



IFM
IMMOBILIEN UND
FACILITY MANAGEMENT

**JOURNAL
FÜR
FACILITY MANAGEMENT**
Wissenschaft trifft Praxis

Issue 25/2023

ISSN 2520-5404

JOURNAL FÜR FACILITY MANAGEMENT

Issue 25/2023

ISSN 2520-5404

www.tuwien.at/mwbw/im/bt/ifm

Preface of the publisher

25th Journal für Facility Management: Science meets Practice

We are living in times of change. But this is not really new. When I read the news it remembers me on my youth. High inflation, high interest rates, danger of war or even war! However considers she or he can manage this by themselves are in my opinion wrong.

Only if we work together and act as a team bringing our strength together we can find solutions for the existing and upcoming challenges. We need the managers to set the strategic goals for example in respect of CO₂ reduction and set up the budgets to implement the necessary actions. We need the technicians to deliver actions plans and to implement the measurement to control the results of the actions. In addition we need research to develop new innovative approaches for CO₂ reduction and cost efficient ways of measurement. To give you an example: In the last Innovation challenge of Stanford University and TU Wien, students developed an OCR solution to “digitize” traditional water, gas and district heating meters. With this solution, it is not necessary to replace existing meters to smart meters, but just to add a device that digitizes the display. The new product costs less than 200 Euros a smart water meter for a large building like the Viennese Castle several thousand Euros.

This is how teams can solve the upcoming challenges - by joining forces! This issue of the Journal für Facility Management provides you with hands-on innovation for refurbishment, shows a best practise examples for FM data structures and how residents can be integrated in the improvement of green infrastructures:

- *Nachhaltige Implementierung der langfristigen Renovierungsstrategie in Bestandsgebäuden*
- *Developing a Facility Management Domain Ontology for Storing Facility Management Knowledge in the Field of Buildings' Energy Performance*
- *Sustaining Green: Quality Improvement of Green Infrastructure in Residential Facilities through Effective Maintenance and Resident Participation*

The first paper focuses on the energy-efficient refurbishments of existing buildings. In Austria, many property managers struggle with the maintenance and adaptation of existing buildings to the local and technical standards. Based on the legal provisions and standards applicable in Austria, the current maintenance and repair process of the existing building stock is outlined and analysed. Subsequently, a strategy for the increased implementation of energy-related refurbishment is derived. It is shown that the long-term renovation strategy in the future must also include the adaptation of essential safety precautions in existing buildings if the goal of increasing the energy-related renovation rate is to be achieved.

The second paper depicts that the implementation of best practice guidelines for Facility Management (FM) is crucial in minimizing the energy performance gap in buildings. The paper

confirms that many newly built and renovated facilities continue to consume more energy than initially calculated. To address this complex issue, the presented research aims to develop a digital FM domain ontology in a computable form to support the codification and storage of FM knowledge. The presented FM domain ontology serves as a classification system to systematically organize and store existing FM best practice guidelines related to buildings' energy performance. Therefore, the ontology provides a semi-legal and computable knowledge base in which FM guidelines are systematically categorized according to different FM-related aspects.

The third paper focuses on the integration of green infrastructure as an effective approach to mitigating the negative impacts of climate change, particularly the urban heat island effect. While costs such as initial investment costs and ongoing maintenance are often viewed negatively, these costs are essential for maintaining the multifunctionality of green infrastructure. In response, the researchers piloted a resident participation project and offered comprehensive maintenance guidance that differentiated between professional green space management and amateur practices to actively engage residents. The paper therefore presents a solution for how urban areas can create sustainable and vibrant environments that mitigate the effects of climate change while increasing the well-being of residents.

At this point, I want to thank all international researchers who sent us numerous abstracts and papers for the double-blind review. The decline rate was kept high with more than 50%. I also want to thank the members of the editorial and the scientific board for their terrific work. They supported me in reviewing first the abstracts and then the full papers and gave a lot of input to the authors. The high decline rate, the high reputed members of the editorial and the scientific board and the supporting universities ensure that the articles are not only highly scientifically qualified, but also that practitioners can put them into practice easily.

I also want to thank my team, especially Antonia Heil, Barbara Gurdet and Lisa Thrainer. Without their personal engagement the journal would not be available in this high quality.

I wish you all the best from Vienna, an enjoyable read, a lot of input for your research and/or for your daily work. I look forward to new striking research in the next IFM Journal and a refreshing exchange at the 17th IFM Congress 2024.

Your

Alexander Redlein

Head of Editorial Board

To my family Barbara, Caroline Sidonie und Alexander David

Scientific Committee

Prof. Dr. Alexander Redlein

*Institut für Managementwissenschaften, Immobilien und Facility Management,
Technische Universität Wien, Austria*

Prof. Jan Bröchner

*Department of Technology Management and Economics,
Chalmers University of Technology, Sweden*

Prof. Roscoe Hightower, Jr., PhD

Florida Agricultural and Mechanical University, USA

Prof. Dr. Wolfgang Kastner

*Institut für Rechnergestützte Automation,
Technische Universität Wien, Austria*

Prof. Dr. Iva Kovacic

*Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Industriebau und
Interdisziplinäre Bauplanung, Technische Universität Wien, Austria*

Prof. Joseph Lai

*Professor and Associate Head, Department of Building Environment and Energy
Engineering, Hong Kong Polytechnic University, Hongkong, China*

Prof. Dr. Kurt Matyas

*Institute of Management Science, Industrial and Systems Engineering Division
Technische Universität Wien, Austria*

Prof. Sergio Vega

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Editorial Board

Prof. Dr. Alexander Redlein (Head of Editorial Board)

*Institut für Managementwissenschaften, Immobilien und Facility Management,
Technische Universität Wien, Austria*

Prof. Dr. Dr. h.c. Dr. h.c. Jörg Becker, Professor h.c.

*Chair for Information Systems and Information Management,
Westfälische Wilhelmsuniversität, Universität Münster, Germany*

Prof. em. Dr. Wolfgang Janko

*Department of Information Systems and Operations,
Vienna University of Economics and Business, Austria*

Organisation

Mag. Barbara Gurdet and Dipl.-Ing. Lisa Thrainer

*Institut für Managementwissenschaften, Immobilien und Facility Management,
Technische Universität Wien, Austria*

Table of contents

- 7 Science meets Practice: ESG and its Implementation**
- 8 Nachhaltige Implementierung der langfristigen Renovierungsstrategie in Bestandsgebäuden**
- M. Hoffmann^{1,2}, S. Geissler^{1,2}*
- ¹FH Wien der WKW*
- ²SERA global GmbH, Institute for Sustainable Energy and Resources Availability, Vienna, Austria*
- 31 Developing a Facility Management Domain Ontology for Storing Facility Management Knowledge in the Field of Buildings' Energy Performance**
- Z. Besenyői¹, M. Krämer¹, F. Behrendt²*
- ¹Departement 2, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Germany*
- ²EVUR, Faculty III, Technical University of Berlin, Germany*
- 46 Sustaining Green: Quality Improvement of Green Infrastructure in Residential Facilities through Effective Maintenance and Resident Participation**
- M. Gräf¹, R. Stangl¹, I. Zluwa², D. Allerstorfer³*
- ¹Institute of Soil Bioengineering and Landscape Construction, University of Life Sciences Vienna, Austria*
- ²GRÜNSTATTTGRAU, Research- and Innovation GmbH*
- ³Tatwort – nachhaltige Projekte GmbH*

Science meets Practice: ESG and its Implementation

Nachhaltige Implementierung der langfristigen Renovierungsstrategie in Bestandsgebäuden

M. Hoffmann^{1,2}, S. Geissler^{1,2}

¹FHWien der WKW

²SERA global GmbH, Institute for Sustainable Energy and Resources Availability,
Vienna, Austria

Abstract DE

Die Europäische Union legt den Fokus auf die energetische Sanierung der Bestandsgebäude, während in Österreich viele Immobilienverwalter mit der Erhaltung und Anpassung der Bestandsgebäude an den ortsüblichen und technischen Standard kämpfen, der wiederum in der Rechtsprechung ein entscheidendes Kriterium für das Haftungsmaß der Verwalter gegenüber Kunden und Dritten darstellt. Anhand der in Österreich geltenden Rechtsvorschriften und Normen wird der derzeitige Instandhaltungs- und Instandsetzungsprozess des Bestandes skizziert und analysiert. In weiterer Folge wird eine Strategie für die verstärkte Umsetzung der energetischen Sanierung abgeleitet. Es zeigt sich, dass die langfristige Renovierungsstrategie zukünftig auch die Anpassung der wesentlichen Sicherheitsvorkehrungen in Bestandsgebäuden umfassen muss, wenn das Ziel der Anhebung der Sanierungsrate erreicht werden soll.

Keywords:

Langfristige Renovierungsstrategie, Objektsicherheit, Dienstleistungen und Ausbildungen in der Gebäudeverwaltung

Abstract EN

The European Union focuses on the energetic renovation of existing buildings, while in Austria many property managers struggle with the maintenance and adaptation of existing buildings to the local and technical standard, which in turn represents a decisive criterion in case law for the extent of liability of managers towards clients and third parties. Based on the legal provisions and standards applicable in Austria, the current maintenance and repair process of the existing building stock is outlined and analysed. Subsequently, a strategy for the increased implementation of energy-related refurbishment is derived. It is shown that the long-term renovation strategy in the future must also include the adaptation of essential safety precautions in existing buildings if the goal of increasing the energy-related renovation rate is to be achieved.

Keywords:

Long-term renovation strategy, property security, services and training in building management

1. Einleitung

Mit dem Green Deal hat die Europäische Union eine Grundlage für einen Maßnahmenplan geschaffen, der konkrete rechtliche, finanzielle und unterstützende Vorgaben enthält. Ziel ist es, die jährliche Gebäuderenovierungsquote bis 2030 mindestens zu verdoppeln. Zur Sicherstellung dieses Ziels soll die Schaffung von bis zu 160 000 Arbeitsplätzen in der Baubranche gefördert werden. Während aber die Europäische Union ihren Fokus auf die energetische Sanierung der Bestandsgebäude legt, kämpfen in Österreich viele Immobilienverwalter mit der Erhaltung und Anpassung der Bestandsgebäude an den ortsüblichen und technischen Standard, der wiederum in der Rechtsprechung ein entscheidendes Kriterium für das Haftungsausmaß der Verwalter gegenüber Kunden und Dritten darstellt.

Dieser Beitrag befasst sich daher mit der aktuellen rechtlichen Situation der Bestandsgebäude in Österreich im Vergleich mit den energie- und klimarelevanten Vorgaben der Europäischen Union (EU). Anhand der in Österreich geltenden Rechtsvorschriften und Normen wird der derzeitige Instandhaltungs- und Instandsetzungsprozess des Bestandes skizziert und analysiert. In weiterer Folge wird eine Strategie für die Umsetzung der energetischen Sanierung abgeleitet.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Zuerst werden in Kapitel 2 die energie- und klimarelevanten Vorgaben für den Gebäudebestand erläutert. Darauf folgt in Kapitel 3 die Darstellung der Pflichten der Eigentümer und in Kapitel 4 die Aufgaben der Hausverwalter. In Kapitel 5 werden Anforderungen an die Sanierung unter verschiedenen Gesichtspunkten dargestellt, und in Kapitel 6 erfolgt die Ableitung einer Umsetzungsstrategie für die energetische Sanierung im Bestand.

2. EU-rechtliche Rahmenbedingungen und Anforderungen an Gebäude im Bereich Energieeffizienz und Klimaschutz

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen der Energieunion (Europäischer Rat und Rat der Europäischen Union 2019) und des Pariser Klimaschutzabkommens (Rat der Europäischen Union 2016) bilden die Grundlage für jenes EU-Sekundärrecht, das der Steigerung der Energieeffizienz und der Reduktion von Treibhausgasen im Gebäudesektor dient. Das europäische Klimagesetz (Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union 2021) bildet die rechtliche Basis für den Green Deal, mit dem die europäische Wirtschaft bis 2050 in eine Kreislaufwirtschaft transformiert und CO₂-

neutral werden soll. Es wurde eine neue EU-Zielvorgabe für 2030 in das Gesetz aufgenommen, nämlich eine Verringerung der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Stand von 1990 um mindestens 55 %. Die detaillierten Ziele und Handlungsfelder des Green Deal sind in der Kommunikation der Europäischen Kommission vom 11.12.2019 dargestellt und machen deutlich, dass der Gebäudesektor zu den vorrangigen Bereichen gehört.

Die energierelevanten Richtlinien Gebäudeeffizienzrichtlinie (Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union 2010), Energieeffizienzrichtlinie (Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union 2012) und Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union 2018) wurden 2021 einer Überprüfung unterzogen, um Anpassungsbedarf im Hinblick auf die Sicherstellung der Zielerreichung zu identifizieren. So wird beispielsweise im Zusammenhang mit der vorgeschlagenen Neufassung der Gebäudeeffizienzrichtlinie eine Sanierungsverpflichtung diskutiert, und es ist zu erwarten, dass die mit der Änderungsrichtlinie (EU) 2018/844 eingeführten Konzepte Gebäuderenovierungspass und langfristiger Fahrplan für die schrittweise Renovierung eines bestimmten Gebäudes genauer definiert werden. Diesen Konzepten wird hohe Bedeutung beigemessen, da sie Lock-in Effekte verhindern und damit effektive stufenweise Sanierungen ermöglichen sollen. Ein Vorschlag zur Neufassung der Gebäudeeffizienzrichtlinie wurde im Dezember 2021 von der Europäischen Kommission vorgelegt. (European Commission 2021) Am 22. Oktober 2022 folgte die Positionierung des Rates (Council of the European Union 2022) und am 14.03.2023 jene des EU-Parlaments (Europäisches Parlament 2023). Der Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung) wird derzeit noch im Trilog zwischen Rat, Europäischem Parlament und Europäischer Kommission verhandelt. Der Vorschlag der Kommission beruht auf einer Evaluierung der bestehenden Gebäudeeffizienzrichtlinie und macht somit strengere Vorgaben insbesondere im Hinblick auf die Forcierung von Gebäudesanierungen. Während zwischen den Positionen der Kommission und des Rates nur geringe Abweichungen bestehen, ist der Vorschlag des Parlaments noch weit ambitionierter als jener der Kommission. Somit sollte man mittelfristig zumindest mit den Anforderungen des Kommissionsvorschlags rechnen und die Unternehmensabläufe darauf anpassen.

Exemplarisch werden die Anforderungen an den Renovierungspass (Artikel 10) wiedergegeben:

1. Bis zum 31. Dezember 2023 erlässt die Kommission delegierte Rechtsakte zur Ergänzung dieser Richtlinie zur Schaffung eines gemeinsamen europäischen Rahmens für Renovierungspässe auf der Grundlage der in Absatz 2 genannten Kriterien.
2. Bis zum 31. Dezember 2024 führen die Mitgliedstaaten ein System von Renovierungspässen ein, das auf dem gemäß Absatz 1 geschaffenen gemeinsamen Rahmen beruht.
3. Der Renovierungspass muss folgenden Anforderungen genügen:
 - a. Er wird von einem qualifizierten und zertifizierten Sachverständigen nach einer Ortsbesichtigung ausgestellt;
 - b. er enthält einen Renovierungsfahrplan, der eine Abfolge von aufeinander aufbauenden Renovierungsschritten beinhaltet mit dem Ziel, das Gebäude bis spätestens 2050 in ein Null-Emissions-Gebäude zu verwandeln;
 - c. er enthält Angaben zu den erwarteten Vorteilen in Form von Energieeinsparungen, Einsparungen bei den Energierechnungen und die Verringerung der Treibhausgasemissionen im Betrieb sowie die Vorteile in Bezug auf Gesundheit und Komfort sowie die verbesserte Anpassungsfähigkeit des Gebäudes an den Klimawandel; und
 - d. er enthält Informationen über mögliche finanzielle und technische Unterstützung.

In den folgenden Unterkapiteln wird auf die Konzepte des Gebäuderenovierungspasses und des langfristigen Fahrplans für die schrittweise Renovierung eines bestimmten Gebäudes näher eingegangen. Weiters wird die in diesem Zusammenhang die sogenannte langfristige Renovierungsstrategie erläutert und der Zusammenhang mit der Taxonomie-Verordnung als Instrument für die nachhaltige Finanzierung dargestellt.

2.1 Gebäuderenovierungspass und schrittweise Sanierung

Ein wichtiges Teilziel der Energieunion ist die Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudebestands, das u.a. mit der Anhebung der Sanierungsrate von unter 1% auf 3% erreicht werden soll. Wiederholte Evaluierungen haben gezeigt, dass die energetische Sanierungsrate seit Jahren weit hinter den Erwartungen zurückbleibt. Der Gebäudesektor ist mit einem Anteil von 40 % der Endenergie der größte einzelne Energieverbraucher in Europa, wobei Wohngebäude den überwiegenden Anteil ausmachen. Etwa 75 % der Gebäude sind energieineffizient, und je nach Mitgliedstaat werden nur 0,4-1,2 % des Bestands jedes Jahr renoviert. (European Commission 2016) In Reaktion darauf wurde das Konzept des Gebäuderenovierungspasses eingeführt. Ziel ist es, dass ein langfristiger Fahrplan für die schrittweise Renovierung eines bestimmten Gebäudes auf Grundlage von Qualitätskriterien und im Anschluss an ein Energieaudit erstellt werden kann, in dem relevante Maßnahmen und Renovierungen zur etwaigen Verbesserung der Energieeffizienz beschrieben werden. (Artikel 19a der Änderungsrichtlinie RL (EU) 2018/844)

Der Artikel 2a „Langfristige Renovierungsstrategie“ der Änderungsrichtlinie RL (EU) 2018/844 verlangt die Formulierung detaillierter Zwischenziele und den Nachweis der Zielerreichung in Bezug auf die energetische Verbesserung des gesamten Gebäudebestands. Das ist nur mit einer guten Datenbasis, elektronischer Unterstützung und gemeinsamen Anstrengungen im Bereich der Entwicklung wirtschaftlicher Sanierungsprojekte, der Forschung und der Entwicklung von neuen Produkten und Dienstleistungen möglich. Das zentrale Instrument in diesem Zusammenhang ist der auf Grundlage der Gebäudeeffizienzrichtlinie auszustellende Energieausweis: er dient als Nachweis der Erfüllung der Anforderungen an die Energieeffizienz auf Gebäudeebene und schafft gleichzeitig die Datenbasis für die Planung und Umsetzung von Strategien und Maßnahmen zur Zielerreichung bezogen auf den gesamten Gebäudesektor. Elektronische Energieausweisdatenbanken erlauben nicht nur die effektive Qualitätskontrolle, sondern den Aufbau von Datenbeständen, die vielfach einsetzbar sind: für strategische Untersuchungen, Projektentwicklungen und statistische Analysen. Im derzeit vorliegenden Vorschlag für die Richtlinie Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Europäisches Parlament 2023) wird in Artikel 3 nunmehr ein Nationaler Gebäuderenovierungsplan verlangt, der das Ziel verfolgt, bestehende Gebäude zu Nullemissionsgebäuden umzubauen, allerdings

mit detaillierteren Vorgaben hinsichtlich der Erfassung von Überblicksdaten wie Global Warming Potentials, Ausweisdaten, Marktbarrieren und Marktversagen und dem Anteil schutzbedürftiger Haushalte. Darüber hinaus wird die Erstellung von spezifischen Zeitplänen für bestehende Gebäude, um die höheren Gesamtenergieeffizienzklassen zu erreichen, gefordert.

2.2 Langfristige Renovierungsstrategie zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands

Gemäß Artikel 2a dient derzeit die langfristige Renovierungsstrategie dem Umbau des öffentlichen und privaten Gebäudebestands in einen, in hohem Maße energieeffizienten und dekarbonisierten Gebäudebestand bis 2050.

Die von der Gebäudeeffizienzrichtlinie geforderte energetische Verbesserung von Gebäuden stellt keine isolierte Aktivität dar, sondern soll in Kombination mit den ohnehin erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen oder tiefgreifenden Umbauten erfolgen. Das kommt auch in der Langfristigen Renovierungsstrategie für Österreich zum Ausdruck, wo davon ausgegangen wird, dass der Aufwand für die thermisch-energetische Verbesserung zum Großteil jenen Erhaltungskosten zugeschrieben wird, ohne die eine Weiternutzung des Gebäudes nicht möglich gewesen wäre.

2.3 Taxonomie-Verordnung: Nachhaltige Finanzierung von Renovierungen

Die Kommission hat am 8. März 2018 ihren Aktionsplan „Finanzierung nachhaltigen Wachstums“ veröffentlicht, der auf die Neuausrichtung von Kapitalflüssen hin zu nachhaltigen Investitionen abzielt, um ein nachhaltiges und integratives Wachstum zu schaffen. Nur wenn das gelingt, wird es möglich sein den Green Deal in Europa zu verwirklichen und weltweit eine Annäherung an die Sustainable Development Goals zu erreichen. Eine zentrale Säule des Aktionsplans ist die Verordnung (EU) 2020/852 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088 Taxonomie-Verordnung. (Rat der Europäischen Union 2020)

Die Taxonomie Verordnung regelt die Kriterien und Nachweisverfahren zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Investitionen. Sie repräsentiert ein technisch robustes Klassifikationssystem auf Unionsebene, um Klarheit darüber zu schaffen, welche Tätigkeiten als „grün“ oder „nachhaltig“ gelten sollen. Für Finanzprodukte und

Investitionen soll angegeben werden, wie und in welchem Ausmaß sie die Taxonomie zur Bestimmung der Nachhaltigkeit des Investments genutzt haben, zu welchem Umweltziel das Investment beiträgt und wie hoch der Taxonomie-kompatible Anteil der Investments ist. Finanzprodukte, die in der EU angeboten werden, müssen sich zwar auf die Taxonomie beziehen; derzeit besteht jedoch weder eine Verpflichtung, die Taxonomie zu nutzen, noch gibt es eine Mindestvorgabe an Taxonomie-kompatiblen Investments. Allerdings gibt es die Verpflichtung zur Offenlegung des Anteils nachhaltiger Investitionen am Portfolio, und es hat sich gezeigt, dass die Nachfrage von Seiten der Finanzierungseinrichtungen einen sehr starken Treiber für die Etablierung der Anforderungen der Taxonomie-Verordnung darstellt.

Die konkreten Anforderungen der Kriterien und Nachweisverfahren wurden von Expertengremien erarbeitet und mittels delegierter Verordnung verbindlich gemacht. (Europäische Kommission 2021) Für den Gebäudesektor nehmen u.a. der Energieausweis gemäß Richtlinie EU 2010/31/EU sowie die energetischen Anforderungen an Renovierungen eine Schlüsselrolle ein. Für Finanzierungseinrichtungen stellt sich die Frage nach der einfachen und fälschungssicheren Übermittlung der Nachweise, um Investitionen in Renovierungen als nachhaltige Investitionen im Sinne der Taxonomie-Verordnung deklarieren zu können. Auch in diesem Zusammenhang kann die Energieausweisdatenbank eine zentrale Rolle übernehmen, indem etwa ein Kreditnehmer den Energieausweis für die Bank in der Energieausweisdatenbank freigibt, oder indem den Finanzierungsinstitutionen generell der Zugriff auf die Energieausweisdatenbank ermöglicht wird.

3.1 Verantwortung und Verpflichtungen von Eigentümern

Prinzipiell sind im Bestand die Eigentümer für eine ordnungsgemäße Instandhaltung und Instandsetzung des Gebäudes haftbar. Die Kosten für derartige Erhaltungsmaßnahmen werden anhand der Eigentumsverhältnisse aufgeteilt und getragen. So kann man Alleineigentümer nach §354, §364 ABGB (Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch) oder Teilhaber einer Gemeinschaft nach §825 ABGB sein.

Eine Sonderform des im §825 ABGB geregelten Miteigentums ist das Wohnungseigentum nach dem Wohnungseigentumsgesetz (WEG 2002, Bundesrecht). Gegenstand des Wohnungseigentums sind Geschäftsräume,

Wohnungen, Garagen, sonstige selbstständige Räumlichkeiten sowie Kfz-Abstellplätze. Wohnungen sind prinzipiell für langfristiges Wohnen gedacht, wobei die Eigentümergemeinschaft im Wohnungseigentumsvertrag sowohl eine gewerbliche Nutzung als auch Gastaufnahmen in Wohnungen erlauben kann.

Die Bauwerkshaftung in der Bestandphase betrifft alle Eigentumsarten und lässt sich nicht auf einen Personenkreis reduzieren. Sie ist eine weitgehende Haftung für Personen- und Sachschäden, die die Sicherheit des Gebäudes und erhebliche gesundheitliche Auswirkungen anbelangen.

Konkret werden in § 1319 ABGB Personen- und Sachschäden genannt, die durch Einsturz oder Ablösung von Teilen eines Gebäudes oder eines anderen auf einem Grundstück aufgeführten Werkes verursacht werden, aber nur dann, wenn das Ereignis die Folge der mangelhaften Beschaffenheit des Werkes ist und nicht bewiesen werden kann, dass alle zur Abwendung der Gefahr erforderliche Sorgfalt angewendet wurde.

Ganz besonders hat der Gebäudeeigentümer sicherzustellen, dass Gänge, Treppen und Teile des Hauses in einem verkehrssicheren und gefahrlosen Zustand gehalten werden. (2 Ob 216/03h, 11 Os 35/98, 2 Ob 37/13z)

Darüber hinaus werden Eigentümern Erhaltungspflichten in der Rolle eines Vermieters im Mietrechtsgesetz auferlegt. Zunächst hat der Vermieter nach Maßgabe der rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten und Möglichkeiten, dafür zu sorgen, dass das Haus, die Mietgegenstände und die der gemeinsamen Benützung der Bewohner des Hauses dienenden Anlagen im jeweils ortsüblichen Standard erhalten und erhebliche Gefahren für die Gesundheit der Bewohner beseitigt werden. (§ 3 Abs.1 MRG)

In einem nächsten Schritt wird zwischen Arbeiten, die zur Erhaltung von allgemeinen Teilen erforderlich sind und Arbeiten, die für die Erhaltung der Mietgegenstände erforderlich sind, unterschieden. Die Erforderlichkeit wird mit der Behebung von ernststen Schäden des Hauses oder mit der Beseitigung einer vom Mietgegenstand ausgehenden erheblichen Gesundheitsgefährdung definiert. Jedenfalls ist auch die Herstellung eines brauchbaren Zustandes vor der Übergabe eines zu vermietenden Mietgegenstandes als erforderlich anzusehen. (§ 3 Abs.1; 2 MRG)

Die Kosten von Erhaltungsmaßnahmen sind mit den, in den vorausgegangenen zehn Kalenderjahren, erzielten Mietzinsreserven einschließlich der Zuschüsse, die aus Anlass der Durchführung einer Erhaltungsarbeit gewährt werden, zu begleichen. Können die Kosten aller unmittelbar anstehenden Erhaltungsarbeiten damit aber nicht gedeckt werden, so kann der Vermieter unter bestimmten Bedingungen den Hauptmietzins für einen definierten Zeitraum erhöhen und muss darüber hinaus eigenes oder fremdes Kapital zur Verfügung stellen. (§ 3 Abs. 3 MRG) Die Maßnahmen sind wie folgt zu priorisieren:

1. Maßnahmen, die Kraft eines öffentlich-rechtlichen Auftrages vorzunehmen sind;
2. Maßnahmen zur Behebung von Baugebrechen, die die Sicherheit von Personen oder Sachen gefährden;
3. Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Betriebes von bestehenden Wasserleitungs-, Lichtleitungs-, Gasleitungs-, Beheizungs- (einschließlich der zentralen Wärmeversorgungsanlagen), Kanalisations- und sanitären Anlagen. (§ 3 Abs. 3 MRG)

Hervorzuheben ist, dass nach dem Mietrechtsgesetz Vermieter lediglich zur Aufrechterhaltung des Betriebes von Gasleitungs-, Beheizungs- (einschließlich der zentralen Wärmeversorgungsanlagen) verpflichtet sind, weshalb das bereits vorliegende Erneuerbare Wärmegegesetz den Ausstieg fossil betriebener Anlagen auf Basis von Öl, Flüssiggas und Kohle sicherstellen soll. Allerdings ist bis dato aber ungeklärt (Stand: 22.06.2023), wann dieses Gesetz in Kraft treten wird.

3.2 Erhaltungsmaßnahmen nach dem Wohnungseigentumsgesetz

Die Erhaltung der jeweiligen Wohnungseigentumsobjekte obliegen den jeweiligen Wohnungseigentümern nach §16 WEG, wobei die Verpflichtung zur Mängelbehebung nur so weit reicht, als dass anderen Wohnungsmiteigentümern kein Nachteil entstehen darf. Die Kosten der ordnungsgemäßen Erhaltung der allgemeinen Teile (§28 WEG 2002) dagegen, werden nach den in Nutzwerten definierten Anteilen aufgeteilt. Diese umfassen einerseits die im §3 MRG (Mietrechtsgesetz, Bundesrecht) priorisierten Maßnahmen, bauliche Veränderungen, die über den Erhaltungszweck nicht hinausgehen und andererseits die Behebung ernster Schäden des Hauses in einem Wohnungseigentumsobjekt. In diesen Fällen kann der Verwalter entscheiden, er kann aber auch eine Beschlussfassung durch die Mehrheit herbeiführen.

Instandhaltungsmaßnahmen, die über die ordnungsgemäße Erhaltung hinausgehen (§29 WEG 2002), können aber nur mit einer entsprechenden Willensbildung durchgeführt werden. Mit 01.01.2022 trat dazu die WEG-Novelle 2022 in Kraft, die unter anderem eine Erleichterung der Willensbildung beinhaltet.

§24 Abs. 4 Für die Mehrheit der Stimmen der Wohnungseigentümer ist entweder die Mehrheit aller Miteigentumsanteile oder die Mehrheit von zwei Dritteln der abgegebenen Stimmen, ebenfalls berechnet nach dem Verhältnis der Miteigentumsanteile, erforderlich. Im zweitgenannten Fall muss die Mehrheit überdies zumindest ein Drittel aller Miteigentumsanteile erreichen. Bei Stimmgleichheit kann jeder Wohnungseigentümer die nach pflichtgemäßem Ermessen zu treffende Entscheidung des Gerichts beantragen. Wer den Wohnungseigentümern einen Vorschlag für einen Beschluss zur Abstimmung unterbreitet, hat darin über die gesetzlichen Regelungen über die Stimmenmehrheit zu informieren und darauf hinzuweisen, dass demnach ein auch mehrheitliches Unterbleiben der Stimmabgabe eine wirksame Beschlussfassung nicht jedenfalls verhindert. (WEG 2022)

Ziel dieser Erleichterung ist es auch, Beschlüsse für eine energetische Sanierung herbeizuführen.

4. Anforderungen und Aufgaben von Hausverwaltungen

Das Gewerbe der Immobilientreuhänder (Immobilienmakler, Immobilienverwalter und Bauträger) ist in Österreich ein reglementiertes Gewerbe, das bedeutet, dass für die Gewerbebeanmeldung bestimmte Ausbildungen und facheinschlägige Tätigkeiten vorzuweisen sind. Die Tätigkeiten dieses Gewerbes werden in §117 der Gewerbeordnung geregelt. Die Zulassungsvoraussetzungen sind in der Immobilientreuhänder – Verordnung festgelegt.

4.1 Immobilientreuhänder-Verordnung und Anforderungen an Mitarbeiter

In §1 der Immobilientreuhänder-Verordnung werden die Zulassungsvoraussetzungen für Immobilienmakler und Immobilienverwalter näher bestimmt. Neben der Vorlage von nachstehend aufgelisteten Zeugnissen werden auch entsprechende fachliche Tätigkeiten verlangt:

1. Zeugnisse über den erfolgreichen Abschluss eines facheinschlägigen Universitätslehrganges oder Fachhochschul-Studienganges und eine mindestens einjährige fachliche Tätigkeit (§ 18 Abs. 3 GewO 1994) oder
2.
 - a) Zeugnisse über
 - aa) den erfolgreichen Abschluss einer wirtschaftswissenschaftlichen Studienrichtung oder der Studienrichtung Rechtswissenschaften und eine mindestens einjährige fachliche Tätigkeit oder
 - ab) den erfolgreichen Abschluss einer berufsbildenden höheren Schule oder deren Sonderformen und eine mindestens eineinhalbjährige fachliche Tätigkeit oder einer allgemein bildenden höheren Schule und eine mindestens zweijährige fachliche Tätigkeit oder
 - ac) den erfolgreichen Abschluss einer mindestens dreijährigen berufsbildenden Schule, deren Ausbildung in einem für das reglementierte Gewerbe spezifischen Schwerpunkt liegt, oder die erfolgreich abgelegte Lehrabschlussprüfung im Lehrberuf Immobilien- oder Bürokaufmann und eine mindestens zweijährige fachliche Tätigkeit und
 - b) das Zeugnis über die erfolgreiche Ablegung der jeweiligen Befähigungsprüfung oder
3.
 - a) das Zeugnis über die erfolgreich abgelegte Befähigungsprüfung für die Tätigkeiten der Bauträger und
 - b) das Zeugnis über die erfolgreich abgelegte Ergänzungsprüfung für Bauträger. (Immobilientreuhänder-Verordnung)

Die Anforderungen an Mitarbeiter für Hausverwaltungen werden in der ON Regel (ONR) 43002-1 und ONR 43002-2 festgelegt. Wichtig ist, dass für die Erhaltung, Verbesserung und Sanierung von Liegenschaften organisatorische und beratende Kompetenzen vorausgesetzt werden, nicht aber planende oder gestaltende Aufgaben in Erwägung gezogen werden (ONR 43002-2 2014).

4.2 Aufgaben von Hausverwaltungen

Hausverwaltungen betreuen in Österreich Immobilien in kaufmännischer, administrativer und rechtlicher Hinsicht. Die grundlegenden Aufgaben sind das Rechnungswesen, das Einholen von Bewilligungen, die Abrechnung der Betriebskosten und die Auftragsabwicklung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten.

Nach der Gewerbeordnung 1994 §117 Abs.3 sind Immobilienverwalter zu folgenden Tätigkeiten berechtigt:

1. im Rahmen des Verwaltungsvertrages Haus- und Wohnungseigentümer in Steuerangelegenheiten zu beraten sowie Schriftstücke und Eingaben zu verfassen;
2. Verwaltungstätigkeiten für einzelne Miteigentümer einer Liegenschaft durchzuführen, sofern dadurch kein Interessenkonflikt mit der Eigentümergemeinschaft entsteht, deren Liegenschaft sie verwalten;
3. bei den von ihnen verwalteten Objekten einfache Reparatur- und Ausbesserungsarbeiten durchzuführen.

Es ist hervorzuheben, dass die spezifischen Aufgaben und Anforderungen an die allgemeine Verwaltungstätigkeit durch eine schriftliche Vereinbarung zwischen Eigentümern, Teilhabern, Wohnungseigentümern und der Verwaltung festgelegt werden. Dieser Vertrag muss sorgfältig erstellt werden, da er den Umfang aber auch die Qualität der Betreuung festlegt.

Darüber hinaus gibt es gesetzlich verankerte Aufgabenstellungen, die ein Verwalter zu erfüllen hat. Das WEG 2002 sieht hier z.B. die Beschaffung und Bereithaltung eines Energieausweises nach dem Energieausweis-Vorlage-Gesetz 2012 (EAVG 2012, Bundesrecht) für das gesamte Gebäude auf Gemeinschaftskosten als abdingbare Verwalterpflicht vor. Sofern also nicht von allen Wohnungseigentümern anders vereinbart bzw. von der Eigentümergemeinschaft beschlossen, hat der Verwalter dafür zu sorgen, dass ein höchstens zehn Jahre alter Energieausweis für das gesamte Gebäude vorhanden ist. (§ 28 Abs 1 Z 10 WEG 2002)

Für die Identifizierung der notwendigen Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen werden neben dem Führen einer Objektbuchhaltung auch Hausbegehungen und Hausversammlungen durchgeführt. Hausversammlungen sollen unter anderem auch dazu beitragen, bekannte Schäden den Eigentümern nachvollziehbar darzustellen und eine Willensbildung der Gemeinschaft herbeizuführen.

Um nicht in eine Haftungsfalle zu geraten, wird dem Verwalter empfohlen im Verwaltervertrag Objektsicherheitsprüfungen nach den ÖNORMEN B1300/ B1301 gegen ein Zusatzentgelt anzubieten oder durch einen Dienstleister die Beauftragung

sicherzustellen (Wirth et al. 2015). Augenscheinliche Schäden, fehlende Prüfberichte sowie Abweichungen von den OIB-Richtlinien 1-4 müssen im Zuge dieser Überprüfung dokumentiert, entsprechende Maßnahmen vorgeschlagen und priorisiert, sowie Prüffintervalle festgelegt werden. Anhand dieser Ergebnisse sollen Verwaltungen zukünftige Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten vorbereiten.

Prinzipiell sind ÖNORMEN jedoch nur Empfehlungen und haben keine Rechtsqualität. Sie sind damit nicht rechtsverbindlich. Trotzdem erhalten ÖNORMEN eine große praktische Bedeutung, denn einerseits werden in der Praxis Mängel anhand bestehender Normen ermittelt (Kovar 2020) und andererseits setzt der OGH den Stand der Technik mit dem Inhalt von ÖNORMEN de facto gleich (Fidler zitiert nach Knoll & Scharmer 2016).

Die ÖNORM B 1300 (Stand: 2018) ist für regelmäßige Prüfroutinen von Sichtkontrollen und zerstörungsfreien Prüfungen für bestehende Anlagen, in denen sich zumindest eine Wohnung befindet, gedacht. Dienst-, Natural- und Werkwohnungen sind ausgenommen. Dagegen ist die ÖNORM B 1301 (Stand: 2016) für Eigentümer, Vermieter und Verwalter von Nicht-Wohngebäuden oder deren Beauftragten gedacht. Sie ist eine Orientierungshilfe, in Form von standardisierten Verfahrensregeln, um die erforderlichen und zumutbaren Vorkehrungen für wiederkehrende Sichtkontrollen treffen zu können.

Beide Normen basieren auf Sichtkontrollen, wo der Soll-Zustand erhoben wird. Diese umfassen den konsensgemäßen Zustand eines Gebäudes bzw. einer Gesamtanlage nach Fertigstellung und alle nach Fertigstellung verpflichtenden Adaptierungen, die aufgrund geänderter rechtlicher Bestimmungen notwendig sind. Sie inkludieren aber nicht weiterführende Maßnahmen, die eine energetische Sanierung des Bestandes sicherstellen.

Die Prüfroutinen der ÖNORMEN B1300/B1301 werden, in Anlehnung an die OIB-Richtlinien 1-4, in vier Fachbereiche gegliedert:

1. Technische Objektsicherheit,
2. Gefahrenvermeidung und Brandschutz,
3. Gesundheits- und Umweltschutz
4. Einbruchschutz und Schutz vor Außengefahren

5. Erhaltung und energetische Sanierung von Gebäuden

Die im Mietrechtsgesetz geforderte Erhaltung des Bauwerks im ortsüblichen Standard ist nicht immer leicht zuordenbar, denn Baurecht ist in Österreich Ländersache. Allerdings sind alle österreichischen Bundesländer dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) als Mitglieder beigetreten, um standardisierte OIB-Richtlinien zu erarbeiten, die mit der deutschen Musterbauordnung vergleichbar sind. Die OIB-Richtlinien sind entsprechend den Grundanforderungen für Bauwerke der Bauproduktenverordnung gegliedert: OIB-Richtlinie 1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit, OIB-Richtlinie 2 Brandschutz, OIB-Richtlinie 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, OIB-Richtlinie 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, OIB-Richtlinie 5 Schallschutz, OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz. Die OIB-Richtlinie 6 repräsentiert die Grundlage für die Überführung der bauordnungsrelevanten Teile der Gebäudeeffizienzrichtlinie in österreichisches Recht. Seit Mai 2023 gibt es eine OIB-Richtlinie 7 Grundlagendokument zur Ausarbeitung Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. Es obliegt jedem Bundesland, die erarbeiteten Richtlinien in die jeweiligen Bauordnungen und Bautechnikverordnungen überzuführen, was mitunter differenziert erfolgt.

5.1 OIB-Richtlinien im Bestand

Die Überführung der OIB-Richtlinien in die jeweilige Landes- aber auch Bundesgesetzgebung bedeutet jedoch nicht, dass im Bestand alle festgelegten Anforderungen unmittelbar nachzuführen sind. Der Bestandsschutz ist rechtlich gesehen nicht eindeutig festgelegt. Sobald aber eine Gefahr für Leib und Leben besteht, wie z.B. bei gefährlichen Gas- und Elektroinstallationen als auch bei erkennbaren Absturzgefahren und Stolperfallen oder wenn die statische Sicherheit des Gesamtobjektes infolge von Umbauten herabgesetzt wurde, sind die ortsüblichen Standards auf jeden Fall umzusetzen. (Bednar 2015) Bei nicht zuordenbaren Schadensfällen wird das Gericht entscheiden müssen, ob eine Nachführung angemessen gewesen wäre oder nicht.

Energieeinsparung und Wärmeschutz - die größere Renovierung OIB-Richtlinie 6 (2023)

Nur im Zuge einer größeren Renovierung, also wenn die Sanierung der Flächen über 25% der Gesamtoberflächen beträgt, ist nach der OIB-Richtlinie 6 verpflichtend ein

Energieausweis einzuholen und ein Sanierungskonzept vorzulegen, um den Anforderungen einer größeren Renovierung gerecht zu werden. Davon ausgenommen sind Sanierungen, bei denen die Gesamtkosten der Renovierung der Gebäudehülle und der gebäudetechnischen Systeme weniger als 25% des Gebäudewertes betragen. Der Gebäudewert ist aufgrund der Neuerrichtungskosten zu ermitteln, wobei wertbeeinflussende Umstände, wie etwa Lage der Liegenschaft, baurechtliche oder andere öffentlich-rechtliche Beschränkungen sowie erhebliche Abweichungen von den üblichen Baukosten nicht zu berücksichtigen sind. Auch wird keine Alterswertminderung bei der Ermittlung Gebäudewerts berücksichtigt. Die Gebäudewertermittlung erfolgt durch den jeweiligen Baumeister. Dieser muss grob abschätzen können, ob die Kosten der bevorstehenden Sanierung mehr als 25% des Gebäudewertes betragen und damit eine größere Renovierung ansteht, womit ein Ermessensspielraum besteht.

Langfristige Renovierungsstrategie - energetische Renovierung als Teil der Sanierung

In der Langfristigen Renovierungsstrategie (OIB-Richtlinie 6, LTRS 2020) wird davon ausgegangen, dass der Aufwand für die thermisch-energetische Verbesserung zum Großteil jenen Erhaltungskosten zugeschrieben wird, ohne die eine Weiternutzung des Gebäudes nicht möglich gewesen wäre. Nur der tatsächliche Anteil wird der thermisch-energetischen Verbesserung zugeordnet, beispielsweise die Mehrkosten für eine Verglasung mit besseren Energieeffizienzstandards als normalerweise bei einem Fenstertausch vorgesehen wären. Im Idealfall werden diese Aufwendungen mit jenen Beträgen gedeckt, die zur Erhaltung angespart wurden.

Zu hinterfragen ist, ob mit diesem Ansatz auch der zukünftige nationale Gebäuderenovierungsplan umgesetzt werden kann. Dieser verlangt nämlich, dass bestehende Gebäude bis 2050 zu Nullemissionsgebäuden umgebaut werden (Europäisches Parlament 2023).

5.2 Prozess der Instandhaltung und Instandsetzung

In der Praxis werden im Zuge der Objektsicherheitsüberprüfungen überwiegend Daten hinsichtlich der Sicherheit des Gebäudes gesammelt. Des Weiteren werden basierend auf dem EAVG 2012 und WEG 2002 laufend Energieausweise für Bestandsgebäude eingeholt, die auch Vorschläge für energetische Verbesserungsmaßnahmen

beinhalten. Das Zusammenführen dieser unabhängig voneinander erstellten Gutachten bzw. Prüfberichte ist aber eine Herausforderung, da Sachverständige aus Haftungsgründen üblicherweise nicht auf Gutachten anderer Sachverständiger aufbauen oder Teile daraus verwenden. Es ist daher zu hinterfragen, ob unter diesen Umständen die energetische Sanierung als Teil der Sanierung, überhaupt durchsetzbar ist, oder ob in diesem Fall nicht schon von einer Projektentwicklung zu sprechen ist, denn die Kenntnis darüber, dass der Bestand den derzeitigen Bestimmungen der OIB Richtlinien 1-4 (ÖNORM B1300, 2018; ÖNORM B1301, 2016) zum Teil nicht entspricht und der Umstand, dass der Energieausweis Vorschläge für die energetische Verbesserung enthält, bedeutet nicht, dass man ein Konzept für eine entsprechende energetische Sanierung vorliegen hat. Deshalb ist zu überlegen, wie in Zukunft der Gebäuderenovierungspass im Energieausweis implementiert werden soll.

In der Machbarkeitsstudie zum Gebäuderenovierungspass gemäß Artikel 19a (Volt, J. & Fabbri, M. 2020) werden nämlich folgende potenzielle Auswirkungen des Gebäuderenovierungspasses erwartet: Der Gebäuderenovierungspass veranlasst Gebäudeeigentümer, die bisher keine Absicht zur Renovierung hatten, zu Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen oder geplante Renovierung früher durchzuführen; die Qualität, die Leistung und die Gesamttiefe der Renovierungsmaßnahmen wird verbessert; das Risiko der falschen Umsetzung von Einzelmaßnahmen und technischen Lock-in Effekten wird reduziert, und so werden Investitionskosten und versunkene Kosten gespart.

6. Ableitung einer Umsetzungsstrategie für die energetische Sanierung im Bestand

Die Analyse zeigt, dass in Österreich zwischen der immobilienwirtschaftlichen Praxis einerseits und der Anforderung der Erhöhung der energetischen Sanierungsrate andererseits eine große Kluft besteht. Der Gebäuderenovierungspass hat aber das Potenzial, diese Kluft zu überbrücken, wenn unter anderem folgende Punkte beachtet werden:

- Es muss geregelt werden, welche technischen Anpassungen in einem Bestandsgebäude zwingend durchzuführen sind, damit die Eigentümer nachweislich ihrer Sorgfaltspflicht nachkommen. Darüber hinaus ist festzulegen, wie der Gebäuderenovierungspass im Energieausweis integriert wird.

- Die zentrale Rolle der Hausverwaltungen bei der Implementierung der langfristigen Renovierungsstrategie muss anerkannt werden.

6.1 Spezifische Bestimmungen und Auswirkungen des Gebäuderenovierungspasses

Vor dem Hintergrund der in diesem Artikel dargestellten Analysen werden die folgenden Ergänzungen und Spezifikationen hinsichtlich der Gestaltung und Erstellung des Gebäuderenovierungspasses für Bestandsgebäude in Österreich vorgenommen und zur Diskussion gestellt. Der Gebäuderenovierungspass ist ein Teil des Energieausweises. Er ist für jedes Bestandsgebäude zu erstellen, sofern das Gebäude keiner tiefgreifenden Sanierung unterzogen wird. Eine tiefgreifende Sanierung kommt einem Neubau gleich. Der Gebäuderenovierungspass enthält zumindest einen Plan jener energetischen Verbesserungen, die im Zuge von Mängelbehebungen und Instandhaltungsarbeiten nachzuführen sind.

Als Grundlage dient eine Begehung und ein Audit zur Erhebung von Gebäudedaten und zur Feststellung des Status quo und des Optimierungspotenzials.

- Es wird eine Objektsicherheitsprüfung nach der ÖNORM B1300 oder B1301 durchgeführt und damit die Wartungs- und Instandhaltungsintervalle für die Komponenten der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausstattung bestimmt. Es werden augenscheinliche Substanzschäden erhoben, dokumentiert sowie Fristen für eine Mängelbehebung festgelegt.
- Das energetische Optimierungspotenzial wird ermittelt.
- Darauf aufbauend werden Sanierungsmaßnahmen und deren Implementierungszeitpunkt definiert, um Synergieeffekte mit Maßnahmen der Instandhaltung und Mängelbehebung zu erreichen.
- Energetische Maßnahmen werden auf ihre Relevanz hinsichtlich Statik, Brandschutz, Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz sowie Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit (OIB-Richtlinien 1-4) geprüft und gegebenenfalls erweitert. Zusätzlich können auch die im Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2023) in Artikel 8 zusätzlich geforderten Erweiterungen der energetischen Maßnahmen wie grüne Infrastrukturen, CO₂-Entfernung und -Speicherung, Einhaltung der Brandschutznormen, Abschwächung der Risiken von seismischen Aktivitäten,

Beseitigung von gefährlichen Stoffen bzw. die Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderungen inkludiert werden.

Es handelt sich um ein Gutachten, für dessen Erarbeitung qualifizierte Experten erforderlich sind, die über bautechnisches, energetisches und immobilienwirtschaftliches Wissen verfügen. Der Kenntnissnachweis erfolgt mittels Prüfung. Der Gebäuderenovierungspass wird in die Energieausweis-Datenbank hochgeladen und von der zuständigen Behörde geprüft und genehmigt. Die Implementierung der Maßnahmen wird in der Datenbank dokumentiert und somit überprüfbar gemacht.

Diesem Konzept liegt die Sichtweise zugrunde, dass der Gebäudebestand in die Pflicht genommen werden muss, wenn die Klimaziele erreicht werden sollen. Es ist jedoch fraglich, ob an jedes bestehende Gebäude die gleichen Energieeffizienz- und Treibhausgasanforderungen gestellt werden können. Es erscheint realistischer, für jedes Gebäude einen individuellen und machbaren Fahrplan zu erstellen, diesen jedoch verpflichtend zu machen und die Implementierung zu überprüfen. Die rechtlichen Grundlagen dazu müssten erst geschaffen werden.

6.3 Rolle und Qualifikation von Hausverwaltungen

Das Tätigkeitsfeld einer Hausverwaltung ändert sich zunehmend dahin, dass im Zuge der Verwaltungsagenden nicht nur Objektdaten zu sammeln sind, sondern auch darüber zu entscheiden ist, ob und wann die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen gegeben ist. Dazu müssen die Mitarbeiter einer Hausverwaltung die technischen Anforderungen der jeweiligen Gutachten verstehen und komplexe, übergreifende Fragestellungen richtig einordnen können. Letztendlich müssen die Lösungen den Eigentümern verständlich nähergebracht werden, um eine Willensbildung unter den Eigentümern auch erfolgreich herbeizuführen.

In Zukunft werden daher Hausverwaltungen nicht nur verstärkt in das digitale Datenmanagement einbezogen, sondern auch Strategien für Bestandsentwicklungen erstellen und sich zusätzlich mit Projektentwicklungen auseinandersetzen. Diese Aufgaben weichen mitunter von den in Kapitel 4 beschriebenen Anforderungen an Mitarbeiter für Hausverwaltungen deutlich ab, denn dort werden in erster Linie kaufmännische, administrative und rechtliche Tätigkeiten in den Vordergrund gestellt. Daher werden sich die Hausverwaltungen in Zukunft sehr gut überlegen müssen,

welche zusätzlichen Angebote sie ihren Eigentümern zur Verfügung stellen möchten, welche Expertisen sie in Zukunft lieber zukaufen werden, und auf Basis welcher Entscheidungskriterien das erfolgen soll. In jedem Fall muss aber auch darüber nachgedacht werden, wie diese neuen Serviceleistungen standardisiert werden sollen, um gute und strukturierte Betreuungsprozesse sicherzustellen. Dazu ist ein reger Austausch zwischen dem Facility Management und den Bestandnehmern/Arbeitgebern sowie den zugehörigen Stabstellen (Umweltbeauftragte/Energiebeauftragte, Sicherheitsbeauftragte und Brandschutzbeauftragte) notwendig.

Ein Screening der österreichischen Ausbildungslandschaft zeigt jedenfalls, dass mit den derzeit für die Immobilienwirtschaft angebotenen Studiengängen keine vollständige Vorbereitung auf die beschriebenen Aufgaben erfolgt. (TU Wien 2023, FH Kufstein 2023, Donau-Universität Krems 2023, FH Wien der WKW 2023 und FH Wiener Neustadt 2023) Das ist insbesondere dann der Fall, wenn davon ausgegangen wird, dass die energetische Sanierung und der Umgang mit dem Renovierungsausweis Teil des Aufgabenspektrums von Hausverwaltungen sein werden. Vielmehr scheint eine Erweiterung, beispielweise in Form einer Spezialisierung, möglicherweise auch in Form eines Lehrganges oder Masterstudienganges, erforderlich.

Ein anderer Ansatz wäre, dass Hausverwaltungen Mitarbeiter aus unterschiedlichen Disziplinen beschäftigen, und die Betreuungen der Liegenschaften projektweise mit unterschiedlichen Teamzusammensetzungen erfolgen. Das können sich allerdings nur größere Hausverwaltungen leisten.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die langfristige Renovierungsstrategie zukünftig auch die Anpassung der wesentlichen Sicherheitsvorkehrungen in Bestandsgebäuden umfassen muss. In weiterer Folge müssen die bestehenden Dienstleistungen sowie Ausbildungen der Immobilienwirtschaft adaptiert werden, um die zukünftigen Aufgabenstellungen in der Instandhaltung und Instandsetzung zu bewältigen.

Hinweis: SERA global GmbH ist Partner des EU-Projekts TIMEPAC (gefördert von Horizon 2020) und im Projekt verantwortlich für das Thema Gebäuderenovierungspass. Weitere Informationen zum Projekt: <https://timepac.eu/>

Literaturverzeichnis

- Bednar, J. (2015) Die Erfüllung bautechnischer Anforderungen bei Bestandsbauten. In: OIB: Das Fachmagazin für Baurecht und Technik. Nr. 03/15, S.22 – 25
- Donau-Universität Krems (2023) Curriculum. Universitätslehrgang Facility und Property Management (MSc), S.3-5 Online verfügbar unter [https://www.donau-uni.ac.at/dam/jcr:d28f889b-4638-4805-8d15-dbb5c08aa385/Curriculum-Facility%20und%20Property%20Management%20\(MSc\)-MB-2019-112.pdf#page=1](https://www.donau-uni.ac.at/dam/jcr:d28f889b-4638-4805-8d15-dbb5c08aa385/Curriculum-Facility%20und%20Property%20Management%20(MSc)-MB-2019-112.pdf#page=1)
- Council of the European Union (2022): Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings (recast). Brussels, 21 October 2022. Interinstitutional File: 2021/0426(COD). Online verfügbar unter <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13280-2022-INIT/en/pdf>
- European Commission (2016) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings. COM/2016/0765 final - 2016/0381 (COD). Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1479951170661&uri=COM:2016:765:FIN>
- European Commission (11.12.2019): Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: The European Green Deal, Brussels 11.12.2019, COM (2019) 640 final. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- European Commission (2021) Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings (recast), Brussels, 15.12.2021 COM (2021) Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/proposal-recast-energy-performance-buildings-directive.pdf>
- Europäische Kommission (08.03.2018) Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, die Europäische Zentralbank, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - Aktionsplan: Finanzierung nachhaltigen Wachstums COM(2018) 97 final. COM (2018) 97 final. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0097&from=DE>
- Europäische Kommission (2021) Delegierte Verordnung (EU) .../... der Kommission vom 4.6.2021 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates durch Festlegung der technischen Bewertungskriterien, anhand deren bestimmt wird, unter welchen Bedingungen davon auszugehen ist, dass eine Wirtschaftstätigkeit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel leistet, und anhand deren bestimmt wird, ob diese Wirtschaftstätigkeit erhebliche Beeinträchtigungen eines der übrigen Umweltziele vermeidet. C/2021/2800 final.

- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2010) Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), ABI L 2010/153, 13. Gebäudeeffizienzrichtlinie
- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2012) Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der RL 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der RL 2004/8/EG und 2006/32/EG, ABI L 2012/315, 1. Energieeffizienzrichtlinie
- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2018) Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung), ABI L 2018/328, 82. Erneuerbare-Energien-Richtlinie
- Europäisches Parlament; Rat der Europäischen Union (2021) Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäisches Klimagesetz“). Europäisches Klimagesetz
- Europäisches Parlament (14.03.2023) Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), P9_TA(2023)0068 Online verfügbar unter https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0068_DE.html#title2
- Europäischer Rat; Rat der Europäischen Union (2019): Energieunion. Online verfügbar unter <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/energy-union/>
- FH Kufstein – Fachhochschule Kufstein (2023) Curriculum. Facility Management & Immobilienwirtschaft vz & bb Online verfügbar unter <https://www.fh-kufstein.ac.at/studieren/bachelor/facility-management-immobilienwirtschaft-bb/curriculum>
- FHWien der WKW-Fachhochschule Wien der Wirtschaftskammer Wien (2023) Studienplan. Bachelor-Studiengang Immobilienwirtschaft, S.4 Online verfügbar unter <https://www.fh-wien.ac.at/wp-content/uploads/2019/08/bachelor-immobilienwirtschaft-infolder.pdf>
- FH Wiener Neustadt -Fachhochschule Wiener Neustadt (2023) Studienplan. Master-Studiengang Immobilienmanagement, Online verfügbar unter <https://www.fhwn.ac.at/studiengang/master-immobilienmanagement#study-insight>
- Knoll, M. & Scharmer, M. (2016) IWD - ÖNORM B 1300 - Haftungsfalle für Immobilienverwalter? wobl 2016, 389 Heft 11 v. 01.11.2016
- Kovar, A. (2020) Dialogforum Bau Österreich – quo vadis? Baurechtstagung der Austrian Standards, Wien, am 24.November 2020
- OIB - Österreichisches Institut für Bautechnik (April 2020) OIB Dokument zur Langfristigen Renovierungsstrategiegemäß Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der konsolidierten Fassung

- vom 30. Mai 2018. In: OIB-330.6-022/19-093. Online verfügbar unter https://www.oib.or.at/sites/default/files/oib-ltrs_april_2020_0.pdf
- OIB - Österreichisches Institut für Bautechnik (Mai 2023): OIB Dokument Begriffsbestimmungen Ausgabe Mai 2023. In: OIB 330-001/19. Online verfügbar unter https://www.oib.or.at/sites/default/files/oib-rl_begriffsbestimmungen_ausgabe_mai_2023.pdf
- ÖNORM B 1300:2018 02 01: Objektsicherheitsprüfungen für Wohngebäude - Regelmäßige Prüfroutinen im Rahmen von Sichtkontrollen und zerstörungsfreien Begutachtungen - Grundlagen und Checklisten 15
- ÖNORM B 1301:2016 04 15: Objektsicherheitsprüfungen für Nicht-Wohngebäude - Regelmäßige Prüfroutinen im Rahmen von Sichtkontrollen und Begutachtungen - Grundlagen und Checklisten
- ONR 43002-1:2014 03 01: Dienstleistungen der Immobilienwirtschaft - Anforderungen an die Qualifikation von Mitarbeitern von Immobilienverwaltern - Teil 1: Qualifikationsstufe: Assistent
- ONR 43002-2:2014 03 01: Dienstleistungen der Immobilienwirtschaft - Anforderungen an die Qualifikation von Mitarbeitern von Immobilienverwaltern - Teil 2: Qualifikationsstufe: Referent
- Rat der Europäischen Union (2016) Übereinkommen von Paris ABI L 2016/282, 4
- Rat der Europäischen Union (2020) Begründung des Rates Betr.: Standpunkt des Rates in erster Lesung im Hinblick auf den Erlass einer VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088 – Begründung des Rates – Vom Rat am 15. April 2020 angenommen. Hg. v. Interinstitutionelles Dossier: 2018/0178 (COD). Brüssel. Online verfügbar unter https://www.parlament.gv.at/PAKT/EU/XXVII/EU/01/82/EU_18224/imfname_10973696.pdf
- TU Wien -Technische Universität Wien (2023) Curriculum. Universitätslehrgang Immobilienwirtschaft & Liegenschaftsmanagement, S.3 Online verfügbar unter https://www.tuwien.at/fileadmin/ACE/Engineering_School/TWLM/Dokumente/ULG_Immobilienwirtschaft-Liegenschaftsmanagement_FOLDER_2023.pdf
- Volt, J. & Fabbri, M. (2020) Review of building renovation passport schemes and initiatives. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Sheikh-Zuhaib-2/publication/342355466_Technical_study_on_the_possible_introduction_of_optional_Building_Renovation_Passports/links/5ef09d92458515814a74af27/Technical-study-on-the-possible-introduction-of-optional-Building-Renovation-Passports.pdf
- Wirth D, Leissner M, Wirth P (2015) Der ÖNORM B1300 Prüfbericht-das Pickerl fürs Gebäude. In: immolex Nr.10/S.266-270
- 11 Os 35/98 Entscheidungstext OGH 21.04.1998
- 2 Ob 216/03h Entscheidungstext OGH 16.10.2003
- 2 Ob 37/13z Entscheidungstext OGH 30.07.2013



Developing a Facility Management Domain Ontology for Storing Facility Management Knowledge in the Field of Buildings' Energy Performance

Z. Besenyői¹, M. Krämer¹, F. Behrendt²

¹Departement 2, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Germany

²EVUR, Faculty III, Technical University of Berlin, Germany

Abstract

The implementation of Facility Management (FM) best practice guidelines is crucial in minimizing the energy performance gap in buildings. However, many newly built and renovated facilities continue to consume more energy than initially calculated. To address this complex issue, the present research aims to develop a digital FM domain ontology in a computable form to support the codification and storage of FM knowledge. The research methodology used in this study follows the "Ontology Development 101" strategy, starting with a lightweight form and subsequently modeling it into a heavyweight form using the Protégé ontology editor. The resulting FM domain ontology serves as a classification system to systematically organize and store existing FM best practice guidelines related to buildings' energy performance. Therefore, the ontology provides a semi-legal and computable knowledge base, where FM guidelines are systematically categorized based on different FM-related aspects. The paper concludes by discussing the potential of the proposed FM domain ontology to support design experts and FM practitioners in implementing FM best practices, thus contributing to the reduction of the buildings' energy performance gap.

Keywords:

Buildings' Energy Performance, Knowledge Management, Domain Ontology, Building Design Decision

1. Introduction

The global building sector accounts for over 40% of total final energy consumption and contributes to 36% of greenhouse gas emissions (IEA 2019). However, approximately 70% of the existing buildings still operate with energy inefficiencies (Min et al. 2016). This issue intensifies the urgency to combat climate change, compelling policymakers to address the energy shortage, resulting in the current substantial increase in energy prices.

To address these challenges, policymakers and regulators have been progressively tightening building energy codes, aiming to optimize energy consumption in newly constructed and renovated facilities (Cox 2016). However, current building energy-related standards primarily focus on examining the physical characteristics of buildings, often overlooking their actual usage and operation (Gram-Hanssen 2017). Consequently, newly built, and renovated structures frequently fail to meet initial energy efficiency expectations, resulting in much higher energy consumption during operational stages compared to the original estimations made during the design phase (Cozzi et al. 2020; Hamburg 2019; Min et al. 2016). As highlighted by previous studies, like Zou et al. (2018), closing the gap between the calculated and actual energy consumption of buildings is today a highly investigated research field. Despite existing efforts, only a few studies have investigated the extent to which the domain of Facility Management (FM) can contribute to mitigating the observed energy performance gap in buildings.

Studies by Liang et al (2019) and Min (2016) emphasize the significant role of Facility Managers in setting up long-term energy management strategies for existing buildings. These strategies aim to significantly reduce operational energy consumption and, consequently, achieve the postliminary closure of the buildings' energy performance gap later in operations. A crucial element of these energy management strategies is the post-occupancy evaluation of existing buildings, which allows fine-tuning and optimization of building use-related energy consumption based on data obtained from long-standing energy monitoring (Liang et al. 2019; Frank 2015). As highlight by Frank (2015), Adewunmi (2019) and Adewunmi (2012), this subsequent energy calibration requires the implementation of best practice policies and energy efficiency-related FM guidelines. These documents, while often non-legally binding, describe various

technical and operational measures aimed at decreasing, maintaining, or optimizing the operational energy consumption of facilities.

However, Min (2016) argues that to achieve optimal energy performance in buildings, the establishment of FM-related energy management strategies and the implementation of FM best practice policies and guidelines should begin no later than the early design stage. This proactive approach ensures that energy efficiency is integrated into the building's design, ultimately minimizing the energy performance gap in buildings.

To effectively address the energy performance gap in buildings, the central role of FM best practice policies and energy-efficiency-related FM guidelines must extend not only to early building design decisions but also to FM executions, whether in a proactive or postliminary manner. However, it is crucial to acknowledge that an effective protocol procedure has not yet been developed to adequately support design experts or FM practitioners in their daily work regarding the implementation of these written documents.

2. Literature Review

2.1. Main Barriers of Practically Implementing FM Best Practice Guidelines

The practical implementation of written energy-efficient FM best practice guidelines, which are often non-legally binding, can pose significant challenges during both early building design and FM executions.

First, the documentation of FM best practice guidelines is scattered across multiple sources and lack consolidation. This makes locating them challenging during design decisions involving various experts or FM executions by practitioners. Additionally, the continuous updates of these guidelines make accessing the latest versions difficult in practical situations, hindering their dependable identification and re-utilization.

Second, during the initial stages of design decisions, diverse design disciplines often consider multiple FM guidelines with varying degrees of legality. The concurrent adoption of building energy codes and FM best practice guidelines by architects, mechanical engineers, energy consultants, and FM practitioners creates a highly intricate and tumultuous working environment.

Third, sustainable FM standards and policies frequently exhibit a notable degree of ambiguity, making them challenging to directly translate into specific building solutions in day-to-day work (Frank 2015; Støre-Valen and Buser 2019). Design experts and FM practitioners often struggle to accurately interpret the intended meaning of FM guidelines and efficiently incorporate them within the demanding context of design decisions or FM executions.

Last, even when energy-efficiency-related FM guidelines are integrated into design decisions or FM operations, the process of compliance checking remains predominantly manual. This leads to time-consuming and error-prone procedures. While some research initiatives and public projects address compliance checking of building energy codes, there is a notable gap in expediting the code-compliance verification process, especially concerning FM best practice guidelines in the context of building energy performance (Eid and GamaleEddin 2019; Jiang et al. 2018). To the authors' current knowledge, no research initiatives or public projects have specifically addressed this aspect to date.

2.2. Knowledge Management in Facility Management

Numerous initiatives have been undertaken to explore the integration of FM in early building design decisions and the practical implementation of FM guidelines within FM operations. Addressing these challenges requires an interdisciplinary approach that combines theories of communication and organization to effectively manage knowledge, as reported by Rasmussen et al. (2017). Consequently, implementing FM best practice guidelines, whether in early design decisions or FM operations, should be recognized as a comprehensive Knowledge Management endeavor.

Knowledge Management, a relatively new management field (Jensen et al. 2019), has been defined as a deliberate strategy aimed at disseminating the appropriate knowledge to enhance organizational performance at the right moment (O'Dell et al. 1998). Within the domain of Knowledge Management, a paramount objective lies in systematically codifying, organizing, and storing knowledge to achieve the original goals of the knowledge management initiatives, as stated by Maier (2007). These three processes are the codification and storage of FM knowledge, empowering FM practitioners to integrate their requirements during early design decisions and FM operations, as described by Jensen (2008).

The process of knowledge codification and storage, as articulated by Jensen and Chatzilazarou (2017), is an integral part of the refinement process, involving techniques to extract, cleanse, and restructure new knowledge for inclusion in knowledge repositories. The so codified knowledge can then be stored either in digital form, such as knowledge bases, or in document form within these repositories.

2.3. State-of-the-Art FM Knowledge Repositories

The FM industry has a tradition of utilizing Information and Communication-based systems and tools to facilitate the codification, organization, and storage of building-related information and FM knowledge. Jensen et al. (2019) represent a matured research effort in this field, using diverse digital FM knowledge repositories, including intranet solutions and project management tools. However, these repositories are limited to specific buildings and projects and are not designed to accommodate general FM domain knowledge, hindering for flexible adaptation and re-utilization in other building projects.

As a potential generic remedy to address these challenges, researchers, including Jensen et al (2019), have introduced the concept of Building Information Modeling (BIM) as possible FM knowledge repositories. The concept of BIM has indeed transformed the building industry by enabling an integrated, model-based design process, particularly concerning buildings' energy performance. Nonetheless, it's essential to recognize that BIM, as outlined by Ding et al. (2016), primarily encompasses building-specific knowledge and lacks inclusion of general, construction-unspecific knowledge, such as operational processes of buildings.

In conclusion, future digital FM knowledge repositories need to systematically store codified FM domain knowledge, with particular attention to buildings' energy performance contexts. Additionally, these FM knowledge repositories should be seamlessly integrated with BIM Models, offering both building-unspecific and building-specific knowledge independently. Based on this integration, a comprehensive and cohesive knowledge base can be created to address the diverse needs of FM practitioners and design experts alike.

3. Domain Ontologies for Creating Knowledge Repositories

Over the past two decades, the research focus on creating ontologies as a widely accepted research method has gained widespread prominence in the field of computer science, particularly in the context of integrating heterogeneous information sources using the Linked Data approach.

Ontologies are explicit, formal specifications of shared conceptualizations (Gruber 1993) and recent research has led to the development of domain ontologies, specifically tailored to represent knowledge within a particular domain in a formal and logical manner. These domain ontologies furnish vocabularies, establishing relationships among them through fundamental principles, with the primary objective of systematically structuring specific domain knowledge (Gomez-Peres et.al 2004). As posited by Matkar and Parab (2010), the domain ontology created in this manner serves as the core of a knowledge base (i.e. digital knowledge repository), wherein real-world objects, such as written FM best practice guidelines, are categorized under various classes for organization and systematic representation.

Regarding the practical development and utilization of ontologies, two distinct categories can be identified: lightweight and heavyweight ontologies. Lightweight ontologies possess informal characteristics and do not impose formal constraints on their anticipated value (Corcho 2006). Conversely, heavyweight ontologies represent rigorously formal and logically developed ontologies, often constructed using an ontology language in a computable form, such as Web Ontology Language (OWL) offered by the Semantic Web Technology stack. Protégé, an open-source ontology editor (Stanford University 2022), is frequently employed to create and edit domain ontologies using OWL and store them in a standardized format, such as Resource Description Framework.

Over the past decade, substantial research in the building industry has been dedicated to the design of domain ontologies, aimed at codifying, organizing, and store building and building industry-related knowledge (Ding et al. 2016; Liu et al. 2016; El Asri et al. 2021). Concurrently, several scientific research endeavors, exemplified by Ontology Engineering Group (2015a) and (2015b), have specifically undertaken the design of FM domain ontologies. However, these research efforts concentrated on representing knowledge pertinent to the application of smart home systems.

4. Research Methodology

Various scientific methods are currently available for constructing domain ontologies. A comprehensive survey and assessment of existing methods for developing domain ontologies can be found in Sattar (2020). According to this study, the 'Ontology Development 101' strategy, introduced by Noy and McGuinness (2001), stands out as the most widely utilized and cited methodology for designing domain ontologies, by defining seven major development steps: (1) Scope Determination, (2) Consider Reuse, (3) Enumerate Terms, (4) Define Classes, (5) Define Properties, (6) Define Constrains, (7) Create Instances.

Accordingly, the FM domain ontology in question is conceptually designed till the fourth step, firstly modeled in a lightweight format, and subsequently modeled in a heavyweight form using the Protégé tool. This adaptation is essential, as supported by the findings of Chungoora et al. (2010), which established that lightweight ontologies are typically employed for theoretical development. Consequently, the lightweight FM ontology, while highly advantageous as a foundation for creating the heavyweight form of the FM domain ontology, cannot be directly utilized as a digital FM knowledge repository. However, the resulting heavyweight FM domain ontology can indeed function as a digital FM knowledge repository, serving as a knowledge base within a Knowledge Management System.

5. Conceptual Design of the FM Domain Ontology

The principal objective of this paper section is to present an FM domain ontology, conceptualized with the primary intention of serving as a classification system. Through this FM domain ontology, the existing yet frequently overlooked written FM best practice guidelines can be systematically organized and stored, specifically concerning buildings' energy performance.

The primary development process of this FM domain ontology has been thoroughly expounded in Besenyői (2022), starting with the “(1) Scope Determination” step, which primary aim is to define the main subject area of the domain ontology. This definition was made by establishing a so-called enterprise ontology, presented in Besenyői (2021), that forms a theoretical but concise guidance for the primary aim of developing the FM domain ontology. Based on this enterprise ontology, within the “(2) Consider Reuse” step, already existing domain ontologies were systematically searched and

reviewed in the field of FM and buildings' energy performance. Here, the studies of Jiang et.al (2018) and Tan et.al (2010) have been found adequate for re-using their developed ontologies.

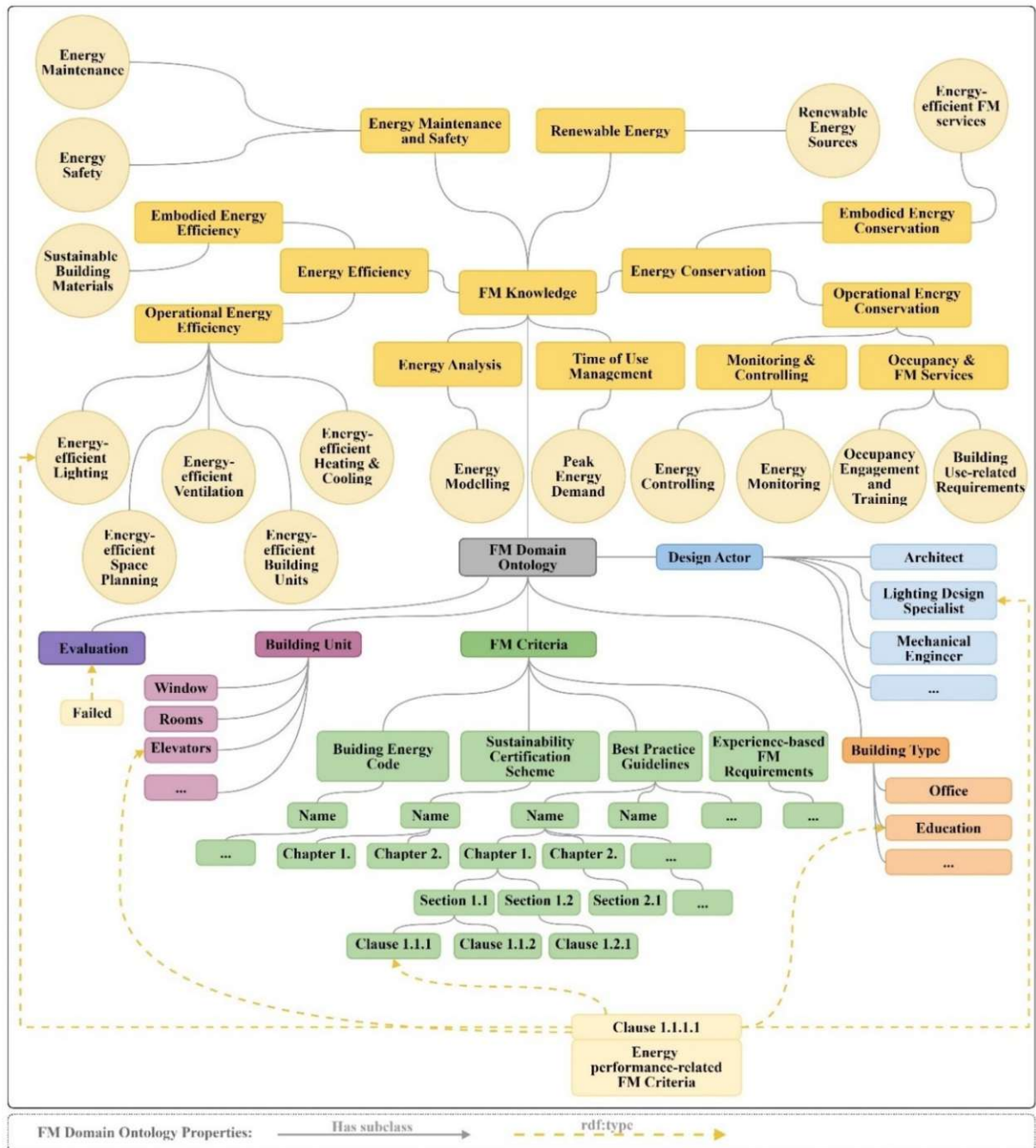


Figure 1. FM Domain Ontology in a Lightweight Form

Based on these two results, as illustrated in Fig. 1 and Fig. 2, within the “(3) Enumerate Terms and “(4) Define Classes” ontology development steps, six primary classes (depicted in boldface fonts) were defined for the FM domain ontology. Among these, the FM Criteria class assumes significant prominence, facilitating the categorization of

written FM best practice documents based on their respective levels of legality. This class aids in refining clauses through the implementation of a hierarchical breakdown structure, accomplished through the concept of isomorphism. Ultimately, these clauses delineate energy performance-related FM Criteria that require consideration during early design decisions or FM executions.

Subsequently, the decomposed clauses (i.e. FM criteria) can be further classified based on the Building Type and Building Unit classes. These classes, encompass building types (e.g. office or education buildings) and specific building units (e.g. windows, rooms, or elevators), thereby aiding in the identification of the relevant building type and unit to which the FM criteria must adhere.

Additionally, the Evaluation class plays an instrumental role in determining whether the allocated FM criteria pass or fail during the compliance checking process. Furthermore, the FM criteria can also be allocated based on the Design Actor class, aiming to delineate the design disciplines responsible for implementing the criteria. This class provides clarity regarding the respective responsibilities of Architects, Lighting Design Specialists, or Mechanical Engineers in the implementation process.

Last, the FM criteria can be more comprehensively classified based on the prominent FM Knowledge class, which encompasses six primary subclasses (depicted in italicized fonts). These subclasses were derived using the energy pyramid, as devised by Gulkis (2009), to facilitate a comprehensive comprehension of energy-efficient utilization practices. As per the adaptation of this pyramid, the Energy Efficiency subclass primarily encompasses technical measures aimed at installing energy-efficient equipment. Conversely, the Energy Conservation subclass focuses on operational measures related to the optimal operation of these installed energy-efficient equipment. The Energy Maintenance and Safety subclass outlines technical measures essential for maintaining the achieved energy consumption levels.

Similarly, the Renewable Energy subclass centers on technical measures to maximize the utilization of renewable energy sources, while the Energy Analysis subclass provides rules-of-thumb to enable a more accurate prediction of a building's future energy consumption through energy modeling. Lastly, the Time of Use Management subclass comprises operational measures to shift Peak Energy Demand, leading to

operational cost savings. Building upon these subclasses, additional subclasses have been defined to facilitate the systematic categorization of FM criteria.

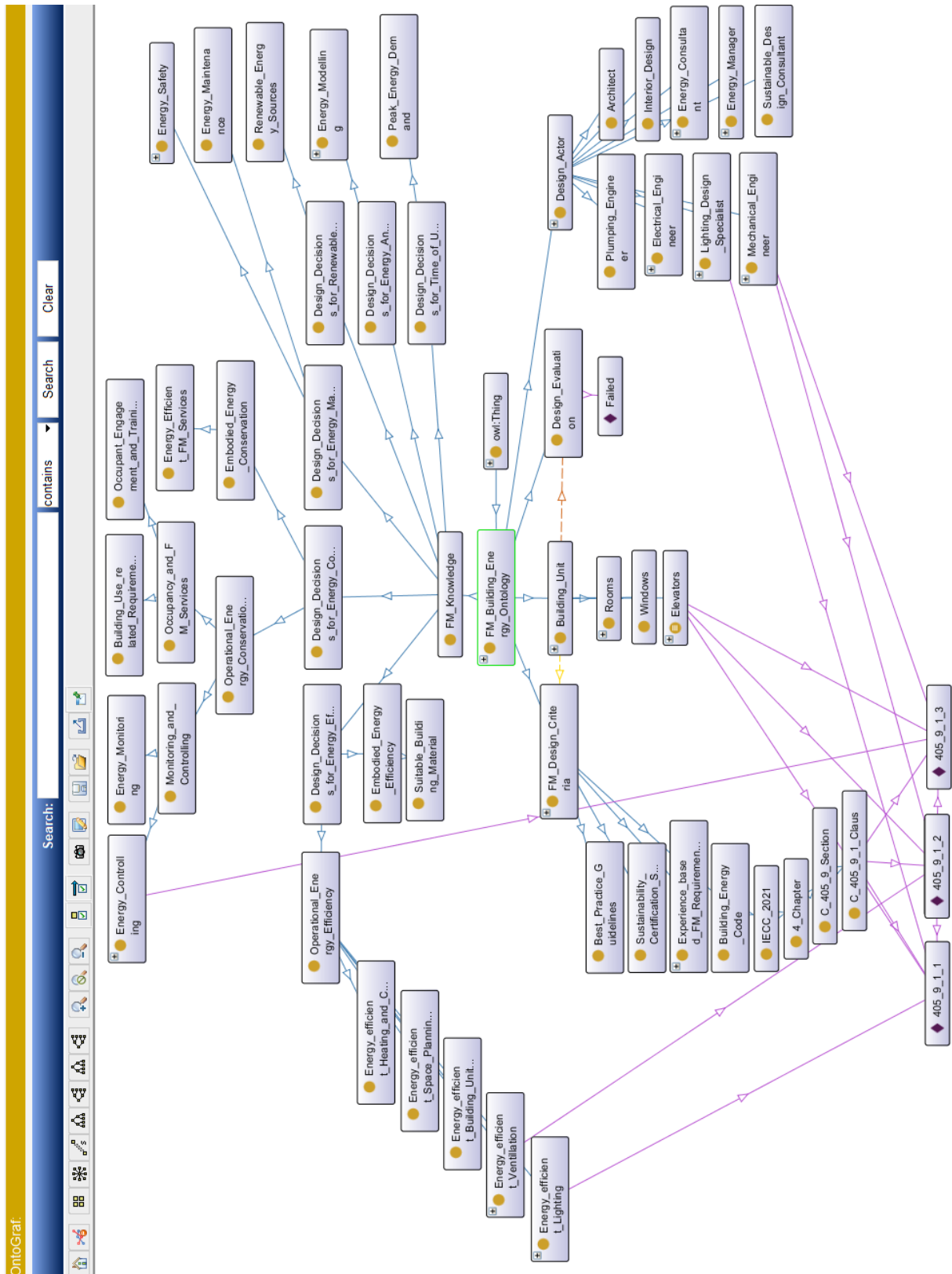


Figure 2. FM Domain Ontology in a Heavyweight Form, visualized by the OntoGraph Ontology Visualisation Tool in Protégé.

6. Discussion and Outlook

The primary objective of this paper section is to explore and elucidate the advantages offered by the proposed FM domain ontology, specifically concerning its role in facilitating the implementation of FM best practice guidelines in buildings' energy performance domain.

Within this discussion, Section 2.1 serves as the central starting point, comprehensively elucidating the principal barriers hindering the effective implementation of FM best practice guidelines. Considering these insights, the authors firmly contend that the utilization of the proposed heavyweight FM domain ontology has the potential to effectively overcome all these barriers in future endeavors.

One of the identified barriers pertains to the vast dispersion of FM best practice guidelines. The proposed heavyweight FM domain ontology can address this challenge by establishing a comprehensive and unified classification system encompassing all types of buildings' energy performance and FM-related guidelines, standards, and legally binding building energy codes. Its foundation on the Semantic Web Technology stack enhances the reliable identification and utilization of the most recent versions of FM guidelines. Consequently, the envisioned heavyweight FM domain ontology could serve as a valuable semi-legal FM knowledge base, open to future integration with the Web, thereby extending its accessibility and utility.

Furthermore, the FM domain ontology effectively tackles the second identified barrier by explicitly defining the diverse levels of legality associated with each document within the FM Criteria class (depicted in green in Fig. 1). It also addresses the involvement of various disciplinary stakeholders through the Design Actor class (depicted in blue in Fig. 1). Due to these classifications, the FM domain ontology streamlines the implementation of FM best practice guidelines by navigating challenges posed by varying levels of legality and diverse disciplinary responsibilities.

In addition to the mentioned benefits, the proposed heavyweight FM domain ontology holds the potential for rule-based reasoning using the Semantic Web Rule Language. This capacity enables the ontology to accommodate logical and computable rules that embody FM criteria categorized within it. As a result, these logically translated FM criteria, stored within the ontology, can play a crucial role in enhancing the accurate interpretation and code-compliance checking of FM guidelines in the future.

As a result, the proposed heavyweight FM domain ontology represents a valuable semi-legal and computable knowledge base that significantly bolsters the efforts of design experts and FM practitioners in implementing FM best practice guidelines for buildings' energy performance. In addition, integrating this ontology with BIM and semantically linking BIM Models to it, a cohesive and comprehensive knowledge repository can be formed. This integrated approach fosters seamless collaboration between specific and general FM knowledge, fortifying the successful adoption of FM best practice guidelines in the context of buildings' energy performance.

7. Conclusion

The effective implementation of energy-efficiency-related FM best practice guidelines is crucial in both early building design decisions and FM executions to address the buildings' energy performance gap. However, currently, incorporating these written documents into the daily work of design experts and FM practitioners remains more of an exception than a standard practice.

To address this persistent challenge, the present research has diligently identified the primary barriers and explored state-of-the-art solutions to facilitate successful implementation. The authors firmly believe that the development and implementation of a specialized FM domain ontology, serving as an advanced approach to codify and store FM domain knowledge, hold the key to overcoming these barriers.

As a solution, this paper introduces an FM domain ontology functioning as a classification system that systematically organizes and stores FM criteria for future use. Initially created in a lightweight form, the ontology was subsequently modeled into a heavyweight version with the aid of the open-source ontology editor tool, Protégé. This envisioned ontology, is poised to evolve into a semi-legal and computable knowledge base, providing substantive information for FM and building design experts concerning diverse, energy performance-related FM criteria. Leveraging the advantages of this advanced knowledge representation, the implementation of FM best practice guidelines can be significantly enhanced, thereby closing the buildings' energy performance gap.

To prove these statements, the practical implementation of the specialized FM domain ontology has been thoroughly demonstrated in Besenyői (2022), which scientific research should be seen as an extended version of the present paper.



8. References

- Adewunmi YA, Alister A, Phooko B and Nokukhanya T. Y.A. 2019 “Energy efficiency practices in facilities management in Johannesburg”. In: *Journal of Facilities Management* 17.4 pp. 331–343. doi: 10.1108/JFM-11-2018-0067.
- Adewunmi YA, Omirin M and Koleoso H 2012 “Developing a sustainable approach to corporate FM in Nigeria”. In: *Facilities* 30.9 pp. 350–373. doi: 10.1108/02632771211235206.
- Besenyői ZS 2022 Towards a BIM-supported facility management knowledge management system for energy efficient building operations by rule-based code compliance checking. PhD Dissertation, Technical University of Berlin.
- Besenyői ZS, Krämer M 2021 “Towards the Establishment of a BIM-supported FM Knowledge Management System for Energy Efficient Building Operations”. In: *Proceedings of the 38th International Conference of CIB W78, Luxembourg*. Hg. von CIBW78 – LDAC Conference 2021. Luxembourg: 2021, S. 194-203.
- Chungoora N, Canciglieri O and Young RIM 2010 “Towards expressive ontology-based approaches to manufacturing knowledge representation and sharing”. In: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 23.12 pp. 1059–1070. doi: 10.1080/0951192X.2010.518976.
- Corcho O 2006 “Ontology based document annotation: trends and open research problems”. In: *International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies* 1.1 p. 47. doi: 10.1504/IJMSO.2006.008769.
- Cox S 2016 *Building Energy Codes: Policy Overview and Good Practices*. National Renewable Energy Lab, Golden, CO, United States.
- Cozzi L, Gould T, Bouckart S, Crow D, Kim TY, Mcglade C, Olejarnik P, Wanner B, Wetzel D. 2020 *World Energy Outlook 2020*.
- Ding LY, Zhong BT, Wu S and Luo HB 2016 “Construction risk knowledge management in BIM using ontology and semantic web technology”. In: *Safety Science* 87 pp. 202–213. doi: 10.1016/j.ssci.2016.04.008.
- Eid AS and GamaleEddin M 2019 “An Automated BIM-Embedded Approach for Rule-based Checking for Green Building Design in Egypt” In: *International Conference on Advances in Structural and Geotechnical Engineering 25-28 March Hurghada, Egypt*.
- El Asri H, Jebbor F and Benhlima, L 2021 „Building a Domain Ontology for the Construction Industry: Towards Knowledge Sharing” In: Motahir, S., Bossoufi, B. (eds) *Digital Technologies and Applications. ICDDTA 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 211 Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-73882-2_97.
- Frank OL, Omer SA, Riffat SB and Mempoou B. O.L. 2015 “The indispensability of good operation & maintenance (O&M) manuals in the operation and maintenance of low carbon buildings” In: *Sustainable Cities and Society* 14 pp. 1–9. doi: 10.1016/j.scs.2014.06.002.



- Gomez-Perez A, Fernandez-Lopez M. and Corcho O 2004 Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management Advanced information and knowledge processing. London: Springer-Verlag London, 2004.
- Gram-Hanssen K, Georg S, Christiansen ET, Heiselberg PK 2017 “How building regulations ignore the use of buildings, what that means for energy consumption and what to do about it.” In: Proc. ECEEE Summer Study. Vol. European Council for an Energy Efficient Economy, pp. 2095–2104.
- Gruber TR 1993 “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications” In: Knowledge acquisition 5.2 pp. 199–220. doi: 10.1006/knac.1993.1008
- Gulkis A 2009 “The Energy Pyramid: The best path to lasting energy savings” In: Journal of Soil and Water Conservation 64.5 doi: 10.2489/jswc.64.5.143A.
- Hamburg A, Kuusk K, Mikola A and Kalamees T 2019 “Realisation of energy performance targets of an old apartment building renovated to nZEB”. In: Energy 194 p. 116874. doi: 10.1016/j.energy.2019.116874.
- IEA 2019 The Critical Role of Buildings. Tech. rep. url: <https://www.iea.org/reports/the-critical-role-of-buildings>.
- Jensen PA 2008 “Integration of consideration for facilities management in design” In: Design Management in the Architectural Engineering and Construction Sector: CIB W096 Architectural Management & TG49 Architectural Engineering pp. 191–199.
- Jensen PA 2009 “Design Integration of Facilities Management: A Challenge of Knowledge Transfer”. In: Architectural Engineering and Design Management 5 pp. 124–135.
- Jensen PA 2012 “Knowledge transfer from facilities management to building projects: A typology of transfer mechanisms”. In: Architectural Engineering and Design Management 8.3 pp. 170–179. doi: 10.1080/17452007.2012.669131.
- Jensen PA and Chatzilazarou S 2017 “Knowledge Transfer from Building Operation to Construction”. In: EuroFM’s 16th Research Symposium EFMC 2017. Ed. by S. Balslev Nielsen, P.A. Jensen, and R. Brinkø. Polyteknisk Boghandel og Forlag, 2017, pp. 66–77.
- Jensen PA, Rasmussen HL and Chatzilazarou S. 2019 “Knowledge transfer between building operation and building projects”. In: Journal of Facilities Management 17.2 pp. 208–219. doi: 10.1108/JFM-05-2018-0030.
- Jiang S, Wang N and Wu J 2018 “Combining BIM and Ontology to Facilitate Intelligent Green Building Evaluation” In: Journal of Computing in Civil Engineering 32.5 p. 04018039. doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000786.
- Liang J, Qiu Y and Hu M. J 2019 “Mind the energy performance gap: Evidence from green commercial buildings”. In: Resources, Conservation and Recycling 141 pp. 364–377. doi: 10.1016/j.resconrec.2018.10.021.

- Liu X, Li Z and Jiang S. Ontology-based representation and reasoning in building construction cost estimation in China In: Future Internet 3.8 p.39.
- Maier R 2007 Knowledge management systems: information and communication technologies for knowledge management. 3rd ed. Berlin: Springer.
- Matkar R and Parab A 2010 "Ontology based expert systems – replication of human learning." In: Thinkquest Ed. by S. J. Pise. New Delhi: Springer India, 2011, pp. 43–47.
- Min Z, Morgenstren P and Marjanovic-Halburd L 2016 "Facilities management added value in closing the energy performance gap". In: International Journal of Sustainable Built Environment 5.2, pp. 197–209. doi: 10.1016/j.ijsbe.2016.06.004.
- Noy NF and McGuinness DL 2001 Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology.
- O'Dell C, Grayson CJ and Essaides N 1998 If Only We Knew What We Know: The Transfer of Internal Knowledge and Best Practices. New York. NY, USA: Simon and Schuster.
- Ontology Engineering Group 2015a Energy and Resource Information Ontology.
<http://smartcity.linkeddata.es/ontologies/www.auto.tuwien.ac.at/downloadsthinkhomeontologyEnergyResourceOntology.owl.html>.
- Ontology Engineering Group 2015b User Behaviour and Building Process Information Ontology
<http://smartcity.linkeddata.es/ontologies/www.auto.tuwien.ac.at/downloadsthinkhomeontologyProcessOntology.owl.html>.
- Rasmussen HL, Jensen PA and Gregg JS 2017 "Transferring Knowledge from Building Operation to Design: A literature review". In: Proc. CIB World Congress 2017. Salford, UK, Sept. 2017, pp. 645–655.
- Sattar A 2020 "Comparative Analysis of Methodologies for Domain Ontology Development: A Systematic Review". In: International Journal of Advanced Computer Science and Applications 11.5 doi: 10.14569 / IJACSA.2020.0110515.
- Stanford University Protege 2022. url: <https://protege.stanford.edu/>.
- Støre-Valen M and Buser M 2019 "Implementing sustainable facility management: Challenges and barriers encountered by Scandinavian FM practitioners". In: Facilities 37.10 pp. 550–570. doi: 10.1108/F-01-2018-0013.
- Tan X, Hammad A and Fazio P 2010 "Automated Code Compliance Checking for Building Envelope Design". In: Journal of Computing in Civil Engineering 24.2 pp. 203–211. doi: 10.1061/(ASCE)0887-3801(2010)24:2(203).
- Zou PXW, Xu X, Sanjayan J and Wang J. 2018 "Review of 10 years research on building energy performance gap: Life-cycle and stakeholder perspectives" In: Energy and Buildings 178 pp. 165–181. doi: 10.1016/j.enbuild.2018.08.040.

Sustaining Green: Quality Improvement of Green Infrastructure in Residential Facilities through Effective Maintenance and Resident Participation

M. Gräf¹, R. Stangl¹, I. Zluwa², D. Allerstorfer³

¹*Institute of Soil Bioengineering and Landscape Construction, University of Life Sciences Vienna, Austria*

²*GRÜNSTATTGRAU, Research- and Innovation GmbH*

³*Tatwort – nachhaltige Projekte GmbH*

Abstract

The integration of green infrastructure (GI), such as green roofs, green facades, and tree plantings, is increasingly recognized as an effective approach to mitigate the negative effects of climate change, particularly the urban heat island effect. However, in addition to initial investment costs, ongoing maintenance efforts are imperative to ensure the vitality of GI, necessitating continuous expenditures. While these costs are often viewed negatively, they are essential to maintaining the multifunctionality of GI. In response to this challenge, we piloted a resident participation project and offered comprehensive maintenance instructions addressing various GI types and different maintenance levels, in order to involve resident laymen. Additionally, we differentiated between professional green space management and amateur practices, to foster a bottom-up approach that actively engages residents. Lastly, we evaluated different incentives such as financial and social aspects, knowledge acquisition, nature experience, aesthetical improvement and private gardening. By prioritizing the integration, maintenance, and development of green spaces through effective guidelines and measures, urban areas can create sustainable and vibrant environments that mitigate climate change impacts and enhance the well-being of residents.

Keywords:

Green Infrastructure, Maintenance, Urban Heat Island Mitigation, Urban green spaces, Sustainability



1. Introduction

GI provide a wide range of ecosystem services, from mitigating the urban heat island effect and flooding's to food production, and are therefore seen as a valuable tool for creating resilient cities. According to Gaffin et al. (2012) GI in urban settings comprise a wide range of components and typologies. These include planar areas like urban forests and parks, linear features such as street trees or seepage basins, and stepping stone corridors that consist of gardens, terraces, balconies, green roofs, and green façades. Public GI commonly manifests in various forms, including roadside verges and trees, public parks and commonages, greenbelts, as well as gardens linked to public institutions such as hospitals, police stations, museums, schools, and other local and provincial departments (Gwedla and Shackleton 2015). Vegetation serves as the core component of GI, offering a diverse range of services such as air filtering, noise reduction, light diffusion, shade, cooling, balanced energy and water cycles, and wildlife habitats (Pitman et al. 2015). Moreover, GI in proximity to buildings fulfils various functions, providing recreational spaces like lawns and playgrounds, serving technical purposes such as shade provision, wind protection, and erosion control, contributing to aesthetics, supporting ecological well-being, and even yielding economic benefits such as increased property value (Angelo 2019). In order to maximize the benefits provided by GI, it is imperative to ensure their functionality and maintain high standards of quality (Fongar et al. 2019). Consequently, sustaining the multifaceted functions of GI after installation necessitates the implementation of appropriate maintenance measures (Immitzer et al. 2020). These measures not only ensure the continued provision of numerous ecosystem services but also safeguard the inherent monetary value associated with GI. Inadequate resource allocation for maintenance compounds the challenges posed by the increasing urban density and incorporation of green spaces in building projects (Lindholst et al. 2018).

The primary obstacle to maintaining the quality of green spaces is consistently reported to be inadequate budgets (King and Shackleton 2020). Even with the addition of new GI, there is typically no proportional increase in budget allocation, and the potential consequences of neglecting open space maintenance remain uncertain. It is expected that maintaining quality in green spaces will progressively become more difficult (Fongar et al. 2019). The maintenance of GI is often overlooked in many cities due to the urgent requirements for grey infrastructure development and services resulting

from rapid urbanization and financial constraints (Xu et al. 2011; Lindley et al. 2018; King and Shackleton 2020). Nevertheless, a mounting body of evidence suggests that ample and well-maintained GI can substantially aid in mitigating and alleviating the sustainability challenges confronted by urban planners and authorities (Jennings et al. 2016; Zhou et al. 2017).

Several cost-benefit studies have shown that the advantages derived from urban trees as part of urban GI surpass the associated costs by a factor of 2 to 5 (Song et al. 2018). However, many of these benefits do not translate into direct financial returns for the property owners, while the costs incurred represent tangible monetary expenditures. Allocating adequate budgets is essential to cover expenses such as employee wages, vehicle and equipment costs, and ongoing operational expenses required for establishing and maintaining public GI. Unfortunately, these costs are often perceived as a drawback (Qiao and Randrup 2022). Despite their fundamental role in creating attractive, valued, sustainable, and economically viable environments, GI suffer from compromised quality due to insufficient management (Dempsey and Smith 2014).

The responsibility for maintenance measures varies depending on the ownership, with either the public or private sector assuming the role (King and Shackleton 2020). Apart from maintaining private gardens and public green structures, there is a diverse array of GI that often rely on the involvement of external companies to carry out the required maintenance tasks. Most commonly, the responsibility and management of GI are integral components of the facility management (FM). Those entail the utilization of legal, technical, economical, and organizational instruments to facilitate dynamic maintenance of the open space and their structures.

Strategic management of GI involves the implementation of a maintenance concept accompanied by continuous adaptations (Jansson and Lindgren 2012). The objective of maintenance management is to cultivate a healthy and resilient plant population, enabling the attainment of predefined greening goals such as desired growth, extent of coverage, shading, cooling effects and aesthetics. At the operational level, it is crucial to professionally execute the required green space management activities through specialized companies or service providers (Randrup et al. 2017). Insufficient funding is a major challenge in maintaining quality green spaces, and this issue is exacerbated by the anticipated increase in tasks due to the growing number of GI to manage, leading to a future dilemma (Fongar et al. 2019). As the number of GI

typologies within an area to be maintained expands, the corresponding maintenance effort increase. Consequently, the maintenance required for a lawn alone would be less demanding compared to the upkeep of additional components like a green roof or a green façade (Langeveld et al. 2022). The maintenance of GI not only plays a role in environmental preservation but also serves as a source of employment for skilled and unskilled workers across the public and private sectors (King and Shackleton 2020).

Based on the aforementioned challenges, this article aims to address the following areas: (1) establishing maintenance levels that align with the required care and desired target state, (2) providing general maintenance instructions for different types of GI, (3) offering customized lawn care strategies based on specific lawn types, (4) differentiating between professional green space maintenance and amateur practices, and (5) exploring incentives for resident participation for the maintenance of GI. The here reported findings were elaborated by the authors in the project Care4GREEN based on an exhaustive literature research on care and maintenance practices. For the literature search, we primarily utilized the databases PubMed and Google Scholar, using a combination of keywords such as 'maintenance of green infrastructures,' 'green infrastructure management,' 'urban green space upkeep,' 'sustainable landscaping,' and 'resident participation in maintenance.' Additionally, a workshop series was developed and carried out to involve and instruct housing residents in GI maintenance. During these joint interactions guided discussions were conducted to gain insights into residents' perceptions and willingness to participate in care activities and to derive guidelines for incentivization. By delving into these key aspects, we aim to contribute to the understanding and implementation of effective maintenance practices in the realm of green spaces and GI.

2. Maintenance measures and categorization

To effectively implement maintenance measures for GI, it is essential to possess the necessary knowledge and effectively organize activities based on seasonal considerations. Ideally, the appropriate maintenance concept is already considered in the planning process. This concerns the accessibility of the greened areas, the consideration of safety aspects during the specific working procedures (equally valid for specialist and laymen personnel) as well as the use of easy to care systems and open communication about the expected works. To evaluate the quality and scope of maintenance measures, it is feasible to establish specific categories for each type of

GI. Maintenance categories for GI were developed based on the works of Niesel (2006) and Knoll and Dopheide (2018), as illustrated in Table 1. Based on specific requirements and needs four maintenance levels, ranging from Level I (maximum) to Level IV (minimum) are differentiated. While Level I necessitate almost daily maintenance measures, Level II requires weekly attention, Level III requires monthly care, and the lowest Level IV, is typically sufficient with maintenance once or twice a year. It is noted that the aesthetic quality of the green space improves with each level ranking higher from minimum to maximum.















Table 1: Maintenance level ranking with maintenance frequency or intensity of GI (own development 2021, based on Niesel (2006), Knoll and Dopheide (2018)).

Intensity	Maintenance level	Frequency	Tasks
Maximum maintenance	Level I: High-quality, diverse, representative green spaces.	Daily tasks	Small-scale maintenance work, tying and directing shoots, removing withered plants, mowing lawn.
High maintenance	Level II: Green areas of higher standard and lower diversity.	Weekly tasks	Fertilizing, mulching, plant protection, transplanting, pruning.
Moderate – maintenance	Level III: Ordinary green area of average standard.	Monthly tasks	Only necessary pruning measures.
Low – minimum maintenance	Level IV: Simple-design, near-natural areas, extensively maintained green areas or near-natural green and biodiversity areas.	1-2 times a year (or case-by-case care assignments as needed)	Rudimentary maintenance measures depending on use and environment such as weeding and mowing.

After the greening is installed, the initial focus is on establishment, which aims to achieve the desired condition of the vegetation. These measures, referred to as completion maintenance are crucial for the continuous growth and progress of the greening (ÖNORM L 1120). It is worth noting that during the first year, the (commissioned) landscaper typically assumes responsibility for the maintenance tasks. Subsequently, the maintenance responsibilities may be transferred to other parties depending on the specific arrangements. This phase of development care is crucial in terms of establishing a vital and healthy adult habitus specifically for trees

and woody species, to avoid damage due to catch-up and missing trimming towards target structures (ÖNORM L 1120). Once the target condition of the greening is attained, fulfilling the desired function and (ecosystem) services, long-term maintenance becomes essential. Table 2 provides a list of maintenance tasks that are recommended for regular implementation in both general green spaces and for specific GI. Although there may be additional site-specific maintenance measures based on the GI typology or specific location, Table 2 covers the majority of essential works. With regular maintenance, the green space can develop optimally and the vitality of the plants can be increased. Work routines that usually occur are:

Table 2: General maintenance measures for green spaces, which should be carried out at regular intervals.

<i>Symbol</i>	<i>Maintenance measure</i>	<i>Symbol</i>	<i>Maintenance measure</i>
	Mowing the lawn		Irrigating
	Lawn scarifying and aerifying		Checking functionality of automatic irrigation
	Sowing, reseeding		Adjusting watering schedules
	Fertilizing		Biological plant protection
	Mulching		Removing of unwanted pest plants
	Removing autumn leaves		Winter protection for species sensitive to frost
	Pruning, trimming shoots		Replanting

3. Lawn care strategies based on lawn typologies

This section focuses on the maintenance measures of various lawn typologies based on their unique characteristics and requirements within the field of green space maintenance, according to the maintenance levels described in Sec. 2. Lawns play a crucial role in enhancing the aesthetic appeal and functionality of residential and public areas. Table 3 provides an overview of different lawn types, arranged in the order of maintenance requirements, mowing intervals, and cutting heights. We address

ornamental lawn, known for its meticulous care, and progress to include durable turfs, utility lawns, and near-natural meadows.

Table 3. Maintenance requirements for different types of lawns.

Type of lawn	Maintenance measure	Mowing interval	Intensity
Ornamental lawn	Mowing (cutting height ~3 cm), fertilizing, sprinkling, removing unwanted growth, aerifying, scarifying, removing leaves, reseeding	40-60 times/year with cutting height 6 cm, average growth height.	Maximum maintenance
Hardwearing utility lawn	Mowing (cutting height 3-5 cm), fertilizing, sprinkling, aerifying, scarifying, removing leaves, reseeding	15-25 times/year with cutting height 8 cm, average growth height.	High maintenance
Utility lawn	Mowing (cutting height 3-8 cm), fertilizing, sprinkling, aerifying, scarifying, removing leaves, reseeding	6-20 times/year with cutting height 15 cm, average growth height.	Moderate maintenance
Meadow (landscape lawn, flower meadow)	Mowing (cutting height 5-12 cm), fertilizing if necessary	1-3 times/year.	Low to minimum maintenance

According to the maintenance intensity of lawns, activities such as mowing are required on a regular basis during the vegetation period. In the case of unused open spaces, individual areas should also be managed as low-maintenance, species-rich flower meadows to increase biodiversity, which then only need to be mowed 1-3 times a year. To ensure the long-term vitality of lawns, additional maintenance measures are essential beyond regular mowing. Over time, stressed lawns can become compacted and develop thatch, which can result in water disbalance, in a shift in grass species and an increase in surface weeds. Mechanical techniques like scarifying and aerifying, followed by sanding, help rejuvenate the lawn and are typically performed 1-2 times per year. These measures promote a healthier and more resilient lawn. Stimulating soil life and improving soil structure can be achieved by enriching humus or adding compost. Supplementing nutrients can be done through the application of organic

fertilizers, typically two to three times a year. Nitrogen-emphasized fertilizers are recommended in March/April and June, while potash-emphasized fertilizers are suitable for the fall season. To manage maintenance efforts effectively, selecting the appropriate lawn types and mowing intervals is crucial. A utility lawn with a natural mix of herbs is often the recommended choice for various applications. It is beneficial to tolerate certain herb species such as *Bellis perennis*, *Achillea millefolium*, *Ajuga reptans*, *Glechoma hederacea*, *Prunella vulgaris*, *Plantago* sp., and *Trifolium* sp. These herb species are specifically tread-resistant and contribute to the ecological diversity and resilience of the lawn, enhancing its overall health and aesthetic appeal.

4. Differentiating professional green space maintenance from amateur practice

Section 4 delves into the critical aspect of maintenance, examining the distinction between professional maintenance practices and amateur efforts. It explores the specific tasks that require professional expertise, considering legal, technical, and safety aspects. Notably, activities such as tree safety inspections and subsequent care work aimed at ensuring traffic safety demand the skills and knowledge of professionals. These tasks encompass the removal of dead wood and the establishment of sufficient clearance profiles. However, this section also acknowledges the role of residents in contributing to maintenance efforts, as they can actively engage in activities like watering, fertilizing, and pruning small branches. By elaborating on the distinction between professional and amateur maintenance practices, this section aims to establish effective strategies for sustaining green spaces and GI.

When undertaking work on unsecured areas such as green roofs lacking permanent fall protection, or in elevated and difficult-to-access locations, special precautions and safety techniques must be taken to mitigate the risk of falls. These specific tasks should be assigned to specialized companies capable of implementing the necessary safety measures. The same principle applies to the maintenance of vertical greening structures, whether they consist of climbing plants or advanced green wall systems. Hence, it is essential that these tasks are exclusively performed by trained professionals. In addition to greenery maintenance work, it is crucial to prioritize the cleanliness and safety of paved areas and paths, especially in winter. This includes providing services such as snow removal and gritting to ensure safe and accessible use of these areas. Since these tasks are usually carried out by machines, especially

in the case of larger areas, and liability issues can also arise due to the legal obligations, these activities should be contracted to service providers.

Table 4: Green maintenance tasks requiring professional expertise

<i>Task</i>	<i>Description</i>
Pruning above head height	Pruning measures performed at heights that are not accessible by regular means.
Tree appraisals and inspections for safety reasons	Assessing and inspecting woody plants to ensure they do not pose a hazard to people and facilities.
Maintenance of difficult-to-access greenery	Managing greenery in challenging locations using specialized equipment and techniques.
Control and upkeep of technical facilities	Monitoring and maintaining complex technical systems like irrigation and lighting.
Winter maintenance and cleaning of paved areas and paths	Ensuring safe and clean conditions on paved surfaces and pathways during the winter.

5. Maintenance strategies for GI: Incentives for resident participation

Usually, the maintenance of open spaces in multi-story residential buildings is outsourced to external service providers, who then maintain the green spaces according to the agreed scope of services. The apparent control of the vegetation can only take place during the actual maintenance work. Spontaneous action in the event of lack of water, for example, is often not possible. However, residents can act quickly through the use and daily visual inspection of their free space and, with the appropriate knowledge, take over many of the otherwise outsourced maintenance activities. It's worth noting that the motivation for resident involvement in these activities may vary depending on whether they rent or own a condominium or similar housing unit (King and Shackleton 2020). In particular, maintenance work such as lawn care, watering, small-scale pruning measures (from the ground), removal of autumn leaves can be taken over by residents. The prerequisite for this is a well-organized communication between the participants and the building managers, as well as appropriate tools and equipment needed to carry out the work. Understanding the motivation factors related to renting or ownership can help tailor the approach to encourage resident participation effectively. Residents of housing projects should be incentivized to participate in the maintenance of community green spaces. The residential green spaces can be

transformed into high-quality, species-rich, climate-sensitive and socially valuable areas in a cost-efficient way through regular monitoring and constant interventions. Figure 1 illustrates several incentives for the participation of residents in maintenance activities of GI which were identified during the course of the project.

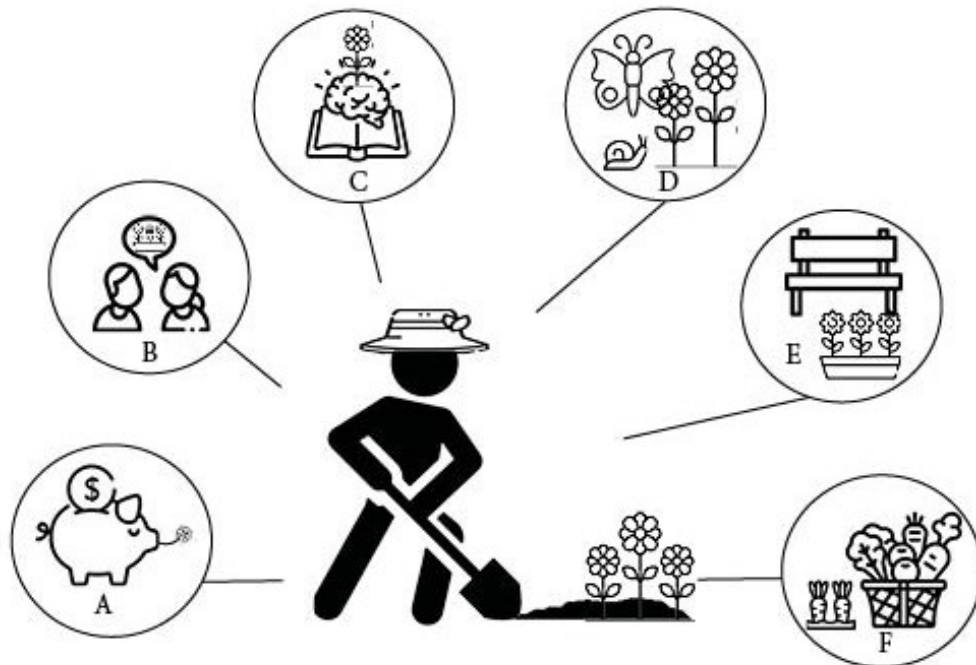


Figure 1. Incentives for the participation of residents in maintenance activities of GI: (A) Financial aspects, (B) Social interaction, (C) Knowledge acquisition, (D) Nature experience, (E) Aesthetical improvements and wellbeing, (F) Private gardening. (Graphic by I. Zluwa and M. Gräf with icons from flaticon.com created by Freepik, Premium, Smashicon, GoodWare, Icongeek26, rismaars, Eucalyp and Arenagraphics).

A: Financial aspects: A reduction in operating costs, which positively impacts all residents, can be achieved when the maintenance activities performed by residents result in actual savings by reducing the services provided by professionals. However, it is not possible to allocate the saved costs to individuals performing the maintenance, as this would require contractual agreements with each person involved. In practice, we observed that the long-term commitment of residents to maintenance activities did not meet our initial expectations. This observation led us to conclude that the likelihood of achieving substantial cost savings through resident participation was less certain than we initially anticipated.

B: Sense of community/social interaction: In housing communities where many individuals have shown interest in gardening within their premises, engaging in gardening activities has been seen as a great motivator for socializing and connecting with neighbors.

C: Knowledge acquisition/guidance: By engaging in maintenance activities and receiving initial guidance from professionals, residents can expand their gardening and botanical knowledge. Additionally, providing specific information about upcoming maintenance tasks in the communal green space throughout the year can further enhance residents' understanding and involvement.

D: Nature experience/enjoyment of gardening: The pleasure derived from gardening activities and spending time in nature is perceived positively by residents involved and serves as a motivator to participate in maintenance tasks.

E: Aesthetical improvement and wellbeing: For many involved, the motivation to participate in maintenance activities results from the desire to improve and beautify one's own living environment. Personal engagement provides opportunities to represent own interests, to participate in decision making and to enforce individual preferences. Additional social value is added by spending time in green spaces and engaging with plants, which has positive effects on well-being, psyche, and health (Houlden et al. 2018; Reinwald et al. 2021).

F: Private gardening: Increasing interest for the cultivation of herbs, vegetables, and ornamental plants in urban settings leads to residents' involvement of maintenance measures.

6. Conclusion

GI play a vital role in creating resilient and sustainable cities by providing a wide range of ecosystem services. Vegetation serves as the core component of GI, offering benefits such as air filtering, noise reduction, and wildlife habitats. However, to ensure the continued provision of these benefits, appropriate ongoing and long-term maintenance measures are crucial (Wang et al. 2020). Inadequate budgets and management challenges often hinder the maintenance of green spaces, posing a significant obstacle to their quality and functionality. Allocating sufficient resources is essential to cover expenses and maintain the inherent value associated with GI. Specific tasks such as tree safety inspections and the maintenance of difficult-to-access greenery require professional expertise, while involving residents in simple, lower level maintenance activities can enhance community engagement and contribute to the upkeep of green spaces. By implementing comprehensive maintenance concepts, accompanied by continuous adaptations, GI can be effectively managed to

create high-quality and socially valuable green spaces. The activation of residents to participate in maintenance activities of GI is likely to have limited effectiveness in reducing maintenance costs; however, it significantly enhances the quality in terms of biodiversity, plant vitality, and aesthetic value. Lastly, residents' involvement in maintenance activities increases their identification with the green space, which, in turn, has positive effects on the overall sense of community within the housing complex.

The article was written in the course of the research project "Care4GREEN", funded by the Climate and Energy Fund in the program "Smart Cities Demo - Boosting Urban Innovation 2020".

7. References

Angelo, Hillary (2019): Added value? Denaturalizing the “good” of urban greening. In *Geography Compass* 13 (8). DOI: 10.1111/gec3.12459.

Dempsey, N.; Smith, H. (2014): Understanding place-keeping of open space.

Fongar, Claudia; Randrup, Thomas B.; Wiström, Björn; Solfeld, Ingjerd (2019): Public urban green space management in Norwegian municipalities: A managers' perspective on place-keeping. In *Urban Forestry & Urban Greening* 44, p. 126438. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126438.

Gaffin, Stuart R.; Rosenzweig, Cynthia; Kong, Angela Y. Y. (2012): Adapting to climate change through urban green infrastructure. In *Nature Clim Change* 2 (10), p. 704. DOI: 10.1038/nclimate1685.

ÖNORM L 1120: Gartengestaltung und Landschaftsbau - Grünflächenpflege, Grünflächenerhaltung.

Gwedla, Nanamhla; Shackleton, Charlie M. (2015): The development visions and attitudes towards urban forestry of officials responsible for greening in South African towns. In *Land Use Policy* 42, pp. 17–26. DOI: 10.1016/j.landusepol.2014.07.004.

Houlden, Victoria; Weich, Scott; Porto de Albuquerque, João; Jarvis, Stephen; Rees, Karen (2018): The relationship between greenspace and the mental wellbeing of adults: A systematic review. In *PloS one* 13 (9), e0203000. DOI: 10.1371/journal.pone.0203000.

Immitzer, M.; Gräf, M.; Heitzlhofer, T.; Lederbauer, S.; Kampen, M.; Minixhofer, P. et al. (2020): Drohnen und Robotik für effizientes Monitoring und Pflegemanagement. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. In Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

Jansson, Märit; Lindgren, Therese (2012): A review of the concept ‘management’ in relation to urban landscapes and green spaces: Toward a holistic understanding. In *Urban Forestry & Urban Greening* 11 (2), pp. 139–145. DOI: 10.1016/j.ufug.2012.01.004.



- Jennings, Viniece; Larson, Lincoln; Yun, Jessica (2016): Advancing Sustainability through Urban Green Space: Cultural Ecosystem Services, Equity, and Social Determinants of Health. In *International journal of environmental research and public health* 13 (2), p. 196. DOI: 10.3390/ijerph13020196.
- King, A.; Shackleton, C. M. (2020): Maintenance of public and private urban green infrastructure provides significant employment in Eastern Cape towns, South Africa. In *Urban Forestry & Urban Greening* 54, p. 126740. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126740.
- Knoll, B.; Dopheide, R. (2018): Prinzipien für eine naturnahe, qualitätsvolle Gestaltung und Pflege von Freiräumen im großvolumigen Wohnbau. Empfehlungen für Bauträger und Hausverwaltungen.
- Langeveld, Jeroen G.; Cherqui, Frédéric; Tscheikner-Gratl, Franz; Muthanna, Tone Merete; Juarez, Marina Fernandez-Delgado; Leitão, Joao P. et al. (2022): Asset management for blue-green infrastructures: a scoping review. In *Blue-Green Systems* 4 (2), pp. 272–290. DOI: 10.2166/bgs.2022.019.
- Lindholm, Andrej Christian; Hansen, Morten Balle; Randrup, Thomas Barfoed; Persson, Bengt; Kristoffersson, Anders (2018): The many outcomes from contracting out: The voice of public managers. In *Environment and Planning C: Politics and Space* 36 (6), pp. 1046–1067. DOI: 10.1177/2399654417733992.
- Lindley, Sarah; Pauleit, Stephan; Yeshitela, Kumelachew; Cilliers, Sarel; Shackleton, Charlie (2018): Rethinking urban green infrastructure and ecosystem services from the perspective of sub-Saharan African cities. In *Landscape and Urban Planning* 180, pp. 328–338. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2018.08.016.
- Niesel, A. (2006): Grünflächen-Pflegemanagement. Dynamische Pflege von Grün: Ulmer.
- Pitman, Sheryn D.; Daniels, Christopher B.; Ely, Martin E. (2015): Green infrastructure as life support: urban nature and climate change. In *Transactions of the Royal Society of South Australia* 139 (1), pp. 97–112. DOI: 10.1080/03721426.2015.1035219.
- Qiao, Xiu-Juan; Randrup, Thomas B. (2022): Willingness to Pay for the Maintenance of Green Infrastructure in Six Chinese Pilot Sponge Cities. In *Water* 14 (3), p. 428. DOI: 10.3390/w14030428.
- Randrup, Thomas B.; Östberg, Johan; Wiström, Björn (2017): Swedish green space management – The managers perspective. In *Urban Forestry & Urban Greening* 28, pp. 103–109. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.10.001.
- Reinwald, Florian; Haluza, Daniela; Pitha, Ulrike; Stangl, Rosemarie (2021): Urban Green Infrastructure and Green Open Spaces: An Issue of Social Fairness in Times of COVID-19 Crisis. In *Sustainability* 13 (19), p. 10606. DOI: 10.3390/su131910606.
- Song, Xiao Ping; Tan, Puay Yok; Edwards, Peter; Richards, Daniel (2018): The economic benefits and costs of trees in urban forest stewardship: A systematic review. In *Urban Forestry & Urban Greening* 29, pp. 162–170. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.11.017.

- Wang, Yafei; Ni, Zhuobiao; Hu, Mengmeng; Li, Jing; Wang, Yue; Lu, Zhongming et al. (2020): Environmental performances and energy efficiencies of various urban green infrastructures: A life-cycle assessment. In *Journal of Cleaner Production* 248, p. 119244. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119244.
- Xu, Xuegong; Duan, Xiaofeng; Sun, Haiqing; Sun, Qiang (2011): Green space changes and planning in the capital region of China. In *Environmental management* 47 (3), pp. 456–467. DOI: 10.1007/s00267-011-9626-3.
- Zhou, Weiqi; Pickett, Steward T. A.; Cadenasso, Mary L. (2017): Shifting concepts of urban spatial heterogeneity and their implications for sustainability. In *Landscape Ecol* 32 (1), pp. 15–30. DOI: 10.1007/s10980-016-0432-4.

We would like to thank our partners of the 16th IFM-Congress 2023:



EUREST.AT

Ihr Partner auf Augenhöhe.
Betriebsgastronomie | Catering | Facility Management

Bei 114 Standorten versorgen wir täglich 65.000 Menschen mit Frischküche, Caterings sowie unserem Facility Management.

Wir begeistern unsere Kunden und Gäste täglich aufs Neue mit nachhaltigem und proaktivem Service.

Eurest **foodaffairs** **Eurest Services**
FEINE ESSKULTUR

EUREST.
MEHR ALS EINE KANTINE.

[in @Eurest Österreich](#)
[f @eurest.oesterreich](#)
[@eurest_austria](#)

Sind Ihre Garagenimmobilien zukunftsfit?

VERBUND-Immo-Charging Residential ist die E-Ladelösung für Dauerparker:innen in Mietwohnhäusern.

VERBUND übernimmt mit PAYUCA die vollständige Planung der elektrotechnischen Grundinstallation und erstellt für jedes Gebäude ein individuelles und skalierbares Installationskonzept.

www.verbund.com/immo-charging



PAYUCA

Verbund
Powered by **SMATRIC**