



ABSCHLUSSBERICHT

monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe
in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger

Forschungsprojekt gefördert von Amt der Niederösterreichischen Landesregierung
Abteilung Kunst und Kultur (K1)
Wohnbauforschung Niederösterreich (F2)
Projektnr. F 2259 (01/2018-02/2023)

Projekträger
Universität für Weiterbildung KREMS (Donau-Universität KREMS)
Department für Bauen und Umwelt / Research Lab Nachhaltiges Baukulturelles Erbe

Autorenschaft
Manfred Sonnleithner, Christian Hanus
Helmut Floegl, Christina Ipser, Rudolf Passawa, Bernhard Schneider,
Martin Stejskal-Ripka, Klaus Winiwarter

Universität für
Weiterbildung
KREMS



Fördergeber



Partner

 Bundesdenkmalamt

WISSENSCHAFT • FORSCHUNG
NIEDERÖSTERREICH 





monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich
für gemeinnützige Wohnbauträger



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger



Niederösterreich verfügt über eine Vielfalt an städtischen Zentren und malerischen Orten, die von einem reichen baukulturellen Erbe geprägt sind. Immer wieder trifft man auf Leerstände in diesen historischen Gebäuden mit grundsätzlich wertvollen Nutzflächen. Zugleich entstehen an den Ortsrändern Neubauten, die mit einer fortschreitenden Flächenversiegelung einhergehen. Vor diesem Hintergrund initiierte das Land Niederösterreich gemeinsam mit dem Bundesdenkmalamt bei der Universität für Weiterbildung Krems ein Forschungsprojekt zur Erhebung von Nutzungspotenzialen des baukulturellen Erbes in Niederösterreich, im Speziellen für gemeinnützige Wohnbauträger.

Denkmalgeschützten Gebäuden eilt der Ruf voraus, dass die Sanierungskosten ebenso wie der Energiebedarf in der Nutzung zu hoch und damit die Nutzung von Leerständen oder eine Revitalisierung nicht klimaschonend seien. Die nun vorliegenden Forschungsergebnisse zeigen hingegen auf, dass dies – auch vor dem Hintergrund des Klimawandels – teilweise auf ungeeigneten Bewertungsgrundlagen beruht und daher relativiert werden muss. Das baukulturelle Erbe stellt gerade in Zeiten des Klimawandels eine wertvolle Ressource dar, vor allem, wenn man die eingebrachte „graue Energie“ über den gesamten Bestandszyklus einrechnet. Dies eröffnet neue Nutzungspotentiale des denkmalgeschützten Baubestandes in Niederösterreich – für gemeinnützige Wohnbauträger, aber auch für andere Nutzungen.

Ich danke daher allen Beteiligten für diese umfangreiche und wichtige Forschungsarbeit, deren Ergebnisse ein wichtiger Beitrag für die Revitalisierung und nachhaltige Nutzung des baukulturellen Erbes in Niederösterreich sein werden.

Johanna Mikl-Leitner

Landeshauptfrau von Niederösterreich



Inhaltsverzeichnis	04
Executive Summary	10
Gesellschaft und Baukulturelles Erbe	20
Individuelle Qualitäten von Denkmälern	29
Energetische Bilanzierungen im Vergleich	37
Klimawandel und Denkmal-Eigenschaften	43
Ressourcenschonende Potentiale vorhandener Bausubstanz	52
Lebenszyklische Umweltwirkungen	55
Wirtschaftlich lebenszyklische Bewertung	58
Relevanz der Lage	66
Schutz von Denkmal und Klima	71
Schlussbemerkungen	75
Projektaktivitäten und Output	77
Verzeichnisse	82

Anhänge

Die Anhänge, auf die im Bericht Bezug genommen wird, finden sich in einer gesonderten Datei „ANHÄNGE FÜR ABSCHLUSSBERICHT“

Hinweis: In diesem Bericht ist die Nennung von Personen bzw. Personengruppen geschlechtsneutral zu verstehen. Zugunsten der einfacheren Schreibweise und Lesbarkeit wird auf eine doppelte Bezeichnung von Personen, nämlich in weiblicher und männlicher Form, verzichtet.



PROJEKTDATEN

Projektname	monumentum ad usum
Untertitel	Nutzungspotenziale von Denkmälern für gemeinnützige Bauträger
Projektdauer	01.01.2018- 28.02.2023
Projektträgerin	Universität für Weiterbildung Krems (Donau-Universität Krems) Department für Bauen und Umwelt 3500 Krems, Dr. Karl-Dorrek-Straße 30
Förderung	Amt der NÖ Landesregierung - Abteilung für Kunst und Kultur (K1) Amt der NÖ Landesregierung - Abteilung Wohnungsförderung / Wohnbauforschung Niederösterreich (F2), Proj.nr. F 2259
Beirat	Amt der NÖ Landesregierung: - Abteilung für Kunst und Kultur (K1) - Wohnungsförderung / Wohnbauforschung Niederösterreich (F2) - Abteilung für Wissenschaft und Forschung (K3) - Baudirektion (BD) Bundesdenkmalamt: - Landeskonservatorat für Niederösterreich Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen: - Landesgruppe Niederösterreich
Berichterstellung	Univ.-Prof. Dipl.Arch.ETH Dr. Christian Hanus Dipl.-Ing. Manfred Sonnleithner, MSc Dipl.-Ing. Dr. Helmut Floegl Mag. Petra Hammer, MAS Dipl.-Ing. Christina Ipser Dipl.-Ing. Rudolf Passawa, MAS Univ.-Doz. Dr. Josef Perger Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Schneider Mag. Richard Sickinger Dipl.-Ing. Martin Stejskal-Ripka Ing. Klaus Winiwarter
Weitere MitarbeiterInnen	Dipl.-Ing. Rainer Altmann, MSc Silvia Hofbauer Maximilian Mair Dipl.-Ing. Elisabetta Meneghini Dipl.-Ing. Dr. Gregor Radinger, Msc Elisabeth Resch Univ.-Prof. Mag. Mag. Dr. Dr. Peter Strasser, LL.M. Verena Sulzbachner, BA
Impressum Inhalt verantwortlich Herstellerin Verlags-/Herstellungsort © Krems, 2023 Titelfoto ISBN DOI	University of Krems Press (Hrsg.) Univ.-Prof. Dipl.Arch.ETH Dr. Christian Hanus, Dipl.-Ing. Manfred Sonnleithner, MSc UWK Krems Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet © UWK, DBU 978-3-903470-12-5 https://doi.org/10.48341/pjne-fm85

Tabelle 1: Projektdaten- Übersichtsblatt © UWK, DBU 2023



ZUSAMMENFASSUNG

Stetig steigender Bedarf an „Leistbarem Wohnen“, stagnierend niedrige Sanierungsraten, Leerstände und unternutzte Ortskerne, beispiellos hohe Flächenversiegelung und maßloser Ressourcenverbrauch durch Neuerrichtung von Gebäuden und Infrastrukturen sowie zunehmende Auswirkungen von Klimawandelfolgen waren nur einige der Gründe für die Initiative des Bundesdenkmalamtes und der Universität für Weiterbildung Krems, das Forschungsprojekt *monumentum ad usum* ins Leben zu rufen.

Die Umsetzung dieser, für alle Seiten herausfordernden, Projektidee wurde durch die Finanzierung und inhaltliche Unterstützung des Landes NÖ ermöglicht. Die ungewöhnlich lange Laufzeit von fünf Jahren unterstreicht die besondere inhaltliche Themenvielfalt, aber auch Dringlichkeit der Aufgabenstellung der Projektinitiative, die als **vorrangiges Ziel** die Entwicklung einer Methodik zur Bewertung des energetischen, ökologischen und ökonomischen **Potenzials von Denkmälern und Denkmalensembles in Stadt- und Siedlungskernen** für die Umsetzung durch **gemeinnützige Bauträger** in Niederösterreich verfolgte.

Für die detaillierten Untersuchungen wurden unter Einbeziehung eines installierten **Forschungsbeirats** denkmalgeschützte Gebäude ausgewählt, die einen großen Teil des niederösterreichischen Wohnbestands in Denkmälern repräsentieren und im Eigentum bzw. unter Verwaltung gemeinnütziger Bauträger stehen. In mehreren Fällen fand im Zuge der **Gebäudesanierung** auch eine **Neubauerweiterung** statt, sodass in der Forschungsarbeit der direkte Vergleich von Untersuchungsergebnissen von Alt- und Neubauten möglich war.

Neben den grundlegenden Forschungsaktivitäten wie Datenerfassung, -recherchen und -analysen wurden Fallstudien zu den ausgewählten Objekten mit Hilfe von spezifischen Berechnungsvorgängen wie etwa **thermodynamischen Simulationen** durchgeführt. Durch vertiefende Betrachtungen spezifischer Gebäudeparameter wie zum Beispiel der **Energiebilanzierungen** und deren Beeinflussung durch die **Auswirkungen des**

Klimawandels, ebenso wie die **lebenszyklischen Analysen** hinsichtlich Ökologie und Ökonomie, sollten die Vielfalt an Eigenschaften und das individuelle Verhalten in erster Linie denkmalgeschützter Bestandsbauten unter normgemäßen Bedingungen erforscht werden.

Aus den umfassenden Erkenntnissen stehen einige besonders hervor: **Energieausweise** sind in der derzeit verfügbaren Form **wenig geeignet**, die energetische Performance eines denkmalgeschützten Altbaus wirklichkeitsnah abzubilden. Um den sich verändernden Bedingungen des Klimawandels Rechnung zu tragen, braucht es die **Implementation zukünftiger Klimadaten** in die Berechnungsprogramme und die **umfassende Berücksichtigung ökonomischer, energetischer und emissionsbedingter Investitionen** in die Errichtung bzw. Sanierung von Gebäuden. Bei umfassender Betrachtung kann sich die **Sanierung** denkmalgeschützter Wohnbauten **im Lebenszyklus aus ökologischer und ökonomischer Sicht** dem **Neubau** als **gleichwertig** erweisen.

Die **Projektergebnisse** lassen für gemeinnützige Bauträger eine deutlich gesteigerte Attraktivität der Sanierung und Nutzbarmachung historischer und denkmalgeschützter Gebäude erkennen. Aber auch in der breiten Öffentlichkeit ist das Bewusstsein für die außergewöhnliche Qualität zu schärfen und der verstärkte Wunsch, in historischer Bausubstanz leben zu wollen, zu unterstützen.

So thematisch weitreichend und vielfältig sich die Forschungsfragen, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen in diesem Projekt darstellen, so umfassend sind auch die **abgeleiteten Empfehlungen** daraus. **Altbauten** beispielsweise verbrauchen in der Praxis deutlich weniger Energie als in den statischen Berechnungen prognostiziert. Entsprechende **Korrekturfaktoren** sollen entwickelt und künftig **thermodynamische Simulationsberechnungen statt der Energieausweise** zur realistischeren Prognose von Energiebedarfen und Emissions-Einsparungspotenzialen eingesetzt werden. Ferner sind die **ökonomischen und ökologischen Auswirkungen** der Sanierung oder der



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger

Neuerrichtung des Gebäudes **lebenszyklisch zu bewerten**. **Bauträger** sind bei Sanierungsvorhaben **schon in der Projektvorbereitung** auch für erhöhte Risiken im Vergleich zum Neubau zu **unterstützen**.

Die Durchführung des Forschungsprojekts erfolgte durch das Department für Bauen und Umwelt bzw. dem Research Lab Sustainable Cultural Heritage der Universität für Weiterbildung Krems

(Donau-Universität Krems) mit Fördermitteln der Abteilung Kunst und Kultur des Landes NÖ und der NÖ Wohnbauforschung. Die Umsetzung wurde vom Landeskonservatorat für NÖ des Bundesdenkmalamtes in Kooperation mit dem Verband Gemeinnütziger Bauvereinigungen NÖ und den fachzuständigen Abteilungen des Amtes der NÖ Landesregierung begleitet.



ABSTRACT

The continuously increasing demand for „Affordable Housing,“ stagnant low rates of renovation, vacancies, and underutilized town centers, unprecedented high land sealing, and excessive resource consumption through the construction of buildings and infrastructure, along with the increasing impacts of climate change, were just some of the reasons for the initiative of the Federal Monuments Office and the University for Continuing Education Krems to launch the research project *monumentum ad usum*.

The implementation of this challenging project idea, supported by the financial and content assistance of the state of Lower Austria, highlights the unique thematic diversity and urgency of the project initiative. The **primary goal** was to develop a methodology for evaluating the energetic, ecological, and economic **potential of monuments and monument ensembles in urban and settlement cores** for implementation by **nonprofit developers** in Lower Austria.

Detailed investigations were conducted, involving a **research advisory board**, to select protected buildings that represent a significant portion of Lower Austria's housing stock in monuments and are owned or managed by nonprofit developers. In several cases, **new construction** took place as part of the **building renovation**, allowing for a direct comparison of results between old and new buildings in the research.

In addition to fundamental research activities such as data collection, research, and analysis, case studies on selected objects were conducted using specific calculation processes such as **thermodynamic simulations**. The research aimed to explore the diversity of characteristics and the individual behavior of protected existing buildings under normal conditions, focusing on parameters such as **energy balances** and their **influence on the effects of climate change**, as well as **life cycle analyses** regarding ecology and economics.

Several key findings stand out from the comprehensive insights: **Energy certificates**, in their currently available form, **are not well-suited**

to realistically depict the energy performance of a protected old building. To account for changing climate conditions, the **implementation of future climate data** into calculation programs and the comprehensive **consideration of economic, energy-related, and emissions-related investments** in the construction or renovation of buildings are necessary. In a comprehensive assessment, the **renovation** of protected residential buildings **in the life cycle** can be deemed equivalent to new construction **from ecological and economic perspectives**.

The **project results** indicate a significantly increased attractiveness of renovation and utilization of historical and protected buildings for nonprofit developers. There is also a need to raise awareness in the broader public about the exceptional quality of historical structures and support the growing desire to live in historic buildings.

As the research questions, results, and conclusions in this project are thematically extensive and diverse, so are the **derived recommendations**. For instance, **old buildings** in practice consume significantly less energy than predicted in static calculations. Corresponding **correction factors** should be developed, and in the future, **thermodynamic simulation calculations** should be used **instead of energy certificates** for a more realistic prediction of energy requirements and emission reduction potentials. Furthermore, the **economic and ecological impacts** of building renovation or construction **should be assessed over the life cycle**. **Developers** should be **supported** in addressing increased risks **during the project preparation phase** for renovation projects compared to new construction.

The research project was conducted by the Department for Construction and Environment and the Research Lab Sustainable Cultural Heritage at the University for Continuing Education Krems (Danube University Krems) with funding from the Department of Art and Culture of the state of Lower Austria and the Lower Austria Housing Research. The implementation was overseen by the State Conservatory for Lower Austria



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich
für gemeinnützige Wohnbauträger

of the Federal Monuments Office in cooperation
with the Association of Nonprofit Building Associations Lower Austria and the relevant departments of the Office of the Lower Austria State Government.



EXECUTIVE SUMMARY

Historisch und baukulturell bedeutsame Gebäude stellen identitätsstiftende und qualitätsvolle bauliche Zeugnisse dar. Stadt- und Siedlungskerne zählen zu den am dichtesten bebauten, durch eine große Zahl von Zeitschichten charakterisierten baulichen Strukturen¹. Eine wesentliche gesellschaftliche Aufgabe besteht darin, dieses bauliche Erbe zu bewahren und lebendig zu nutzen, dies nach Gesichtspunkten einer kulturellen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit.

Im Forschungsprojekt *monument ad usum* wurde eine umfassende **Methodik zur lebenszyklusbasierten Bewertung denkmalgeschützter Wohnbauten nach ökonomischen und ökologischen Kriterien** erarbeitet. Auf dieser Grundlage lassen sich für gemeinnützige Bauträger Nutzungspotentiale denkmalgeschützter Wohngebäude ableiten.

Aktuelle Herausforderungen in der Nutzung denkmalgeschützter Wohnbauten

Die Nutzung denkmalgeschützter Wohnbauten ist mit einer Vielzahl unterschiedlichster **Herausforderungen**, ja gar Hemmnissen verbunden. Dies manifestiert sich einerseits an zahlreichen Leerständen wie auch in entvölkerten Ortszentren.

Die Sanierung und Nutzung von Denkmälern unterliegt stetig steigenden technischen und baurechtlichen Auflagen und immer höheren Nutzungsansprüchen, wodurch sich komplexe Zielkonflikte mit konservatorischen Belangen ergeben.

Historische Bauwerke charakterisieren sich durch eine hohe Dauerhaftigkeit, bergen aber in einzelnen Fällen auch Risiken, die erst im Verlaufe der Sanierungsarbeiten zu Tage treten. Gerade diese Überraschungen geben viel von sich reden und schrecken von Sanierungsvor-

haben ab. Dieser Komplexität und diesen Risiken ausweichend, wird der stetig steigende Bedarf an „Leistbarem Wohnen“ durch **Neubauprojekte** gedeckt, was als Konsequenz beispiellos hohe Flächenversiegelungen bei erheblichen Ressourcenaufwendungen durch Erschließungsinfrastruktur wie auch Leerstände in Altbauten bei stagnierend niedrigen Sanierungsraten mit sich bringt.

Eine weitere Problematik liegt in der Orientierung von **Normen** und **Strategiepapieren** an Neubauten², deren Anwendung an Altbauten wenig adäquat, technisch ungeeignet oder unwirtschaftlich sein kann; strukturelle Vorzüge von Altbauten bleiben dabei oftmals unberücksichtigt. Zudem führt die Entwicklung von (oftmals nur mäßig geeigneten) Sonderlösungen zu zusätzlichem Planungsaufwand und Komplikationen bei Gewährleistungsfragen.

Eine weitere Einflussgröße auf den baukulturell wertvollen Baubestand stellen auch **Klimawandelfolgen** dar, welche sich einerseits in der kontinuierlichen Verschiebung klimatischer Rahmenbedingungen manifestieren und andererseits in der Häufung von mensch- und gebäudegefährdenden Naturereignissen widerspiegeln.

Sich ändernde **wirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen** als Folge von weltweiten Epidemien, bewaffneten Konflikten, der Klima- und Energiekrise mit Rohstoffknappheit und steigenden Energiepreisen können zu Verunsicherungen und Prioritätenverschiebungen bei der Wohnraumerhaltung und -schaffung auch im denkmalgeschützten Gebäudebestand führen.

Diese in der Praxis der Denkmalpflege und der Wohnraumschaffung auftretenden Unzulänglichkeiten veranlassten das Land NÖ und das Bundesdenkmalamt gemeinsam mit der Universität für Weiterbildung Krems (Donau-Universität Krems), ein umfassendes wissenschaftliches Projekt zur Entwicklung geeigneter strategischer Lösungsansätze zu konzipieren und umzusetzen.

¹ Vgl. BDA LK NÖ (2014), S. 19

² Vgl. EU OMC CHCC



Ansätze zur umfassenden Potenzialerfassung denkmalgeschützter Wohnbauten

Zur umfassenden Potentialerfassung denkgeschützter Wohnbauten ist es erforderlich, eine analytische Methodik zu entwickeln, um deren Eigenschaften in ökonomischer und ökologischer Sicht, aber auch unter konservatorischen Aspekten zu bewerten. Zudem galt es auch die heutige für die Wohnbauschaffung im denkmalgeschützten Bereich angewandten Normen und Betrachtungsweisen kritisch zu hinterfragen.

Der **Energieausweis** gilt heutzutage als relevantes Beurteilungsinstrument der energetischen Leistungsfähigkeit von Gebäuden. Aufgrund ihrer Beschaffenheit liegt der Verdacht nahe, dass bei diesem Verfahren historische Gebäude **unzureichend beschrieben** werden, zumal die thermische Bewirtschaftung der Speichermassen nicht ausreichend in Berücksichtigung gebracht wird.

Zudem bezieht sich die energetische Bewertung von Gebäuden auf die Betrachtung von „**Momentanwerten**“ in Form von jährlichen Verbräuchen. Die dynamische Veränderung dieser unter dem Einfluss der Klimawandelfolgen unterbleibt. Daher ist die Betrachtung auf Bedarfs- bzw. Verbrauchszeiträume auszuweiten.

Bei der **ökonomischen Beurteilung** von Projekten werden zumeist nur die Errichtungs- bzw. Sanierungskosten in Berücksichtigung gebracht, obwohl die **Folgekosten** über die Nutzungsdauer ein Vielfaches davon ausmachen. Diese sind in eine gesamtheitliche Betrachtung einzubeziehen. Dabei sind sich ändernde wirtschaftliche Rahmenbedingungen ebenfalls zu berücksichtigen.

In gleicher Weise bleiben die **ökologischen Investitionen** in Form von Energieaufwendungen und Emissionen bei der Planung und Realisierung von Sanierungs- und Neubauprojekten in aller Regel unberücksichtigt; diesen ist aber Rechnung zu tragen, zumal diese über den Lebenszyklus den

weitaus größeren Anteil beinhalten. Bei der Darstellung der energetischen Leistungsfähigkeit von Gebäuden werden die Betrachtungsperimeter stets auf den eigentlichen Bau beschränkt, während der **Standort** dabei unberücksichtigt bleibt. So werden beispielsweise die induzierte Mobilität oder die infrastrukturelle Erschließung außer Acht gelassen.

All die aufgeführten Einflussgrößen und Faktoren sind bei einer **umfassenden Potentialanalyse denkmalgeschützter Wohnbauten** zu berücksichtigen. Auf dieser Grundlage lässt sich auch eine adäquate Vergleichsbasis zwischen Alt- und Neubauten erstellen.

Vorgehensweise und Methodikentwicklung

Um alle diese in eine umfassende Berücksichtigung zu bringen, ist die stufenweise Entwicklung einer **umfassenden Methodik** zur Erfassung und Bewertung der erwähnten ökonomischen und ökologischen Eigenschaften mittels **aussagekräftiger und nachvollziehbarer Kennwerte** erforderlich. Dabei wird so weit wie möglich auf etablierten Werkzeugen aufgebaut wie thermodynamischen Simulationsprogrammen³, Normen zur Erfassung von Lebenszykluskosten⁴ oder Instrumenten zur ökologischen Bewertung von Gebäuden und Bauteilen⁵.

Andere Werkzeuge mussten vollkommen neu entwickelt werden wie die zur ökologischen Standortbewertung. Wichtige Datenquellen bildeten mitunter der IPCC-Report, Meteodatenbanken⁶ oder Bauteilkataloge⁷, um nur die wichtigsten zu nennen. Die Überprüfung und der Abgleich der Ergebnisse erfolgt über Messkampagnen oder mittels Prüfung von Abrechnungen von Bauprojekten oder Energiekosten.

Die Entwicklung und schließlich auch Verifizierung der Methodik erfolgt anhand **ausgewählter Wohnbauobjekte**. Diese haben einen möglichst großen Teil des denkmalgeschützten Wohnbaubestands in Niederösterreich typologisch abzubilden. Ferner waren unterschiedliche klimatische

³ Simulationsprogramm IDA ICE, Archiphysik

⁴ ÖNORM B 1801-2, B 1801-4, LEKOS, LEKOSECOS

⁵ OI3-Index, Ecosoft

⁶ meteonorm

⁷ www.baubook.at, last access 14.11.2023

Objektname	Ehem. Feuerwehrhaus	Wallseerhof Altbau	Wallseerhof Neubau	Langer Gang
				
Adresse	3500 Krems an der Donau / Stein Schürerplatz 2	3500 Krems an der Donau Fischergasse 5 und 9	3500 Krems an der Donau Fischergasse 5 und 9	2493 Lichtenwörth Fabrikgasse 4
Geschoße	2	3	4	2
Wohnungen	2	6	6	18
Nutzung	100 % geförderte Mietwohnungen	100 % geförderte Mietwohnungen	GEDESAG	100 % geförd. Miet- u. Eigentumswgn.
Bauträger	GEDESAG	GEDESAG	GEDESAG	Südraum Gemn. Wohnbauges. mbH
Umsetzung	Übergabe erfolgt	Übergabe erfolgt	Übergabe erfolgt	in Umsetzung
Objektname	Sternhof Altbau	Sternhof Neubau	Burg Bruck	Ehem. Gasthof Sepp Riedl
				
Adresse	3500 Krems an der Donau Göglstraße 16, Dr. Pollhamergasse 4	3500 Krems an der Donau Göglstraße 16, Dr. Pollhamergasse 4	2460 Bruck an der Leitha, Burg Bruck Johngasse 1	4065 Strenberg Markt 30
Geschoße	3	3	3	2 Alt / 3 Neu
Wohnungen	8	15	36	6 Alt / 9 Neu
Nutzung	100 % geförderte Mietwohnungen	100 % geförderte Mietwohnungen	100 % geförderte Mietwohnungen	100 % geförderte Mietwohnungen
Bauträger	GEDESAG	GEDESAG	Wien Süd eGen mbH	Heimat Österreich
Umsetzung	Übergabe erfolgt	Übergabe erfolgt	Übergabe erfolgt	Übergabe erfolgt

Abbildung 1: Überblick der untersuchten Wohnbauten (Darstellung UWK).

Standorte und nach Möglichkeit auch dazu vergleichbare Neubauten zu berücksichtigen.

Zur Qualitätssicherung und Sicherstellung der Praxisrelevanz wurde ein **Forschungsbeirat** konstituiert, der sich aus Mitgliedern der Projektförderstellen, der Wissenschaft, der Denkmalpflege und des gemeinnützigen Wohnbaus zusammensetzt. Im Folgenden sollen die zentralen Fragestellungen und Ergebnisse erörtert werden.

Der Energieausweis und die Wirklichkeit- Wie gut ist der historische Altbau abbildbar?

Die Abbildung der spezifischen energetischen Eigenschaften eines Gebäudes erfolgt üblicherweise mittels des **Energieausweises**. Diesem liegt eine vereinfachte, statische Berechnungsweise mit standardisierten Rechenparametern⁸ zugrunde. Dem bauphysikalischen Verhalten der meisten historischen Bestandbauten vermag damit hinsichtlich hoher Speichermasse, klimatischer Pufferzonen, besonderer Nutzungsweisen nur **unzureichend** Rechnung getragen werden. Deshalb

werden im Projekt die offizielle Nennwerte der Energieausweise verschiedenen Untersuchungen und Vergleichen unterzogen, um zu wissenschaftlich fundierten, vergleichbaren, repräsentativen Grundlagen und Erkenntnissen zu gelangen.

1. **Prüfung** der originalen Energieausweisberechnungen auf deren Korrektheit
2. **Aktualisierung** der originalen Energieausweise auf den neuesten Stand (OIB RL6:2019) zur Vergleichbarkeit der verschiedenen Gebäude (Alt- und Neubau)
3. **Thermodynamische Berechnungen** der ausgewählten Wohnbauten zur exakteren Ermittlung ihrer Bedarfe
4. **Vergleich** der statischen Energieausweisberechnungen gemäß OIB RL6:2019 mit thermodynamischer Gebäudesimulation
5. Vergleich der Ergebnisse aus Pkt. 4 mit **realen Verbrauchsdaten** aus mehreren zurückliegenden Jahren

Die tatsächlichen **Verbrauchswerte** liegen für Altbauten teilweise sehr deutlich unter der normgemäßen Bedarfsermittlung. Für Niedrigenergie-Neubauten werden hingegen höhere Verbräuche gemessen als berechnet. Im Ergebnis

⁸ Gem. OIB RL6:2019

nähern sich sanierte Altbauten den Neubauten deutlich an.

Mittels einer Messkampagne wurde nach Erklärungsansätzen für diesen Sachverhalt gesucht. So wurden in den Wohnräumen der Altbauten im Winter tendenziell niedrigere Innenraumlufttemperaturen gegenüber vergleichbaren Neubauten festgestellt. Die Ursache dafür mag in der aufgrund kleinerer Fensteranteile geringeren Wärmeabstrahlung liegen und möglicherweise auch in geringeren Komfortansprüchen in historischen Wohngebäuden. Eine zentrale Rolle für die gegenüber den errechneten Heizwärmebedarfen höheren Verbräuche bei Neubauten dürften Kippfenster spielen.

Gebäudeverhalten unter dem Einfluss des Klimawandels- Sind Altbauten klimaresilient?

Es stellt sich die Frage, welche Einflüsse der erwartete **Klimawandel** auf **Alt-** und **Neubauten** ausüben wird. Konkret stellt sich die Frage, in welcher Weise sich der **Heizwärme-** und **Kühlenergiebedarf** bei beiden Gebäudearten mit den prognostiziert höheren Temperaturen in den kommenden 50 Jahren ändern wird?

Die dem Energieausweis zugrunde liegenden Meteodaten liegen mehrere Jahre zurück und entsprechen damit nicht einmal den aktuellen klimatischen Rahmenbedingungen. Für die Sanierung oder Neuerrichtung eines Gebäudes sind aber vielmehr die Meteodaten über die **Nutzungsdauer** gesetzter baulicher Maßnahmen relevant. Daher wurden für die Standorte der zu untersuchenden Gebäude die Meteodaten für den Zeitraum von 2020 bis 2070 nach den **Klimawandelsszenarien** des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) generiert. Für die Untersuchung wurde das für Klimawandelprognosen zumeist verwendete Szenario SRES-A1B gewählt.⁹

Unter Berücksichtigung der sich über den Betrachtungszeitraum **verändernden klimatischen Konditionen** werden mittels **thermodynamischen**

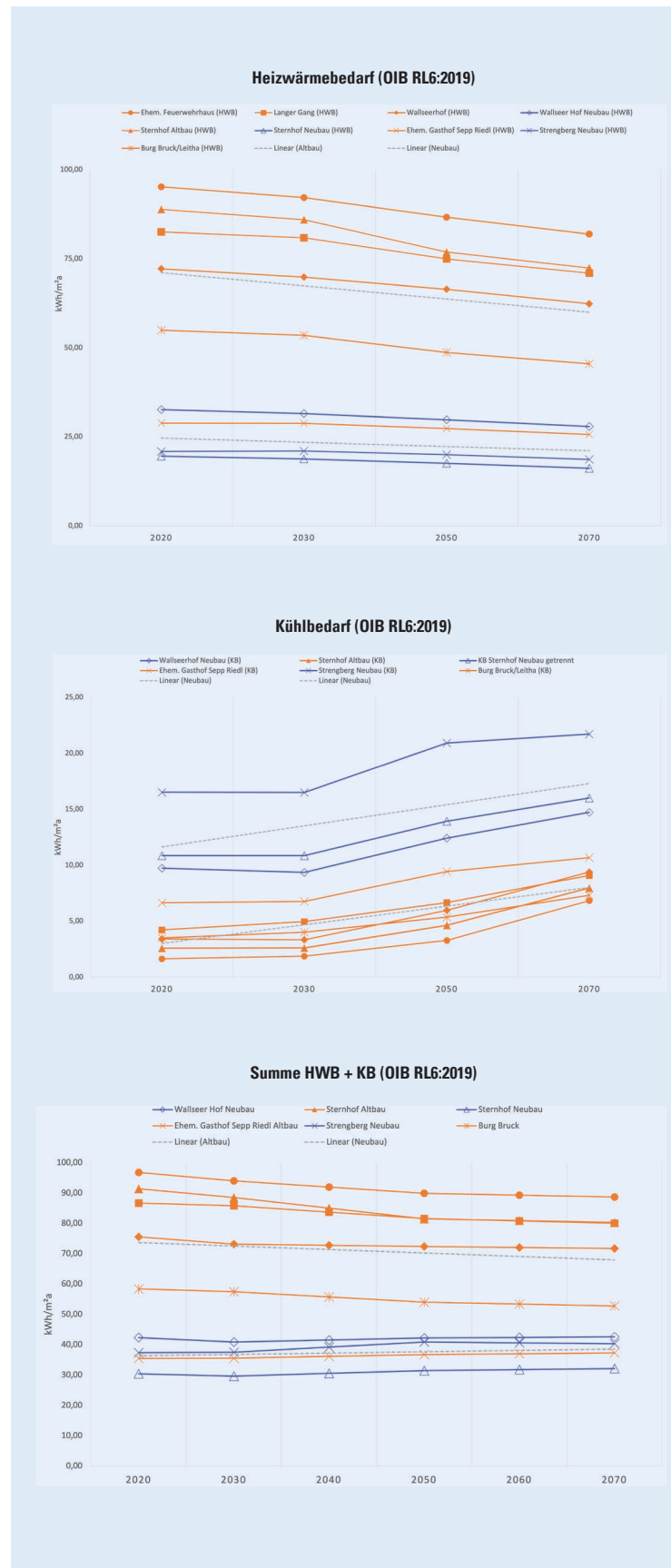


Abbildung 2: Veränderung der Heizwärme- und Kühlenergiebedarfe bei Altbauten (orange) und Neubauten (blau) (Graphik UWK).

9 IPCC: Special Report on Emissions Scenarios (2000)



scher Simulationen¹⁰ für die untersuchten Alt- und Neubauten die Heizwärme- und Kühlenergiebedarfe errechnet. Dabei wird festgestellt, dass bei den massiven Altbauten der Heizwärmebedarf gegenüber den außengedämmten Neubauten überproportional abnimmt, während der Kühlenergiebedarf aufgrund der größeren Fensteranteile bei den neuen Gebäuden signifikant stärker zunimmt als bei den historischen Bauten. Insgesamt lässt sich feststellen, dass bei den **Altbauten in Summe** der Heizwärme- und Kühlenergiebedarf bis zum Jahr 2070 im Schnitt um **8 % sich verringert**, während dieser bei **Neubauten** sich im Schnitt um **4 % erhöht**.

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass die Berücksichtigung künftiger Klimadaten in der Ermittlung von Energiebedarfen sehr wohl eine Rolle spielt. Es wird erforderlich sein, verbindliche Konventionen für abzubildende Szenarien zu treffen und entsprechende Datensätze zu erheben.

Die ökologischen „Investitionen“ – ein vernachlässigter Aspekt!

Die Frage nach den **ökologischen Aufwendungen** in Bezug auf **Energie** und **Emissionen** für die **Gebäudesanierung** oder die **Errichtung von Neubauten** bleibt in vielen ökologischen Betrachtungen von Bauten vollkommen unberücksichtigt. Auch der Energieausweis fokussiert sich nur auf die Bedarfe im Gebäudebetrieb. Welche energetischen Investitionen aufgewendet werden müssen, um entsprechende Bedarfswerte zu erhalten, bleibt ausgeblendet.

Konkret stellt sich also die Frage, inwieweit die „**ökologischen Investitionen**“ in die Errichtung eines Neubaus durch seine geringeren Bedarfe bzw. Verbräuche für Wärmebereitstellung und Kühlung gegenüber vergleichbaren historischen Gebäuden über die Nutzungsdauer kompensiert werden können.

Zur Untersuchung dieser Fragestellung werden **lebenszyklische Analysen** in Bezug auf **CO₂ Emissionen** und Aufwendungen von **Primärener-**

gie für die Generalsanierung historischer Wohnbauten bzw. Neuerrichtung von Wohngebäuden und deren Betrieb über eine Dauer von 50 Jahren – konkret wiederum von 2020 bis 2070 – durchgeführt. Damit können mitunter relevante Emittenten identifiziert werden.

Betrachtet man die CO_{2eq}-Emissionen lassen die Ergebnisse erkennen, dass die Aufwendungen für die Generalsanierung von historischen Wohnbauten in aller Regel **halb bis zwei Drittel so hoch** in Bezug auf die Wohnnutzfläche¹¹ ausfallen, als für die Neuerrichtung vergleichbarer Wohngebäude. Einzig in seltenen Fällen, bei welchen beispielsweise die gesamte Statik eines historischen Altbaus ertüchtigt werden muss oder eine aufwendige Festigung des Untergrunds erforderlich ist, können die CO_{2eq}-Emissionen bei der Sanierung in eine ähnliche Größenordnung wie für eine Neuerrichtung zu liegen kommen. Es stellt sich nun aber die Frage, wie sich die ökologische Vorteilhaftigkeit der denkmalgerechten Generalsanierung von Altbauten (ohne Vollwärmeschutz) gegenüber der Errichtung von Neubauten mit Wohnnutzung in der **lebenszyklischen Betrachtungsdauer von 50 Jahren** darstellt, zumal die Energieaufwendungen im Betrieb bei Altbauten selbst nach der Sanierung höher bleiben. Hier lässt sich feststellen, dass in der lebenszyklischen Bilanz denkmalgerecht sanierte, historische Wohngebäude bezogen auf CO_{2eq}-Emissionen pro Wohnnutzfläche in der Regel etwas **vorteilhafter** gegenüber vergleichbaren Neubauten ausfallen. Ausnahmen bilden in dieser Hinsicht Altbauten mit installierter Gasheizung oder die ebenerwähnten Fälle aufwendiger konstruktiver Ertüchtigung im Zuge der Sanierung.

Sehr ähnlich stellen sich die Verhältnisse in Bezug auf die Bilanzierung **nichterneuerbarer Primärenergie** dar. Die besagten energetischen Aufwendungen liegen für eine umfassende denkmalgerechte Sanierung von Wohnbauten etwa bei der **Hälfte** wie für die Errichtung vergleichbarer Neubauten – wiederum bezogen auf die Wohnnutzfläche. Eine Ausnahme in diesem Bezug bilden wiederum historische Wohnbauten mit der Erforderlichkeit aufwendiger baulicher Ertüchti-

¹⁰ Programm IDA-ICE

¹¹ Da die Wohnnutzfläche bei Altbauten gegenüber Neubauten zumeist ungünstig ausfällt, ist die ökologische Vorteilhaftigkeit jener in Bezug auf Bruttoflächen noch ausgeprägter.

gungsmassnahmen. In der **lebenszyklischen Bilanz nicht erneuerbarer Primärenergie** über einen Zeitraum von **50 Jahren** lässt sich feststellen, dass sanierte, denkmalgeschützte Wohnbauten (ohne Vollwärmeschutz) gegenüber vergleichbaren Neubauten mit Wohnnutzung sich in der Regel als **signifikant vorteilhafter** erweisen. Eine Ausnahme bilden hier wieder gasbeheizte Altbauten oder Fälle aufwendiger bautechnischer Ertüchtigung.

Zusammenfassend ist in den Bilanzen sowohl in Bezug auf **CO_{2eq}-Emissionen** als auch in Bezug auf **nicht erneuerbare Primärenergie** festzustellen, dass im **Gebäudebetrieb** ein **Vielfaches** an Aufwendungen anfällt gegenüber der Sanierung beziehungsweise Gebäudeerrichtung. Über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren konnte bei den betrachteten Objekten in beiderlei Bilanzierungen bezogen auf Wohnnutzfläche bei Neubauten ein Faktor von 1,5 und mehr, bei Altbauten 2,0 und mehr festgestellt werden. Der eigentliche „**Stellhebel**“ ist damit eindeutig im **Gebäudebetrieb** identifizierbar. Primäre Voraussetzung muss aber stets die thermische Optimierung der Gebäudehülle unter Einhaltung der Bedingungen des Denkmalschutzes sein.

Schlussfolgernd lässt sich feststellen, dass denkmalgeschützte, sanierte Wohnbauten ohne Vollwärmeschutz in Bezug auf CO_{2eq}-Emissionen und der Aufbringung nicht erneuerbarer Primärenergie in der Regel **ökologisch vorteilhafter** als vergleichbare Wohnneubauten sind.¹²

Kostenwahrheit über den Zyklus der Nutzung- Sind Denkmäler wirklich kostenintensiver?

Analog zur ökologischen Lebenszyklusanalyse lassen sich auch **dynamische Kostenbilanzierungen** über die **Nutzungsdauern** durchführen.¹³ Dabei drängt sich wiederum die Frage nach vergleichenden Analysen zwischen Neubauten und sanierten Denkmälern mit Wohnnutzung auf.

12 Anm.: Für die lebenszyklische Bilanzierung wurde die Gebäudekonstruktion und die technische Gebäudeausstattung berücksichtigt. Ermittlung der Werte erfolgte nach OI3 mit eco2soft.

13 Die dynamische Lebenszykluskostenanalyse erfolgt mittels der ÖNORM B 1801-2 und ÖNORM B 1801-3

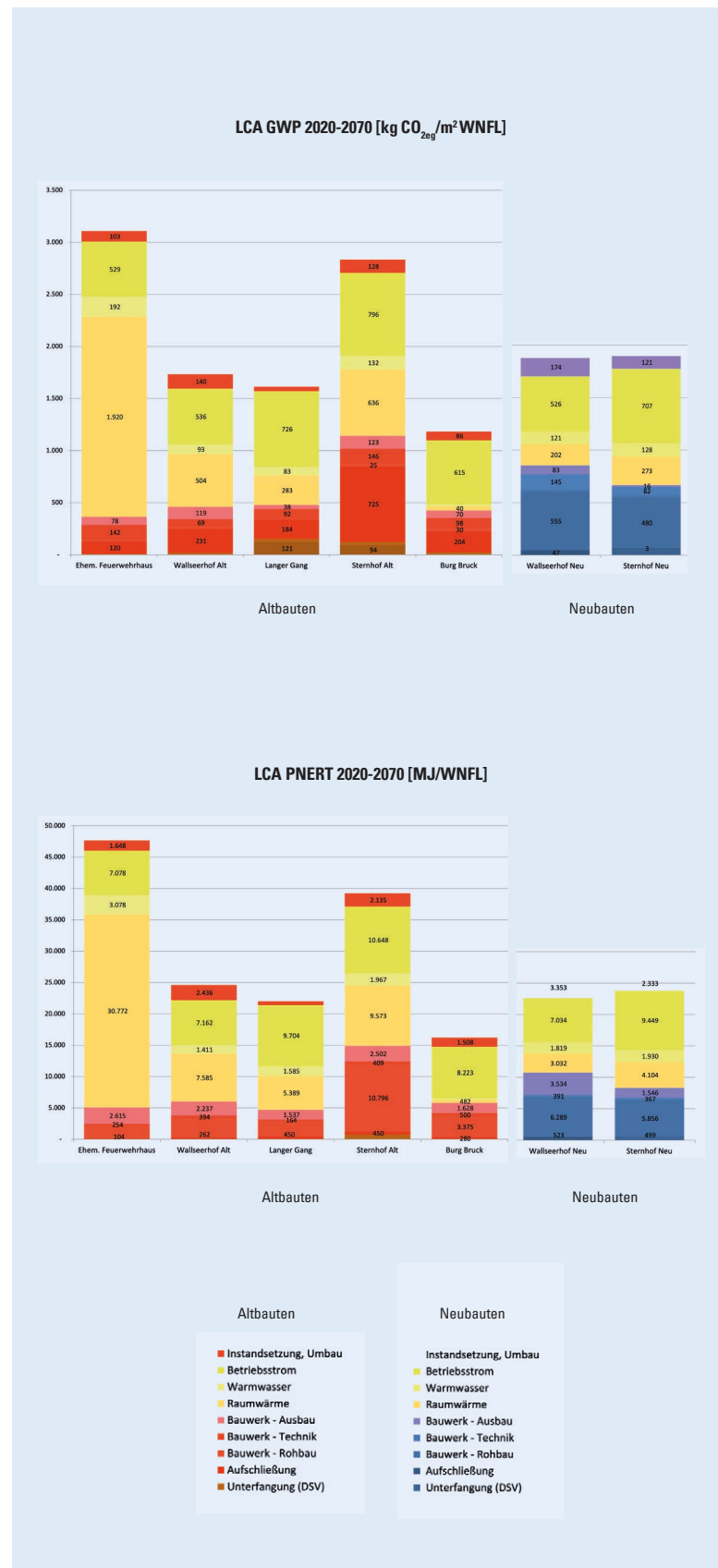


Abbildung 3: Lebenszyklusbilanzen von CO_{2eq}-Emissionen und nicht erneuerbarer Primärenergie bei Alt- und Neubauten mit Wohnnutzung (Graphik UWK).

Bei der Lebenszyklusanalyse über längere Zeiträume stellt sich vordergründig die Frage nach der Annahme künftiger **Preis- und Zinsentwicklungen**. Gerade in der Zeit massiver Kostensteigerungen in der Bauwirtschaft und noch extremeren Preisentwicklungen im Energiesektor gilt es, einen besonderen Fokus auf die Festlegung plausibler Szenarien zu legen. Zudem sind auch die **Auswirkungen klimawandelbedingter Veränderungen** des Energiebedarfs auf die Lebenszykluskosten zu untersuchen. In der Studie wird mit bisherigen wie auch mit aktuellen Parametern bei der Darstellung der Szenarien gearbeitet.

Bei den Lebenszykluskosten-Bilanzierungen über 50 Jahre¹⁴ lässt sich feststellen, dass sowohl bei den historischen Altbauten wie auch bei den Neubauten die **Folgekosten**, welche ein Zwei-, Drei- und Mehrfaches der Sanierungs- bzw. Errichtungskosten ausmachen, als **relevante Größe** figurieren.

Bei historischen Wohngebäuden darf festgestellt werden, dass in aller Regel die Kosten für die **denkmalgerechte Generalsanierungen** bezogen auf die Wohnnutzfläche in eine **ähnliche Größenordnung** zu liegen kommen wie für die **Neuerichtung** von Wohnbauten. Einzig in den zuvor erwähnten Überraschungsfällen, bei welchen sich erst im Rahmen der Bauarbeiten herausstellt, dass aufwendige bauliche Ertüchtigungsmaßnahmen erforderlich werden, können die Kosten signifikant steigen. Gerade diese seltenen Fälle erlangen in Kreisen der Wohnbauträger einen hohen Bekanntheitsgrad und bekräftigen dabei die Skepsis in die Investition bei denkmalgeschützten Wohnbauanlagen.

Schlussfolgernd lässt sich allgemein festhalten, dass die dynamisch gerechneten Lebenszykluskosten unter der Berücksichtigung künftiger Preis- und Zinsentwicklungsszenarien und klimatischer Veränderungen und bezogen auf mietenrelevante Wohnnutzflächen, für **denkmalgerecht sanierte Wohngebäude**¹⁵ mit denen für **neu errichtete Wohnbauten** in eine **vergleichbare Größenordnung** zu liegen kommen. Die **Wirtschaftlichkeit** beider Gebäudegattungen ist somit **vergleichbar**.

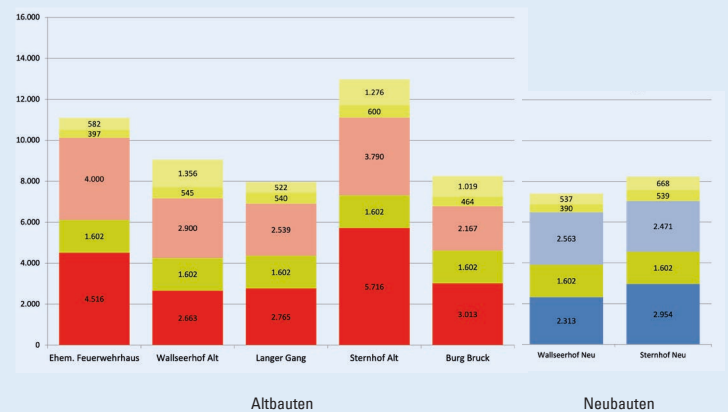
14 Betrachtungszeitraum 2020 bis 2070

15 Anm.: ohne Vollwärmeschutz

Parameter für dynamische Lebenszyklusberechnung 2020- 2070

Abzinsungsfaktor	0,0%p.a.	2,5%p.a.
Preissteigerung Energie	1,0%p.a.	5,5%p.a.
Preissteigerung Betriebskosten	1,5%p.a.	4,5%p.a.
Preissteigerung Instandhaltung	1,5%p.a.	4,5%p.a.

LZK 50 (2020-2070) nach OIB RL 6 und Preis-/Zinszenario vor 2020 [€/m²_{WNF}]



LZK 50 (2020-2070) nach SRES A1B und Preis-/Zinszenario nach 2020 [€/m²_{WNF}]

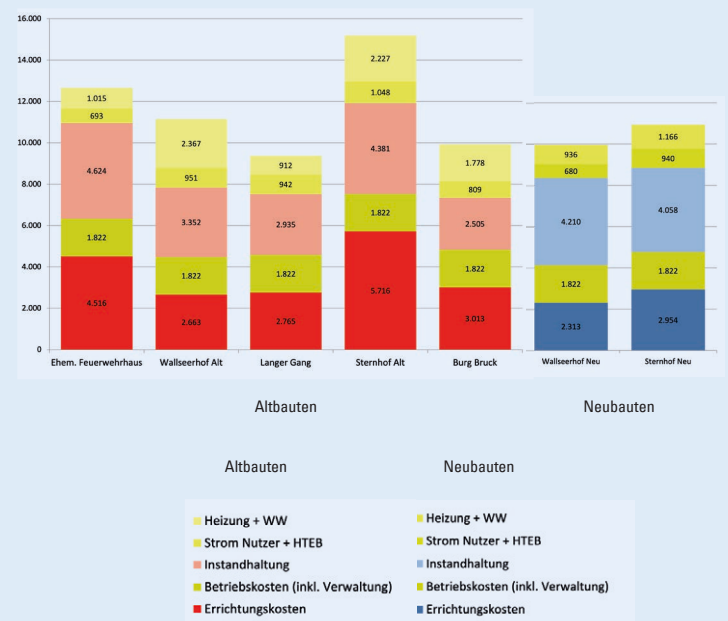


Abbildung 4: Lebenszyklusszenarien nach Rahmenbedingungen vor und nach 2020 bzw. ohne und mit Klimawandelfolgen (Graphik UWK).

Frage nach Betrachtungsgrenze- Rolle des Standorts

Die gesamten bisherigen Analysen schränken sich stets auf das **Gebäude als Systemgrenze** ein. Diese Einschränkung ist in der Praxis auch vollkommen üblich und für die Ausdifferenzierung und vergleichende Gegenüberstellung mit gebräuchlichen Bewertungen von Gebäuden auch gut geeignet. Dennoch werden dabei aber zahlreiche mit dem **Standort** verbundene Eigenschaften des Gebäudes ausgeblendet. Deren Relevanz soll im Folgenden näher betrachtet werden.

Einen wichtigen standortabhängigen Einflussfaktor bildet dabei die **induzierte Mobilität**. Auf Grundlage erstellter **Mobilitätsszenarien** über die Zeitdauer von 20 Jahren¹⁶ lassen sich die induzierten Verkehrsquantitäten erfassen. Mit dem eigens entwickelten rechnergestützten Programm „km+“ lassen sich **vergleichende Charakterisierungen** der unterschiedlichen Gebäudestandorte vornehmen.

Unter denkmalgeschützten Gebäuden ist der Anteil von Standorten im Stadt- bzw. Ortszentrum überdurchschnittlich, während neue Wohnsiedlungen oft an Siedlungsrändern errichtet werden.

Von besonderem Interesse sind **Quantitätsvergleiche ökologischer Indikatoren** zwischen induzierter Mobilität und Gebäudebetrieb. So lässt sich feststellen, dass unter realitätsnahen Szenarien die **CO_{2eq}-Emissionen induzierten Verkehrs** ungefähr **50 bis 100 %** der lebenszyklisch ermittelten **CO_{2eq}-Emissionen** aus der **Gebäudenutzung**¹⁷ ausmachen. Damit verkörpert der **Standort** eine **relevante Einflussgröße** auf die **ökologische Gesamtbilanz eines Wohngebäudes**.

Allein aufgrund dieser Relation erscheint es erforderlich, die **ökologischen und ökonomischen Kapazitäten von Ortskernen** integral zu erfassen und zu bewerten. Diese würden in ihrer baulichen Struktur oftmals das Charakteristikum der „**Stadt der kurzen Wege**“ erfüllen, doch bleiben oft diese Potentiale durch Formen inadäquater Nutzung oder Leerstände unerschlossen.

16 Anm.: Für längere Zeiträume lassen sich keine vernünftigen Szenarien erstellen.

17 Anm.: Inkl. Anteil für Sanierung bzw. Neuerrichtung des Gebäudes.

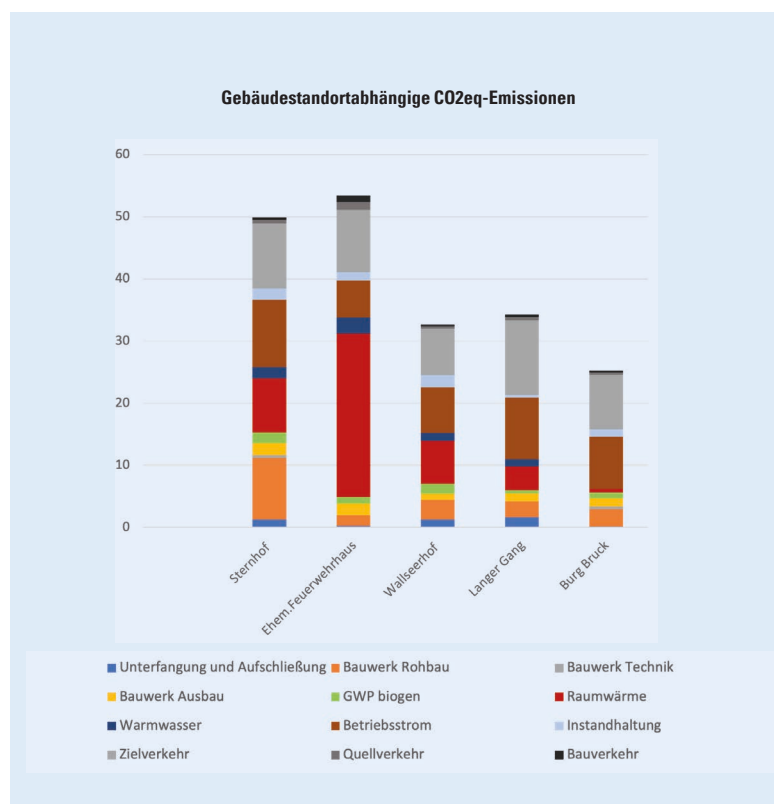


Abbildung 5: Gebäudestandortabhängige CO_{2eq}-Emissionen für Gebäudebetrieb und Mobilität (Graphik UWK).

Die **allgemeine Erschließungsinfrastruktur** wie Straßen, Kanalisationen, Wasserleitungen, Stromleitungen, Datenkabel etc. sind in ihrer Errichtung und in ihrem Betrieb als ein weiterer **relevanter Einflussfaktor** in der standortabhängigen ökologischen und ökonomischen Bilanzierung zu erwähnen. Eine Quantifizierung dieser Werte ist in den vorliegenden Betrachtungen nicht erfolgt, doch ist es einleuchtend, dass in dieser Hinsicht geschlossene und dichte Siedlungsräume sich als vorteilhaft erweisen. Damit stellt sich die Frage, ob ein fernab von besiedelten Räumen stehendes Passivhaus ökologischer ist, als ein historisches Wohnhaus in einem mittelalterlichen Ortszentrum.

Was heißt das für die Praxis?

Aus den im Rahmen der angestellten Betrachtungen gewonnenen Erkenntnissen stechen einige besonders hervor.



Die statische Berechnungsform der Energieausweise bei Altbauten mit hoher Gebäudemasse und geringen Fensteranteilen ist **wenig geeignet** für die Ermittlung aussagekräftiger Energiebedarfe. Zudem kann der reale Energieverbrauch erheblich von errechneten Energiebedarfen abweichen.

In weiterer Folge erscheint es wenig sinnvoll, die energetischen Kennwerte von Gebäuden anhand **Jahre zurückliegender Meteodaten** zu ermitteln. Vielmehr sollte der klimatische Bezugszeitraum sich auf die Nutzungsdauer verrichteter baulicher Maßnahmen wie Sanierung und Errichtung beziehen.

Aufgrund der sich dynamisch wandelnden klimatischen Rahmenbedingungen erscheint es **unzureichend**, Bedarfe für Heizung und Kühlung anhand von **Momentanwerten** zu erheben, sondern über längere Zeiträume.

In der energetischen Beurteilung von Wohngebäuden, ist es nicht ausreichend, sich auf Momentanwerte aus dem Gebäudebetrieb zu beziehen, sondern die anfallenden **„ökonomischen Investitionen“** in Form von Primärenergieaufwendungen und $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emissionen für Sanierung bzw. Errichtung sind zu berücksichtigen.

In der ökonomischen Beurteilung von Wohngebäuden hingegen, erscheint es unzureichend, sich nur auf die **Sanierungs-** bzw. **Errichtungskosten** zu fokussieren wie es in der gängigen Praxis üblich ist. Die Folgekosten betragen ein Vielfaches und stellen die relevante Größe dar. Folglich ist mit Lebenszykluskosten zu rechnen.

Ferner stellen die **induzierte Mobilität** und die **allgemeine Erschließungsinfrastruktur** maßgebende Beurteilungsfaktoren in der gesamtökologischen und -ökonomischen Beurteilung von Gebäuden dar. Diese standortabhängigen Faktoren sind zu berücksichtigen.

„monumentum ad usum“ zeigt Wirkung

Die Zwischenergebnisse des Projekts **monumentum ad usum** wurden während der Laufzeit an mehreren Fachsymposien im In- und

Ausland präsentiert und diskutiert und fanden auf diese Weise viel Beachtung sowohl in den internationalen Fachkreisen wie auch bei Handlungsverantwortlichen. Die offizielle Publikation wird bereits erwartet.

Durch die Vertretung der Universität für Weiterbildung Krets in der internationalen Expertengruppe des OMC-Prozesses (Open Method of Coordination) „Strengthening cultural heritage resilience for climate change“ der Europäischen Kommission konnten laufende Erkenntnisse aus **monumentum ad usum** auch dort eingebracht werden. Diese haben auch zu den publizierten Empfehlungen beigetragen.¹⁸

Zwischenzeitlich konnten auch mehrere Folgeprojekte in Angriff genommen werden, welche auf der entwickelten Analysemethodik und weiteren Projektergebnissen basieren. Auf diese Weise stellt **monumentum ad usum** ein essenzielles Basisprojekt dar und erfährt in Zukunft eine weitere Ausdifferenzierung.

¹⁸ European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, Strengthening cultural heritage resilience for climate change – Where the European Green Deal meets cultural heritage, Publications Office of the European Union, 2022

EMPFEHLUNGEN

1. Ermittlung der Heizwärmebedarfs bei historischen Altbauten mittels **thermodynamischer Simulation**. Diese liefert wesentlich exaktere Werte.
2. Möglichkeit nachträglicher Kalibrierung (bzw. Ausdifferenzierung) des ermittelten Heizwärmebedarfs bei historischen Altbauten durch **reale Verbrauchswerte**. Diese können erheblich abweichen.
3. Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs auf Basis der nach **Klimawandelszenarien** zu erwartenden Meteodaten statt wie bisher anhand zeitlich zurückliegender Meteodaten.
4. Wegen dynamischer Klimaänderung soll die Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs über den **Zeitraum der Nutzung** statt für den Moment der Inbetriebnahme erfolgen.
5. Berücksichtigung der „**ökologischer Investitionen**“ wie CO_{2eq}-Emissionen oder Primärenergieinhalt für Gebäudesanierung oder -errichtung bei der Erstellung von Bilanzen. Für eine Minimierung der ökologischen Werte ist das Hauptaugenmerk auf die Haustechnik und den Gebäudebetrieb zu legen, wiewohl der erste Schritt stets die Optimierung der thermischen Gebäudehülle sein muss.
6. Berücksichtigung der **Folgekosten** bei der ökonomischen Bilanzierung von Gebäuden. Diese betragen in der Regel ein Vielfaches der Sanierungs- bzw. Errichtungskosten.
7. Ausweitung der Bilanzgrenze „Gebäude“ bei der ökonomischen und ökologischen Bewertung von Wohngebäuden und Berücksichtigung **standortabhängiger Faktoren** wie induzierte Mobilität und allgemeine Erschließungsinfrastruktur zur Ableitung raumplanerischer Parameter.
8. Etablierung eines „**Energieausweis PLUS**“ zur gesamtheitlichen, lebenszyklisch gerechneten ökonomischen und ökologischen Bedarfsermittlung unter Berücksichtigung des Klimawandels und standortabhängiger Faktoren als ausdifferenzierte Vergleichsgrundlage von Wohnbauten unterschiedlicher Gattungen.
9. Ausgestaltung von **Anreizen** (z.Bsp. NÖ Wohnbauförderung) und **Rahmenbedingungen** (z. Bsp. NÖ Bauordnung) auf Grundlage der Kennwerte des „Energieausweises PLUS“. Verfassung von **Ratgebern** für gemeinnützige Wohnbauträger.
10. Installation einer **spezifischen Baubefundung** als Grundlage für die Entscheidung der Eignung und Sinnhaftigkeit eines Sanierungsvorhabens für denkmalgeschützte Wohnbauten zur Erhöhung der Planungssicherheit und Minimierung unvorhersehbarer, baulichen und finanziellen Mehraufwendungen.



GESELLSCHAFT UND BAUKULTURELLES ERBE

Eine wesentliche gesellschaftliche Aufgabe besteht in der Sicherung und dem Erhalt unseres kulturellen und baulichen Erbes und unserer historischen Stadträume - unter den Aspekten einer kulturellen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit.

Werte von Denkmälern

Schon **Alois Riegl** und **Georg Dehio** beschäftigten sich intensiv mit den Werten des Denkmals. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts veröffentlichten sie ihre durchaus konträren Anschauungen zu ihren verschiedenen Wertekategorien von Denkmalen. Sie unterschieden in ihren Definitionen:

- Alterswert
- Historischer Wert
- Erinnerungswert
- Gebrauchswert / Gegenwartswert
- Kunstwert / Neuheitswert

Diese bis heute in Fachkreisen diskutierte Thematik zeigt zum einen den grundsätzlichen Bedarf der Wertzuordnungen in der Gesellschaft und zum anderen die Vielfalt der Möglichkeiten zur Wertekategorisierung von Baudenkmalern.

Für Investoren und Bauträger hat ab der ersten Planungsphase eines möglichen Projektes das finanzielle Potenzial Vorrang. Aber nicht nur ökonomische Werte, sondern eine Vielzahl verschiedenster anderer Faktoren definieren ein Denkmal.

Die einzelnen Baudenkmalern zuschreibbaren Werte lassen sich grundsätzlich nach verschiedenen Kategorisierungen gliedern:

- **quantifizierbare und qualifizierbare Werte**, je nach der Möglichkeit der Anwendung von Bewertungsmethoden. Diese Aufteilung reflektiert gleichzeitig gut die Art der Befassung einzelner Wissenschaftsdisziplinen mit dem Thema
- **Nutzwert und sonstige Werte**, diese Einteilung ist in volkswirtschaftlichen Analysen verbreitet
- **inhärente und externalisierte Werte**, nach der Auswirkung der Werte
- **intrinsiche und instrumentale Werte**, nach der Natur der geschaffenen Werte
- **objekt- und umfeldbezogene Werte**, nach dem Grad der Gebundenheit der Effekte an das Baudenkmal

Die vorliegende Forschungsarbeit baut auf der letzten der fünf angeführten Gesichtspunkte auf, da sie eine klare Zuordnung von Werten zu Stakeholdergruppen ermöglicht und somit die praktische Umsetzung der theoretisch ermittelten Resultate leichter möglich wird.

Hinweis: Die spezifischen Werte von Baudenkmalern sind Grundlage für die nachfolgenden Untersuchungen und werden auch in den Kap. INDIVIDUELLE QUALITÄTEN VON DENKMÄLERN (S. 29 ff.), KLIMAWANDEL UND DENKMAL-EIGENSCHAFTEN (S. 43 ff.) und POTENZIALE VORHANDENER BAUSUBSTANZ (S. 52 ff.) ausführlich behandelt.



Aktuelle Herausforderungen in der Erhaltung unseres Baukulturgutes

Nicht nur mangelnde Sensibilität gegenüber dem Werteträger Denkmal, oder zu hohe Energieverbräuche und damit verbundene Klimawandelauswirkungen machen unserem baulichen Kulturerbe zu schaffen. Auch die stagnierend niedrigen Sanierungsraten, Leerstände und aussterbende Ortskerne sowie der stetig steigende Bedarf an „Leistbarem Wohnen“ tragen zu der schwierigen Lage im Wohnungssektor bei.

Erhalt und Nutzung von Gebäuden

Altes und Gebrauchtes, so auch das Sanieren von bestehenden, bereits über einen Zeitraum von mehreren Generationen benutzten Gebäuden hat in der heutigen Wegwerf- und Konsum-Gesellschaft einen oft nur **geringen Wert**. Ein neues Gebäude auf der grünen Wiese zu errichten, ist schon in der Planung einfacher und immer noch en vogue. Nur wenige Menschen wissen die vielen Vorteile eines bestehenden, revitalisierten Gebäudes zu schätzen. Das beweisen die seit Jahren extrem niedrigen Sanierungsraten, die in Österreich 2018 bei nur noch 0,5 Prozent¹ und EU-weit 2019 nur noch zwischen 0,4 und 1,2 Prozent zu liegen gekommen sind². Die erwähnten dauerhaft niedrigen Sanierungsraten bewirken nicht nur eine negative Beeinträchtigung der vorhandenen Bausubstanz, sondern auch deutlich geringere Energieverbrauchs- und CO₂-Emissions-Einsparungen. Dies wiederum wirkt sich auf die Erreichung der nationalen und internationalen Klimaschutzziele negativ aus.

Historische Bauwerke charakterisieren sich durch eine hohe Dauerhaftigkeit, bergen aber in einzelnen Fällen auch Risiken, die erst im Verlaufe der laufenden Sanierungsarbeiten zu Tage treten. Gerade diese Überraschungen geben viel von sich reden und schrecken von Sanierungsvorhaben ab.

Die neue „Unabhängigkeits- und Ökologiewelle“ als Folge der letzten Krisen ist eine reale Chance, einen gesellschaftlichen Wandel in der Sichtweise von Erhaltung und Wiedernutzung von bereits vorhandener Bausubstanz herbeizuführen.

In den letzten wenigen Jahrzehnten konnten viele Gebäude unter Schutz gestellt und so vor Zerstörung und Verfall gerettet werden. Die positiven Auswirkungen dieser nicht nur für die Objekte selbst, sondern auch für unsere Gesellschaft grundlegend wichtigen Maßnahmen, die Rettung und der Erhalt unseres baukulturellen Erbes, wird bei einer beträchtlichen Anzahl von Gebäuden mitunter deutlich reduziert. Dieses Faktum begründet sich in der Tatsache, dass diese Gebäude zwar vor der kurzfristigen Devastierung mittels Unterschutzstellung gerettet werden konnten, dann aber keiner Nutzung zugeführt werden und so erst recht Gefahr laufen, langsam aber stetig substanziellen Schaden zu nehmen, um schließlich bis zur Unbrauchbarkeit zu verfallen oder gar gänzlich zu verschwinden³. Andere wiederum wurden so stark umgestaltet (z. B. durch radikale Entkernung), dass ihr historischer Wert, ihre Atmosphäre und auch ihre stimulierende Lesbarkeit definitiv verloren gingen.

Gelingt es, für die Objekte praxistaugliche nachhaltige Nutzungen zu finden, ist deren Fortbestand auch ohne schwerwiegende Umgestaltungen langfristig gesichert!

Leben in Ortszentren versus Flächenversiegelung

Die Nutzung denkmalgeschützter Wohnbauten ist mit einer Vielzahl unterschiedlichster Herausforderungen und Hemmnissen verbunden. Dies verdeutlicht sich einerseits durch die hohe Zahl an **Leerständen** wie auch in entvölkerten **Ortszentren**.

1 Umweltbundesamt GmbH, IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH, „Definition und Messung der thermisch-energetischen Sanierungsrate in Österreich“, April 2020, Seite 24 ff.

2 https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF, Seite 11, last access 14.11.2023

3 Vgl. https://alfa.stuba.sk/wp-content/uploads/2021/03/01_2021_Sonnleithner-2.pdf, last access 14.11.2023



Seit 2007 leben erstmals in der Geschichte mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten⁴, Mitte des Jahres 2018 waren es weltweit 55,3 Prozent⁵. In Österreich liegt der Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung 2020 bei 58,8 Prozent.⁶

Der stetig steigende Bedarf an „Leistbarem Wohnen“ wird durch **Neubauprojekte** gedeckt, was in der Konsequenz beispiellos hohe Flächenversiegelungen unter erheblichen Ressourcenaufwendungen (durch Erschließungsinfrastruktur und Materialverbrauch) und in weiterer Folge Leerstände in Altbauten bei stagnierend niedrigen Sanierungsraten bewirkt.

Österreich ist Europameister im Flächenversiegeln. Wenn so weiter gebaut, betoniert und asphaltiert wird, sind in knapp 200 Jahren alle Agrarflächen in Österreich verbaut⁷. Der „Donut“-Effekt, der kaum größere Gemeinden und Städte verschont, ist das typische Beispiel von falscher Bauweise, Flächen- und Bebauungsstruktur sowie Raumordnung. Die Ortszentren „sterben aus“, an der Peripherie werden neue Siedlungen und Einkaufszentren mit maßlosem Flächenverbrauch geschaffen, um sich selbstständig zu versorgen. Die Stadt- und Ortskerne werden „ausgehungert“.

Dabei haben funktionierende und revitalisierte Ortszentren vielerlei Vorteile wie etwa die fußläufige Erreichbarkeit von Einkaufsmöglichkeit, Arbeitsplätzen und Freizeiteinrichtungen. Dazu kommen Vorteile wie gewachsene Grünbereiche, die Architektur und die ideale Klimawandelanpassung durch Vermeidung von Hitzeinseln. Die Erhaltung und Wiedernutzung von denkmalgeschützter Bausubstanz bietet dafür die besten Voraussetzungen.

Im Zuge der Forschungsaktivitäten wurde auch erhoben, dass bei Schaffung von Wohnraum in leerstehenden, dafür technisch grundsätzlich geeigneten Baudenkmalern in Niederösterreich ca. 75 Hektar siedlungsnahes Grünland (bzw. ohne Ausbau von Dachböden ca. 45 ha) vor der Verbauung bewahrt werden können. Das entspricht etwa der Hälfte der mittleren Jahresbauleistung von Ein- und Zweifamilienhäusern in NÖ in den Jahren 2016-2020.

Mit zweierlei Maß

Eine weitere Problematik stellt die inhaltliche Gestaltung von Normen und Strategiepapieren.⁸ Diese orientieren sich nachweislich oftmals an den spezifischen Eigenschaften von modernen Neubauten. Die undifferenzierte Anwendung an Altbauten ist wenig adäquat, technisch ungeeignet oder unwirtschaftlich. Spezielle Vorzüge von Altbauten bleiben dabei oftmals unberücksichtigt. In der Folge führen die Entwicklungen von (oftmals nur mäßig geeigneten) Sonderlösungen zu zusätzlichem Planungsaufwand und Komplikationen bei Gewährleistungsfragen.

Materialien, Ökologie und Kreislaufwirtschaft

Nicht nur bei der Energieversorgung, sondern auch bei den Materialien und Baustoffen ist Europa stark vom Ausland wie etwa China abhängig. Da die Ökologie von Baustoffen und somit ebenso von Gebäuden auch von der Transportlänge und -art abhängen, ist eine möglichst hohe Wiederverwendungs- und Recyclingrate von Baumaterialien ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz und zur CO₂-Reduktion. Denkmalgeschützte Objekte weisen hier ein deutlich größeres Potenzial auf als Neubauten. Dies wird auch im Kapitel RESSOURCENSCHONENDE POTENZIALE VORHANDENER BAUSUBSTANZ, S. 52 ff. rechnerisch nachgewiesen.

Das Projekt nähert sich dem Thema aufgrund der Wichtigkeit von verschiedenen Seiten her: Ökologie der Baustoffe für Alt- und Neubau, CO₂-Treiber in der Sanierung, die im Bestandsgebäude bereits

4 <https://www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/globalisierung/52705/verstaedterung/>, last access 14.11.2023

5 https://population.un.org/wup/Download/File_21, last access 14.11.2023

6 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/217716/umfrage/urbanisierung-in-oesterreich/>, last access 14.11.2023

7 <https://www.hagel.at/presseaussendungen/bodenverbrauch-steuerliche-anreize/>, last access 14.11.2023

8 Vgl. EU OMC CHCC



enthaltene Graue Energie, Nicht Erneuerbare Primärenergie, die Nachhaltigkeit der Energieträger, u.v.m. werden in den nachfolgenden Kapiteln untersucht.

Betrachtungen im Lebenszyklus eines Denkmals

All diese zuvor genannten Problematiken und Herausforderungen zeigen die Komplexität der Thematik, die mit der Existenz, dem Lebensraum und den Anforderungen des Menschen einhergeht. Als eine zentrale Problematik und ein möglicher Lösungsansatz ist hier das Gebäude in seinem **gesamten Lebenszyklus**, von der Errichtung über die Nutzung bis zur Entsorgung, identifiziert, und soll nun in weiterer Folge einer eingehenden Betrachtung unterzogen werden. Das Forschungsprojekt *monument ad usum* erarbeitet eine umfassende **Methodik zur lebenszyklus-basierten Bewertung denkmalgeschützter Wohnbauten nach ökonomischen und ökologischen Kriterien**. Auf dieser Grundlage lassen sich für gemeinnützige Bauträger Nutzungspotenziale denkmalgeschützter Wohngebäude ableiten.

Anthropogen bedingte Bedrohungen des historischen Baubestandes

Durch außergewöhnliche Ausnahmesituationen wie die Corona-Pandemie und den Ukraine-Krieg, der eine Energie-Krise mit Rohstoff-Knappheit und steigenden Energiepreisen verursachte, drohen andere gesellschaftlich wichtige Themen wie der Schutz des kulturellen Erbes oder die Revitalisierung von Bestandsgebäuden sowie deren nachhaltige Energieversorgung in kollektives Desinteresse zu geraten.

Dabei ist die Weiterführung und konsequente Umsetzung der seit vielen Jahren entwickelten, internationalen wie nationalen Strategien und Zielvorgaben zur Reduktion des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen sowie zur Steigerung der Energieeffizienz von essentieller Wichtigkeit für den Klimaschutz und unsere gesamte Gesellschaft im Umgang mit dem nicht mehr aufhaltbaren Klimawandel.

Österreich ist wie kaum ein anderes europäisches Land angewiesen auf die Importe von Gas, aber auch Öl und Strom. Die Abhängigkeit von Energieimporten ist derzeit mit ca. 61 Prozent des gesamten Energiebedarfs zu beziffern. Das heißt, dass Österreich als eines der wohlhabendsten Länder der Welt nur ca. 39 Prozent seines Energieverbrauches selbst produzieren kann.

Österreich hat sich die Erreichung der CO₂ Neutralität⁹ (s. S. 24 ff.) im Gegensatz zu den anderen europäischen Ländern schon bis zum Jahre 2040 als Ziel gesetzt. Der am 17. August 2022 von der EU bzw. der EUROSTAT veröffentlichte Bericht zeigt, dass 2021 die CO₂-Emissionen in Österreich wieder deutlich auf ca. 77,1 Millionen Tonnen¹⁰ und somit um 4,8 Prozent im Vergleich zu 2020 gestiegen sind. Somit sind schon fast wieder die Höchstwerte vor der Corona-Pandemie erreicht. Die Erreichung der überaus ambitionierten Ziele wie „Minus 55 %“ bis 2030, Klimaneutralität in Österreich 2040 und EU-weit 2050 werden so immer unrealistischer.

Als Reaktion auf die Belastungen sowie die Verunsicherungen des globalen Energiemarktes, die durch die Invasion Russlands in der Ukraine ausgelöst wurden, hat die Europäische Kommission am 8. März 2022 die Initiative REPowerEU¹¹ als eine aktuelle Gegenstrategie vorgelegt. Als eines der vorrangigen Ziele dieser Gegenoffensive für die Union und ihre Mitgliedstaaten ist die **Reduktion des Energieverbrauchs** genannt.

Auch deshalb wurde diesem Thema, das nach wie vor große Herausforderungen gerade an denkmalgeschützte Gebäude stellt, im Projektverlauf besondere Aufmerksamkeit und Raum gewidmet.

⁹ <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet>, last access 14.11.2023

¹⁰ <https://www.umweltbundesamt.at/news/220817> Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für 2021 (NowCast 2022), umweltbundesamt, Report, Wien 2022, ISBN 978-3-99004-644-9, last access 14.11.2023

¹¹ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-eu-ropo_de, last access 14.11.2023

Spannungsfeld Denkmal- Mensch- Natur- Klima

Die Sanierung und Nutzung von Denkmälern unterliegt stetig steigenden technischen und bau-rechtliche Auflagen und immer höheren Nutzungsansprüchen, wodurch sich komplexe **Zielkonflikte** mit konservatorischen Belangen ergeben.

Die zuvor genannten derzeit besonders großen Herausforderungen für die Gesellschaft basieren stets auf Spannungsfeldern entweder zwischen Menschen untereinander (Kriege, Energiekrise) oder

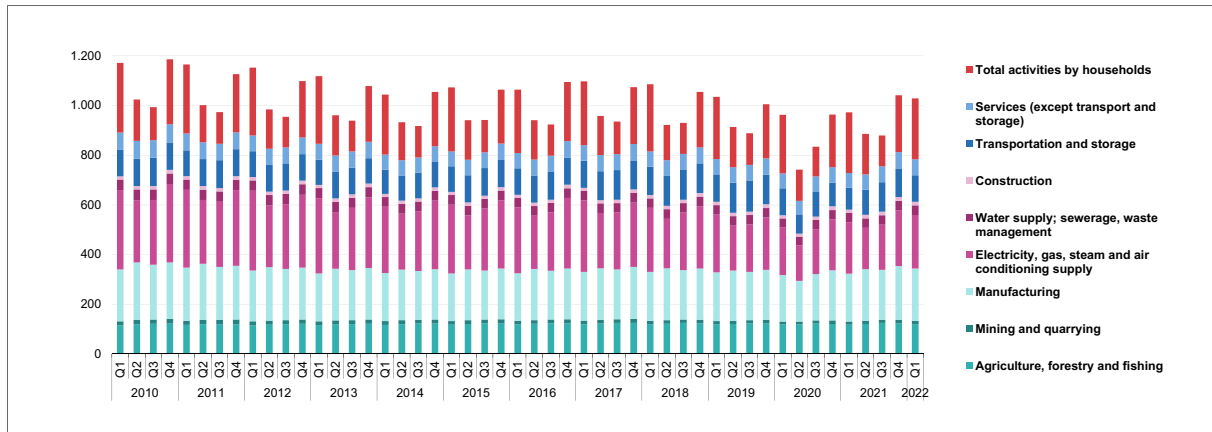


Abbildung 6: Darstellung der Treibhausgas-Emissionen in der Europäischen Union 1. Quartal 2010 bis 1. Quartal 2022 in Mio. Tonnen CO₂-eq © Eurostat (online data code: env_ac_aigg_q)

zwischen Menschen und ihrer Umwelt. Umweltverschmutzung, Klimawandel, Energiekrise oder Kriege sind die Folgen. Immer ist der Mensch involviert, der durch sein Verhalten und seine hinterfragungswürdigen Bedürfnisse all diese Probleme erst auslöst. Deshalb ist es naheliegend und zielführend, zu versuchen, diese Spannungsfelder unter Einbeziehung des menschlichen Individuums zu egalisieren. Dies impliziert, dass die Bevölkerung entsprechende Grundlagen und Unterstützungen braucht, um den oft strapazierten Terminus des „dringend notwendigen, gesellschaftlichen Wandels“ in zielführende Betrachtungsweisen und praktisches Tun in die Tat umzusetzen.

Klimawandel und-neutralität

Eine weitere Einflussgröße auf den baukulturell wertvollen Baubestand stellen die **Klimawandel-folgen** dar, welche sich einerseits in der kontinuierlichen Verschiebung klimatischer Rahmenbedingungen manifestieren und andererseits in der Häufung von mensch- und gebäudegefährdenden Naturereignissen.

*Zum Erreichen des [...] langfristigen Temperaturziels sind die Vertragsparteien bestrebt, so bald wie möglich den weltweiten Scheitelpunkt der Emissionen von Treibhausgasen zu erreichen, [...] und danach rasche Reduktionen im Einklang mit den besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen herbeizuführen, um in der 2. Hälfte dieses Jahrhunderts ein Gleichgewicht zwischen den anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen aus Quellen und dem Abbau solcher Gase durch Senken [...] herzustellen.*¹²

Damit Österreich die geplanten Ziele 2040 und Zwischenziele 2030 erreichen kann, wurden von politischer Seite eine Reihe von Maßnahmen vorgegeben, wie etwa:

¹² Vgl. Artikel 4 des Übereinkommens von Paris: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitaet>, last access 14.11.2023



- *Eine Ökologisierung des Gebäudebereichs und der Ausbau von Fern- und Nahwärme. Auf das Verbrennen von Kohle, Öl und fossilem Gas zur Raumwärmeerzeugung soll bis 2040 weitestgehend verzichtet werden.*
- *Ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energieträger unter Berücksichtigung ökologischer Kriterien. Der Anteil der Erneuerbaren lag 2018 bereits bei einem Drittel, auch die Energieeffizienz wird konsequent vorangetrieben. Österreich wird weiterhin auf Kernenergie verzichten und setzt sich auch international für nachhaltige Alternativen ein.*
- *Attraktive Anreize für private Investitionen in klimafreundliche Technologien und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Sowohl im wirtschaftlichen als auch im Bildungsbereich soll ökologisch verantwortungsbewusstes Handeln forciert werden.¹³*

All die internationalen und nationalen Zielvorgaben und Vereinbarungen machen deutlich, dass im Sektor Sanierung und Revitalisierung des Gebäudebestandes einer der wesentlichsten Schlüssel zu bereits drängenden Problemlösungen zu finden sein wird.

European Green Deal

Die Europäische Kommission hat sich zum Ziel gesetzt, mit dem „**The European Green Deal**“ die Renovierungsquote mindestens zu verdoppeln und veröffentlichte zur weiteren Forcierung am 14. Oktober 2020 die „**Strategy for a Renovation Wave for Europe** – greening our buildings, creating jobs, improving lives“.

Ziele der Renovation Wave for Europe

- Reduktion der Treibhausgasemissionen um mind. 55 % EU-weit bis 2030 im Vergleich zu 1990
- Reduktionen zur Zielerreichung im Schnitt EU-weit:
 - Energieverbrauch um 14 %
 - Energieverbrauch für Heizung und Kühlung um 18 %
 - Treibhausgasemissionen um 60 % > Kreislaufwirtschaft
- Quote der energetischen Sanierungen bis 2030 verdoppeln
- Einführung digitaler Gebäude-Logbücher für die Daten über die gesamte Renovierungsphase
- Forcierung der Normenentwicklung für Klimaresilienz von Gebäuden

Das kulturelle Erbe wurde im Green Deal nicht explizit erwähnt. Seitens der Europäischen Kommission wurde eine offene Koordinierungsgruppe bestehend aus Experten der einzelnen Mitgliedstaaten eingesetzt. Diese **Open Method of Coordination (OMC) Group** untersuchte z.B. die Beiträge des Kulturerbes zum europäischen Green Deal und versuchte die Bedrohungen und Lücken im Zusammenhang mit dem Kulturerbe im Kontext des Klimawandels zu identifizieren¹⁴.

Im März 2021 veröffentlichte die Europäische Kommission das **European Cultural Heritage Green Paper**¹⁵, entwickelt von Europa Nostra in Kooperation mit ICOMOS und dem Climate Heritage Network. Das Papier enthält eine Vielzahl von Empfehlungen vorwiegend für die Politik aber auch die Betreiber von kulturellem Erbe.

6. Sachstandsbericht des Weltklimarats IPCC

Dass die Zeit drängt, bestätigte unter anderem auch die Veröffentlichung¹⁶ des 6. Sachstandsberichtes der Arbeitsgruppe 3 der IPCC am 4.4.2022. Auszug Hauptaussagen Arbeitsgruppe I:

13 https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/agenda2030/bericht-2020/nachhaltigkeit.html, last access 14.11.2023

14 <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/glossary/open-method-of-coordination.html>, last access 27.2.2023

15 <https://www.europanostra.org/our-work/policy/european-cultural-heritage-green-paper/>, last access 27.2.2023

16 https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-WGI.pdf, last access 14.11.2023



- *(D.1) Aus naturwissenschaftlicher Sicht erfordert die Begrenzung der vom Menschen verursachten globalen Erwärmung auf ein bestimmtes Niveau eine Begrenzung der kumulativen CO₂-Emissionen, wobei zumindest netto null CO₂-Emissionen erreicht werden müssen, zusammen mit starken Verringerungen anderer Treibhausgasemissionen. (...)*

In der *Zusammenfassung für die politische Entscheidungsträger (IPCC AR6 **Synthesis Report**)* werden ebenfalls Themen wie Stadt- und Ortszentren sowie die effiziente Nachrüstung von Gebäuden erwähnt:

- *(C.3.4) Städtische Systeme sind von entscheidender Bedeutung, um tiefgreifende Emissionsreduzierungen zu erreichen und die Entwicklung der Klimaresilienz zu forcieren. U.a. werden als Unterstützung zur Zielerreichung der Einsatz öffentlicher Verkehrsmittel und aktive Mobilität (z.B. Gehen und Radfahren) angeführt. Die effiziente Planung, Konstruktion, **Nachrüstung und Nutzung von Gebäuden**; Reduzierung und Veränderung des Energie- und Materialverbrauchs, Suffizienz oder etwa materielle Substitution sind einige weitere Ansätze der Forschungsgruppen.*

Potenzialerfassung, Projektziele und-aufgabenstellungen

Auf regionaler, nationaler und EU-Ebene stieß das Forschungsprojekt *monumentum ad usum* von Beginn an bei Bund, Land, politisch Verantwortlichen, Bauträgern, aber auch der Bevölkerung, auf breites Interesse. Viele individuelle Annahmen, Vermutungen, Vorurteile hinsichtlich der Qualitäten und spezifischen Eigenschaften von Bestandsgebäuden sowie die Sinnhaftigkeit deren umfassenden Erhalts und Sanierungserfordernis kursieren in der Bevölkerung. Viele Laien aber auch Fachleute sind von den spezifischen Vorteilen etwa in den Bereichen Wirtschaftlichkeit, Ökologie oder Klimaresilienz überzeugt. Aber selbst Wissenschaftlern und Experten fehlten eindeutige Belege. Durch *monumentum ad usum* sollten nun endlich Fakten und wissenschaftlich abgesicherte Ergebnisse von allgemeiner und über Niederösterreich hinausgehender Gültigkeit erarbeitet werden.

Schon Jahre vor dem Projektstart wurde von den Initiatoren der dringliche Bedarf an der Erforschung dieser Thematik erkannt und erste Strategien zur Realisierung entwickelt. 2018 schließlich konnten das Land NÖ und das Bundesdenkmalamt gemeinsam mit der Universität für Weiterbildung Krems das umfassende wissenschaftliche Projekt zur Entwicklung geeigneter strategischer Lösungsansätze starten.

Die ungewöhnlich lange Projektlaufzeit von mehr als fünf Jahren unterstreicht die besondere Vielfalt aber auch Dringlichkeit der Aufgabenstellung der Projektinitiative, die als vorrangiges Projektziel die Entwicklung einer Methodik zur Bewertung des energetischen, ökologischen und ökonomischen Potenzials von Denkmälern und Denkmalensembles in Stadt- und Siedlungskernen für die Umsetzung durch gemeinnützige Bauträger in Niederösterreich verfolgte.

Das grundlegende Interesse dieser Forschungsarbeit gilt der Umsetzung von Sanierungen von Gebäuden, im Speziellen von Wohngebäuden. Behandelt werden sowohl denkmalgeschützte Objekte als auch „historisch wertvolle“ oder auch „erhaltenswerte“ Gebäude¹⁷. Im Prinzip sollen alle Bestandsgebäude in die Betrachtungen und Überlegungen einbezogen werden, da die meisten der Themenschwerpunkte wie z.B. Bauphysik, Energiebedarf und Ökologie für alle Kategorien dieselben Wirkungsweisen haben.

Zur umfassenden Potentialerfassung denkmalgeschützter Wohnbauten ist es erforderlich, eine analytische Methodik zu entwickeln, um deren Eigenschaften in ökonomischer und ökologischer Sicht, aber auch unter konservatorischen Aspekten zu bewerten. Zudem galt es auch die heutige für die Wohnbauschaffung im denkmalgeschützten Bereich angewandten Normen und Betrachtungsweisen kritisch zu hinterfragen.

Der **Energieausweis** gilt heutzutage als relevantes Beurteilungsinstrument der energetischen Leistungsfähigkeit von Gebäuden. Aufgrund seiner Beschaffenheit liegt der Verdacht nahe, dass bei die-

¹⁷ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Hrsg. „Die besonders erhaltenswerte Bausubstanz in der integrierten Stadtentwicklung, Erkennen – Erfassen – Entwicklung steuern“, Kommunale Arbeitshilfe Baukultur, 2014, Durckerei Arnold



sem Verfahren historische Gebäude **unzureichend beschrieben** werden, zumal die thermische Bewirtschaftung der Speichermassen nicht ausreichend in Berücksichtigung gebracht wird.

Zudem beziehen sich bei der energetischen Bewertung von Gebäuden die Betrachtungen auf „**Momentanwerte**“ in Form von jährlichen Verbräuchen. Die dynamische Veränderung dieser unter dem Einfluss der Klimawandelfolgen unterbleibt.

Bei der **ökonomischen Beurteilung** von Projekten werden zumeist nur die Errichtungs- bzw. Sanierungskosten in Berücksichtigung gebracht, obwohl die **Folgekosten** über die Nutzungsdauer ein Vielfaches davon ausmachen.

In gleicher Weise bleiben die **ökologischen Investitionen** in Form von Energieaufwendungen und Emissionen bei der Planung und Realisierung von Sanierungs- und Neubauprojekten vollkommen unberücksichtigt.

Bei der Darstellung der energetischen Leistungsfähigkeit von Gebäuden werden die Betrachtungssperimeter stets auf den eigentlichen Bau beschränkt, während der **Standort** dabei unberücksichtigt bleibt. So bleibt beispielsweise die induzierte Mobilität oder die infrastrukturelle Erschließung außer Acht gelassen.

All die aufgeführten Einflussgrößen und Faktoren sollen bei einer **umfassenden Potenzialanalyse denkmalgeschützter Wohnbauten** künftig Berücksichtigung finden. Auf dieser entwickelten Grundlage lässt sich eine adäquate Vergleichs- und Entscheidungsbasis zwischen Alt- und Neubauten erstellen.

Herangehensweise in der Projektumsetzung

Um alle diese Kriterien in eine umfassende Berücksichtigung zu bringen, ist die stufenweise Entwicklung einer **umfassenden Methodik** zur Erfassung und Bewertung der erwähnten ökonomischen und ökologischen Eigenschaften mittels **aussagekräftiger und nachvollziehbarer Kennwerte** unerlässlich. Dabei wird so weit als möglich auf etablierten Werkzeugen aufgebaut wie thermodynamische Simulationsprogrammen¹⁸, Normen zur Erfassung von Lebenszykluskosten¹⁹ oder Instrumente zur ökologischen Bewertung von Gebäuden und Bauteilen.²⁰ Andere Werkzeuge mussten vollkommen neu entwickelt werden wie zur ökologischen Standortbewertung. Wichtige Datenquellen bildeten mitunter der IPCC-Report, Meteodatenbanken²¹ oder Bauteilkataloge²², um nur die wichtigsten zu nennen. Die Überprüfung und der Abgleich der Ergebnisse erfolgt über Messkampagnen oder mittels Prüfung von Abrechnungen von Bauprojekten oder Energiekosten.

Die Entwicklung und schließlich auch Verifizierung der Methodik erfolgt anhand **ausgewählter Wohnbauobjekte**. Diese haben einen möglichst großen Teil des denkmalgeschützten Wohnbaubestands in Niederösterreich typologisch abzubilden (Abb. 9 und 10). Ferner waren unterschiedliche klimatische Standorte und nach Möglichkeit auch dazu vergleichbare Neubauten zu berücksichtigen.

Zur Qualitätssicherung und Sicherstellung der Praxisrelevanz wurde ein **Forschungsbeirat** konstituiert, der sich aus Mitgliedern der Projektförderstellen, der Wissenschaft, der Denkmalpflege und des gemeinnützigen Wohnbaus zusammensetzt.

18 Simulationsprogramm IDA ICE, Archiphysik

19 ÖNORM B 1801-2, B 1801-4, LEKOS, LEKOSECOS

20 OI3-Index, Ecosoft

21 meteonorm

22 www.baubook.at, last access 14.11.2023



EMPFEHLUNGEN

1. Unter dem Einfluss des Klimawandels werden historische Gebäude tendenziell weniger und neue Gebäude mehr Energie verbrauchen. Um den Einfluss der **Klimawandelfolgen** in den energetischen Bewertungen realistisch zu berücksichtigen, sind die bislang lediglich auf „Momentanwerte“ fokussierten Betrachtungen auch auf **Energiebedarfs- bzw. Verbrauchszeiträume** auszuweiten.
2. Institutionalisierte, individuell an die Gegebenheiten des jeweiligen Bestandsobjektes angepasste Zustandsbefundung, um schon in der **Phase der Projektvorbereitung** eines Sanierungsvorhabens mögliche bauliche und finanzielle Mehraufwendungen im weiteren Planungs- und Ausführungsprozess berücksichtigen zu können.
3. Die **Sanierung** denkmalgeschützter Gebäude muss Priorität vor **Neubau** haben. Diese klare Prioritätensetzung wird durch die Ergebnisse des Forschungsprojektes monumentum ad usum in vielerlei Hinsicht bestätigt und begründet. Auch der OMC-Bericht stellt in seiner Präambel fest, dass Altbausanierung klimafreundlicher als der Abriss ist.



INDIVIDUELLE QUALITÄTEN VON DENKMÄLERN

Ein wesentlicher Ansatz für die Forschungsarbeiten lag in der Gegenüberstellung der individuellen Eigenschaften ausgewählter Objekte. Dafür waren detaillierte Untersuchungen und Vergleiche der Berechnungsgrundlagen und -abläufe sowie die fachliche Interpretation der Ergebnisse erforderlich.

Wohnraumschaffung in denkmalgeschützten Gebäuden

Die **Vielfältigkeit der Typologien** denkmalgeschützter Gebäude in Niederösterreich ist beeindruckend. Daraus die repräsentativsten und geeignetsten für einen möglichst aussagekräftigen Erkenntnisgewinn auszuwählen, war eine besondere Herausforderung. Ideen und Vorschläge kamen von verschiedensten Seiten. Die Unterstützung durch die Beiratsmitglieder, Kollegen, beteiligten Institutionen, Architekten, Studierende und selbst aus der interessierten Bevölkerung war beträchtlich.

Kommunikation mit den Beteiligten

Unterschiedliche Ansprüche, Zugänge, Sichtweisen und Zielvorstellungen begleiten stets jedes, in seiner Komplexität herausfordernde Sanierungsvorhaben, speziell im großvolumigen Wohngebäudebereich und ganz besonders im Falle eines erforderlichen Denkmalschutzes. Interviews zu Projektbeginn mit den Hauptbeteiligten derartiger, außergewöhnlicher Aufgaben, den Verantwortlichen des GBV und des BDA sollten **Gemeinsamkeiten** in den täglichen Herausforderungen aber auch **differenzierte Betrachtungsansätze** und **Diskussionspotenzial** aufzeigen. Seitens des BDA waren es Dr. Fuchsberger und Dr. Eßer, seitens des GBV Dir. Graf und Dir. Damberger, die der Projektleitung in der Projektstartphase in zwei getrennten Gesprächsrunden in Form von Interviews mit der Projektleitung bereitwillig Rede und Antwort standen. Dabei wurden offen und ausführlich die jeweiligen Sichtweisen der Interviewpartner präsentiert und Verbesserungspotenziale in der täglichen praktischen Umsetzung und Kommunikation erörtert. Der feste Wille, im **Sinne des Denkmalschutzes** und des **Erhalts des baukulturellen Erbes** optimale Bedingungen zu entwickeln, war der einhellige Grundtenor. Die klare, sachliche und lösungsorientierte Kommunikationskultur mit dem äußerst positiven Gesprächsklima waren so auch der gelungene Start für das Projekt *monumentum ad usum*.

Recherche und Auswahl der Objekte

Die Projektleitung wurde im Zuge der **1. Beiratssitzung** beauftragt, eine erste Projektauswahl zu erarbeiten und mit den Beiratsmitgliedern abzustimmen. Aus der Zusammenstellung sämtlicher empfohlener und recherchierter Gebäude wurden in einem ersten Schritt die Objekte ausgeschieden, die aus verschiedenen Gründen den vorgegebenen Ansprüchen und Voraussetzungen der Projektvorgaben nicht entsprachen. Aus der Sammlung der verbliebenen Denkmäler waren dann die projektrelevantesten nach weiteren Qualitätsparametern herausgefiltert worden. Die Vorschläge wurden in Listenform [Gebäude-Sammelliste siehe Anhang A] den Mitgliedern des Projektbeirates zur Freigabe übermittelt und deren Situierung auf einer **NÖ-Karte** optisch aufbereitet (Abb. 7).

In die engere Auswahl wurden 13 denkmalgeschützte Objekte von gemeinnützigen Bauträgern in Niederösterreich aufgenommen, die als Wohngebäude genutzt oder für Wohnnutzung umzuwidmen waren und bei denen entweder erheblicher Sanierungs- bzw. Revitalisierungsbedarf gegeben war **oder diesem bereits nachgekommen wurde**.

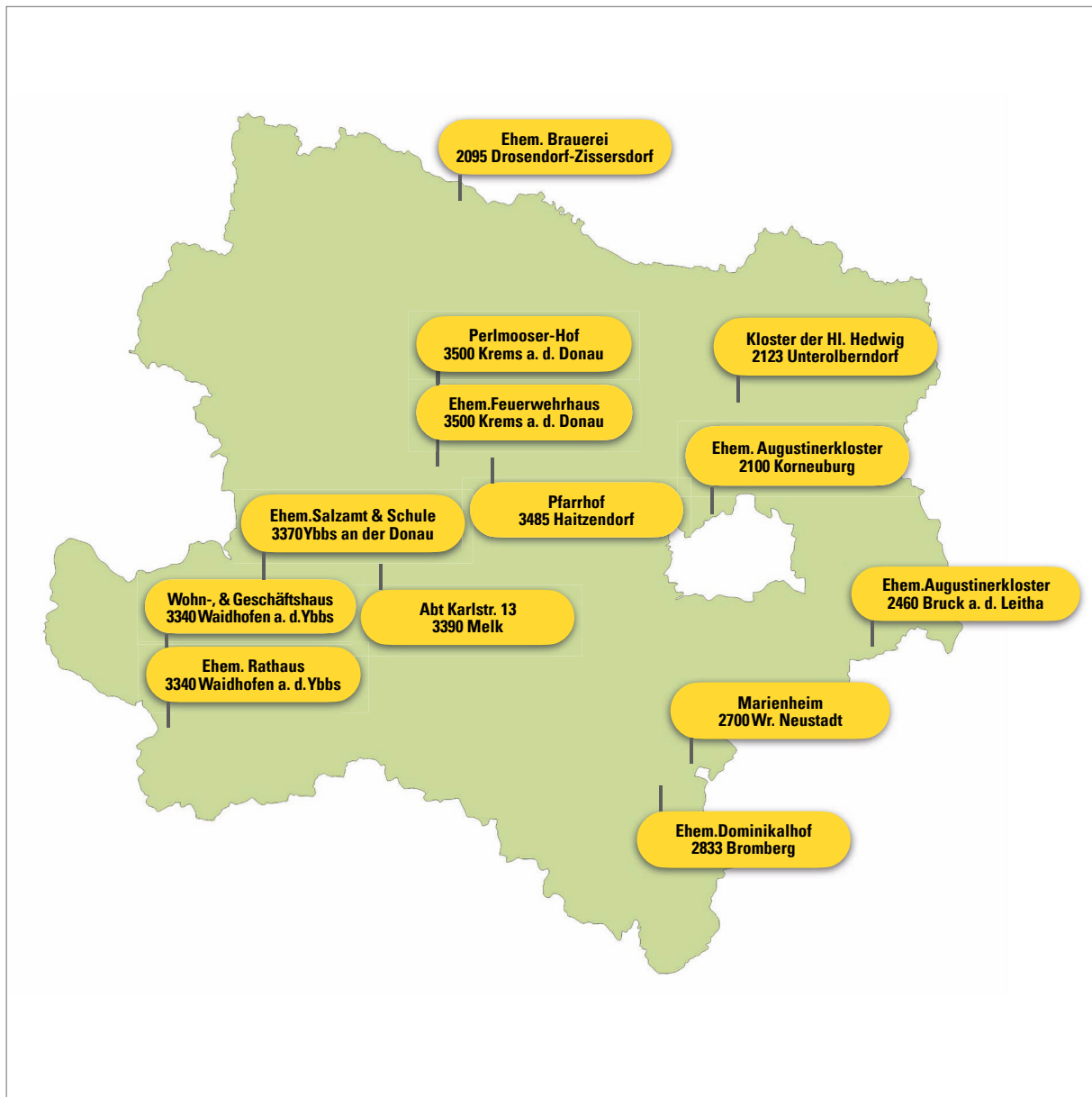


Abbildung 7: Darstellung der Situierung aller projektrelevanten Objekt-Standorte in Niederösterreich zum Zeitpunkt der Vorauswahl (Graphik UWK).

Basis für eine Auswahlentscheidung durch den Beirat war unter anderem die Erstellung einer übersichtlichen und vergleichbaren Datengrundlage in Form von Objektdatenblättern mit den wesentlichen Zahlen und Fakten zu jedem der zur Wahl stehenden Objekte [Objektdatenblätter siehe Anhang B].

Die nominierten Gebäude

Schließlich wurden sechs Gebäude ausgewählt. Bei einigen der Objekte wurde im Zuge der Sanierung des Altbestandes auch ein Neubau errichtet. Somit wurden im Laufe des Projektes an neun Gebäuden (Sechs Bestandssanierungen und drei Neuerrichtungen) vertiefende Untersuchungen durchgeführt. Die Situierung dieser Forschungsobjekte in Niederösterreich ist in Abb. 8 dargestellt. Eine Kurzpräsentation der einzelnen ausgewählten Forschungsobjekte findet sich auf S. 32 ff.

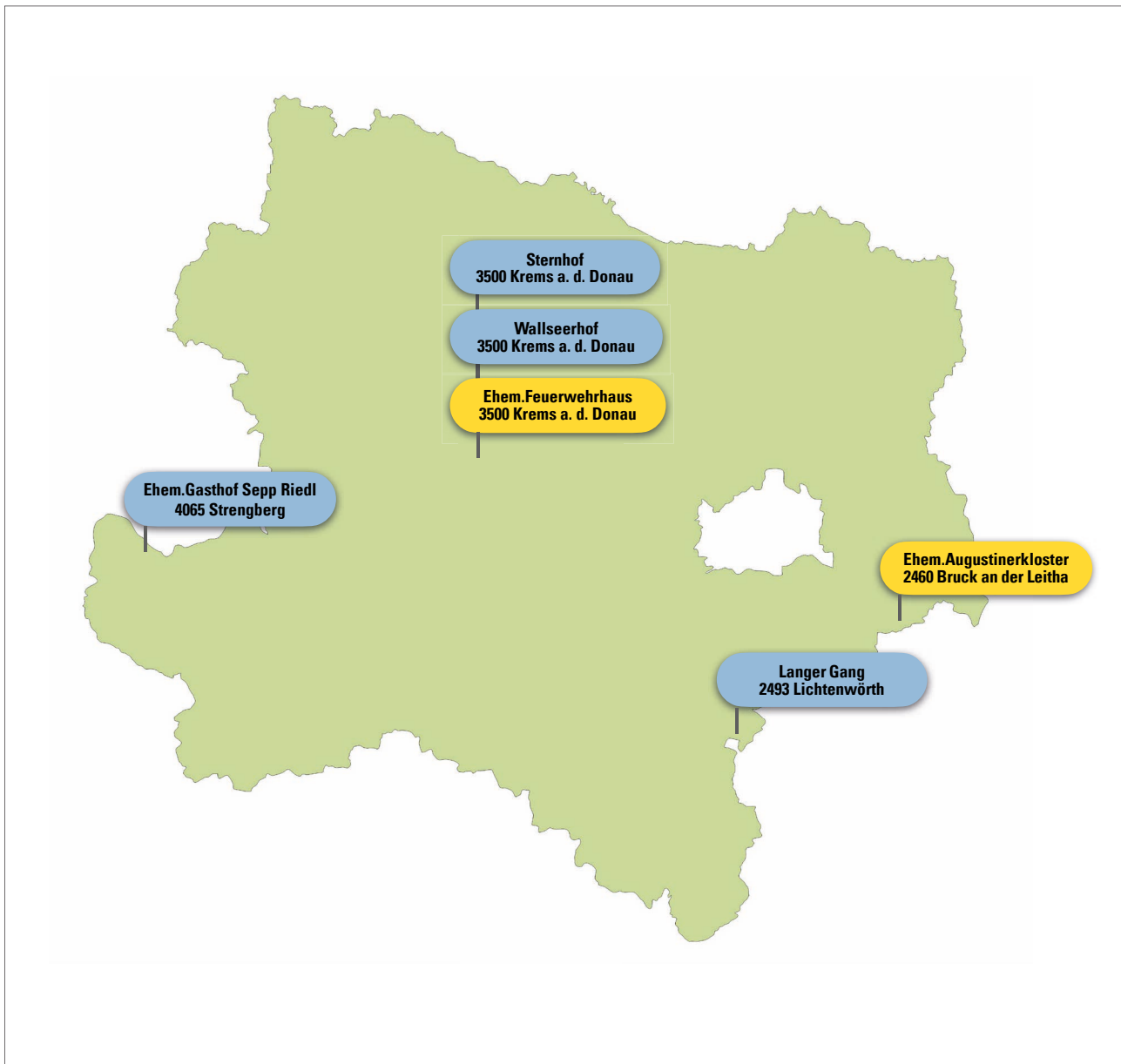


Abbildung 8: Darstellung der Situierung der für die vertiefenden Forschungstätigkeiten ausgewählten Objekte in Niederösterreich. Gelb hinterlegte Objekte stammen aus der Vorauswahl (s. Abb. 7). Blau hinterlegte Objekte wurden nach Empfehlungen und umfangreichen Recherchen ergänzend nominiert. (Graphik UWK).



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich
für gemeinnützige Wohnbauträger

Kurzpräsentation der einzelnen ausgewählten Forschungsobjekte



© UWK, DBU

Ehem. Feuerwehrhaus

in 3500 Krems an der Donau / **Stein**

Errichtung: ab **16. Jh.**

2018 Abschluss Sanierungsmaßnahmen

2 Geschoße / Σ **2** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen

137 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: GEDESAG



© GEDESAG

Wallseerhof - Altbau

in 3500 **Krems** an der Donau

Errichtung: ab **15. Jh.**

2010 Abschluss Sanierungsmaßnahmen

3 Geschoße / Σ **6** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen mit Kaufoption

645 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: GEDESAG



© GEDESAG

Wallseerhof- Neubau

in 3500 **Krems** an der Donau

2010 Neubau

Fertigstellung

4 Geschoße / Σ **6** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen mit Kaufoption

540 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: GEDESAG



© UWK, DBU

Langer Gang

in 2493 **Lichtenwörth**

Errichtung: ab **18. Jh.**¹

Juni 2023 Schlüsselübergabe

2 Geschoße / Σ **18** Wohneinheiten

100 % geförderte Miet- u. Eigentumswohnungen

1.613 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: SÜDRAUM

¹ Vgl. Die Nadelburg - Ein Denkmal vom Beginn des Industriezeitalters, Geschichte ab 1747



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger



© UWK, DBU

Sternhof-Altbau

in 3500 **Krems** an der Donau

Errichtung: ab **16. Jh.**

2017 Abschluss Sanierungsmaßnahmen

3 Geschoße / Σ **8** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen

570 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: GEDESAG



© Werner Jäger

Sternhof - Neubau

in 3500 **Krems** an der Donau

2017 Neubau

Fertigstellung

3 Geschoße / Σ **15** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen

888 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: GEDESAG



© Wien Süd

Burg Bruck

in 2460 **Bruck** an der Leitha

Errichtung: ab **14. Jh.**

2018 Abschluss Sanierungsmaßnahmen

3 Geschoße / Σ **36** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen

2.744 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: Wien Süd



© Heimat Österreich

Ehem. Gasthof Sepp Riedl

in 4065 **Strengberg**

Errichtung: ab **18. Jh.**

2012 Abschluss Sanierungsmaßnahmen

2 Geschoße / Σ **6** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen

336 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: Heimat Österreich



© Heimat Österreich

Strengberg - Neubau

in 4065 **Strengberg**

2012 Neubau

Fertigstellung

3 Geschoße / Σ **9** Wohneinheiten

100 % geförderte Mietwohnungen

411 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Bauträger: Heimat Österreich

Abbildung 9: Überblick über die zur vertiefenden Forschungstätigkeiten ausgewählten Objekte in Niederösterreich.



Weitere Objekte mit konkretem Bedarf an Sanierungskonzepterstellung und fachlicher Begleitung



© UWK, DBU

Ehem. Gasthaus Oberer Marktplatz

in 3340 **Waidhofen** an der Ybbs

Errichtung: ab **16. Jh.**

Generalsanierung geplant, Nutzungskonzept angefragt, 3 Geschoße

ca. 750 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Eigentümer: Stadtgemeinde Waidhofen a. d. Ybbs

Bauträger: gesucht



© Stift Herzogenburg, Erzdiözese Wien

Pfarrhof Haitzendorf

in 3485 Haitzendorf

Errichtung: ab **17. Jh.**

Generalsanierung geplant, Nutzungskonzept angefragt, 2 Geschoße

ca. 1.200 m² Gesamt-Wohnnutzfläche

Eigentümer: Stift Herzogenburg

Bauträger: gesucht

Abbildung 10: Auszug von weiteren Denkmälern mit umfangreichem Rechercheaufwand.

Bruttogeschoßflächen der ausgewählten Gebäude

Um die bauphysikalischen und lebenszyklischen Berechnungen auf eine gemeinsame, einheitliche Kalkulationsbasis zu stellen, wurden die Flächenaufstellungen der einzelnen Projekte normgemäß (ÖN EN 15221-6) zugeordnet und bzgl. der Flächendefinitionen vereinheitlicht. In den ursprünglichen Einreichungen zur Wohnbauförderung und den zeitgemäßen Energieausweisen waren zum Teil spezifische Flächenaufstellungen gemäß den jeweiligen Erfordernissen erstellt worden.

Die Größen der untersuchten Wohngebäude bewegen sich zwischen 423 m² und 6.406 m² Bruttogeschoßfläche (BGF_{gesamt}). Die Bandbreite in den Gebäudeflächen resultierte aus den Vorgaben der Auswahlkriterien, die die bestmögliche Repräsentation der Vielfalt der in Niederösterreich unter Denkmalschutz befindlichen und für Wohnzwecke geeigneten Gebäude.

Hinweis: Die untersuchte Thematik der Bezugsflächendefinition (BGF, WNFL, NWR) wird im Kapitel WIRTSCHAFTLICH LEBENSZYKLISCHE BEWERTUNG (S. 58 ff.) näher erläutert.

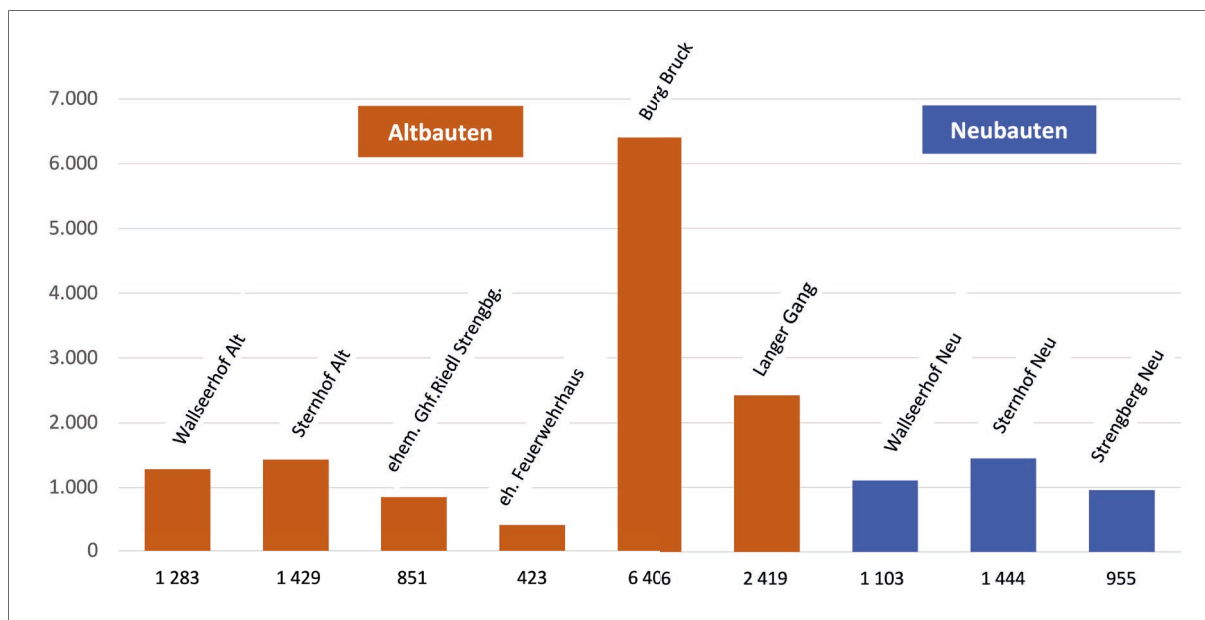


Abbildung 11: Vergleichsdarstellung der Bruttogeschoßflächen der einzelnen untersuchten Gebäude differenziert nach Alt- und Neubauten [m² BGF_{ges}] (Graphik UWK).



EMPFEHLUNGEN

1. Die Ergebnisse von rechnerischen Untersuchungen von Gebäuden sollen nach **Wohnnutzfläche** (WNFL) statt Bruttogeschoßfläche (BGF) erfolgen, um die Genauigkeit der Aussage und die Klarheit der daraus abzuleitenden Handlungsschritte zu erhöhen.
2. Seitens der Projektverantwortlichen ist von Beginn an auf eine **offene und informelle Kommunikationskultur** zu achten, um unterschiedliche Sicht- und Herangehensweisen sowie Zielformulierungen frühzeitig abzustimmen.
3. Bauträger und Hausverwaltungen müssen neue **Nutzer- und Käuferschichten** für das Segment denkmalgeschütztes und baukulturell wertvolles Wohnungsangebot finden, die die vielfältigen Vorteile der außergewöhnlichen Wohnmöglichkeit in historischen Gebäuden zu schätzen wissen.



ENERGETISCHE BILANZIERUNGEN IM VERGLEICH

Die Abbildung der spezifischen Eigenschaften eines Gebäudes erfolgt üblicherweise mittels statischer Berechnungen. Der Energieausweis, der sich nach genau vorgegebenen Rechenparametern richtet, steht, gerade wenn es um Sanierungen geht, immer wieder in der Kritik. Dem sollte im Zuge der Projektumsetzung auf den Grund gegangen werden.

Vergleichsdarstellung des Energiebedarfs von Alt- und Neubauten

In Fachdiskussionen wird kritisiert, dass in Berechnungsergebnissen den bauphysikalischen Tugenden der meisten Bestandbauten hinsichtlich hoher Speichermasse, klimatischen Pufferzonen, besonderer Nutzungsweisen nur unzureichend Rechnung getragen wird.

Deshalb sollten im Projekt die Ergebnisse der Energieausweise mehreren Untersuchungen und Vergleichen unterzogen werden, um zu wissenschaftlich fundierten, repräsentativen Aussagen zu kommen. Folgende Vorgehensweise wurde gewählt und umgesetzt:

- Prüfung der originalen Energieausweisberechnungen
- Aktualisierung der originalen Energieausweise auf den neuesten Stand der aktuell gültigen OIB-Richtlinie 6 (OIB RL6:2019) zwecks Vergleichbarkeit unter den verschiedenen Gebäuden (Alt- und Neubau)¹
- Thermodynamische Berechnungen der Energieausweise für realistischere Abbildungen
- Vergleich statischer Energieausweisberechnungen gemäß OIB RL6:2019 mit thermisch dynamischer Gebäudesimulation
- Vergleich der Ergebnisse aus den zuvor beschriebenen Berechnungsergebnissen mit den realen Verbrauchsdaten.

Hinweis: Sämtliche Untersuchungen, Berechnungen, Vergleichsdarstellungen, usw. im Projekt wurden für alle ausgewählten Forschungsobjekte durchgeführt. Aufgrund des Umfangs der Grundlagen, Auswertungen und spezifischen Ergebnisse der Untersuchungen wird in diesem Bericht vollumfänglich das Objekt **Wallseerhof Alt- und Neubau in Krems an der Donau** dargestellt. Die Dokumentation der Ergebnisse aller anderen beforschten Gebäude im selben Ausmaß und Umfang findet sich im Anhang C.

Bauteilbeschreibung Wallseerhof

Außenwände

- Wandaufbauten: historisches **Vollziegelmauerwerk** 15,0 bis 100,0 cm dick zzgl. 2 x 3,0 cm historischer **Kalkmörtel** außen- und innenseitig, teilweise **Mischmauerwerk** aus Naturstein und Vollziegel
- Innendämmung von Außenwänden mit 4,0 cm bzw. 5,0 cm **Wärmedämmputz**, aufgebracht auf bestehendem Innenputz

¹ Änderungen in der OIB RL6:2019 im Vergleich zu den Vorgänger-Versionen > siehe Tab. 2, S. 38



Oberste Geschoßdecke

- **Holztramdecke** mit Beschüttung und Brandschutzziegeln, verankert mit Stahlbetonplatten lt. stat. Erfordernis
- 36,0 cm **Wärmedämmplatten** und 5,0 cm Perlite **Beschüttung** als Niveaueausgleich auf Rohdecke

Kellerdecke / Fundament

- Bestehende **Ziegelfundamente**, Fundamentplatte, Estrich auf 3,5 cm **Trittschalldämmung** (Mineralwolle)

Fenster

- **Holzkastenfenster** als 2-flügelige Konstruktion, Innenflügel mit **Wärmeschutzverglasung** U-Wert = 1,00 W/m²K

Heizung und Warmwasser

- Fernwärme

Luftaustausch

- **Kontrollierte Wohnraum-Lüftung**, Gegenstromwärmetauscher $\eta = 73\%$,
- Luftdichtheit $n_{50} = 1,50 / h$

Durch Inspektion der originalen Energieausweisberechnungen konnten die zugrundeliegenden Rechenvorgänge und Parameter nachvollzogen werden. Die den Energieausweisen aus der ursprünglichen Planungszeit zugrundeliegenden Daten wurden nach der OIB-RL 6:2019 aktualisiert. Somit konnten die verschiedenen Gebäude-Kennwerte auf eine einheitliche und untereinander vergleichbare Basis gebracht werden.

Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die wesentlichsten Parameteränderungen der aktuell gültigen Richtlinie im Vergleich zu den einstweilen überholten Vorgängerversionen. Für ausgewählte Forschungsobjekte wurden alle in den aktuellen Energieausweisen ausgewiesenen Energiekennzahlen eruiert bzw. auf eine vergleichbare Einheitsbasis gebracht.

	OIB RL6 20XX	OIB RL6 2019
Solltemperatur	20 °C	22 °C
innere Wärmelasten	3,75 W/m ²	4,0625 W/m ²
Luftwechselzahl	0,4 h ⁻¹	0,38 h ⁻¹
Verschattungsfaktor Heizfall	Ein-, Zweifamilien und RH 0,85, sonst 0,75	bis 9 Wohneinheiten 0,5 über 9 Wohneinheiten 0,4

Tabelle 2: Darstellung der wesentlichsten Änderungen der OIB RL 6:2019 im Vergleich zu den veralteten Vorgängerversionen 2011/2007 (Graphik UWK).

Am Beispiel des Wallseerhofes kann eine, für den Großteil der untersuchten Gebäude gültige, Tendenz abgelesen werden: Der Heizwärmebedarf liegt jeweils für den Altbau um einen Faktor 2 bis 3 höher als für den Neubau. Der Energieausweis zur Einreichung nach OIB RL6:2007, 2011 oder 2015 prognostiziert **im Mittel 12% geringere Energiebedarfskennwerte** als dies nach OIB RL6:2019 der Fall ist.

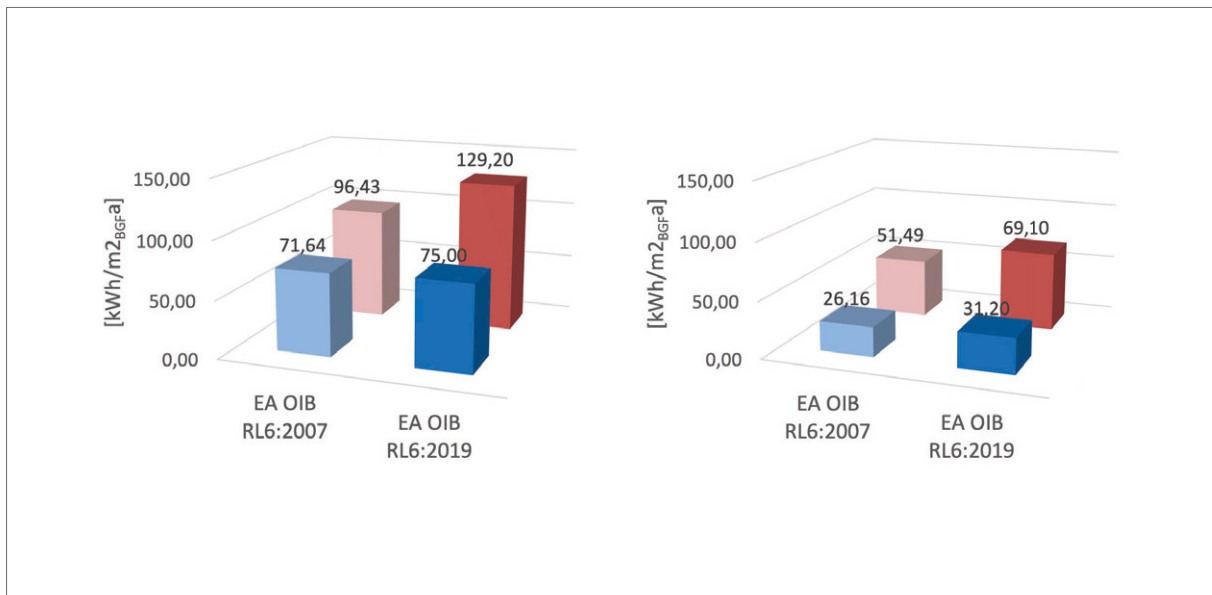


Abbildung 12: Vergleichsdarstellungen von HWB (blau) und EEB (rot) nach OIB RL 6:2007 und 2019 für Wallseerhof Alt- (links) und Neubau (rechts). Die Ergebnisdarstellungen für alle weiteren Forschungsobjekte finden sich im Anhang C. (Graphik UWK).

Nachdem diese gemeinsame Basis geschaffen war, wurden die Gebäude einzeln thermisch instationär simuliert, mittels der schwedisch-finnisch-schweizerischen Software EQUA IDA-ICE². Unter anderem werden mit dem Instrument der **thermodynamischen Gebäudesimulation** die Wirkungen der vorhandenen Speichermassen in Altbauten und der solaren Einträge im Vergleich zur Energieausweisermittlung genauer und realistischer ermittelt als dies über den Energieausweis möglich ist.

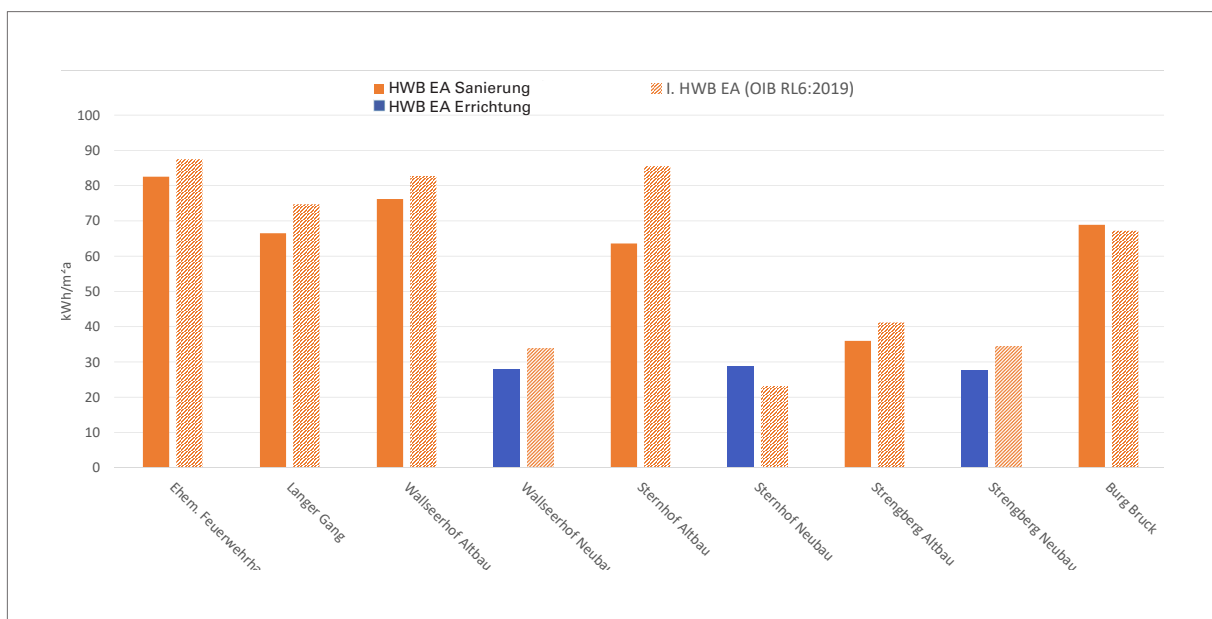


Abbildung 13: Energieausweis Gegenüberstellung aller untersuchten Projekte gem. OIB RL6 (20XX Zeitpunkt der Errichtung) und OIB RL6:2019 (Graphik UWK).

² IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE), Dynamische und multizonale Simulationsanwendung für die Beurteilung des Innenraumklimas und des Energieverbrauchs ganzer Gebäude: <https://www.equa.se/de/ida-ice>, last access 14.11.2023

Bei jedem der ausgewählten, denkmalgeschützten Wohnobjekte umfassen die Untersuchungen und die Auswertungen u.a. die folgenden Abschnitte:

Eingabeparameter für Simulationsberechnung

- Eingabe der Gebäudeflächen und -volumina gemäß Einreichplanung
- Eingaben aus dem Energieausweis: Geometrie, Bauphysik, Haustechnik
- Klimadatenätze für den jeweiligen Standort auf der „Meteonorm Datenbank“ (Version 7.2)
- Klimadaten zukünftiger Perioden (2030, 2050, 2070) gemäß der IPCC-Szenarien A1B aus der „Meteonorm Datenbank“ (Version 7.2)

Ergebnisbandbreite der Simulationsberechnung

- Vergleich Ergebnis Energieausweis mit Simulationsergebnis, mit jeweils identen standardisierten Recheneinstellungen laut OIB RL6
- Vergleich Ergebnis Energieausweis mit Simulationsergebnis Heizwärmebedarf Periode 2010, 2030, 2070, mit Recheneinstellungen gemäß OIB RL6
- Vergleich Simulationsergebnisse Kühlbedarf (Kühlgrenze 26 °C) Periode 2010, 2030, 2070, laut Recheneinstellungen gemäß OIB RL6
- Vergleich Simulationsergebnisse operative Raumtemperatur mit Altbau/Neubau mit einer definierten Kühlgrenze von 27°C

Die Resultate der Vergleiche des Simulationsrechnungsprogramms IDA ICE und dem quasistationären Monatsbilanzverfahren nach ÖNORM B 8110-6 (Wärmeschutz im Hochbau - Grundlagen und Nachweisverfahren- Heizwärmebedarf und Kühlbedarf) der untersuchten Gebäude weisen eine mittlere **Schwankungsbreite von 7 Prozent** auf.

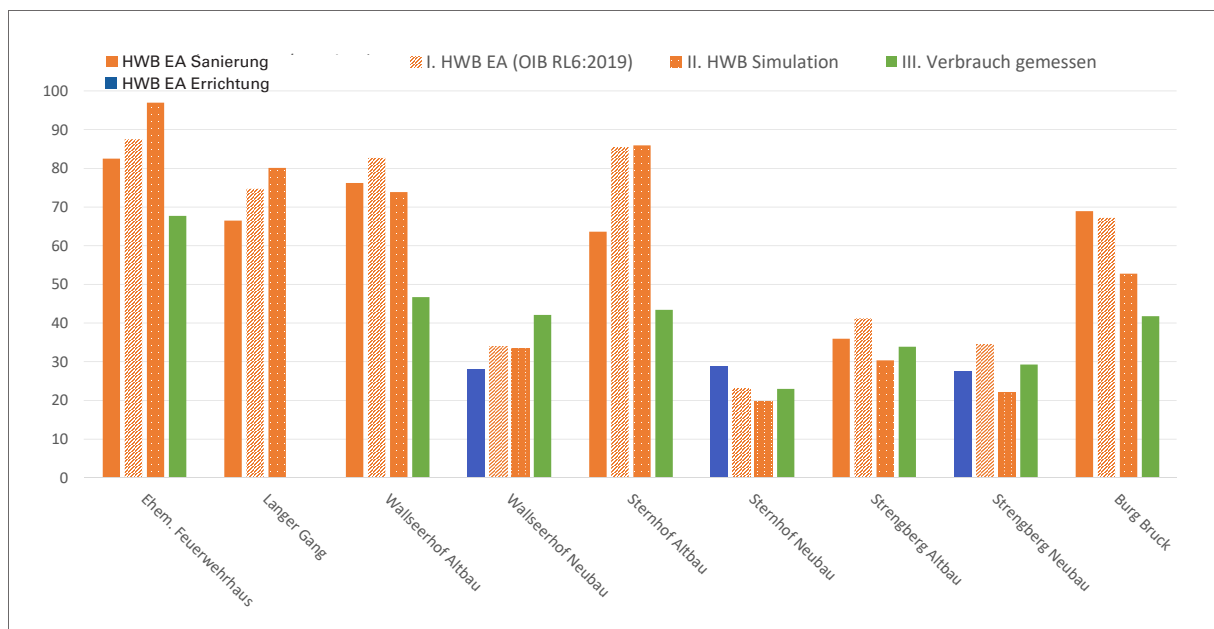


Abbildung 14: Vergleich stationäre Energieausweisberechnung mit dynamischer Simulation und realen Verbrauchsdaten der untersuchten Gebäude (Graphik UWK).

Tatsächlicher Verbrauch der denkmalgeschützten Objekte

Schließlich sollten Messungen des Energieverbrauchs in einer zeitlich begrenzten Periode als Grundlage für den Vergleich mit den nutzungsspezifisch gewichteten Simulationsergebnissen herangezogen werden. Die tatsächlichen Verbrauchswerte liegen für die untersuchten Altbauten deutlich unter

der normgemäßen Prognose. Es ist davon auszugehen, dass auch das Nutzerverhalten diese Ergebniswerte beeinflusst. Für die 3 Neubauten wurden höhere Verbrauchswerte gemessen als berechnet. In Summe reduzieren sich die absoluten Differenzwerte der tatsächlichen Heizwärmebedarfe von sanierten Altbauten und neuerrichteten Gebäuden deutlich.



Abbildung 15: Vergleichsdarstellung von Heizwärmebedarf HWB lt. Energieausweisen nach OIB RL 6:2007 und 2019, Simulation nach IDA ICE und tatsächlichem Verbrauch 2011-2021 – Wallseerhof Krems (Graphik UWK).

Konkret am **Beispiel des Wallseerhofs** zeigt sich, dass nach der originalen Heizwärmebedarfs-Ermittlung lt. der OIB RL6 von 2007 für den Altbau ein knapp 3-fach (ca. 270 Prozent) so hoher Verbrauchswert als für den 2010 errichteten Neubau prognostiziert wurde. Werden die Berechnungen nach den Vorgaben der OIB RL6:2019 adaptiert, steigen die HWB-Werte von Alt- wie Neubau erwartungsgemäß in ähnlichen Dimensionen an. Die Ergebnisse der thermodynamischen Simulationsberechnungen weisen im Verhältnis zur ursprünglichen Energieausweisberechnung (OIB RL6:2007) für die Sanierung einen geringeren und für den Neubau einen höheren Energiebedarfswert aus.

Von den tatsächlichen Fernwärmeverbräuchen wurden die Anteile Warmwasserbedarf (WWWB) und thermische Verluste abgezogen, um den verbrauchten HWB zu ermitteln. Der Verbrauch im Altbau beträgt nur etwa die Hälfte der zuvor berechneten Werte. Der Verbrauch im Neubau ist höher als rechnerisch vorhergesagt. Konkret am Beispiel des Wallseerhofs zeigen die Ergebnisse der ursprünglichen Energieausweis-Berechnungen und der tatsächlich gemessenen und verrechneten Fernwärme-Verbräuche die erwähnten **Energiebedarfs-Annäherungen von Alt- und Neubau** in aller Deutlichkeit. Die Differenz des tatsächlichen Fernwärme-Verbrauchs von denkmalgeschütztem Gebäude und Neubau liegt bei nur noch 5 kWh/m² und Jahr bzw. knapp 12 Prozent (Abb. 15).

Hinweis: Sämtliche Untersuchungen, Berechnungen, Vergleichsdarstellungen, usw. im Projekt wurden für alle ausgewählten Forschungsobjekte durchgeführt. Aufgrund des Umfangs der Grundlagen, Auswertungen und spezifischen Ergebnisse der Untersuchungen wird in diesem Bericht vollumfänglich das Objekt **Wallseerhof Alt- und Neubau in Krems an der Donau** dargestellt. Die Dokumentation der Ergebnisse aller anderen beforschten Gebäude im selben Ausmaß und Umfang findet sich im Anhang C.



EMPFEHLUNGEN

1. Altbauten verbrauchen in der Praxis deutlich weniger Energie als in den statischen Berechnungen prognostiziert. Es braucht eine **aktualisierte Methodik der Energieausweis-Berechnung** für denkmalgeschützte und baukulturell wertvolle Wohngebäude, letztlich für alle Bestandsobjekte.
2. Zur realistischeren Prognose von Energiebedarfen und Emissions-Einsparungspotenzialen sind als Berechnungsgrundlagen **Korrekturfaktoren** zu entwickeln und **thermodynamische Simulationsberechnungen** anzuwenden. Als Vorreiter und Vorbild kann hier Schottland genannt werden.
3. Verpflichtende kontinuierliche **Soll-Ist-Vergleiche der Energieverbräuche** von Alt-, aber auch Neubauten sollen im Bauverfahren verankert werden.



KLIMAWANDEL UND DENKMAL-EIGENSCHAFTEN

Eine der bereits heute feststellbaren Folgen des anthropogenen Klimawandels sind im Jahreschnitt steigende Außentemperaturen, sowohl im Winter als auch im Sommer. Die direkten Auswirkungen dieser Temperaturerhöhungen in Hinblick auf das energetische Verhalten der Gebäude über einen Zeitraum von 50 Jahren zu verifizieren, war eine der herausfordernden Forschungsfragen dieses Projektes.

Implementierung von Klimawandel-Szenarien bis zum Jahre 2070

Die Einflüsse des Klimawandels auf den Gebäudebestand und die Neubauten waren ebenso Grundlage der Untersuchungen wie auch deren Verhalten hinsichtlich Heizwärme- und Kühlenergiebedarf in Anbetracht der klimatischen Veränderungen und der daraus resultierenden Entwicklungen in den kommenden 50 Jahren.

Energieausweise sind mit statistischen Werten der vergangenen Jahre hinterlegt, die künftigen Temperaturerhöhungen, usw. aufgrund des Klimawandels werden nicht berücksichtigt. Dies ist für Prognosen über das Verhalten der historischen Bausubstanz von essenzieller Relevanz. In den Vergleichsrechnungen des Projektes wurde diesem Erfordernis durch Einsatz von bis zum Jahre 2100 hochgerechneten Meteo-Klimadaten entsprochen. Diese orientieren sich an den **Klimawandelszenarien-Daten** gemäß IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Klimawandel-Folgewirkungen

Die Szenarien berücksichtigen dabei die ökonomische, soziale, technologische Entwicklung, sowie den Ressourcenverbrauch und das Bevölkerungswachstum in Anbetracht der künftigen Entwicklungen der Treibhausgaskonzentration und Klimaveränderungen in Bezug auf Erhöhung des Strahlungsangebots und einer Temperaturerhöhung in der Atmosphäre. Schon in den Anfängen des Projektes stellte sich für das Projektteam die Frage, auf welches der Szenarien die Wahl fallen sollte.

Schließlich war die Entscheidung für das **SRES' A1B** getroffen worden. Somit kommt ein, auf den angenommenen Temperaturanstieg bis zur Jahrhundertwende bezogen, durchschnittliches Klimaszenario zur Anwendung, das von einer Erwärmung von **2,8°C** ausgeht (IPCC: AR4, WGI, Climate Change 2007). Der **Emission Gap Report 2021**² bestätigte Jahre später die getroffene Auswahl des SRES A1B durch seine Feststellung, dass selbst, wenn die Klimaziele 2030 weltweit eingehalten werden würden, die globale Mitteltemperatur um **ca. 2,7 Kelvin** ansteigen würde (Abb. 16).

Anhand von thermisch dynamischen Gebäudesimulationen und unter Zugrundelegung des ausgewählten Klimaszenarios SRES A1B wurde der Einfluss auf den Heizwärme- und Kühlenergiebedarf für die Periode 2020 bis 2070 untersucht. Die Folgen häufiger auftretender Sommertage (Tageshöchsttemperatur $\geq 25^\circ\text{C}$) und Hitzeperioden haben dabei einen direkten Einfluss auf den Gebäudebestand und dessen energetisches Verhalten.

1 SRES special report on emissions scenarios

2 https://reliefweb.int/report/world/emissions-gap-report-2021-heat-enarptruswzh?gclid=CjwKCAiAu5agBhBzEiwAdiR5tIFZllm6-jEcA-o0Kh0VVJm7DbokPLUK1UuTiNQZ2cD1fuKLYuCoayxoC04wQAvD_BwE, last access 15.3.2023

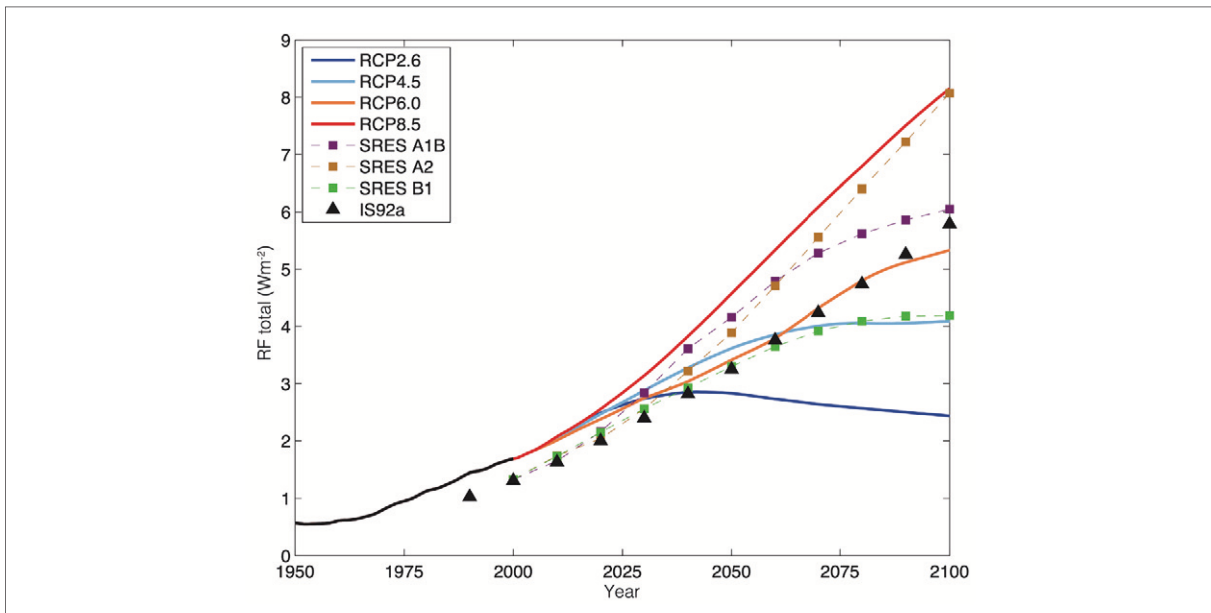


Abbildung 16: Darstellung der verschiedenen möglichen Klimawandelszenarien © IPCC: Climate Change 2013, Working Group I: The Science of Climate Change, Fig. 1.15

Folgende Ergebnisse der Simulationsberechnungen mit Berücksichtigung der Klimawandelauswirkungen wurden ermittelt:

- der **Heizwärmebedarf** wird in Zukunft **bei Altbauten stärker abnehmen** als bei Neubauten (Abb. 17)
- der **Kühlenergiebedarf steigt bei Neubauten stärker an** als bei Altbauten, die u.a. geringeren Fensteranteil und mehr Speichermasse aufweisen (Abb. 18)
- die Summe aus **Heizwärme- und Kühlenergiebedarf** der untersuchten **Altbauten** in der betrachteten Periode **bis 2070 verringert sich um 8 %** und **erhöht sich bei den Neubauten um 4 %** (Abb. 19)

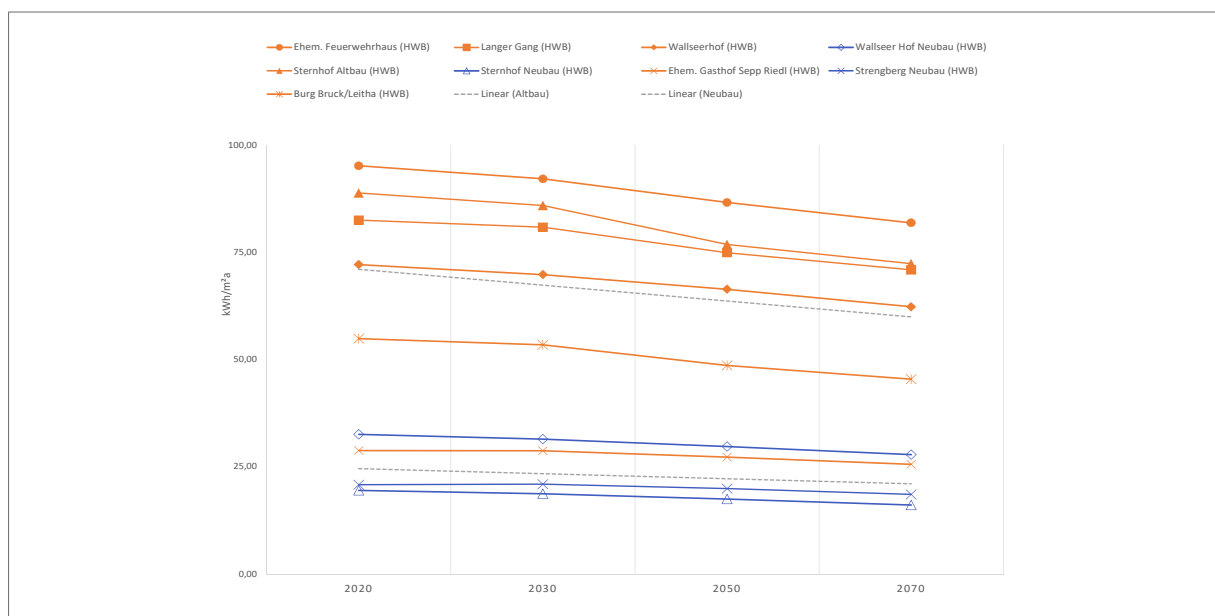


Abbildung 17: Heizwärmebedarfe (OIB RL6:2019) der untersuchten Objekte in der Periode von 2020 bis 2070 (Graphik UWK).

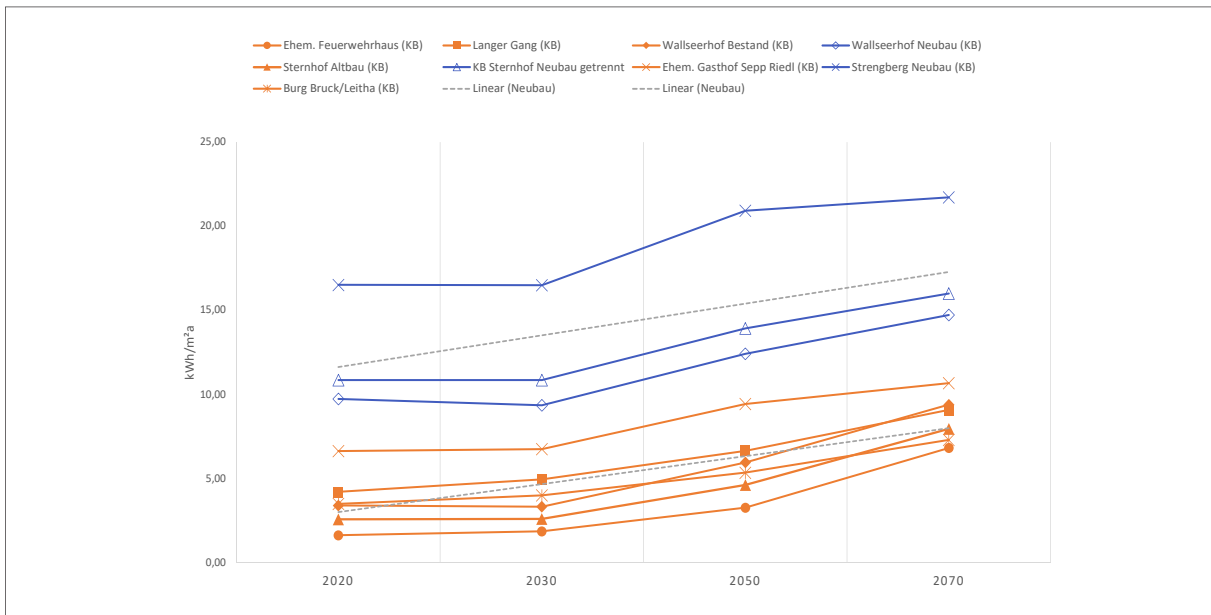


Abbildung 18: Kühlbedarfe (OIB RL6:2019) der untersuchten Objekte in der Periode von 2020 bis 2070 (Graphik UWK).

Theorie und Praxis

Auf Basis der in den vorangegangenen Kapiteln resultierenden Erkenntnissen aus den zum Teil großen Differenzen von statisch berechneten und dynamisch simulierten Energiebedarfswerten im Vergleich zu den tatsächlichen Verbräuchen speziell der unter Schutz stehenden Bestandsgebäude und deren Verhalten unter dem Einfluss von konkreten Klimawandelszenarien galt es, zusammenfassend die Energieverbräuche für Heizung und Kühlung über den Zeitraum von 50 Jahren zu prognostizieren.

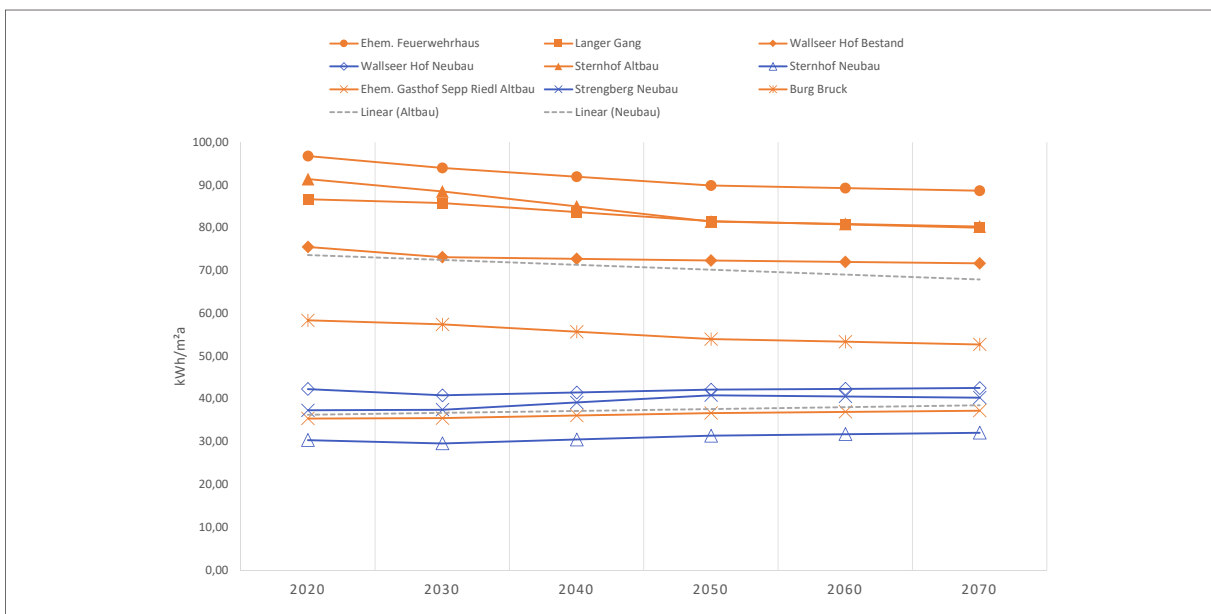


Abbildung 19: Summe der Heizwärme- und Kühlenergiebedarfe (OIB RL6:2019) der untersuchten Objekte in der Periode von 2020 bis 2070 (Graphik UWK).

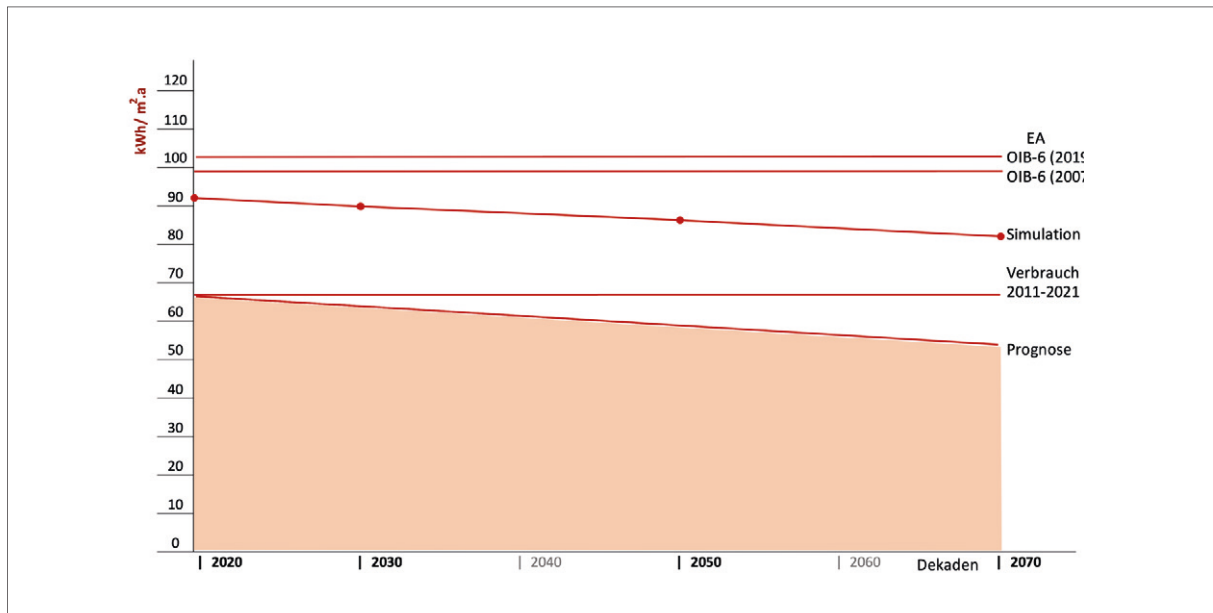


Abbildung 20: Wallseerhof Altbau –Variantendarstellung der Energiekennzahlen (kWh/m²a) in der Periode von 2020 bis 2070 für Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (Graphik UWK).

Diese Berechnungsergebnisse wurden für jedes Gebäude ausgewertet und jeweils in einer Grafik zusammengefasst. Darin sind alle Wärmebedarfskennzahlen aufsummiert dargestellt (HWB + WWWB + thermische Verluste) und dadurch mit den realen Verbrauchsdaten vergleichbar.

Die hier anhand des ausgewählten Beispiels des Wallseerhofs dargestellte Grafik zeigt für den Altbau folgende Ausgangsdefinitionen und Erkenntnisse:

- Die statisch ermittelten Energiebedarfswerte (OIB RL6:2007 und 2019) werden bis 2070 mit diesem konstanten Wert gemäß Energieausweisergebnis unverändert fortgeschrieben.

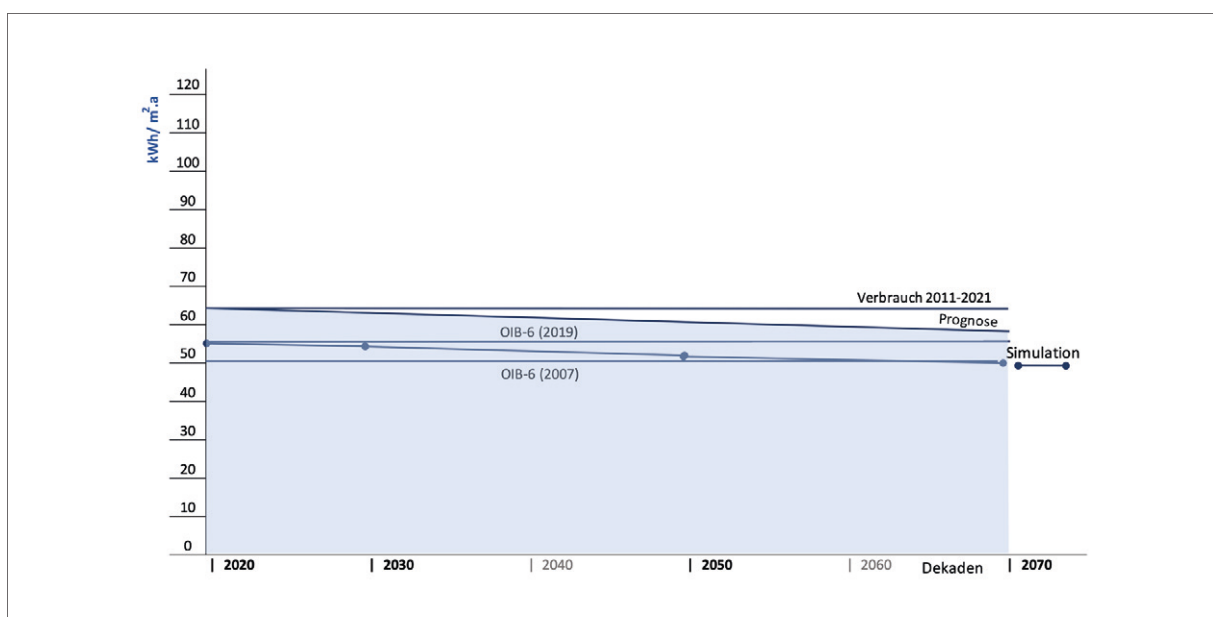


Abbildung 21: Wallseerhof Neubau –Variantendarstellung der Energiekennzahlen (kWh/m²a) in der Periode von 2020 bis 2070 für Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (Graphik UWK).

- Die Simulationen unter Berücksichtigung der Daten lt. Klimaszenario SRES A1B wurden für die Jahre 2020, 2030, 2050 und 2070 jeweils eigens berechnet. Die Werte für die Jahre 2040 und 2060 konnten mittels Interpolation definiert werden.
- Die tatsächlich verbrauchten Fernwärme-Energiemengen der übermittelten Jahre bis 2022 wurden gemittelt und im Jahr 2020 als Ist-Wert eingetragen. Die horizontale Linie begründet sich durch die theoretische Annahme, dass dieser gemittelte Ist-Verbrauch in der Zukunft völlig konstant bleiben würde. Die Klimawandelfolgen werden ignoriert.
- Durch Wahl einer abfallenden Linie analog zum Simulationstrend **unter Berücksichtigung der szenariobezogenen Klimawandelfolgen** wird eine Prognose zum zukünftigen Verbrauch gestellt. Die farbig angelegte Fläche entspricht der Summe des prognostizierten Wärme-Verbrauchs im kommenden halben Jahrhundert.
- Der Bereich zwischen Prognose- und Energieausweis-Linien verdeutlicht die Diskrepanz zwischen theoretisch berechnetem und tatsächlich zu erwartendem Verbrauch (Abb. 20).

Für den **Altbau des Wallseerhofs** zeigt sich, dass die Unterschreitung des realen Heizenergiebedarfs gegenüber dem errechneten von aktuell etwa 30 Prozent bis 2070 auf annähernd 50 Prozent anwachsen wird.

Generell fallen beim Großteil der untersuchten denkmalgeschützten Gebäude die **realen Verbrauchswerte deutlich geringer aus** als dies die verschiedenen, angewandten Berechnungsmethoden vorhergesagt hätten. Im Vergleich zum Bestandsgebäude liegen die ermittelten Energiekennwerte für den **Neubau des Wallseerhofs** in einem wesentlich engeren Bereich. Eine Tatsache, die u.a. die grundsätzliche Eignung der aktuellen Energieausweissberechnung zur Einschätzung der Energieperformance von Neubauten bestätigt (Abb. 21).

Der tatsächliche Verbrauch und damit auch die davon abgeleitete Prognose liegen höher als die Berechnungsergebnisse, ein Faktum, das schon in den zuvor beschriebenen Untersuchungen von Neubauten thematisiert und begründet wurde (Abb.9).

Hinweis: Sämtliche Untersuchungen, Berechnungen, Vergleichsdarstellungen, usw. im Projekt wurden für alle ausgewählten Forschungsobjekte durchgeführt. Aufgrund des Umfangs der Grundlagen, Auswertungen und spezifischen Ergebnisse der Untersuchungen wird in diesem Bericht vollumfänglich das Objekt **Wallseerhof Alt- und Neubau in Krems an der Donau** dargestellt. Die Dokumentation der Ergebnisse aller anderen beforschten Gebäude im selben Ausmaß und Umfang findet sich im Anhang D.

Innenraumklimatik und Klimawandel

Im Hinblick auf den Klimawandel und dem damit einhergehenden prognostizierten Temperaturanstieg erscheint neben dem Verhalten und Energieverbrauch des Gebäudes an sich, gerade für die Bewohner die Entwicklung des Innenraumklimas, von essenzieller Bedeutung.

Monitoring Temperaturverläufe von ausgewählten Innenräumen

In mehreren Forschungsobjekten wurden mittels Datenloggern Messungen der Innenraumlufttemperaturen und -feuchtigkeiten in ausgewählten Räumlichkeiten über eine zeitlich begrenzte Periode als Grundlage für die Untersuchungen von nutzungsspezifischem Verhalten und der Bewertung des Innenraumkomforts durchgeführt.

Zum Beispiel wurde beim **Wallseerhof** aus den über viele Monate laufenden **Messreihen** eine konkrete Woche im Sommer (31.7. – 6.8.2020) herausgezoomt, um das Innenraumverhalten bei hohen Außentemperaturen mit Spitzen um die 30 Grad Celsius nachzuvollziehen.

Im nachfolgenden Diagramm wird deutlich, dass die Innentemperaturverläufe im Bestandsgebäude konstanter und mit weniger Temperaturspreizung erfolgen als beim Neubau, in dem mehr direkte Abhängigkeit zum Außentemperaturverlauf feststellbar ist.

Um die **thermische Behaglichkeit** sowie das **Risiko** und die **Häufigkeit der sommerlichen Überwärmung** in den Innenräumen der Gebäude zu eruieren, war es notwendig, die **operative Raumtemperatur** in die Vergleichsdarstellungen miteinzubeziehen. Die auch als Empfindungstemperatur bezeichnete Einheit beschreibt das Zusammenwirken der Lufttemperatur im Raum und der mittleren Strahlungstemperatur der raumumschließenden Oberflächen. Die Ermittlung der Innenraumtemperaturverläufe erfolgte jeweils getrennt für den Bestands- und den Neubau durch den Vergleich der Temperaturkurven von Außen- und Innenlufttemperaturen und der operativen Raumtemperatur.

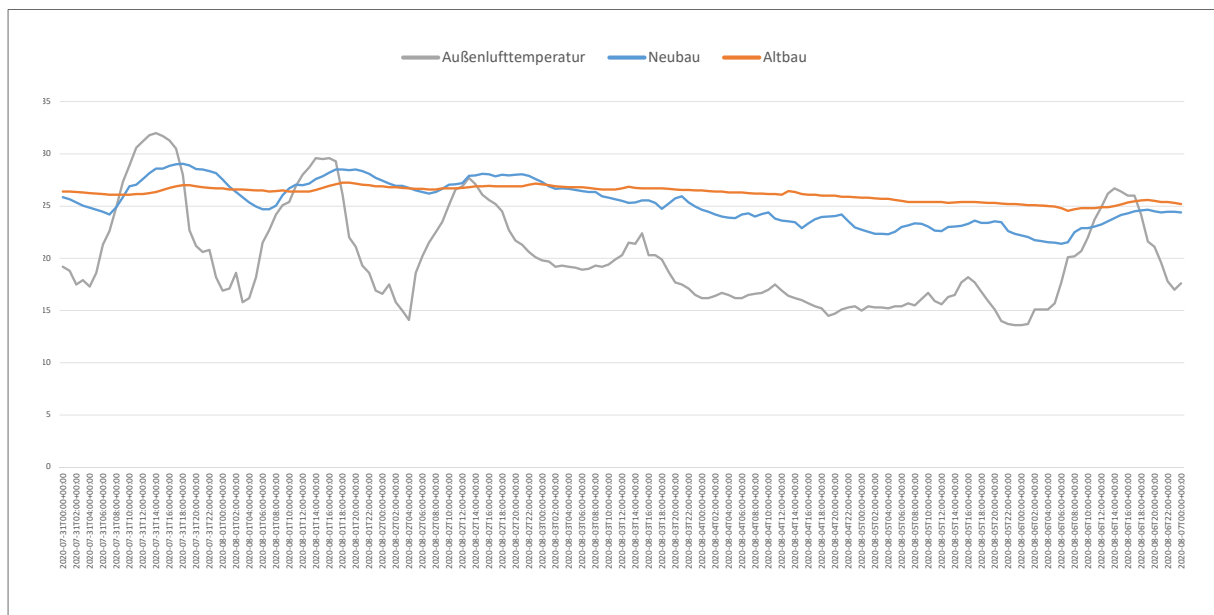


Abbildung 22: Sommerliches Raumluftverhalten – Monitoring Auszug 31.7. - 6.8.2020, Vergleich Außenluft- und Innenraumtemperatur im Wallseerhof Alt- und Neubau (Graphik UWK).

Anhand der Diagramme wird ersichtlich, dass im Neubau des Wallseerhofs die Innenraumlufttemperaturen und die operativen Raumtemperaturen den Tagesmaxima der Außenlufttemperatur folgen. Im Altbauobjekt sind die Temperaturen im Rauminneren niedriger. Das Beispiel des Jahres 2020 zeigt im Altbau maximale Innenraumtemperaturen um 28°C, während im Neubauobjekt bis zu 32°C erreicht werden.

Die hohen Außenlufttemperaturen im Bestandsobjekt bewirken zeitlich verzögert einen Einfluss auf die Innenraumlufttemperaturen. Im Gegensatz zu den Lufttemperaturen des Neubauobjekts, welche deutlich stärker und mit weniger zeitlicher Verzögerung den Außenlufttemperaturen folgen. Die operativen Temperaturen im Altbau liegen teilweise unter den Lufttemperaturen. Die im Vergleich zum Neubau höheren speicherwirksamen Massen zeigen hier offensichtlich Wirkung.

Übertemperaturhäufigkeiten

Mittels eines **dynamischen Gebäudesimulationsmodells**, welches das **thermische und hygrische Verhalten** der beiden Gebäude am Standort Krems abbildet, wird im sogenannten **Zeitschrittverfahren**

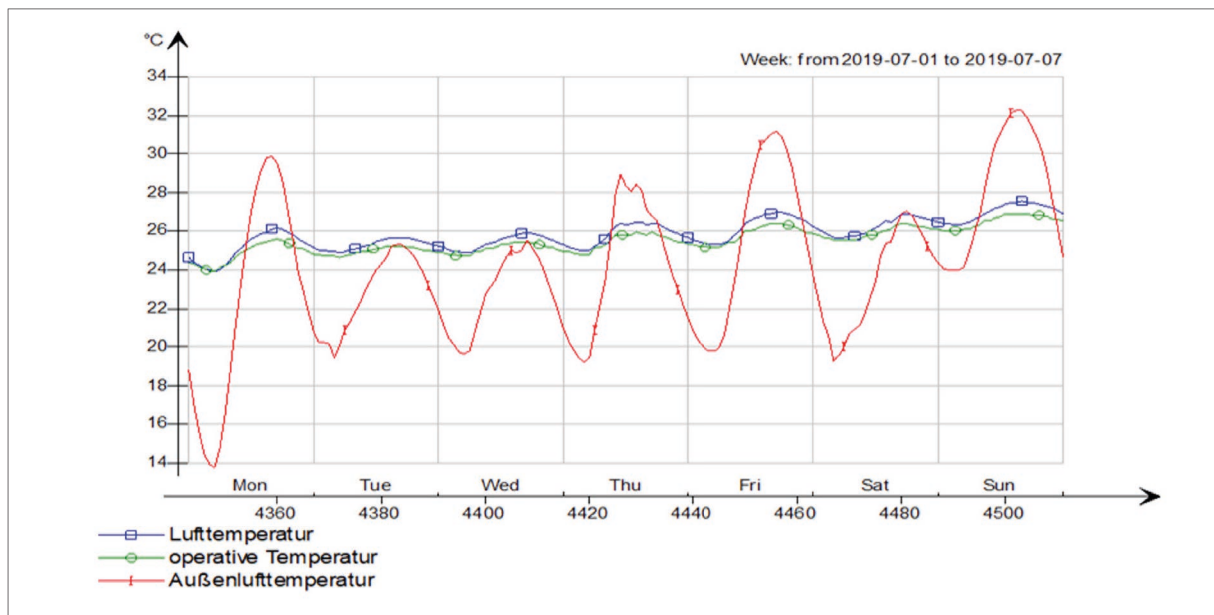


Abbildung 23: Sommerliches Raumluftverhalten – Monitoring Auszug 1. – 7.7.2019, Vergleich Außenluft-, Innenraum- und operative Temperatur im Wallseerhof Altbau (Graphik UWK).

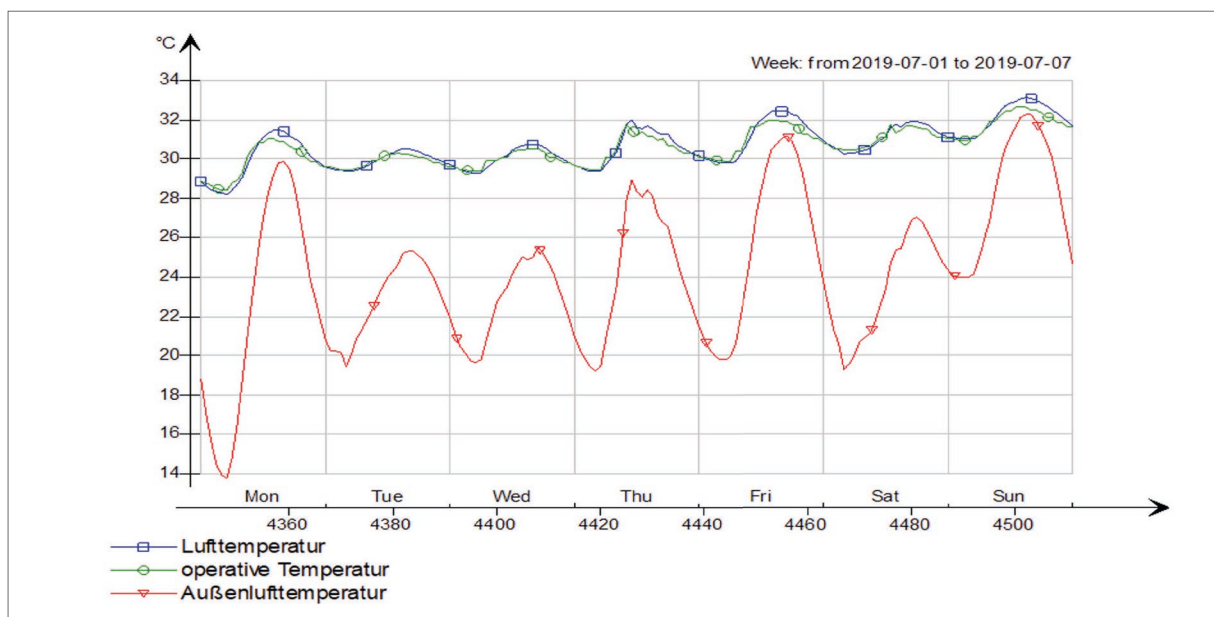


Abbildung 24: Sommerliches Raumluftverhalten – Monitoring Auszug 1. – 7.7.2019, Vergleich Außenluft-, Innenraum- und operative Temperatur im Wallseerhof Neubau (Graphik UWK).

das physikalische Gebäudeverhalten auf Basis der Eingabedaten aus vorliegenden Energieausweisen berechnet. Darüber hinaus erfolgt bei der dynamischen Gebäudesimulation auch die **Berücksichtigung der thermischen Trägheit** der vorhandenen **Speichermassen** im Gebäude.

Die nachfolgenden Diagramme zeigen, jeweils für Alt- und Neubau, die sich einstellenden Über-temperaturhäufigkeiten der **operativen Temperatur** der jeweils betrachteten Zone im Jahresverlauf. Es wurde die Anzahl jener **Stunden im Jahr** ermittelt, an denen die **Raumkomfort-Grenztemperatur von 27°C** gem. ÖNORM 8110-3 überschritten wird. Die der Simulation zugrundeliegenden Klimadaten wurden der Datenbank aus dem Programmpaket Meteonorm Version 7.2 für den nächstgelegenen Messstandort entnommen.

Als Ergebnis für die Jahre um 2020 stellt sich dar, dass im Neubau des Wallseerhofs anhand der untersuchten Klimadatenätze die **Übertemperaturhäufigkeit** von über 27°C. gem. ÖNORM 8110-3 an signifikant mehr Stunden und Tagen auftritt, als dies im Altbau der Fall ist. Im Altbau zeigt das Simulationsergebnis nur wenige Stunden mit Temperaturen über 27°C an, während dies im **Neubauobjekt an mehr als 2.500 Stunden im Jahr** der Fall ist. Mit beinahe ebenso vielen Stunden werden im Neubau 28°C erreicht, während im Altbau diese Innenraumtemperatur überhaupt nicht vorkommt.

Im Jahr 2070 werden die Bewohner mit Belastungen und Erschwernissen durch ihre mehr als **1.500 Stunden bis zu 32°C überhitzten Wohnungen** fertig werden müssen, während für einige Räumlichkeiten im Altbau des Wallseerhofs nur ausnahmsweise einzelne Stunden Innentemperaturen von bis zu 30°C. prognostiziert werden.

Hinweis: Sämtliche Untersuchungen, Berechnungen, Vergleichsdarstellungen, usw. im Projekt wurden für alle ausgewählten Forschungsobjekte durchgeführt. Aufgrund des Umfangs der Grundlagen, Auswertungen und spezifischen Ergebnisse der Untersuchungen wird in diesem Bericht vollumfänglich das Objekt **Wallseerhof Alt- und Neubau in Krems an der Donau** dargestellt. Die Dokumentation der Ergebnisse aller anderen beforschten Gebäude im selben Ausmaß und Umfang findet sich im Anhang E.

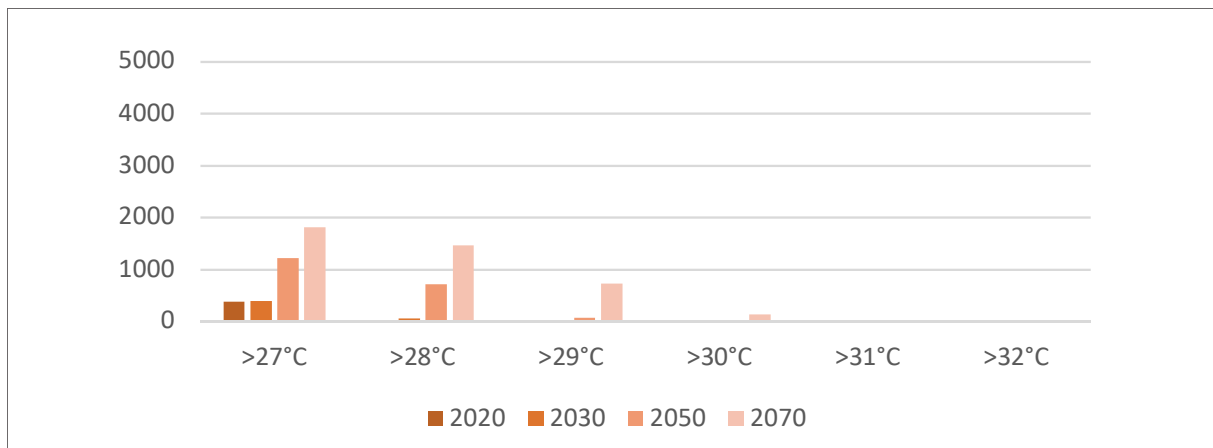


Abbildung 25: Anzahl der Stunden über Grenztemperatur von 27°C für den Altbau Wallseerhof (Graphik UWK).

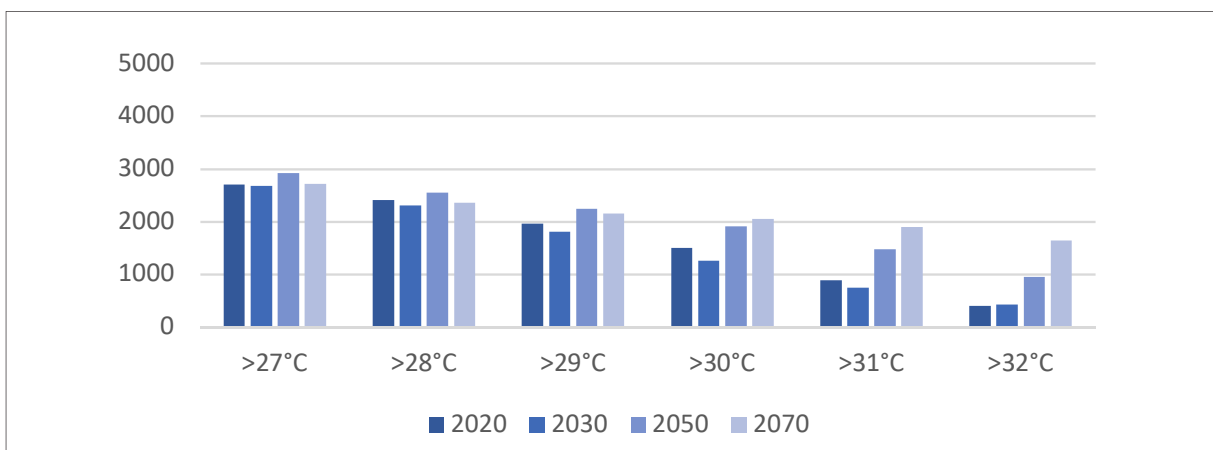


Abbildung 26: Anzahl der Stunden über Grenztemperatur von 27°C für den Neubau Wallseerhof (Graphik UWK).



EMPFEHLUNGEN

1. Unter dem Einfluss des Klimawandels werden historische Gebäude tendenziell weniger und neue Gebäude mehr Energie verbrauchen. Um den Einfluss der Klimawandelfolgen in den energetischen Bewertungen realistisch zu berücksichtigen, sind die bislang lediglich auf „Momentanwerte“ fokussierten Betrachtungen auch auf **Energiebedarfs- bzw. Verbrauchszeiträume** auszuweiten.
2. Der Energieausweis berücksichtigt in den Berechnungsabläufen Daten, die teilweise viele Jahre alt sind. Die Ergebnisse sollen aber die klimatischen Bedingungen des künftigen Lebenszyklus des Gebäudes abbilden. Die **Implementierung von Klimawandel-Szenarien von einem Zeitraum von mindestens 50 Jahren** ist in den rechnerischen Anwendungen zu gewährleisten. Es muss mit MeteoDaten der künftigen Betrachtungszeiträume gearbeitet werden.
3. **Bestandsgebäude** sind im Vergleich zu Neubauten **resilienter** gegenüber den Klimawandelfolgen, die Innenraumtemperaturen können deutlich niedriger gehalten werden. Diese Vorteile im Raum- und Wohnkomfort werden sich in den nächsten Jahrzehnten noch verstärken.



RESSOURCENSCHONENDE POTENTIALE VORHANDENER BAUSUBSTANZ

Ein weiteres Anliegen im Projekt war das grundsätzlich herrschende, mangelnde Bewusstsein für die Relevanz der Berücksichtigung und Bewertung der **Energiemengen**, die ursprünglich für die **Errichtung des historischen Bestandsgebäudes** eingesetzt wurden. Dazu wurden konkrete Untersuchungen durchgeführt und die Ergebnisse von Alt- und Neubau gegenübergestellt.

Primärenergie und Graue Energie

Die Definition der Bezeichnung **Graue Energie** bringt die Thematik auf den Punkt. Für ein altes, denkmalgeschütztes Gebäude war für dessen Errichtung eine Menge an Aufwendungen und Energieeinsatz erforderlich. Es mussten die Materialien gewonnen, daraus Baustoffe gefertigt und schließlich Bauteile für die Gesamterichtung des Gebäudes hergestellt werden. Dafür brauchte es auch all die damit verbundenen Transporte inkl. der beteiligten Menschen und Maschinen sowie den Aufwand für Montage, Lagerung und Unterbringung.

Auch die Demontage, der Rückbau bzw. Abriss, der Abtransport und schließlich die Entsorgung verursachen beträchtliche Mengen an Energie- und Ressourceneinsatz. Umso länger ein Gebäude erhalten und nicht abgerissen wird, desto länger bleiben diese in der bestehenden Bausubstanz gespeichert und müssen nicht wieder – im Gegensatz zu einem Neubau – verbraucht werden, auch ohne Zahlen ein **klarer Vorteil für alte Bestandsobjekte und deren Sanierung**.

Werden auch nachhaltige und regionale Baumaterialien für die Sanierungsarbeiten eingesetzt sowie ressourcenschonendes Bauen praktiziert, reduziert dies den Anteil an Grauer Energie nochmals. Denkmalgeschützte Gebäude erfüllen diese Ansprüche schon aufgrund der historischen Gegebenheiten, die zur Zeit ihrer Entstehung vorherrschten.

Gerade in der **Beständigkeit** und – kraft Gesetzes – **Dauerhaftigkeit denkmalgeschützter Gebäude** begründet sich ein Kernaspekt des nachhaltigen Bauens, dem nach wie vor in der Praxis viel zu wenig Beachtung geschenkt wird.

Zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes wurde der **Gesamteinsatz an Primärenergie** herangezogen, der sowohl die **energetische** als auch die **stoffliche Nutzung** (als Rohstoff verwendete Primärenergieträger) umfasst. Dabei wurde zwischen **erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen** durch Abbildung von zwei Indikatoren unterschieden: **Nicht erneuerbare Primärenergie total** (PENRT [MJ]) und (erneuerbare und nicht erneuerbare) **Primärenergie gesamt** (PE, [MJ]).

Die Berechnung der Grauen Energie der Forschungsobjekte wurde über den **Lebenszyklus von 50 Jahren** durchgeführt. So wurde es möglich, Vergleiche der Alt- und Neubauten untereinander für den Zeitrahmen 2020 bis 2070 anzustellen.

In der Abb. 27 sind die einzelnen betrachteten und verglichenen Komponenten farblich unterschiedlich dargestellt. Das betrifft konkret:

- die Aufschließung bzw. Erneuerung vorhandener Infrastruktur
- das Bauwerk in seinen verschiedenen Bereichen
- Rohbau, Technik und Ausbau
- die Energiebedarfe für Raumwärme, Warmwasser und Strom
- Aufwendungen für etwaige Maßnahmen zur Instandsetzung und Adaptierung der Gebäude während des gewählten Betrachtungszeitraumes

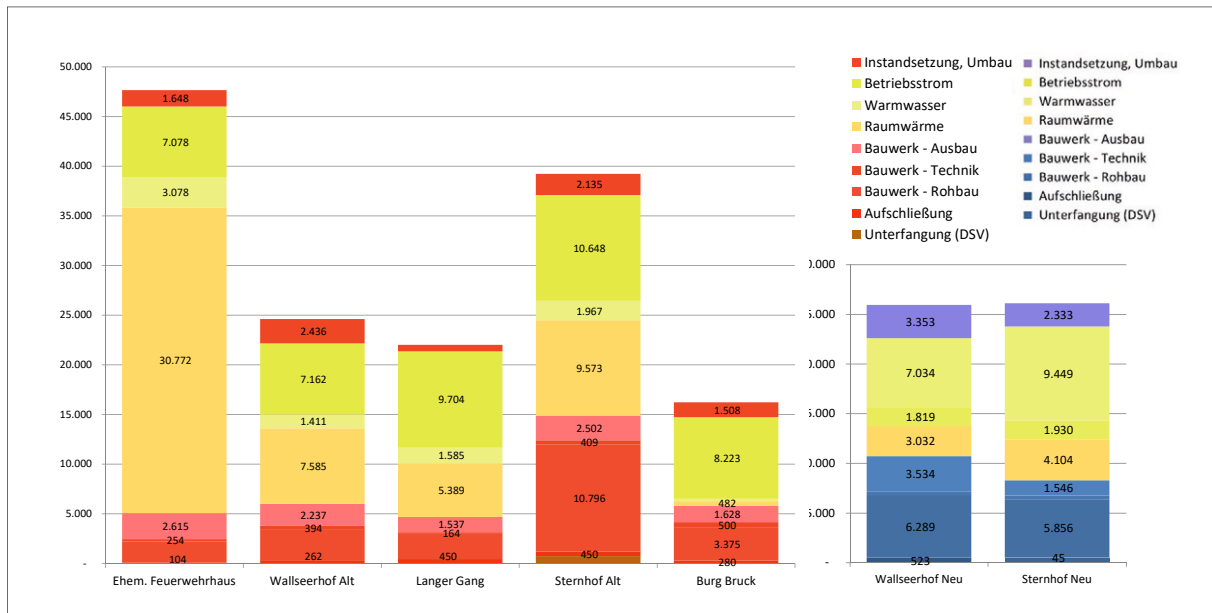


Abbildung 27: Vergleichsdarstellung der Primärenergiebedarfe aus nicht erneuerbaren Ressourcen (PENRT) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre (Errichtung und Betrieb) in MJ bezogen auf die Wohnnutzfläche (Graphik UWK).

Bei den Bestandsbauten wurden sämtliche Aufwendungen für die erforderlichen Ertüchtigungs- und Sanierungsmaßnahmen der vorhanden Bausubstanz berücksichtigt. Bei den Neubauten wurden sämtliche Aufwendungen für die erforderlichen Errichtungsmaßnahmen berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Vergleiche von Alt- und Neubauten zeigen hinsichtlich des nicht erneuerbaren Primärenergieeinsatzes einen deutlichen Vorteil für den denkmalgeschützten Bestand. Ein wesentlicher Grund dafür ist der geringere Energieeinsatz und Ressourcenaufwand im Bereich Bauwerk Rohbau. Die Errichtung eines Neubaus benötigt grundsätzlich deutlich mehr Graue Energie als die Ertüchtigung eines bestehenden Gebäudes. Eine Ausnahme stellt lediglich die Sanierung des Sternhof dar. Hier zeigt die Grafik sehr klar die negativen Auswirkungen, die auf die ressourcenintensiven Fundament-Unterfangungsmaßnahmen zurück zu führen sind. Der Energiebedarf im Bereich Raumwärme ist hauptsächlich aufgrund der ungedämmten Außenwände bei den denkmalgeschützten Gebäuden höher als bei den Neubauten. Gravierende Auswirkungen auf die Höhe des Primärenergiebedarfs hat allerdings die Wahl des Heizmittels. Beim Ehem. Feuerwehrhaus zeigt die Grafik den enormen Primärenergiebedarf aufgrund des Heizmediums Erdgas. Die in der Betrachtung der Nicht Erneuerbaren Primärenergiebedarfe nachgewiesenen Vorteile der Bestandsgebäude können zum einen durch Einsatz **nicht nachhaltiger, fossiler Energieträger** für Raumwärme- und Warmwasserproduktion sowie die ineffiziente Stromversorgung zu Nichte gemacht werden. Zum anderen erweist sich die **Sanierungsintensität** bzw. die Tiefe des Eingriffs in die vorhandene Bausubstanz als entscheidender Faktor für den Anteil der Grauen Energie eines Sanierungs- oder Neubauvorhabens.



EMPFEHLUNGEN

1. Die **ökologischen Investitionen** (Graue Energie) in Form von Energieaufwendungen und Emissionen sind schon bei der Planung und Realisierung von Sanierungs- und Neubauprojekten zu berücksichtigen.
2. Die ökologischen Auswirkungen der Sanierung oder der Neuerrichtung des Gebäudes müssen **lebenszyklisch bewertet** werden.
3. Die Vermeidung bzw. Berücksichtigung von **CO₂-Treibern** wie etwa Heizsysteme (nicht nachhaltig am Schürerplatz, ehem. Feuerwehrhaus) sowie Sanierungsmaßnahmen (nicht ökologisch bei Unterfangungen beim Sternhof) ist bereits im Zuge der Planung zu berücksichtigen und zu gewährleisten.

LEBENSZYKLISCHE UMWELTWIRKUNGEN

Wie schon bei den statischen und dynamischen Untersuchungen der Energieperformance von Bestands- und Neubauten sowie in den erfolgten Betrachtungen der Grauen Energie in der Produktion von Gebäuden ausgeführt, ist der Fokus über den Zeitpunkt der Sanierung bzw. Neuerrichtung hinaus, stets und kompromisslos auf den **Betriebszeitraum**, den **Lebenszyklus des Objektes** zu legen.

Ökologische Lebenszyklusanalysen

Die ökologischen Lebenszyklusanalysen untersuchen die Umweltwirkungen, die generalisierte denkmalgeschützte Objekte und Neubauten mit Wohnnutzung im gesamten Lebenszyklus verursachen. Damit können relevante **Auslöser negativer Umwelteinflüsse identifiziert** und rechtzeitig eliminiert werden.

Zur Analyse der Umweltwirkungen wurde die Wirkungskategorie Klimawandel herangezogen und durch den Indikator **Treibhauspotenzial** gesamt (GWP-gesamt [kg CO₂eq]) abgebildet.

Grundlage für die Analysen bilden **Ökobilanzen nach ISO 14040 ff**, die mit Hilfe der Berechnungs-Software eco2soft erstellt wurden. Für die lebenszyklische Betrachtungen wurde, wie schon für die vorangegangenen Energiebedarfsermittlungen, ein Berechnungszeitraum von 50 Jahren gewählt. Die betrachteten Lebenszyklusphasen (Module nach EN 15804) umfassen die Herstellungsphase (A1-A3), den Einbauprozess (A5), sowie die Nutzungsphase inklusive Instandhaltung und betrieblichem Energieeinsatz (B1-B6, ohne betrieblichen Wassereinsatz). Nicht berücksichtigt wurde die Entsorgungsphase (C1-C4).

Außergewöhnlich war die Detailliertheit, mit der die lebenszyklischen Berechnungen durchgeführt wurden. Der Aufwand für die detailgetreue Berücksichtigung der nahezu gesamten Gebäudeausstattung sucht selbst europaweit seinesgleichen. Sämtliche Betrachtungen erfolgten entsprechend der **Bilanzgrenze 5 (BG5)** nach dem **OI3-Berechnungsleitfaden**¹. Dementsprechend solide und aussagekräftige Ergebnisse stehen zur Verfügung. So wurde die räumliche Bilanzgrenze so gewählt, dass neben der thermischen Gebäudehülle auch Innen- und Kellerbauteile, Erschließungsbereiche, sowie die Haustechnik berücksichtigt sind.

Für die Ermittlung des Materialeinsatzes (Errichtung und Instandhaltung) wurden **Massenbilanzen** erstellt, die auf vorliegenden, von den gemeinnützigen Bauträgern zur Verfügung gestellten, Bauabrechnungen der betrachteten Objekte basieren. Dadurch wird – im Gegensatz zu häufig vereinfacht durchgeführten Gebäude-Ökobilanzen – nicht ein theoretischer Planungsstand, sondern der **tatsächliche Ressourceneinsatz nach Fertigstellung der Baumaßnahme** abgebildet.

Für den **Energieeinsatz im Betrieb** wurden Endenergiekennwerte aus den durchgeführten vereinheitlichten Energieausweisberechnungen (OIB-Richtlinie 6:2019, Raumwärme und Warmwasser), sowie statistische Daten (Betriebsstrom) herangezogen und konstant über den Betrachtungszeitraum angesetzt.

Die Ergebnisdarstellung in Abbildung 28 zeigt deutliche Ähnlichkeiten zu der Grafik der zuvor behandelten Primärenergiebedarfe (PENRT, Abb. 27). Im Vergleich kann man erkennen, dass sich speziell die Komponenten mit den höchsten PENRT-Werten in den Betrachtungen des GWP sogar noch anteilmäßig verstärken. Diese „CO₂-Treiber“ wurden im Projekt *monumentum ad usum* für alle untersuchten Forschungsobjekte identifiziert und deren Ursachen auf den Grund gegangen. Die wesentlichsten

¹ https://www.ibo.at/fileadmin/ibo/materialoekologie/OI-Berechnungsleitfaden_V5_Sept2023.pdf, S. 20

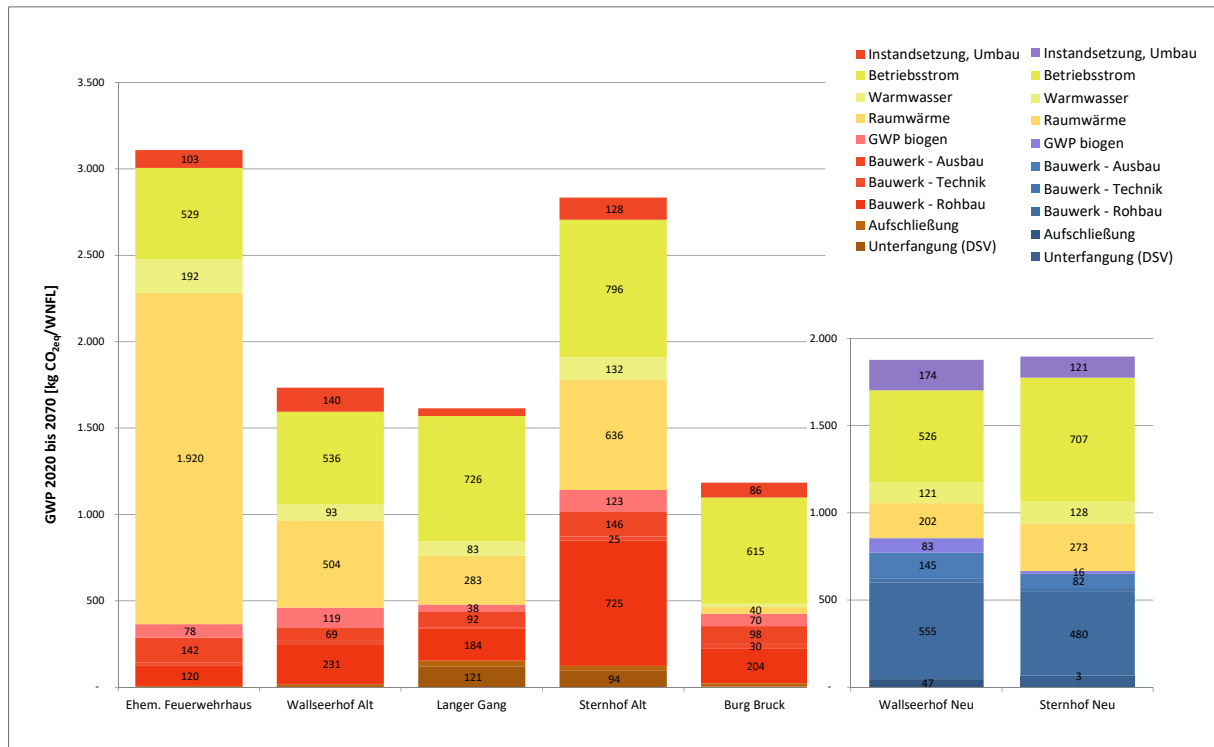


Abbildung 28: Vergleichsdarstellung der Treibhauspotentiale (GWP) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre (Errichtung und Betrieb) in kg CO₂eq- Emissionen bezogen auf die Wohnnutzfläche (Graphik UWK).

CO₂-Treiber, die die grundsätzlichen und klar nachgewiesenen Vorteile von Bestandsgebäuden in der Ökologie zu Nichte machen können, sind Unterfangungen und Ertüchtigungen von Gebäudegründungen, Einsatz von Materialien zur Verbesserung des Wärmeschutzes auf Basis nicht erneuerbarer, energieintensiver Rohstoffe, Verwendung von Energiemedien für Heizung und Strom auf Basis nicht erneuerbarer, energieintensiver Rohstoffe.

Bei Betrachtung des Treibhauspotenzials über 50 Jahre (vgl. Abb. 28) zeigt sich, sowohl bei den sanierten denkmalgeschützten Objekten als auch bei den Neubauten, dass die CO₂eq-Emissionen aus dem Gebäudebetrieb deutlich höher sind als jene aus der Errichtung bzw. Sanierung selbst. Bei den sanierten Objekten ist die Schwankungsbreite der Ergebnisse sehr groß, sodass die auf die Wohnnutzfläche bezogenen CO₂eq-Emissionen, abhängig von den individuellen Rahmenbedingungen des einzelnen Objektes, sowohl deutlich höher als auch niedriger liegen können als jene der betrachteten Vergleichs-Neubauten.

Die Ergebnisse zeigen, wie stark die untersuchten Umweltwirkungen von den individuellen Gegebenheiten des Grundstücks, des Objektes und der Lage beeinflusst werden. Die **Wahl des Energieträgers** für die Wärmeversorgung, die **Tiefe des Eingriffs in die Substanz** bei Sanierungen und die **Art der Baumaßnahme** (Sanierung oder Neubau) wirken sich besonders stark auf die Berechnungsergebnisse aus. Weniger stark ist der Einfluss des Energieverbrauchs in der Nutzungsphase, wodurch sich auch klimawandelbedingte Veränderungen des Energieverbrauchs nur in geringem Ausmaß auf das Gesamtergebnis auswirken.



EMPFEHLUNGEN

1. Damit bei ökologischen Betrachtungen gebäudeumfänglich auch die gesamte Haustechnik berücksichtigt wird, ist den Berechnungen die heute noch kaum angewandte **Bilanzgrenze 5 (BG5)** zu Grunde zu legen.
2. Die Vermeidung bzw. Berücksichtigung von CO₂-Treibern wie etwa Heizsysteme sowie Sanierungsmaßnahmen muss schon in der **Planungsphase** gewährleistet sein.
3. Bereits in der ersten Projektphase eines Sanierungsvorhabens ist die **Wahl des Energieträgers** für die Wärmeversorgung, die **Tiefe des Eingriffs** in die Substanz bei Sanierungen und die **Art der Baumaßnahme** (Sanierung oder Neubau) zu berücksichtigen und in die weitere Projektentwicklung und die weiteren-berechnungen zu integrieren.
4. Für Generalsanierungen und Neubauten sind für den Betrieb **erneuerbare Energien** einzusetzen bzw. unverzüglich auf diese umzurüsten.

WIRTSCHAFTLICH LEBENSZYKLISCHE BEWERTUNG

Neben den Energieverbräuchen und Einsparungspotenzialen sowie den ökologischen Qualitäten von denkmalgeschützten Gebäuden sind Ökonomie, Finanzierung und Amortisation stets von hohem Interesse für alle Beteiligten. Oftmals sind die Finanzierung und Rentabilität die entscheidenden Faktoren, ob eine Sanierung realisiert werden kann.

Sanierungs- und Errichtungskosten

Den finanziellen Aufwendungen für Sanierungsmaßnahmen oder Neubau werden in der Planungs- und Vorbereitungsphase großes Augenmerk gewidmet, für die Betriebs- und Folgekosten trifft dies in der Praxis meist nicht zu und bleibt über den gesamten Lebenszyklus ein Unsicherheits- und Risikofaktor. Das nächste Unterkapitel wird sich dieser Thematik ausführlich widmen.

Die Kosten wurden mit ihren Nettobeträgen (exkl. MwSt.) erfasst. Zur Kostenermittlung wurden die tatsächlichen, von den gemeinnützigen Bauträgern zur Verfügung gestellten, Schlussrechnungen der einzelnen Baugewerke herangezogen. Da die Gebäude über einen Zeitraum von etwa 10 Jahren errichtet bzw. saniert worden waren, wurden die Kosten per Baukostenindex einheitlich auf das Jahr 2020 bezogen und gemäß ÖNORM B 1801-1 bzgl. Baukosten und Errichtungskosten ausgewertet. Zweitere umfassen auch die Kosten für Planung und Nebenleistungen, welche in den betrachteten Projekten in ihrem Anteil stark differieren.

In der Folge wurden die ermittelten Kosten unter Betrachtung verschiedener Bezugsgrößen zusammengefasst (siehe Bruttogeschoßflächen der ausgewählten Gebäude, S. 35). Grundlage dafür bildeten die Flächendefinitionen der ÖNORM EN 15221-6, die zwischen gesamter Bruttogeschoßfläche, Nettoraumfläche und Wohnnutzfläche differenziert.

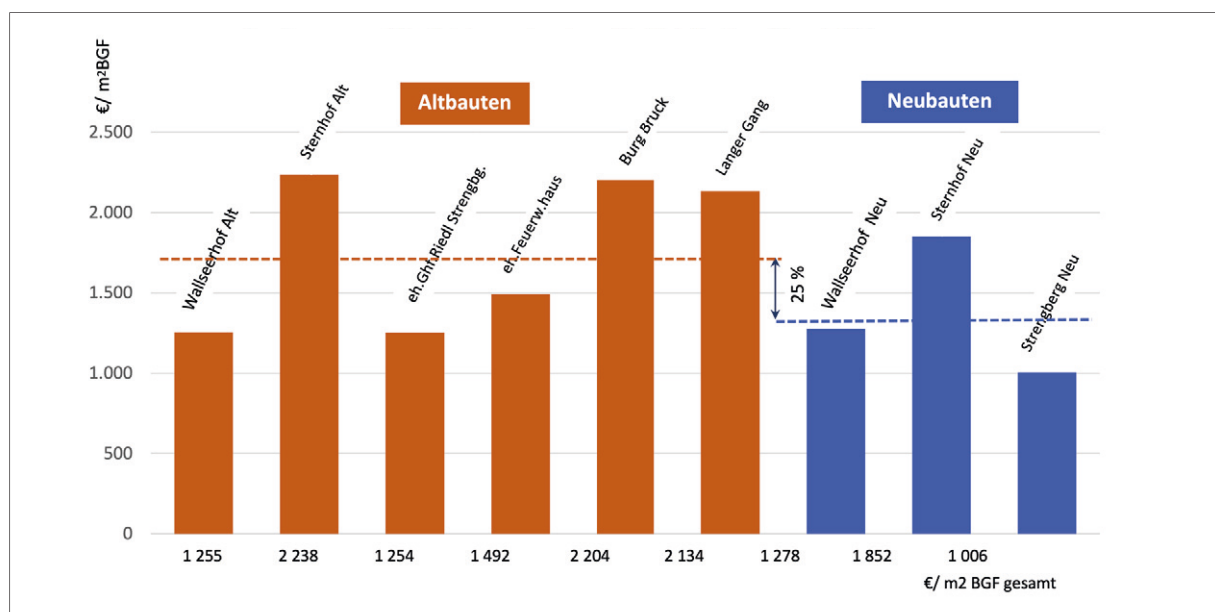


Abbildung 29: Vergleichsdarstellung der Sanierungs- bzw. Errichtungskosten (€/m²) der ausgewählten Forschungsobjekte (Alt- und Neubauten) bezogen auf die gesamte Bruttogeschoßfläche BGF_{ges} (Graphik UWK).

Betrachtung nach Bruttogeschossfläche BGF

Die Sanierungskosten für Altbauten betragen im Mittel 1.763,- € / m² NRF. Die Neubaukosten betragen im Mittel 1.725,- € / m² NRF Nettoraumfläche.

Im Vergleich zum Kostenmittel bezogen auf BGF_{ges} steigt der Abstand zwischen den Kosten für die untersuchten Alt- und Neubauten auf ca. 25 % im Mittel. Wie schon zuvor bei den Kosten nach BGF kann man große Unterschiede und Streuungen in den Einzelprojekten erkennen. Einzelne Sanierungen denkmalgeschützter Gebäude sind kostengünstiger als einzelne Neubauten. Umgekehrt waren einzelne Sanierungen nach der gewählten Bezugsgröße NFR mehr als doppelt so teuer als einzelne Neubauten.

Betrachtung nach Nettoraumfläche NFR

Die Sanierungskosten für Altbauten betragen im Mittel 2.537,- € / m² NRF. Die Neubaukosten betragen im Mittel 1.725,- € / m² NRF Nettoraumfläche.

Im Vergleich zum Kostenmittel bezogen auf BGF_{ges} steigt der Abstand zwischen den Kosten für die untersuchten Alt- und Neubauten auf ca. 40 % im Mittel. Wie schon zuvor bei den Kosten nach BGF

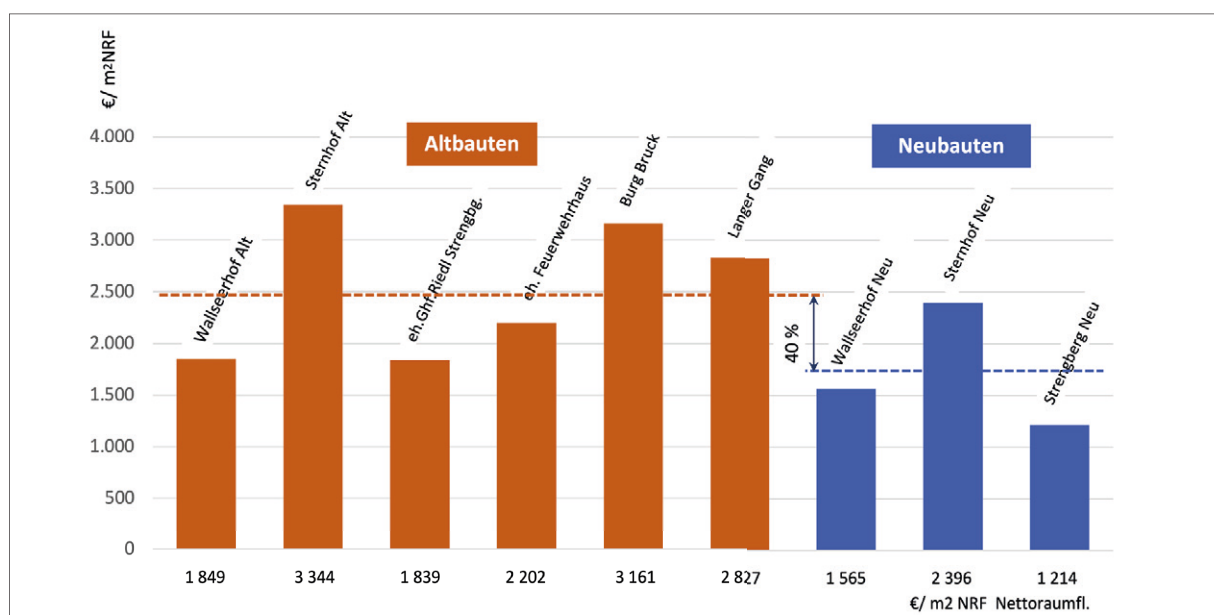


Abbildung 30: Vergleichsdarstellung der Sanierungs- bzw. Errichtungskosten (€/m²) der ausgewählten Forschungsobjekte (Alt- und Neubauten) bezogen auf die Nettoraumfläche NRF (Graphik UWK).

kann man große Unterschiede und Streuungen in den Einzelprojekten erkennen. Einzelne Sanierungen denkmalgeschützter Gebäude sind kostengünstiger als einzelne Neubauten. Umgekehrt waren einzelne Sanierungen nach der gewählten Bezugsgröße NFR mehr als doppelt so teuer als einzelne Neubauten.

Betrachtung nach Wohnnutzfläche WNFL

Die Sanierungskosten für Altbauten betragen im Mittel 3.803,- € / m² WNFL. Die Neubaukosten betragen im Mittel 2.313,- € / m² WNFL Wohnnutzfläche.

In der Betrachtung der vermietbaren oder verkaufbaren Wohnnutzflächen vergrößert sich der Mittelwert der Sanierungskosten gegenüber den Neubaukosten auf 52 %.

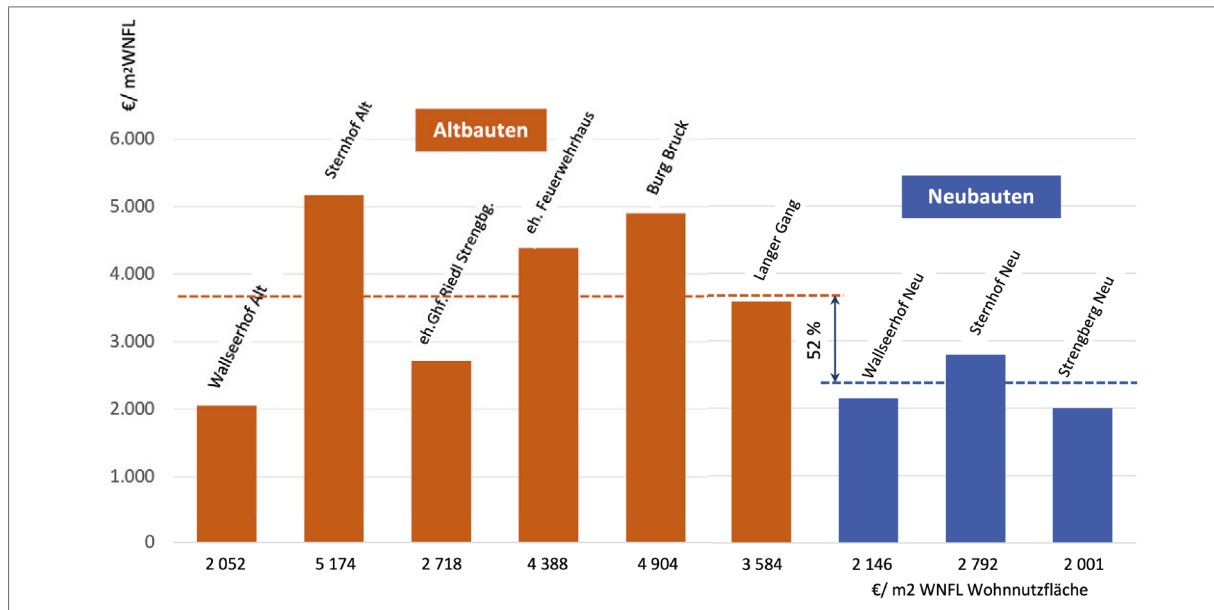


Abbildung 31: Sanierungs- und Errichtungskosten der Forschungsobjekte bezogen auf die Wohnnutzfläche WNFL (Graphik UWK).

Die Ergebnisse zeigen, dass die **Sanierungskosten** von denkmalgeschützten Objekten zum überwiegenden Teil höher liegen als bei der Errichtung eines Neubaus. Die Differenzen fallen aber sehr unterschiedlich aus und können, trotz der hochwertigen Sanierungsqualitäten der Denkmäler, über dem üblichen Mindeststandard (Innendämmung der Außenwände, kontrollierte Lüftung) im Vergleich zu modernen Neubauten marginal sein.

Neben den Vergleichen von Sanierungs- und Errichtungskosten ist dem **Betrieb über den Lebenszyklus** vorrangig besonderes Augenmerk zu schenken. Die Auswirkungen auf Alt- und Neubau unter diesen entscheidenden Parametern werden im nächsten Abschnitt untersucht.

Ökonomische Lebenszyklusanalyse

Die ökonomische Lebenszyklusanalyse ermittelt die Lebenszykluskosten von generalsanierten denkmalgeschützten Objekten und Neubauten mit Wohnnutzung. Dabei werden relevante Einflussfaktoren identifiziert und ihr Einfluss auf das Ergebnis dargestellt.

Lebenszykluskosten

Für die ökonomische Lebenszyklusanalyse wurde die Methode der Lebenszykluskosten-Berechnung nach ÖNORM B 1801-4 herangezogen. Dabei werden für die längerfristige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung neben den Objekt-Errichtungskosten auch Objekt-**Folgekosten**, wie Kosten des **Betriebs** und der **Instandhaltung**, herangezogen.

Die durchgeführten Berechnungen erfolgten mit der **Barwertmethode**, d.h. Kosten, die nach der Fertigstellung anfallen, wurden auf den Betrachtungszeitpunkt der Fertigstellung abgezinst. Bei den Folgekosten wurden außerdem **Preissteigerungen berücksichtigt**. Das Berechnungsmodell für die Untersuchungen wurde im Tabellenkalkulationsprogramm Excel aufgebaut.

Wie bei der ökologischen Betrachtung wurde auch für die Lebenszykluskosten-Berechnung ein **Betrachtungszeitraum von 50 Jahren** gewählt, wobei der fiktive Fertigstellungszeitpunkt für alle betrachteten Objekte auf 2020 gelegt wurde.

Die Errichtungskosten wurden basierend auf vorliegenden Schlussrechnungen ermittelt und mit dem **Baupreisindex Hochbau** auf das fiktive Fertigstellungsjahr 2020 hochgerechnet. Im Fall der betrachteten sanierten Objekte wurden die Sanierungskosten als Errichtungskosten angesetzt. Bei den Folgekosten wurden neben Betriebs- und Instandhaltungskosten auch Kosten für den **Betriebsstrom, Heizung und Warmwasser berücksichtigt**. Neben Kennwerten aus der Literatur (Instandhaltung) wurden als Datenbasis für die Kostenermittlung statistische Werte, aktuelle Energietarife, sowie berechnete Endenergiekennzahlen für Heizung und Warmwasser herangezogen. Der Energiebedarf wurde dabei für den gesamten Betrachtungszeitraum bis 2070 konstant hinterlegt (Szenario EA Energieausweis).

In den Abb. 32 bis 34 sind die einzelnen betrachteten und verglichenen Komponenten farblich unterschiedlich dargestellt. Das betrifft konkret:

- die Errichtungs- bzw. Sanierungskosten des jeweiligen Gebäudes
- die Betriebskosten inkl. dem erforderlichen Verwaltungsaufwand über den jeweiligen Gebäude-Lebenszyklus
- den finanziellen Aufwand sämtlicher erforderlicher Instandhaltungsmaßnahmen für das betrachtete Gebäude über den gesamten Lebenszyklus
- den gesamten Stromverbrauch im Gebäude inkl. allen Haustechnikenergiebedarfen (HTEB) über den gesamten Lebenszyklus
- den gesamten Energieverbrauch zur Beheizung und Warmwasserproduktion im Gebäude über den gesamten Lebenszyklus

Bei den Bestandsbauten wurden sämtliche Kosten für die erforderlichen Ertüchtigungs- und Sanierungsmaßnahmen der vorhandenen Bausubstanz und für den Betrieb über den gewählten Lebenszyklus berücksichtigt. Bei den Neubauten wurden sämtliche Aufwendungen für die erforderlichen Errichtungsmaßnahmen und für den Betrieb über den gewählten Lebenszyklus berücksichtigt.

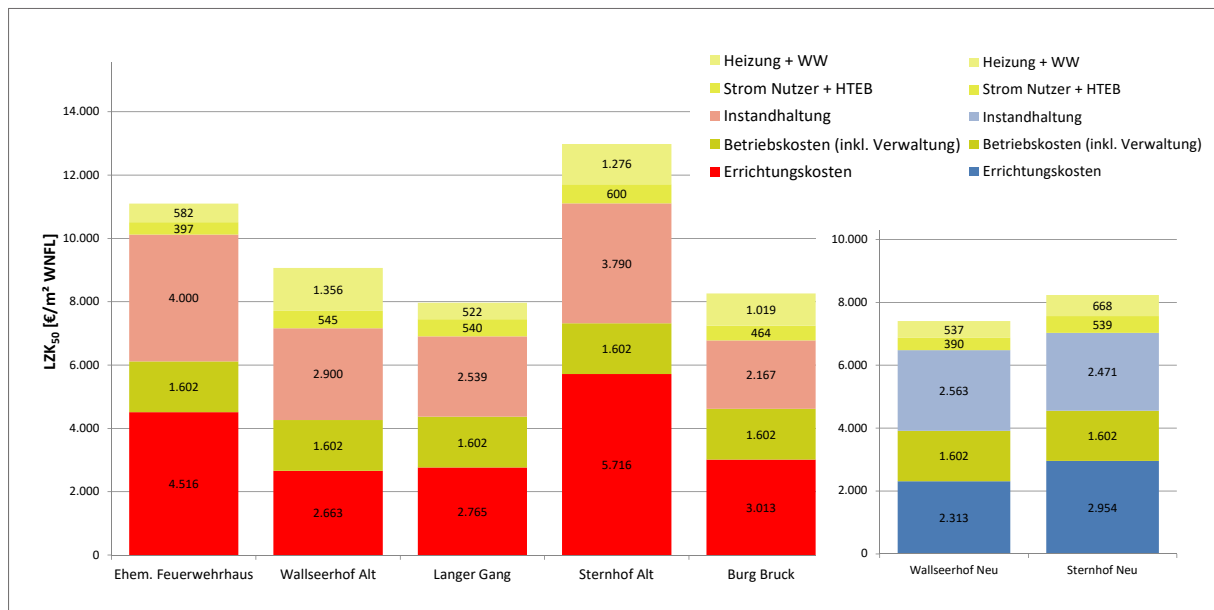


Abbildung 32: Vergleichsdarstellung der Lebenszykluskosten (€/m²) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre bezogen auf die Wohnnutzfläche, Energiebedarf nach OIB RL6:2019 (Energieausweis EA), Extrapolation aus der Vergangenheit bei der Preis- und Zinsentwicklung (P0) (Graphik UWK).

P0		Pmax	
Abzinsungsfaktor	0,0%p.a.	Abzinsungsfaktor	2,5%p.a.
Preissteigerung Energie	1,0%p.a.	Preissteigerung Energie	5,5%p.a.
Preissteigerung Betriebskosten	1,5%p.a.	Preissteigerung Betriebskosten	4,5%p.a.
Preissteigerung Instandhaltung	1,5%p.a.	Preissteigerung Instandhaltung	4,5%p.a.

Tabelle 3: Annahmen für Zinssatz und Preissteigerungen nach den untersuchten Szenarien P0 und Pmax (Graphik UWK).

Preis- und Zinsentwicklung

Zur Darstellung der Bandbreite möglicher Preis- und Zinsentwicklungen wurden im Rahmen einer **Sensitivitätsanalyse zwei Szenarien** definiert: Das **Basisszenario** (P0) stellt eine Extrapolation aus der Vergangenheit dar und bildet Preis- und Zinsentwicklungen etwa wie vor Februar 2022 ab (Abb. 32). Dem wurde ein wahrscheinliches **Maximalszenario** (Pmax) gegenübergestellt, bei dem die angenommenen Preissteigerungen wesentlich stärker über dem hinterlegten Zinssatz liegen als beim Basisszenario. Kosten, die gegenüber dem Betrachtungszeitpunkt weit in der Zukunft liegen (Folgekosten), fallen damit stärker ins Gewicht (Abb. 33).

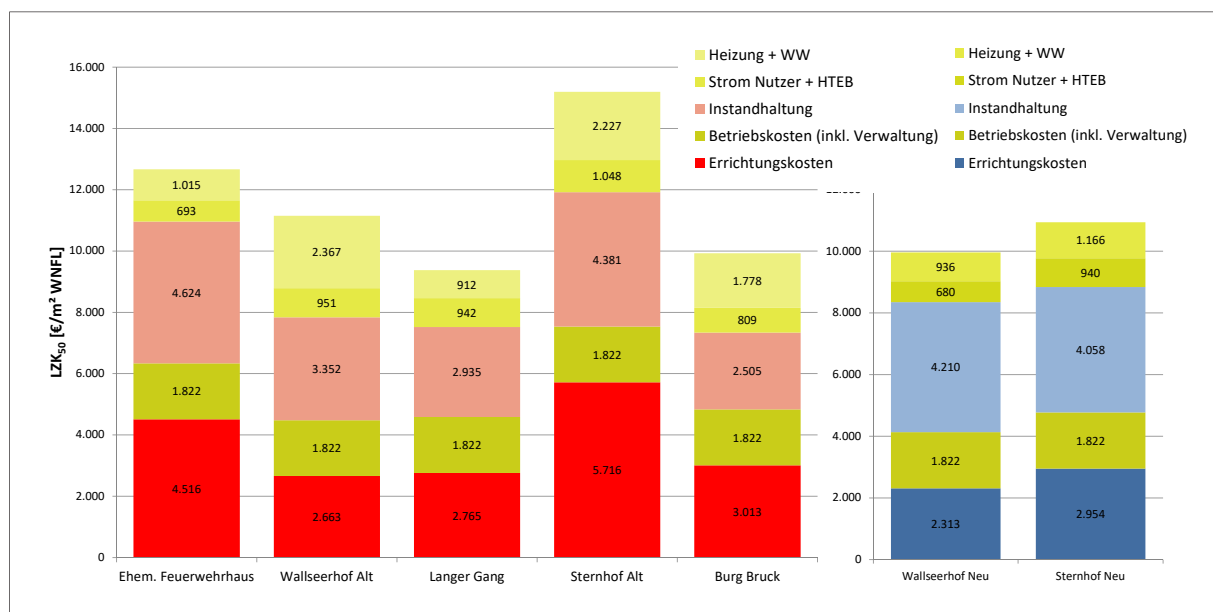


Abbildung 33: Vergleichsdarstellung der Lebenszykluskosten (€/m²) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre bezogen auf die Wohnnutzfläche, Energiebedarf nach OIB RL6:2019 (Energieausweis EA), wahrscheinliches Maximalszenario bei der Preis- und Zinsentwicklungs-Szenario (Pmax) (Graphik UWK).

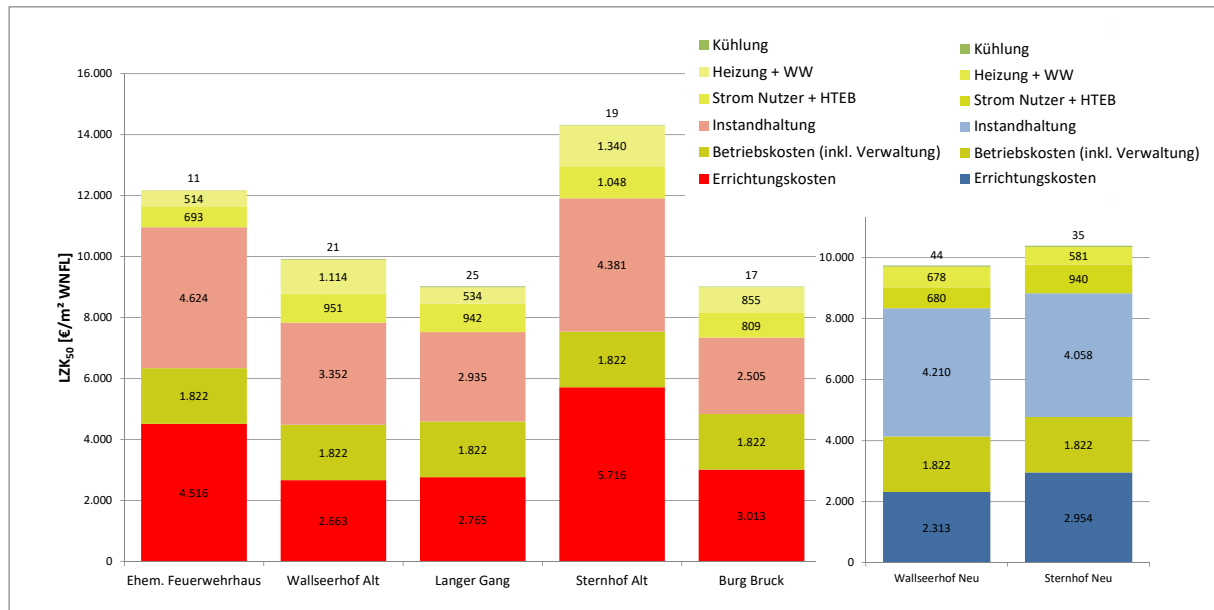


Abbildung 34: Vergleichsdarstellung der Lebenszykluskosten (€/m²) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre bezogen auf die Wohnnutzfläche, Energiebedarf basierend auf Simulation mit Klimawandelszenarien-Daten (Sim), wahrscheinliches Maximalszenario bei der Preis- und Zinsentwicklungs-Szenario (Pmax) (Graphik UWK).

Klimawandel-Szenarien

Um die Auswirkungen klimawandelbedingter Veränderungen des Energiebedarfs auf die Lebenszykluskosten zu untersuchen, wurde ein **Klimawandel-Szenario** definiert (Szenario Sim). In diesem wurden veränderte Energieverbräuche hinterlegt, die auf der zuvor durchgeführten **thermisch dynamischen Gebäudesimulation** des Heizwärme- und Kühlenergiebedarfs mit Klimawandelszenarien-Daten gemäß IPCC basieren (siehe Kap. KLIMAWANDEL UND DENKMAL-EIGENSCHAFTEN, S. 43 ff.). Um in diesem Szenario auch den Einfluss einer möglichen **zukünftigen aktiven Gebäudekühlung** auf die Kostenentwicklung abzubilden, wurde die Annahme eines nachträglichen Einbaus von strombetriebenen Gebläsekonvektoren (Fan Coils) zur Kühlung der Wohnräume den Untersuchungen zugrunde gelegt.

Der Vergleich der Berechnungsergebnisse des Klimawandel-Szenarios (Abb. 34) mit dem Szenario mit über 50 Jahre konstant angesetztem Energieverbrauch zeigt, dass durch die Klimaerwärmung sowohl bei den sanierten Altbauten als auch bei den untersuchten Neubauten mit einer geringfügigen Reduktion der Heizungskosten zu rechnen ist, während die prognostizierten Kosten für die Kühlung nur wenig ins Gewicht fallen.

Die Berechnungen der Lebenszykluskosten zeigen, dass die Ergebnisse der langfristigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von der **Art und Gestalt des individuellen Objektes** abhängig sind. Besonders stark werden sie durch die **Tiefe des Eingriffs in die Bausubstanz** (bei Sanierungen) und durch die **Zins- und Preisentwicklung** beeinflusst, während sich der Energieverbrauch während der Nutzung und die Art der Baumaßnahme (Sanierung oder Neubau) weniger stark auswirken.

Zusammenfassend zeigen die durchgeführten Analysen, dass die **Ökologie** und **Wirtschaftlichkeit** der Sanierung denkmalgeschützter Gebäude für die Wohnnutzung bei lebenszyklischer Betrachtung stark abhängig von den **individuellen Rahmenbedingungen des Objektes** sind.

Besonders stark wirken sich **Umfang und Tiefe des Eingriffs in die bestehende Bausubstanz**, die **Wahl des Energieträgers** für Nutzung und Betrieb (bei der Ökologie), sowie die individuellen Gegeben-



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich
für gemeinnützige Wohnbauträger

heiten des Grundstücks, des Objektes und der Lage auf die Lebenszykluskosten und die lebenszyklischen Umweltwirkungen aus.

Für zukünftige Projektentwicklungen denkmalgeschützter Gebäude zur Wohnnutzung sind diese Einflussfaktoren besonders zu beachten. Sind die Rahmenbedingungen günstig, dann sind **Sanierungen denkmalgeschützter Gebäude** aus lebenszyklischer ökologischer und ökonomischer Sicht **Neubauten vorzuziehen**. Bei geringer Eingriffstiefe, dem richtigen Energieträger und einer guten Gestalt des Objekts sind Sanierungen denkmalgeschützter Gebäude aus lebenszyklischer ökologischer und ökonomischer Sicht Neubauten überlegen.



EMPFEHLUNGEN

1. Bei Sanierung denkmalgeschützter Objekte für die Wohnnutzung hat eine **frühzeitige Überprüfung der genauen Rahmenbedingungen**, vor allem in Bezug auf die erforderliche Tiefe des Eingriffs in die Bausubstanz, zu erfolgen.
2. Zusätzlich zu den Errichtungs- bzw. Sanierungskosten sind die **Folgekosten über die Nutzungsdauer** in eine gesamtheitliche Betrachtung einzubeziehen. Dabei sind sich ändernde **wirtschaftliche Rahmenbedingungen** ebenfalls zu berücksichtigen.
3. Um festzustellen, ob die Sanierung eines denkmalgeschützten Gebäudes aus ökologischer und ökonomischer Sicht einem Neubau vorzuziehen ist, müssen **Lebenszyklusanalysen** zum Einsatz kommen.
4. Bereits in der ersten Projektphase eines Sanierungsvorhabens ist **Umfang und Tiefe des Eingriffs in die bestehende Substanz**, die **Wahl des Energieträgers** für Nutzung und Betrieb (bei der Ökologie), die **individuellen Gegebenheiten des Grundstücks**, des **Objektes** und der **Lage** sowie die **Zins- und Preisentwicklung** (Ökonomie) zu berücksichtigen und in die weitere Projektentwicklung und die weiteren -berechnungen zu integrieren, da diese auf die Lebenszykluskosten und die lebenszyklischen Umweltwirkungen besonders intensiv Einfluss nehmen.



RELEVANZ DER LAGE

Neben ihren Energieperformances oder den ökologischen und ökonomischen Qualitäten haben denkmalgeschützte und baukulturell wertvolle Gebäude eine Vielzahl von Vorzügen, denen oftmals nicht die gebührende Wertschätzung entgegengebracht wird. Aber gerade diese speziellen Eigenschaften, zum Beispiel die außergewöhnliche Lage mitten im historischen Ortskern, stellen immer wichtiger werdende Attraktivitätspotenziale für künftige Bewohner aber auch die gemeinnützigen Bauträger dar.

Sozioökonomische Faktoren unter Einbeziehung raumplanerischer Qualitäten

Vor allem genutzte und bewohnte Baudenkmäler haben mit einer Menge von positiven Wirkungen auf ihr Umfeld aufzuwarten und verfügen über nichtmonetäre Werte, die von neuen Wohnbauten nicht geleistet werden können. Mangels Existenz einer wissenschaftlichen Kategorisierung zur Bewertung der sozioökonomischen Qualitäten und Faktoren, wurde eine solche erstellt und im Projekt auf die ausgewählten Forschungsobjekte angewandt.

Matrix zur umfassenden Gebäudebewertung

Die den Baudenkmälern zuschreibbaren Werte gehen über die im Marktpreis abgebildeten Werte hinaus. Von ihnen profitieren teils die Eigentümer, teils die Nutzer der Denkmäler, teils die Nachbarschaft und zum Teil auch die breite Allgemeinheit.

Auf Basis der Standards der Baudenkmalpflege des Bundesdenkmalamts und einiger teilweise nutzbarer publizierter Vorarbeiten wurde eine **Matrix zur gesamthaften Abbildung** der einem Baudenkmal zuschreibbaren Werte entwickelt und an den Modellobjekten des Projekts erprobt. Dabei wurde eine heuristische Methode angewandt. Einerseits sollte die Bewertung durch Personen mit einschlägigem Hintergrund ohne Expertise in allen involvierten Fachbereichen mit vertretbarem Aufwand möglich sein, andererseits sollte keine der vielfältigen potenziellen Wertkategorien unbeachtet bleiben. Einige Wertfaktoren sind **objektbezogen** (z.B. historischer Wert, Identifikationswert, touristischer Wert, lange Gesamtlebenszeit und geringere Obsoleszenz, Rohstoffschonung...). Andere entstehen durch die **Umfeldbeziehung**, d.h. sie werden durch das Umfeld generiert oder strahlen auf das Umfeld aus; aber auch Negativwerte fanden in die Matrix umfassend Eingang.

Um eine klare Schnittstelle zu anderen im Projekt behandelten Themen ohne Überschneidungen zu bewahren, wurden die Wertkategorien Behaglichkeit, Wärme-/Kältespeicherung und Möglichkeit zum Recyceln von Bauteilen aus der Bewertung ausgeklammert.

Standortabhängig induzierter Verkehr

Unter denkmalgeschützten Gebäuden ist der Anteil von Standorten im Stadt- bzw. Ortszentrum überdurchschnittlich, während neue Wohnsiedlungen sehr oft an Siedlungsrändern errichtet werden. Für fünf der sechs Modellobjekte wurde daher festgestellt, dass sie deutlich weniger Verkehr verursachen als neue Wohnbauten am Siedlungsrand. Um den Vergleich durchführen zu können, wurde das Softwaretool "km+" entwickelt. Es besitzt eine klare Schnittstelle zur ökologischen Lebenszyklusbetrachtung. Sind in dieser die Verkehrsemissionen bei der Herstellung von Baustoffen und Energieträgern als Teil der Grauen Energie erfasst, so enthält sie doch keine Emissionen aus dem Ziel- und Quellverkehr zu Gebäude, der bei seiner Nutzung, Errichtung, Instandhaltung und Demolierung anfällt.



Diese „Infrastruktur-Emissionen“ wurden nun auch berücksichtigt. Indem sie ebenfalls als Tonnen Kohlendioxidäquivalent pro Periode dargestellt sind, war es möglich, sie zu Gesamtemissionsaussagen zu aggregieren.

Abbildung 35 zeigt die Summen der Auswirkungen der THG-Einsparungen durch kürzere Wege und vermiedenen Flächenverbrauch auf die Gebäudeemission über 20 Jahre für jedes einzelne der Forschungsobjekte. Die „CO₂-Gutschriften“ durch Grünlanderhalt und Verkehrsreduktion unterhalb der Nulllinie dargestellt, können wie im Beispiel Wallseerhof, bis zu ca. **40 Prozent der Gesamt-Emissionen** des Gebäudes durch Sanierung und Betrieb ausmachen.

Verringerte Inanspruchnahme und Versiegelung landwirtschaftlicher Flächen

Wird Wohnraum, außer für Zweitwohnsitze, in ansonsten dauerhaft leerstehenden Baudenkmalern geschaffen, müssen im selben Ausmaß **weniger neue Wohnungen** gebaut werden. So verschiebt sich tendenziell das Wohnen in **dichtbebaute Kerngebiete**. Da Wiesen und Felder als **Treibhausgas-senken** fungieren, bindet die Wohnraumschaffung in Denkmälern CO₂ in der Landschaft, trägt zur regionalen Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln bei und verbessert das Mikroklima.

Wohnraumschaffungspotenzial leerstehender und untergenutzter Baudenkmäler

Hinsichtlich der grundsätzlichen Wirksamkeit und Potenziale der Ergebnisse und Erkenntnisse des Forschungsprojektes galt es zu eruieren, wie viele denkmalgeschützte Gebäude in Niederösterreich zur Sanierung für eine Wohnnutzung theoretisch vorhanden sind. Im Zuge des Projektverlaufes hat das Projektteam eine näherungsweise Variante zur kurzfristigen Lösungsfindung entwickelt.

Ausgangspunkt ist die **Denkmalliste** gemäß § 3 DMSG, in der aktuell 10.747¹ geschützte Denkmale für Niederösterreich ausgewiesen sind. Erfasst man die Gebäudetypen, die eindeutig und ausschließlich der Wohnnutzung zuordenbar sind (Annahme mind. 3 Wohneinheiten: Bürgerhaus, div. Häuser, Herrenhaus, Miethaus, Wohnhaus, usw.) ergibt sich eine geschätzte Anzahl von **ca. 3.400 Objekten**. Geht man von einer für die Abschätzung vereinfacht angenommenen, gleichbleibenden durchschnittlichen Sanierungsrate von 1% aus, heißt dies vereinfacht, dass bei der Hälfte der denkmalgeschützten Wohnbauten die letzte Sanierung 50 Jahre und mehr zurückliegt. Damit kann schätzungsweise davon ausgegangen werden, dass sich gegenwärtig **etwa 1.700 denkmalgeschützte Bauten mit Wohnnutzung** in Niederösterreich in einem **sanierungswürdigen Zustand** befinden.

Den Ergebnissen dieser Grobschätzung, die einer ersten Orientierung dienen sollten, liegen eine Reihe von Annahmen und Unschärfen zugrunde. Zur Erarbeitung aussagekräftigerer, genauer Zahlenwerte, die eine abgesicherte Abbildung der tatsächlichen Verhältnisse erlaubt, wird empfohlen, **weitere Forschungsarbeiten unter Entwicklung und Zugrundelegung einer zielgerichteten wissenschaftlichen Methodik** zu initiieren. So wird die Möglichkeit geschaffen, Ableitungen sowie Hochrechnungen z.B. in Bezug auf das CO₂-Einsparungspotenzial unter der Annahme der Sanierung zur Wohnraumschaffung aller dafür geeigneten Denkmäler in Niederösterreich durchzuführen.

Oft stehen neben der Wohnraumschaffung auch noch andere – möglicherweise sogar bessere – Optionen der Neunutzung eines Baudenkmal im Raum. Daher wurde im Projekt nach dem best user-Prinzip auch eine **Checkliste** [siehe Anhang F] zur Bewertung der Eignung von Baudenkmalern zur Wohnraumschaffung erstellt.

Betrachtungen von Systemen und deren Grenzen

Bei der Erfassung der Werte erfolgte eine nur durch die Schnittstelle zum Inhalt der anderen Berichtsteile (z.B. Energie und Bauphysik sowie lebenszyklische Analysen) eingegrenzte Bewertung. Bei

¹ <https://www.bda.gv.at/service/denkmalverzeichnis/oesterreich-gesamt.html>, last access 10.3.2023

der zeitlichen Erfassung von Denkmälern sind lange Betrachtungszeiträume erforderlich, um die hohe erwartete Restlebensdauer abzubilden. Andererseits stößt die Langzeitbewertung durch große Unsicherheiten an Grenzen, z.B. sind verkehrsbezogene Vorhersagen für einen Zeitraum von über 20 Jahren problematisch: Der Fahrzeugpark ist ausgetauscht, die Siedlungsstruktur verändert, Handel und Arbeit werden anders räumlich organisiert sein. Während die ökologische Gebäudebewertung im Projekt eine Periode von 50 Jahren umfasst, kann diese mit Aussagen zur weiteren Entwicklung der Verkehrsemissionen nur für die nächsten 20 Jahre kombiniert werden.

Objekt- und umfeldbezogene Faktoren

Als **objektbezogene Werte** werden im Weiteren Werte behandelt, die nicht nur von einem Baudenkmal ausgehen, sondern sich auch wieder überwiegend oder ausschließlich in ihm niederschlagen. Objektbezogene Faktoren sind der historische Wert für Wissenschaft und Gesellschaft, der im Wesentlichen aus der Erfüllung der Unterschutzstellungskriterien gewährleistet wird.

Als **umfeldbezogene Werte** werden solche betrachtet, die zwar von Baudenkmalen ausgehen, sich aber überwiegend oder ausschließlich in der näheren oder weiteren Umgebung des Denkmals manifestieren.

Bei allen Modellobjekten ergeben sich bei umfassender Betrachtung der objekt- und umfeldbezogenen Kriterien positive Ergebniswerte. Insbesondere das Modellobjekt Langer Gang ist Teil eines Ensembles von internationaler industrie- und sozialgeschichtlicher Bedeutung und erreicht den höchsten Wert (Tab. 4). Das ehemalige Gasthaus Riedl den niedrigsten; seine größten Vorzüge liegen in der Energieeffizienz.

Die **Bewertungsmatrix** [siehe Anhang F] ist dazu geeignet, in ein Punktesystem zur Gestaltung von differenzierten Anreizsystemen zur Wohnraumschaffung in Baudenkmalen Eingang zu finden.

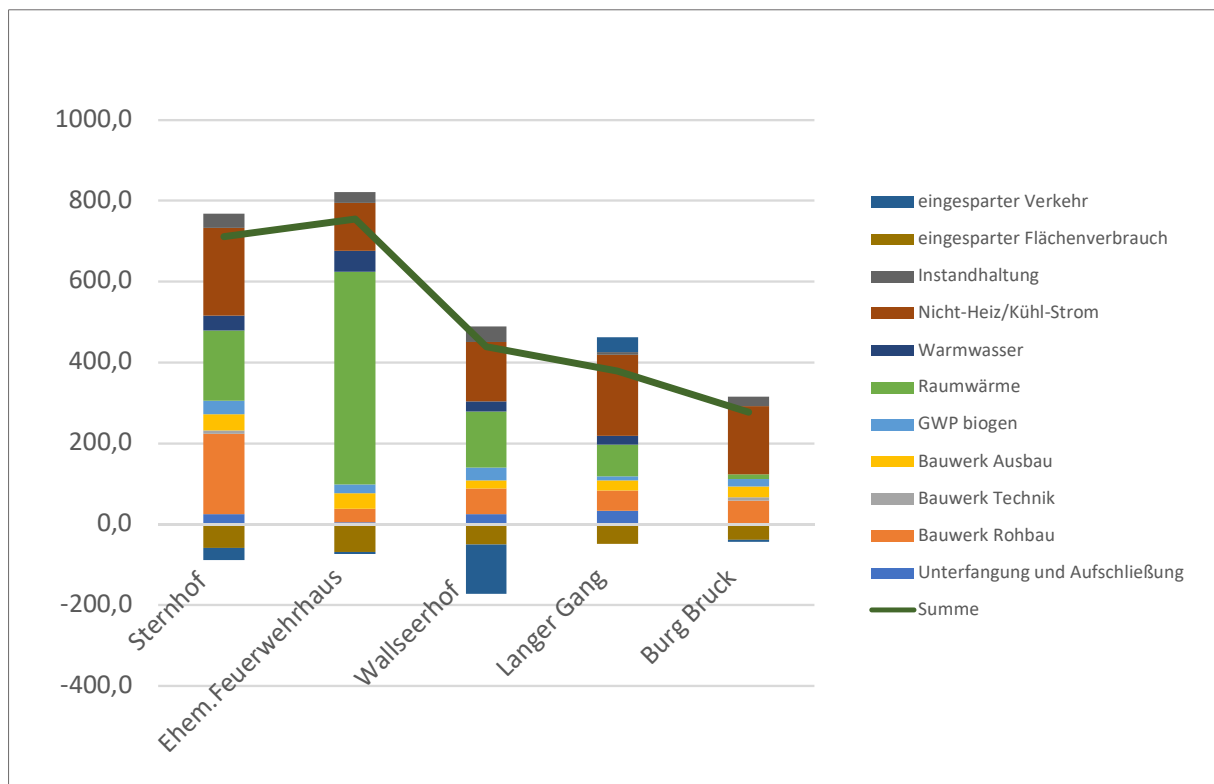


Abbildung 35: Vergleichsdarstellung der GWP-Potenziale für die Wohnraumschaffung in den untersuchten Baudenkmalern abzüglich Grünlandbewahrung und des eingesparten Verkehrs (kg CO₂eq/m² BGF, 20 Jahre) (Graphik UWK).

Standortklassifizierung

Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Projekt verdeutlichen gerade im Sinne von gesamtheitlichen Betrachtungen u.a. auch den wesentlichen und zumeist unterschätzten Einfluss der Situierung eines Gebäudes.

Die Berücksichtigung des Standorts ist z.B. in den Emissions-Bilanzen von Relevanz (s. Betrachtungen von Systemen und deren Grenzen, S. 66 ff.). **Standortklassifizierungen** in Form von vergleichenden Beschreibungen der betrachteten Flächen können als Unterstützung in der **Raumplanung** oder auch als **raumplanerisches Instrument für die Ortskernbelebung** künftig wertvolle Hilfestellungen bieten. Daraus können künftig Vorteile resultieren, die in den verschiedenen Gesamtbilanzen sehr klar für den Altbau und den Ortskern sprechen.

Eine Weiterentwicklung und Forcierung eines Standortklassifizierungssystems bringen u.a. folgende positive Effekte mit sich:

- Ökologische und ökonomische Standortberücksichtigung
- Klassifizierung von Standorten als raumplanerisches Instrument
- Werkzeug zur Ortskernbelebung
- Standardisierung von Mobilitätsprofilen als Vergleichsgrundlage
- Anreizsysteme für Standortoptimierung mittels Mobilitätsmonitoring

	Schüreplatz	Wallseerhof alt	Sternhofalt	Langer Gang	Burg Bruck	Strengberg alt
qualitative Bewertung						
objektbezogene Faktoren						
4.1 Historischer Wert für Wissenschaft und Gesellschaft	5	11	11	19,5	7	5
4.2 Kollektive und individuelle Wertaufladung von Erinnerungsorten	11	8	11	14,5	9,5	10,5
4.3. Gebrauchs- und Marktwert	10,5	10	17,5	19,5	16,5	15
4.5. Knappheit	3	3	3	2,5	5	3,5
4.6 Fragen zur Objekt- und Wohnungsgrundrissen, Sicherheit und Zivilschutz:	-4	0,5	-2	-1,5	-0,5	-0,5
umfeldbezogene Faktoren						
5.1. Städtebauliche Faktoren	8	9	12	18	14,5	8
5.2. Nutzwert für die Umgebung	0,5	0	0	0	1	0
5.3. Auswirkung auf das Verkehrsaufkommen	6	6	6	-2	2	2
5.4. Beitrag zur Umfeldentwicklung	3	2	2	0	-1	0
5.5 Externe Makroklimaeffekte	0	0	0	0	0	0
5.6. Hitzeffucht	1	1	1	1	0,5	1,5
Summe	44,00	50,50	61,50	71,50	54,50	45,00
- darin Teilsumme objektbezogene Faktoren	25,5	32,5	40,5	54,5	37,5	33,5
- darin Teilsumme umfeldbezogene Faktoren	18,5	18	21	17	17	11,5
% objektbezogene Werte	57,95	64,36	65,85	76,22	68,81	74,44

Tabelle 4: Bewertungsmatrix – Ergebnisdarstellung für alle ausgewählten und bewerteten Forschungsobjekte (Graphik UWK).



EMPFEHLUNGEN

1. Der durch die Sanierung bzw. den Neubau **induzierte Verkehr** mit den damit verbundenen CO₂-Emissionen muss **in einer ökologischen und ökonomischen Gesamt-Bilanzierung** bereits in der Planungsphase Berücksichtigung finden.
2. Für die Auswahl des Standortes – sowohl in der Sanierung als auch vor allem im Neubau – sollen **in der Planungsphase Alternativen** hinsichtlich dem zu erwartenden **induzierten Verkehr** berücksichtigt werden.
3. Die Systemgrenze „Gebäude“ und die fast ausschließlich auf den eigentlichen Bau beschränkten Wertbetrachtungen sind auf dessen Standort und seine vielfältigen Umfeldwirkungen auszuweiten. Dies betrifft beispielsweise die **Flächenversiegelungen, induzierte Mobilität** oder auch **infrastrukturelle Erschließungen**.
4. Die **Klassifizierung von Standorten** muss Anwendung als **raumplanerisches Instrument und Werkzeug zur Ortskernbelebung** finden.
5. Es braucht eine **Standardisierung von Mobilitätsprofilen** als Vergleichs- und Entscheidungsgrundlage verschiedener Gebäudestandorte.



SCHUTZ VON DENKMAL UND KLIMA

Eine grundlegende Conclusio aus dem Forschungsprojekt *monumentum ad usum* ergibt sich aus der Tatsache, dass der Fortbestand unserer Denkmäler zunehmend von den klimatischen Bedingungen beeinflusst wird; und dass andererseits auch die künftige Entwicklung unseres Klimas vom Erhalt und der Nutzung des baukulturellen Erbes abhängen wird.

Flankierende Maßnahmen

Hier braucht es zusätzliche flankierende Maßnahmen, die zur weiteren Steigerung der Attraktivität von Wohnraumschaffung und -nutzung in Baudenkmalern beitragen

- für **gemeinnützige Bauträger**, die in die Sanierung und Wiederbelebung von denkmalgeschützten und baukulturell wertvollen Gebäuden investieren und so wertvollen, ökologischen Wohnraum für die Bevölkerung zur Verfügung stellen und
- für **Gemeinden**, die über die Informationen zu und über geschützte Denkmäler mit Wohnungsschaffungspotenzial verfügen
- für die **Öffentlichkeit**, die das baukulturelle Erbe als unverzichtbar für unsere Gesellschaft schätzt und das gesteigerte Bedürfnis entwickelt, dieses als ihren Wohnraum nutzen zu können.

Anreizsysteme

Der Erhalt als Denkmal bzw. Baukulturgut ist von **volkswirtschaftlichem Nutzen**, und seine Erhaltung ist im öffentlichen Interesse zu pflegen. Bei Sanierungen historischer Bestandsbauten sind, u.a. wegen Denkmalschutzaufgaben, sind die Energieeffizienz- und Förderkriterien zumeist nicht erfüllbar.

Es wurden die für Förderungsbelange relevanten rechtlichen Grundlagen nach Kategorien geordnet und durchleuchtet. Darauf aufbauend wurden Überlegungen zu gesamtheitlichen Förderungsmöglichkeiten für gemeinnützige Bauträger angestellt.

Baudenkmal befinden sich zum überwiegenden Teil in den Ortszentren. Die Sanierung und Revitalisierung eines einzigen Objektes bewirkt nicht nur den Erhalt der Bausubstanz desselben, sondern ist ein unverzichtbarer Beitrag zur möglichen **Wiederbelebung ganzer Orts- und Stadtkerne**.

FACHGEBIET		KENNZAHL OBJEKT				KENNZAHL ANFORDERUNG				Erfüllungsgrad der Anforderungswerte		MASSGEBL. FAKTOR		
Bauphysik und Bauklimatik		nach OIB RL6:2019		Ergebnis dyn. Sim. 2070		nach OIB RL6:2019		Richtwert gemäß dyn. Sim. 2070		nach OIB RL6:2019	gemäß dyn. Sim. 2070	nach OIB RL6:2019	gemäß dyn. Sim. 2070	
Kennzahl Energiebedarf		HWB _{obj} [kWh/m ² a]	Endenergiebedarf EEB _{obj} [kWh/m ² a]	EES _{obj} [kWh/m ² a]	HWB _{obj} [kWh/m ² a]	EEB _{obj} [kWh/m ² a]	EES _{obj} [kWh/m ² a]							
66,50		125,50	135,00	52,00	100,30	100,30		80%	74%	0,80	0,74			
Kennzahl Sommertauglichkeit		Kühlbedarf KB* [kWh/m ² a]		KB* [kWh/m ² a]	KB* _{obj} [kWh/m ² a]		KB* [kWh/m ² a]							
erfüllt		erfüllt		2,48	erfüllt / nicht erfüllt		2,20	100%	89%	1,00	0,89			
Ergebnis für die Bewertung der Energieeffizienz:											0,90	0,82		

Tabelle 5: „Energieausweis PLUS“ am Beispiel des Forschungsobjekts „Langer Gang“ (Graphik UWK).



„Jung kauft Alt“¹ ist nur ein aktuelles Förderprogramm-Beispiel aus Deutschland, anhand dessen in Kommunen erfolgreich dem **Donut-Effekt entgegengewirkt** wird. Bei der auch als „Pampa-Zulage“² bezeichneten Förderung beim Kauf von Bestandsimmobilien werden Familien finanziell unterstützt. In einer Kleinstadt konnten so **mehrere hunderte leerstehende** Häuser im Ortszentrum neue Besitzer erhalten, ca. 1.500 Erwachsene und 1.000 Kinder zusätzlich tragen nun zur Belebung des Zentrums bei. Fragt man die neuen Bewohner, bestätigen sie, dass die finanzielle Unterstützung durch die Gemeinde ein wesentlicher Anreiz zur Kaufentscheidung war. Problematisch ist, dass viele Gemeinden heute verschuldet sind und sich schlicht diese Förderungen nicht leisten können. Es braucht deshalb einen **Schulterschluss Bund, Länder und Gemeinden**.

Energieausweis PLUS

Aus den Energieausweis- und Simulationsauswertungen wurde ein **Modell eines Umrechnungsfaktors** abgeleitet, mit dem realitätsnahe Energiebedarfswerte nach erfolgter Sanierung abgeschätzt werden können. Das Instrument **„Energieausweis PLUS“** eignet sich im Baugenehmigungsverfahren zur Bewertung der Kennzahlenforderung und als Grundlage zum Einstieg in ein Sanierungsmodell der Wohnbauförderung.

Bildung für Kulturelles Erbe und Klimawandel

Die **OMC-Expertengruppe** aus 25 EU-Mitgliedsstaaten stellt in ihrem Bericht 2022³ fest, dass das **Verständnis** der tiefgreifenden Rolle, die das Kulturerbe in den europäischen Gesellschaften spielt, **durch Bildung gestärkt** wird. Der Zusammenhang zwischen kulturellem Erbe und Klimawandel wird jedoch in kaum einem Bildungssystem thematisiert. Das Kulturerbe kann als Mittel zur Übermittlung von Informationen über den Klimawandel und all seine Folgen genutzt werden. Die Rolle und Risiken des Kulturerbes könnten in die **Klimaerziehung** integriert werden. Insgesamt bleibt die Klimawandelbildung weitgehend auf technisch-funktionale und teilweise auch wirtschaftliche Aspekte fokussiert, während **kulturelle und soziale Aspekte** vernachlässigt werden. Diesem Manko muss umgehend entgegengewirkt werden. Weitreichender Schutz sowohl des Klimas als auch des baukulturellen Erbes wird dauerhaft nur möglich, wenn der längst überfällige **gesellschaftliche Wandel** gelingt. Dass es hier noch wesentlich intensivere Anstrengungen braucht, zeigt allzu deutlich die drohende Nichterreichung der weltweit und auch national gesetzten und vereinbarten Klimaschutzziele (siehe auch Anthropogen bedingte Bedrohungen des historischen Baubestandes, S. 22 ff.) oder auch fehlende bzw. nicht aktualisierte Gesetze auf nationaler Ebene wie z.B. ein längst überfälliges Klimaschutzgesetz oder das ausständige Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG).

Forschung und Innovation als unverzichtbare Treiber

Um das erforderliche Verständnis für die Werte des baukulturellen Erbes in der Bevölkerung zu stärken und weiterzuentwickeln, braucht es neben der zuvor erwähnten Bildungsoffensive auch die **Forschung**. Sie ist **der wichtigste Motor** für Maßnahmen, um das Kulturerbe bei der Bekämpfung des Klimawandels zu unterstützen. Forscher waren die ersten, die auf die Bedrohungen durch den Klimawandel für das Kulturerbe aufmerksam machten, nachdem die Europäische Kommission im Jahr 2003 den weltweit ersten Aufruf für Forschungsprojekte veröffentlicht hatte, um die Auswirkungen des Klimawandels auf das Kulturerbe im Freien zu untersuchen. Im Jahr 2008 folgten Forschungsarbeiten zur Untersuchung

1 <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/baukrise-loesung-laendlicher-raum-100.html>, last access 14.11.2023

2 <https://www.n-tv.de/wirtschaft/Gut-waere-eine-Wohnen-in-der-Pampa-Zulage-article24009151.html>, last access 14.11.2023

3 Vgl. EU OMC Bericht „Strengthening Cultural Heritage Resilience for Climate Change“ CHCC, Europe talks Climate Change: Mainstreaming Cultural Heritage into the current debates, S. 38 f



der Auswirkungen auf das Kulturerbe in Innenräumen und den zukünftigen Energiebedarf des gebauten Erbes durch die **Kopplung von Klimamodellen mit Gebäudesimulationen**. Auch die OMC-Expertengruppe anerkennt die einzigartige Rolle, die die Forschung bei der Förderung des kulturellen Erbes im Zusammenhang mit Diskussionen, Maßnahmen und Forschungsentwicklungen zum Klimawandel gespielt hat und weiterhin spielen wird, und ihre Beiträge zur Wissenschaftsdiplomatie.⁴

Die Intensivierung von spezifizierter Bildung, unterstützt durch sowohl qualitative als auch quantitative Forschung, wird als wesentlicher Faktor erkannt, den erforderlichen gesellschaftlichen Wandel zu erwirken. Es braucht diesen Wechsel im kollektiven, ideologischen Denkansatz in der Bevölkerung. So kann das Werteverständnis korrigiert werden und sich daraus neue Bedürfnisse und Ziele für eine ressourcenschonende Lebensweise entwickeln. Die Folge ist eine verstärkte **Wertschätzung historischer Qualitäten**. Erhalten, Sanieren, Revitalisieren von und Leben in alten und denkmalgeschützten Objekten wird zu einem angestrebten Lebensziel einer Mehrheit der Menschen.

Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

- Die Auswertungen münden in die Empfehlungen zur Gestaltung eines **Leitfadens für Bauträger**, der die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit allgemein verständlich zusammenfasst. Weiters könnte vor dem Hintergrund, dass Wohnen im Denkmal zum Teil mit Einschränkungen beim Wohnkomfort verbunden ist, eine Förderschiene mit dem Slogan „**Wohnen im Baukulturgut**“ gestaltet werden.
- Um das reale Potenzial an für die Wohnraumnutzung zur Verfügung stehenden denkmalgeschützten und erhaltenswerten Objekten sowie an Emissionseinsparung in Niederösterreich definieren zu können, wäre die **Umsetzung eines weiteren Forschungsprojektes zur systematischen Eruiierung der Potenziale für die Wohnraummobilisierung aus der Sanierung denkmalgeschützter und baukulturell wertvoller Gebäude in Niederösterreich** sinnvoll (S. 66, Wohnraumschaffungspotenzial leerstehender und untergenutzter Baudenkmäler).

⁴ Vgl. EU OMC Bericht “Strengthening Cultural Heritage Resilience for Climate Change” CHCC, Research and innovation: indispensable drivers, S. 33 ff



EMPFEHLUNGEN

1. Die **KPC-Flächenrecycling-Förderung** (Zuschuss 50-75%) ist zur Leerstands-entwicklung in Baudenkmalern und zur Bauforschung für Denkmalinvestitionen als Beitrag zur Risikominderung für Bauträger dauerhaft zu installieren.
2. Die Tatsache, dass **Sanierung von Altbauten** im Vergleich zu Neubauten bei steigenden Energiepreisen und Zinsen finanziell günstiger werden, sollte in Anreizsystemen tendenziell Berücksichtigung finden.
3. Sinkender **Gesamtenergieverbrauch** von Bestandsgebäuden sollte in Anreizsystemen und Bewertungen von **CO₂-Bilanzen** Berücksichtigung finden und gegenüber Neubau noch deutlicher unterstützt werden.
4. In **jedem Viertel** von Niederösterreich könnte zumindest ein **Sanierungsprojekt** gemeinsam mit den Beteiligten des Forschungsprojektes *monumentum ad usum* (wissenschaftlichen Begleitung UWK, Umsetzung gemeinnützige Bauträger) durchgeführt werden. Anhand dieser Vorzeigemodelle könnte eine Sonder-Wohnbauförderung mit individuellem Bezug auf das jeweilige Projekt in der Praxis optimiert werden.
5. Es sollten zusätzliche **finanzielle Anreizsysteme in Zusammenarbeit** der im Land Niederösterreich politisch zuständigen Person für **Wohnbau** entwickelt werden. Dabei werden auch die **wirtschaftlichen Rahmenbedingungen** für die gemeinnützige Wohnbauwirtschaft neu zu definieren sein.



SCHLUSSBEMERKUNGEN

In diesem Projekt konnte eine außergewöhnliche und wegweisende Zusammenarbeit zwischen den thematisch verantwortlichen Abteilungen des Amt der NÖ Landesregierung (F2, K1, K3, BD1), des Bundesdenkmalamtes (Landeskonservatorat für Niederösterreich), dem Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen (Landesgruppe Niederösterreich) und der Universität für Weiterbildung (Donau-Universität Krems) umgesetzt werden.

Unzählige Themen und Fragen wurden aufgegriffen und behandelt, um schließlich zum gesetzten Ziel, der Erarbeitung einer Strategie zur Evaluierung der Potenziale von Denkmälern und Denkmalensembles zur Nutzung für gemeinnützige Bauträger zu gelangen.

Unter anderem ist es gelungen, den Altbestand und im Speziellen die denkmalgeschützten Objekte von anderen, bis dato kaum beachteten Perspektiven zu sehen. Dabei konnten zukunftsweisende Vorteile des Altbaus gegenüber Neubauten eruiert und nachgewiesen werden; dies sowohl in baukultureller, energetischer, ökonomischer als auch ökologischer Sicht. So zeigen die erarbeiteten Forschungsergebnisse mehrere Argumente für gemeinnützige Bauträger auf, in Bestandsgebäude und denkmalgeschützte Objekte zu investieren.

Denkmalschutz = Klimaschutz

So konnte im Zuge der Projektaktivitäten nachgewiesen werden, dass die Sanierung baukulturellen Erbes über einen Lebenszyklus von 50 Jahren nicht teurer sein muss als ein moderner Neubau auf der grünen Wiese. Gleichzeitig ist die Wiederinstandsetzung alter Gebäude deutlich ökologischer, damit also auch ein Beitrag zu weniger CO₂-Emissionen und zum Klimaschutz. Ebenfalls hat sich gezeigt, dass unter Schutz stehende Wohngebäude wesentlich höhere Resilienz gegenüber den Klimawandelfolgen aufweisen und der sommerlichen Überwärmung in Innenräumen viel besser entgegenwirken als ein Neubau.

Viele Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt *monumentum ad usum* ergänzen und bestätigen die Ansätze und aktuellsten Erkenntnisse der Expertengruppe der Europäischen Union (OMC). Deren Bestrebungen und Überlegungen zum gesellschaftlichen Wandel wiederum, werden vom Forschungsteam ausdrücklich unterstützt. In deren Bericht 2022 wird festgestellt, dass das Bewusstsein für die Anfälligkeit des Kulturerbes und die zunehmenden Bedrohungen des europäischen Kulturerbes durch den Klimawandel in der Gesellschaft insgesamt und auf der Ebene der politischen Entscheidungsfindung noch geringer ist.¹

Das Bundesdenkmalamt veranstaltete am 12. Mai 2022 das Fachgespräch Denkmalschutz = Klimaschutz. Dabei wurden von Prof. Christian Hanus auch die Zwischenergebnisse des laufenden Projektes *monumentum ad usum* vorgestellt. Die zu Beginn der Veranstaltung von Vizekanzler Werner Kogler gestellte und von ihm als mutig bezeichnete Frage „Ist Denkmalschutz gleich Klimaschutz, geht sich das aus?“ konnte vor dem Hintergrund der erläuterten Projektergebnisse eindeutig geklärt und bejaht werden: **Denkmalschutz bedeutet Klimaschutz!** Voraussetzung dafür ist einzig eine ganzheitliche Betrachtungsweise in klar definierten und vergleichbaren Systemgrenzen.

Projektkonsortium

Die Projektleitung und das gesamte Projektteam der Universität für Weiterbildung Krems bedanken sich bei allen Beteiligten und Mitwirkenden für das entgegengebrachte Vertrauen, das verlässliche Engagement und die fortwährende Unterstützung. Dadurch wurde es möglich, dieses herausfordernde, wegweisende Projekt in dem weitreichenden inhaltlichen Umfang und in dem besonders breiten Zeitrahmen im Sinne der Projektinitiatoren und Fördergeber umzusetzen.

¹ Vgl. Executive Summary of the OMC Report, April 2022, S.4, Pkt. 7. Awareness raising and outreach: Europe talks Climate Change and Cultural Heritage



Abbildung 36: Die Mitglieder des Fachbeirats gemeinsam mit dem universitätsinternen Forschungsteam bei der 14. und letzten Beiratssitzung am 14.12.2022. (Foto UWK).

Der spezielle Dank gilt stellvertretend für alle im Projekt involvierten Personen und Institutionen (ohne Titel):

- Andreas **Windsperger**, Peter **Neurauter**, Helmut **Frank**, - Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Wohnungsförderung / Wohnbauforschung Niederösterreich (F2)
- Hermann **Dikowitsch**, Martin **Grüneis**, Nina **Kallina**- Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung für Kunst und Kultur (K1)
- Patrick **Schicht**, Gerold **Eßer**, Hermann **Fuchsberger** – Bundesdenkmalamt, Landeskonservatorat für Niederösterreich
- Martina **Höllbacher**, Erwin **Mandl**, Alexander **Auer**, Phillip **Rössl** – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Wissenschaft und Forschung (K3)
- Walter **Steinacker**, Petra **Eichlinger** - Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Allgemeiner Baudienst (BD1)
- Manfred **Damberger**, Alfred **Graf** - Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen, Landesgruppe Niederösterreich
- Peter **Forthuber**, Siegfried **Garzon**, Wolfgang **Steinschaden**, Stephanie **Dirnberger**, Rupert **Leberzipf** - Gemeinnützige Donau-Ennstaler Siedlungs-Aktiengesellschaft **GEDESAG**
- Roland **Windpassinger**, Horst Eisenmenger – Gemeinnützige Bau- und Wohnungsgenossenschaft „**Wien Süd**“ eingetragene Genossenschaft m. b. H.
- Stefan **Haertl**, **Heimat Österreich** gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft m.b.H.
- Peter **Schlappal**, **SÜDRAUM** Gemeinnützige Wohnbaugesellschaft mbH und allen Genossenschaften des GBV NÖ
- Architektur **Krammer**, Krems
- Architektin **Mautner Markhof**, Wien, St. Pölten, St. Florian
- **Rauhofer** Architektur ZT GmbH, Wiener Neustadt
- Werner **Krammer**, Matthias **Pialek** - Stadtgemeinde Waidhofen /Ybbs
- Ulrich **Mauterer**, Witold **Prusinski** - Stift Herzogenburg, Pfarrhof Haitzendorf

Ebenfalls sei allen Mitarbeitern des **Forschungsteams** (siehe PROJEKTDATEN, S. 5) sowie des **Organisationsteams der UWK** ein besonderer Dank ausgesprochen.



PROJEKTAKTIVITÄTEN UND OUTPUT

Neben der intensiven Bearbeitung der in den vorigen Kapiteln präsentierten Schwerpunkte und Themenfelder, waren viele grundlegende, ergänzende und begleitende Aktivitäten zur Gewährleistung einer umfassenden Projektumsetzung und -zielerreichung erforderlich. Auf den nachfolgenden Seiten sind Auszüge davon angeführt.

Aktivitäten und Output

- 14 BEIRATSSITZUNGEN
- 2 INTERVIEWS
- POWERPOINT-PRÄSENTATIONEN (Deutsch, Englisch, Tschechisch, Slowakisch)
- INTERNE MEETINGS
- PROJEKTBECHREIBUNG (siehe Anhang G)
- 5 ZWISCHENBERICHTE
- ABSCHLUSSBERICHT (Kurz- und Langversion)
- UWK FORSCHUNGSBERICHTE (2022/23 + 2020/21)
- STRATEGIEPAPIER
- LOGOS (2 Varianten)
- FOLDER (siehe Anhang H)
- PLAKAT (siehe Anhang I)

Vorträge und Powerpoint-Präsentationen

Thierhaupten (D)	9.11.2023 Vortrag	Fachtagung Denkmal-Dämmung-Wand	Gesamtenergiebilanz von Baudenkmalern	
Cerveny Klastor (SK)	24.10.2023 Vortrag	Konferenz	monumentum ad usum	
Valtice (CZ)	11.10.2023 Vortrag	Konferenz	monumentum ad usum	
Znojmo (CZ)	5.10.2023 Vortrag	Konferenz	monumentum ad usum	
Wien	5.5.2023 Vortrag	Wiener Sanierungstage 2023	Gebäudesanierung = nachhaltig & ressourcenschonend	https://www.ofi.at/events/wiener-sanierungstage-2023
Prag (CZ),	9.11.2022 Vortrag	International Conference [Programm s. Anhang]	Challenges of Contemporary European Heritage Care	https://www.youtube.com/watch?v=_5oX-VEXcHmw
Grafenegg	7.11.2022 Vortrag	25. Impulstag [Programm, Bericht und Präsentation s. Anhang]	30 Jahre NÖ Wohnbau-forschung	



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger

Svätý Jur (SK)	28.6.2022 Vortrag	Konferenz	monumentum ad usum	
Mauerbach	12.5.2022 Vortrag	Bundesdenkmalamt [Programm und Präsentation s. Anhang]	Fachgespräch Denkmalschutz = Klimaschutz	https://www.youtube.com/watch?v=fpo-BRitFetM
Benediktbeuern (D)	4.-5.5.2022 Vortrag + Diskussion	EEHB 4th International Conference [Programm und Präsentation s. Anhang]	Life cycle-based economic, ecological and energetic balancing of historic buildings under the influence of climate change	
Krems	28.-30.4.2022 Vortrag + Exkursion	EU Open Method of Coordination (OMC) group of Member States' Experts 9th Meeting [Programm s. Anhang]	Cultural Heritage and adaptation to climate change	
Krems	29.6.2021 Vortrag + Diskussion	Universität für Weiterbildung Krems, Forum Building Science 2021 [Programm und Präsentation s. Anhang]	Das Verhalten Baukulturellen Erbes unter dem Einfluss geänderter klimatischer Rahmenbedingungen	
Bratislava	22.5.2020 Vorlesung + Diskussion	STU Bratislava, Vorlesung Doktoranden [Präsentation s. Anhang]	Utilization and usability of historical buildings	
Krems	14.4.2020 Vortrag + Diskussion	Universität für Weiterbildung Krems, Vorlesung Universitätslehrgang Sanierung & Revitalisierung, SR 12, Modul 5 [Stundenplan und Präsentation s. Anhang]	monumentum ad usum	
Salzburg	5.3.2020 Vortrag + Diskussion	monumento Fachmesse [Programm, Bericht und Präsentation s. Anhang]	Kulturelles Erbe / Denkmalpflege und Klimaschutz	
Bratislava	17.12.2019 Vortrag + Diskussion	STU Bratislava, Meeting Department [Präsentation s. Anhang]	monumentum ad usum	
Bisamberg	4.11.2019 Vortrag + Diskussion	Impulstag NÖ Wohnbau-forschung [Bericht und Präsentation s. Anhang]	Klimaschutz-Beiträge des Wohnbaus	
Krems	18.9.2019 Vortrag + Diskussion	Universität für Weiterbildung Krems, Vorlesung Universitätslehrgänge Sanierung & Revitalisierung, SR 11, Modul 8 und Garten- und Grünraummanagement, Modul 7 [Stundenplan und Präsentation s. Anhang]	monumentum ad usum – Nutzungspotenziale von baukulturellem Erbe in Niederösterreich	



Krems	8.5.2019 Vortrag + Diskussion in Kooperation mit dem Bundes- denkmalamt (DI Dr. Gerold Eßer)	Universität für Weiter- bildung Krems, Forum Building Science 2019 [Programm und Präsen- tation s. Anhang]	Zielkonflikt zwischen Nutzungsanspruch und Denkmalpflege (monu- mentum ad usum)	
Krems	7.3.2018 Vortrag + Diskussion	Universität für Weiterbil- dung Krems, Vorlesung Universitätslehrgang Sanierung & Revitalisie- rung, SR 10, Modul 4 [Stundenplan und Prä- sentation s. Anhang]		

Tabelle 6: Übersicht Vorträge und Präsentationen während der Projektlaufzeit (Graphik UWK).

Schriftliche Beiträge

DRINNEN & DRAUSSEN	Das Magazin für Bauen und Wohnen in NÖ	Winter 2022/23	Für ein besseres Leben	S. 30-33
Denkmalpflege in NÖ	Broschüre	Band 65, 2021		S. 40 ff.
Denkmalpflege in NÖ	Broschüre	Band 61, 2019		S. 11 ff.
upgrade	Magazin für Wissen und Weiterdenken	Ausgabe 2.22	Alt bleibt Neu	S. 9 ff.
NÖN Interview	Regional-Zeitschrift	2021, KW 40	Bewahren für die Zukunft	S. 4 ff.
Restauo Interview	Zeitschrift für Konservierung und Restaurierung	127. Jahrgang 2021, Heft 4	Kulturerbe und Verantwortung	S. 12 ff

Tabelle 7: Auflistung der schriftlichen Beiträge während der Projektlaufzeit (Graphik UWK).



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger

Bewerbungen

UWK Forschungsdatenbank

<https://www.donau-uni.ac.at/de/universitaet/fakultaeten/bildung-kunst-architektur/departments/bauen-umwelt/forschung/projekte/monumentum-ad-usum.html>



Abbildung 37: Präsentation der Projektinhalte auf der Homepage der UWK



Abbildung 38: Präsentation der Projektinhalte auf facebook <https://www.facebook.com/unikrems/posts/pfbi-d02u2FL5LVrwb1WJrg6KEZt2L8UwGRjSY5ZQU7V9wuKcb6h7N97xFfhNVgadrC9Qs8vI>



monumentum ad usum

Erhebung von Nutzungspotenzialen von baukulturellem Erbe in Niederösterreich für gemeinnützige Wohnbauträger



Universität für Weiterbildung Krems

@unikrems

...

Im **#Denkmal** wohnen, statt neu bauen! Spart **#CO2**, reduziert **#Flächenverbrauch**, belebt Ortszentren. Aber wie sind Bauträger dafür zu gewinnen? Die @donau-uni erforscht die besten Argumente. **#ForschenAusVerantwortung** Mehr zum **#Forschungsprojekt** erfahren: bit.ly/Forschung_Nutz...



Abbildung 39: Präsentation der Projektinhalte auf Twitter <https://twitter.com/unikrems/status/1499013228868816896>



VERZEICHNISSE

Quellenverzeichnis und Verweise

- EU Open Method of Coordination (OMC) group of Member States' experts: OMC, STRENGTHENING CULTURAL HERITAGE RESILIENCE FOR CLIMATE CHANGE, WHERE THE EUROPEAN GREEN DEAL MEETS CULTURAL HERITAGE, 2022
- Österr. Institut für Bautechnik (Hg.): OIB-Richtlinie 6, Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19, April 2019
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.): Die besonders erhaltenswerte Bausubstanz in der integrierten Stadtentwicklung, Erkennen – Erfassen – Entwicklung steuern, Kommunale Arbeitshilfe Baukultur, 2014, Druckerei Arnold
- Robert Bachtrögl, Die Nadelburg- Ein Denkmal vom Beginn des Industriezeitalters, Geschichte ab 1747, Nadelburgmuseum, "Franz Gehr" Heimatmuseum in der Nadelburg (Hrsg.), 2009, 1. Auflage

Sekundärliteratur

- Jahresbericht BUNDESDENKMALAMT- Landeskonservatorat für Niederösterreich: *KULTUR NIEDERÖSTERREICH [Denkmäler erhalten. Zukunft Gestalten]", Krems, 2014
- Diözesanarchiv St. Pölten (Hg.): AEDECC Revitalisierungsleitfaden – Sanierung und Erhalt kirchlicher Bauten, ISBN 978-3-901863-47-9
- Mörsch, Georg (1989): Aufgeklärter Widerstand: Das Denkmal als Frage und Aufgabe, Birkhäuser
- Krautzberger, Michael; Martin, Dieter J. (2010): Handbuch Denkmalschutz und Denkmalpflege, Verlag C.H.Beck
- Wohlleben, Marion; Meier, Hans-Rudolf Meier (2002): Nachhaltigkeit und Denkmalpflege, Beiträge zu einer Kultur der Umsicht, Hrsg.: ETH Zürich, Institut für Denkmalpflege
- Umnutzungen im Bestand- Neue Zwecke für alte Gebäude (2000), Wüstenrot Stiftung, Karl Krämer Verlag
- Ausstellungskatalog von Axel Föhl (2008), Neuer Nutzen in alten Industriebauten, Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland c/o Landesamt für Denkmalpflege Hessen, 2008
- Troi, Alexandra (EURAC research); Bastian, Zeno (Passive House Institute) (2014): Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings: A Handbook, Birkhäuser

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Projektdatei- Übersichtsblatt (Graphik UWK). 5
Tabelle 2	Vergleichsdarstellung der wesentlichsten Änderungen der OIB RL 6:2019 und den überholten Versionen (Graphik UWK). 38
Tabelle 3	Annahmen für Zinssatz und Preissteigerungen nach Szenarien (Graphik UWK). 62
Tabelle 4	Bewertungsmatrix – Ergebnisdarstellung der bewerteten Forschungsobjekte (Graphik UWK). 69
Tabelle 5	Matrix „Energieausweis PLUS“ am Beispiel eines Untersuchungsobjekts (Graphik UWK). 71
Tabelle 6	Übersicht Vorträge und Präsentationen während der Projektlaufzeit (Graphik UWK). 79
Tabelle 7	Übersicht schriftliche Beiträge während der Projektlaufzeit (Graphik UWK). 79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Überblick der untersuchten Wohnbauten (Graphik UWK). 12
Abbildung 2	Veränderung der Heizwärme- und Kühlenergiebedarfe bei Altbauten (orange) und Neubauten (blau) (Graphik UWK). 13
Abbildung 3	Lebenszyklusbilanzen von CO ₂ eq-Emissionen und nicht erneuerbarer Primärenergie bei Alt- und Neubauten mit Wohnnutzung (Graphik UWK). 15
Abbildung 4	Lebenszyklusszenarien nach Rahmenbedingungen vor und nach 2020 bzw. ohne und mit Klimawandelfolgen (Graphik UWK). 16



- Abbildung 5 Gebäudestandortabhängige CO₂eq-Emissionen für Gebäudebetrieb und Mobilität (Graphik UWK). 17
- Abbildung 6 Treibhausgas-Emissionen in der Europäischen Union 1. Quartal 2010 bis 1. Quartal 2022 in Mio.Tonnen CO₂-eq © Eurostat (online data code: env_ac_aigg_q)
- Abbildung 7 Darstellung der Situierung aller projektrelevanten Objekt-Standorte in Niederösterreich zum Zeitpunkt der Vorauswahl (Graphik UWK). 30
- Abbildung 8 Darstellung der Situierung der für die vertiefenden Forschungstätigkeiten ausgewählten Objekte in Niederösterreich (Graphik UWK). 31
- Abbildung 9 Überblick über die zur vertiefenden Forschungstätigkeiten ausgewählten Objekte in Niederösterreich. 33
- Abbildung 10 Auszug von weiteren Denkmälern mit umfangreichen Rechercheaufwand. 34
- Abbildung 11 Vergleichsdarstellung der Bruttogeschoßflächen der einzelnen untersuchten Gebäude differenziert nach Alt- und Neubauten [m² BGFges] (Graphik UWK). 35
- Abbildung 12 Vergleichsdarstellungen von HWB (blau) und EEB (rot) nach OIB RL 6:2207 und 2019 für Wallseerhof Alt- (links) und Neubau (rechts) (Graphik UWK). 39
- Abbildung 13 Energieausweis Gegenüberstellung aller untersuchten Projekte gem. OIB RL6 (20XX Zeitpunkt der Errichtung) und OIB RL6:2019 (Graphik UWK). 39
- Abbildung 14 Vergleich stationäre Energieausweisberechnung mit dynamischer Simulation und realen Verbrauchsdaten (Graphik UWK).
- Abbildung 15 Vergleichsdarstellung von Heizwärmebedarf HWB lt. Energieausweisen nach OIB RL 6:2007 und 2019, Simulation nach IDA ICE und tatsächlichem Verbrauch 2011-2021 – Wallseerhof Krems (Graphik UWK). 41
- Abbildung 16 Darstellung der verschiedenen IPCC-Klimawandelszenarien, © IPCC: Climate Change 2013, Working Group I: The Science of Climate Change, Fig. 1.15 44
- Abbildung 17 Heizwärmebedarfe (OIB RL6:2019) der untersuchten Objekte in der Periode von 2020 bis 2070 (Graphik UWK). 44
- Abbildung 18 Kühlbedarfe (OIB RL6:2019) der untersuchten Objekte in der Periode von 2020 bis 2070 (Graphik UWK). 45
- Abbildung 19 Summe der Heizwärme- und Kühlenergiebedarfe (OIB RL6:2019) der untersuchten Objekte in der Periode von 2020 bis 2070 (Graphik UWK). 45
- Abbildung 20 Wallseerhof Altbau – Variantendarstellung der Energiekennzahlen (kWh/m²a) in der Periode von 2020 bis 2070 für Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (Graphik UWK). 46
- Abbildung 21 Wallseerhof Neubau – Variantendarstellung der Energiekennzahlen (kWh/m²a) in der Periode von 2020 bis 2070 für Heizung, Warmwasser und Hilfsenergie (Graphik UWK). 46
- Abbildung 22 Sommerliches Raumlufthverhalten – Monitoring Auszug 31.7.- 6.8.2020, Vergleich Außenluft- und Innenraumtemperatur im Wallseerhof Alt- und Neubau (Graphik UWK). 48
- Abbildung 23 Sommerliches Raumlufthverhalten – Monitoring Auszug 1. – 7.7.2019, Vergleich Außenluft-, Innenraum- und operative Temperatur im Wallseerhof Altbau (Graphik UWK). 49
- Abbildung 24 Sommerliches Raumlufthverhalten – Monitoring Auszug 1. – 7.7.2019, Vergleich Außenluft-, Innenraum- und operative Temperatur im Wallseerhof Neubau (Graphik UWK). 49
- Abbildung 25 Anzahl der Stunden über Grenztemperatur von 27°C für den Altbau Wallseerhof (Graphik UWK). 50
- Abbildung 26 Anzahl der Stunden über Grenztemperatur von 27°C für den Neubau Wallseerhof (Graphik UWK). 50
- Abbildung 27 Vergleichsdarstellung der Primärenergiebedarfe aus nicht erneuerbaren Ressourcen (PENRT) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre (Errichtung und Betrieb) in MJ bezogen auf die Wohnnutzfläche (Graphik UWK). 53
- Abbildung 28 Vergleichsdarstellung der Treibhauspotentiale (GWP) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre (Errichtung und Betrieb) in kg CO₂eq-Emissionen bezogen auf die Wohnnutzfläche (Graphik UWK). 56
- Abbildung 29 Vergleichsdarstellung der Sanierungs- bzw. Errichtungskosten (€/m²) der ausgewählten Forschungs-objekte (Alt- und Neubauten) bezogen auf die gesamte Bruttogeschoßfläche BGFges (Graphik UWK). 58
- Abbildung 30 Vergleichsdarstellung der Sanierungs- bzw. Errichtungskosten (€/m²) der ausgewählten Forschungs-objekte (Alt- und Neubauten) bezogen auf die Nettoraumfläche NRF (Graphik UWK). 59



Abbildung 31	Sanierungs- und Errichtungskosten der Forschungsobjekte bezogen auf die Wohnnutzfläche WNFL (Graphik UWK). 60
Abbildung 32	Lebenszykluskosten der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre bezogen auf die Wohnnutzfläche, Energiebedarf nach OIB RL6 2019 (EA), Extrapolation aus der Vergangenheit bei der Preis- und Zinsentwicklung (P0) (Graphik UWK). 61
Abbildung 33	Vergleichsdarstellung der Lebenszykluskosten (€/m ²) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre bezogen auf die Wohnnutzfläche, Energiebedarf nach OIB RL6:2019 (Energie- ausweis EA), wahrscheinliches Maximalszenario bei der Preis- und Zinsentwicklungs-Szenario (Pmax) (Graphik UWK). 62
Abbildung 34	Vergleichsdarstellung der Lebenszykluskosten (€/m ²) der sanierten denkmalgeschützten Altbauten (rot) und der Neubauten (blau) über 50 Jahre bezogen auf die Wohnnutzfläche, Energiebedarf basierend auf Simulation mit Klimawandelszenarien-Daten (Sim), wahrscheinliches Maximalszenario bei der Preis- und Zinsentwicklungs-Szenario (Pmax) (Graphik UWK). 63
Abbildung 35	Vergleichsdarstellung der GWP-Potenziale für die Wohnraumschaffung in den untersuchten Baudenkmalern abzüglich Grünlandbewahrung und eingespartem Verkehr (kg CO ₂ eq/m ² BGF, 20 Jahre) (Graphik UWK). 68
Abbildung 36	Die Mitglieder des Fachbeirats gemeinsam mit dem universitätsinternen Forschungsteam bei der 14. und letzten Beiratssitzung am 14.12.2022. (Foto UWK). 76
Abbildung 37	Präsentation der Projektinhalte auf der Homepage der UWK. 80
Abbildung 38	Präsentation der Projektinhalte auf facebook. 80
Abbildung 39	Präsentation der Projektinhalte aufTwitter. 81

Glossar

- **Bilanzgrenze (BG 0-6)**
> Für die Ermittlung der ökologischen Qualität eines Gebäudes wird durch die Wahl der Bilanzgrenze definiert, welche Teile und Konstruktionen berücksichtigt werden. Bei der Bilanzgrenze 0 wird nur die Außenhülle herangezogen, bei der BG5 auch Innenwände und die Haustechnik. Details siehe „Leitfaden zur Berechnung des Oekoindex OI3 für Bauteile und Gebäude“ > Fußnote: https://www.ibo.at/fileadmin/ibo/materialoekologie/OI3_Berechnungsleitfaden_V4.0_20181025_01.pdf
- **Eco2soft**
> Tool zur Berechnung der ökologischen Kennzahlen bzw. Erstellung von Ökobilanzen eines Gebäudes
- **gesamte Bruttogesoßfläche (BGF_{ges})**
> die gesamte, umbaute Fläche inkl. Garagen, Stiegenhäusern und Aufzügen, jedoch ohne Balkone, Terrassen, Spielplätze, (siehe ÖNORM EN 15221-6 (2011))
- **Graue Energie**
> Nicht nur für die Beheizung eines Gebäudes, sondern auch für seine Herstellung wird Energie verbraucht. Als Graue Energie, wird jene Energie verstanden, die benötigt wird, um die Baumaterialien herzustellen und auch bis auf die Baustelle zu transportieren.
- **Heiztechnikenergiebedarf (HTEB)**
> Energiebedarf für den Einsatz der haustechnischen Gebäudeausstattung (Pumpen, usw.) inkl. der Verluste durch den Betrieb sowie erforderliche Hilfsenergien.
- **IDA-ICE**
> Tool zur Durchführung von thermodynamischen Simulationen eines Gebäudes
- **monumentum ad usum [lat.]**
> Denkmal zur Nutzung [dt.]
- **Nettoraumfläche (NRF)**
> umfasst Wohnnutzfläche (WNFL) und sonstige Nettoraumflächen (So.NRF); Bruttofläche abzüglich Wandkonstruktionsflächen (Innen- und Außenwände), (siehe ÖNORM EN 15221-6 (2011))



- **Operative Temperatur**
> entspricht der „empfundene“ Temperatur in einem Raum und setzt sich aus der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der Umgebungsoberflächen (Wände, Decke, Fußboden, usw.) zusammen. Sie ist ein Maß für das Behaglichkeitsempfinden in einem Raum
- **OI3-Index**
> Der Ökoindex OI3 bewertet die ökologische Qualität der eingesetzten Materialien für die Sanierung oder Errichtung eines Gebäudes. Dies erfolgt mittels den drei Hauptindikatoren GWP, AP und PENRT

Abkürzungsverzeichnis

- **AP** > Versauerungspotenzial
- **BDA LK NÖ** > Bundesdenkmalamt Landeskonservatorat für Niederösterreich
- **BG (0-6)** > Bilanzgrenze
- **BGF** > Bruttogeschoßfläche lt. ÖN EN 15221-6 (2011)
- **BGF_{ges}** > gesamte Bruttogeschoßfläche lt. ÖN EN 15221-6 (2011)
- **CO₂eq** > CO₂ Äquivalente
- **EEB** > Endenergiebedarf
- **EU OMC CHCC** > European Union- Open Method of Coordination – Cultural Heritage of Coordinating Committee
- **GWP** > Global Warming Potential, (Treibhausgaspotenzial)
- **HTEB** > Heiztechnikenergiebedarf
- **HWB** > Heizwärmebedarf
- **IPCC** > Intergovernmental Panel on Climate Change
- **KB** > Kühlbedarf
- **NRF** > Nettoraumfläche lt. ÖN EN 15221-6 (2011)
- **OIB RL6:2019** > Richtlinie 6 des Österreichischen Instituts für Bautechnik, Ausgabe 2019
- **PE** > Primary Energy (Primärenergiegehalt) [MJ]
- **PENRT** > Primary Energy Non-Renewable, Total (Nicht erneuerbare Primärenergiegehalt, total)
- **SRES A1B** > SRES = Special Report on Emissions Scenarios > A1B = Szenario-Annahme: ausgewogene Nutzung aller Energiequellen (sowohl fossile als auch nicht fossile)
- **U-Wert** > Wärmedurchgangskoeffizient
- **UWK** > Universität für Weiterbildung Krems
- **WNFIL** > Wohnnutzfläche lt. ÖN EN 15221-6 (2011)
- **WWWB** > Warmwasserwärmebedarf

Universität für
Weiterbildung
Krems

