und real. Aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen ist es nicht möglich, einzelne Mieter zu bevorzugen. Der Großteil der vermieteten Flächen unterliegt dem Mietrechtsgesetz (MRG). Der BIG Konzern steht im Wettbewerb mit privaten Immobilienunternehmen. Denn Mietern der BIG ist es – unter Einhaltung der Kündigungsfrist – unbenommen, sich jederzeit einen anderen Vermieter zu suchen.

Im Jahr 2010 hat die BIG massiv investiert. Insgesamt wurden 636 Mio. Euro (nach 522 Mio. Euro 2009) für neue Bauvorhaben (inklusive WU-Projektgesellschaft) oder Instandhaltungsmaßnahmen geleistet. Das ist so viel wie nie zuvor in der über zehnjährigen Unternehmensgeschichte (seit Eigentumserwerb 2000/2001).

So flossen 2010 rund 372,4 Mio. Euro (2009: 291,3 Mio.) in Neubauten und Generalsanierungen. 48 Bauvorhaben wurden im Geschäftsjahr 2010 fertig gestellt. Die Instandhaltungsaufwendungen zur Wertsicherung der Objekte betragen 222,7 Mio. Euro (nach 210,7 Mio. Euro im Jahr 2009)

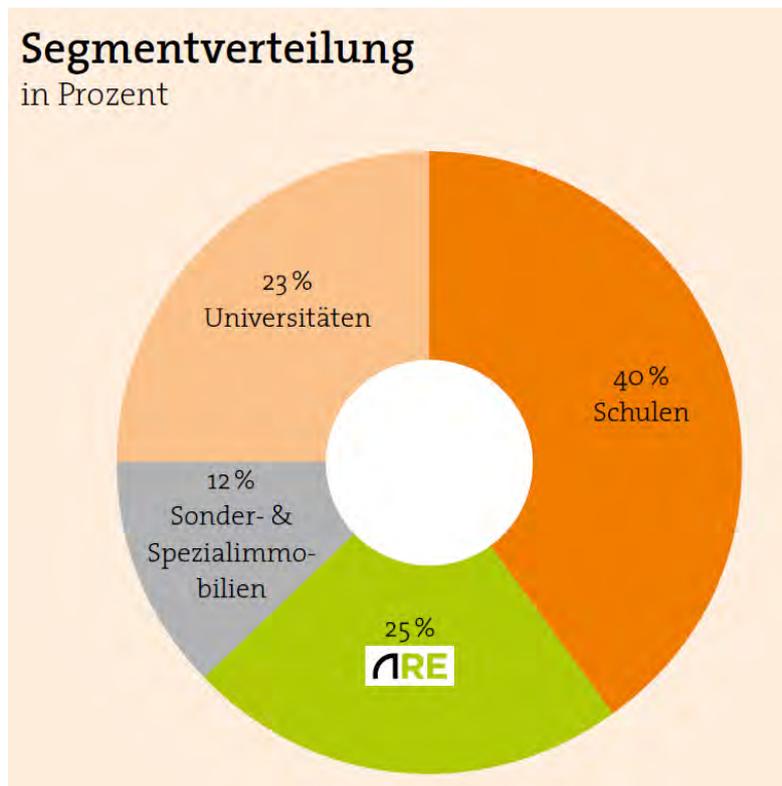
Bei einer Bilanzsumme von rund 4,6 Mrd. Euro stiegen die Umsatzerlöse der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) leicht von 791,4 Mio. Euro im Jahr 2009 auf 792,3 Mio. Euro im Jahr 2010. Mehr als 85 Prozent des Umsatzes resultieren aus Mieteinnahmen (653,4 Mio. Euro). Hauptkunde der vermieteten Flächen ist der Bund oder bundesnahe Institutionen.

Seit Jänner 2013 hat die BIG ihre Büroimmobilien und Entwicklungsliegenschaften in der Tochtergesellschaft ARE Austrian Real Estate GmbH gebündelt. Das Portfolio umfasst rund 600 Objekte mit rund 1,8 Millionen Quadratmetern. Ziel ist mit diesem Bestand auch private Mieter anzusprechen.

## 1.2 Ausgangslage

Der BIG Konzern ist mit einem Immobilienvermögen von rund neun Milliarden Euro einer der bedeutendsten Immobilieneigentümer Österreichs. Kerngeschäft ist die Bewirtschaftung inklusive Verwaltung der Immobilien vom Neubau bis zur Sanierung und zum Abriss. Die BIG ist vorrangig Dienstleister für die Republik Österreich, deren nachgeordnete Dienststellen und ausgegliederte Unternehmen.

Der mietenrelevante Gebäudeflächenbestand des BIG Konzerns betrug per Januar 2013 rund 7 Mio. m<sup>2</sup>. Die Liegenschaften sind überwiegend an die Republik Österreich, vertreten durch das jeweils haushaltsleitende Organ (Ministerium), und die Universitäten der Republik Österreich vermietet.



**Abbildung 1: Gesamtnutzfläche des BIG Konzerns nach Nutzungen (Quelle: BIG)**

Während die BIG im Neubau bereits einige energieeffiziente und klimaschonende Vorzeigeprojekte realisiert hat (z.B. Haus der Forschung, Passivwohnhaus Jungstraße in Zusammenarbeit mit Raiffeisen Evolution), werden Funktions- und Generalsanierungen durchgängig dem Stand der Technik entsprechend auf konventionelle Weise durchgeführt und an die jeweils geltenden Bestimmungen und Bauordnungen angepasst. Dies erfolgt jedoch weitgehend ohne Orientierung an nachhaltigen und klimaschonenden Modernisierungsstandards.

Angesichts des hohen Anteils von Modernisierungsvorhaben an den Gesamtinvestitionen der BIG werden jedoch gerade in diesem Bereich zunehmend konsequente Schritte von konventionellen hin zu innovativen Lösungen gefordert.

### 1.3 Motivation

Der BIG Konzern ist einer der größten öffentlichen Gebäudebesitzer in Österreich. Die Republik Österreich hat sich im Zuge von internationalen Vereinbarungen zum Klimaschutz (Kyoto Vereinbarung (United Nations, 1998)) sowie europäischen Richtlinien wie beispielsweise der Gebäuderichtlinie (Richtlinie, 2010) oder der Energiedienstleistungsrichtlinie (Richtlinie, 2006) zur Umsetzung von Energieeffizienz- sowie CO<sub>2</sub> Einsparungen verpflichtet.

Die Energiedienstleistungsrichtlinie und die Gebäuderichtlinie schreiben dem öffentlichen Sektor eine Vorbildfunktion hinsichtlich Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Energieeinsparung vor. In Artikel 5, Punkt 1 der Energiedienstleistungsrichtlinie heißt es: „Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass der öffentliche Sektor eine Vorbildfunktion im Zusammenhang mit dieser Richtlinie übernimmt. Zu diesem Zweck unterrichten sie in wirksamer Weise die Bürger und/oder gegebenenfalls Unternehmen über die Vorbildfunktion und die Maßnahmen des öffentlichen Sektors.“ (Richtlinie 2006/2/EG)

In der Neufassung der Gebäuderichtlinie wird als Ziel gesetzt, bis zum Ende des Jahre 2020 im Neubau ausschließlich Niedrigstenergiegebäude (nearly zero energy buildings) zu bewilligen. In diesem Bereich wird für Gebäude des öffentlichen Sektors eine Vorbildfunktion erwartet, indem diese Anforderung bereits bis zum Jahr 2018 umzusetzen ist. Der Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes (Energieausweis) ist bei öffentlichen Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr sowie einer Nutzfläche über 250 m<sup>2</sup> (ab 2015) auszuhängen. Nicht zuletzt schreibt die Gebäuderichtlinie in Artikel 9, Punkt 2 folgendes vor: „Des Weiteren legen die Mitgliedstaaten unter Berücksichtigung der Vorreiterrolle der öffentlichen Hand Strategien fest und ergreifen Maßnahmen wie beispielsweise die Festlegung von Zielen, um Anreize für den Umbau von Gebäuden, die saniert werden, zu Niedrigstenergiegebäuden zu vermitteln.“ (Richtlinie 2010/31/EU)

Die rechtliche Umsetzung in österreichisches Recht ist bei der Neufassung der Gebäuderichtlinie noch im Gange, sodass noch keine Verpflichtungen für die BIG abgeleitet werden können. Unbeschadet der detaillierten Umsetzung ist der Richtlinie eine Vorreiterrolle von öffentlichen Behörden im Bereich Energieeinsparung in deren Gebäuden deutlich zu entnehmen, sodass hohe Anforderungen an die Energieeffizienz dieser Gebäude zu erwarten sind.

Neben den internationalen Verpflichtungen zur CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparung gibt es weitere nationale Anforderungen, die von öffentlichen Gebäuden einzuhalten sind. Die Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen beschreibt in Artikel 12 und 13 Anforderungen an den Neubau und an die Sanierung von öffentlichen Gebäuden der

Vertragsparteien. In Artikel 12 sind Anforderungen an den Heizwärmebedarf, den Kühlbedarf sowie U-Wert von Bauteilen und Tausch von Wärmeversorgungssystemen enthalten, die von öffentlichen Gebäuden einzuhalten sind.

Aus den genannten Richtlinien und Vereinbarungen ist abzulesen, dass die BIG in den nächsten Jahren hohe Anforderungen hinsichtlich der Energieeinsparung bei Sanierungen zu erfüllen hat. Daraus abgeleitet stellt sich die Herausforderung für die BIG, diese Qualitätsstandards in ihren Standardprozessen für Sanierungen zu integrieren.

## 1.4 Projektziele des Leitprojektes BIGMODERN

Angesichts des hohen Anteils von Modernisierungsvorhaben an den Gesamtinvestitionen des BIG Konzerns werden jedoch gerade in diesem Bereich zunehmend konsequente Schritte von konventionellen hin zu innovativen Lösungen gefordert. In der Praxis taucht dabei eine Reihe von Barrieren auf, die eine Umsetzung über Einzelfälle hinaus wesentlich erschweren:

- Die Mieter der BIG-Gebäude sind in der Regel Ministerien und Universitäten, die Anforderungen auf Komfort und Funktion beim Vermieter einfordern. Um hohe Standards sowohl für den Nutzungskomfort als auch bei Nachhaltigkeit und Energieeffizienz in der Sanierung zu erreichen sind jedoch oft Maßnahmen mit neuen Technologien notwendig, die oft noch nicht in vielen Projekten erprobt sind. Dieser Umstand beinhaltet sowohl für den Bauherrn als auch für den Planer beträchtliche Risiken, weswegen die BIG oft zu innovative Lösungen meidet und auf erprobte, jedoch nicht sehr innovative Maßnahmen durchführt;
- Nachhaltige und energieeffiziente Modernisierungen erfordern auch neue Planungsprozesse, in denen die Teilplanungen stärker miteinander verwoben sind, um in der Planung Abstimmungs- und Optimierungsprozesse zwischen einzelnen Gewerken zu ermöglichen. Darüber hinaus ist es erforderlich, Nachhaltigkeits- und Energieeffizienzkriterien schon in den ganz frühen Planungsphasen – also z.B. schon bei der Festlegung der Rahmenbedingungen für einen Wettbewerbsbeitrag – einfließen zu lassen;
- Investitionsentscheidungen basieren bei Modernisierungen auch in der öffentlichen Gebäudebewirtschaftung weitgehend auf den Herstellungskosten. Um innovative, klimaschonende Modernisierungsvorhaben durchsetzen zu können, müssen hingegen zusätzlich zu den Herstellungskosten laufende Betriebskosten über den Lebenszyklus stärker als Grundlage für Investitionsentscheidungen herangezogen werden. Die BIG agiert hier im klassischen Investor-Nutzer-Dilemma. Höhere Investitionskosten aufgrund innovativer Maßnahmen können oft von Seiten der Mieter nicht finanziert werden, da von Ministerien strikte Obergrenzen für die Budgetmittel vorgegeben werden. So können zusätzlich Maßnahmen mit höheren Investitionskosten nur durch

eine zusätzliche finanzielle Vereinbarung zwischen Eigentümer und Mieter umgesetzt werden.

Das Leitprojekt bearbeitet diese genannten Barrieren in umfassender und strukturierter Form und verfolgt dabei im Einzelnen die folgenden Projektziele:

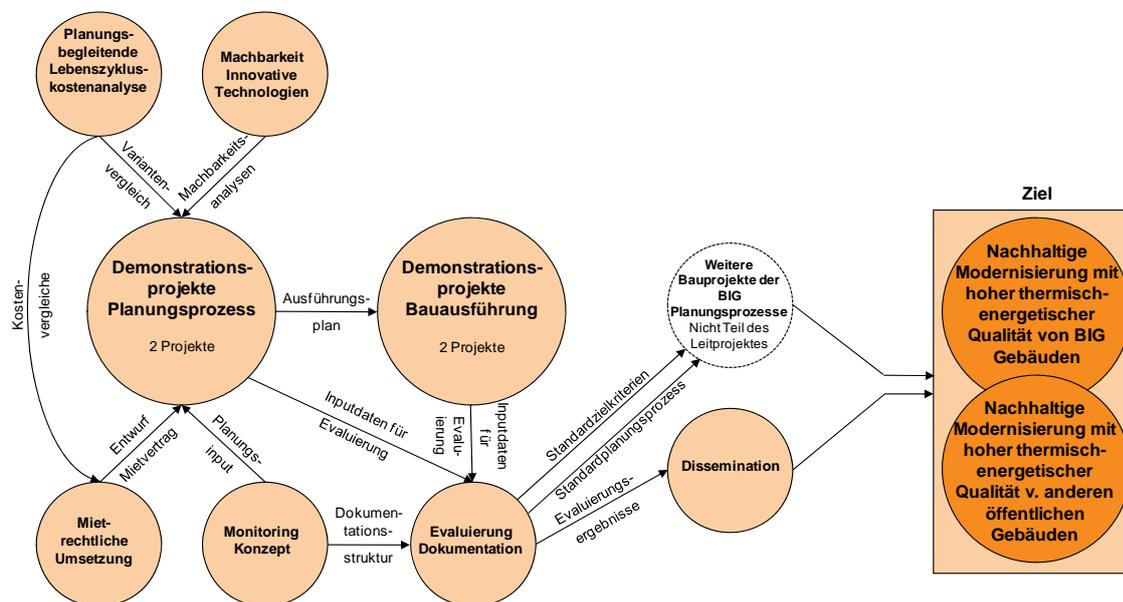
- Durchführung von zwei großen Demonstrationsprojekten mit dem Ziel, die Praxistauglichkeit (Wirtschaftlichkeit, Funktionalität, rechtliche Umsetzbarkeit) von Nachhaltigkeits- und Energieeffizienzkriterien in konkreten Modernisierungsvorhaben zu überprüfen;
- Ausgehend vom Know-how und den Erfahrungen, die bei Planung und Bauausführung der Demonstrationsprojekte gesammelt wurden, werden die gegebenenfalls adaptierten Nachhaltigkeits- und Energieeffizienzkriterien als wesentliche Leitprinzipien in den Planungs- und Ausführungsprozessen für sämtliche zukünftigen Modernisierungsvorhaben der BIG verankert;
- Vorbildwirkung für andere größere öffentliche und private Immobilienunternehmen zur Festlegung und Umsetzung ähnlich innovativer und nachhaltiger Standards für deren Modernisierungsvorhaben.

Kernelement des Leitprojekts ist die Umsetzung der beiden Demonstrationsprojekte. Bei beiden Demonstrationsprojekten handelt es sich um Modernisierungsvorhaben an Bundesgebäuden der Bauperiode 1950er bis 1980er Jahre, für die der Planungsprozess unter Vorgabe einer Reihe anspruchsvoller, großteils thermisch energetischer Zielkriterien bereits begonnen wurde. Für beide Demonstrationsprojekte wurden bereits Wettbewerbsbeiträge ausgewählt, die ein großes Potential für nachhaltiges und energieeffizientes Modernisieren auf sehr hohem Niveau aufweisen.

In einem begleitenden Forschungsteil werden in mehreren Subprojekten die für die Umsetzung der Demonstrationsprojekte erforderlichen Entscheidungen wissenschaftlich unterstützt. Im Einzelnen sind vorgesehen:

- Durchführung planungsbegleitender Lebenszykluskostenanalysen (LZKA), um aus unterschiedlichen Varianten jene herauszufiltern, die über den Lebenszyklus – und nicht nur in der Herstellung – kostenoptimal ist.
- Machbarkeitsanalysen für den Einsatz innovativer, aber für nachhaltiges Modernisieren unerlässlicher Technologien, um die (wahrgenommenen) Risiken auf Seiten der Planer und des Bauherrn zu reduzieren;
- Umsetzung ressourcenschonenden und damit betriebskostenreduzierenden Modernisierens in die vertraglichen Verhältnisse zwischen der BIG und den jeweiligen Nutzerministerien bzw. den Planern und Bauausführenden, mit dem Ziel, die Gesamtkosten der Nutzung (Netto-Kaltmiete plus Betriebskosten) als Grundlagen heranzuziehen.

- Darüber hinaus wird ein System für Monitoring und Evaluierung der Demonstrationsprojekte auch als Basis für die anschließende Verbreitung der Projektergebnisse aufgebaut.



**Abbildung 2: Subprojekte des Leitprojektes BIGMODERN (Quelle: eigene Darstellung)**

In einem Evaluierungs- und Dokumentationsteil werden die Erkenntnisse und Erfahrungen, die aus der Planung und baulichen Umsetzung der Demonstrationsprojekte gewonnen worden sind, zusammenfassend bewertet und daraus schließlich Vorgaben für Standardzielkriterien für nachhaltiges und energieeffizientes Modernisieren sowie für dazu passende Standardplanungsprozesse entwickelt. Diese Standardvorgaben sollen in weiterer Folge für alle Modernisierungsvorhaben der BIG im Gebäudebestand der Bauperiode der 1950er bis 1980er Jahre den Ministerien zur Ausführung empfohlen werden. Dieser Qualitätsstandard muss jedoch von den Ministerien angenommen werden, etwaige Mehrkosten, welche durch die Energieeffizienzstandards anfallen sind in deren Kostenplanung zu budgetieren. Aus Sicht der BIG ist es notwendig, dass die Ministerien als Auftraggeber der BIG nicht aus ihrer Verantwortung entlassen werden. Ohne aktiven Beitrag der Mieter an der Umsetzung und am Betrieb von energieeffizienten Gebäuden sind jene ambitionierten Maßnahmen, die durch die BIG realisiert und bezahlt würden, nicht oder nur in geringem Ausmaß wirksam.

Der Disseminationsteil verfolgt sowohl die Verbreitung der Projektergebnisse (bzw. allgemeiner der „lessons learned“) an andere Immobilienunternehmen bzw. Planer als auch die nachhaltige Verankerung der Projektergebnisse in den Planungsprozessen der BIG selbst.

Wenn es mithilfe des Leitprojektes gelingt, hochwertige nachhaltige und energieeffiziente Modernisierungen für alle künftigen Modernisierungsvorhaben der BIG – und durch die Vorbildwirkung vielleicht sogar bei einigen anderen großen Immobilienunternehmen – als Standard zu verankern, sind die ökologischen Effekte in jedem Fall beträchtlich.

## 1.5 Projektziele des vorliegenden Subprojektes

Vor dem Hintergrund der Ziele des Leitprojektes BIGMODERN verfolgt das hier beantragte Subprojekt die folgenden spezifischen Projektziele:

- Demonstration der Machbarkeit der Sanierung eines Universitätsgebäudes in hoher thermisch-energetischer Qualität unter Berücksichtigung darüber hinaus gehender Nachhaltigkeitskriterien;
- Formulierung zusätzlicher Qualitätsanforderungen an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit als Orientierung für die Phasen der Entwurfs- und Ausführungsplanung;
- Umsetzung eines integrativen Planungsansatzes in einer Form, dass die geforderten Qualitätsstandards während des Planungsprozesses nicht „verloren“ gehen;

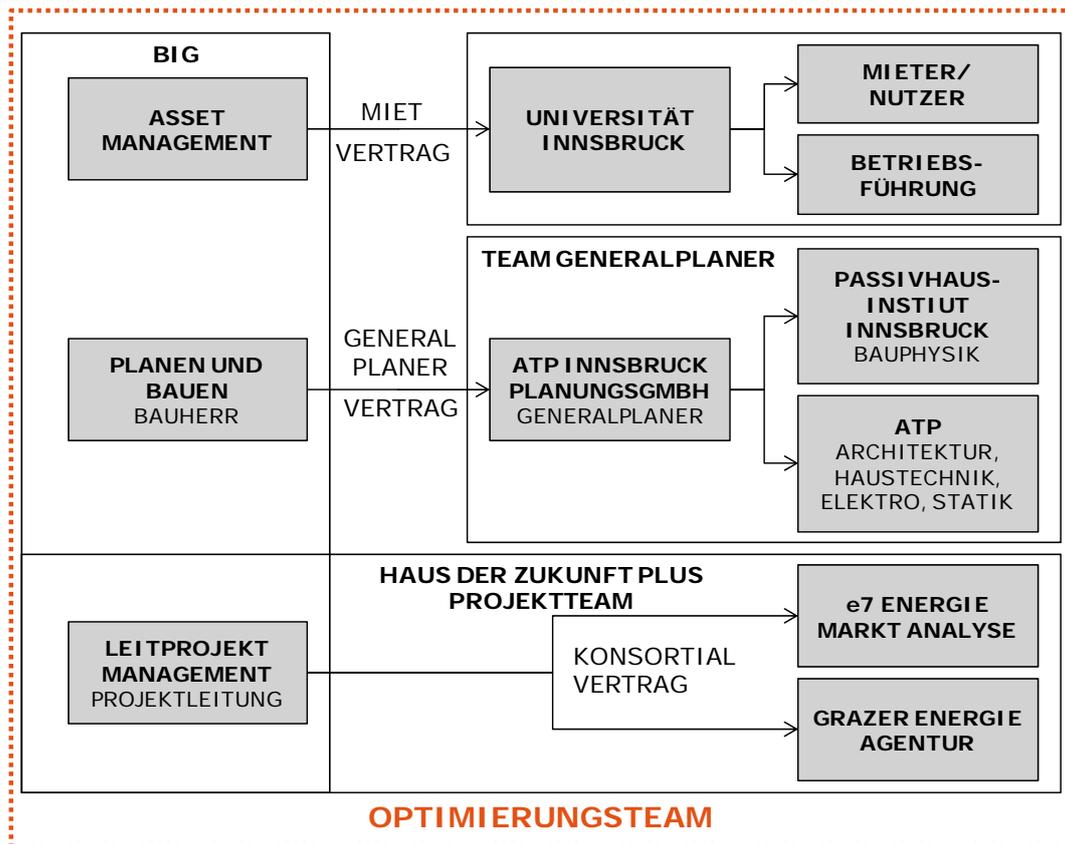
Das Subprojekt begleitet das Bauvorhaben ab der Beauftragung des Generalplaners nach Beendigung des Verhandlungsverfahrens bis zur Fertigstellung der Detailplanung und der Ausschreibung der Bauaufgaben.

## 1.6 Projektteam und Beteiligte

Die Beteiligten setzen sich aus folgenden Akteuren zusammen:

- Mieter: Universität Innsbruck
- Nutzer: Universität Innsbruck
- Bauherr: BIG
- Bauabwicklung: BIG, Abteilung Planen und Bauen (PuB)
- Wirtschaftliche Gesamtverantwortung der Liegenschaft: BIG, Abteilung Assetmanagement Universitäten (AMU)
- Instandhaltung: BIG, Abteilung Objektmanagement (OM)
- Generalplaner: ATP Architekten Ingenieure, Innsbruck

In Abbildung 3 ist das Zusammenspiel der Beteiligten dargestellt.



**Abbildung 3: Beteiligte am Bauvorhaben Sanierung Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck (Quelle: eigene Darstellung)**

Das Verhandlungsverfahren zur Sanierung der Gebäude der Fakultäten für Architektur und technische Wissenschaften der Universität Innsbruck konnte ATP architekten Ingenieure in Innsbruck gewinnen. Für den Generalplanerauftrag wurden folgende Subplaner nominiert:

- Generalplaner, Architektur, HKLS, Elektor, Statik: ATP architekten Ingenieure, Heiliggeiststraße 16, 6010 Innsbruck
- Bauphysik: Passivhaus Institut - Standort Innsbruck, Anichstrasse 29, 6020 Innsbruck

Das Projektteam des Subprojektes 3 bestand aus folgenden Unternehmen:

- BIG: Assetmanagement Universitäten, Planen und Bauen, Projektcontrolling
- e7 Energie Markt Analyse GmbH: Gerhard Hofer, Klemens Leutgöb, Margot Grim, Christoph Kuh
- Grazer Energieagentur: Gerhard Bucar

Das Team des Generalplaners sowie das Projektteam zum Subprojekt führten die Optimierungsprozesse im Rahmen des Subprojekts durch und sind in der Abbildung als „Optimierungsteam“ gekennzeichnet. Das Asset Management der BIG wurde über die Entwicklungen am Laufenden gehalten. Im Rahmen der Bauherrenbesprechungen der BIG wurden die geplanten Maßnahmen mit dem Mieter und dem Nutzer abgestimmt.

Das Projektteam von e7 und der Grazer Energieagentur vereinbarte mit dem Bauherrn und dem Team des Generalplaners folgende Zuständigkeiten und Verantwortungen:

- Vorbereitung und Organisation der Projektbesprechungen zur thermisch-energetischen Optimierung des Gebäudes,
- Abstimmung der Nachweisführung mit den Fachplanern in den Bereichen Bauphysik und Haustechnik,
- Prüfung der Nachweise und der Ausarbeitungen der Fachplaner in den Bereichen Bauphysik und Haustechnik,
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Bauwerks- und Haustechnikgewerke mit Schwerpunkt auf Bauphysik und Haustechnik,
- Beratung des Bauherrn in den Bereichen Bauphysik und Haustechnik,
- KEINE Zuständigkeit zur Bauherrenvertretung (keine Entscheidungsbefugnis),
- KEINE Durchführung von Planungstätigkeiten.

## 2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

### 2.1 Beschreibung des Standes der Technik

Die Generalsanierungen der BIG werden von den Mietern der Gebäude in Auftrag gegeben. In Abbildung 4 wird der Standardprozess der BIG dargestellt: Zuerst wird das Budget für Baumaßnahmen vom Finanzministerium freigegeben und an die Bundesministerien verteilt. In den Ministerien werden die Projekte und die Anforderungen in Zusammenarbeit mit den Nutzern des Gebäudes erhoben. Nach der Auswahl der Projekte startet Planung. Erst nach Unterfertigung eines Mietvertrages im Entwurfsstadium der Planung wird die bauliche Umsetzung an die BIG beauftragt und das Projekt umgesetzt.



**Abbildung 4: Standardprozess der BIG bei Generalsanierungen (Quelle: BIG)**

Energieeffiziente Vorgaben bei Sanierungen werden bisher seitens der Mieterministerien nicht eingefordert. Seitens der Auftraggeber der BIG, also im Regelfall der Bundesministerien und Universitäten, wurden bisher keine konkreten Zielwerte bei Sanierungen vor der Baudurchführung bestellt.

Die bisher übliche Kosten – Nutzen Darstellung (Investition versus Energieeinsparung) bei der Beauftragung von energiesparenden baulichen Maßnahmen, wenn ein Gebäude einer Sanierung unterzogen werden soll, die über die Anforderungen der Bauordnung hinausgeht, führt zu Amortisationszeiten von 50 Jahren und mehr. Diese Ansicht ist derzeit einer der Hauptgründe weshalb energieeffizientere Sanierungen selten umgesetzt werden.

Bei Überlegungen, welche baulichen Maßnahmen am besten zur Umsetzung vorgeschlagen werden, kann die BIG nicht auf die tatsächlichen Verbräuche der Gebäude zugreifen. Die BIG kennt die Energieverbräuche der eigenen Gebäude nicht. Die tatsächlichen Verbräuche werden seitens des BMWFJ durch die Energiesonderbeauftragten (ESB) eingehoben und in einer Datenbank aufgezeichnet. Diese Daten stehen der BIG bisher nicht zur Verfügung. Derzeit sind Überlegungen in den Ressorts im Gang, ob der BIG die Daten der zur Verfügung gestellt werden dürfen.

Die Energieverbrauchsdaten der Universitäten wurden bis 2004 durch die ESB zentral erfasst, seit 2005 haben das die Universitäten in autonomer Regie übernommen.

## **2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema**

### **2.2.1 Integraler Planungsprozess**

Der integrale Planungsprozess – oft auch beschrieben als vernetztes, ganzheitliches, teamorientiertes Planen – ist bereits seit mehreren Jahrzehnten Thema in der Baubranche. Eine wesentliche Motivation dazu ist die Zunahme an Anforderungen an Gebäude, die durch die Planung abgedeckt werden müssen. Neben dem früheren Gedanken des Schaffens von baulich sicheren Räumlichkeiten für bestimmte Zwecke für Wohnen oder Arbeit treten immer mehr zusätzliche Aspekte in den Vordergrund, die bei der Planung und Umsetzung von Gebäude zu berücksichtigen sind.

Alleine im Bereich Energie sind viele Aspekte des Gebäudes betroffen. Neben den zentralen Bestandteilen wie Fassade und Haustechnik sind die Auswirkungen auf die Benutzer, auf das Raumklima oder auf den Energiehaushalt der eingesetzten Materialien energierelevante Aspekte beim Bauen (siehe Abbildung 5).

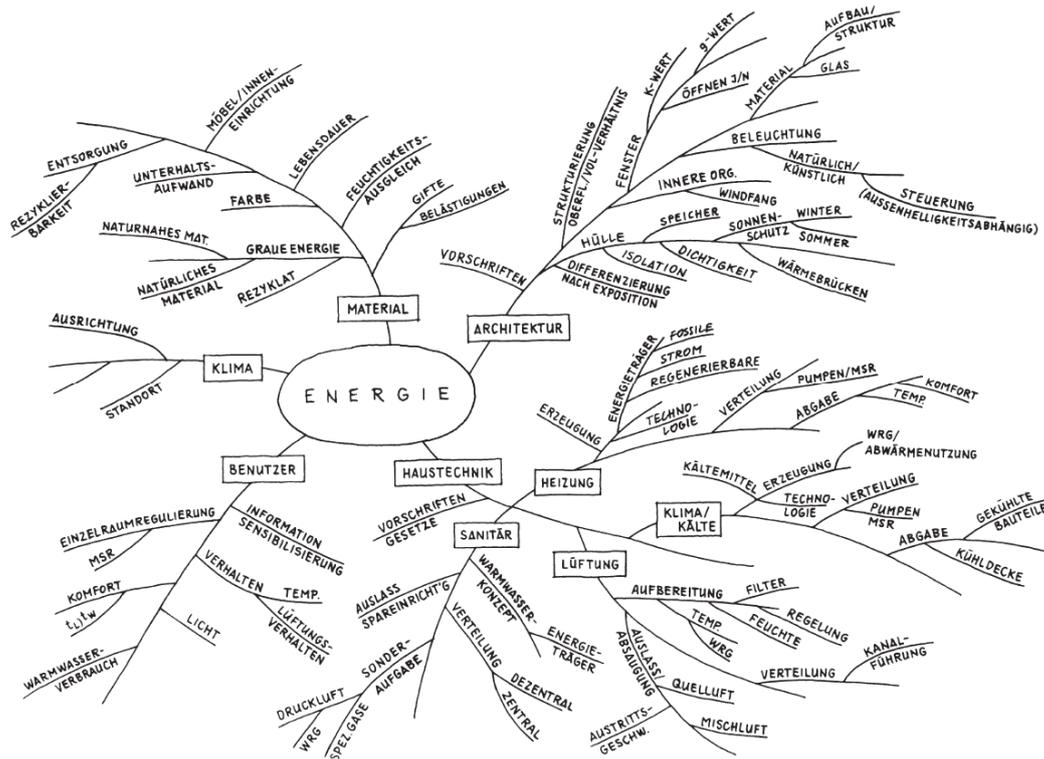


Abbildung 5: Beziehungsnetz der Energie in einem Bauwerk (Quelle: TOP, 1996)

Das Ziel der integralen Planung ist es, eine optimierte Gesamtlösung für die zahlreichen Einzelziele zu finden, wenn möglich zu niedrigeren Gesamtkosten als wenn Lösungen für die Einzelziele unabhängig voneinander umgesetzt werden. Integrierte Planung kann bei der Neuerrichtung und bei der Sanierung von Gebäuden angewendet werden. Durch die ganzheitliche Betrachtung von verschiedenen Aspekten und Zielen können scheinbar nicht zusammenhängende Ziele in Zusammenhang gebracht und Synergieeffekte können so ausgenutzt werden (Hofer et al., 2006; siehe Abbildung 6).

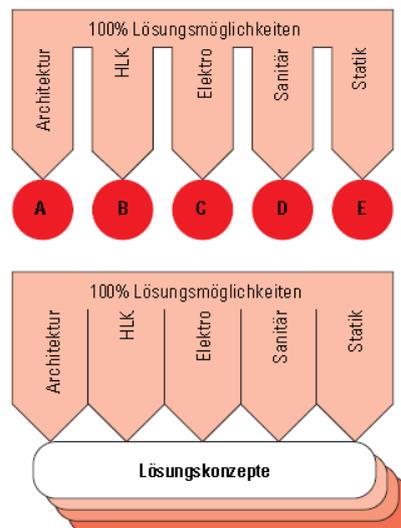
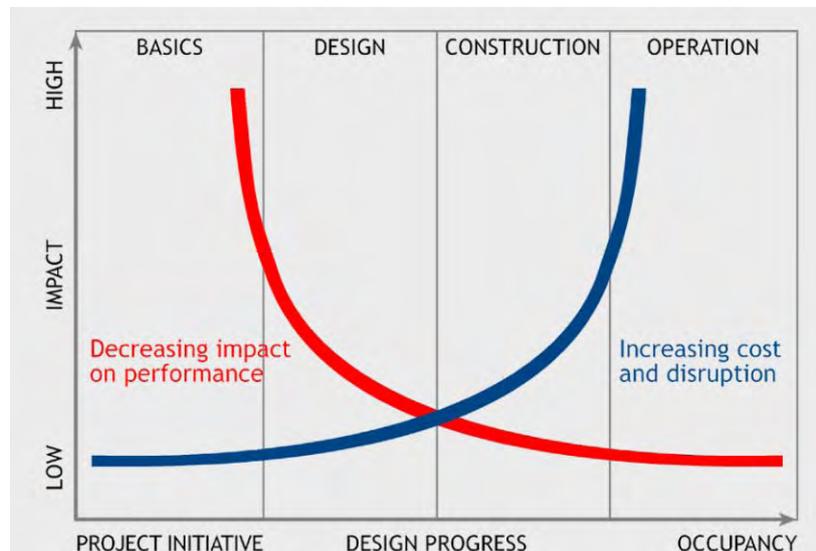


Abbildung 6: Ganzheitliches Lösungskonzept (Quelle: TOP, 1996)

Je früher die ganzheitliche Planung angewendet wird, umso erfolgreicher ist sie. Die verschiedenen Möglichkeiten, beispielsweise ob energiesparende und andere umweltrelevante Technologien kombiniert werden können, können durch Machbarkeitsstudien ermittelt werden (Hofer et al., 2006; siehe Abbildung 7).



**Abbildung 7: Ideale Eingriffsmöglichkeiten im Planungsprozess (Quelle: IEA Task 23)**

Mit dem integralen Planungsprozess sollen die Einhaltung der Nachhaltigkeitsanforderungen bereits frühzeitig berücksichtigt und der geplante Energieeinsatz im Gebäude – in Abwägung mit der ökonomischen und soziokulturellen Säule der Nachhaltigkeit – optimiert werden.

Detailliertere Beschreibungen der Vorgangsweise und des Nutzes der integralen Planung sind unter anderem in SIA 1996, Hofer et al. 2006, Bruner et al. 2002, IEA 2003 und IEE 2009 zu finden.

## 2.2.2 Nachhaltigkeitskriterien

Das erste einfache umweltorientierte Gebäudebewertungs- und -zertifizierungssystem wurde 1990 in Großbritannien implementiert: BRE Environmental Assessment Method (BREEAM) wurde von der Building Research Establishment (BRE) als System zur Bewertung von Bürogebäuden vorrangig dazu entwickelt, Gebäudequalitäten auf einem Angebotsmarkt zu differenzieren und einen Wettbewerbsvorteil aus dieser Differenzierung zu ziehen (Geissler, 2008).

Die Initiative und Arbeitsgruppe „Green Building Challenge“ wurde im Jahr 1996 ins Leben gerufen. Ziel war, die Entwicklung eines umweltorientierten Gebäudebewertungssystems auf wissenschaftlicher Basis vorzunehmen, die Bewertung an Gebäuden zu testen und eine Plattform für die Entwicklung nationaler Gebäudebewertungssysteme zur Verfügung zu stellen. Daraus resultierend entstanden mehrere Zertifizierungssysteme in verschiedenen Ländern, wie beispielsweise in den USA, in Österreich und Japan. Das amerikanische Bewertungssystem LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ging daraus hervor

und konnte neben dem britischen System BREEAM bis jetzt weltweit am meisten Verbreitung finden.

In Österreich wurde u.a. das Gebäudebewertungssystem Total Quality (TQ) und die Klimaschutz-Initiative des Lebensministeriums, klima:aktiv, entwickelt. Seit der 2003 abgeschlossenen Pilotphase wird die Dienstleistung der Bewertung und Zertifizierung in Österreich angeboten. Wie in den anderen Ländern auch, wird das Gebäudebewertungssystem laufend weiterentwickelt und neuen Erkenntnissen und Erfordernissen angepasst. Mit einer umfassenden Überarbeitung 2008 wurde das Gebäudebewertungssystem TQ in „Total Quality Building“ (TQB) umbenannt. Aufbauend auf den Arbeiten zu TQ wurde 2005 mit der Arbeit zum klima:aktiv Gebäudestandard begonnen, der Ende 2008 sowohl für Wohngebäude als auch Dienstleistungsgebäude verfügbar war. Im Rahmen von klima:aktiv wird der Schwerpunkt auf die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Bereitstellung eines behaglichen Innenraumklimas gesetzt (vgl. Geissler, 2008).

Im Jahr 2009 wurde begonnen, das in Deutschland entwickelte Zertifizierungssystem DGNB (Das Gütesiegel für nachhaltiges Bauen) nach Österreich zu übertragen. Im Rahmen der Österreichischen Gesellschaft für nachhaltige Immobilien (ÖGNI) werden ab 2010 Gebäudebewertungen nach dem deutschen Bewertungssystem jedoch nach österreichischen Normen und Vorschriften durchgeführt.

Zu Beginn des gegenständlichen Subprojektes lagen die Entwicklungen des Kriterienkatalogs TQB sowie klima:aktiv bereits vor. Auch die ersten Ergebnisse des Zertifizierungssystems DGNB konnten berücksichtigt werden. Die englischsprachigen Systeme wurden zwar analysiert, jedoch nicht als Grundlage herangezogen, weil die Bewertungssysteme nicht dem performance-basierten Ansatz der genannten deutschsprachigen Zertifizierungssysteme entsprechen und somit systematisch nicht passen. Ein performance-basierter Ansatz nimmt im Wesentlichen Ergebnisse von ganzheitlichen Untersuchungen zu verschiedenen Aspekten des Gebäudes.

Die bestehenden deutschsprachigen Bewertungssysteme hatten bereits Entwicklungen für Bestandsgebäudesanierungen berücksichtigt (z.B. klima:aktiv Sanierung für Wohngebäude) und im Bereich Nicht-Wohngebäude Kriterien entwickelt (z.B. klima:aktiv, DBNG), für Sanierungen von Nicht-Wohngebäuden lag bei Projektbeginn jedoch noch kein Kriterienkatalog vor. Daher wurden die Energie-Kriterien der bereits bestehenden Bewertungssysteme als Basis für die Entwicklung von Anforderungen für die Sanierung verwendet.

### **2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts)**

Die zentrale Innovation des Leitprojekts BIGMODERN ist, die Standardplanungsprozesse der BIG aufgrund eines integrierten Ansatzes von einer ganzen Reihe von Aktivitäten so nachhaltig zu gestalten, dass die Umsetzung von Modernisierungen mit hoher Qualität im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Energieeffizienz zum Regelfall wird. Infolge der entsprechen-

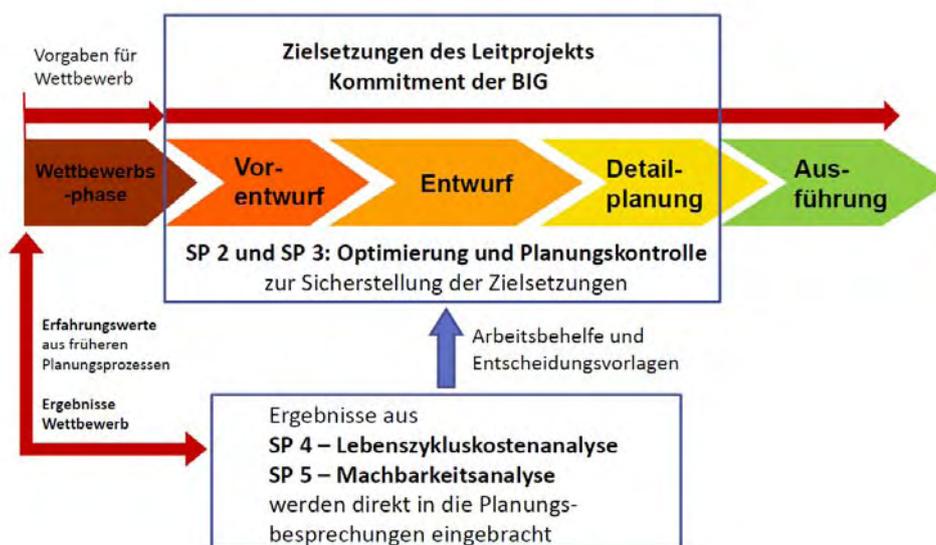
den Disseminationsaktivitäten sollen auch anderer Immobilienunternehmen von diesen Prozessen überzeugt werden.

Der wesentliche Innovationsgehalt beim Demonstrationsprojekt Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck liegt darin, dass ein integraler Planungsansatz umgesetzt wird. Dieser ist Voraussetzung für Optimierungsprozesse zwischen den Teilgewerken und damit für die Umsetzung überdurchschnittlich hoher Qualitätsanforderungen an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit. Dieser integrale Planungsprozess ist in der BIG – wie auch überall sonst in der Immobilienbranche – nicht üblich (besonders bei Sanierungsvorhaben). Darüber hinaus können die angestrebten Zielwerte nur mit technischen Lösungen umgesetzt werden, die in der Modernisierung von Nicht-Wohngebäuden der Nachkriegsbauperiode (1950er bis 1980er Jahre) bisher praktisch nicht zum Einsatz gelangt sind – d.h. dass die technischen Lösungen für sich alleine zwar keine Innovationen beinhalten, jedoch ist die Kombination der einzelnen Technologien für das Einsatzgebiet der Modernisierung von Nicht-Wohngebäuden äußerst innovativ und in Österreich bislang kaum erprobt.

## 2.4 Verwendete Methoden

Das vorliegende Subprojekt ist Teil eines gesamten Leitprojektes mit mehreren Subprojekten. Diese Subprojekte sind so angesetzt, dass eine gegenseitige Beeinflussung erfolgt.

Abbildung 8 stellt einerseits die Wirkungsweise des Subprojektes im gesamten Planungsprozess sowie das Zusammenspiel jener Subprojekte, die für einen im Sinn der Ziele des Leitprojektes erfolgreichen Planungsprozess entscheidend sind – das sind neben dem gegenständlichen SP 3 das SP 4 (Planungsbegleitende Lebenszykluskosten) und das SP 5 (Machbarkeitsanalysen innovativer technischer Lösungen).



**Abbildung 8: Nutzung anderer Subprojekte im vorliegenden Subprojekt (Quelle: eigene Darstellung)**

Diese gegensätzliche Beeinflussung von Subprojekten und detaillierte, Gewerke übergreifende Untersuchungen in der frühen Planung werden durch einen integralen Planungsprozess sichergestellt. Die Einzelgewerke werden also nicht unabhängig voneinander durch die jeweiligen Fachplaner geplant, sondern in gemeinsamen Planungsschritten aufeinander abgestimmt und im Hinblick auf die Erreichung der Gesamtziele optimiert. Dafür ist es erforderlich, die für das Leitprojekt als gesamtes bestehenden Zielkriterien unter Einbindung des Bauherrn, des Nutzers sowie des Planungsteams für das konkrete Modernisierungsvorhaben auf konkrete, messbare Zielkriterien für die Planung herunterzubrechen. Entscheidend dabei sind die gemeinsame Verständigung und der gemeinsame Wille, diese Zielkriterien im Planungsprozess einzuhalten.

Im Anschluss werden im Vorentwurf und im Entwurf „Optimierungsphasen“ eingeführt, um dem Bauherrn, den Nutzern und den Planern ausreichend Gelegenheit für eine Optimierung des Entwurfs hinsichtlich Energieeffizienz und Nachhaltigkeit unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten zu verschaffen. Die Optimierungsschritte wurden in Planungsteambesprechungen wahrgenommen.

## **2.5 Beschreibung der Vorgangsweise und der verwendeten Daten mit Quellenangabe, Erläuterung der Erhebung (nur überblicksartig, Details in den Anhang!)**

Die Projektpartner e7 und Grazer Energieagentur fungieren als Bauherrenberater mit spezieller Ausrichtung auf die Themen Energieeffizienz und Nachhaltigkeit und überprüfen in dieser Funktion kontinuierlich die Einhaltung der geforderten Zielkriterien („Planungscontrolling“). Sie schlagen darüber hinaus Planungsvarianten vor, die zu einer Optimierung des Planungsergebnisses im Hinblick auf die angestrebten Zielsetzungen des Leitprojekts beitragen können („Planungsoptimierung“). Die Verantwortung für die technischen Lösungen verbleibt jedoch ausschließlich beim Planer.

Konkret gestaltet sich das Zusammenspiel zwischen dem Generalplaner und den Projektpartnern wie folgt:

- Die Projektpartner legen zusätzlich zu den bereits im Leitprojektantrag genannten Anforderungen an die Gebäudequalität („Commitment der BIG“) weiterführende konkrete Zielkriterien für die Entwurfs- und Ausführungsplanung fest (insbes. in Bezug auf den max. zulässigen Kühlbedarf, den max. zulässigen Primärenergiebedarf, weitere Anforderungen an nicht-energetische Nachhaltigkeitskriterien).
- Ausgehend vom bereits vorliegenden Vorentwurf legen Generalplaner und Projektpartner gemeinsam eine Auswahl jener Varianten von „Systemkonfigurationen“ fest, die vom Planer zu bearbeiten und anschließend einer Variantenanalyse im Hinblick auf die Einhaltung der Zielkriterien zu unterziehen sind. Für die thermisch-energetischen Zielkriterien erfolgt die Wirkungsanalyse mithilfe einer dynamischen Gebäudesimulation.

- Die Ergebnisse der Variantenanalyse werden von den Projektpartnern auf Plausibilität überprüft. Eventuell erfolgt eine zweite Runde mit einer engeren Auswahl von Varianten die noch detaillierter planerisch zu bearbeiten sind.
- Letztlich erfolgt die Auswahl der bestgeeigneten Lösungsvariante gemeinsam mit dem Bauherrn.
- Dieser Ablauf gilt systematisch sowohl für die Entwurfsplanung als auch für die Ausführungsplanung. Während jedoch bei der Entwurfsplanung die Auswahl einer Systemlösung im Vordergrund steht, konzentriert sich die Ausführungsplanung auf die Umsetzung der Nachhaltigkeitszielkriterien in der Komponentenauswahl.

### 3 Ergebnisse des Projektes

In Kapitel 3 werden die Ergebnisse des Projektes dargestellt. Der Schwerpunkt der Ergebnisse der Planungsbegleitung des Demonstrationsprojektes Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften (ehem. Bauingenieurwesen) der Universität Innsbruck liegt im gesamten Planungsprozess, vom Beginn der Ausschreibung für die Planungsaufgabe bis hin zur Detailplanung.

Die Demonstrationsprojekte für das Projekt BIGMODERN wurden so gewählt, dass die Umsetzung und Betriebsphase der Objekte innerhalb des Zeitraums des Leitprojektes liegen. Der Vorentwurf für die Sanierung der Architekturfakultät und Fakultät für technischen Wissenschaften der Universität Innsbruck startete während der Laufzeit des Leitprojektes BIGMODERN und passte so zeitlich ideal für die Nutzung als Demonstrationsprojekt.

Die Vorarbeiten und der Wettbewerb für die Sanierung der Objekte der Fakultät für Architektur und technische Wissenschaften fanden bereits vor einer Beteiligung des BIGMODERN Projektteams statt. Im Vorentwurf wurde untersucht, welches Gebäude im Rahmen der Sanierungsvorhaben am besten für ein Demonstrationsprojekt geeignet ist.



**Abbildung 9: Planungsprozess Projekt Sanierung Universität Innsbruck**

In den nachfolgenden Kapiteln ist der gesamte Planungsprozess der Sanierung des Hauptgebäudes der Fakultät für technische Wissenschaften dargestellt (siehe Abbildung 9). Die Phase der Vorbereitung der Planung (Vorbereitung, Verhandlungsverfahren, Vergabe, Teil des Vorentwurfs) wurde jedoch realisiert, bevor BIGMODERN gestartet ist. Diese wird nur zu einem geringen Teil berücksichtigt.

Der Schwerpunkt dieses Kapitels liegt jedoch in den Phasen Vorentwurf, Entwurf, Detailplanung und Ausschreibung der Bauaufgabe, mit dem sich das Leitprojekt detailliert beschäftigt hat.

Der Planungsprozess der Sanierung der Universität Innsbruck wird in den nachfolgenden Kapiteln zu Beginn dargestellt, um darzulegen, in welcher Phase der Planung diese Aktivitäten durchgeführt wurden.

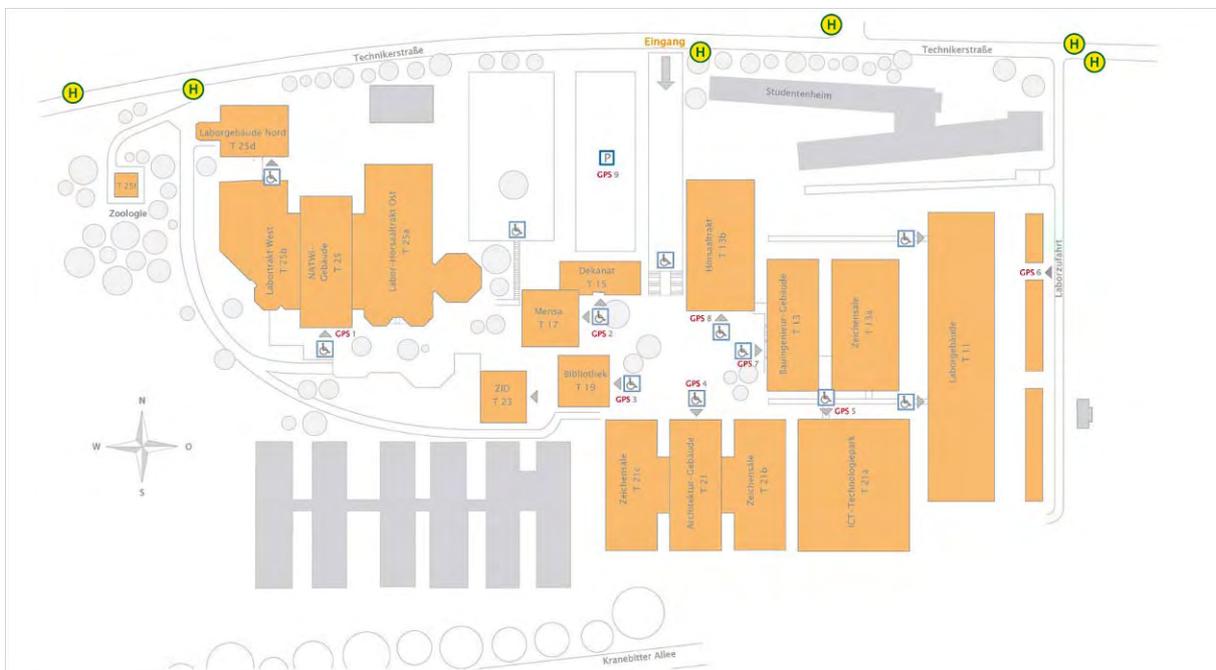
#### 3.1 Randbedingungen des BIGMODERN Demo-Projektes

Als zweites Demonstrationsgebäude im Rahmen des Leitprojektes BIGMODERN wurde ein Universitätsgebäude der Universität Innsbruck gewählt. Während der Beantragung des Subprojektes für das Demonstrationsgebäude standen zwei Gebäude zur Auswahl, die in einem

Bauvorhaben saniert werden: Das Hauptgebäude für die Fakultät für Architektur und für die Fakultät für technische Wissenschaften (ehem. Bauingenieurwesen).

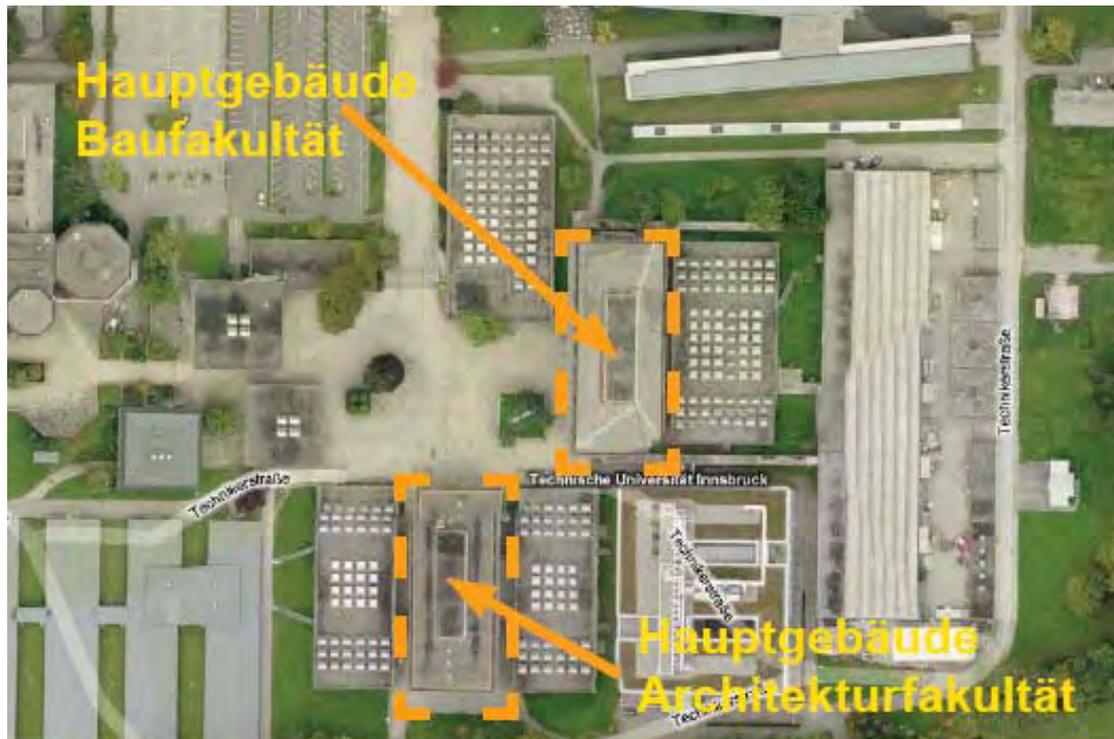
Zu Beginn wurde das Hauptgebäude der Fakultät für Architektur bevorzugt. Aufgrund der Größe des Objektes und der geplanten Erweiterung passte es hinsichtlich des Budgetrahmens sehr gut für ein Demonstrationsvorhaben. Nachdem sich der Planungsfortschritt bei diesem Gebäude jedoch verzögert wurde, musste eine Alternative gefunden werden. So wurde das zweite Gebäude, das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften, geprüft. Das Gebäude ist etwas größer und kompakter und kann dadurch mit den geplanten Maßnahmen die BIGMODERN Anforderungen erfüllen.

Als Demonstrationsprojekt wurde somit das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften ausgewählt. Das Gebäude steht am Campus Technik der Universität Innsbruck (Abbildung 10).



**Abbildung 10: Lageplan des Campus Technik der Universität Innsbruck (Quelle: Universität Innsbruck)**

Das Gebäude wurde im Jahr 1971 errichtet und befindet sich zentral am Campus. Darüber hinaus befindet sich das Gebäude zwischen zwei Hörsaal-Trakten. Es umfasst 9 Geschosse und einer Technikzentrale am Dach und hat eine Nettogrundfläche vor Sanierung von 11.800 m<sup>2</sup>.



**Abbildung 11: Hauptgebäude für Bau fakultät und Architekturfakultät (Quelle: BIG, maps.google.com)**

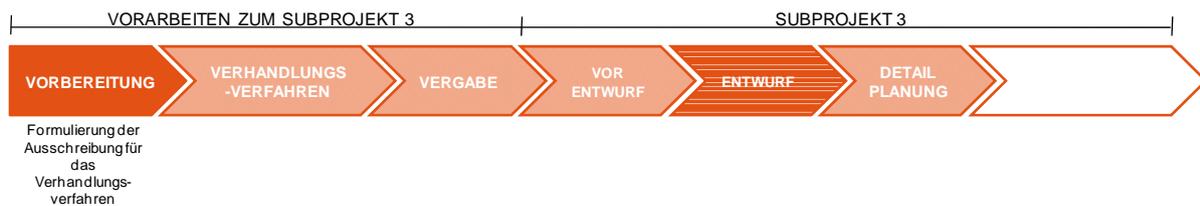
Das aktuelle Sanierungsvorhaben umfasst die sämtliche Gebäude der Fakultät für technische Wissenschaften und Architektur (siehe Abbildung 11), d.h. die Hochhäuser der Hauptgebäude sowie die Hörsaaltrakte neben den Hauptgebäuden. Für diesen Umfang wurde der Generalplanerwettbewerb ausgeschrieben. Nach Bestimmung des Generalplaners wurde durch das Demonstrationsprojekt für das Hauptgebäude der technische Wissenschaften höhere Anforderungen an die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit festgelegt. Für die restlichen Gebäude wurden keine Änderungen hinsichtlich der Anforderungen vorgenommen.

## **3.2 Arbeiten im Vorfeld von BIGMODERN**

### **3.2.1 Allgemeines**

Im Vorfeld des Leitprojektes BIGMODERN wurde von der BIG bereits ein EU-weiter, offener, zweistufiger Realisierungswettbewerb mit anschließendem Verhandlungsverfahren für die Vergabe von Generalplanerleistungen für die Sanierung der Hauptgebäude der Architektur- und Bau fakultät der Universität Innsbruck durchgeführt. Im Text der Ausschreibung sowie in der Beurteilungssitzung des Preisgerichtes wurde auf die rationelle Nutzung von Energie eingegangen.

### 3.2.2 Ausschreibung des Verhandlungsverfahrens



In der Ausschreibung des Realisierungswettbewerbes wurde der sinnvolle Einsatz von Energie bereits berücksichtigt. In Abschnitt B.2.6 Energetische Aspekte und Gebäudetechnik ist folgender Absatz enthalten:

„Energieeffizienz:

*In der Wettbewerbsphase sind der Handlungsspielraum und der mögliche Einfluss auf die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von einem Bauvorhaben am größten. Viele der Entscheidungen, die in dieser Phase und in den ersten Phasen der Planung getroffen werden, legen die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit eines Projekts fest. Der Auslober legt deshalb besonderen Wert auf eine hohe energetische Effizienz des Wettbewerbsbeitrags und daher auf die Beurteilung der jeweiligen ganzheitlichen Fassaden-, Klima-, Gebäudetechnik- und Energiekonzepte der eingereichten Entwürfe.*

*Energieeffizienz ist dabei ganzheitlich als Beziehung zwischen Raumklima (hochwertige thermische Behaglichkeit und Raumlufqualität) und dem Gesamtenergiebedarf unter Berücksichtigung des energetischen Aufwands während der Herstellungs-, Betriebs- und Entsorgungsphasen zu betrachten. Auch weiche Faktoren der Energieeffizienz wie Flexibilität und Adaptabilität für spätere Umnutzungen sind zu berücksichtigen. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen haben den Zusammenhang zwischen der geistigen Leistungsfähigkeit und der Qualität des thermischen Raumklimas und der Raumlufqualität nachgewiesen. Diesem Aspekt sollte in der Planung einer Bildungseinrichtung natürlich besondere Bedeutung zukommen.*

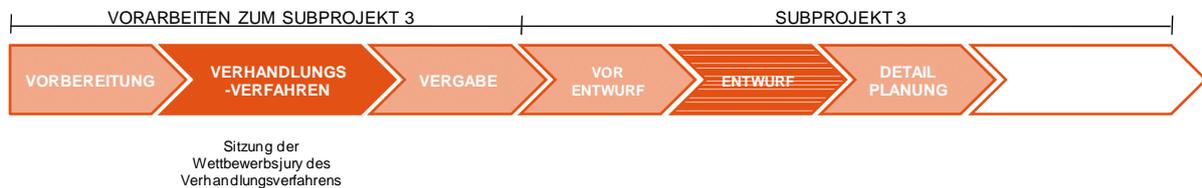
*Gewünscht wird ein Gesamtkonzept, in dem die Energieeffizienz in diesem ganzheitlichen Sinne maximiert wird. Dabei werden neben der Reduzierung von Wärmeverlusten im Winter den folgenden Aspekten wie der Optimierung der Nutzung des Tageslichtangebots, der Vermeidung von sommerlicher Überhitzung und der effektiven energieeffizienten Versorgung der Räume mit ausreichender Außenluft erhebliche Bedeutung beigemessen.“ (Quelle: Auslobungsunterlagen der BIG)*

In den Beilagen zum architektonischen Entwurf der Wettbewerbsteilnehmenden war auch ein Erläuterungsbericht und Darstellung des Fassaden-, Klima-, Gebäudetechnik- und Energiekonzepts beizulegen.

Eines der fünf Beurteilungskriterien in der Verfahrensstufe 1 und 2 war Energieeffizienz, in der Herstellung und im Betrieb des Gebäudes.

Im Gegensatz zum zweiten Demonstrationsprojekt wurden in der Ausschreibung für die Planungsaufgabe keine konkreten Energiekennwerte wie beispielsweise Heizwärmebedarf oder Kühlbedarf zur Darstellung des sparsamen Einsatzes von Energie in den Unterlagen berücksichtigt.

### 3.2.3 Wettbewerbsjury



In der Beurteilungssitzung des Preisgerichtes in diesem Realisierungswettbewerb wurde das Thema Energieeffizienz in der Beurteilung der Wettbewerbsbeiträge berücksichtigt. Im Juryprotokoll der zweiten Wettbewerbsstufe wurden die Beiträge hinsichtlich der Anforderungen an die Energieeffizienz beurteilt.

Darüber hinaus wurde als Juryvorsitzender eine Person nominiert, die Expertise im Bereich Gebäude und Energie vorweist und somit die Beiträge mit einem ganz anderen Blick wahrnimmt, sodass das Kriterium Energieeffizienz immer Berücksichtigung findet. Prof. Brian Cody ist Vorstand des Instituts für Gebäude und Energie an der TU Graz und kann somit eine langjährige und fundierte Expertise vorweisen.

Sieger des Realisierungswettbewerbes wurde das Planungsbüro ATP architekten Ingenieure, Arch. Christoph Achammer, Heiliggeiststraße 16, A-6020 Innsbruck. ATP unterstützte das „Haus der Zukunft plus“ Demonstrationsprojekt mit einem Letter of Intent.

## 3.3 Festlegung der Nachhaltigkeitskriterien bei BIGMODERN

Nach der Vergabe der Generalplanerleistungen an das Planungsbüro ATP Innsbruck wurde mit der Vorentwurfsplanung begonnen.

Zu Beginn wurde hinsichtlich der Größe des Gebäudes, der Beschaffenheit und der zeitlichen Rahmenbedingungen das geeignete Gebäude im Rahmen des gesamten Auftrags gesucht. Der gesamte Auftrag für den Generalplaner umfasst die Sanierung der Gebäude für Architektur- und technische Wissenschaften (ehem. Bauingenieurwesen), Hauptgebäude samt Nebengebäude. Der gesamte Auftragsumfang konnte das Demonstrationsprojekt für BIGMODERN nicht repräsentieren, da so das Budget für innovative Maßnahmen weit überstiegen worden wäre.

Sowohl das Hauptgebäude der Architekturfakultät als auch das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften waren von der Größe und der technischen Beschaffenheit geeignet, als Demonstrationsprojekt herangezogen zu werden. Zu Beginn des Vorentwurfs konnte eingeschätzt werden, dass die Realisierung der Sanierung beim Hauptgebäude der

Architekturfakultät später abgeschlossen wird. Daher wurde entschieden, dass das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften als Demonstrationsprojekt verwendet werden sollte, sodass die Umsetzung noch weitgehend in der Projektlaufzeit des Subprojekts 3 stattfinden kann.

Für dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit mit dem Generalplaner die Machbarkeit analysiert und in Abstimmung mit dem Bauherrn und dem Generalplaner die Nachhaltigkeitskriterien mit Schwerpunkt auf das Themengebiet Energie festgelegt.

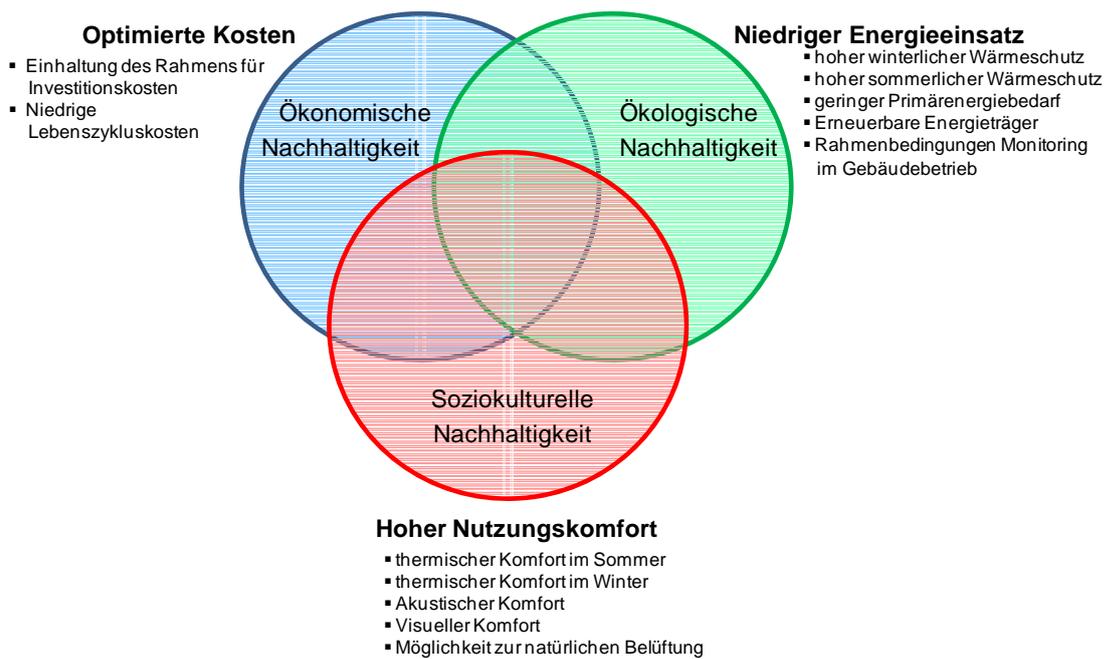
### **3.3.1 Hintergrund**

Das Arbeitspaket 1 des Subprojektes umfasste die Erarbeitung und Festlegung von Nachhaltigkeitskriterien für das Bauvorhaben Bau fakultät der Universität Innsbruck. Auf Basis des bereits bestehenden Kriterienkatalogs Total Quality Building (TQB) der Österreichischen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (ÖGNB) wurden für die Sanierung passende Kriterien und Anforderungsniveaus festgelegt. Der TQB Kriterienkatalog wurde herangezogen, da alle Demonstrationsgebäude im Rahmen des Programmes „Haus der Zukunft plus“ nach diesem Zertifikat bewertet werden sollen. So konnten Doppelgleisigkeiten vermieden werden.

Die Kriterien zur Bewertung von nachhaltigen Gebäuden umfassen eine Vielzahl von Eigenschaften im Bereich ökologische, ökonomische und soziokulturelle Nachhaltigkeit sowie in den meisten Fällen neben der technischen und funktionalen Qualität auch die Standortqualität. Aufgrund der gesetzlichen und energiepolitischen Rahmenbedingungen legte die BIG fest, den Schwerpunkt der Anforderungen an das Gebäude an thermisch-energetische Kriterien zu setzen. Darüber hinaus sollen die Auswirkungen der thermisch-energetischen Anforderungen auf ökonomische sowie soziokulturelle Aspekte berücksichtigt werden. Im Detail wurden bei zusätzlichen Maßnahmen zur Energieeinsparung die Auswirkungen auf den Nutzungskomfort sowie auf den Lebenszykluskosten analysiert (siehe Abbildung 12).

Ziel des Planungs- und Bauvorhabens ist eine nachhaltige Sanierung des Gebäudes der Fakultät für technische Wissenschaften. Dabei werden – im Sinne der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Nachhaltigkeit – nachfolgende Ziele verfolgt (Abbildung 12):

- Geringer Energieeinsatz
- Optimierte Kosten
- Hoher Nutzungskomfort



**Abbildung 12: Nachhaltigkeitsziele für das Hauptgebäude der Bau fakultät der Universität Innsbruck (Quelle: eigene Darstellung)**

Mit der Teilnahme an einem Leitprojekt im Rahmen des Programmes „Haus der Zukunft plus“ hat sich die BIG zu bestimmten Qualitätsstandards für die Sanierungen verpflichtet, die zum Teil ambitionierter waren, als bei den ursprünglichen Zielen bei der Ausschreibung für das Verhandlungsverfahren zur Sanierung der Fakultät für technische Wissenschaften.

Im Antrag zum Leitprojekt hat sich die BIG verpflichtet, im Demonstrationsprojekt Universität Innsbruck die folgenden Qualitätsstandards einzuhalten:

- im Allgemeinen die Kriterien des klima:aktiv haus-Katalogs oder vergleichbarer nationaler oder internationaler Nachhaltigkeitszertifikate;
- im Besonderen Niedrigenergiehausstandard entsprechend der ONORM B 8110 Teil 1 (mindestens Energieklasse A, d.h. HWB\* < 25 kWh/m<sup>2</sup>a);
- im Besonderen Erzielung einer deutlichen Reduktion des Endenergiebedarfs angelehnt an die Vorgaben des klima:aktiv haus-Kriterienkatalogs.

Zusätzlich zu den genannten Qualitätsstandards sind die BIG internen Vorgaben für Verwaltungsgebäude sowie die Vorgaben für öffentliche Gebäude der *Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen* (15a Vereinbarung) einzuhalten. Ziel der Baumaßnahmen der BIG im Bereich von Verwaltungsgebäude ist die Sicherstellung des sommerlichen Komforts ohne den Einbau einer aktiven Kühlung im Gebäude. Somit sind

die baulichen Maßnahmen bei der Sanierung derart zu gestalten, dass für alle Räume keine aktive mechanische Kühlung erforderlich ist.

Unbeschadet der bereits genannten Vorgaben sind nachfolgende gesetzliche Anforderungen einzuhalten:

- Arbeitsstättenverordnung (AStV)
- Bundes-Bedienstetenschutzgesetz (B-BsG).
- Tiroler Bauordnung 2001 (TBO)
- Tirol Technische Bauvorschriften 2008 (geändert am 19.04.2008)

### 3.3.2 Aktivitäten



Zu Beginn des Subprojektes 3 befand sich das Bauvorhaben Sanierung des Hauptgebäudes der Bau fakultät der Universität Innsbruck in der Phase des Vorentwurfs.

Während der Vorentwurfsplanung fanden Workshops mit dem Bauherrn und dem Team des Generalplaners statt. In diesen Workshops wurden Machbarkeitsanalysen verschiedener Varianten durchgeführt, um festzustellen, mit welchen thermisch-energetischen Maßnahmen die BIGMODERN Vorgabe der Energieeffizienzklasse A im Energieausweis (d.h. HWB\* < 25 kWh/m<sup>2</sup>a) eingehalten werden kann. Darüber hinaus wurden noch Maßnahmen entwickelt, die sinnvoll und wirtschaftlich sind und somit eine hohe Chance hatten, im Entwurfsprozess eingearbeitet zu werden.

Diese Kriterien wurden mit dem Planungsteam des Generalplaners diskutiert, um ein gemeinsames Verständnis von den Zielen des Bauherrn herzustellen. Ebenso wurden die Nachweismethoden, mit welchen die Einhaltung der Anforderungen dargestellt werden muss, besprochen, geringfügig geändert, und beschlossen.

### 3.3.3 Ergebnis

Auf Basis des TQB-Kriterienkatalogs sowie den Schwerpunkten und dem Comittment der BIG wurden nachfolgende Anforderungen gesetzt, die im Rahmen der Planung einzuhalten sind (Die Nummerierung basiert auf den Vorgaben des TQB Kriterienkatalogs):

B Wirtschaftlichkeit und technische Objektqualität

- B.1.1 Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- B.1.2 Integrale Planung und Variantenanalyse

- B.1.3 Grundlagen für Gebäudebetrieb, Wartung und Instandhaltung
- B.3.1 Luftdichtheit des Gebäudes
- B.3.2 Wärmebrücken des Gebäudes

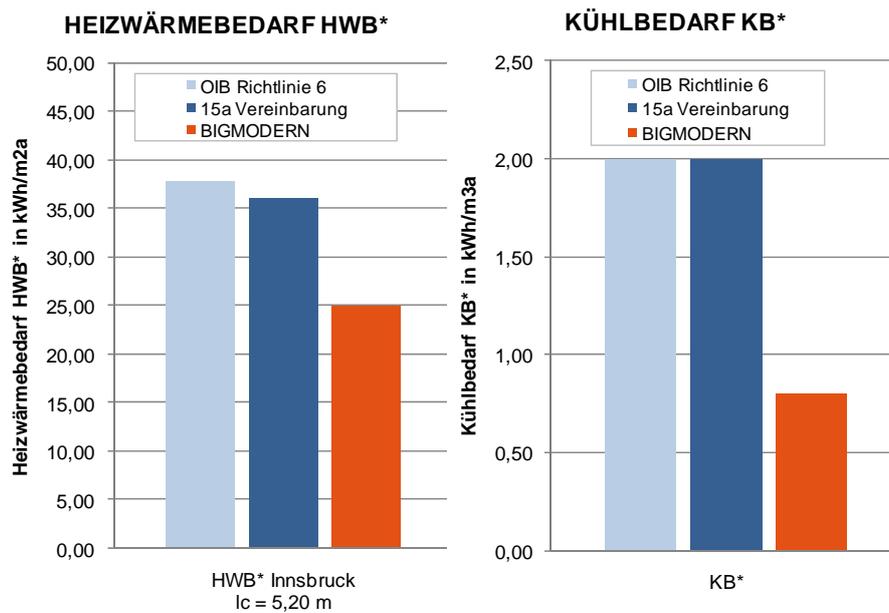
#### C Energie und Versorgung

- C.1.1 Heizwärmebedarf HWB\*
- C.1.2 Kühlbedarf KB\*
- C.1.3 Primärenergiebedarf PEB
- C.1.2 Energieeffiziente Beleuchtung
- C.2.2 PV-Anlage

#### Gesundheit und Komfort

- D.1.1 Thermischer Komfort im Winter
- D.1.2 Thermischer Komfort im Sommer
- D.2.1 Lüftung (Komfortlüftung mit WRG, natürliche Lüftung - freie Nachtlüftung)
- D.3.2 Raumakustik in relevanten Gebäudeteilen
- D.4.1 Qualität der künstlichen Beleuchtung
- D.4.2 Tageslichtversorgung / Tageslichtquotient / Sichtverbindung nach außen
- D.4.3 Sonnen- und Blendschutz

Für den winterlichen und sommerlichen Wärmeschutz wurden hohe Anforderungen gesetzt. Diese unterschreiten die Vorgaben der Bauordnung sowie der 15a Vereinbarung im Bereich umfassende Sanierung bei Weitem (Abbildung 13).



**Abbildung 13: Vergleich der Anforderungen zwischen Bauordnung, 15a Vereinbarung und BIGMODERN (Quelle: eigene Darstellung)**

Ziel der TQB-Bewertung ist eine ganzheitliche Sichtweise zum Thema Nachhaltigkeit. Im Projekt BIGMODERN SP3 werden sämtliche TQB-Kriterien bereits im Planungsprozess berücksichtigt und die Punkteanzahl abgeschätzt. Anforderungen werden jedoch nur für energierelevante Aspekte gestellt.

Für das Bauvorhaben Sanierung des Hauptgebäudes der Bau fakultät der Universität Innsbruck wurden nachfolgende Anforderungen in den Bereichen ökologischer, soziokultureller und ökonomischer Nachhaltigkeit gesetzt (Tabelle 1):

Nr.	Titel		Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Verantw.	Punkte	
<b>B</b>			<b>Wirtschaftlichkeit und technische Objektqualität</b>				<b>max. 200</b>	
<b>B</b>	<b>1.</b>		<b>Wirtschaftlichkeit</b>				<b>max. 100</b>	
B	1.	1.	Wirtschaftlichkeitsberechnungen	LZK Analyse im Rahmen von BIGMODERN	Anforderung im Planungsprozess erfüllt	LZKA Bericht, nach ISO 15686-5	BM	40
B	1.	2.	Integrale Planung und Variantenanalyse	Integrale Planung im Rahmen von BIGMODERN	Anforderung im Planungsprozess erfüllt	Bericht Variantenanalyse	BM	20
B	1.	3.	Grundlagen für Gebäudebetrieb, Wartung und Instandhaltung	Vorgaben für das Monitoring-konzept im Rahmen von BIGMODERN	Anforderung im Planungsprozess erfüllt	Konzept Energieverbrauchsmonitoring	BM	25
<b>B</b>	<b>3.</b>		<b>Technische Objektqualität</b>				<b>max. 80</b>	
B	3.	1.	Luftdichtheit des Gebäudes	Luftwechselrate $n_{50}$	$n_{50} < 1,00$	ÖNORM EN 13829, Luftdichtheitsprüfung nach Fertigstellung	PL	20
B	3.	2.	Wärmebrücken des Gebäudes	Erhöhung des mittleren U-Wertes	Das Gebäude ist wärmebrücken-arm: max. Erhöhung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle durch (längenbezogene) Wärmebrücken $\leq 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$	ÖNORM EN ISO 10211 oder Wärmebrückenkataloge	PL	20
<b>C</b>			<b>Energie und Versorgung</b>				<b>max. 200</b>	
<b>C</b>	<b>1.</b>		<b>Energiebedarf</b>				<b>max. 150</b>	
C	1.	1.	Heizwärmebedarf HWB*	Heizwärmebedarf HWB*	Energieklasse A, A+ oder A++ im Energieausweis, HWB* $< 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	ÖNORM B 8110-6, Energieausweis	PL	50

C	1.	2.	Kühlbedarf KB*	Kühlbedarf KB*	KB* < 0,80 kWh/m³a	ÖNORM B 8110-6, Energieausweis	PL	50
C	1.	3.	Primärenergiebedarf PEB	Primärenergiebedarf	PEB < 150 kWh/m²a	Energieausweis + Zusatzberechnung oder PHPP oder Gebäudesimulation; Primärenergiefaktoren nach TQB	PL	50
<b>C</b>	<b>2.</b>		<b>Energieeffizienz Strom</b>					<b>max. 50</b>
C.	2.	1.	Energieeffiziente Beleuchtung	Prüfung des Einsatzes von Tageslichtlenksystemen, präsens- und tageslichtabhängigen Beleuchtungssystemen	Keine Anforderung	Planung, Beleuchtungskonzept	PL	30
C	2.	2.	PV-Anlage	Prüfung des Einsatzes einer PV Anlage am Gebäude	Keine Anforderung	---	PL	30
<b>D</b>			<b>Gesundheit und Komfort</b>					<b>max. 200</b>
<b>D.</b>	<b>1.</b>		<b>Thermischer Komfort</b>					<b>max. 45</b>
D.	1.	1.	Thermischer Komfort im Winter	Differenz zwischen Oberflächen-temperatur und Raumtemperatur	Temperaturdifferenz zwischen Wandoberfläche und Innen-raumluft < 4 K, Temperaturdifferenz zwischen Glasoberfläche (Fenster) und Innenraumluf < 6 K	ÖGNB Kriterienkatalog	PL	15
D.	1.	2.	Thermischer Komfort im Sommer	Übertemperaturstunden	Kategorie II der ÖNORM EN 15251, adaptives Modell, max. 5 % Übertemperaturstunden	Dynamische Gebäudesimulation, ÖNORM EN 15251	PL	45
<b>D.</b>	<b>2.</b>		<b>Raumluftqualität</b>					<b>max. 75</b>
D.	2.	1.	Lüftung (Komfortlüftung mit WRG, natürliche Lüftung - freie Nachtlüftung)	Anteil der natürlich belüftbaren Fläche an der gesamten NGF	> 60 %	ÖGNB Kriterienkatalog	PL	30
<b>D.</b>	<b>3.</b>		<b>Schallschutz / Raumakustik</b>					<b>max. 40</b>
D.	3.	2.	Raumakustik in relevanten Gebäudeteilen	Nachhallzeit	Einhaltung der normgerechten Nachhallzeit	ÖNORM B 8115-3	PL	10
<b>D.</b>	<b>4.</b>		<b>Belichtung, Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz</b>					<b>max. 40</b>
D.	4.	1.	Qualität der künstlichen Beleuchtung	Arbeitsplatzbeleuchtung	AP Beleuchtungskonzept, gleichmäßige Leuchtdichtever-	Beleuchtungskonzept, Lichtsimulation	PL	15

					teilung		
D.	4.	2.	Tageslichtversorgung / Tageslichtquotient / Sichtverbindung nach außen	Tageslichtsimulation zur Planungsoptimierung	Optimierung der Tageslichtversorgung	Planung	BM 20
D.	4.	3.	Sonnen- und Blendschutz	Sonnen- und Blendschutz	Individuell einstellbarer Sonnenschutz, Blick nach außen	Planung	PL 25

**Tabelle 1: Nachhaltigkeitskriterien für das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften**

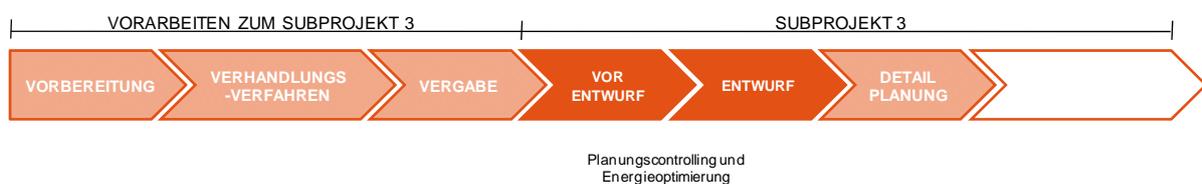
Die Einhaltung der Investitionskosten ist eine Kernaufgabe der BIG im Rahmen der Projektleitung für das Bauvorhaben und wurde nicht an das BIGMODERN-Team übertragen.

## 3.4 Planungscontrolling und Energieoptimierung im Entwurf

### 3.4.1 Hintergrund

Ziel dieses Arbeitspaketes war die Einhaltung der festgelegten Nachhaltigkeitszielkriterien an konkreten Punkten in den Planungsphasen Vorentwurf und Entwurf zu überprüfen und aus der Überprüfung – mit Hilfe von dynamischen Simulationen – Vorschläge zur Optimierung der thermisch-energetischen Eigenschaften des Gebäudes abzuleiten.

### 3.4.2 Aktivitäten



Wesentliche Aktivität in diesem Arbeitspaket war die Prüfung der Nachweisführungen entsprechend den Vorgaben in den Nachhaltigkeitskriterien. Bei Nicht-Einhaltung der Kriterien wurden Planungsvarianten zur Verbesserung der thermisch-energetischen Qualität geprüft, inwieweit damit das Ziel eingehalten werden kann.

Diese Planungsvarianten wurden im Rahmen der Planungsbesprechungen diskutiert, beschlossen und von den jeweiligen Fachplanern ausgearbeitet. In den nächsten Planungsbesprechungen wurden die Ergebnisse präsentiert und die Schlussfolgerungen für die weitere Planung festgelegt.

Gleichzeitig wurden zwei unabhängige thermische Gebäudesimulation durchgeführt (von Seiten des Generalplaners durch das Passivhaus Institut - Standort Innsbruck sowie auf Seiten des Bauherrn vom Ingenieurbüro Muss), um somit die dynamischen Auswirkungen auf das thermische Verhalten des Gebäudes detailliert analysieren zu können. In der Tageslichtsimulation wurden das Verhalten der Fassade und Verglasung sowie die innenliegenden Räume hinsichtlich der Tageslichtversorgung geprüft.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sowie die Auswirkungen auf die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien sind im Kapitel 3.5.1 beschrieben. Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse dargestellt.

### 3.4.3 Ergebnisse

Im Rahmen der integralen Planung wurden vom gesamten Team bestehend aus Bauherrn, Generalplaner und BIGMODERN-Team Vorschläge gemacht, wie die Weiterentwicklung der vorliegenden Planung hin zu einem BIGMODERN Demonstrationsgebäude aussehen kann. Als Ergebnis dieser Diskussionen wurde eine Maßnahmenliste entwickelt, für die Mehrkosten ermittelt wurden und der Energiebedarf berechnet wurde.

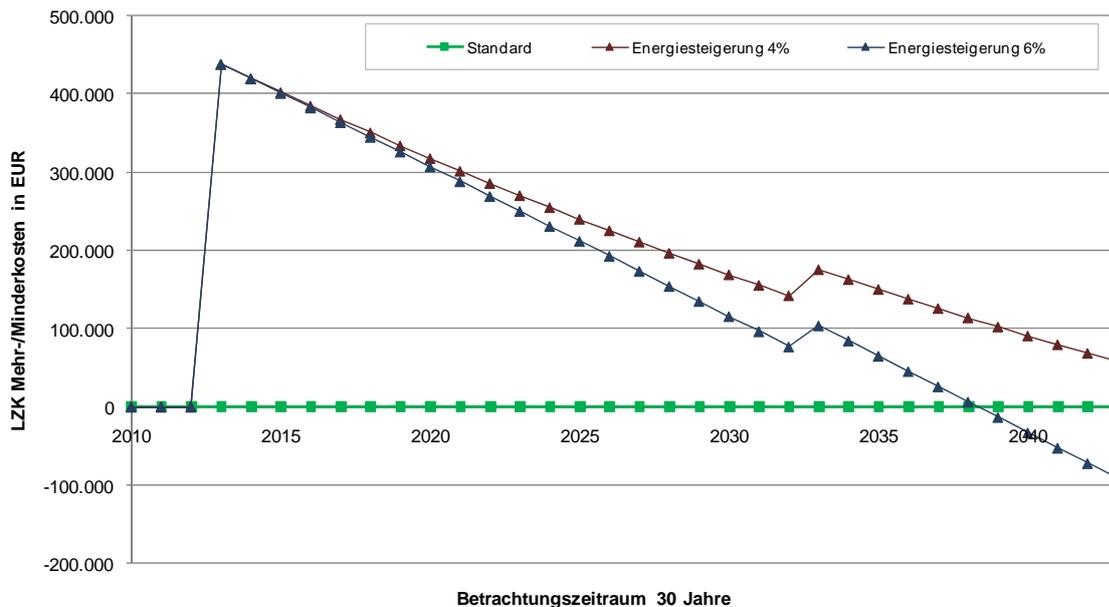
Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht über die Maßnahmenliste (Tabelle 2):

Var.	Bezeichnung	Maßnahmen
01	Tageslichtsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dimmbare Leuchten in den Büroräumen</li> <li>■ Tageslicht- und präsenzabhängige Steuerung (bezogen auf die Abwesenheit) dieser Leuchten</li> </ul>
02	Verbesserung Dämmung Fassade/Keller/ Dach	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dämmung der Fassade erhöht auf 20 cm (U-Wert = 0,14 W/m<sup>2</sup>K)</li> <li>■ Dämmung am Dach erhöht auf 20 cm (U-Wert = 0,13 W/m<sup>2</sup>K)</li> <li>■ qualitativ hochwertige Perimeterdämmung an Stelle Kellerdeckendämmung</li> <li>■ Tausch Kellerfenster (U-Wert = ca. 1,2 W/m<sup>2</sup>K) im Zuge der Perimeterdämmung</li> <li>■ Vermeidung Wärmebrücken (Attika, Fassade UG), Fassade mit GFK-Anker - thermisch getrennt</li> <li>■ Luftdichtheit max. n<sub>50</sub> = 1,00</li> </ul>
03a	Fenster OGs	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drei-Scheiben Verglasung an Stelle Zwei-Scheiben-Verglasung</li> </ul>
03b	Fenster EG	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Drei-Scheiben Verglasung im EG an Stelle Zwei-Scheiben-Verglasung</li> </ul>
04	Verbesserung Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wärmerückgewinnung ≥ 75 % (keine Wärmerückgewinnung im Bestandsgebäude)</li> <li>■ Verlängerung der Zuluftkanäle bis in die Büroräume, d.h. das gesamte Gebäude wird mechanisch belüftet.</li> </ul>
05	Luft- und Lichtfallen	<p>Änderungen der Innenausbauten in den Obergeschoßen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Erneuerung der Flurtrennwand von einzelnen Bürozimmer in transparente Wände</li> <li>■ Überstromöffnungen zwischen Bürozimmer und Gang</li> </ul>
06	Detailliertes Regelkonzept	<p>Erarbeitung und Umsetzung eines detaillierten Regelkonzeptes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Steuerung/Regelung des Sonnenschutzes für Einzelzonen (z.B. Eckzimmer)</li> <li>■ Windfühler auf Ost und Westseite</li> <li>■ Geeignete Zonierung Fensterreglung</li> <li>■ getrennte Regelung der Zu- und Abluft der mechanischen Belüftung</li> </ul>
07	Grundwassernutzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rückkühlung über Grundwasserbrunnen</li> </ul>

**Tabelle 2: BIGMODERN Maßnahmenliste**

Im Rahmen der Lebenszykluskostenanalyse konnte ermittelt werden, dass einige der Varianten (betrachtet wurden Variante 01 – 04 und 06) über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren wirtschaftlich sind. Variante 05 bringt erheblichen Nutzungskomfort (Verbesserung des Tageslichts im Gebäudeinneren, Vermeidung der sommerlichen Überwärmung durch Überströmöffnungen), ist aufgrund der hohen Investitionskosten jedoch nicht wirtschaftlich darstellbar. Variante 07 wird für einen anderen Zweck als der Gebäudekonditionierung (Wasser für Sprinkleranlage) und für mehrere Gebäude genutzt und ist deshalb wirtschaftlich.

Die Summe aller untersuchten Varianten ist nur bei bestimmten ökonomischen Parametern wirtschaftlich (siehe Abbildung 14). Dort sind die Mehrkosten in der Erstinvestition im Vergleich zur ursprünglichen Planung in der Ordinate, die Reduktion der laufenden Kosten im Gebäudebetrieb – für zwei verschiedene Energiepreissteigerungsraten – sind in der Abszisse dargestellt. Dabei muss jedoch die deutlich verbesserte Nutzungsqualität berücksichtigt werden, da in diesem Fall für keine oder nur geringe Mehrkosten über den Lebenszyklus erhalten werden kann.



**Abbildung 14: Darstellung der Mehrkosten in der Investition und die Minderkosten Betrieb für Varianten 01 – 04 bei zwei unterschiedlichen Energiekostenszenarien (Quelle: eigene Darstellung)**

Im Rahmen der Vorentwurfs- und Entwurfsplanung wurden die thermische Gebäudesimulation sowie die Tageslichtsimulation gestartet und konnte somit direkt in die Planung einfließen. Die thermische Simulation wurde vom Ingenieurbüro für technischen Physik – Christoph Muss durchgeführt, mit der Tageslichtsimulation wurde Hecht Licht- und Elektroplanung beauftragt.

Gleichzeitig wurde von Seiten des Generalplaners eine thermische Gebäudesimulation veranlasst. Damit wurde der Fachplaner für Bauphysik, dem Passivhaus Institut – Standort Innsbruck, beauftragt. Somit konnten zwei unabhängige dynamische Gebäudesimulationen, mit unterschiedlichen Software-Lösungen jedoch mit gleichen Annahmen, die thermisch-energetischen Auswirkungen des konkreten Planstandes ermitteln. Das Passivhaus Institut hat bereits weit im Vorfeld auf diese Energiebilanzierungsmethode zurückgegriffen. Die Simulation des Ingenieurbüro Muss ergab nach Abgleich mit korrekten Klimadaten des Passivhaus Institutes ähnliche Ergebnisse. Der Vergleich beider Ergebnisse konnte Aufschlüsse für die Optimierung des Gebäudes liefern.

Zur geplanten Sanierung des Hauptgebäudes der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck wurde ein thermisches Simulationsmodell mit 12 thermischen Zonen implementiert. Damit fanden dynamische Simulationen und Variantenanalysen statt. Die Untersuchungen betrafen hierbei speziell das sommerliche Gebäudeverhalten im Regelgeschos.

Da Erdgeschoß und Untergeschoß ebenfalls modelliert wurden, konnten auch für diese Bereiche Temperaturen sowie HLK-Daten zonenweise und auf das Gesamtgebäude hochgerechnet berechnet werden. Ergänzend fand eine Tageslichtsimulation für das Regelgeschos.

statt. Verwendet wurden die anerkannten Softwarepakete TRNSYS16 (thermische Simulation) beziehungsweise Adeline und Radiance (Tageslichtsimulation).

Nach einem ersten Zwischenbericht zur Gebäudesimulation wurden noch Details geklärt und fehlende Daten übermittelt, die im Endbericht zur Gebäudesimulation eingeflossen sind. Die Empfehlungen als Ergebnis der Simulation sind direkt in die Planungsbesprechungen eingeflossen.

Im Rahmen der Simulation wurden 4 Varianten detailliert untersucht:

#### **Variante V\_A**

- Zuluft in die Büros gemäß Luftmengenliste
- Nachtlüftung bis 2,5/h bzw. kombiniert Zuluft 1/h + Fensterlüftung 1,5/h
- Keine Zuluft innen, 550 m<sup>3</sup>/h pro Geschoss
- Relevante Wärmelasten im Gangbereich (z.B. Licht, Geräte) und in Innenzonen/Depots/Archiven (z.B. Geräte, EDV-Server)
- Sonnenschutz mind. 2-stufig automatisch geregelt,  $z=0,25$ ,  $g=0,35$  bzw.  $g \cdot z = 0,09$
- Türen tagsüber offen, nachts mechanische Abluft-Nachtlüftung über 3 cm Luftspalt/Oberlicht
- Separate Regelung Sonnenschutz Eckräume (im Kühlfall eine Seite immer geschlossen)

Motivation: Erhebung Ist-Zustand Planung (Stand November 2011) inklusive Server u.ä. innen gemäß Messwerten des Passivhaus Instituts zur Verdeutlichung diesbezüglicher Schwierigkeiten. Ist-Werte Lüftungsplanung mit Projektstand Ende November 2011 (reduzierte Luftmengen gegenüber Zwischenbericht, hohe Sanitärzuluftmenge mit gleicher Zulufttemperaturregelung)

Kommentar: Die innenliegenden Wärmelasten ohne entsprechende Wärmeabfuhr nachts und/oder Kühlung innen führen bereits in der Übergangszeit zu unangenehm hohen Raumtemperaturen im Gebäudekern, welche dann im Wesentlichen über den ganzen Sommer nicht mehr richtig abkühlen. Über den Luftaustausch zu den Büros während des Tages wirkt sich dies auch mit etwas höheren Büroraumtemperaturen aus. Demgegenüber steht der Sanitärbereich, in welchen eine relativ hohe Luftmenge mit der (büroseitig benötigten) niedrigen Zulufttemperatur zugeführt wird. Dementsprechend ist dieser Bereich im Vergleich unangenehm kühl bzw. muss ein unnötiger Kompromiss zwischen Zulufttemperatur Büros (möglichst kühl, 19 – 22°C je nach Kanalisierung und Luftauslass) und Zulufttemperatur Sanitär (eher isotherm ca. 24 bis 26°C) geschlossen werden.

#### **Variante V\_B1:**

- *Zuluft in die Büros gemäß Luftmengenliste - 14%*

- Nachtlüftung bis 2,5/h bzw. kombiniert Zuluft 1/h + Fensterlüftung 1,5/h
- *550 m<sup>3</sup>/h Zuluft innen, Sanitär 300 m<sup>3</sup>/h pro Geschoss*
- *Keine Server o.ä. innen!*
- Übliche Wärmelasten Gang und Innenbereiche ohne effizientes Tageslicht-, Kunstlicht- und Wärmelastkonzept
- Sonnenschutz mind. 2-stufig automatisch geregelt,  $z=0,25$ ,  $g=0,35$  bzw.  $g*z = 0,09$
- Türen tagsüber offen, nachts mechanische Abluft-Nachtlüftung über 3 cm Luftspalt/Oberlicht
- Separate Regelung Sonnenschutz Eckräume (im Kühlfall eine Seite immer geschlossen)

Motivation: Zuluft einbringung innen für Kühlleistung innen und Besprechungsräume bei konstanter Gesamtluftmenge. Reduktion Sanitärzuluft, um dort weniger Kühleffekt zu bewirken. Keine Serverwärmelasten in Innenbereichen, sondern nur relativ geringe Wärmelasten durch Geräte und Beleuchtung.

Kommentar: In den Innenbereichen werden die gewünschten kühleren Temperaturen erreicht, statt vorher 28 – 30°C ergeben sich nun innen maximal 26,5 bis 27,5°C. Im Innenbereich liegen diese Temperaturen um 24 bis 26°C jedoch ohne größeren Auskühleffekt im Wesentlichen über den ganzen Sommer an. Die Auswirkung auf die Fassadenzone hebt sich teilweise mit der geringeren Kühlwirkung/geringeren Zuluftmenge fassadenseitig auf, es sind je nach Klimasituation noch immer maximal etwa 27,5°C bis 30°C in den Büros zu erwarten. Im Bereich Sanitär sind die unangenehm kühlen Temperaturen zwar etwas höher mit weniger Zuluft, aber immer noch mit ca. 23°C relativ zu kühl (klimatechnisch unnötige Kühlreserve hier eingebracht).

#### **Variante V\_B2:**

- *Zuluft Büros gem. ATP-Luftmengenliste +5% + ein Auslass westseitig*
- Nachtlüftung bis 2,5/h bzw. kombiniert Zuluft 1/h + Fensterlüftung 1,5/h
- *120 m<sup>3</sup>/h Zuluft innen im Schnitt 24h/d, Sanitär 300 m<sup>3</sup>/h pro Geschoss*
- Keine Server o.ä. innen!
- *Wärmelasten Gang und Innenbereiche mit effizientem Tageslicht-, Kunstlicht- und Wärmelastkonzept*
- Sonnenschutz mind. 2-stufig automatisch geregelt,  $z=0,25$ ,  $g=0,35$  bzw.  $g*z = 0,09$
- Türen tagsüber offen, nachts mechanische Abluft-Nachtlüftung über 3 cm Luftspalt/Oberlicht

- Separate Regelung Sonnenschutz Eckräume (im Kühlfall eine Seite immer geschlossen)

Motivation: Um fassadenseitig eine höhere Kühlleistung einzubringen, wird die Zuluft innen auf 120 m<sup>3</sup>/h im Schnitt beschränkt. Sollte dies aufgrund der Personendichte nicht reichen, so kann kurzfristig auf Kosten der Bürozuft allenfalls eine Zuluftmengenerhöhung stattfinden (oder dies über eine erhöhte Abluftmenge innen und Überströmungen gelöst werden). Die Wärmelasten durch Kunstlicht und Geräte innen sind auf ein Minimum reduziert und entsprechend zu kontrollieren

Kommentar: Sowohl fassadenseitig als auch im Gebäudeinneren ergibt sich eine merkbar kühlere Situation. Bei durchschnittlichen Wärmeperioden werden maximal 27 bis 27,5°C in den Büros und zirka 26°C innen erreicht, bei außergewöhnlichen Hitzeperioden 28,5 bis 29°C in Büros und etwa 27°C im etwas „kühleren Kern“. Der Gebäudekern mit weniger Zuluft als in Variante V\_B1 liegt jedoch nach wie vor über den gesamten Sommer eher warm bei 24-26°C, der Sanitärbereich ist eher zu kühl.

#### **Variante V\_C:**

*Wie V\_B1 (keine detaillierte Wärmelastoptimierung Gang/Innen) nur mit effizientem Nachlüftungskonzept auch für Innenbereiche: Nachtquerlüftung über gesamt ca. 25% des Türquerschnittes.*

Motivation: Alternative zur mit den Nutzern schwierig abzuklärenden starken Reduzierung der Wärmelasten durch Kunstlicht und EDV innen, Auskühlungsmöglichkeit für den „Gebäudekern“ innen, Vergleich mit Simulationszwischenbericht: geringe Wärmelasten innen wie Variante B1, Querlüftbarkeit über 25% des Türquerschnittes zwischen Fassadenzone und innen (z.B. teilweise offene Türen oder entsprechende Querschnitte, frei/offener Grundriss, ...).

Kommentar: Trotz höherer Wärmelasten innen ergeben sich vergleichbare Temperaturverhältnisse wie in Variante V\_B2 (s.o.). Die Betriebsstundenanzahl mit höheren Raumtemperaturen ist sogar etwas niedriger. Insbesondere wird ein entsprechender Auskühleffekt in der Innenzone erreicht, welche nachts und bei kühleren Sommerperioden auf etwa 23 bis 24°C abkühlen kann.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulation für durchschnittliche Hitzetage mit teilweise warmen Nachttemperaturen dargestellt (siehe Abbildung 15 bis Abbildung 18). Die Berechnungen wurden auch für die Hitzeperiode Normklimatag nach ÖNORM B 8110 sowie für Werte der „Jahrhunderhitze 2003“ berechnet.

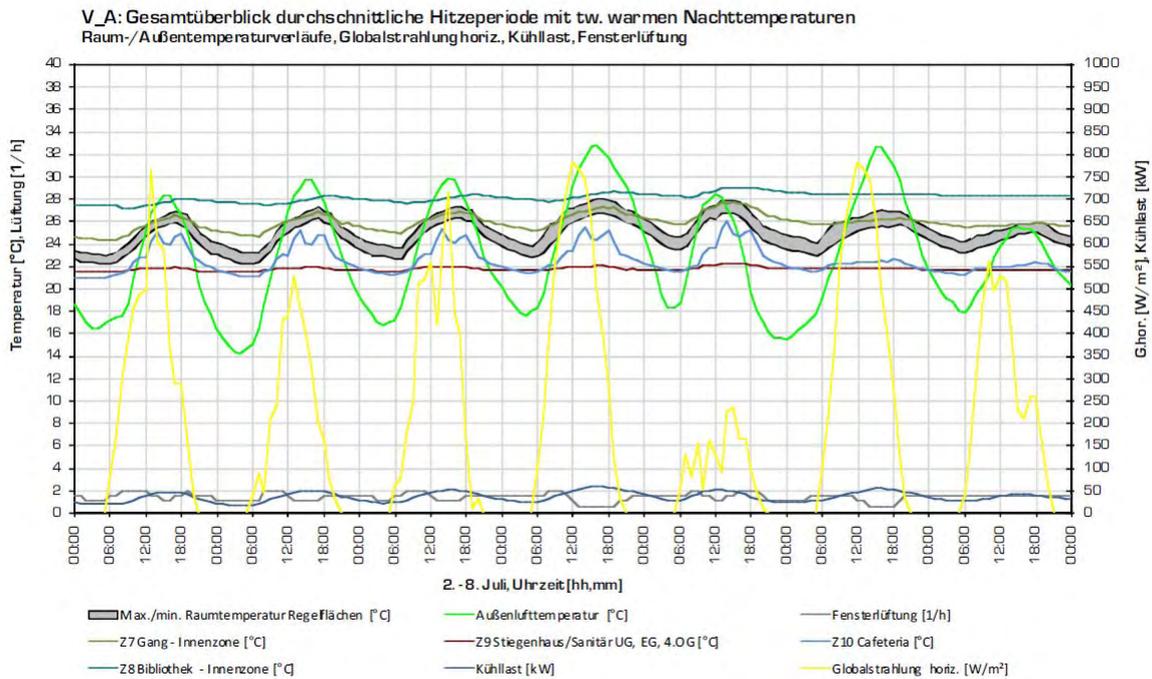


Abbildung 15: Gesamtüberblick Variante V\_A (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss)

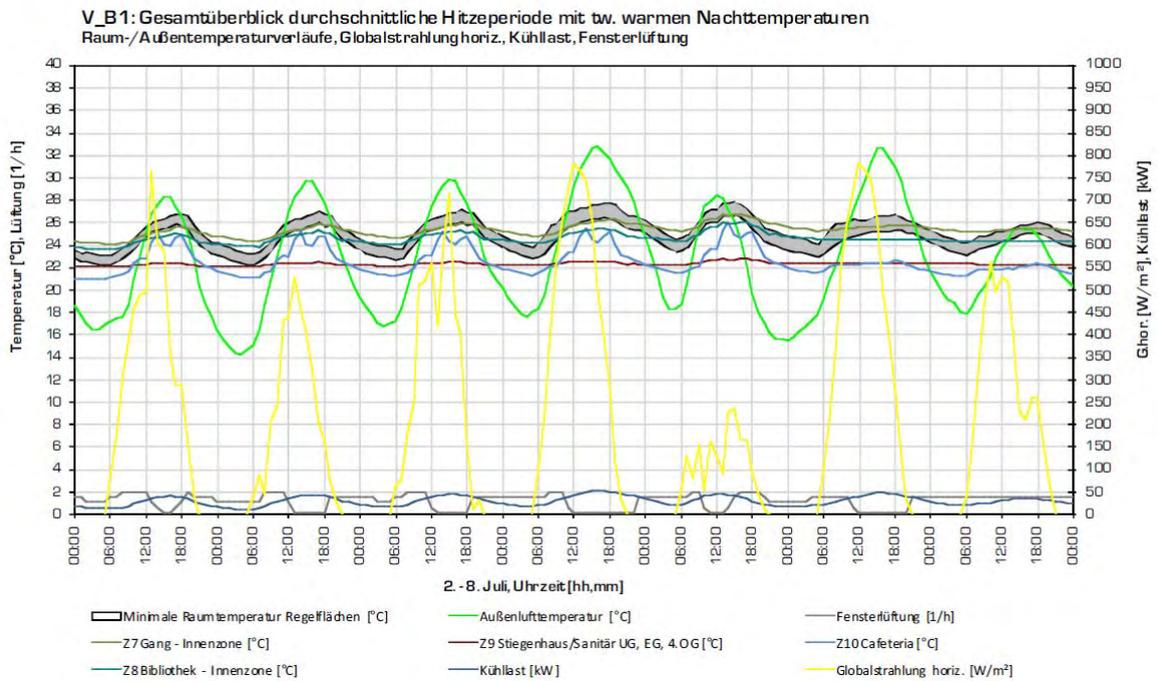


Abbildung 16: Gesamtüberblick Variante V\_B1 (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss)

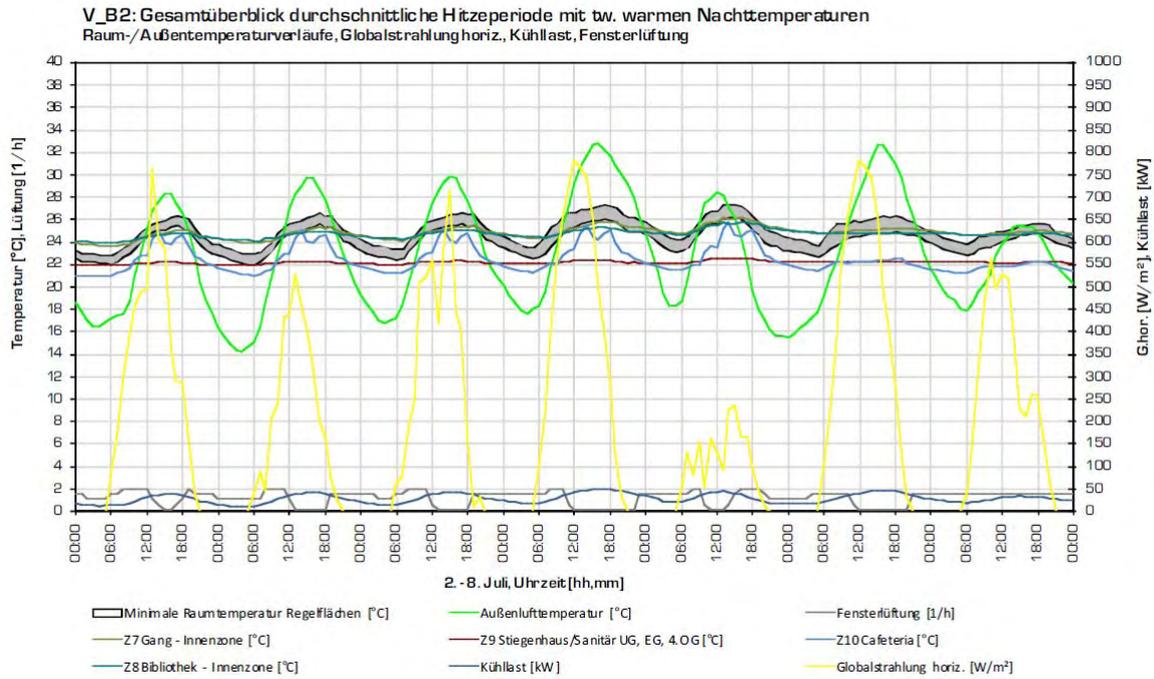


Abbildung 17: Gesamtüberblick Variante V\_B2 (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss)

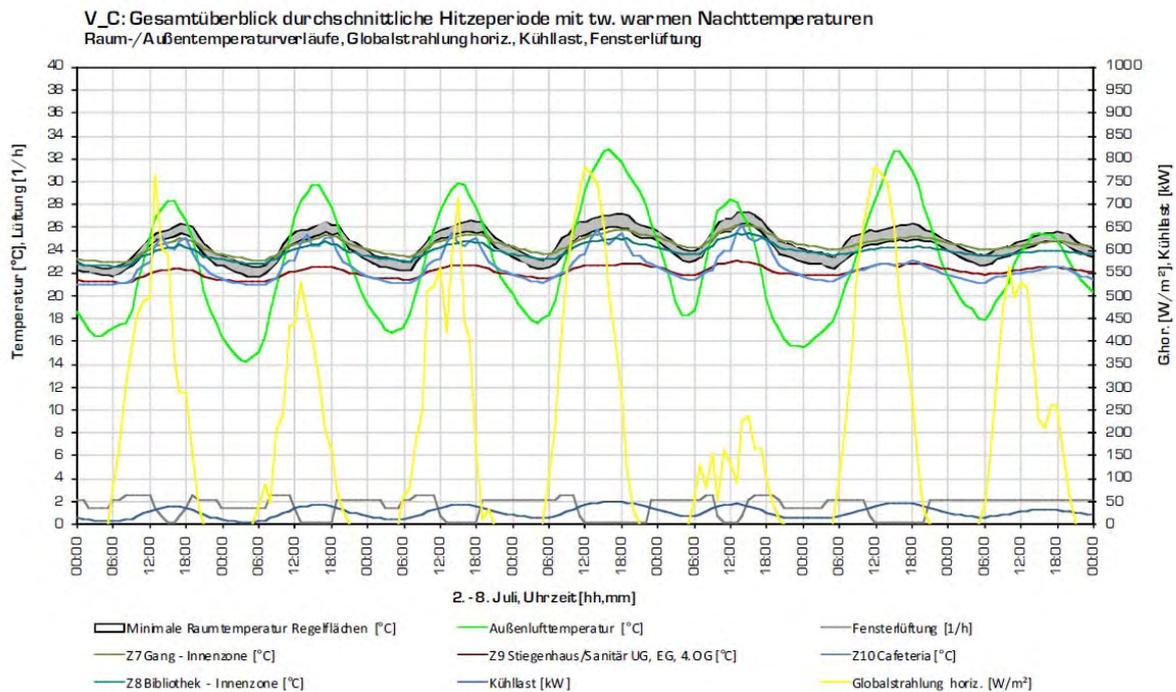


Abbildung 18: Gesamtüberblick Variante V\_C (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss)

Mit Planungsstand Herbst 2011 konnte der sommerliche Komfort nach ÖNORM EN 15251 Kategorie 2 (adaptives Komfortmodell) noch nicht eingehalten werden. Die nachfolgenden Empfehlungen wurden angeregt und umgesetzt, sodass entsprechend der Simulation der sommerliche Komfort eingehalten werden kann:

- Auf Anregung des Passivhaus Instituts wird die Zuluft der Lüftungsanlage nicht wie im Bestand in die Kernflächen eingebracht, sondern in die Büroräume, um somit im Sommer vorkonditionierte Luft direkt in die Nutzfläche zu bringen. Überströmelemente zum Gang und zum Sanitärbereich, wo die Abluftkanäle eingeplant sind.
- Nach Untersuchungen des Passivhaus Instituts wird eine Verlagerung der Server zur Reduktion der internen Wärmelasten in den Regelgeschoßen angeregt.
- 2 bis 4 „Licht- und Luftfallen“ von der Fassade zum Innenbereich pro Regelgeschoß zur Verbesserung der Tageslichtqualität und Reduktion der internen Lasten, Glastüren an Stelle von opaken Türen.
- Effiziente Umsetzung des Nachtlüftungs-/Nachtkühlungskonzepts: der bereits im Wettbewerb geplante Senkkippflügel in der Fassade wird durch ein schallabsorbierendes Überströmelement in der Oberlichte der Tür ergänzt.
- Entwicklung eines Eckbürokonzepts, separat regelbarer Sonnenschutz (Sommer einseitig immer zu) im Rahmen eines gesamten Regelkonzeptes für den Sonnenschutz.
- Aktivierung von thermischen Massen im Bestand, insbesondere der massiven Böden und der Säulen.
- Optimierung des Tages- und Kunstlichtkonzeptes: dimmbare Leuchten in den Büroräumen, Tageslicht- und präsenzabhängige Steuerung dieser Leuchten.
- Kein „Automatik ein“-Kunstlicht, auch nicht in Gangbereichen oder Sanitärräumen, wenn jeweils durch Oberlichtern o.ä. eine geringe Grundbeleuchtung da ist. Die Grundbeleuchtung durch Tageslicht sollte zum Auffinden von Tastern/Schaltern ausreichen.

Eine Checkliste mit Optimierungsmaßnahmen unterstützte den Bauherrn und den Generalplaner bei der Umsetzung.

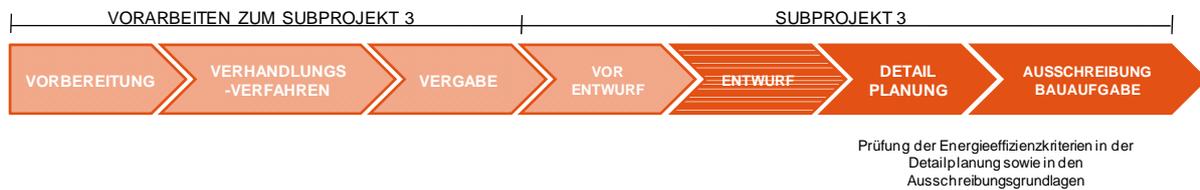
## **3.5 Energieoptimierung in der Detailplanung**

### **3.5.1 Hintergrund**

In Planungsprozessen kommt es sehr häufig vor, dass im Zuge der Detailplanung aus diversen Gründen von den ursprünglichen, meist hoch gesteckten Zielen abgewichen wird. Ergebnis sind meist – auf Grund von Kosten- und Zeitdruck und aus mangelnder Gesamtsicht der einzelnen Beteiligten im Planungsprozess – schlechte Kompromisse im Sinne der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.

Ziel dieses Arbeitsschrittes war daher, die Zielkriterien des Bauherrn hinsichtlich Energieeffizienz und Nachhaltigkeit auch in der entscheidenden Ausführungsplanung zu gewährleisten.

### 3.5.2 Aktivitäten



Zu Beginn wurden dem Planungsteam die Qualitätsanforderungen aus dem Projekt BIGMODERN präsentiert und es wurde vereinbart, dass zusätzlich parallel zur bestehenden Planung eine den Qualitätskriterien entsprechende Planung durchgeführt wird.

Es wurden mehrere Planungsbesprechungen mit Bauherrn, Planern und Projektpartnern einberufen, in denen überprüft wurde, inwieweit die Detailplanung konsistent mit den Energieeffizienzzielen war. Dabei lag der Schwerpunkt beim Fassadensystem und weiteren Effizienzmaßnahmen (Belüftungskonzept, sommerlicher Wärmeschutz/Kühlung, Beleuchtung). In diesen Bereichen waren noch Detailoptimierungen erforderlich, welche im Rahmen des Subprojekts 3 bearbeitet wurden.

Die Leistungsverzeichnisse und Pläne für die einzelnen Gewerke wurden im Hinblick auf die zuvor definierten Qualitätsanforderungen überprüft und Abweichungen korrigiert.

### 3.5.3 Ergebnis

Das Ergebnis der Analyse und der darauf folgenden Vorschläge seitens des BIGMODERN-Projektteams werden im Folgenden näher beschrieben:

#### Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf im ersten Entwurf lag lt. Energieausweis bei 28 kWh/m<sup>2</sup>a und damit über den Zielwerten von BIGMODERN. Auf Grund von Detailoptimierungen und Vorschlägen für Erhöhung der Dämmstärken lag der Heizwärmebedarf am Ende der Detailplanung bei 15 kWh/m<sup>2</sup>a und damit deutlich unter den Zielwerten von BIGMODERN. Der Heizwärmebedarf konnte daher im Zuge der Begleitung der Detailplanungsphase um über 46% gesenkt werden. Maßnahmenvorschläge des BIGMODERN-Teams und des Planerteams (inkl. Passivhaus Institut Dr. Feist) ergänzten sich dabei hervorragend.

#### Wärmerückgewinnung

Bei der Wärmerückgewinnung gab es ursprünglich eine Diskrepanz zwischen Energieausweis und Textbeschreibungen. Die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage war mit 65% Wärmerückgewinnungsgrad wenig effizient bzw. war teilweise keine Wärmerückgewinnung (Abluftanlagen) vorgesehen.

Die Vorgaben der OIB Richtlinie 6 (Ausgabe 2007, war zum Zeitpunkt der Planung in Kraft) betreffend Effizienzklasse der Ventilatoren wurden nicht eingehalten und lagen deutlich über der OIB-Richtlinie (SFP 4-7 statt SFP 1). Die Luftgeschwindigkeit in den Leitungen war relativ hoch (höhere Lärmbelastigung) und lag mit ursprünglich 5 – 6 m/s über dem Zielwert von 3m/s– die max. Schallemission von der Lüftungsanlage war nicht definiert.

### **Heizungsverteilsystem**

Die Auslegungstemperatur der Heizkreise (Heizkörper) von VL/RL 75/60°C war zu Beginn deutlich zu hoch und passte nicht zum guten Gebäudestandard (mehrfache Reserve). In den Geschoßen waren über 1000 Heizkörper vorhanden. Die Heizleistung pro Heizkörper war damit nach Sanierung sehr gering und über die Lüftungsanlage wird zusätzlich Heizleistung ins Gebäude gebracht. Die Auslegung des Verteilsystems inkl. Vorlauf-/Rücklauftemperaturen wurde im Zuge der Planungsbegleitung optimiert, die Anzahl der Heizkörper konnte reduziert werden, um so ein rasch reagierendes Heizungssystem zu schaffen (wichtig zur optimalen Regelung). Die im Zuge der Planungsbegleitung vorgenommenen Optimierungen hatten Auswirkungen auf die Massenströme (Trägheit des Systems), Regelstrategie und somit auf die geplante Effizienz der Anlage nach Sanierung.

### **Beleuchtung**

Eine Dimmbarkeit der Bürobeleuchtung war ursprünglich nur optional vorgesehen, als Standard waren manuell betätigte (aber gute und effiziente) Spiegelrasterleuchten vorgesehen. Die Anordnung der Spiegelrasterleuchten normal zur Fensterebene ermöglicht keine getrennte Schaltung von Fenster- und Innenzone, d.h. im Falle der Nicht-Dimmbarkeit und Nicht-Tageslichtsteuerung sind immer alle Leuchten immer auf voller Leistung eingeschaltet. Es war daher Optimierungspotenzial vorhanden.

### **Warmwasser**

Zur Warmwasserbereitung sind aus hygienischen Gründen Untertischboiler vorgesehen. Es wurden im Zuge der Planungsbegleitung effiziente Geräte vorgeschlagen (Energieverbrauch in 24h pro 10 Liter Inhalt unter 0,31 kWh – Produkte aus der Plattform [www.topprodukte.at](http://www.topprodukte.at)) sowie die Zeitsteuerung der Boiler.

### **Kühlung**

Im Zuge der Planungsbegleitung wurden alternative Kühlungsmethoden angeregt (Brunnenkühlung, Erdreich-Wärmetauscher, Kühlung über Löschwasserbehälter) und untersucht. Umgesetzt soll nun eine Brunnenkühlung werden (Kälte über Grundwasser und Free-Cooling bzw. Rückkühlung über Grundwasser). Die Kühlung über Umweltenergie wird in das Monitoringsystem integriert und mit Strom- und Wärme/Kältemengenzählern ausgestattet.

## **3.6 Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien**

<b>B 1. Wirtschaftlichkeit</b>			
B 1. 1. Wirtschaftlichkeitsberechnungen			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
LZK Analyse im Rahmen von BIGMODERN	Anforderung im Planungsprozess erfüllt	LZKA Bericht, nach ISO 15686-5	✓

Im Rahmen des Demonstrationsprojektes wurden planungsbegleitenden Lebenszykluskostenanalysen durchgeführt. Eine detaillierte Darstellung ist im Subprojekt 4 von BIGMODERN enthalten. Einen Überblick dazu gibt Abschnitt 3.7.1 dieses Berichtes.

B 1. 2. Integrale Planung und Variantenanalyse			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Integrale Planung im Rahmen von BIGMODERN	Anforderung im Planungsprozess erfüllt	Bericht Variantenanalyse	✓

Kern des vorliegenden Subprojektes 2 ist die Integration eines integralen Planungsprozesses bei der Sanierung der Baufakultät. Im Rahmen des Vorentwurfes wurden mehrere Varianten hinsichtlich der Einhaltung der Anforderung von BIGMODERN geprüft. Später wurden verschiedene Ausführungsvarianten – teilweise mit Unterstützung von dynamischen Gebäudesimulationen – untersucht. Ein Überblick der Varianten aus der thermischen Gebäudesimulation ist in Abschnitt 3.4.3 zu finden.

B 1. 3. Grundlagen für Gebäudebetrieb, Wartung und Instandhaltung			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Vorgaben für das Monitoringkonzept im Rahmen von BIGMODERN	Anforderung im Planungsprozess erfüllt	Konzept Energieverbrauchsmonitoring	✓

Die Entwicklung des Konzeptes für das Energieverbrauchsmonitoring des Hauptgebäudes der Baufakultät ist Bestandteil von Subprojekt 6 von BIGMODERN. Das an das konkrete Bauvorhaben angepasste Messkonzept ist in Abschnitt 3.7.3 zu finden.

<b>B 3. Technische Objektqualität</b>			
B 3. 1. Luftdichtheit des Gebäudes			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Luftwechselrate $n_{50}$	$n_{50} < 1,00$	ÖNORM EN 13829	Prüfung nach Fertigstellung

Für die Luftdichtheit des Gebäudes wurde eine maximale Luftwechselrate  $n_{50}$  von 1,00 nach ÖNORM EN 13829 festgelegt. Dieser Wert wird nach Fertigstellung der Bauarbeiten durch eine Luftdichtigkeitsprüfung geprüft.

B 3. 1. Wärmebrücken des Gebäudes			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Erhöhung des mittleren U-Wertes	Das Gebäude ist wärmebrücken-arm: max. Erhöhung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle durch (längenbezogene) Wärmebrücken $\leq 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$	ÖNORM EN ISO 10211 oder Wärmebrückenkataloge	✓

Nachfolgend ein Auszug einzelner Gebäudedetails zur Nachweisführung über die Erhöhung des mittleren U-Wertes durch Wärmebrücken, berechnet vom Passivhaus Institut – Standort Innsbruck:

BAUTEIL

DETAIL

WÄRMEVERLUST  
KOEFFIZIENT

Attika Hauptdach

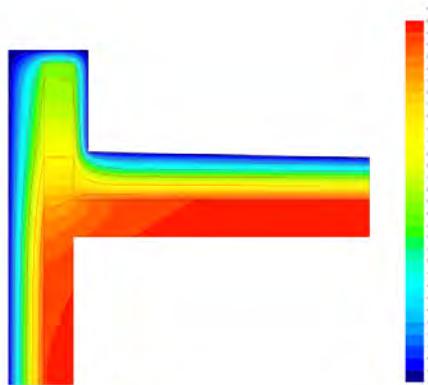


Abb.1: Isothermenverlauf Attika Hauptdach

Abbildung 19: Detail Attika Hauptdach (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck)

$\Psi = 0,219 \text{ W/mK}$

Attika  
Technikzentrale

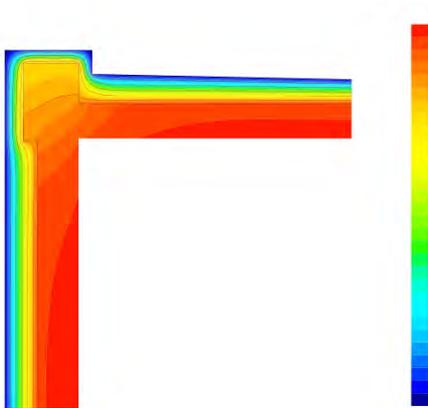


Abb.2: Isothermenverlauf Attika Technikzentrale

Abbildung 20: Detail Attika Technikzentrale (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck)

$\Psi = 0,238 \text{ W/mK}$

Hauptdach Befesti-  
gung Befahranlage

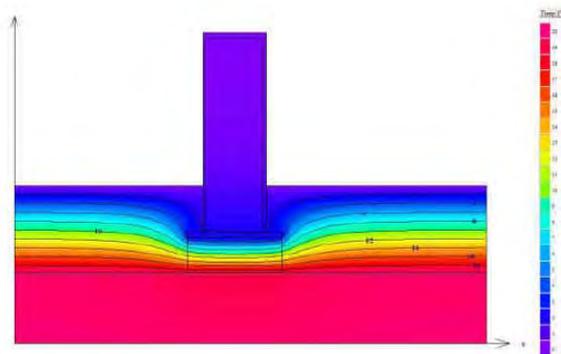
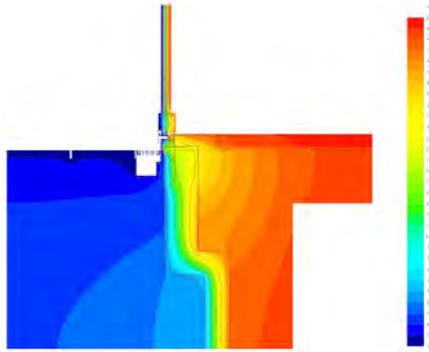


Abb. 3: Isothermenverlauf Stütze Befahranlage

Abbildung 21: Detail Hauptdach Befestigung Befahranlage (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck)

$\chi = 0,089 \text{ W/mK}$

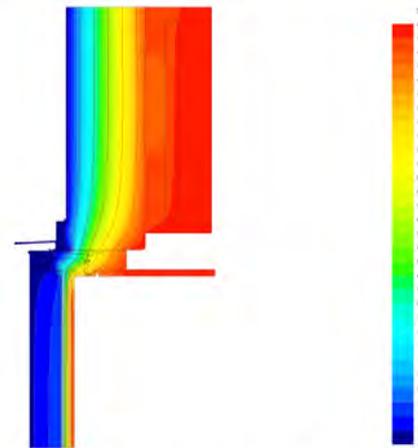
Sockeldetail EG



$\Psi = 0,248 \text{ W/mK}$

Abbildung 22: Detail Sockel EG (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck)

Fenster Einbau



$\Psi = 0,049 \text{ W/mK}$

Abbildung 23: Detail Fenster Einbau (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck)

Unter Berücksichtigung der bisherigen Berechnungen ergeben die Wärmebrücken eine Erhöhung des mittleren U-Wertes der sanierten Gebäudehülle von max.  $0,021 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

C Energie und Versorgung			
C 1. Energiebedarf			
C 1. 1. Heizwärmebedarf HWB*			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Heizwärmebedarf HWB*	Energieklasse A, A+ oder A++ im Energieausweis, HWB* < $25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	ÖNORM B 8110-6, Energieausweis	✓

Nachfolgend ist der Energieausweis für die Sanierung des Hauptgebäudes der Bauakultät dargestellt. Der HWB\* der Energieeffizienzskala liegt bei  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (Abbildung 24).

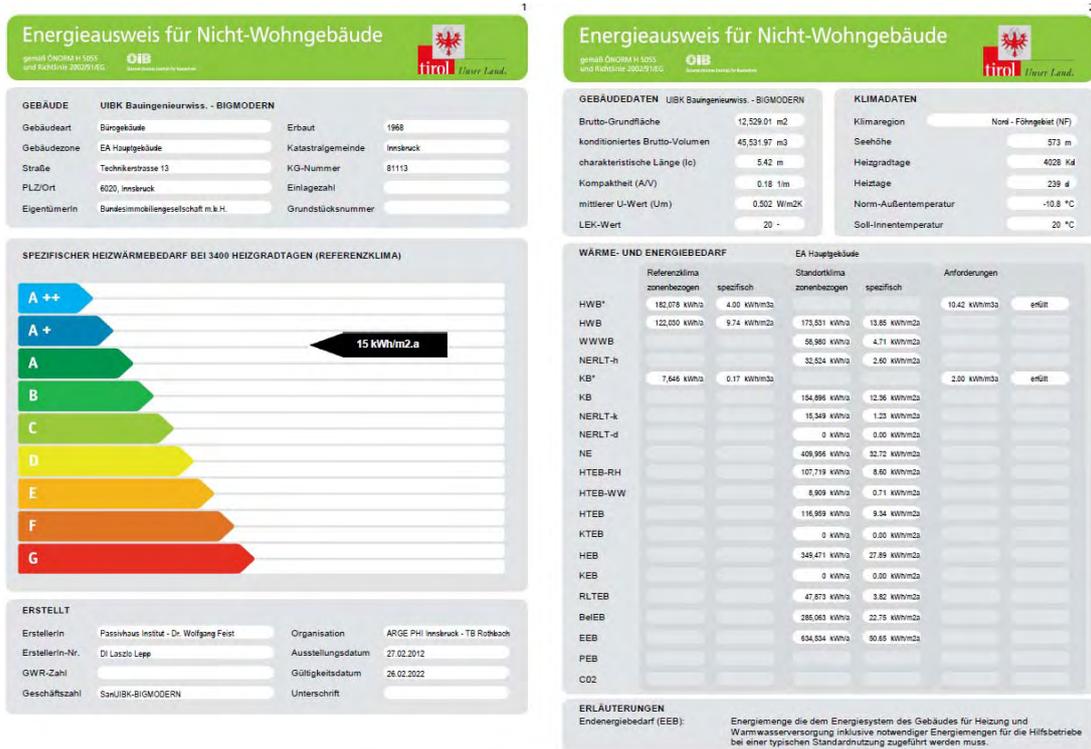


Abbildung 24: Energieausweis Hauptgebäude Bau fakultät (Quelle: Passivhaus Institut - Standort Innsbruck)

Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Kühlbedarf KB*	KB* < 0,80 kWh/m³a	ÖNORM B 8110-6, Energieausweis	✓

Der Kühlbedarf wurde deutlich eingehalten und liegt entsprechend dem Energieausweis in Abbildung 24 bei 0,17 kWh/m³a.

Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Primärenergiebedarf	PEB < 150 kWh/m²a	Energieausweis + Zusatzberechnung oder PHPP oder Gebäudesimulation; Primärenergiefaktoren nach TQB	✓

Der Primärenergiebedarf wurde anhand des Passivhausprojektierungspaketes PHPP ermittelt. Der Wert für die Primärenergie für Heizung, Warmwasser, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung (also ohne Betriebsstrom) liegt bei 83,5 kWh/m²a (Abbildung 25).

Heizung, Warmwasser, Hilfsstrom (keine Haushaltsanwendungen)	40.5	83.5	19.8
PE-Kennwert Haustechnik	83.5	kWh/(m²a)	
Gesamtemission CO <sub>2</sub> -Äquivalent	19.8	kg/(m²a)	

Abbildung 25: Ausschnitt Ergebnis der Primärenergiebedarfsberechnung (Quelle: Passivhaus Institut - Standort Innsbruck)

**C 2. Energieeffizienz Strom**

C 2. 1. Energieeffiziente Beleuchtung			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Prüfung des Einsatzes von Tageslichtlenksystemen, präsenz- und tageslichtabhängigen Beleuchtungssystemen	<i>Keine Anforderung</i>	Planung, Beleuchtungskonzept	✓

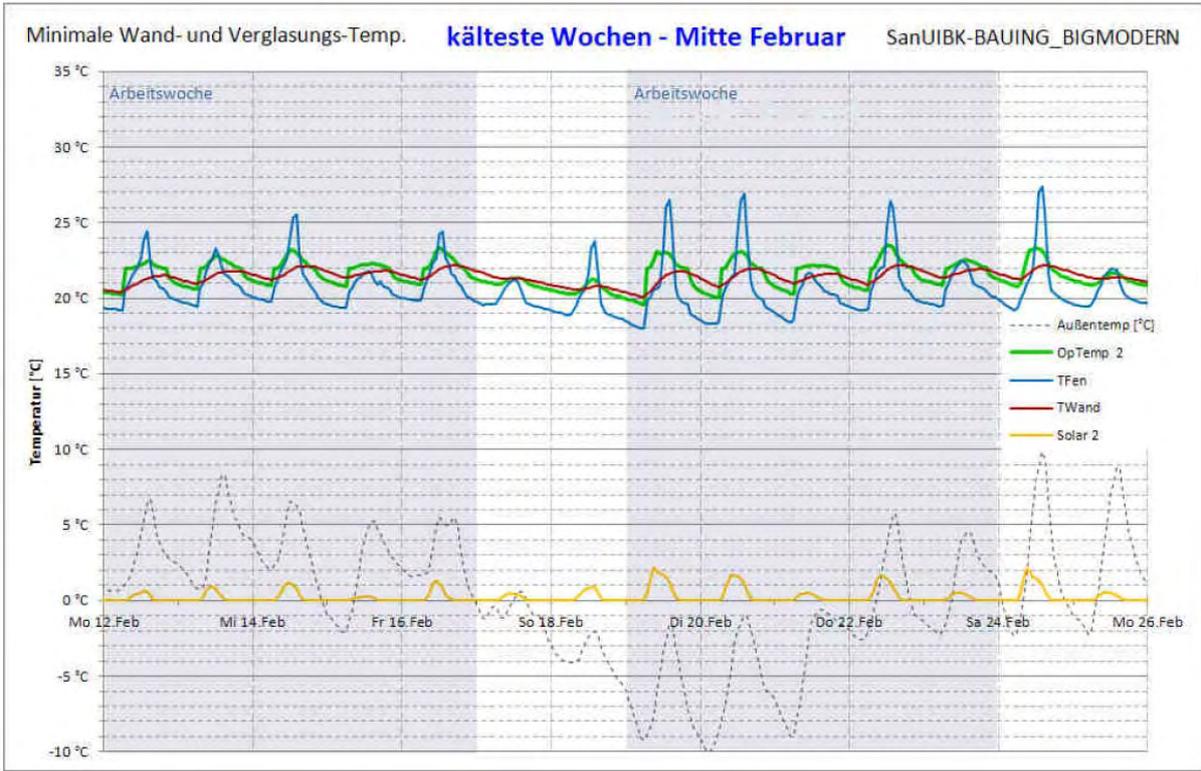
Tageslicht- und präsenzabhängige Beleuchtungssysteme werden eingebaut. Als Leuchte ist für die Bürofläche eine Zumtobel Miral oder ähnliches ausgeschrieben worden. Nachfolgende die Berechnung der Beleuchtungsstärke für einen typischen Büroraum.

C 2. 1. PV-Anlage			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Prüfung des Einsatzes einer PV Anlage am Gebäude	<i>Keine Anforderung</i>	---	✓

PV Anlage wird keine umgesetzt. Da vorab keine Anforderung dafür vorgesehen war, konnte dieses Kriterium eingehalten werden.

D Gesundheit und Komfort			
D. 1. Thermischer Komfort			
D. 1. 1. Thermischer Komfort im Winter			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Differenz zwischen Oberflächentemperatur und Raumtemperatur	Temperaturdifferenz zwischen Wandoberfläche und Innenraumluft < 4 K, Temperaturdifferenz zwischen Glasoberfläche (Fenster) und Innenraumluft < 6 K	ÖGNB Kriterienkatalog	✓

Durch die thermische Gebäudesimulation durch das PHI konnten folgende Werte ermittelt werden (Abbildung 26): Die Oberflächentemperatur der Außenwand (rot) weicht im Winter höchstens etwa 1,5K von der Raumtemperatur (grün) ab und beträgt mind. 19,3°C bzw. im Tagesmittel mind. 19,9°C. Die Temperatur der innersten Glasscheibe (blau) schwankt in Abhängigkeit der solaren Strahlung (gelb), sinkt nie unter 17,1°C und liegt im Tagesmittel bei mind. 18,5°C.



**Abbildung 26: Oberflächentemperaturen Außenwand und Fenster im Winter (Quelle: Passivhaus Institut - Standort Innsbruck)**

D. 1. 2. Thermischer Komfort im Sommer			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Übertemperaturstunden	Kategorie II der ÖNORM EN 15251, adaptives Modell, max. 5 % Übertemperaturstunden	Dynamische Gebäudesimulation, ÖNORM EN 15251	✓

Die thermische Gebäudesimulation des Passivhaus Institut enthält folgende Werte (Abbildung 27): In den wärmsten Wochen steigen die Raumtemperatur auf max. 27,0°C bzw. im Tagesmittel auf max. 26,2°C. Der Spitzenwert von 27°C wird lediglich für 4 Stunden im Jahr erreicht.

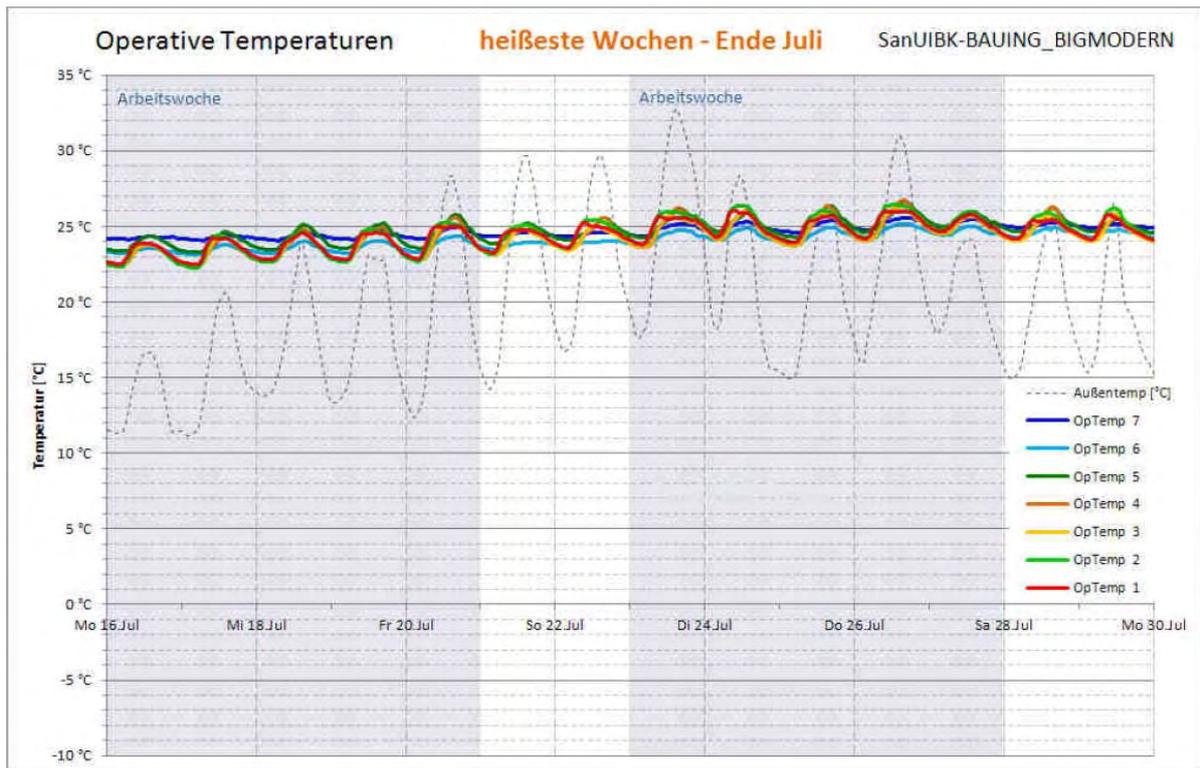


Abbildung 27: Operative Temperaturen mehrerer Zonen im Sommer (Quelle: Passivhaus Institut - Standort Innsbruck)

D. 2. Raumlufqualität			
D. 2. 1. Lüftung (Komfortlüftung mit WRG, natürliche Lüftung - freie Nachtlüftung)			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Anteil der natürlich belüftbaren Fläche an der gesamten NGF	> 60 %	ÖGNB Kriterienkatalog	✓

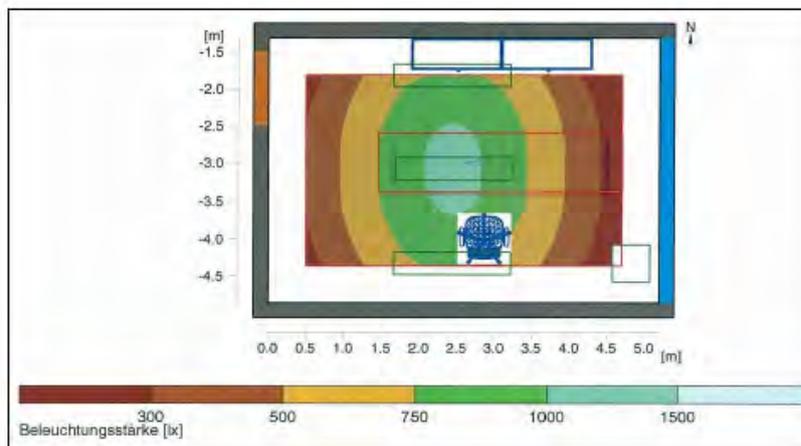
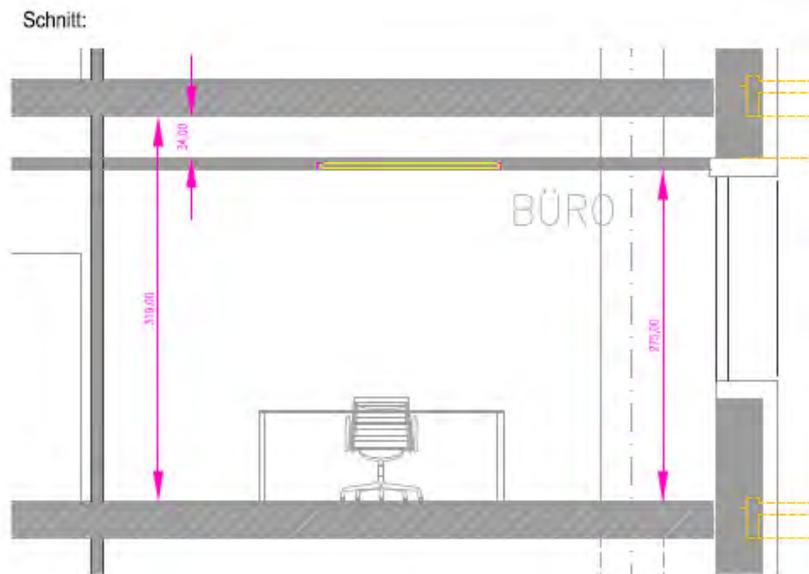
Der Nachweis des Anteils an natürlich belüftbaren Flächen gemäß ÖGNB ergab einen Wert von 70,45 %.

D. 3. Schallschutz / Raumakustik			
D. 3. 2. Raumakustik in relevanten Gebäudeteilen			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Nachhallzeit	Einhaltung der normgerechten Nachhallzeit	ÖNORM B 8115-3	✓

Messungen in ausgewählten Büroräumen im Gebäudebestand ergab, dass die Anforderungen der ÖNORM B 8115-3 großteils erfüllt werden.

D. 4. Belichtung, Beleuchtung, Sonnen- und Blendschutz			
D. 4. 1. Qualität der künstlichen Beleuchtung			
Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Arbeitsplatzbeleuchtung	AP Beleuchtungskonzept, gleichmäßige Leuchtdichteverteilung	Beleuchtungskonzept, Lichtsimulation	✓

Eine Lichtplanung wurde von Seiten des Generalplaners durchgeführt. Ein Beispiel für die Auslegung der Leuchten ist in der nachfolgenden Abbildung (Abbildung 28) ersichtlich: Beleuchtung Regelgeschoß 3 Achsen Büro, Beispiel Miral 2/35 W.



**Abbildung 28: Ermittlung der Beleuchtungsstärke für einen ausgewählten Raum im Rahmen der Lichtplanung (Quelle: ATP architekten Ingenieure)**

D. 4. 2. Tageslichtversorgung / Tageslichtquotient / Sichtverbindung nach außen

Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Tageslichtsimulation zur Planungsoptimierung	Optimierung der Tageslichtversorgung	Planung	✓

Im Rahmen der dynamischen Gebäudesimulation in der Vorentwurfs- und Entwurfsphase wurde auch eine Tageslichtsimulation durchgeführt. Die Maßnahmen zur Optimierung des Tageslichtes wurden als Vorschläge im Rahmen der Planungsbesprechungen diskutiert, einige der vorgeschlagenen Maßnahmen wurden umgesetzt.

D. 4. 3. Sonnen- und Blendschutz

Indikator	Anforderungsniveau	Nachweismethode	Eingehalten?
Sonnen- und Blendschutz	Individuell einstellbarer Sonnenschutz, Blick nach außen	Planung	✓

In den Regelgeschossen wird ein automatischer Sonnenschutz in Form von Verbunddraffstores als außen liegender Sonnenschutz vorgesehen. Dem Sonnenschutz ist eine außen liegende Glasscheibe vorgelagert (Abbildung 29).

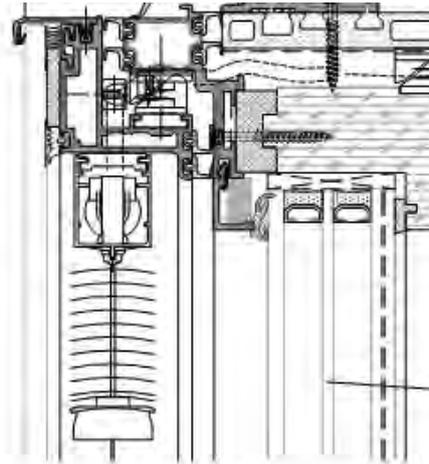
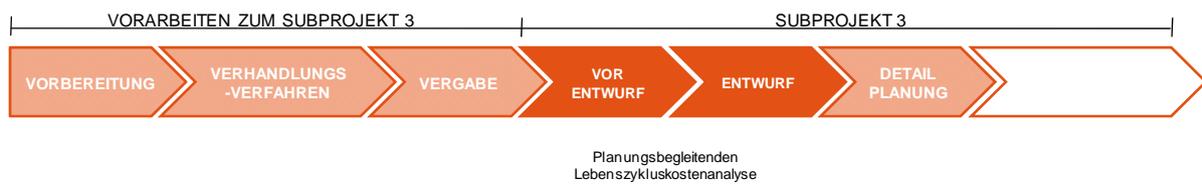


Abbildung 29: Ausschnitt Fensterdetail mit Sonnenschutz (Quelle: Mosbacher, ATP architekten Ingenieure)

## 3.7 Integration von anderen Subprojekten

### 3.7.1 SP4 Lebenszykluskostenanalyse

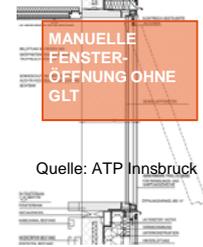


Die vorliegende Lebenszykluskostenanalyse (LZKA) wird für das Sanierungsvorhaben des Hauptgebäudes der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck durchgeführt. In diesem Bericht werden zwei Varianten analysiert. Als Basis diente der vorliegende Entwurf des Generalplaners.

In der nachfolgenden Beschreibung der Varianten sind die Abweichungen vom Entwurf dargestellt (Tabelle 3):

<b>VARIANTE 01</b>	Zusätzlich zum vorliegenden Entwurf werden weitere Maßnahmen zum Wärmeschutz und die Beleuchtung mit tageslicht- und präsenzabhängiger Steuerung durchgeführt. Für das Gebäude wird eine vollständige mechanische Be- und Entlüftung vorgesehen. Die Lüftungsanlage wird für das gesamte Gebäude ausgelegt. Die Zuluft wird dabei im Winter geheizt und im Sommer gekühlt (Vorkonditionierung). Die sommerliche Überhitzung in den Büroräumen kann durch den höheren Luftvolumenstrom weitgehend vermieden werden. Aus diesem Grunde wurde auf die natürliche Nachtlüftung über die Fenster verzichtet und somit die elektrischen Motoren samt dazugehörige GLT für die Fensteröffnung nicht eingesetzt.
<b>VARIANTE 02</b>	Zusätzlich zum vorliegenden Entwurf werden weitere Maßnahmen zum Wärmeschutz und die Beleuchtung mit tageslicht- und präsenzabhängiger Steuerung durchgeführt. Die Zuluft der mechanische Be- und Entlüftung der Kernzonen wird in die Büroräume eingeblasen. D.h. die Lüftungsanlage wird nur für die Kernzone ausgelegt. Damit kann eine Verbesserung des sommerlichen Komforts im Vergleich zur Entwurfsvariante realisiert werden kann. Einige Übertemperaturstunden über 26°C müssen allerdings akzeptiert werden. Die Zuluft wird im Winter geheizt und im Sommer gekühlt (Vorkonditionierung).
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<p><b>Variante 01</b> unterscheidet sich von Variante 02 nur durch die Art der Belüftung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Variante 01: Auslegung der mechanische Be- und Entlüftung für das gesamte Gebäude</li> <li>■ Daher wird in Variante 01 auf die natürliche Nachtlüftung und somit auch auf die automatische Öff-</li> </ul>

nung des Senk-Kipp-Fensters verzichtet.



In **Variante 02** gilt die Auslegung der Lüftungsanlage für den Kernbereich. Die öffnbaren Fensterflügel werden manuell bedient.



### Tabelle 3: Beschreibung der Varianten

Die zusätzlichen Maßnahmen für den Wärmeschutz sowie für die tageslicht- und präsenzabhängige Steuerung der Beleuchtung sind für beide Varianten ident. Die mechanische Be- und Entlüftung des Gebäudes sowie die Berücksichtigung der Nachtlüftung sind in den Varianten unterschiedlich.

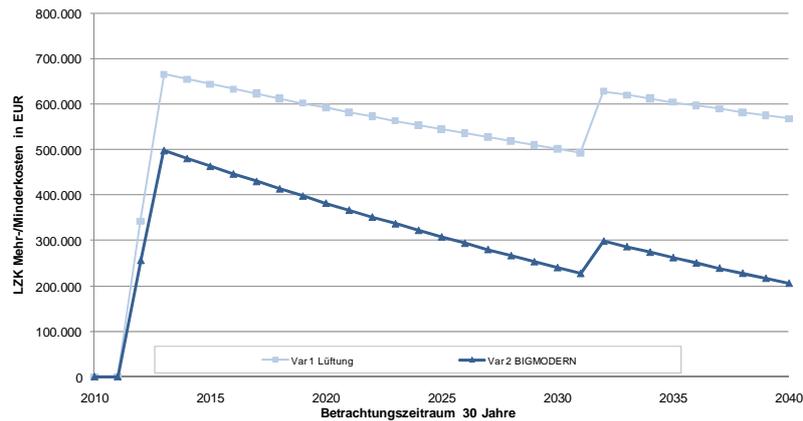
In der LZKA für die beiden Varianten sind die zusätzlichen Mehr- bzw. Minderkosten für die Sanierung sowie für den Gebäudebetrieb im Vergleich zur Kostenberechnung des Generalplaners für die Entwurfsplanung und nicht die Gesamtkosten der Sanierung angesetzt worden.

Für die Berechnung der LZK wurden nachfolgende Parameter verwendet (Tabelle 4):

<b>BETRACHTUNGSZEITRAUM</b>	30 Jahre	Annahme
<b>KALKULATIONSZINSSATZ</b>	6,0 %/a	Interne Annahmen BIG
<b>BAUPREISSTEIGERUNG</b>	3,0 %/a	Annahme
<b>ENERGIEPREISSTEIGERUNG</b>	4,0 %/a	Annahme
<b>INFLATION</b>	3,0 %/a	Annahme

### Tabelle 4: Annahmen für die Eingabeparameter der Wirtschaftlichkeitsberechnung (Barwertmethode)

Die nachfolgende Darstellung stellt die kumulierten Mehr- oder Minderkosten über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren dar. Die „Nulllinie“ entspricht den Lebenszykluskosten des vorliegenden Entwurfs (Abbildung 30).



**Abbildung 30: LZK Vergleich von Variante 01 Lüftung Gesamtgebäude und 02 BIGMODERN (Quelle: Eigene Darstellung)**

Die LZKA zeigt, dass Variante 01 zu höheren Kosten in der Sanierung und im Betrieb führt. Beide Varianten haben höhere Errichtungskosten im Vergleich zur Entwurfsplanung, jedoch niedrigere Betriebskosten. In Summe ist der vorliegende Entwurf – unter Berücksichtigung der angenommenen Kosten und Berechnungsparameter – ökonomisch sinnvoll. Variante 02 ist jedoch hinsichtlich der Steigung von Energiepreisen deutlich stabiler.

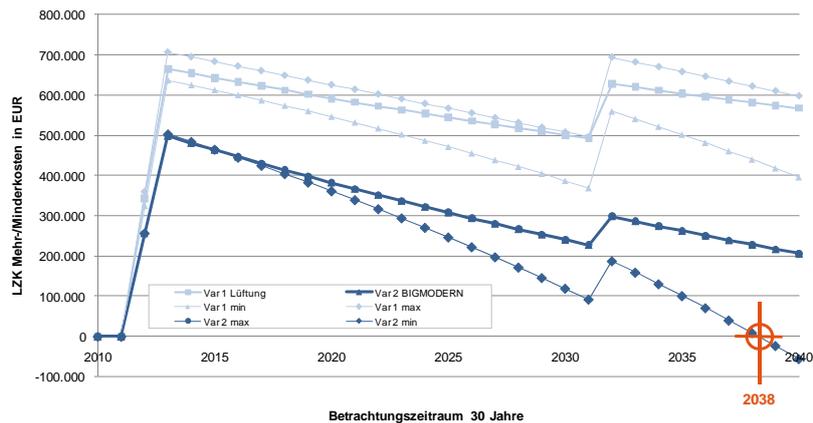
Die Sensitivitätsanalyse veranschaulicht die Ergebnisse für die Berechnung der LZK mit abweichenden Parametern. In der nachfolgenden Abbildung sind jene Ergebnisse dargestellt, die die höchsten Abweichungen von der Basisvariante ergeben.

Folgende Parameter ergeben das Minimum und Maximum der jeweiligen Variante (Tabelle 5):

<b>Variante 01</b>	MINIMUM	Baukosten – 20%, Energiepreissteigerung 6%/a, Kalkulationszinssatz 4%/a
	MAXIMUM	Baukosten + 20%, Energiepreissteigerung 4%/a, Kalkulationszinssatz 4%/a
<b>Variante 02</b>	MINIMUM	Energiepreissteigerung 6%/a, Kalkulationszinssatz 4%/a
	MAXIMUM	Energiepreissteigerung 4%/a, Kalkulationszinssatz 6%/a

**Tabelle 5: Werte für die Sensitivitätsanalyse**

Durch eine höhere Energiepreissteigerung werden in beiden Varianten niedrigere Energiekosten und damit niedrigen Mehrkosten verursacht. Die Mehrkosten in der Errichtung (die später auch in den Kosten für die Erneuerung relevant sind) sowie die höheren Kosten für Wartung und Instandsetzung führen zu höheren Betriebskosten in Variante 01 als in Variante 02 (Abbildung 31).



**Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse von Variante 01 Lüftung Gesamtgebäude und 02 BIGMODERN (Quelle: Eigene Darstellung)**

In der Sensitivitätsanalyse wurde somit festgestellt, dass unter günstigen Parametern Variante 02 über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren wirtschaftlicher ist als der vorliegende Entwurf. Bei niedrigerem Kalkulationszinssatz von 4%/a sowie hoher Energiepreissteigerung von 6%/a ist Variante 02 wirtschaftlich günstiger. Ab dem Jahr 2038 sind mit geringeren kumulierten Kosten für das Gebäude zu rechnen.

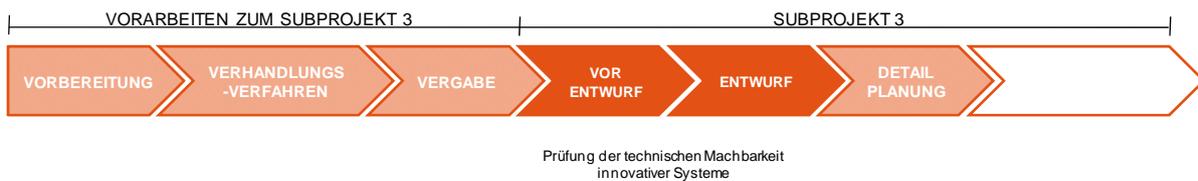
Bei der Entscheidung der jeweiligen Variante sind – neben ökonomischen Kriterien – immer auch ökologische Kriterien sowie der Nutzungskomfort zu berücksichtigen (Tabelle 6).

	Ökonomie	Ökologie	Nutzungskomfort
Variante 01	Mehrkosten in der Errichtung und in den LZK	Niedrigere Energiekosten durch Maßnahmen zum Wärmeschutz, mechanische Lüftung des Gesamtgebäudes, führt zu höheren Energiekosten als Variante 02.	Sommerlicher Temperaturen über 26°C können weitgehend vermieden werden.
Variante 02	Mehrkosten in der Errichtung, geringere LZK als der Entwurf bei günstigen Parametern	Wesentlich niedrigere Energiekosten durch hohen Wärmeschutz und moderater mechanischer Be- und Entlüftung.	Sommerliche Temperaturen über 26°C müssen akzeptiert werden.

**Tabelle 6: Auswirkungen der Varianten auf Ökonomie, Ökologie und Nutzungskomfort**

Unter Berücksichtigung von weiterführenden Aspekten stellen nicht allein die Lebenszykluskosten, sondern auch der Nutzungskomfort ein wesentliches Entscheidungskriterium dar im Gebäudebetrieb. Durch die Festlegung der Anforderungen an den sommerlichen Komfort werden Mehrkosten in der Sanierung und im Betrieb des Gebäudes im Vergleich zum Entwurf definiert.

### 3.7.2 SP5 Technische Machbarkeitsprüfung



Ergebnisse aus den Recherchen in Subprojekt 5 flossen in die auftretenden speziellen Fragestellungen beim Planungsprozess Sanierung UIBK Innsbruck ein, wie z.B. alternative Kühlungsmethoden, Beleuchtung, Lüftung und das Thema Tageslichtnutzung.

Im Folgenden soll anhand eines Beispiels kurz erläutert werden, wie die Ergebnisse aus Subprojekt 5 eingebunden wurden: Im SP5 wurde ein interaktives Power-Point Dokument erstellt („Entscheidungsmatrix“), welches detaillierte Hilfen für Entscheidungen, technische Hintergründe und Planungsanforderungen enthält – die entscheidenden Kriterien werden dabei mit (PDF-)Dokumenten und Erklärungen hinterlegt – als Hilfe für die Entscheidung, welche Maßnahmen und welchen Umständen für die Nachhaltigkeit und Effizienz sinnvoll sind. Aus den für das Bauvorhaben relevanten Dokumenten können die Planungsvorgaben einfach für die betreffende Sanierung herausgelesen werden – hier als Beispiel das Thema Lüftung (Abbildung 32):

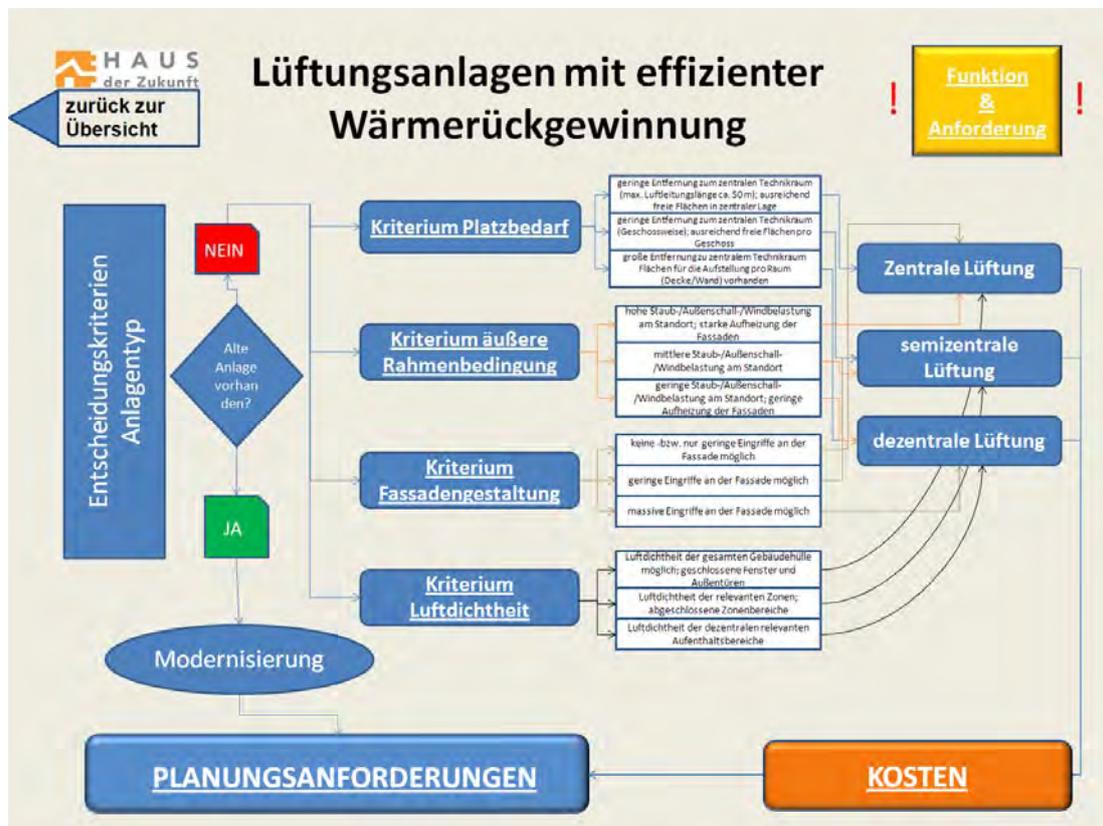


Abbildung 32: Screenshot vom Teil Lüftungsanlagen der Entscheidungsmatrix aus Subprojekt 5 (Power-Point Dokument mit integrierten Dokumenten zu tieferehenden Entscheidungsinformationen und Hintergründen), Quelle: Grazer Energieagentur GmbH

Die folgenden Zielkriterien stammen aus dem oben dargestellten Tool. Diese Kriterien werden in einer Planungsbesprechung diskutiert und so weit wie möglich angewendet (siehe Abbildung 33 und Abbildung 34).

## **BIGMODERN – Effizienzkriterien Ausschreibung**

### **Lüftungsanlagen**

- **Hocheffiziente Wärmerückgewinnung > 75%**  
(z.B. mit Doppel-Plattenwärmetauscher im Kreuz-Gegenstrom 81-85%  
Wärmerückgewinnungsgrad möglich, Rotationswärmetauscher haben geringeren  
Druckverlust aber geringeren WRG [weiterer Vorteil: kompakter, gleichzeitige  
Feuchterückgewinnung einfach möglich])
- **Luftdichtheitstest Gebäude (Ziel n50 < 1,0)**
- **Ventilatoren Klasse SFP1 bzw. 2 (< 1100 Ws/m<sup>3</sup> inkl.  
WRG und Filter für Anlagen kleiner 10.000 m<sup>3</sup>/h; 1500  
Ws/m<sup>3</sup> für größere Anlagen)**
- **Durchmesser der Leitungen so groß wie möglich,  
Rundrohre statt rechteckiger Kanäle nach Möglichkeit**
- **Geringe Luftgeschwindigkeit in den Hauptleitungen (Ziel  
3m/s), Zielwert Druckabfall im Luftleitungsnetz:  
Abluft 100 Pa, Zuluft 200 Pa (ohne Filter und WRG)**



Abbildung 33: Zusammenfassung der Effizienzkriterien für die Optimierung der Detailplanung der Sanierung UIBK-Innsbruck aus SP5 (Quelle: Grazer Energieagentur GmbH)

## BIGMODERN – Effizienzkriterien

### Lüftungsanlagen

#### ■ Regelung:

- ▶ Bei Seminarräumen/Hörsälen raumweise variabler Volumenstrom (Konstantdruckregler im Zentralgerät + VAV-Box pro Raum inkl. Schalldämpfer) mit Präsenzmelder+CO<sub>2</sub> Steuerung
- ▶ In den Büros konstanter Volumenstrom (hyg. Mindestluftmenge) mit Zeitschaltung
- ▶ In beiden Bereichen: autom. Sommer-Nachlüftungsfunktion mit Sommer-Bypass (keine WRG im Sommer)

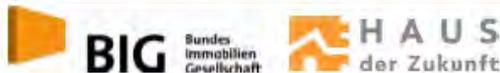


Abbildung 34: Zusammenfassung der Effizienzkriterien für die Optimierung der Detailplanung der Sanierung UIBK-Innsbruck aus SP5 (Quelle: Grazer Energieagentur GmbH)

### 3.7.3 SP7 Energie Messkonzept



Erarbeitung eines Messkonzeptes für Energiemonitoring und Integration dieses Konzeptes in die Ausschreibung der Bauaufgabe

### Hintergrund

Das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften der UNI Innsbruck soll unter den Gesichtspunkten der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit saniert und umgebaut werden. Um nach Fertigstellung des Bauvorhabens einen energieeffizienten Betrieb zu gewährleisten, ist die Einrichtung eines Energieverbrauchsmonitoring-Systems geplant. Dieses soll einerseits Gebrechen bzw. Fehlsteuerungen rasch identifizieren und andererseits den realen Gebäudebetrieb mit Planwerten vergleichen, umso schrittweise zu einem optimierten Betriebsverhalten zu gelangen. Grundsätzlich wird bei den Energieverbrauchsmonitoring-Systemen häufig zwischen folgenden Ansätzen unterschieden:

- **Energiebuchhaltung:** Bei der Energiebuchhaltung werden Verbrauchs- und Kostendaten in regelmäßigen Abständen erhoben und strukturiert aufbereitet. Abhängig von der Detailtiefe (jährliche, monatliche Energierechnungen, regelmäßige Zähler-

ablesungen, kontinuierliche computergestützte automatische Zählerablesung, etc.) können relativ rasch Rückschlüsse auf überraschende Mehrverbräuche bzw. Abweichungen gemacht werden.

- **Energieverbrauchs-Benchmarking:** Beim Benchmarking wird eine Gegenüberstellung der Energieverbräuche ähnlicher Gebäudetypologien oder lediglich ähnlicher Systeme durchgeführt. Dadurch kann relativ leicht festgestellt werden, ob einzelne Gebäude verglichen mit dem Durchschnitt mehr oder weniger effizient betrieben werden. Aufgrund unterschiedlicher Nutzerbedürfnisse können hierbei jedoch oft große Schwankungen auftreten. Dennoch können Ausreißer nach oben bzw. unten leicht erkannt werden und Anreiz sein, sich die Gründe hierfür näher anzusehen. Häufig können dadurch schlummernde Effizienzpotenziale entdeckt werden.

Der Gebäudebetrieb soll nicht an einen externen Facility Manager ausgelagert werden. Unabhängig davon kann bereits vor Planungsbeginn das gewünschte Monitoringkonzept erarbeitet werden. Damit können schon sinnvolle Planungsvorgaben für die Haustechnikplaner gemacht werden. Vor diesem Hintergrund verfolgt das gegenständliche Projekt das Ziel, das zukünftigen Facility Management dabei zu unterstützen, ein zweckorientiertes Monitoring-System zu entwickeln und gleichzeitig die dafür erforderlichen Messpunkte in die laufende Planung (Vorentwurfs- bzw. Entwurfsplanung) zu integrieren.

### **Integration des Messkonzepts in die Ausschreibung**

Zu Beginn der Planungsphase wurde das Planungsteam über Grundsätze zum Energieverbrauchsmonitoring und die weitere Vorgangsweise informiert.

Im Herbst 2011 wurde ein erstes Messkonzept mit den erforderlichen Datenpunkten und weiteren erforderlichen Informationen dem Bauherrn und dem Generalplaner vorgelegt. Auf Basis dessen wurde ein gemeinsamer Workshop für die BIG in Innsbruck abgehalten, bei dem die Vorschläge und Wünsche des Bauherrn und Gebäudebetreibers in das Konzept eingeflossen sind. Nach mehreren Überarbeitungsschritten wurde das Messkonzept festgelegt, das als Basis für die Ausschreibung dienen sollte. Die Ausschreibungsunterlagen wurden vom BIGMODERN Team geprüft, ob die geforderten Anforderungen des Messkonzepts eingehalten worden sind.

### **Messkonzept für das Hauptgebäude der Baufakultät der Universität Innsbruck**

In den nachfolgenden Abbildungen ist das Schema des Messkonzeptes dargestellt. Die Abbildungen beschreiben den Energiefluss der unterschiedlichen Energieträger von der Systemgrenze Gebäude bis hin zum Energieverbraucher. Im Ablauf des Energieflusses sind die Messpunkte für das Universitätsgebäude enthalten.

### ENDENERGIEZUFUHR GEBÄUDE

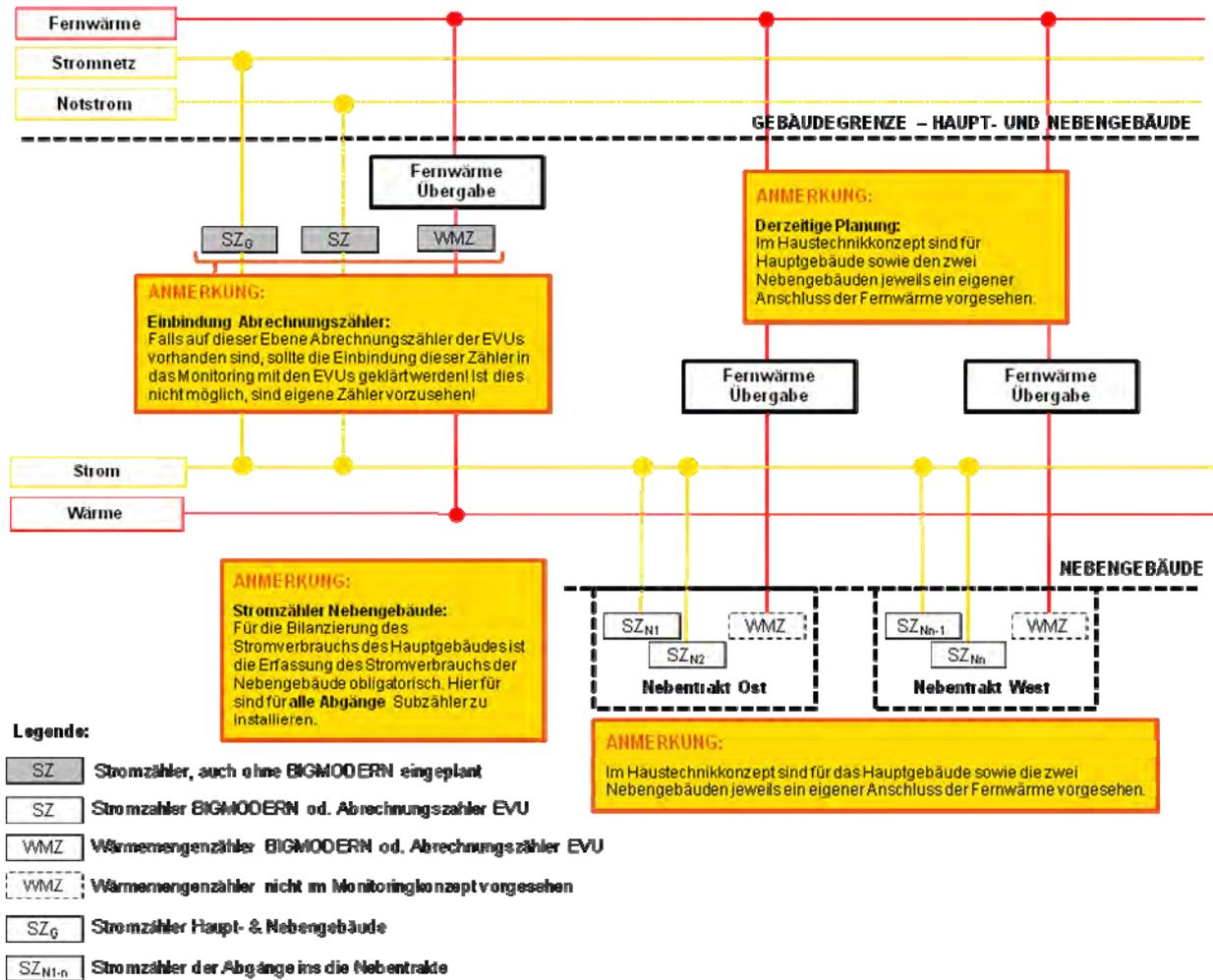


Abbildung 35: Energiezufuhr Gesamtgebäude – Aufteilung in Hauptgebäude und Nebengebäude (Quelle: Eigene Darstellung)

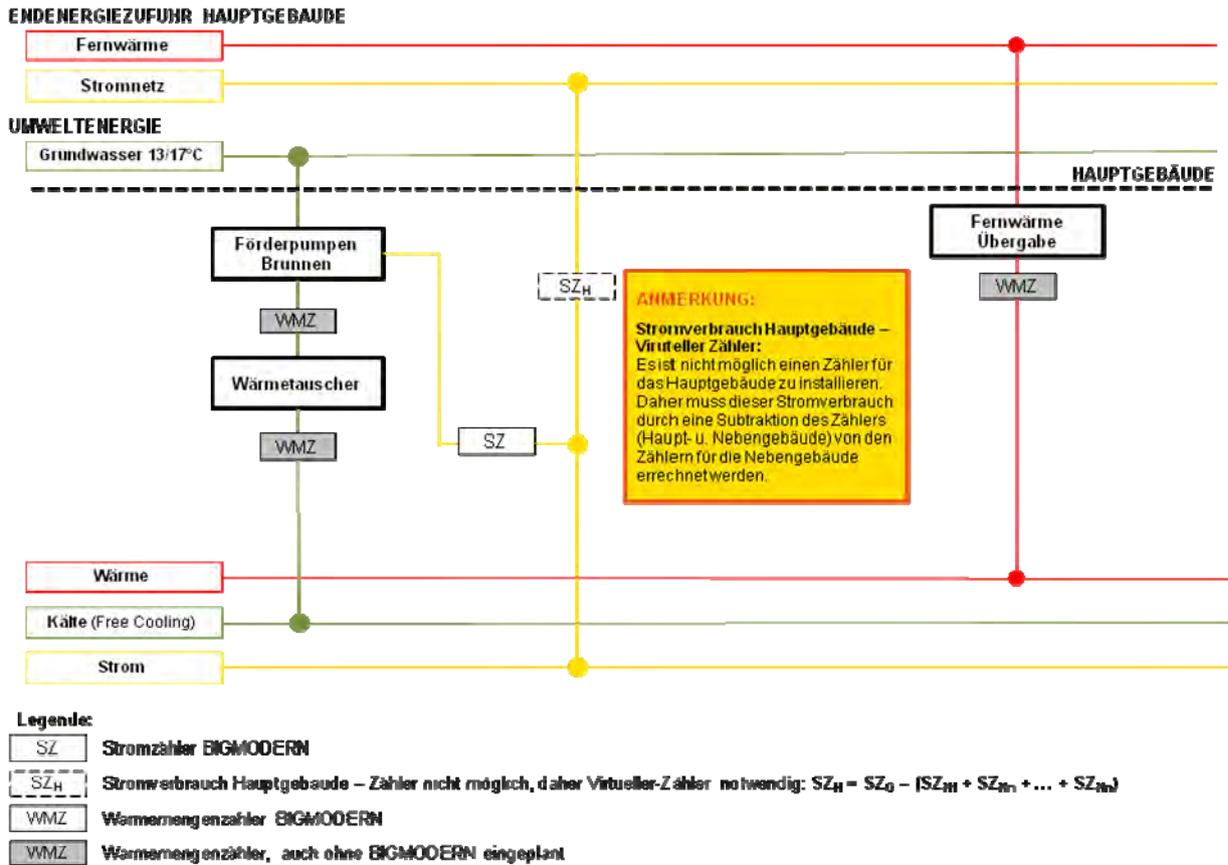


Abbildung 36: Datenpunkte Energie – Energieumwandlung im Hauptgebäude (Quelle: Eigene Darstellung)

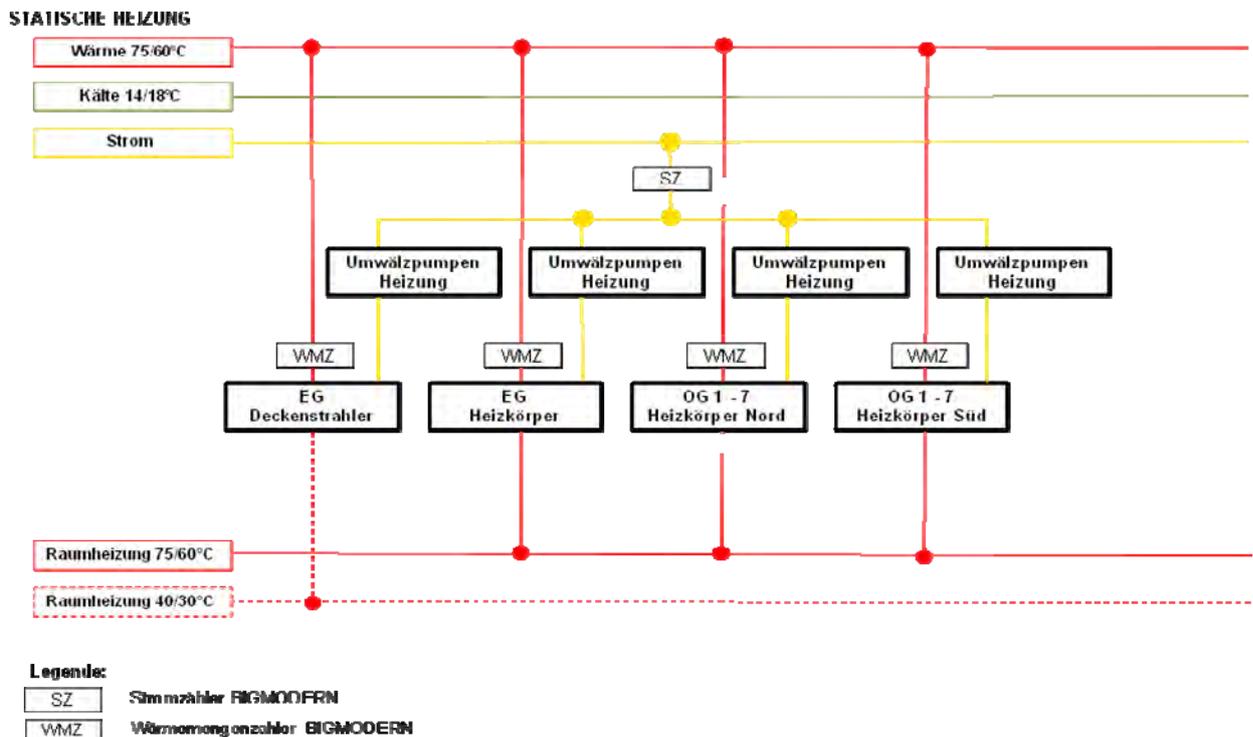


Abbildung 37: Datenpunkte Energie – Statische Heizsysteme (Quelle: Eigene Darstellung)

### KÜHLUNG

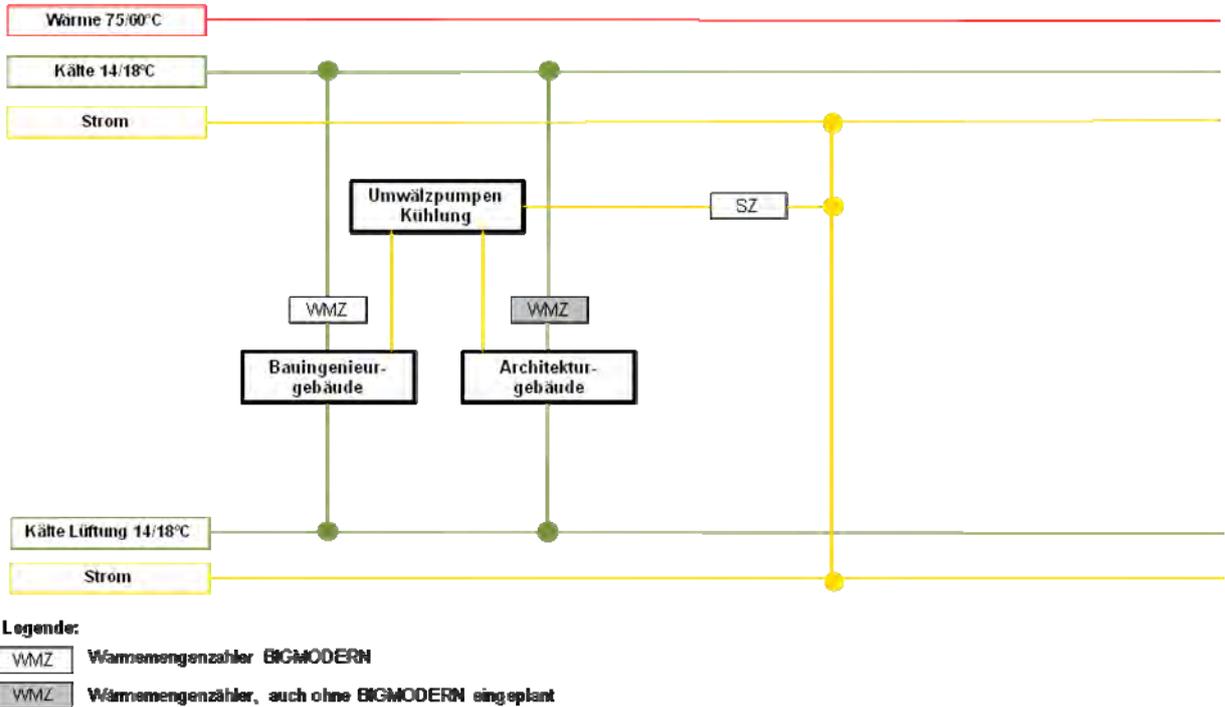


Abbildung 38: Datenpunkte Energie – Kühlung (Quelle: Eigene Darstellung)

### LUFTUNG

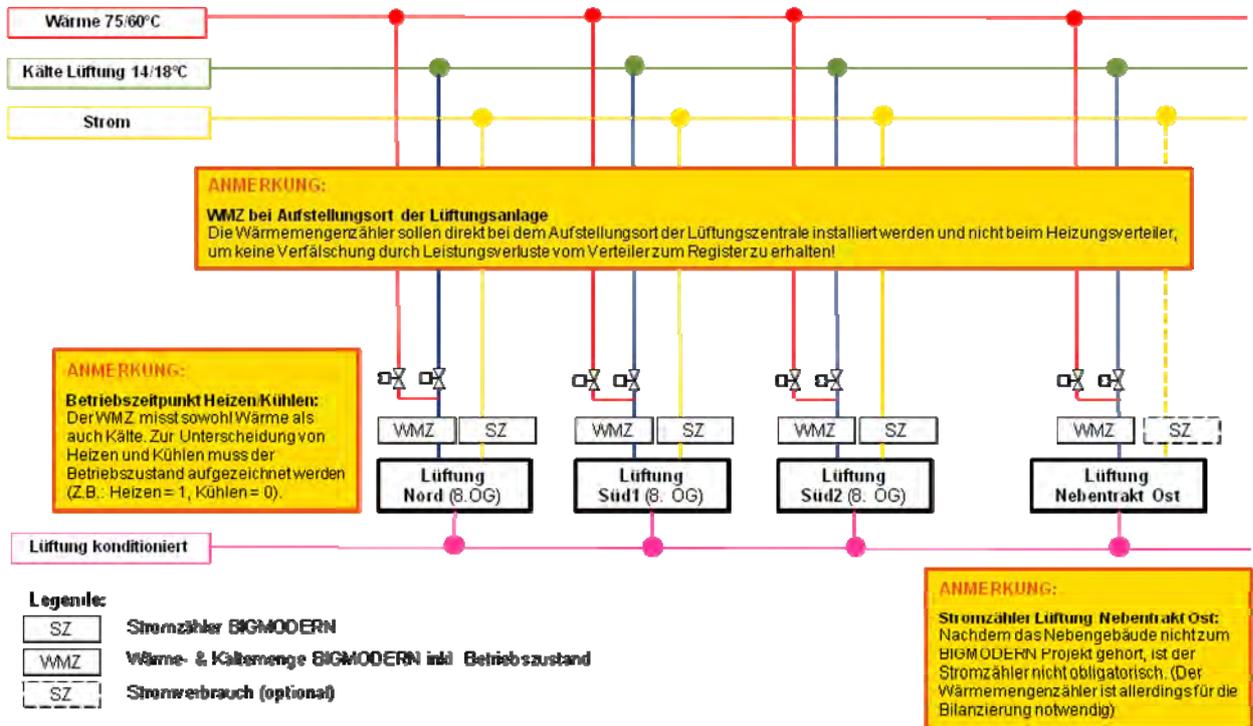


Abbildung 39: Datenpunkte Energie – Lüftungsanlage (Quelle: Eigene Darstellung)

**ELEKTRO**

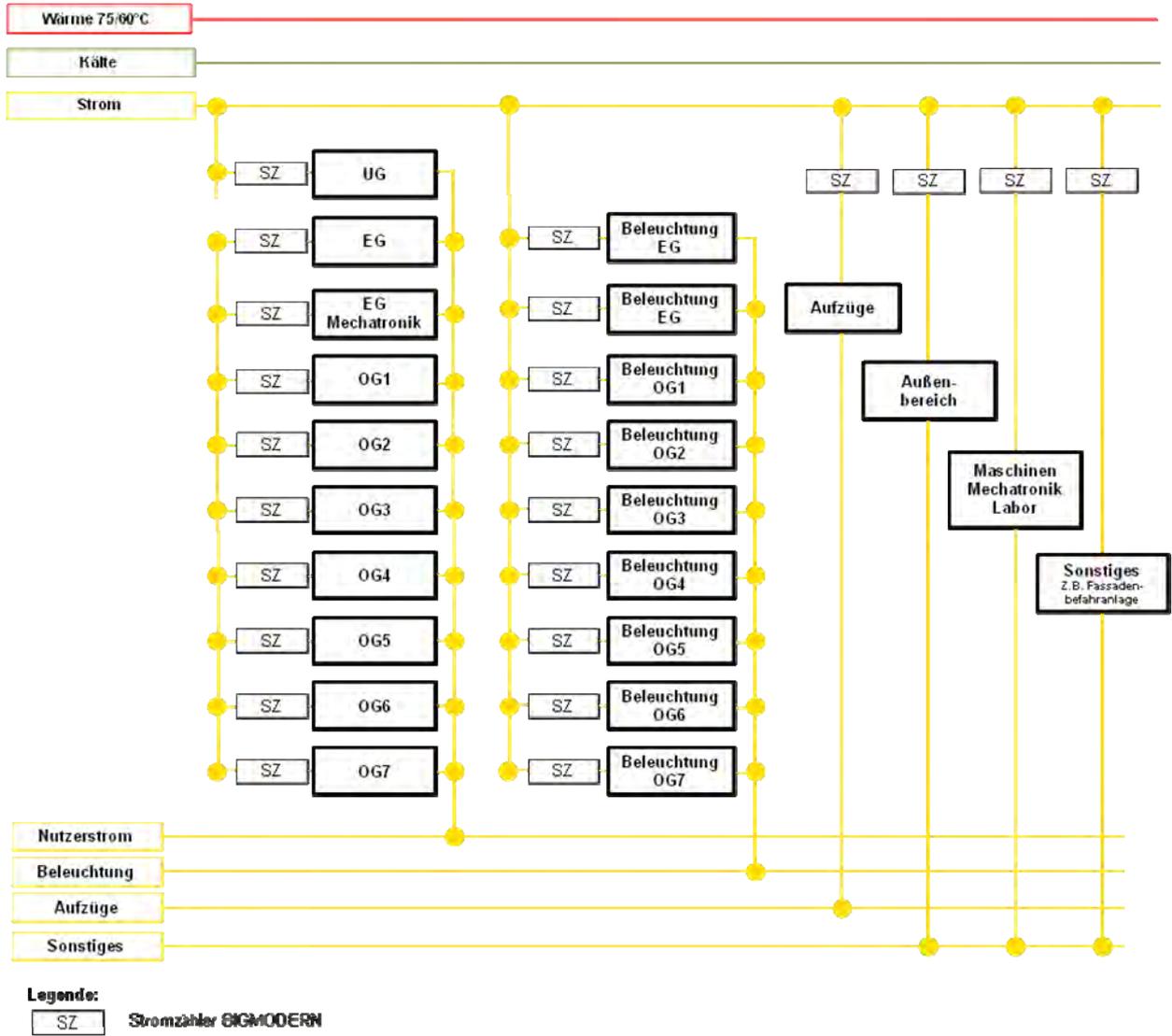
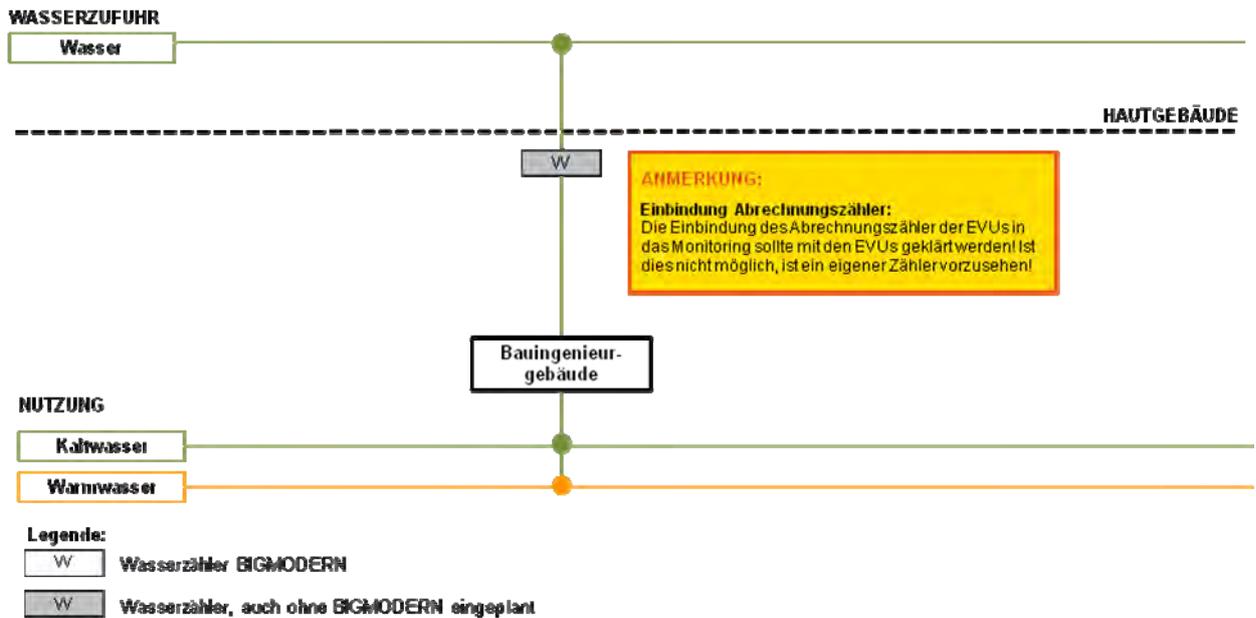


Abbildung 40: Datenpunkte Energie – Elektroanlagen (Quelle: Eigene Darstellung)

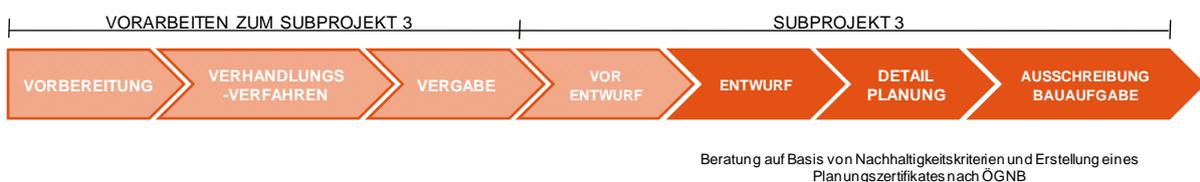


**Abbildung 41: Datenpunkte Wasser (Quelle: Eigene Darstellung)**

Zusätzlich zu den Messpunkten in den Abbildungen werden noch Klimadaten, Datenpunkte der Lüftungsanlage erhoben und Referenzmessungen der Komfortparameter in einem Anteil der Büroräume durchgeführt.

Details zum allgemeinen Messkonzept sind im Endbericht zum Subprojekt 7 zu entnehmen.

### 3.7.4 SP7 Total Quality Planungsbewertung



Im Rahmen des Programms „Haus der Zukunft plus“ werden alle Gebäude mit Total Quality Building (TQB) endzertifiziert. Ziel der Zertifizierung ist die ganzheitliche Darstellung der Nachhaltigkeit für die Demonstrationsprojekte und der Vergleich der Ergebnisse untereinander.

Wesentliche TQB-Kriterien wurden schon als Anforderungen für die Planung berücksichtigt und wurden im gesamten Planungsverlauf detailliert überprüft. Die restlichen Kriterien wurden mitgeführt. Bei Planungsentscheidungen wurden die Auswirkungen auf diese Kriterien geprüft.

Um einen Überblick zu bekommen, bei welcher Punkteanzahl der TQB-Bewertung das künftige Gebäude liegen wird, wurde im Rahmen der Planung eine erste Bewertung durchgeführt

(Abbildung 42). Zum Zeitpunkt der Berichtslegung befand sich das Gebäude gerade in der der Ausschreibungsphase. Zu diesem Zeitpunkt ist das Planungszertifikat schon vorgelegen.

Im Zuge der weiteren Planung und Ausführung werden die Kriterien weiterhin verfolgt, auf ihre Einhaltung überprüft und gegebenenfalls angepasst. Der Punktestand kann sich daher bis zum endgültigen Errichtungszertifikat noch ändern. Nach Fertigstellung und Übergabe wird das Errichtungszertifikat vorliegen.

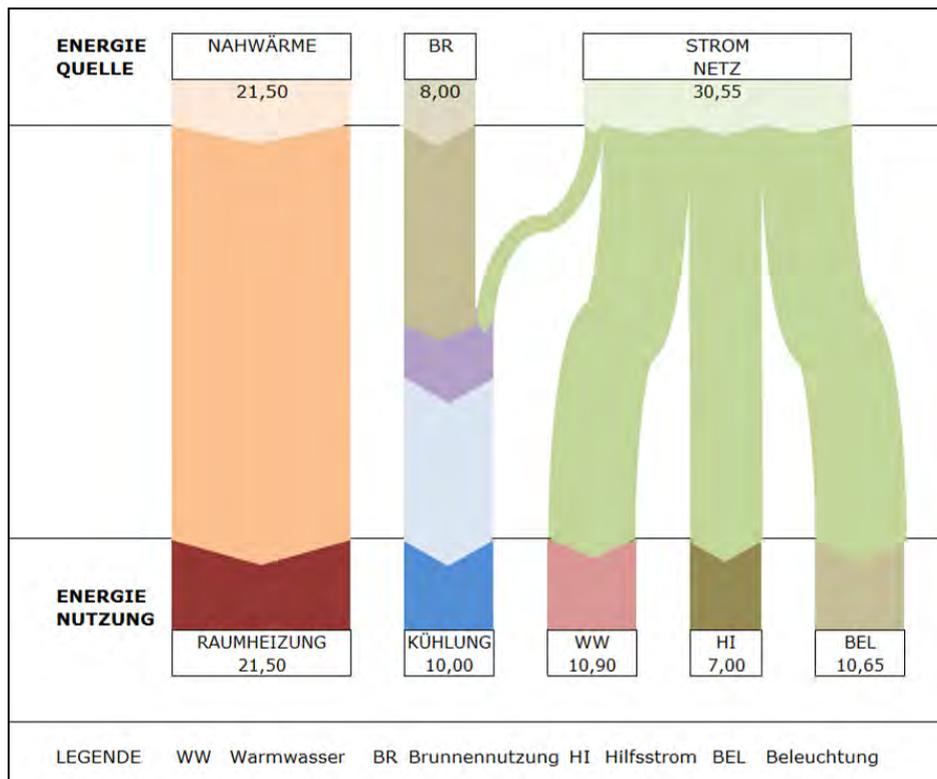


**Abbildung 42: ÖGNB Planungszertifikat (Quelle: ÖGNB)**

Detaillierte Informationen zur TQB Bewertung werden in SP10 Dokumentation enthalten sein.

### 3.8 Energieflussbild

Das Energieflussbild (siehe Abbildung 43) veranschaulicht den Fluss der Energie von den Energieträgern zur Energienutzung im Gebäude. Als Energieträger liegen die Fernwärme für Wärme sowie das elektrische Stromnetz für Strom vor. Zusätzlich basiert ein Teil der Energienutzung für Kühlung auf Brunnenwasser. Die Energieflussrechnung basiert auf den Angaben des Planungsteams zum Endenergiebedarf.



**Abbildung 43: Energieflussbild Universität Innsbruck – Baufakultät (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck, eigene Berechnungen)**

### 3.9 Einhaltung der Vorgaben zum Leitprojekt

Im Antrag zum Leitprojekt hat sich die BIG verpflichtet, im Demonstrationsprojekt Universitätsgebäude Innsbruck die folgenden Qualitätsstandards einzuhalten:

1. im Allgemeinen die Kriterien des klima:aktiv haus Katalogs oder vergleichbarer nationaler oder internationaler Nachhaltigkeitszertifikate;
2. im Besonderen Niedrigenergiehausstandard entsprechend der ONORM B 8110 Teil 1 (mindestens Energieklasse A, d.h. HWB\* < 25 kWh/m<sup>2</sup>a);
3. im Besonderen Erzielung einer deutlichen Reduktion des Endenergiebedarfs angelehnt an die Vorgaben des klima:aktiv haus Kriterienkatalogs.

#### Ad 1. Anwendung von Nachhaltigkeitskriterien

In der Planungsbegleitung zum Hauptgebäude der Baufakultät der Universität Innsbruck wurden – neben Energiekriterien – Kriterien hinsichtlich der soziokulturellen und ökonomischen Nachhaltigkeit vorgegeben. Im Gegensatz zum ersten Demonstrationsprojekt ist für diese Planung das Nachhaltigkeitszertifikat Total Quality Building der ÖGNG auch für die Sanierung vorgelegen. Aus diesem Grund wurden Nachhaltigkeitskriterien aus dem TQB-Katalog entnommen und für dieses Projekt eingesetzt.

Bei den Kriterien wurde der Fokus auf Energieeinsparung sowie die Auswirkungen auf andere Aspekte – wie beispielsweise Nutzungskomfort und Lebenszykluskosten – gelegt. Mit der Anwendung dieser Kriterien konnte der Vorgabe 1 zum Leitprojekt Rechnung getragen werden. Das Planungszertifikat, das 838 von 1.000 maximal erreichbaren Punkten zeigt, veranschaulicht, dass ein Gebäude mit hohem Anspruch auf Nachhaltigkeit realisiert wird.

## Ad 2. Energieeffizienzklasse A, HWB\* < 25 kWh/m<sup>2</sup>a

Für das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck konnte mit Hilfe der Planungsbegleitung durch das BIGMODERN-Team sowie durch finanzielle Unterstützung durch das Programm Haus der Zukunft plus die Anforderung an den HWB\* mit 25 kWh/m<sup>2</sup>a deutlich unterschritten. Der Energieausweis weist einen HWB\* von 15 kWh/m<sup>2</sup>a auf (Abbildung 44).

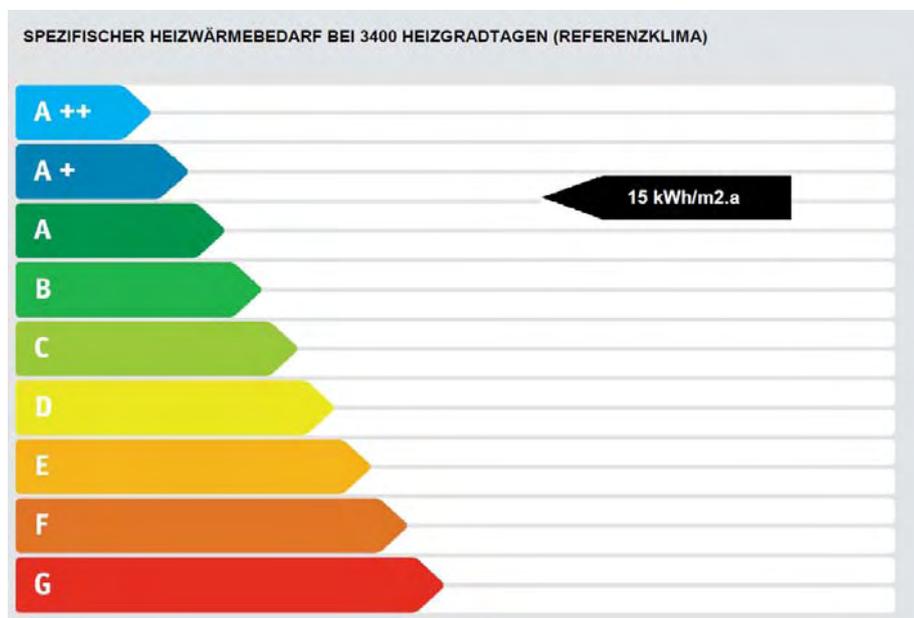
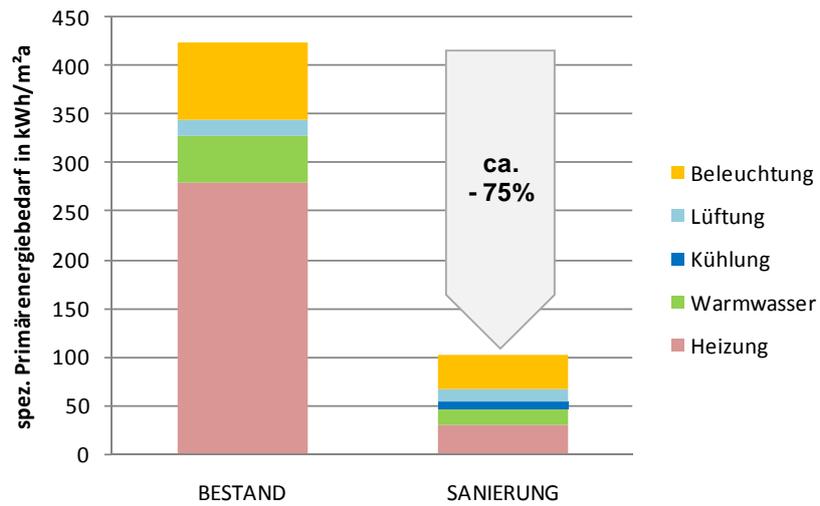


Abbildung 44: Energieeffizienzskala im Energieausweis (Quelle: Passivhaus Institut - Standort Innsbruck)

## Ad 3. Einsparung an Primärenergiebedarf

Nachdem die Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden im klima:aktiv-Katalog anhand des Indikators Primärenergiebedarf geprüft werden, wurde vom Endenergiebedarf entsprechend dem Projektantrag abgegangen.

Der Primärenergiebedarf vor Sanierung lag – entsprechend Angaben im Energieausweis – bei ca. 430 kWh/m<sup>2</sup>a. Nach Sanierung liegt der Primärenergiebedarf – auch nach Angaben im Energieausweis – bei ca. 100 kWh/m<sup>2</sup>a. Das entspricht einer Einsparung von über 75 %. Damit konnte auch die dritte Vorgabe zum Leitprojekt eingehalten werden (Abbildung 45).

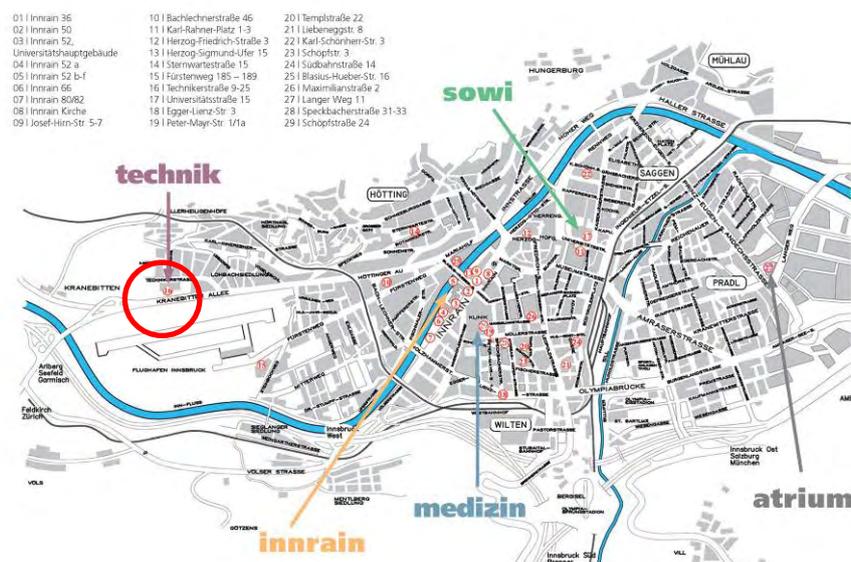


**Abbildung 45: Einsparung an Primärenergiebedarf nach Sanierung (Quelle: Passivhaus Institut – Standort Innsbruck, Eigene Berechnung)**

## 4 Ergebnis der Planung

### 4.1 Beschreibung des Bestandsgebäudes

Das Grundstück der LFU Innsbruck liegt im Westen Innsbrucks und wurde erstmalig 1969 bebaut. Der Universitätscampus wurde „auf der grünen Wiese“ errichtet. Heute liegt eine dichte Wohnbebauung nördlich der Technikerstraße vor. Für die Erweiterung des Campus nach Westen liegt ein Masterplan vor. Der einst aus der Stadt ausgegliederte Technik-Standort der LFUI ist mittlerweile von einer städtischen Struktur umgeben (Abbildung 46).



**Abbildung 46: Stadtplan mit Lage des Fakultätsgebäudes für technische Wissenschaften der Uni Innsbruck (Quelle: Universität Innsbruck)**

Das quaderförmige Hauptgebäude der Bau fakultät umfasst acht Obergeschoße und ein Untergeschoß. Die Tragstruktur ist ein Stahlbetonskelettbau mit einem Raster von 7,50 x 7,50 m. Der Stahlbetonkern umfasst Treppenhaus, Aufzugsschächte, Technischächte und WC-Anlagen. Die horizontalen Tragelemente kragen über die Fassade hinaus und bilden rundherum Balkone. Oben abgeschlossen ist das Gebäude mit einem Flachdach (Abbildung 47).



Abbildung 47: Hauptgebäude der Bau fakultät (Quelle: Universität Innsbruck)

## 4.2 Beschreibung der geplanten Baumaßnahmen

### 4.2.1 Fassade und Fenster

Bei der Sanierung des Gebäudes der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck wurde die Fassade zweimal ausgeschrieben. Letztendlich wird eine Elementfassade aus Alu ausgeführt. Die Details waren bei Abgabe dieses Berichts noch nicht ausgearbeitet.

Der Fokus lag bei der Entwicklung auf dem Nutzungskomfort – dabei wurde dem Nutzerwunsch entsprochen, trotz Hochhausbedingungen und teilweise schwieriger Windsituation (Föhngebiet) auch die Möglichkeit der (automatischen) individuellen Fensterlüftung zu schaffen. Eine entscheidende Rolle spielt dabei das speziell für dieses Bauvorhaben entwickelte Senkklapppverbundfenster mit automatischer Regelung und manueller Übersteuerungsmöglichkeit. Durch die besondere Öffnungsart des Fensters ist eine effiziente, natürliche Nachtlüftung möglich.

Die Steuerung der Fenster erfolgt in Abhängigkeit der Temperatur- und Windverhältnisse.

Das Fenster besteht aus insgesamt vier Scheiben, Innen eine thermisch wirksame 3-Scheibenverglasung und außen eine vierte (schwach belüftete) Prallscheibe in Verbundbauweise und dazwischen der vor Wind geschützte Sonnenschutz. Die g-Werte der Verglasungen wurden dabei in Richtung optimalem Verhältnis aus sommerlichem Überhitzungsschutz und Tageslichtnutzung abgestimmt (siehe Abbildung 48 bis Abbildung 50).

Die äußere Prallscheibe ist zwar mit dem Rahmen verbunden, lässt sich aber zu Reinigungszwecken und zu Wartungszwecken beim Sonnenschutz als Klappfenster öffnen.

Die Fenster, der Sonnenschutz und die Beleuchtung werden über ein innovatives MSR-Regelkonzept gesteuert (DDC Automationssystem) – der Solareintrag und die Fensteröffnungszeiten (Nachtlüftung) werden über die GLT gesteuert optimiert.

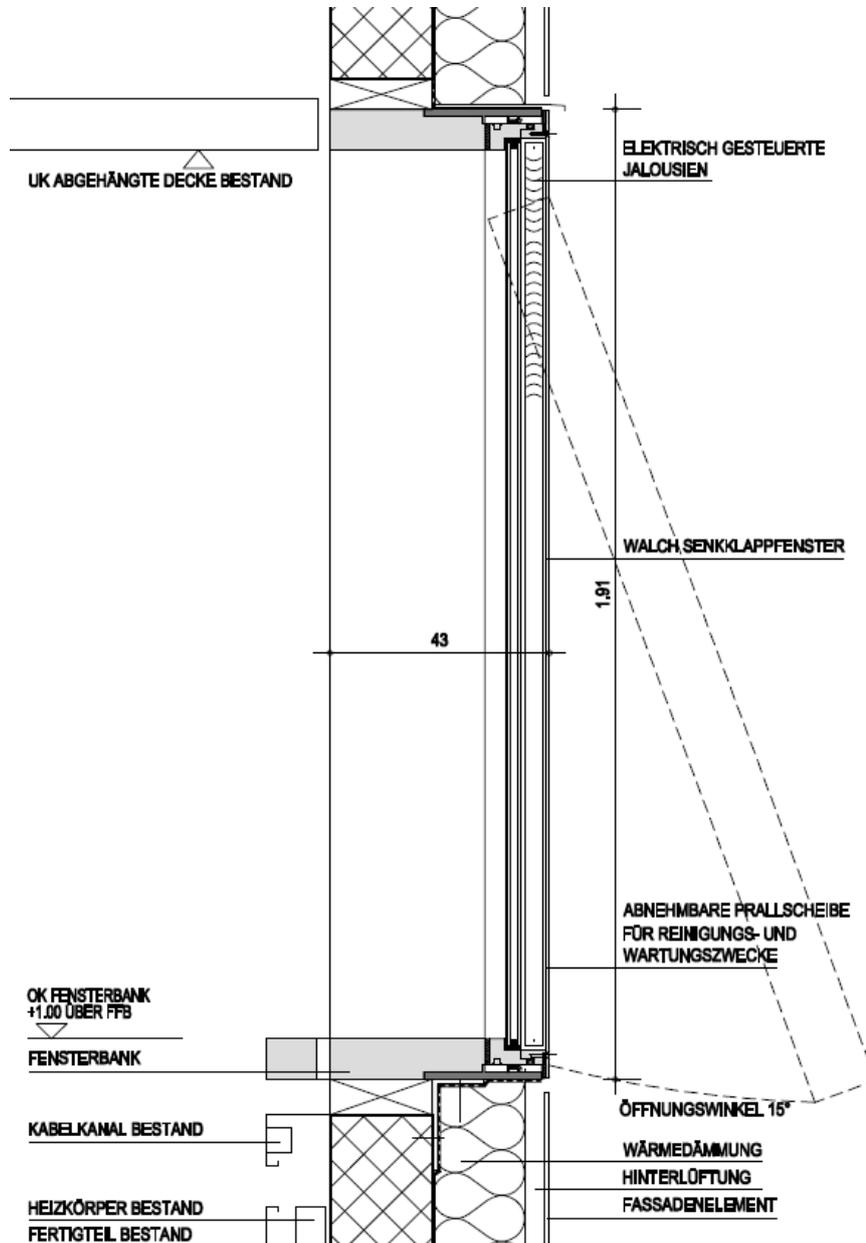


Abbildung 48: Schnitt durch Fassade und Fenster - Senkklappfenster (Quelle: ATP architekten ingenieure)



Abbildung 49: Rendering Fassade und Senkklappfenster (Quelle: ATP architekten ingenieure)

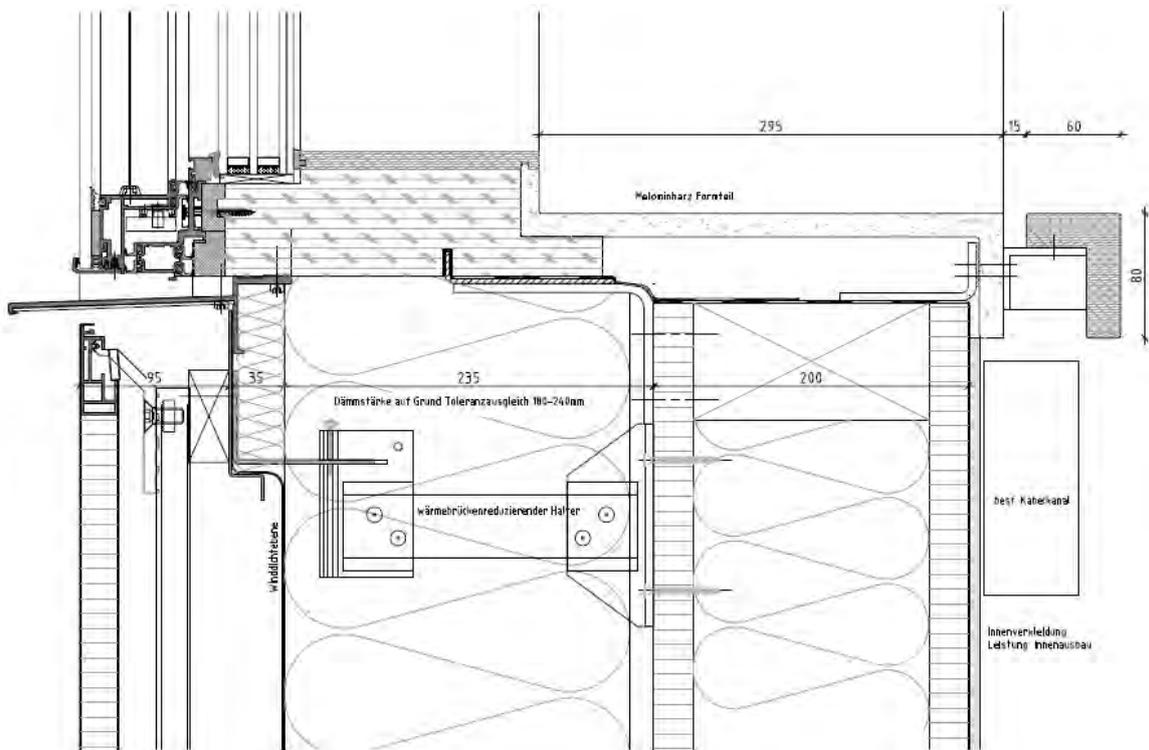


Abbildung 50: Fassadendetailschnitt; Holz-Alu Fassade (Quelle: ATP architekten ingenieure)

#### 4.2.2 Tageslichtnutzung

Der Sonnenschutz im Zwischenraum zwischen 3-Scheibenverglasung und äußerer Prallscheibe verfügt über eine tageslichtlenkende Funktion – die Tageslichtnutzung wurde somit bei geschlossenem Sonnenschutz optimiert.

Es laufen derzeit Versuche mit sogenannten Luft- und Lichtfallen [Lichtfallen = transparente Wände; Luftfallen = Möglichkeit zur Querlüftung], die im Rahmen von Gebäudesimulationen für dieses Gebäude entwickelt wurden. Muster werden errichtet und Luftwechselstrommessungen werden durchgeführt.

Es wurden umfangreiche Tageslichtsimulationen durchgeführt (Abbildung 51).



**Abbildung 51: Beispiel-Rendering als Ergebnis der Tageslichtsimulation – Wirkung der „Lichtfallen“ (Quelle: hecht licht- und elektroplanung)**

#### 4.2.3 Beleuchtung

Es werden dimmbare Decken-Leuchten ausgeführt, welche tageslicht- und präsenzabhängig gesteuert werden. Das innovative Regelkonzept reduziert die Beleuchtungsdauer auf ein Minimum.

Die Beleuchtung wird, soweit im bestehenden Deckenraster möglich (der bestehende Raster wird zur Optimierung der Lebenszykluskosten weiter verwendet), parallel zu den Fenstern

geführt, die Beleuchtungsstärke und die Leuchten wurden mittels umfangreicher Simulationen optimiert (Abbildung 52).



**Abbildung 52: Beispiel-Rendering als Ergebnis der Beleuchtungssimulation (Quelle: ATP architekten ingenieure)**

#### **4.2.4 Lüftung**

Als Ergebnis der Simulationsberechnungen wurde vom Passivhaus Institut das Lüftungskonzept auf einer Optimierung des bestehenden Lüftungssystems aufgebaut. Die Lebenszykluskosten wurden insofern optimiert, als bestehende Lüftungskanäle und Schächte so weit wie möglich weiter verwendet werden. Es werden nur die horizontalen Lüftungskanäle ausgetauscht, die Strömungsgeschwindigkeiten dabei optimiert und bis zu den Büros erweitert. An Stelle der im Bestand vorhandenen Belüftung der Kern- und Gangflächen im Inneren des Gebäudes werden die Einblasöffnungen in die Büroräume verlegt (nur kurze und damit kostengünstige Verlängerung der bestehenden Lüftung notwendig). Es werden damit eine deutliche Verbesserung der Frischluftqualität bei geschlossenem Fenster und ein verbesserter sommerlicher Komfort erreicht.

In die bestehenden Bereiche über den Türen werden speziell vom Passivhaus Institut entwickelte und schalltechnisch optimierte Überströmöffnungen als Glaslabyrinth integriert, die Absaugung erfolgt im Gangbereich.

Die Lüftungsanlage wird über einen Rotationswärmetauscher mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von  $\geq 75\%$  und einem Feuchterückgewinnungsgrad von ca. 75% verfügen.

#### 4.2.5 Haustechnik

Als innovatives Element bei der Haustechnik (neben dem Regelsystem) kann die Kühlung über Brunnenwasser der Sprinkleranlage genannt werden. Es wird der am Gelände der Universität errichtete Brunnen zur freien Luftvorkühlung genutzt, obwohl diese entsprechend den Komfortberechnungen nicht erforderlich ist. Aufgrund der geringen Mehrkosten wurde diese Option jedoch eingeplant.

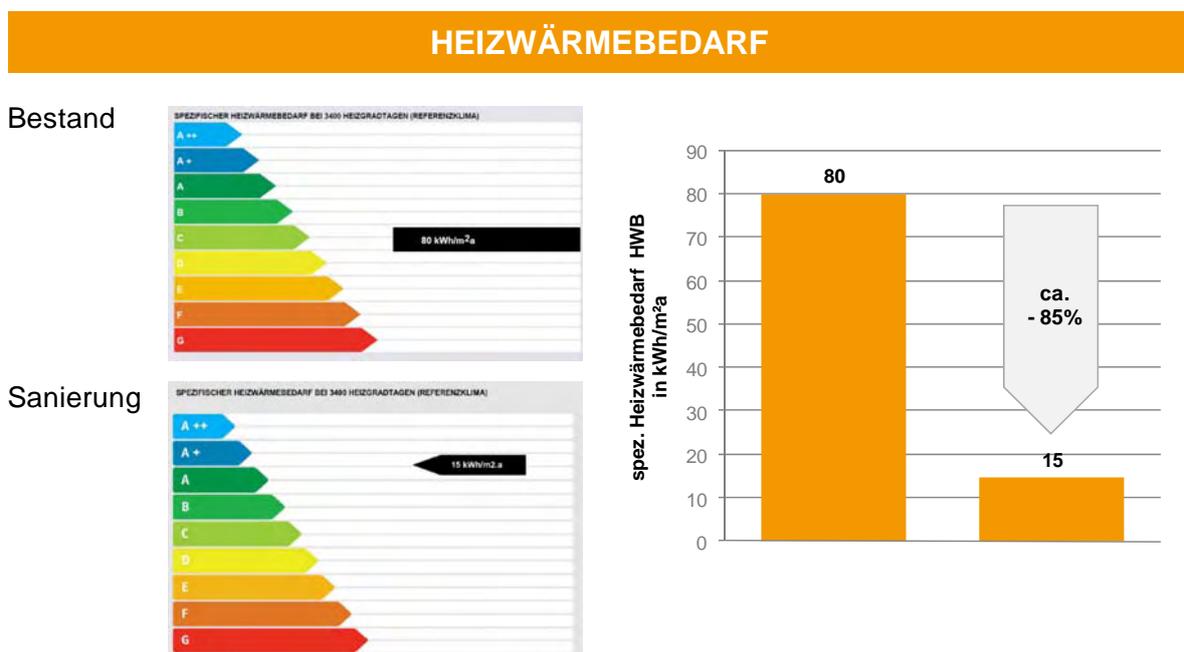
Die Regelung der Raumtemperatur und der Vor- und Rücklauftemperaturen wird in die DDC-Anlage integriert und mit dieser optimiert.

Es werden Vorbereitungsarbeiten für eine spätere Installation einer PV-Anlage durchgeführt.

### 4.3 Erreichte Ziele im Demonstrationsprojekt

Mit der Sanierung des Hauptgebäudes der Bau fakultät an der Universität Innsbruck kann ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion des Energieeinsatzes und der CO<sub>2</sub>-Emissionen realisiert werden.

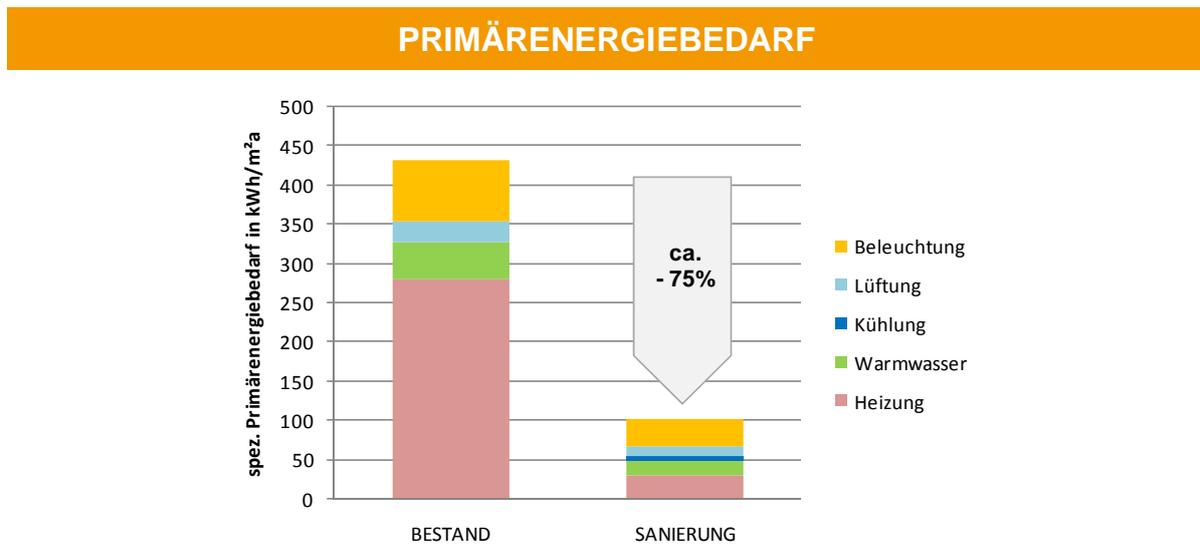
Der Heizwärmebedarf des Gebäudes konnte von 80 kWh/m<sup>2</sup>a auf 15 kWh/m<sup>2</sup>a reduziert werden. Das bedeutet eine Reduktion von 85% (Abbildung 53).



**Abbildung 53: Reduktion Heizwärmebedarf (Quelle: eigene Darstellung, Datenquellen: BIG, Passivhaus Institut - Standort Innsbruck)**

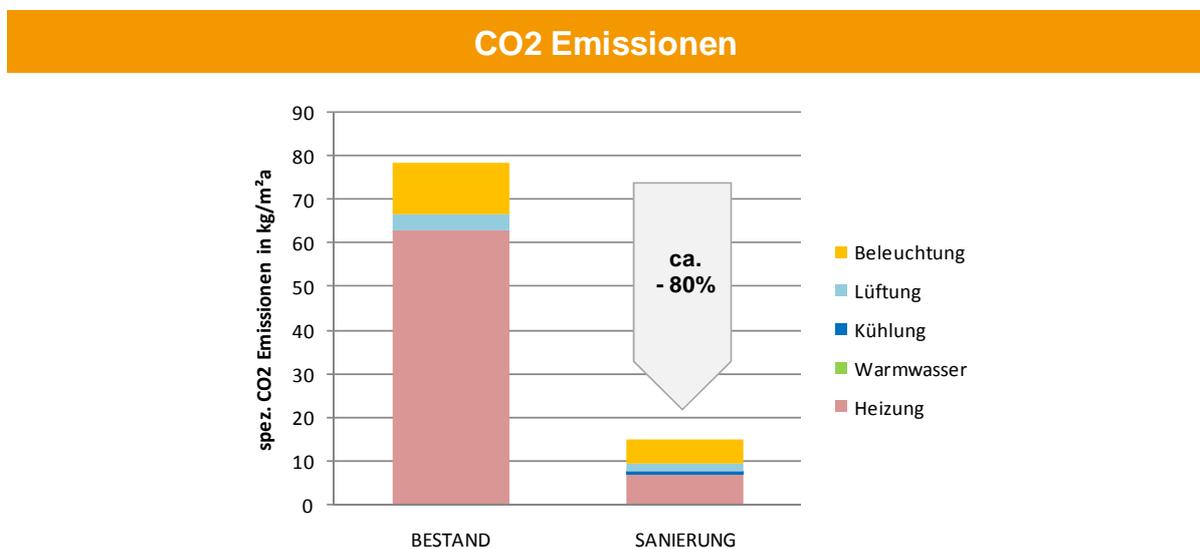
Durch die konsequente Reduktion des Nutzenergiebedarfs und die Erneuerung der Haustechnik konnte der Primärenergiebedarf reduziert werden. Zu Steigerung des Nutzungskomforts im Sommer wurden u.a. die Zuluftkanäle in die Büroräume verlängert, sodass dort vorkonditionierte Luft direkt eingeblasen werden kann. Trotz wesentlicher Erhöhung des Nut-

zungskomforts konnte der Primärenergiebedarf um ca. 75% reduziert werden (Abbildung 54).



**Abbildung 54: Reduktion Primärenergiebedarf (Quelle: eigene Darstellung, Datenquellen: BIG, Passivhaus Institut - Standort Innsbruck, eigene Berechnung)**

Durch die Reduktion des Endenergiebedarfs konnte die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 80% reduziert werden (Abbildung 55).



**Abbildung 55: Reduktion CO<sub>2</sub>-Emissionen (Quelle: Datenquellen: BIG, Passivhaus Institut - Standort Innsbruck, eigene Berechnung)**

Mit dem Demo-Projekt Bau fakultät Innsbruck an der Mur konnte eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz erreicht werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen konnten um ca. 80% reduziert werden. Die hoch gesetzten Ziele konnten erreicht werden. Ziel der BIG ist, Ministerien von diesem hohen Qualitätsstandard zu überzeugen, sodass eine Vielzahl von Sanierungen mit ähnlichen Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen realisiert werden können.

## **5 Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms**

### **5.1 Einpassung in das Programm**

Das Leitprojekt BIGMODERN folgt den Vorgaben der „Haus der Zukunft plus“-Ausschreibung von 2008 und wurde bei der Aktionslinie „Leitprojekte“ eingereicht. Bei der Konzeption von BIGMODERN wurde besonders auf die Zielsetzung für Leitprojekte eines „integrativen Gesamtmanagements“ Rücksicht genommen. Es wurde ein „zusammenhängendes Bündel“ an Aktivitäten geschnürt, das eine Änderung der Planungsprozesse innerhalb der BIG zum Ziel hatte, um künftig einen nachhaltigen Sanierungsstandard umsetzen zu können. Diese Änderung des Planungsprozesses ist die eigentliche Innovation des Leitprojektes, auch wenn die Demonstrationsvorhaben ebenso ambitionierten Qualitätsanforderungen im Bereich der Nachhaltigkeit zu entsprechen haben. Die Qualitätsanforderungen lagen dabei primär bei der einschneidenden Reduktion des Energiebedarfs und bei einer signifikanten Erhöhung des Nutzungskomforts bei gleichzeitiger Einhaltung der Wirtschaftlichkeit der dazu notwendigen Maßnahmen. Damit soll sichergestellt werden, dass die gefundenen Lösungen replizierbar sind und künftig realistischerweise für das immense Potenzial nachhaltiger Sanierungen in BIG-Gebäuden eingesetzt werden können.

Bei der Planungsbegleitung des Hauptgebäudes der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck wurde dabei auf den Low-Tech Aspekt geachtet. Es sollte ein Projekt entstehen, das primär aus baulichen Maßnahmen ein Höchstmaß an Komfort bietet und Haustechnik nur dort einsetzt wo sie unbedingt erforderlich ist. So wurde eine hoch innovative Gebäudehüllenkonstruktion gewählt, die im Sommer solare Lasten abschirmt und im Winter einerseits hoch wärmeisoliert ist, um Wärmeverluste zu vermeiden. Das spezielle Nachtlüftungskonzept ermöglicht es, dass ein hoher Anteil der Kühllasten über passive Kühllösungen abgedeckt werden kann.

Das Demo-Projekt veranschaulicht die Sanierung eines Gebäudes der BIG mit hohen Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsstandards. Diese Qualitätsanforderungen sollen dem Mieter künftig standardisiert vorgeschlagen werden. Eine Umsetzung hängt von der Zustimmung des jeweiligen Mieters ab. Bei großer Akzeptanz kann dieses Demo-Projekt ein Leitprojekt für viele weitere Sanierungen der BIG mit hoher Nachhaltigkeitsqualität sein.

### **5.2 Beitrag zum Gesamtziel des Programms**

Das übergeordnete Ziel des Programmes ist es die „Marktdurchdringung wirtschaftlich umsetzbarer, innovativer, technischer und organisatorischer Lösungen im Sinne eines CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudesektors“ voranzutreiben. Die Demonstrationsgebäude von BIGMODERN sind gezielt auf die Replizierbarkeit der Projekte ausgelegt. Grundsätzlich sind bereits heute die technischen Voraussetzungen gegeben, dass bei entsprechendem Mitteleinsatz He höchst innovative Sanierungen umgesetzt werden können. Die Herausforderung besteht

jedoch darin innovative Sanierungen mit beschränkten Mittel durchzuführen. Die BIG agiert im klassischen Investor-Nutzer-Dilemma. Auch die Mieter der BIG – hauptsächlich Ministerien und Universitäten – müssen mit einem sehr engen Budget kalkulieren, aus dem jedoch Sanierung inkl. Ausstattung getragen werden müssen. Eine Umschichtung der Betriebsführungskosten in Investitionskosten ist aufgrund geteilter Budgettöpfe nicht oder nur sehr schwer möglich.

BIGMODERN setzt genau an diesem Problem an. Innovative Sanierungen, die hohen Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitskriterien genügen, können bei der BIG nur dann Standard werden, wenn diese auch finanzierbar sind. Das Subprojekt 3 – DEMO Universität Innsbruck, Fakultät für technische Wissenschaften - Planungsprozess – betrachtete daher mehrere Planungsvarianten sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht und begleitet den Bauherrn und die Planer, um ein Optimum zwischen Nachhaltigkeit und Kosten zu finden.

### **5.3 Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt**

Die primäre Zielgruppe des Subprojektes 3 war die BIG selbst. Die BIG besitzt rund 1.200 Gebäude im Nachkriegsbestand. Viele davon sanierungsbedürftig (siehe Abschnitt 5.4). Derzeit werden bei Sanierungen weder Kriterien an die Energieeffizienz, noch an umfassende Nachhaltigkeitskriterien standardisiert in die Planungsprozesse der BIG integriert, was in Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte oft zu wenig ambitionierten Sanierungen führt.

Mit BIGMODERN soll anhand der Beispielgebäude dargelegt werden, dass energieeffizientes und nachhaltiges Bauen ökonomisch machbar ist, wenn dies vom Beginn des Planungsprozesses angestrebt wird und in jedem Planungsschritt integriert wird. Für die BIG werden in jeder einzelnen Planungsphase jene Tätigkeiten (z.B. Ziel- und Kriteriendefinition, Variantenberechnungen, Lebenszykluskostenbetrachtungen, dynamische Gebäudesimulationen, etc.) transparent dargestellt, die notwendig sind, um zu einer Optimierung des Gebäudekonzeptes zu gelangen. Weiters wurden die bereits vorhandenen Standarddokumente der BIG so weiterentwickelt, dass Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitskriterien künftig bereits in die Planerauswahl sowie in die Planerverträge einfließen.

Eine weitere wichtige Zielgruppe des Subprojekts 3 stellten die Planer dar. Die BIG ist einer der größten Bauherrn Österreichs und somit Auftraggeber für eine Vielzahl an Planern. Integriert die BIG künftig anspruchsvolle Nachhaltigkeitsstandards in ihre Anforderungen für die Sanierungsvorhaben, so müssen die Planer künftig komplexere Aufgabenstellungen lösen und in einem integralen Planungsansatz von Beginn an enger mit anderen Fachplanern zusammenarbeiten. Die Beauftragung eines Generalplaners für viele Bauaufgaben der BIG stellt einen ersten Schritt zur gewerkeübergreifenden Planung dar, da der Generalplaner für alle Gewerke verantwortlich ist. Durch den integralen Planungsansatz in SP3 werden zusätzlich Hürden zwischen Energie- und Nachhaltigkeitsexperten und Planern abgebaut.

Die Mieter der BIG Gebäude sind in den meisten Fällen Ministerien und Universitäten, die mit engen Budgetmitteln auskommen müssen. Innovative Sanierungen mit hohen Energieeinsparungen sind derzeit jedoch in vielen Fällen in Bezug auf die Errichtungskostenteurer als herkömmliche Sanierungen. In einer Lebenszykluskostenanalyse konnte für das Demoprojekt gezeigt werden, dass viele Optimierungsmaßnahmen über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren auch wirtschaftlich sinnvoll sind.

#### **5.4 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse**

Per Mai 2011 betrug der mietenrelevante Gebäudeflächenbestand der BIG rd. 2.800 Gebäude mit einer Gebäudefläche von ca. 7 Mio. m<sup>2</sup>. Die Liegenschaften sind überwiegend an die Republik Österreich, vertreten durch das jeweils haushaltsleitende Organ, und die Universitäten der Republik Österreich vermietet. Dabei ist die Aufteilung wie folgt: ca. 300 Schulstandorte (mit ca. 600 Gebäuden), 21 Universitäten (mit ca. 380 Gebäuden) und ca. 1.800 Amtsgebäude bzw. Büro und Spezialimmobilien.

Schon diese Zahlen zeigen, dass mit erheblichen ökonomischen Effekten gerechnet werden kann. So wurden zum Beispiel im Rahmen des Konjunkturpaketes per Ende 2010 558 rein thermische Maßnahmen mit rd. 130 Mio. € Bruttoerrichtungskosten umgesetzt. Es handelt sich dabei ausschließlich um Sanierungsmaßnahmen zur thermischen Verbesserung, wie beispielsweise Fassadendämmung, Fenstertausch, Dämmung der obersten Geschossdecke, Erneuerung von Regelungsanlagen. Aufgrund eines hohen Anteils an Gebäuden aus der Bauperiode der 50er bis 80er Jahre gilt als sicher, dass auch in Hinkunft eine Vielzahl an Modernisierungsvorhaben in BIG-Gebäuden umgesetzt werden müssen.

Der Fokus des Leitprojekts BIGMODERN, in dessen Rahmen das gegenständliche Subprojekt einzuordnen ist, liegt auf wirtschaftlich umsetzbaren und somit multiplizierbaren Maßnahmen. Sowohl die unternehmensinterne Anwendung als auch die erwartete breite Anwendung des zu entwickelnden Modernisierungsstandards bei anderen öffentlichen oder privaten Immobilienverwaltern und -entwicklern stellt einen wichtigen Impuls zur Stärkung des Know-hows der beteiligten Unternehmen dar (Immobilienunternehmen, Bauwirtschaft, Technologieanbieter etc.).

## 6 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Die Bundesimmobiliengesellschaft führt ihre Bauvorhaben anhand standardisierter Prozesse durch. So wird auch für die Sanierung ein standardisiertes Procedere durchgeführt, bei dem die verschiedenen Rollen als Eigentümer, Bauherr und Gebäudebetreuung berücksichtigt werden. Die Mieter und Nutzer werden bereits ab Projektstart aktiv in die Gestaltung und Planung einbezogen.

Die Vorgangsweise einer integralen Planung zur Umsetzung von energieeffizienten und nachhaltigen Gebäuden, wie sie im Demonstrationsprojekt Bauingenieursfakultät Innsbruck umgesetzt wurde, wies jedoch eine Reihe innovativer Aspekte sowohl für die BIG als auch für die Nutzer auf. Ziel des integralen Planungsprozesses ist die gemeinsame Erarbeitung optimaler Lösungen mit hohen Nachhaltigkeitsqualitäten – und dabei insbesondere mit niedrigem Energieverbrauch – durch die am Bauvorhaben beteiligten Akteure. Gewerkeübergreifende und optimierte Lösungen müssen dabei Einzellösungen vorgezogen werden.

Eine wesentliche Schwierigkeit in der Umsetzung des Demonstrationsprojektes war die Tatsache, dass das Leitprojekt BIGMODERN erst startete nachdem der baukünstlerische Wettbewerb bereits abgeschlossen war und der Planer ausgewählt war. Die Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitskriterien, die die besondere Qualität des BIGMODERN-Demonstrationsprojekts ausmachen, konnten daher erst im Laufe der Vorentwurfsplanung in den Planungsprozess eingebracht werden. Da darüber hinaus die Subprojekte zu den Themen Lebenszykluskosten und Energie-Messkonzept erst zu einem späteren Zeitpunkt starteten, waren auch in diesen Bereichen bereits wichtige Vorentscheidungen getroffen. Dennoch gelang es im Bereich der Lebenszykluskostenrechnung verschiedene Ausführungsvarianten hinsichtlich der Auswirkungen auf die Folgekosten zu untersuchen und die Ergebnisse in der endgültigen Variantenauswahl zu berücksichtigen. Auch die Vorgaben im Bereich des Messkonzepts konnten noch in die relevanten Gewerkeausschreibungen integriert werden. Die späte Integration der Nachhaltigkeitsziele und LZK-Überlegungen in den Planungsprozess war jedoch nur deshalb erfolgreich, weil beim Planer ein großer Kooperationswille gegeben war und weil es gleichzeitig im gesamten Planungsprozess zu Verzögerungen im größeren Ausmaß kam.

Da diese Rahmenbedingungen nicht in allen Planungsprozessen gegeben sind, muss es für zukünftige Bauvorhaben jedoch Ziel sein, dass die (wesentlichen) Vorgaben und Ziele im Hinblick auf Energieeffizienz und Nachhaltigkeit des Gebäudes bereits mit der Ausschreibung der Planungsaufgabe festgelegt werden. Die Untersuchung, welche Anforderungen vor dem Hintergrund der Auswirkungen auf Errichtungs- und Betriebskosten umgesetzt werden sollen, sollte bereits in der Phase der Studie von der BIG in Abstimmung mit dem Mieter durchgeführt werden. Ein Vergleich der Lebenszykluskosten einer konventionellen Sanierung mit einer Sanierung unter Berücksichtigung von hohen Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsanforderungen ist als Entscheidungsgrundlage für die Mieter von entscheidender Bedeutung. Wenn den Mietern veranschaulicht werden kann, dass höhere Investitionen aufgrund des hohen Qualitätsstandards durch geringere Betriebskosten wirtschaftlich sinnvoll

sind, können energieeffiziente Lösungen umgesetzt werden. Nichtsdestotrotz müssen die budgetären Möglichkeiten der Mieter der BIG berücksichtigt werden. Wichtig für die BIG und die Nutzer ist – neben den Anforderungen an die energetische und ökonomische Qualität – die Festlegung von Standards für den Nutzungskomfort. Bereits vor Planungsbeginn müssen in Abstimmung mit dem Mieter bzw. Nutzer und unter Berücksichtigung vorliegender Gesetze zum ArbeitnehmerInnenschutz die Anforderungen an den Innenraumkomfort festgelegt werden. Insbesondere der Umgang mit Übertemperaturen im Sommer ist bereits vor Planungsstart festzulegen, da der sommerliche Komfort in vielen Bestandsgebäuden problematisch ist und zunehmend ein besserer Komfort nachgefragt wird. Diese Vorgaben können das Energiekonzept des Gebäudes wesentlich beeinflussen.

Ein weitere Innovation im Planungsprozess der BIG war die Einbindung eines unternehmensinternen Bauherrenberaters für energetische Fragestellungen und Nachhaltigkeitsthemen (TQB-Bewertung). Die Integration dieser Dienstleistung in den Planungsprozess bedeutete, dass ein zusätzlicher Akteur beteiligt war, dessen Rolle im Verhältnis zum Planer und Nutzer (in diesem Fall die Universität) während des Planungsprozesses erst einspielen musste. Für das Demo-Projekt wurden die Zuständigkeiten der Bauherrenberatung dabei wie folgt festgelegt: Die Beratung soll als Unterstützung des Bauherren dienen. Die Workshops zur thermischen, energetischen Prüfung und Optimierung wurden von der BIGMODERN Bauherrenberatung organisiert und fachlich betreut. Die Planung sowie vorgelegten Nachweise des Planungsteams wurden geprüft. Die Entscheidungskompetenz zur Festlegung der umzusetzenden Maßnahmen bleibt jedoch alleinig bei der BIG.

In der Vorentwurfs- und Entwurfsplanung wurden mehrere Workshops mit dem Bauherrn und dem Planungsteam durchgeführt. In diesen Workshops wurden gemeinsam mögliche Lösungen diskutiert und erarbeitet, die im Anschluss von den jeweiligen Fachplanern detailliert analysiert wurden. Im Rahmen eines nächsten Workshops wurden die Ergebnisse der Analyse präsentiert und diskutiert. So konnten auf einfacher Art und Weise, mit geringem Aufwand, verschiedene Optionen für energiesparende Bauweisen geprüft werden. Für die vielversprechendsten Lösungen wurden in der weiteren Planung detaillierte Analysen durchgeführt. Diese Vorgangsweise im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung sollte auch in künftigen Planungsprozessen umgesetzt werden. Eine offene Diskussion zur gewerkeübergreifenden Optimierung der Planung ist für eine energiesparende und nachhaltige Bauweise von großer Bedeutung.

Im Rahmen der Entwurfsplanung wurden vom Bauherrenberater zudem eine thermische Gebäudesimulation sowie eine Tageslichtsimulation durchgeführt. Diese wurde – aufgrund des späten Starts des Leitprojektes – erst zu einem späten Zeitpunkt in die Entwurfsplanung integriert. Somit konnte der Gebäudeentwurf auf Basis der Ergebnisse der Simulationen nicht mehr umfassend beeinflusst werden.

Ein kritischer Punkt im Rahmen des Standard Planungsprozesses der BIG ist die Erstellung des Mietvertrages mit dem künftigen Mieter oder den künftigen Mietern des Gebäudes. Der Mietvertrag wird auf Basis des genehmigten Entwurfs erstellt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Höhe der Miete durch die BIG kalkuliert und der Vertrag mit den Mietern aufgesetzt. Mehr-

---

kosten durch energieeffiziente Maßnahmen müssen spätestens zu diesem Zeitpunkt in der Miete berücksichtigt werden. Der Mietvertrag mit dem ermittelten Mietniveau ist von Seiten der Mieter zu unterzeichnen. Bis zu diesem Zeitpunkt herrscht allerdings Unsicherheit auf Seiten des Bauherrn, ob die Mieter den Vertrag unterzeichnen und somit hohe energetische Anforderungen über die Mieteinnahmen bezahlt werden können. Ein wesentliches Ziel ist, dass bereits zu einem frühen Zeitpunkt, d.h. möglichst vor der Ausschreibung der Planungsaufgabe, das Niveau der Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitskriterien festgelegt wird. Nur so kann Sicherheit im Planungsprozess gewährleistet werden. Dafür ist es entscheidend, künftige Mieter bereits in einem frühen Stadium über die Errichtungskosten sowie etwaige Mehrkosten zu informieren, sodass etwaige zusätzliche Maßnahmen budgetiert werden können.

Die Demonstrationsprojekte mit hohem Anspruch an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit sind wesentlicher Bestandteil des Leitprojektes BIGMODERN. Durch den gewählten Learning-by-Doing kann am besten analysiert werden, welche Veränderungen im konventionellen Planungsprozess erforderlich sind. Im Anschluss daran muss in zukünftigen Sanierungsvorhaben erarbeitet werden, wie die Erfahrungen aus den Demonstrationsprojekten in Standardplanungsprozesse integriert werden können.

Diese Erfahrungen und Erkenntnisse sind nicht nur für die BIG von hohem Interesse. Auch andere Gebäudebesitzer und Bauherrn, insbesondere jene, die dem Bundesvergabegesetz oder ähnlichen Rahmenbedingungen unterliegen, können von diesen Erkenntnissen profitieren. Deshalb werden diese Informationen in einem eigenen Subprojekt nicht nur innerhalb der BIG, sondern auch an andere interessierte Gebäudebesitzer und Bauherrn verbreitet.

## 7 Ausblick und Empfehlungen

Die Bundesimmobiliengesellschaft steht vor der Herausforderung, künftig Sanierungen umzusetzen, die hohen Anforderungen an die energetische Qualität und andere Nachhaltigkeitskriterien entsprechen. Diese Anforderungen resultieren einerseits aus dem politischen Druck, dass öffentliche Gebäude eine Vorbildwirkung beim energiesparenden und nachhaltigen Bauen einnehmen müssen, andererseits daraus, dass der Druck, Energie- und Betriebskosten zu sparen, künftig steigen wird.

Die BIG steht im klassischen Investor-Nutzer Dilemma. Hohe Energieeffizienz- und Nachhaltigkeitsziele können in Bauvorhaben nur umgesetzt werden, wenn beim Mieter die Bereitschaft vorhanden ist, für diese zusätzliche Qualität Geldmittel in die Hand zu nehmen. Gleichzeitig werden dadurch ja die Energiekosten im Gebäudebetrieb verringert, was den Nutzerministerien ohnehin zu Gute kommt. Erst wenn die Mieter in die Pflicht genommen werden, für energiesparende Gebäude Sorge zu tragen, ist ein Multiplikatoreffekt für eine Vielzahl der Gebäude im Eigentum der BIG möglich. Wenn die Vorbildwirkung von öffentlichen Gebäuden ernst genommen wird, kann für die Bundesgebäude nicht die BIG alleine dafür gerade stehen, vielmehr müssen die Mieter der BIG-Gebäude in die Verantwortung einbezogen werden. Dafür bedarf es einer Veränderung der Budgetierung der Sanierungskosten. Die Budgetmittel dürfen nicht ausschließlich auf Basis der geplanten Veränderungen im zu sanierenden Gebäude, sondern auf Basis der Berücksichtigung von Energieeffizienz und Nachhaltigkeitsmaßnahmen entschieden werden. Mittels einer Lebenszykluskostenanalyse können dabei bereits zu Beginn eines Sanierungsprojekts (Initiierungsphase) verschiedene Standards überprüft werden. Damit können schon vor Beginn der eigentlichen Planung qualifizierte Aussagen über die zu erwartenden Errichtungs- und Betriebskosten getroffen werden. Darauf aufbauend müssen Entscheidungen über die energetische und nachhaltige Qualität des Gebäudes fallen.

Die BIG realisiert im Rahmen des Leitprojektes BIGMODERN zwei Demonstrationsgebäude. Diese Projekte werden nach den Grundsätzen geplant und umgesetzt, dass hohe Ansprüche an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit eingehalten werden, und dass gleichzeitig die geplanten Maßnahmen über den Sanierungszyklus auch wirtschaftlich vertretbar sind. Die BIG saniert mit Mieteinnahmen aus Ministerien, d.h. mit Steuergeldern. Aus diesem Grunde ist ein sorgsamer Umgang mit diesen Sanierungsbudgets von oberster Bedeutung.

Der in den Demonstrationsprojekten gewählte integrale Planungsansatz soll auch in künftigen Sanierungsvorhaben stärker berücksichtigt werden. Es gibt bereits eine Vielzahl von Projekten, die mit einem hohen Ausmaß an planerischen und technischen Mitteln energiesparende Gebäudelösungen umsetzen. Allerdings spielen in vielen Fällen die dafür erforderlichen Errichtungskosten sowie die resultierenden Betriebskosten nur eine untergeordnete Rolle. Eine ganzheitliche Bewertung von Planungsalternativen unter Berücksichtigung der ökologischen und ökonomischen Aspekte und unter Einbeziehung der soziokulturellen Kom-

ponente ist wesentlich für weitere Anwendung der der Ergebnisse des Forschungsprojektes BIGMODERN.

Die Ausschreibung „Haus der Zukunft plus“ zielt darauf ab, dass künftig verstärkt Gebäude realisiert werden, die den Status eines Plusenergiehauses haben. Wichtig ist dabei aber nicht nur die technische Machbarkeit, sondern auch die Frage, inwieweit die entwickelten Gebäudekonzepte über den Lebenszyklus wirtschaftlich sind. Dafür werden schließlich auch Fördermittel zur Verfügung gestellt. Deshalb sollten weiterhin Projekte in Ausschreibungen für Forschungsprojekte berücksichtigt werden, die analysieren, wie man mit geringem planerischen und technischem Aufwand hocheffiziente Sanierungen realisieren kann, die auch unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten im Planungsprozess vertretbar und replizierbar sind. Genau diese Art von Sanierungen hat ein hohes Potential an standardisierter Umsetzung. Daraus lassen sich nicht alleine im Einzelfall, sondern in der Summe der umgesetzten Projekte sehr hohe Energieeinsparungen realisieren. So kann nicht nur ein hoher Beitrag im Bereich Forschung und Entwicklung, sondern auch ein nennenswerter Beitrag für den Klimaschutz geleistet werden.

Die Bundesimmobiliengesellschaft ist sich ihrer Vorreiterrolle im energiesparenden, nachhaltigen gleichzeitig aber auch ökonomischen Bauen bewusst. Durch das Leitprojekt BIGMODERN sollen deshalb innerhalb der BIG die erforderlichen Veränderungen im Planungsprozess und in den Gebäudelösungen eingeleitet werden. Auch künftig sollen Vorzeigeprojekte realisiert werden. Die Berücksichtigung der Lebenszykluskosten bereits in den frühen Planungsphasen stellt dabei ein wichtiges Instrument zur Entscheidungsfindung dar. Die BIG versteht sich als Dienstleister für die Mieter der Bundesgebäude. Deshalb muss gemeinsam mit den Mietern (v.a. Bundesministerien, Universitäten) muss ein gangbarer Weg zur energiesparenden und nachhaltigen Bauweise gefunden werden. So können die energie- und klimapolitischen Herausforderungen in naher Zukunft gemeinsam wahrgenommen werden.

## 8 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

### Literaturverzeichnis

- Bruner, S; Geissler, S; Schöberl, H.: Vernetzte Planung als Strategie zur Behebung von Lern- und Diffusionsdefiziten bei der Realisierung ökologischer Gebäude. Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 28/2002. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2002.
- Hofer Gerhard et al.: Ganzheitliche ökologische und energetische Sanierung von Dienstleistungsgebäuden (LCC ECO). Berichte aus Energie- und Umweltforschung Nr. 53/2006. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2006.
- IEA Internationale Energieagentur: Optimization of Solar Energy Use in of Large Buildings, Subtask B Design Process Guidelines. Berlin/Zug, 2003.
- IEE Intelligent Energy Europe: Integrated Energy Design. The 9 steps to a low-energy building. Brussels, 2009.
- OIB Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz. Österreichisches Institut für Bautechnik, 2011.
- Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates. Brüssel, 2006.
- SIA Schweizer Ingenieur- und Architektenverein: TOP Teamorientiertes Planen mit dem neuen Leistungsmodell 95 der SIA (SIA 95). Schweizer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 1996.
- United Nations, Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Kyoto, 1998.
- Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen. Wien, 2008.

### Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Gesamtnutzfläche der BIG nach Nutzungen (Quelle: BIG) ..... 14
- Abbildung 2: Subprojekte des Leitprojektes BIGMODERN (Quelle: eigene Darstellung) ..... 18
- Abbildung 3: Beteiligte am Bauvorhaben Sanierung Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften der Universität Innsbruck (Quelle: eigene Darstellung) ..... 20
-

Abbildung 4: Standardprozess der BIG bei Generalsanierungen (Quelle: BIG) .....	22
Abbildung 5: Beziehungsnetz der Energie in einem Bauwerk (Quelle: TOP, 1996) .....	24
Abbildung 6: Ganzheitliches Lösungskonzept (Quelle: TOP, 1996) .....	24
Abbildung 7: Ideale Eingriffsmöglichkeiten im Planungsprozess (Quelle: IEA Task 23) .....	25
Abbildung 8: Nutzung anderer Subprojekte im vorliegenden Subprojekt (Quelle: eigene Darstellung) .....	27
Abbildung 9: Planungsprozess Projekt Sanierung Universität Innsbruck.....	30
Abbildung 10: Lageplan des Campus Technik der Universität Innsbruck (Quelle: Universität Innsbruck).....	31
Abbildung 11: Hauptgebäude für Bau fakultät und Architekturfakultät (Quelle: BIG, maps.google.com) .....	32
Abbildung 14: Nachhaltigkeitsziele für das Hauptgebäude der Bau fakultät der Universität Innsbruck (Quelle: eigene Darstellung) .....	36
Abbildung 16: Vergleich der Anforderungen zwischen Bauordnung, 15a Vereinbarung und BIGMODERN (Quelle: eigene Darstellung) .....	39
Abbildung 18: Darstellung der Mehrkosten in der Investition und die Minderkosten Betrieb für Varianten 01 – 04 bei zwei unterschiedlichen Energiekostenszenarien (Quelle: eigene Darstellung) .....	45
Abbildung 19: Gesamtüberblick Variante V_A (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss) .....	49
Abbildung 20: Gesamtüberblick Variante V_B1 (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss) .....	49
Abbildung 21: Gesamtüberblick Variante V_B2 (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss) .....	50
Abbildung 22: Gesamtüberblick Variante V_C (Quelle: Endbericht Gebäudesimulation, Christoph Muss) .....	50
Abbildung 24: Energieausweis Hauptgebäude Bau fakultät (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck).....	57
Abbildung 25: Ausschnitt Ergebnis der Primärenergiebedarfsberechnung (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck).....	57
Abbildung 26: Oberflächentemperaturen Außenwand und Fenster im Winter (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck).....	59

Abbildung 27: Operative Temperaturen mehrerer Zonen im Sommer (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck).....	60
Abbildung 28: Ermittlung der Beleuchtungsstärke für einen ausgewählten Raum im Rahmen der Lichtplanung (Quelle: ATP architekten ingenieure).....	61
Abbildung 29: Ausschnitt Fensterdetail mit Sonnenschutz (Quelle: Mosbacher, ATP architekten ingenieure).....	62
Abbildung 31: LZK Vergleich von Variante 01 Lüftung Gesamtgebäude und 02 BIGMODERN (Quelle: Eigene Darstellung) .....	64
Abbildung 32: Sensitivitätsanalyse von Variante 01 Lüftung Gesamtgebäude und 02 BIGMODERN (Quelle: Eigene Darstellung) .....	65
Abbildung 34: Screenshot vom Teil Lüftungsanlagen der Entscheidungsmatrix aus Subprojekt 5 (Power-Point Dokument mit integrierten Dokumenten zu tiefergehenden Entscheidungsinformationen und Hintergründen), Quelle: Grazer Energieagentur GmbH....	66
Abbildung 35: Zusammenfassung der Effizienzkriterien für die Optimierung der Detailplanung der Sanierung UIBK-Innsbruck aus SP5 (Quelle: Grazer Energieagentur GmbH) .....	67
Abbildung 36: Zusammenfassung der Effizienzkriterien für die Optimierung der Detailplanung der Sanierung UIBK-Innsbruck aus SP5 (Quelle: Grazer Energieagentur GmbH) .....	68
Abbildung 38: Energiezufuhr Gesamtgebäude – Aufteilung in Hauptgebäude und Nebengebäude (Quelle: Eigene Darstellung).....	70
Abbildung 39: Datenpunkte Energie – Energieumwandlung im Hauptgebäude (Quelle: Eigene Darstellung).....	71
Abbildung 40: Datenpunkte Energie – Statische Heizsysteme (Quelle: Eigene Darstellung) 71	
Abbildung 41: Datenpunkte Energie – Kühlung (Quelle: Eigene Darstellung) .....	72
Abbildung 42: Datenpunkte Energie – Lüftungsanlage (Quelle: Eigene Darstellung).....	72
Abbildung 43: Datenpunkte Energie – Elektroanlagen (Quelle: Eigene Darstellung) .....	73
Abbildung 44: Datenpunkte Wasser (Quelle: Eigene Darstellung).....	74
Abbildung 46: ÖGNB Planungszertifikat (Quelle: ÖGNB).....	75
Abbildung 47: Energieflussbild Universität Innsbruck – Bau fakultät (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck, eigene Berechnungen).....	76
Abbildung 48: Energieeffizienzskala im Energieausweis (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck).....	77
Abbildung 49: Einsparung an Primärenergiebedarf nach Sanierung (Quelle: Passivhausinstitut Innsbruck, Eigene Berechnung) .....	78

Abbildung 50: Stadtplan mit Lage des Fakultätsgebäudes für technische Wissenschaften der Uni Innsbruck (Quelle: Universität Innsbruck) .....	79
Abbildung 51: Hauptgebäude der Bau fakultät (Quelle: Universität Innsbruck) .....	80
Abbildung 52: Schnitt durch Fassade und Fenster - Senkklappfenster (Quelle: ATP architekten ingenieure) .....	81
Abbildung 53: Rendering Fassade und Senkklappfenster (Quelle: ATP architekten ingenieure) .....	82
Abbildung 54: Fassadendetailschnitt; Holz-Alu Fassade (Quelle: ATP architekten ingenieure) .....	82
Abbildung 55: Beispiel-Rendering als Ergebnis der Tageslichtsimulation – Wirkung der „Lichtfallen“ (Quelle: hecht licht- und elektroplanung) .....	83
Abbildung 56: Beispiel-Rendering als Ergebnis der Beleuchtungssimulation (Quelle: ATP architekten ingenieure) .....	84
Abbildung 57: Reduktion Heizwärmebedarf (Quelle: eigene Darstellung, Datenquellen: BIG, Passivhausinstitut Innsbruck) .....	85
Abbildung 58: Reduktion Primärenergiebedarf (Quelle: eigene Darstellung, Datenquellen: BIG, Passivhausinstitut Innsbruck, eigene Berechnung) .....	86
Abbildung 59: Reduktion CO <sub>2</sub> -Emissionen (Quelle: Datenquellen: BIG, Passivhausinstitut Innsbruck, eigene Berechnung) .....	86

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nachhaltigkeitskriterien für das Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften .....	42
Tabelle 2: BIGMODERN Maßnahmenliste .....	44
Tabelle 3: Beschreibung der Varianten .....	63
Tabelle 4: Annahmen für die Eingabeparameter der Wirtschaftlichkeitsberechnung (Barwertmethode) .....	63
Tabelle 5: Werte für die Sensitivitätsanalyse .....	64
Tabelle 6: Auswirkungen der Varianten auf Ökonomie, Ökologie und Nutzungskomfort .....	65