

Integration von Begrünung in den österreichischen Energieausweis

GREENergieausweis

C. Kresser, E. Schriegl, H. Schöberl,
I. Mühlbauer, S. Formanek,
B. Scharf, G. Frühwirth

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

43/2021

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

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Interimistischer Leiter: DI Theodor Zillner

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in
dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik
Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Integration von Begrünung in den österreichischen Energieausweis

GREENergieausweis

DI Carmen Kresser, DI Dr. Ernst Schriegl, Bmst. DI Helmut Schöberl
Schöberl & Pöll GmbH

Isabel Mühlbauer, BSc, DI Susanne Formanek
GRÜNSTATTGRAU Forschungs- und Innovations- GmbH

DI Dr. Bernhard Scharf, Mag. DI Günther Frühwirt
Universität für Bodenkultur Wien - IBLB Institut
für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau

Wien, November 2021

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

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

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

DI Theodor Zillner

Interimistischer Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	7
2	Abstract	9
3	Ausgangslage	10
	3.1. Stand des Wissens	10
	3.1.1. Nationale Recherche	11
	3.1.2. Internationale Recherche	15
4	Befragung von Stakeholder*innen	19
	4.1. Stakeholder*innenliste	19
	4.2. Survey	19
	4.3. Persönliche Interviews	27
	4.4. Online-Workshop	31
5	Strategien und methodische Ansätze zur Berücksichtigung von gebäudeintegrierter Begrünung im Energieausweis	35
	5.1. Berechnungsmodelle für die Integration in die Energieausweisberechnung	35
	5.2. Klimatische und mikroklimatische Eingangsgrößen im Energieausweis	54
	5.3. Mehraufwand bei der Energieausweiserstellung durch Berücksichtigung von Begrünungen	55
6	Weiterer Handlungsbedarf und Empfehlungen	57
7	Verzeichnisse	59
8	Anhang	63

1 Kurzfassung

Der Anstieg der Hitzetage, insbesondere in urbanen Gebieten, belastet Bewohner:innen zunehmend gesundheitlich und schränkt die Lebensqualität ein. Gebäudebegrünungsmaßnahmen können zur Minderung der negativen Effekte aufgrund von Überwärmung beitragen.

Derzeit gibt es für die Abbildung der Effekte von Begrünungsmaßnahmen auf die Energieeffizienz von Gebäuden noch keine flächendeckend bekannten und erprobten Nachweismethoden. Der österreichische Energieausweis ermöglicht die Vergleichbarkeit der energetischen Effizienz von Gebäuden und stellt beim Neubau bzw. der Sanierung von Gebäuden die grundlegende Berechnungsmethode zum Nachweis der Anforderung an die Energiekennzahlen gemäß OIB Richtlinie 6 dar. Gebäudeintegrierte Begrünungsmaßnahmen und deren Auswirkungen werden in den Berechnungsmethoden des Energieausweises derzeit noch nicht berücksichtigt. Es stellt sich daher die Frage, wie eine Integration von Dachbegrünungs- und Fassadenbegrünungsmaßnahmen in die derzeit bestehenden Berechnungsmethoden erfolgen kann.

Um die Möglichkeiten zur Integration von Begrünung in den Energieausweis aufzuzeigen, wurde im Rahmen des Projektes im Vorfeld die nationale und internationale Ausgangssituation erörtert sowie die Akzeptanz relevanter Stakeholder:innen in diesem Bereich abgefragt. Auf Basis dieser Ergebnisse erfolgte die Identifikation möglicher Anpassungen von Berechnungsmodellen, um eine Abbildung von Gebäudebegrünungsmaßnahmen im Energieausweis zu ermöglichen. Der weitere Handlungsbedarf zur Integration war abschließend Teil der Untersuchungen.

Die Erörterung der Ausgangssituation anhand relevanter nationaler Vorprojekte und Normen sowie die Befragung von internationalen Wissensträgern hat gezeigt, dass die Integration der Begrünung in den Energieausweis ein Thema ist, derzeit aber weitestgehend noch keine Ansätze zur Umsetzung existieren. Die Ergebnisse eines durchgeführten Online-Survey mit Teilnehmer:innen aus unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen wie Planung, Forschung, Behörden, Softwarehersteller, etc. sowie persönliche Interviews mit weiteren relevanten Stakeholdern haben gezeigt, dass die Akzeptanz zur Integration von Gebäudebegrünungsmaßnahmen in den österreichischen Energieausweis großteils hoch ist. Im Rahmen eines Online-Workshops wurden diese positiven Einstellungen hinsichtlich der Akzeptanz von den Teilnehmer:innen ebenfalls geteilt.

Um die Möglichkeiten für die Abbildung von gebäudeintegrierten Begrünungen in der Energieausweisberechnung aufzuzeigen, wurden unterschiedliche Normen, deren Berechnungsmethoden Adaptierungen zur Integration von Begrünungselementen zulassen, genauer analysiert. So bietet z.B. die ÖNORM EN ISO 6946, die Norm zur U-Wert Berechnung, die Möglichkeit, den erhöhten Wärmedurchgangswiderstand von Fassadenbegrünungen zu berücksichtigen. In der ÖNORM B 8110-6, der wesentlichen Norm zur Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs, besteht im Zusammenhang mit der Berechnung des Kühlbedarfs für Nichtwohngebäude die Möglichkeit, die Effekte von Begrünungselementen durch zusätzliche Verschattungsfaktoren oder Energiedurchlassgrade zu berücksichtigen. Diese Möglichkeit zur Anpassung bietet sich auch in der ÖNORM B 8110-3 zur Berechnung der sommerlichen Überwärmung. Sämtliche Ergebnisse sind in tabellarischen Übersichtstabellen zusammengefasst. In der ÖNORM B 8110-5 könnten synthetische Klimadatensätze einer zukünftigen Klimaperiode sowie Modelle des Mikroklimas (Urban Heat Island Effekt) im Hinblick auf die Berechnung des Kühlbedarfs sowie für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung Berücksichtigung finden.

Für die tatsächliche Umsetzung besteht noch ein weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf. So ist beispielsweise die Entwicklung standardisierter Prüfverfahren für energieausweis-relevante Kennwerte von gebäudeintegrierten Begrünungssystemen notwendig, um fundierte Kenndaten in den Berechnungen verwenden zu können.

2 Abstract

The increase in heat days, especially in urban areas, affects the health of residents and reduces the quality of life. Greening buildings can help to reduce the negative effects of overheating.

At present, there are no widely known and proven methods for demonstrating the effects of greening measures on the energy efficiency of buildings. The Austrian Energy Performance Certificate enables the comparability of the energy efficiency of buildings. It is the basic calculation method for the verification of the energy performance requirements according to OIB guideline 6 for new buildings and the renovation of buildings. Building-integrated greening measures and their effects are currently not taken into account in the calculation methods of the energy performance certificate. Therefore, the question arises how the integration of roof greening and facade greening measures into the currently existing calculation methods can be realised.

In order to identify the possibilities for integrating building greening into the energy performance certificate, the national and international initial situation was examined in advance and the acceptance of relevant stakeholders in this area was surveyed. Based on these results, possible adaptations of calculation models were identified in order to illustrate greening building measures in the energy performance certificate. The need for continued action was conclusively part of the investigations.

The examination of the current situation on the basis of national projects, standards and consultations with international experts has shown that the integration of building greening into the energy performance certificate is an issue. At the moment, however, there are largely no approaches towards implementation. The results of an online survey with participants from different fields of activity such as planning, research, authorities, software producers, etc. as well as personal interviews with other relevant stakeholders have shown that the acceptance for the integration of greening measures in the Austrian energy performance certificate is generally high. These positive attitudes were also shared by the participants in an online workshop.

Different standards, which allow adaptations for the integration of greening elements in their calculation methods, were analysed in more detail. In this way, the possibilities for the implementation of building-integrated greening in the energy performance certificate calculation could be identified. For example, ÖNORM EN ISO 6946, the standard for U-value calculation, offers the possibility of taking into account the increased thermal resistance of green facades. In ÖNORM B 8110-6, the standard for calculating heating and cooling demand, the effects of greening elements on the cooling demand of non-residential buildings can be taken into account by additional shading factors or energy transmission coefficients. This possibility for adaptation is also offered in ÖNORM B 8110-3 for the calculation of summer overheating. In ÖNORM B 8110-5, synthetic climate data sets of a future climate period as well as models of the microclimate (urban heat island effect) could be considered with regard to the calculation of the cooling demand as well as for the verification of summer overheating.

There is still a need for further research and development for actual implementation. For example, the development of standardized test procedures for characteristic values of building-integrated greening systems is necessary to be able to use reliable data in the calculations.

3 Ausgangslage

Durch den globalen Klimawandel steigen die Temperaturen vor allem in dichtverbauten Gebieten deutlich.¹ Durch hohe Versiegelungsgrade, geringe Vegetationsdichte sowie fehlende Luftzirkulation entstehen Hitzeinseln (Urban Heat Islands) und die gesundheitliche Belastung der Bewohner:innen durch die sommerliche Überwärmung steigt zunehmend. Diesen Entwicklungen sollen städtebauliche, freiraumplanerische als auch gebäudeintegrierte Maßnahmen entgegengesetzt werden, wobei Gebäudebegrünungsmaßnahmen wie Fassaden- und Dachbegrünungen ein wesentlicher Baustein dafür sein können.

Um die Effekte gebäudeintegrierter Begrünungsmaßnahmen auf die Energieeffizienz von Gebäuden darstellen zu können, gibt es derzeit noch keine flächendeckend bekannten, erprobten und in Gesetzen und Vorschriften verankerten Nachweismethoden. Auch im österreichischen Energieausweis, der für den Nachweis der Anforderungen an die Energiekennzahlen gemäß OIB Richtlinie 6 beim Neubau bzw. der Sanierung von Gebäuden die grundlegende Berechnungsmethode darstellt und die Vergleichbarkeit der energetischen Effizienz von Gebäuden ermöglicht, werden die Auswirkungen von gebäudeintegrierten Begrünungsmaßnahmen derzeit noch nicht berücksichtigt. Eine Integration von Gebäudebegrünungsmaßnahmen in die Energieausweisberechnung kann ein zielführendes Mittel sein, um die Effekte der Begrünungsmaßnahmen abzubilden und relevante Akteure für das Thema zu sensibilisieren.

Dazu sollen im Rahmen des Projektes Möglichkeiten erörtert und aufgezeigt werden, um Gebäudebegrünungssysteme im österreichischen Energieausweis berücksichtigen zu können. Ziel ist es, methodische Grundlagen aufzuzeigen, die die Effekte von gebäudeintegrierten Begrünungssystemen im Energieausweis realistisch abbilden können. Des Weiteren soll die grundsätzliche Akzeptanz der relevanten Stakeholder:innen zur Umsetzung der entwickelten Maßnahmen eingeschätzt werden.

3.1. Stand des Wissens

Im Zuge des Projekts GREENergieausweis wurde als erster Schritt der Stand des Wissens zur Thematik der Einbindung Grüner Infrastrukturen in die Energieausweisberechnung von Gebäuden erhoben. Dazu wurde gemäß folgender Fragestellungen vorgegangen:

- Wie werden Begrünungen im internationalen Vergleich bisher im Energieausweis abgebildet?
- Welche möglichen Vorreiter bzw. Vorbilder gibt es für den österreichischen Energieausweis?
- Welche Vorprojekte und deren Erkenntnisse und Daten können zur Abbildung von Begrünung im Energieausweis herangezogen werden?

Die inhaltliche Arbeit zur Umsetzung der Aufgabenstellung und Beantwortung der Fragestellungen konzentrierte sich zunächst auf die Recherche österreichischer Normen und Regulative im thematischen Kontext. In einem weiteren Arbeitsschritt wurde die Recherche auf Europa erweitert. Daraus

¹ Vgl. ZAMG, 2020

sollte ein internationaler Vergleich zum Stand der Technik in Bezug auf die Berücksichtigung von Begrünungen in der Energieausweisberechnung erstellt werden. Relevante Vorprojekte wurden insbesondere in Hinsicht auf ggf. vorhandene Berechnungsmodelle und Algorithmen analysiert.

Zur Bearbeitung der dargelegten Fragestellungen wurden folgende Methoden angewendet:

1. Desktop Recherche: Mit Hilfe von Suchbegriffen wurden Bibliothekskataloge und das allgemeine Internet sowie Fachjournalplattformen wie Elsevier oder MDPI durchforstet. Dabei kamen gezielte Suchbegriffe zum Einsatz. Die Treffer der Suche wurden inhaltlich gescreent.
2. Analyse des österreichischen Normenkatalogs: Die relevanten Normen wurden gesichtet und analysiert. (Liste der relevanten Normen siehe Anhang)
3. Befragung von Wissensträger:innen: Relevante Stakeholder:innen wurden im Zuge einer Umfrage, im Rahmen von Interviews und eines Workshops befragt. Details dazu sind in Kapitel 4 dokumentiert.
4. Anfragen an öffentliche Stellen bzw. Gremien in thematischen Kontext: Es wurden schriftliche Anfragen an Vertretungen bzw. Gremien gestellt, mit der Bitte um Beantwortung der Forschungsfragen.

3.1.1. Nationale Recherche

Vorprojekte

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht der relevanten Vorprojekte dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht über relevante Vorprojekte

Projekttitlel	Beschreibung der Inhalte	Key Findings
GrünStadtKlima	Das Forschungsprojekt GrünStadtKlima untersuchte Dachbegrünungen, Wandbegrünungen und durchlässige Flächen als Wege- oder Straßenbefestigungsverfahren. Ziel des Projektes war die Verbesserung bestehender und die Entwicklung neuer Dachbegrünungen, Wandbegrünungen und durchlässiger Flächen. Dazu wurden Untersuchungen in den Bereichen Landschaftsbau, Raumplanung, Meteorologie, Bauphysik und Wirtschaft durchgeführt. Anhand der Ergebnisse sollte der Einfluss von Dachbegrünungen, Wandbegrünungen und durchlässigen Flächen auf das Klima und den Wasserhaushalt urbaner Gebiete simuliert werden.	Dach- und Fassadenbegrünungen beeinflussen das Mikroklima und die bauphysikalischen Eigenschaften von Gebäudehüllen positiv. Die Wirkung ist dabei jedoch von der Bautechnik stark abhängig. Bei Dachbegrünung ist die Aufbauhöhe das wichtigste Kriterium. Bei den Fassadenbegrünungen muss zunächst zwischen Living Walls und Kletterpflanzen unterschieden werden.

Projekttitle	Beschreibung der Inhalte	Key Findings
PROGREENcity	Im Zuge des PROGREENcity Projektes wurden innovative Dach- und Fassadenbegrünungen für drei unterschiedliche europäische Klimazonen entwickelt. Mit Hilfe einer Simulation sollte die Wirksamkeit der PROGREENcity Technologien hinsichtlich mikroklimatischer Effekte und Feinstaubbindung aufgezeigt werden. Die Simulation wurde für reale Städte wie Wien, Frankfurt am Main und Madrid vorgenommen, die die drei unterschiedlichen Klimazonen repräsentieren. Dadurch wird eine fokussierte Planung zur Lösung standortspezifischer Probleme möglich.	Die mikroklimatischen und bauphysikalischen Wirkungen von Dachbegrünungen wurden in die mikroskalige Simulationssoftware ENVI-met integriert, validiert und können somit simuliert werden.
PROGRÜN	Im Zuge des PROGRÜN Projekts wurden neue ökologische und biodiverse Dachbegrünungen entwickelt. An einer Versuchsanlage in Wien wurden über knapp zwei Jahre unter anderem auch bauphysikalische Messungen an unterschiedlichen Dachbegrünungsaufbauten bei jeweils drei unterschiedlichen Substrattiefen durchgeführt.	Die Biodiversität von Dachbegrünungen wird durch Modellierung der Oberflächen begünstigt. Die bauphysikalische Wirkung wurde an drei Substrattiefen untersucht. Die Substrattiefe ist wesentlich für die bauphysikalische Wirkung. Schütt-dämmstoffe sind wirksamer als Drainageelemente in Bezug auf Dämmleistung.
MA48Klimaschutzfassade	Am Amtsgebäude der MA48 Wiener Abfallwirtschaft wurde die bis dato größte Living Wall Österreichs installiert. Das in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau entwickelte System wurde über drei Jahre wissenschaftlich gemonitort. Dabei wurde auch der Wärmestrom der begrünten Fassade und eines unbegrünten Wandaufbaus erfasst.	Eine Living Wall verbessert die bauphysikalischen Eigenschaften (U-Wert) einer ineffizienten Gebäudehülle im Sommer um bis zu 27 %. Im Winter ist die Wirkung reduziert. Das Amtsgebäude konnte 13 % Heizkosten per anno einsparen.
MA 31 Vertikaler Garten	Das Amtsgebäude der MA 31 in der Grabnergasse 4-6 wurde mit einer vertikalen Begrünung ausgestattet. In Zusammenarbeit mit der TU Wien wurden die bauphysikalischen Effekte auf den Innenraum untersucht.	Die Verschattung von Kletterpflanzen, die orthogonal zur Fassadenorientierung montiert werden, kann zu einer Absenkung der Raumlufttemperatur um 2 °C beitragen.

Projekttitle	Beschreibung der Inhalte	Key Findings
GRÜNEzukunft Schulen: Grüne Schuloasen im Neubau. Fokus Planungsprozess und Bestandsge- bäude	<p>„GRÜNEzukunftSCHULEN“ er- und bearbeitet Ansätze zur Gebäudebegrünung nicht nur theoretisch. Es werden Prototypen an zwei neugebauten Schulstandorten sowie einem Schulstandort in der Planungs- und Bauphase getestet sowie mit den Erfahrungen aus dem laufenden Projekt GrünPlusSchule (GRG7 Kandlgasse, Altbau) verglichen. Das betrifft insbesondere den Energie- und Wasserverbrauch der Begrünungssysteme sowie die Wirkungen der Pflanzen und Substrate auf das Gebäude und das Raum- bzw. Mikroklima.</p>	<p>Ein Leitfaden für Grüne Architektur im Schulbau, der die Planungs- und Bauphase, die Sanierung, die Errichtung, Pflege, langfristige Betreuung von Begrünungselementen an und in Gebäuden und im Schulfreiraum umfasst, wurde erstellt.</p>
GrünPlusSchule@ Ballungsraum: Hocheffiziente Fassaden- und Dachbegrünung mit PV- Kombination - optimale Lösung für die Energie- effizienz in gesamt- ökologischer Betrachtung	<p>Im Rahmen dieses Projektes werden an einer Wiener Schule unterschiedliche Gebäudebegrünungs-Systeme und Pflanzen-/Substratarten, kombiniert mit verschiedenen PV-Modulen, untersucht und ihre Einflüsse auf das hygrothermische Verhalten der Gebäude, Energiesparpotential, Luftfeuchtigkeit, Beschattung, Lärminderung, Wasserrückhaltung und den Wärmeinseleffekt wissenschaftlich erläutert. Ein besonders positiver Effekt wird durch das Involvieren von Schüler:innen als „Stadtbewohner:innen der Zukunft“ bewirkt.</p>	<p>Wärmebrücken von Living Walls können berechnet und den positiven Wirkungen gegenüber gestellt werden.</p>
Greening Aspang	<p>Das Projekt zielt auf eine interdisziplinäre Sondierung der Wechselwirkung zwischen Mikroklima und Grünraumplanung eines Pilotgebiets in Wien, das an der Schnittstelle einer gründerzeitlichen Bebauung und einer Passivhaus-Siedlung liegt. Die geplanten Simulationen, Messungen und Berechnungen orientieren sich an den stufenweisen Realisierungsszenarien, vor allem in Bezug auf sommerliche Überhitzung, um die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen, sowohl sozial-räumlich als auch mikro-klimatisch zu identifizieren und deren Machbarkeit sowie Übertragbarkeit zu untersuchen. Die Planungsmaßnahmen werden auf Basis des „Urban Heat Island Strategieplan Wien“ und in Kooperation mit Vertretern der städtischen Einrichtungen, lokalen Organisationen und NGOs entwickelt.</p>	<p>Grüne Infrastrukturen führen zu einer Reduktion der Hitzebelastung in der Stadt. Gezielte Verschattung von Glasflächen durch Begrünungen wirkt effektiv gegen Überhitzung.</p>

Projekttitle	Beschreibung der Inhalte	Key Findings
GreenSchool Energy: Erprobung innovativer Kombinationsbauweisen von Solar/Begrünungskombinationen zur Kühlung von Gebäuden und Außenräumen	Im Zentrum des Projektes GREENsChOOL-ENERGY steht die HTL 1 Klagenfurt Lastenstraße, die durch eine großzügig angelegte Glasfassade und versiegelte Flächen im Haupteingangsbereich mit starker Überhitzung konfrontiert ist. Projektziel ist die Verbesserung des Raumklimas und der Aufenthaltsqualität im Freien durch eine innovative Kombination von Begrünungs- und Bewässerungsmaßnahmen mit verschiedenen PV-Elementen.	Laufendes Projekt ² . Key Findings liegen noch nicht vor.

Abbildung 1: Umsetzung der oben angeführten Vorprojekte von links oben im Uhrzeigersinn: Versuchsanlage Vertikalbegrünungen Projekt GrünStadtKlima, Versuchsanlage des Projekts PRO-GREENcity in Aranjuez/Spainien, Amtshaus der MA 48 Wiener Abfallwirtschaft, Versuchsanlage des Projekts PROGRÜN in Wien (Quelle: Bernhard Scharf)



² <https://www.greenschoolenergy.at/inhalte/> (abgerufen am: 04.10.2021; 12:05)

Strategien

Die Umsetzung von begrünten Gebäuden ist in Österreich in folgende Strategien mit unterschiedlichem örtlichem Bezug eingebettet:

- Biodiversitätsstrategie 2020+, BMK
- Bioökonomie. Eine Strategie für Österreich, BMK
- Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, BMK
- #mission 2030 Austrian Climate and Energy Strategy, BMK
- Energy Strategy Austria, BMK
- EMAS Umwelterklärung 2019, BMK
- Urban Heat Island (UHI) Strategieplan, MA 22
- Aufbau- und Resilienzplan Österreich

Der Aufbau- und Resilienzplan enthält Maßnahmen, die wirksam zum ökologischen Wandel, einschließlich der Erhaltung der biologischen Vielfalt, oder zur Bewältigung der sich daraus ergebenden Herausforderungen beitragen. Es werden 46 % der Gesamtzuweisung für den ökologischen Wandel eingesetzt und damit die mindestens 37 % der Gesamtzuweisung des Aufbau- und Resilienzplans deutlich überschritten. Der Biodiversitätsfonds hat 80 Mio. Euro lt. Resilienzplan budgetiert.

3.1.2. Internationale Recherche

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht zu den relevanten Vorprojekten, Recherchen und Interviews auf internationaler Ebene.

Tabelle 2: Übersicht über relevante Recherchen, Interviews und Vorprojekte im internationalen (EU) Kontext

Recherche/Interview/Vorprojekte	Beschreibung der Inhalte	Key findings
Internationale Literatursichtung	Quantifizierung Effekte Dach-/Fassadenbegrünung hinsichtlich Einbindung in die Berechnungsmodelle der Energieausweise.	Bisher keine Erkenntnisse bzgl. Integration in nationale Energieausweise anderer EU-Länder. Im Rahmen eines deutschen Projekts („Energieeffiziente Gebäudekühlung“ 1/2020 – 12/2022), gefördert vom BMWi, wird die Wirkung von adiabater Kühlung in Kombination mit passiven Maßnahmen (wie z.B. Gebäudebegrünung) untersucht. Im Rahmen dieses Projektes soll ein Planungstool entwickelt werden, dass der gekoppelten dynamischen Raum- und Anlagensimulation dient und im Ergebnis Prognosen für die sommerlichen Raumtemperaturen liefert.
Fragen an europäische Dachverbände der Bauwerks-	In über 14 Ländern wurden Anfragen gestellt, wie weit das Thema „Integration von Begrünung in den Energieausweis“ in	Keine Erkenntnisse in anderen Ländern – das Wissen über die positiven Effekte ist da, aber eine Integration in den Energieausweis gibt es nicht.

Recherche/Interview/Vorprojekte	Beschreibung der Inhalte	Key findings
begrünungsvereine EFB	anderen Ländern behandelt wurde.	
Anfrage an Dr.-Ing. Nicole Pfoser (TU Darmstadt)	Als Architektin, Expertin für Bauwerksbegrünung und Autorin von „Gebäude Begrünung Energie“ hat sie einen großen Erfahrungsschatz auf dem Gebiet der Gebäudeoptimierung durch Begrünung.	Konnte leider keine aktuellen Projekte oder zum Thema forschende Personen nennen – in der deutschen Energieeinsparverordnung (EnEV) spielt Gebäudebegrünung „leider nur flankierende Rolle“.
Anfrage an EU-Kommission (Directorate General for Energy)	Review Concerted Action EPBD initiative; Anfrage an Austrian Energy Agency (AEA), die früher die cost action für Österreich zu dem Thema leitete.	In einigen Ländern gibt es Ansätze, die Sonnenschutzeffekte von Bäumen in der Nähe zu berücksichtigen. Noch keine Hinweise auf Messung der Auswirkungen von Begrünung auf Gebäudeoberflächen und deren Einbeziehung in nationale EPCs.
Interview Ditte Juul Jørgensen	Schriftliche Anfrage an Ditte Juul Jørgensen. Als Generaldirektorin der GD Energie verfügt sie über 27 Jahre Erfahrung in der Europäischen Kommission.	Positiver Trend für Gründächer und -wände. Verbesserung der Energieeffizienz und das Erreichen von Energieeinsparungen sind nach wie vor von entscheidender Bedeutung → Kombination ist eine willkommene Entwicklung, die dazu beiträgt, unsere Bemühungen um einen effizienteren und nachhaltigeren Gebäudebestand in Europa zu unterstützen. Im Bezug zu der „Renovierungswelle für Europa - Ökologisierung unserer Gebäude, Schaffung von Arbeitsplätzen, Verbesserung des Lebens“ → Renovierungswelleninitiative und ihr Aktionsplan sind das Schlüsselinstrument im Rahmen des Europäischen Green Deal, das das Potenzial für Gründächer und -wände in der EU unterstützen kann. Konkret bezieht sich die Renovierungswelle auf die Bedeutung von Gründächern und -wänden: „In 10 Jahren werden die Gebäude in Europa bemerkenswert anders aussehen. Gebäude werden die Mikrokosmen einer widerstandsfähigeren, umweltfreundlicheren und digitalisierten Gesellschaft sein, die in einem Kreislaufsystem operieren, indem sie den Energiebedarf, die Abfallerzeugung und die Emissionen an jedem Punkt reduzieren und das Notwendige wiederverwenden. Ihre Dächer und Wände werden die grüne Oberfläche unserer Städte vergrößern und das städtische Klima und die biologische Vielfalt verbessern.“ Die überarbeitete Richtlinie zur Energieeffizienz von

Recherche/Interview/Vorprojekte	Beschreibung der Inhalte	Key findings
		<p>Gebäuden (EU 2018/844) erkennt bereits den Beitrag von Gründächern und -wänden an und fordert „naturbasierte Lösungen wie gut geplante Straßenvegetation, Gründächer und -wände, die Gebäude dämmen und beschatten, die zur Reduzierung des Energiebedarfs beitragen, indem sie den Bedarf an Heizung und Kühlung begrenzen und die Energieeffizienz eines Gebäudes verbessern.“ Was jetzt wirklich zählt → ordnungsgemäße Umsetzung der Richtlinie und des Aktionsplans der Renovierungswelle, zu denen unter anderem gehören:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eine gezielte Überarbeitung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, 2. Überarbeitung der Klimaschutzrichtlinien für von der EU unterstützte Projekte, 3. Aufbau einer kreativen europäischen BAUHAUS-Plattform, um Nachhaltigkeit mit Kunst und Design zu verbinden, 4. Entwicklung umweltfreundlicher Kriterien für das öffentliche Beschaffungswesen in Bezug auf den Lebenszyklus und die Klimaresilienz bestimmter öffentlicher Gebäude. <p>Alle oben genannten Maßnahmen könnten die Verbreitung von Gründächern und -wänden weiter unterstützen.</p>
<p>EPB (Energy Performance of Buildings) -Center kontaktiert (Anwendung EN ISO-Normen in Mitgliedstaaten)</p>	<p>Anfrage gestellt, bezüglich EN ISO 52016-3 (Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Energiebedarf für Heizung und Kühlung, Innentemperaturen sowie fühlbare und latente Wärmelasten - Teil 3: Berechnungsverfahren für adaptive Gebäudehüllenteile)</p>	<p>Erste Version wird keine begrünten Wände oder Dächer enthalten. Dies schließt jedoch nicht aus, dass die Begrünung zu einem späteren Zeitpunkt in die Berechnungen einbezogen wird.</p>
<p>Vorprojekte EU-Förderprogramm „Next-generation of Energy Performance Assessment and Certification“</p>	<p>Anfrage bezüglich weiterer europäischer Projekte.</p>	<p>„X-tendo“: adressiert Behörden beim Übergang zu einer verbesserten Erfüllung, Zuverlässigkeit, Benutzerfreundlichkeit und Konvergenz der Bewertung und Zertifizierung der Energieeffizienz von Gebäuden der nächsten Generation. “D²EPC”³ ist ein Horizon 2020 Projekt über die nächste Generation dynamischer digitaler EPCs. D²EPC hat ein Konsortium von zwölf Partnern aus</p>

³ <https://www.d2epc.eu/en> (abgerufen am 04.10.2021, 13:30)

Recherche/Interview/Vorprojekte	Beschreibung der Inhalte	Key findings
		sieben EU-Ländern und umfasst sechs Demonstrationsfälle.
Anfrage an EU-Taxonomie-Arbeitsgruppen in Österreich	ÖGNI und IG Lebenszyklus beschäftigen sich mit den Auswirkungen der EU-Taxonomie auf den Nationalen Plan	Keine Berücksichtigung der Begrünung in der EU Taxonomie. DNSH („Do No Significant Harm“) zieht sich auch in die Biodiversität. Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen (DNSH-Grundsatz, u.a. Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme).
Anfrage an OIB	Befragung aller Bundesländer im Sachverständigen-Beirat der Richtlinie 6 und Einholen der akkordierten Beantwortung des Fragebogens	Eine Integration in den Energieausweis wird als schwierig (4 von 5 Punkten) eingeschätzt und die ÖNORM B 8110 Normenreihe und ÖNORM EN ISO 6946 wurden als relevante Normen genannt.

4 Befragung von Stakeholder:innen

Im Rahmen eines Surveys und eines anschließenden Onlineworkshops wurden relevante Stakeholder:innen in den Projektprozess eingebunden und somit konnten verschiedene Aspekte hinsichtlich einer Integration des Themas der Gebäudebegrünung in den Energieausweis auf einer breiteren Basis erörtert werden.

4.1. Stakeholder:innen-Liste

Relevante Stakeholder:innen wurden bereits vor dem Start des Projekts identifiziert, in folgende Gruppen gegliedert und im Projektverlauf kontaktiert:

- A. **Expert:innen in der Branche**, kommend von
 - a. Universitäten (BOKU, TU Wien, ...),
 - b. Institute (wie u.a. IfEA Institut für Energieausweise GmbH, Österreichische Energieagentur)
 - c. Bauphysikbüros
 - d. Verbände (wie Ziviltechnikergesellschaft für Bauingenieurwesen)
 - e. Vertreter:innen der Städte (wie Stadt Wien Bauten und Technik)
 - f. Hersteller:innen und Ausführende, die dem Thema Bauwerksbegrünung nahestehen
- B. **Softwarehersteller-Dienstleister:innen**, wie z.B. A-NULL Development GmbH, Zehentmayer Software GmbH, ESS EDV-Software-Service, Builddesk Österreich, ETU GmbH
- C. **Mitentwickler:innen der OIB-Richtlinien, des Nationalen Plans, und der Kostenoptimalität**, wie das Land Burgenland Referat Hochbau, Amt der NÖ Landesregierung, Land Steiermark, FA Energie und Wohnbau, Abteilung Umweltschutz beim Amt der Oö. Landesregierung, Unabhängige Kontrollstelle für Energieausweise Amt der Salzburger Landesregierung, Land Tirol, Vorstand der Gruppe Bau und Technik sowie Abteilungsvorstand, Amt der Kärntner Landesregierung Abteilung 8 - Umwelt, Energie und Naturschutz, Klimaschutz und Energieeffizienz im Land Vorarlberg, Vorarlberger Energieausweiszentrale, Land Wien
- D. **Internationale Verbände**, wie u.a. EFB European Federation of Green Roof Associations, Concerted Action zur Energieeffizienz-Richtlinie, Netzwerk Vitality District

4.2. Survey

Methode

Durch COVID-19 und die damit verbundenen Einschränkungen mussten im Laufe des Projekts neue Wege gefunden werden, um relevante Informationen von den Stakeholder:innen zu erhalten. Ursprünglich war angedacht, persönliche Interviews und mehrere Workshops mit den vorher ausgewählten Personen durchzuführen – durch die Ausgangsbeschränkungen und dem damit einhergehenden

Home-Office entschied sich das Konsortium dafür, den Interview-Leitfaden als Online-Umfrage zu gestalten und im Anschluss einen interaktiven Online-Workshop durchzuführen.

Die Online-Umfrage wurde vor dem Workshop durchgeführt (Terminumfrage bzgl. Workshop war Bestandteil der Online-Umfrage).

Die darin enthaltenen Fragen wurden im Vorhinein in mehreren Meetings durch alle Konsortialpartner gemeinsam besprochen und von GRÜNSTATGRAU ausgearbeitet (Siehe Interview-Leitfaden im Anhang). Die Umfrage wurde anschließend mit „Zoho Survey“ erstellt und gliedert sich in sieben unterschiedliche Teilbereiche und fünf Hauptkategorien:

1. **Allgemeines:** Auf dieser Seite konnten die Kontaktdaten und der derzeitige Tätigkeitsbereich angegeben werden.
2. **Einführung:** Zu Beginn wurde abgefragt, ob die Befragten bereits Projekte oder Ansätze kennen, um Begrünung in Berechnungstools oder den Energieausweis zu integrieren. Des Weiteren widmete sich der Abschnitt der Frage, welche Personen, Institutionen oder Forschungsprojekte sich in der Vergangenheit bereits mit dem Thema beschäftigt haben, um diese gegebenenfalls kontaktieren zu können.
3. **Dachbegrünung:** Dieser Teil beschäftigte sich mit der Thematik, welche Parameter begrünter Dächer im Energieausweis abgebildet werden könnten.
4. **Fassadenbegrünung:** Ähnlich wie im vorigen Punkt wurde hier die mögliche Darstellung von begrünten Fassaden mithilfe von Kenn- oder Beiwerten erfragt.
5. **Quantifizierung, Software:** In diesem Schritt sollte herausgefunden werden, welche Programme und Datenbanken die Expert:innen für Berechnungen/Simulationen verwenden.
6. **Ausblick:** Der vorletzte Abschnitt behandelte mögliche Vorgehensweisen, um Begrünung mithilfe standardisierter Vorgänge erfassbar zu machen und im weiteren Verlauf im Energieausweis darzustellen (Chancen & Herausforderungen).
7. **Einladung und Abstimmung Workshop:** Im letzten Schritt wurde auf den Vernetzungsworkshop verwiesen, bei dem mögliche Lösungsvorschläge diskutiert und etwaige offene Fragen zur Integration von Begrünung in den Energieausweis besprochen werden sollten. Die Teilnehmer:innen konnten aus drei Terminen auswählen.

Der Survey konnte sowohl am PC als auch auf unterschiedlichen mobilen Endgeräten beantwortet werden. Hauptsächlich wurden offene Fragen verwendet, weiters wurden Skalen und Multiple-Choice-Fragen integriert.

Um auch für jene Personen, die sich bisher noch nicht intensiv mit Gebäudebegrünung auseinandergesetzt hatten, die Grundprinzipien von Dach- und Fassadenbegrünungen zu erläutern, wurden erklärende pdf-Dokumente in die Umfrage integriert. Mithilfe dieser Dokumente wurde grafisch (vereinfacht) veranschaulicht, welche unterschiedlichen Konstruktionstypen existieren und wie Begrünungen die Energieeffizienz von Gebäuden beeinflussen können.

Abbildung 2: Ansicht GREENergieausweis-Umfrage

GREENergieausweis

Ausblick

Welche Chancen sehen Sie bei der Gebäudeoptimierung durch Begrünung? ⓘ

Welche Herausforderungen sehen Sie bei der Gebäudeoptimierung durch Begrünung?

Wie schätzen Sie die Chancen einer Integration von Begrünung im Energieausweis ein?

Sehr gut 1 2 3 4 5 6 Sehr schlecht

In welcher ÖNORM könnte die Gebäudeoptimierung durch Begrünungen dargestellt werden? ⓘ

Previous Next

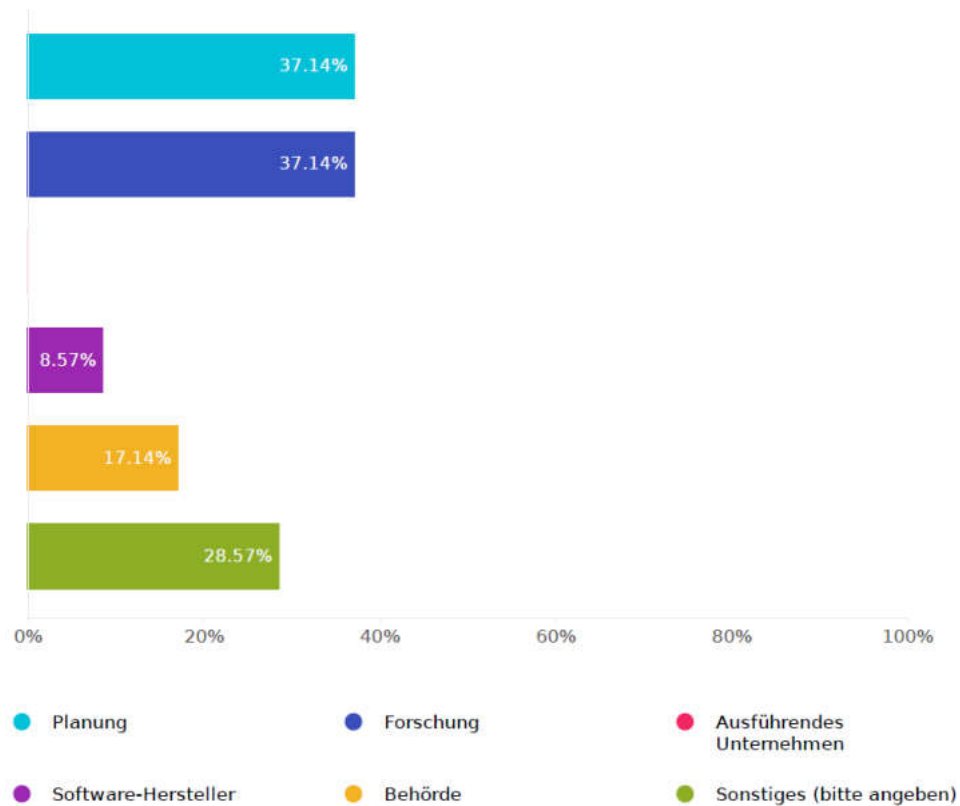
Ergebnisse

Die Umfrage wurde Anfang Februar 2021 an die vorher definierten Stakeholder:innen ausgesendet. Insgesamt wurden 81 Besuche auf der Umfrage verzeichnet, 35 Umfragen wurden vollständig ausgefüllt. Weitere 12 Antworten wurden per E-Mail gesendet. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Online-Umfrage nach Fragen aufgeschlüsselt und zusammengefasst. Der Fokus liegt dabei auf den Möglichkeiten, Gebäudebegrünung in den Energieausweis zu integrieren.

Die Tätigkeitsbereiche der Teilnehmer:innen werden in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Mit jeweils über einem Drittel (37,14 %) der Befragten waren die Bereiche „Planung“ und „Forschung“ am meisten vertreten. Darauf folgte der Bereich „Sonstiges“ mit 28,57 % – angegeben wurden hier Bera-

tung, Förderung, Landes-Energiebeauftragte, Regierungsamt, Innovationslabor und Umweltschutzorganisation. Mit 17,14 % sind Personen aus Behörden vertreten, mit 8,57 % Softwarehersteller. Ausführende Unternehmen nahmen nicht an der Umfrage teil.

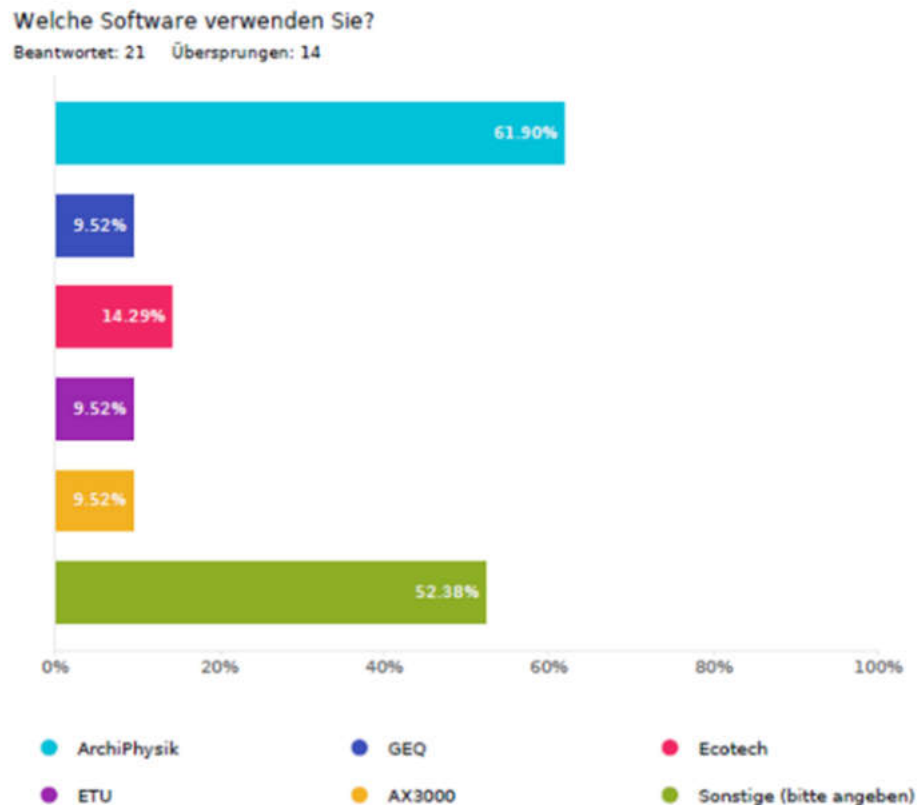
Abbildung 3: Tätigkeitsbereiche der Umfrageteilnehmer:innen (n=35, Doppelnennungen waren möglich)



Hervorzuheben ist, dass sich auch das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) an der Umfrage beteiligte, indem die Fragen in Abstimmung aller Bundesländer im Sachverständigen-Beirat der OIB-Richtlinie 6 („Energieeinsparung und Wärmeschutz“) beantwortet wurden.

Zu Beginn wurden von den Teilnehmer:innen Projekte genannt, die sich mit der Integration von Begrünung in Berechnungstools beschäftigen. Als erste Ansätze wurden Simulationen (WUFI, GREENPASS®) angeführt, teilweise wurden eigene händische Anpassungen der Außenlufttemperatur in Klimadaten-sätzen der Gebäudesimulation vorgenommen. Mehrmals wurde auf die Forschungsaktivitäten der TU Wien (Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien) verwiesen. Der Großteil der Befragten kannte allerdings außer dem Projekt „GREENergieausweis“ bis dato keine vergleichbaren Projekte.

Abbildung 4: Verwendete Software unter den Umfrageteilnehmer:innen



In der Online-Survey wurde außerdem abgefragt, welche Software-Tools (z.B. für die Energieausweis-Erstellung) von den Teilnehmenden verwendet werden. Neben den zur Auswahl stehenden Programmen ArchiPhysik, EcoTech, GEQ, ETU und AX3000 wurden bei ‚Sonstige‘ noch WUFI, Trnsys, PHPP, Delphin, AnTherm, Therm, TAS, IDA ICE 10 und Excel als weitere Tools angeführt (diese unter ‚Sonstige‘ angeführten Programme sind in der Regel Simulationsprogramme mit verschiedenen Schwerpunkten, also keine „klassische“ Energieausweis-Software zur Berechnung und Erstellung eines Energieausweises gemäß OIB Richtlinie 6).

Dachbegrünung im Energieausweis

Die Ideen, wie die Gebäudeoptimierung durch Dachbegrünungen generell quantifiziert werden könnte, waren vielfältig: Mehrere Vorschläge bezogen sich auf den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), die Wärmeleitfähigkeit (als Default-Wert), die Substratstärke, den äußeren Wärmeübergangswiderstand (R_{se}) oder Temperaturkorrekturfaktoren. Hervorgehoben wurde, dass einige dieser Werte hauptsächlich bei der Begrünung ungedämmter Gebäude von Relevanz sind und dass die tatsächlichen Auswirkungen von Begrünung nicht mit herkömmlichen Parametern für Dämmstoffe dargestellt werden können.

Es wurde außerdem erwähnt, dass gängige Gebäudesimulationsprogramme die Verdunstung der Pflanzen nicht berücksichtigen. Als Annäherung könnte der kühlende Effekt thermisch analog mit einer Veränderung des Emissionskoeffizienten für langwellige Strahlung und/oder des Reflexionskoeffizienten für Solarstrahlung beschrieben werden. Die Voraussetzung hierfür wären empirische Werte dieses Effekts bei der Dachbegrünung, die mit den Effekten der vorher genannten Näherung verglichen werden müssten.

Einbezogen werden könnte das Mikroklima, beziehungsweise die Reduktion der Wirkung von urbanen Hitzeinseln – zum Beispiel durch eine Verringerung der Außenlufttemperatur bei der Fensterlüftung bei ausreichender Begrünung vor dem Fenster oder im Innenhof. Außerdem wurden das Retentionsvermögen von Dächern, die CO₂-Bindung der Vegetation und die Biodiversität als Faktoren genannt, die bei der Gebäudeoptimierung durch Begrünung in Zahlen gefasst werden sollten.

Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, zwischen Sommer- und Winterfall zu unterscheiden – unter anderem auch in Hinblick auf die Kühlleistung der Gründächer durch Verdunstungsprozesse und den in Zukunft steigenden Kühlenergiebedarf. Bei einer statischen Berechnung könnte diese Unterscheidung in Sommer und Winter allerdings eine Herausforderung darstellen.

Mehrfach erwähnt wurden mögliche Default-Werte für einen Temperaturkorrekturfaktor – ähnlich wie das bei erdanliegenden Bauteilen umgesetzt ist. Anzudenken wären eigene Leitwerte für Begrünung als Teil der Berechnung des Transmissionsleitwertes (z.B. Leitwertzuschläge oder -abschläge, ähnlich wie bei Wärmebrücken).

Wie bereits erwähnt, könnten Gründächer im Hinblick auf ihre Speicherfähigkeit, Reflexionsvermögen oder Emissivität anders als herkömmliche Bauteile berechnet werden. Hierfür wäre allerdings der Formelapparat der ÖNORM B 8110-6-1 zu erweitern, da derartige Einstellungen derzeit nicht vorgesehen sind.

Angestrebt werden könnte außerdem eine Standardisierung der energetischen Leistungen der verschiedenen Dachbegrünungstypen. Hier könnten unterschiedliche Aufbauten (reduziert extensiv, extensiv, semi-intensiv, intensiv, Retentionsdächer, ...) in Versuchen ausgewertet und im Anschluss in Baustofftabellen mit relevanten Kennwerten versehen werden. Durch weiterführende Untersuchungen könnten Lambda-Werte (Wärmeleitfähigkeiten) für unterschiedliche Substrate ermittelt werden - dabei ist von durchfeuchteten Substraten auszugehen, da die wechselnde Feuchtigkeit die Wärmeleitfähigkeit beeinflusst. Einige befragte Personen merkten jedoch an, dass in diesem Fall nur das Mindestmaß betrachtet werde und dies der eigentlichen Wirkung von Dachbegrünungen hinsichtlich der (adiabaten) Kühlung nicht gerecht werde. In Bezug auf statische Vorgaben müsste das Gewicht des Substrats sowohl im trockenen als auch im nassen Zustand angegeben werden.

Hinsichtlich der Überflutungsvorsorge bei (in Zukunft häufiger auftretenden) Starkregenereignissen sollte die in der Fachwelt bereits bekannte Rückhaltekapazität von Dachbegrünungen berücksichtigt werden. In diesem Fall kommt vor allem Retentionsdachbegrünungen eine immer wichtigere Rolle zu, da diese im Gegensatz zu üblichen extensiven Dachbegrünungen bei den zukünftig längeren Hitze- und Trockenperioden nicht so schnell austrocknen.

Auch kritische Reaktionen auf die Idee der Integration von Begrünung in den Energieausweis wurden vermerkt: Sollte die Begrünung entfernt werden oder aufgrund mangelnder Pflege vertrocknen, würde sie die vorher berechnete Kühlwirkung nicht mehr erfüllen. Auch der Umstand, einen wachsenden Organismus in ein so komplexes System wie den Energieausweis einzubringen, wurde kritisch gewürdigt.

Weitere Inputs bezogen sich darauf, Begrünung vermehrt in der Bebauungsplanung, der Klima- und Energiestrategie oder der langfristigen Renovierungsstrategie (LTRS) zu verankern. In Bezug auf die Bebauungsplanung müssten die Raumordnungsgesetze den Rahmen für Bauwerksbegrünung schaffen. Eine Herausforderung wäre hierbei die Durchsetzung auf Gemeindeebene.

Fassadenbegrünung im Energieausweis

Die Rückmeldungen zur Berechnung und anschließender Integration von Fassadenbegrünung in den Energieausweis ähnelten grundsätzlich den Vorschlägen, die bei den Fragen zur Dachbegrünung bereits gegeben wurden.

Genannt wurden mögliche Leitwerte und Abminderungsfaktoren – besonders die Verschattung und die damit einhergehende, geringere Erwärmung der Bausubstanz im Sommer wurde hervorgehoben. Bei immergrüner Vegetation oder wandgebundenen Systemen wäre anzudenken, den äußeren Wärmeübergangswiderstand (R_{se}) zu erhöhen – ähnlich wie bei hinterlüfteten Fassaden (ÖNORM EN ISO 6946). Die wärmeschutztechnische Verbesserung wäre mit dieser Methode allerdings sehr gering: die Fassadenbegrünungssysteme wären als stark belüftete Luftschicht zu bewerten und der äußeren Wärmeübergangswiderstand $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ durch den inneren Wärmeübergangswiderstand $R_{si}=0,13 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ zu ersetzen, dies entspräche dann lediglich einer Erhöhung des R_{se} um $0,09 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Eine andere Möglichkeit dazu wäre der Einsatz des Temperaturkorrekturfaktors gemäß ÖNORM B 8110-6.

Eingebracht wurde im Zuge der Befragung außerdem, bei der Begrünung vor einem Fenster einen „grünen g-Wert“ anzudenken. Durch diesen Wert könnte angegeben werden, welcher Anteil der auftreffenden Strahlung bereits von der Vegetation abgefangen wird. Eine Idee bezog sich darauf, mit vereinfachten Gebäudesimulationen Kennwerte für verschiedene Begrünungsvarianten zu ermitteln. Hier müssten allerdings im Vorhinein die Eigenschaften verschiedener Begrünungsarten (und gegebenenfalls verschiedener Kletterpflanzen) in unterschiedlichen Stadien untersucht und standardisierte Werte definiert werden. Die bis dato zu diesem Thema durchgeführten Forschungsprojekte und deren Ergebnisse sind stark ortsbezogen und systemabhängig. Zukünftig gilt es, diese zusammenzuführen, auszuwerten und schlussendlich Kennwerte abzuleiten. Wichtig ist dabei, Fachleute aus verschiedenen Disziplinen zu vernetzen und die Thematik aus unterschiedlichen Standpunkten zu betrachten.

Von großer Bedeutung ist außerdem die adiabate Kühlung des Gebäudeumfelds durch die Vegetation. Vor allem Fassaden bieten ein großes Flächenpotenzial, um begrünt zu werden – in Berechnungen könnten begrünte Fassaden durch einen Faktor für das Mikroklima (abhängig von der Exposition und Art des Bauteils) berücksichtigt werden.

Wie auch bei Dachbegrünungen könnte bei begrünten Fassaden die CO_2 -Bindung durch die Vegetation (und eventuelle Kompensationsrechnungen) in die Bewertung einfließen.

Chancen und Herausforderungen

Im weiteren Verlauf der Umfrage wurden auch die für die Teilnehmer:innen wichtigsten Chancen und Herausforderungen bei der Gebäudeoptimierung durch Begrünung erfragt. Bei den Chancen wurden allen voran die Kühleffekte durch Verdunstung erwähnt. Diese Abkühlung im Außenraum wirkt sich in weitere Folge auf das Gebäudeinnere aus - allerdings nur sekundär.

Auch die geringere sommerliche Erwärmung von Bauteilen im Tagesverlauf durch Evapotranspiration und Verschattung wurde mehrfach angeführt (Anm.: Der Begriff ‚Evapotranspiration‘ setzt sich aus der Evaporation (Verdunstung durch das Substrat bzw. den Boden) und der Transpiration (Verdunstung über die Pflanze) zusammen). Diese Wirkungen ermöglichen eine bessere Auskühlung in der Nacht und führen zu einer effektiveren Nachtlüftung.

Hervorgehoben wurde der Einsatz von Gebäudebegrünung in dicht bebauten, urbanen Gebieten und die damit einhergehende Erhöhung der Lebensqualität. Als weitere Chancen wurden der Erhalt und die Förderung der ökologischen Vielfalt, Staubbindung und die Reduktion der Nachhallzeit genannt.

Die Auswirkungen auf das Gebäude selbst sind sehr abhängig davon, ob es sich um einen Neubau oder ein Bestandsgebäude handelt. Aufgrund von Wärmebrücken, die durch die Verankerung entstehen, gleichen sich die positiven und negativen Auswirkungen hinsichtlich Wärmeschutz bei gedämmten Gebäuden in etwa aus. Allerdings sind bereits Systeme erhältlich, die dahingehend optimiert wurden. Eine befragte Person merkte an, dass selbst bei einer Montage ohne Wärmebrücken die Dämmwirkung an gedämmten Gebäuden vernachlässigbar gering wäre.

Bei unsanierten Gebäuden hingegen besteht durchaus das Potenzial, den U-Wert der Gebäudehülle durch Begrünung zu verbessern. Als möglicher Konflikt wurde Begrünung versus thermische Sanierung (bzw. Gebäudequalität) angeführt.

Die Nutzung der saisonalen Verschattung durch laubabwerfende Pflanzen war ebenfalls ein Thema, das im Rahmen der Befragung mehrfach angesprochen wurde. Hervorgehoben wurde die positive Eigenschaft, im Sommer vor transparenten Flächen zu verschatten und im Winter durch das Fehlen Blätter eine solare Erwärmung der Innenräume zu ermöglichen.

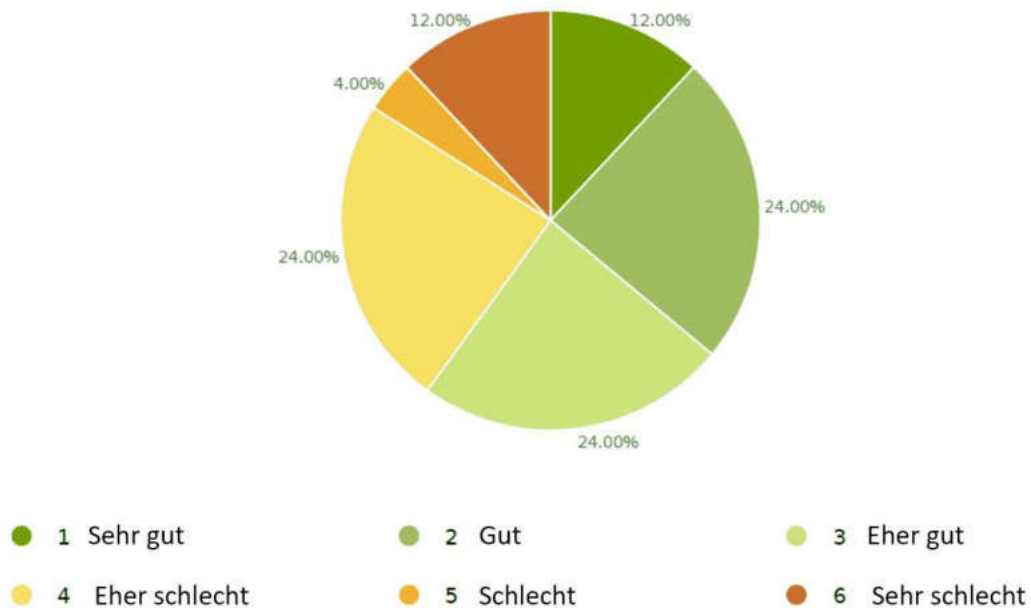
Mehrfach kam die Rückmeldung, dass das Berücksichtigen von Begrünung im Energieausweis besonders angesichts des sich verändernden (urbanen) Klimas wichtig und berechtigt ist. Die Herausforderungen bei der Gebäudeoptimierung durch Begrünung sahen die befragten Expert:innen dabei, die dynamischen Effekte von Dach- und Fassadenbegrünungen richtig abzubilden. Da der Energieausweis eine statische Betrachtung darstellt, müsste gewährleistet werden, dass die Gebäudebegrünung auch langfristig die gewünschten Effekte erzielt. Zudem sind organische (wachsende) Systeme schwerer skalierbar, bzw. bewertbar. Offene Fragen sind, in welcher Wachstumsphase der Effekt der Begrünung bewertet wird, wie dynamische Aspekte der Begrünung berücksichtigt werden können oder wie die Pflanzen in der Anfangszeit berechnet werden.

Als Hürden wurden mehrmals die Investitions- und Folgekosten und die Erklärung der Amortisation genannt. Auch das Investor:innen-Nutzer:innen Dilemma, beispielsweise bei Mietwohnungen, wurde angeführt. Hinsichtlich der Pflege sollten vor allem bei Gebäudemanagement-Unternehmen Weiterbildungen stattfinden, um das nötige Bewusstsein und Knowhow zu forcieren. In diesem Sinne sollten die Planung, Umsetzung, Wartung und Instandhaltung richtig eingeschätzt und vorher kommuniziert werden, um unerwünschte Überraschungen zu vermeiden.

Ein wichtiger Punkt, um Begrünung flächendeckender einsetzen zu können, sind kostengünstige Pflegesysteme. Die Pflegeprozesse haben das Potenzial, in Zukunft durch Drohnen oder Schneidroboter automatisiert zu werden, wie angemerkt wurde.

Einige der befragten Personen sahen eine Herausforderung in den brandschutztechnischen Anforderungen (Erhöhung des Brandüberschlages u. dgl.) und in der Komplexität der verschiedensten Einflussfaktoren. Beispielsweise ist die Berechnung der kühlenden Wirkung der Begrünung in einem Innenhof sehr schwer und aufwendig. Hierfür müsste es ein vereinfachtes Rechenverfahren geben.

Abbildung 5: Chancen einer Integration von Begrünung im Energieausweis (n=25)



Generell zeichnete sich bei der Einschätzung hinsichtlich der Chancen einer Integration in den Energieausweis ein überwiegend positives Bild ab. 60 % der Teilnehmer:innen (n=25) sehen dafür sehr gute bis eher gute Chancen.

4.3. Persönliche Interviews

Methode

Einige ausgewählte Personen wurden für das Führen von vertiefenden Interviews angeschrieben, von denen sich drei für ein persönliches Interview bereit erklärten. Für diese Interviews wurden ausgewählte Fragestellungen aus dem im Rahmen des Survey-Prozesses ausgearbeiteten Interview-Leitfaden (Interview-Leitfaden im Anhang) herangezogen. Anhand dieser leitenden Fragestellungen wurden die Interviews entweder virtuell über Videokonferenzen (Martin Brunn, Marco Schmidt) oder auch persönlich (Thomas Bednar) in einem Zeitrahmen von ein bis eineinhalb Stunden durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse der Gespräche sind differenziert nach den einzelnen Gesprächspartnern im Folgenden zusammengefasst.

Ergebnisse

Interview mit Martin Brunn

(Fachbereich Energie und Klimaschutz im Amt der Vorarlberger Landesregierung)

Motivation und Chancen betreffend Integration von Begrünung in den Energieausweis

Für Martin Brunn stellen Gebäudebegrünungen eine wesentliche Strategie dar, um Hitzeinseln, vor allem in Städten in Beckenlagen (z.B. Graz), zu minimieren. Neben dem Einfluss auf den Heat Island Effekt erwähnt er auch den Aspekt der Retentionsfähigkeit von begrünten Dächern sowie die Erhaltung und Erweiterung der Biodiversität durch Begrünung.

Er sieht das Optimierungspotential durch Gebäudebegrünung hinsichtlich Energieeffizienz vor allem im Bereich der sommerlichen Überwärmung (Erhöhung Speichermasse der Bauteile, Amplitudenverschiebung) und somit in den Berechnungsmethoden der ÖNORM B 8110-3. Hier sieht er auch wesentliche Chancen für die Integration. Den Einfluss einer U-Wert Verbesserung bei Berücksichtigung von Begrünungen auf die Berechnungsergebnisse des Heizwärmebedarfs (ÖNORM B 8110-6) schätzt er als eher gering ein.

Bezüglich der direkten Integration von Begrünungen in den Energieausweis weist Martin Brunn unter anderem darauf hin, dass Anforderungen wie der $HWB_{Ref,RK}$ für sämtliche Gebäude unabhängig vom Standort gelten. Der leistbare Beitrag von Gebäudebegrünungen hängt jedoch stark von der Lage ab - so hat sie bei Gebäuden in ländlichen Gebieten unter Umständen weniger Relevanz. Dieser Umstand kann die Integration der Begrünung in anforderungsrelevante Kennwerte der Energieausweisberechnung erschweren.

Bei Vorliegen konkreter, fachlich untermauerter Vorschläge für eine Adaptierung von energieausweisrelevanten Normen, die im Rahmen der Bearbeitung der OIB 2023 ohnehin überprüft und aktualisiert werden, stehen die Chancen einer Einpflegung prinzipiell aber gut. Kritisch ist die Akzeptanz der Integration jedoch, wenn die Einpflegungen einen hohen Aufwand verursachen, der Nutzen (Änderungen in den Kennwerten im Energieausweis) aber nur marginal ist.

Relevante Berechnungsparameter und Integrationswege

Hinsichtlich der Dachbegrünung sieht Martin Brunn relevante Parameter zur Berücksichtigung der Begrünung in der Berechnung der Speicherwirksamkeit von Aufbauten (für den Sommerfall) sowie in der Berechnung des U-Werts (für den Heizfall).

Dabei nennt er die ÖNORM B 8110-3 als Möglichkeit zur Integration. Eine Änderung in der ÖNORM EN ISO 6946 (Berechnung des U-Werts) hält er als eher unwahrscheinlich, da es sich hier um eine Norm auf europäischer Ebene handelt. Eventuell zusätzlich relevante Berechnungsparameter hinsichtlich Fassadenbegrünungen sieht er im positiven „kühlenden“ Effekt der Begrünung im Sommerfall, wobei hier noch Untersuchungsbedarf besteht.

Interview Thomas Bednar

(Universitätsprofessor am Institut für Werkstofftechnologie, Bauphysik und Bauökologie, TU Wien)

Motivation und Chancen betreffend Integration von Begrünung in den Energieausweis

Für Thomas Bednar ist bei der Planung von Gebäuden ausschlaggebend, dass alle möglichen Technologien berücksichtigt werden, damit so ein Optimum gefunden werden kann. Bei gebäudeintegrierten Begrünung gibt es gegenüber passiven Maßnahmen das Risiko, dass das Wachstum nicht den Erwartungen entspricht. Bei bisherigen Demonstrationsprojekten (z.B. Wien, Kammelmweg) sind unter anderem auch Wartungsfehler aufgetreten, die das Pflanzenwachstum beeinträchtigt haben.

Einer Integration der Begrünung im Energieausweis ist laut Thomas Bednar eigentlich nichts entgegenzusetzen. Grundsätzlich sollten Normen immer an den Stand der Technik angepasst werden – d.h. Technologien, die sich als funktionstüchtig und wirtschaftlich zur Lösung einer Aufgabenstellung erwiesen haben, sollten durch Normierung bei ihrer gesicherten Verbreitung unterstützt werden. Grundsätzlich sollte jede Technologie, die die Energieeffizienz eines Gebäudes beeinflusst, im Energieausweis

berücksichtigt werden. Technologien, welche die Behaglichkeit im Gebäude beeinflussen, sollen in den Berechnungen des Innenklimas (z.B. ÖNORM B 8110-3, EN ISO 52016) berücksichtigt werden.

Weiters weist er darauf hin, dass Begrünungen nicht nur einen Einfluss auf das Gebäude selbst haben, sondern auch die lokale Umgebung beeinflussen können (z.B. durch Minderung von Hitzeinseln oder Umgebungslärm). Durch Anwendung eines auf den lokalen Standort bzw. das Quartier bezogene Bemessungsklimas könnten die Auswirkungen der Begrünung wiederum im Energieausweis als auch bei der Berechnung des Innenklimas berücksichtigt werden. Basis einer Berücksichtigung wären validierte Methoden, die den Einfluss auf das Umgebungsklima nachvollziehbar und transparent ermitteln können. Generell sieht Thomas Bednar einen essentiellen Einfluss der Begrünung bei Betrachtung des lokalen Klimas sowie der Erweiterung/Erhaltung der Biodiversität und Artenvielfalt. Der Einfluss der Begrünung auf den Heizwärmebedarf und Kühlbedarf eines einzelnen Gebäudes mit bereits gut gedämmten Außenbauteilen ist eher als minimal anzusehen.

Relevante Berechnungsparameter und Integrationswege

Hinsichtlich Dachbegrünung:

Um die Auswirkung von Dachbegrünungen in die Berechnungen einfließen lassen zu können, wäre es aus der Sicht von Thomas Bednar in erster Linie sinnvoll, die derzeit angewandten statischen Berechnungsmethoden zu einer dynamischen Berechnung hin zu entwickeln. So können der Sommer- und Winterfall differenziert berücksichtigt werden. Soll z.B. der Einfluss auf den U-Wert einer Dachkonstruktion durch eine Begrünung berücksichtigt werden, dann sind der äußere Wärmeübergangswiderstand sowie die Berücksichtigung der Wärmeleitfähigkeit der Humus-Schicht relevant. Beides sind saisonal abhängige Parameter und würden somit die Berechnung eines „dynamischen U-Werts“ erfordern.

Im Zusammenhang mit Dachbegrünungen wurde von Thomas Bednar auch der solare Absorptionsgrad als relevanter Berechnungsparameter genannt. Als Integrationsweg sieht er die „vereinfachte Simulation“ von Bauteilen mit Begrünung, sodass z.B. ein Gründach mit Attika in Zukunft hinsichtlich der Feuchtdynamik als auch hinsichtlich der Wärmeverluste simuliert wird. Er verweist auch darauf, dass dazu bereits ausreichend Literatur vorhanden sein sollte. (z.B. Zirkelbach D. und Schafaczek, B. (2013) oder Nusser B., (2012))

Hinsichtlich Fassadenbegrünung:

Bezogen auf den Heizwärmebedarf kann die Berechnung über den äußeren Wärmeübergangswiderstand (Bestandteil des U-Werts, ÖNORM EN ISO 6946) des begrünten Bauteils beeinflusst werden. Betrachtet man die Begrünung als vorgehängte Fassade mit stark belüfteter Luftschicht, beruhigen die Blätter die Luftschicht und es kann ein alternativer Wert für den äußeren Wärmeübergangswiderstand angesetzt werden (Ermittlung des Werts durch Messungen, Simulationen). Dies betrifft Tabelle 9 und Tabelle 10 in der ÖNORM EN ISO 6946.

Thomas Bednar meint auch, dass man Begrünung ähnlich wie „transparente“ Wärmedämmungen behandeln könnte. Dazu ist derzeit eine europäische Norm in Entstehung (*ISO/CD 52016-3*), diese nimmt aber „green roofs“ und „green facades“ derzeit noch aus der Berechnung aus.

Generell sollten laut Thomas Bednar bei der Betrachtung des Einflusses von Begrünungen auf Heizwärmebedarf als auch Kühlbedarf immer auch Wachstumsmodelle der Bepflanzung berücksichtigt werden. Dies führt wiederum zur Notwendigkeit der Verwendung von zeitabhängigen Eingangsparametern (z.B. unterschiedliche äußere Wärmeübergangswiderstände je nach Dichte der Blätter).

Interview DI Marco Schmidt

(Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Referat Energieoptimiertes Bauen) sowie am Institut für Architektur der Technischen Universität Berlin)

Motivation und Chancen betreffend Integration von Begrünung in den Energieausweis

Marco Schmidt sieht Gebäudebegrünung als wirksame (Low-Tech-)Maßnahme, um vor allem in dicht bebauten Gebieten durch Evapotranspiration eine adiabate Kühlung der Umgebungsluft zu erzielen, Biodiversität zu fördern und ein lebenswertes Umfeld zu schaffen. Seit mehr als 15 Jahren begleitet er die Fassadenbegrünung am Institut für Physik Adlershof Berlin - hier wurde eine Hälfte des Gebäudes mit konventionellem, außenliegendem Sonnenschutz versehen, die andere Hälfte wurde mit 450 Kletterpflanzen begrünt. Durchgeführt wurden Simulationen und Messungen. Für die Fassadenbegrünung bestehen im Rahmen der derzeitigen Normungsverfahren keine Berechnungsmethoden, hier wurde nur gemessen und in Relation der Energieverbrauch für Heizen, Kühlen und Beleuchtung für eine südorientierte Büroraumgruppe bestimmt.

Herausforderungen sieht er in der derzeitigen Berechnungssystematik (Innen- zu Außentemperatur-Bilanzierung), da hier weder der Phasenwechsel von Wasser noch die atmosphärische Gegenstrahlung berücksichtigt werden. Sollte sich an der konventionellen Berechnungssystematik nichts ändern, können laut Marco Schmidt für Begrünungen in Bezug auf die Verbesserung der Energieeffizienz kaum signifikante Vorteile nachgewiesen werden. Weiters ist seiner Meinung nach wichtig, das Mikroklima zu berücksichtigen, indem der Einfluss der Begrünungen bzw. des Gebäudes auf das Umfeld bewertet wird. Im Vergleich verschärfen konventionelle Klimageräte die Hitze-Problematik in Städten, indem Wärme an die Umgebung abgegeben wird, um den Innenraum zu kühlen (Stromverbrauch + zusätzliche Abwärme). Außerdem wäre wichtig, den Energieausweis generell zu reformieren (z.B. Angleichen des berechneten Energieverbrauchs an die Realität). Als wichtige Stellschraube sieht er die Integration in (inter-)nationale Normen, da der Energieausweis darauf aufbaut.

Relevante Berechnungsparameter und Integrationswege

Hinsichtlich Dachbegrünung:

Hier existieren bereits viele Untersuchungen und lange Messreihen, die begrünte Dächer (und z.B. gemessene Temperaturen an der Dachabdichtung) mit Kies- oder Bitumendächern vergleichen. Systematische Referenzmessungen mit unterschiedlichen Aufbauten sind wichtig, um hier Aussagen treffen zu können. Als relevant sieht er hier besonders die Strahlungstemperatur (Infrarotstrahlung bzw. Transmission), da sich die Begrünung in dieser Größe wesentlich von konventionellen Bauteilen unterscheidet. Essentiell ist insbesondere die Differenzierung zwischen Sommer- und Winterfall. Eine Abbildung der realen Wirklichkeit über den U-Wert bzw. einen einfachen Korrekturfaktor hält er für nicht sinnvoll, da diese marginal wäre und den eigentlichen Leistungen einer Dachbegrünung über die vereinfachte Methodik nicht gerecht wird.

Hinsichtlich Fassadenbegrünung:

Die zwei Mechanismen Verschattung und Verdunstung sollten laut Marco Schmidt bei begrünten Fassaden unbedingt miteinbezogen werden. Im Vergleich zu Dachbegrünungen fehlt es bei Fassadenbegrünungen jedoch noch über das Physikinstitut hinaus an allgemein übertragbaren Grundlagenuntersuchungen (konventionelle Systeme im Vergleich zur Begrünung).

Weiters sollten nicht nur die kurzwellige Einstrahlung, sondern auch die langwelligen Emissionen (Wärmestrahlung) und insbesondere die latente Wärme (Verdunstung) berücksichtigt werden. Marco Schmidt hat in Messungen die Strahlungstemperatur von konventionellem Sonnenschutz mit jener von begrünten Sonnenschutz verglichen – der konventionelle Sonnenschutz entwickelte eine 8,5-mal höhere Wärmestrahlung ins Gebäude.

Bei der Verschattung durch Fassadenbegrünung (z.B. fc-Wert) könnten Monatswerte verwendet werden – so erhält man die Wirkung der Verschattung der begrünten Fassade im Jahresverlauf. Weiters müssten unterschiedliche Pflanzenarten hinsichtlich ihrer Verschattungs- bzw. Verdunstungsleistung systematisch gemessen werden, um hier auch für unterschiedliche Entwicklungsstufen der Fassadenbegrünung Werte zu erhalten.

Messungen in Klimakammern hält er für ungeeignet, da hier wieder herkömmlich mithilfe von Außen- und Innentemperatur der Wärmedurchgang ermittelt wird. Laut Marco Schmidt ist es wichtig, an realen Gebäuden zu messen, denn sonst geht es zu stark in Richtung Simulation und hier tritt das Problem auf, dass die tatsächlichen Effekte von Begrünungen nicht dargestellt werden können. Wichtig ist auf jeden Fall, die Verdunstung miteinzubeziehen, die auf der globalen Ebene 45% der Strahlungsumsätze ausmacht. Die Vernachlässigung der latenten Wärmeströme führt zu falschen Szenarien in den konventionellen Rechenansätzen und Klimamodellen.

4.4. Online-Workshop

Methode

Die Feedbackrunde zum Online-Survey wurde am Freitag, den 19.03.2021, von 14:00 - 16:45 Uhr abgehalten. An dem Vernetzungsworkshop nahmen insgesamt 14 Personen teil, davon waren fünf Personen aus dem Projektteam (GRÜNSTATTGRAU, Schöberl & Pöll und BOKU). Anwesend waren verschiedene Expert:innen aus der Forschung und der Planung, auch Softwareunternehmen und Behörden waren vertreten, wobei viele der Teilnehmenden in der Energieausweis-Berechnung tätig sind.

Folgende Themen wurden im Laufe des Workshops von den Vortragenden behandelt und gemeinsam diskutiert: Nach der Begrüßung und Vorstellung des GREENergieausweis-Teams folgte eine Einführung durch Ernst Schriebl (Schöberl & Pöll), in der die Hintergründe und die Ausgangslage des Projekts erläutert wurden. Im Anschluss wurden die internationalen Rahmenbedingungen (EU-Taxonomie, Strategien für Klimawandelanpassung, u.a.) von Bernhard Scharf (BOKU) präsentiert. Weiters wurden Bauwerksbegrünungen, unterschiedliche Ausführungsmöglichkeiten und die jeweiligen Auswirkungen auf das Gebäude von Susanne Formanek (GRÜNSTATTGRAU) zusammengefasst.

Nach einer Vorstellungsrunde der Teilnehmenden folgte die erste Diskussion in zwei Kleingruppen. Anschließend folgte eine zehnmütige Pause, nach dieser begann die zweite Break-Out-Session. Nach technischen Schwierigkeiten wurde diese schließlich gegen eine gemeinsame Diskussion mit allen Teilnehmer:innen getauscht. Zum Schluss fand schließlich noch eine Kurzumfrage statt (siehe Anhang) und

die Ergebnisse des Online-Surveys wurden präsentiert. Mit einem Ausblick und der Verabschiedung wurde die Veranstaltung schließlich um 16:45 beendet.

Ergebnisse

Im Rahmen der Break-Out-Session, der gemeinsamen Diskussion und der Umfragen konnten wertvolle Informationen gewonnen und weitere Handlungsschritte aufgezeigt werden. Die Ansichten der Expert:innen überschneiden sich teilweise – diese wurden zusammengefasst und werden nachfolgend dargestellt. Viele Aussagen bestätigten die bereits im Vorfeld erhobenen Ergebnisse der Online-Umfrage.

Die erste Break-Out-Session startete mit folgenden Fragen:

- ***Wie groß ist die Bereitschaft/das Bewusstsein in Ihrem Umfeld, dieses Thema im Energieausweis und in den dafür relevanten Normen zu integrieren?***

Auf die erste Frage wurden sehr unterschiedliche Antworten geliefert: Grundsätzlich gibt es eine hohe Bereitschaft, mehr Begrünung in städtischen Gebieten zu implementieren. Die Vorteile der Bepflanzung (Kühlung des Umfelds, Beschattung, Biodiversität) sind weitgehend bekannt und werden auch persönlich von allen Teilnehmenden unterstützt. Die Bereitschaft bei Kund:innen, Gebäudebegrünung umzusetzen, steigt. Dennoch werden häufig Fragen nach Kosten und Nutzen der Gebäudebegrünung gestellt. Oft sind verantwortliche Personen skeptisch, dass Begrünung kosteneffizient eingesetzt werden kann – Bedenken bestehen besonders in Trockenzeiten bezüglich der Brandgefahr, auch die Dauerhaftigkeit der Begrünung wird manchmal angezweifelt.

Erwähnt wurde auch, dass die Einbindung von Gebäudebegrünung in den Energieausweis jedenfalls eine Maßnahme sein kann, um für mehr Grünflächen in Städten zu sorgen. Etwas komplexer wird die Thematik, wenn es darum geht, Gebäudebegrünung tatsächlich in Berechnungen für den Energieausweis einzubinden. Solange diese nicht in den Normen verankert ist, könnte es schwierig werden, eine größere Akzeptanz zu erzielen.

Unterschieden werden könnte hier zwischen den Effekten auf Neubau und Bestand, da die ohnehin gute Dämmung bei Neubauten meist dazu führt, dass die Auswirkungen der Begrünung (rein in Bezug auf die energetische Gebäudeoptimierung) sehr gering sind. Bei ungedämmten Bestandsgebäuden erzielt Gebäudebegrünung hingegen größere Auswirkungen. Angemerkt wurde, dass herauszufinden sei, ob beispielsweise Fassadenbegrünungen bei gut gedämmten Gebäuden durch die Verankerung eine Verschlechterung des Wärmeschutzes darstellen. Es wurde hingegen auch erwähnt, dass es bereits Systeme gibt, die dahingehend optimiert sind - wichtig ist, weiter an Lösungen für den Neubau zu forschen.

- ***Für wie schwierig schätzen Sie eine Integration von Gebäudebegrünung in den Energieausweis (und die dazugehörigen Normen) ein?***

Die Integration in den Energieausweis könnte sich aufgrund der statischen Berechnungsverfahren durchaus als schwierig erweisen, da beispielsweise ein Gründachaufbau keine Konstante ist: Unter anderem können der Wasserhaushalt und die Begrünungsintensität variieren und diese sind dadurch schwer dauerhaft einzuschätzen und abzubilden.

Eine Möglichkeit wäre, einen zusätzlichen, „grünen“ Energieausweis anzustreben. Dieser könnte darstellen, wie sich das Gebäude auf das Umfeld auswirkt (ähnlich dem Prinzip von GREENPASS®). So hätte man zwei verschiedene, getrennte Instrumente zur Gebäudebewertung – während des Workshops

wurde auch diskutiert, ob es sinnvoll ist, diese im regulären Energieausweis zu „vermischen“. Nach der Umsetzung und Etablierung könnten diese Instrumente zusammengefügt werden.

Bei einer Einbindung wäre zudem noch zwischen dem Einfluss auf den Kühl- und den Heizwärmebedarf (Sommer-/Winterfall) zu unterscheiden. Ein Vorteil der Einbindung von Begrünung in den Energieausweis wäre, dass die tatsächlichen Auswirkungen dann abgebildet werden könnten und zusätzlich berechnet werden könnte, wie sich dies auf die Sommertauglichkeit auswirkt.

Zusammenfassend wird der Integration von Begrünung in den Energieausweis derzeit noch wenig Bedeutung zugeschrieben, während die Gebäudebegrünung generell ein sehr wichtiges Thema darstellt.

Folgende Fragen wurden in der zweiten Diskussionsrunde behandelt:

- ***Welche Herausforderungen müssen gelöst werden, um eine Integration von Begrünung in den Energieausweis zu ermöglichen?***

Einen Faktor oder Indikator mit dem statischem Energieausweis zu verbinden, ist schwierig, weil die Pflanzen selbst nicht statisch sind. Daher sollte die Veränderung der Vegetation im Lauf der Zeit mit einbezogen werden, als Beispiel wurde das Wachstum von Fassadenbegrünungen mit Kletterpflanzen genannt. Als weiteres Risiko wurde genannt, dass die (mit Begrünung) berechnete Sommertauglichkeit nicht eingehalten wird. Große Skepsis kommt hier vonseiten der Bauwirtschaft und Hausverwaltungen, weil diese dafür verantwortlich sind, dass die Verschattung funktioniert.

Sowohl im Rahmen von Forschungsprojekten an der Universität für Bodenkultur (BOKU), als auch an der Technischen Universität Wien (TU) wurden bereits sehr viele Dach- und Fassadenbegrünungen hinsichtlich deren Auswirkungen auf Gebäude gemessen. Zu Dachbegrünungen gibt es im Vergleich zur Fassade wesentlich mehr Ergebnisse. Einige Fragen sind jedoch noch offen - die Messergebnisse sind derzeit noch nicht ausreichend, um Gebäudebegrünung im Energieausweis abzubilden. Um dies zu erreichen, sind systematisch verschiedene Systeme zu messen. Bei Gründachaufbauten ist die Messung leichter als bei Fassaden, bei Gründächern gibt es schon vergleichsweise viele Messwerte.

Wichtig ist außerdem, konkret zu definieren, welche Aspekte und Einflüsse der Begrünung im Energieausweis umgesetzt werden sollen (U-Wert, Abminderung solarer Gewinne, CO₂-Kompensation, etc.). Sobald es hier anerkannte, belegbare Berechnungsmethoden gäbe, könnte man diese berücksichtigen. Weiters könnte die Integration in österreichische Normen oder OIB-Richtlinien zu einer vermehrten Anwendung von Gebäudebegrünung beitragen.

Ein großes Thema wäre in diesem Fall die Einigung zwischen den einzelnen Bundesländern – hier existieren nicht nur Unterschiede zwischen Ost- und Westösterreich, sondern auch bei Städten unterschiedlicher Größe. Um dies zu vermeiden, könnte es sinnvoll sein, den Fokus zuerst auf die Darstellung in den Normen (B 8110-6 und B 8110-3) zu richten.

Die Expert:innen hoben hervor, dass im Vergleich zu anderen Themen zum Energieausweis die Integration von Begrünung derzeit noch ein Randthema darstellt. Gleichzeitig besteht hier allerdings die Chance, bei den Änderungen das Thema Begrünung miteinfließen zu lassen.

Die Auswirkungen der Begrünung auf das Mikroklima wurden von allen Beteiligten erwähnt: Man könnte versuchen, über die Anpassung des Außenklimas (und damit die indirekten Auswirkungen auf das Gebäude bzw. die sommerliche Überwärmung) an den Energieausweis anzuknüpfen. In diesem

Fall stellen jedoch die Berechnung und damit die Darstellung von Kosten und Nutzen eine Herausforderung dar.

- **Welche Auswirkungen auf die Wirtschaft ergeben sich durch eine Integration von Begrünung in den Energieausweis? Welche positiven Auswirkungen könnte dies haben?**

Die in der kommenden EU-Taxonomie festgesetzten Mindestanforderungen an die Energieeffizienz nehmen Einfluss auf Finanzierungen. Da sich Banken in Zukunft nach der Taxonomie richten müssen, könnte sich dies positiv auf die Akzeptanz und Umsetzung von Gebäudebegrünungen auswirken.

Für die Teilnehmer:innen des Workshops waren die Effekte auf die Wirtschaft grundsätzlich sehr klar: Gebäudebegrünung und die damit entstehenden Lösungen haben positive Auswirkungen auf die Wirtschaft und letztendlich auch die Bevölkerung.

Vor allem in den Bereichen der Pflege und Wartung von Gebäudebegrünung können neue Wirtschaftszweige und Fachfirmen mit unterschiedlichen Expertisen entstehen. Auch für die Immobilienwirtschaft ist Begrünung ein großes Thema – viele Wohnbaugesellschaften verkaufen ihre Wohnungen über viel „Grün“ im Entwurf. Dazu wurde angemerkt, dass dies auch in der Bauordnung verankert werden sollte, um begrünte Lebensräume sicherzustellen.

5 Strategien und methodische Ansätze zur Berücksichtigung von gebäudeintegrierter Begrünung im Energieausweis

Um die Möglichkeiten für die Abbildung von gebäudeintegrierten Begrünungen in der Energieausweisberechnung aufzuzeigen, wurden jene Normen, deren Berechnungsmethoden Adaptionen zur Integration von Begrünungselementen zulassen, genauer analysiert. Die identifizierten Anpassungsmöglichkeiten werden im Folgenden aufgelistet und – wenn möglich – auch mit bereits vorhandenen, beispielhaften Kennwerten verbunden. Weiteres wird die Thematik der Beeinflussung des Mikroklimas durch gebäudeintegrierte Begrünung und eine mögliche Berücksichtigung in der Energieausweisberechnung betrachtet. Für die ermittelten Anpassungsmethoden erfolgt zudem eine Abschätzung der damit verbundenen Mehraufwände bei der Energieausweiserstellung.

5.1. Berechnungsmodelle für die Integration in die Energieausweisberechnung

Methode

Aufbauend auf den Ergebnissen aus Kapitel 3.1 und Kapitel 4 wurde eine Liste an relevanten Normen erstellt, die Einfluss auf die Energieausweisberechnung haben und Potential zur Anpassung hinsichtlich der Integration von Begrünungen bieten.

Die Ergebnisse werden in einer tabellarischen Übersichtsmatrix (beispielhaftes Konzept siehe Tabelle 3) zusammengefasst. Die jeweiligen Normen wurden zuerst eingehend auf relevante Berechnungsmodelle, Formelapparate und zu verwendende Bei-/Kennwerte untersucht. In der Zeile „Relevante Norm-Inhalte“ (siehe beispielhaft Tabelle 3) werden die Ergebnisse zusammengefasst. Weiters erfolgt in den Zeilen „betrifft Heizfall“ und „betrifft Kühlfall“ die Angabe, ob die Berechnungen in den Normen Einfluss auf den Heizwärmebedarf (Heizfall), den Kühlbedarf (Kühlfall, nur bei Nichtwohngebäuden) oder die sommerliche Überwärmung (Kühlfall) haben. Im nächsten Schritt wurden Literaturquellen mit Bezug zu den jeweiligen Normen recherchiert. Relevante Quellen werden unter „Literaturquellen mit Bezug“ angegeben. Auf Basis der maßgeblichen Berechnungsmodelle aus den Normen sowie der vorhandenen Literaturquellen mit Bezug dazu, erfolgt schlussendlich die Angabe von Anpassungsmöglichkeiten der jeweiligen Norm zur Berücksichtigung von Begrünungen. Diese Vorschläge werden in der Zeile „Mögliche Anpassung Norm“ beschrieben. Unter „Beispielwerte-/zahlen“ erfolgt die Auflistung möglicher beispielhafter Kennwerte, die bei einer Anpassung der Berechnungsmodelle verwendet werden könnten. Zuletzt wurde die Notwendigkeit einer Änderung in der Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) bei Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen (siehe „Anpassung Berechnungssoftware erforderlich“) untersucht.

Tabelle 3: Konzept für die Erstellung einer Übersichtsmatrix

Übersicht Berechnungsmodelle			
	Norm A Dach / Fassade	Norm B Dach / Fassade	Norm xy Dach / Fassade
Relevante Norm-Inhalte:			
Betrifft Heizfall:			
Betrifft Kühlfall:			
Literaturquellen mit Bezug:			
Mögliche Anpassung Norm:			
Beispielwerte-/zahlen:			
Anpassung Berechnungssoftware erforderlich:			

Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt jeweils pro einzelner Norm anhand einer kurzen Zusammenfassung sowie einer Übersichtstabelle über alle Inhalte.

ÖNORM EN ISO 6946:2018 02 01

Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren

Die ÖNORM EN ISO 6946 beinhaltet das Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Wärmedurchlasswiderstandes bzw. des Wärmedurchgangskoeffizienten („U-Wert“) von Bauteilen. Unterschiedliche Literaturquellen zeigen, dass bei Fassaden durch die Begrünung vor allem der äußere Wärmeübergangswiderstand R_{se} (als Bestandteil des Wärmedurchgangswiderstands eines Bauteils) beeinflusst werden kann. Von Tudiwer (2019) und anderen wird das Begrünungssystem wie ein hinterlüftetes Fassadensystem betrachtet. Die Berücksichtigung von hinterlüfteten Fassaden in der U-Wert Berechnung ist abhängig von der Art der Luftschicht. Wird das Begrünungssystem z.B. als Fassade mit stark hinterlüfteter Luftschicht betrachtet, ist in Folge der äußere Wärmeübergangswiderstand R_{se} gemäß Tabelle 9 bzw. Tabelle 10 der Norm zu ermitteln. In der Anpassung bzw. Ergänzung dieser Tabellen würde sich eine konkrete Möglichkeit zur Berücksichtigung von Begrünungen bieten.

Abbildung 6: Anwendungsbeispiel zur Integration von Fassadenbegrünung in der ÖNORM EN ISO 6946 im Zusammenhang mit der Tabelle 9 – Konventionelle Wärmeübergangswiderstände (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM EN ISO 6946, 2021)

Ergänzung Tabelle mit Wärmeübergangswiderstand durch Fassadenbegrünung			
Tabelle 9 — Konventionelle Wärmeübergangswiderstände			
Wärmeübergangswiderstand m ² K/W	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04
$R_{se,Begrünung}$	Zu definierender Kennwert $R_{se,Begrünung} = 0,04 - 0,70$ (vgl. Literatur)		

Beispielwerte für äußere Wärmeübergangswiderstände bei Installation von Begrünungssystemen finden sich bereits in einigen Literaturquellen (z.B. Tudiwer D., 2019 und Zirkelbach D., Schafaczek B., 2013). Hinsichtlich der Energieausweis-Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) bedarf es bei der zukünftigen Integration ebenfalls einer Anpassung, indem bei den Auswahlmöglichkeiten der Bauteileingabe begrünter Schichten (inkl. der daraus resultierenden Anpassung des äußeren Wärmeübergangswiderstandes R_{se}) implementiert werden.

Bei begrünten Fassaden ist zusätzlich zur positiven Wirkung der Begrünung auch der Einfluss der mechanischen Befestigungsmittel (Quellen für Wärmebrücken) auf die Kennzahlen der Energieausweisberechnung zu berücksichtigen. Dies ist durch eine Berechnungsformel in der Norm und auch durch eine entsprechende Eingabemaske im Berechnungsprogramm zum aktuellen Zeitpunkt bereits berücksichtigt.

Tabelle 4: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM EN ISO 6946

Betrachtung ÖNORM EN ISO 6946	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	Wärmedurchgangskoeffizient nach vereinfachtem Berechnungsverfahren (Kapitel 6.5.2, Formel (1), S.12) $U = \frac{1}{R_{tot}}$
	Wärmedurchlasswiderstand homogener Schichten (Kapitel 6.7, Formel (3), S. 13) $R = \frac{d}{\lambda}$
	Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente (Kapitel 6.7, Formel (4), S. 13) $R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$
	Wärmeübergangswiderstände (Kapitel 6.8, S.18)
	Tabelle 9 - Konventionelle Wärmeübergangswiderstände (Standardwerte für R_{si} und R_{se} in Abhängigkeit der Richtung des Wärmestroms)

	<p>Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten (Kapitel 6.9, S. 18)</p> <p>1) ruhende Luftschichten: Tabelle 10 - Wärmedurchlasswiderstand von ruhenden Luftschichten mit Oberflächen mit hohem Emissionsgrad (Wärmedurchlasswiderstand in Abhängigkeit der Luftschichtdicke und Richtung des Wärmestroms)</p> <p>2) schwach belüftete Luftschicht</p> <p>3) stark belüftete Luftschicht: "Der Wärmedurchgangswiderstand einer Bauteilkomponente mit einer stark belüfteten Luftschicht ist zu bestimmen, indem der Wärmedurchlasswiderstand der Luftschicht und aller sonstigen Schichten zwischen Luftschicht und Außenumgebung vernachlässigt wird und ein äußerer Wärmeübergangswiderstand verwendet wird, der dem bei ruhender Luft entspricht (siehe Anhang C). Alternativ darf der entsprechende Wert für R_{si} aus Tabelle 9 verwendet werden"</p> <p>Anhang C - Berechnung von Wärmeübergangswiderständen (S. 27, Formeln C.1-C.6)</p>
FASSADE	<p>siehe oben (Dachbegrünung)</p> <p>UND</p> <p>Korrektur für mechanische Befestigungselemente - Detaillierte Berechnung (Kapitel F.3.1, Formel (F.4), S. 43)</p> $\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f A_f n_f}{d_1} \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$ <p>Korrektur für mechanische Befestigungselemente - Näherungsverfahren (Kapitel F.3.2, Formel (F.5), S. 43)</p> $\Delta U_f = n_f \chi$
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	JA
FASSADE	JA
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	JA (sommerliche Überwärmung und Kühlbedarf)
FASSADE	JA (sommerliche Überwärmung und Kühlbedarf)
Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	<p>1) Zirkelbach D., Schafaczek B., 2013 Kurzbeschreibung: Untersuchen Materialeigenschaften und effektive Übergangparameter von Dachbegrünungen zur zuverlässigen hygrothermischen Simulation</p> <p>2) Minke G., Otto F., Gross R., 2009 Kurzbeschreibung: Wärmetechnischer Vergleich unterschiedlicher Aufbauten durch Messung der Bauteiltemperaturen und Transmissionswärmeverluste</p> <p>3) Scharf B., Zluwa I., 2017 Kurzbeschreibung: Messtechnische Untersuchung der Wärmedämmeigenschaften von sieben unterschiedlichen Gründachsystemen</p>
FASSADE	1) Tudiwer D., 2019

Betrachtung ÖNORM EN ISO 6946

	<p>Kurzbeschreibung: Untersucht Erhöhung von äußerem Wärmeübergangswiderstand aufgrund der Begrünung sowie ΔU-Werte für Wärmebrücken aufgrund von Befestigungssystemen von Begrünungen</p> <p>2) Perini K., Ottelé M., Fraaij A.L.A., Haas E., Raiteri R., 2011 Kurzbeschreibung: Untersuchen Einfluss der Windgeschwindigkeit auf den Wärmedurchgangswiderstand begrünter Fassaden</p> <p>3) Susorova I., Angulo M., Bahrami P., Stephens B., 2013 Kurzbeschreibung: Untersuchen Einfluss der Begrünung auf den Wärmedurchgangswiderstand der Fassade</p> <p>4) Teichmann F., 2018 Kurzbeschreibung: Simulation (Wärmebrückensimulation) und Messung (Wärmestrommessung) von ΔU-Werten von Fassadenbegrünungen</p>
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	<p>Ergänzung Tabelle 9 oder Tabelle 10</p> <p>Tabelle 9: zusätzliche Zeile $R_{se, \text{Begrünung}}$ Hinweise für mögliche Werte siehe Literatur</p> <p>1) Zirkelbach D., Schafaczek, B., 2013: Seite 38, 49, 51</p>
FASSADE	<p>Ergänzung Tabelle 9 oder Tabelle 10</p> <p>Tabelle 9: zusätzliche Zeile $R_{se, \text{Begrünung}}$ Hinweise für mögliche Werte siehe Literatur</p> <p>1) Tudiwer D.: Seite 30 2) Perini K., Ottelé M., Fraaij A.L.A., Haas E., Raiteri R.: Seite 2291-2292 3) Susorova I., Angulo M., Bahrami P., Stephens B.: Seite 1, 13</p>
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	<p>aus 1) theoretisch höherer Wärmeübergangswiderstand außen aufgrund der Begrünung, wird aber für Berechnungsmodelle nicht berücksichtigt => Annahme für Berechnungen $R_{se}=0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$ (getroffene Annahme für Holzkirchen)</p>
FASSADE	<p>aus 1) zusätzlicher Wärmedurchgangswiderstand aufgrund der fassadengebundenen Begrünung R_A (Ermittlung durch Messungen): großflächige Systeme mit verblendeten Hinterlüftungsöffnungen $R_A=0,39 \text{ (m}^2\text{*K/W)}$ kleinflächige Systeme ohne Verblendung $R_A=0,12 \text{ (m}^2\text{*K/W)}$ aus R_A (zusätzlicher Wärmedurchgangswiderstand aufgrund der fassadengebundenen Begrünung) und R_T (Gesamt-Wärmeübergangswiderstand der nicht begrünten Fassade) ergibt sich der Wärmedurchgangswiderstand des begrünten Teils der Fassade R_G $R_G=R_T+R_A$</p>

	<p>ΔU-Werte für unterschiedliche Befestigungssysteme (Kassetten- und Trogsysteme, Aluminium und Edelstahl, gedämmte/ungedämmte Fassade): 0,00 - 0,08 W/m²K</p> <p>aus 2)</p> <p>Wärmedurchgangswiderstand R_{tot} ohne Begrünungsschicht (Wärmeübergangswiderstände: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ und $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$) $R_{tot} = 0,17 + R_T \text{ (m}^2\text{K/W)}$ (wobei R_T der Wärmedurchgangswiderstand der Wand ohne den Wärmeübergangswiderständen ist)</p> <p>Wärmewiderstand R_{tot} mit direkte Begrünung ($R_{se} = R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$, aufgrund verringerter Windgeschwindigkeit) $R_{tot} = 0,26 + R_T \text{ (m}^2\text{K/W)}$ => $\Delta R_{se} = 0,09 \text{ (m}^2\text{K/W)}$ (wobei R_T der Wärmedurchgangswiderstand der Wand ohne den Wärmeübergangswiderständen und der Begrünung ist)</p> <p>Wärmewiderstand mit LWS (Living Wall System) (Abstand LWS - Außenwand 4cm) (Wärmeübergangswiderstände: $R_{se} = R_{si} = 0,13$, aufgrund verringerter Windgeschwindigkeit) $R_{tot} = 0,26 + R_{LWS} + R_T \Rightarrow \Delta R_{se} = 0,09 \text{ (m}^2\text{K/W)}$ (wobei R_{LWS} die thermischen Eigenschaften der Living-Walls berücksichtigt und R_T der Wärmedurchgangswiderstand der Wand ohne den Wärmeübergangswiderständen und der Begrünung ist)</p> <p>Wärmewiderstand indirekte Begrünung (Abstand Begrünung - Außenwand 20cm) (Wärmeübergangswiderstände: $R_{se} = 0,04$ und $R_{si} = 0,13$) $R_{tot} = 0,17 + R_T \text{ (m}^2\text{K/W)}$ (wobei R_T der Wärmedurchgangswiderstand der Wand ohne den Wärmeübergangswiderständen und der Begrünung ist)</p> <p>aus 3)</p> <p>effective plant R-value/effektiver Wärmedurchgangswiderstand der Begrünung Plant R-Value = 0,0 - 0,7 (m²K/W) abhängig von Wandausrichtung, Blattflächenindex und Strahlungsabschwächungskoeffizient</p>
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	JA (Auswahlmöglichkeit bei Bauteilen für eine begrünte Schicht einbinden -> automatische Anpassung des R_{se})
FASSADE	für Wärmeübergangswiderstände: JA (Auswahlmöglichkeit bei Bauteilen für eine begrünte Schicht einbinden -> automatische Anpassung des R_{se}) für ΔU-Werte: Eingabe bereits möglich, Erweiterung der Auswahlmöglichkeit im Fenster "Korrektur Wärmedurchgangskoeffizient"

ÖNORM B 8110-5:2019 01 15

Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile

Die ÖNORM B 8110-5 legt die Randbedingungen für die Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs gemäß ÖNORM B 8110-6 fest. Dazu zählt unter anderem das zu berücksichtigende Referenzklima. Dabei handelt es sich um die monatsweisen Temperatur- und Strahlungswerte abhängig von der Lage gemäß den unterschiedlichen Temperaturregionen nach der Klimatographie Österreichs (ÖKLIM) sowie der Höhenlage eines Ortes. Bezüglich der Berücksichtigung von Begrünungssystemen in Hinsicht auf die Beeinflussung des Mikroklimas und der Abbildung solcher Klimamodelle im Energieausweis besteht Forschungsbedarf. Im Rahmen der Möglichkeiten des Projekte „GREENergieausweis“ wurde dieses Thema vorerst nicht näher berücksichtigt. Es wird auf die Untersuchungen und zukünftigen Ergebnisse das ACRP12 Projekt "NORM" (voraussichtliches Projektende März 2022) verwiesen.

Tabelle 5: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-5

<i>Betrachtung ÖNORM B 8110-5:2019 01 15</i>	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	Randbedingungen (unter anderem Klima) für Berechnung des Heizwärme- und Kühlbedarfs
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	JA
FASSADE	JA
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	JA (sommerliche Überwärmung und Kühlbedarf)
FASSADE	JA (sommerliche Überwärmung und Kühlbedarf)
Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	Forschungsbedarf Verweis auf ACRP12 Projekt "NORM" (Ende vorr. März 2022): Teil des Projektes sind Untersuchungen bezüglich aktueller Klimadaten für bestehende Vorschriften, Gesetze und Normen; (Zwischenbericht: https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/C060952-ACRP12-NORM-KR19AC0K17544.pdf) siehe auch Kapitel 5.2
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	Forschungsbedarf (siehe oben)
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	Forschungsbedarf (siehe oben)
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	Forschungsbedarf (siehe oben)
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)

⁴ Zuletzt abgerufen am 21.09.2021

ÖNORM B 8110-6-1:2019 01 15

Wärmeschutz im Hochbau Teil 6-1: Grundlagen und Nachweisverfahren Heizwärmebedarf und Kühlbedarf

In der ÖNORM B 8110-6 sind die Grundlagen zur Berechnung des im Energieausweis angeführten Heizwärmebedarfs und Kühlbedarfs festgelegt. Prinzipiell berechnet sich z.B. der Heizwärmebedarf aus den Gesamtwärmeverlusten (Transmissionswärmeverluste + Lüftungswärmeverluste) abzüglich der Gesamtwärmegewinne (innere Wärmegewinne + solare Wärmegewinne). Ein Bestandteil des Gesamtwärmeverlustes sind die Transmissionswärmeverluste, in deren Berechnung als wesentliche Größe der Transmissionsleitwert L_T des Gebäudes einfließt. Der Transmissionsleitwert wiederum setzt sich aus den thermischen Leitwerten der einzelnen Bauteile zusammen. Um nun z.B. den Leitwert für die Außenbauteile L_e zu berechnen, müssen einerseits die jeweiligen Bauteilflächen als auch deren Wärmedurchgangskoeffizienten U_k bekannt sein. Der Einfluss eines Dach- bzw. Fassadenbegrünungssystems auf die Transmissionswärmeverluste und in finaler Folge auf den Heizwärmebedarf, welcher im Energieausweis abgebildet wird, kann so wie bereits unter „ÖNORM EN ISO 6946“ beschrieben, bei der U-Wert Berechnung Berücksichtigung finden.

Neben der Beeinflussung der Gesamtwärmeverluste können sich gebäudeintegrierte Begrünungssysteme auch auf die Gesamtwärmegewinne auswirken. Einen Bestandteil der Gesamtwärmegewinne stellen die solaren Wärmegewinne dar. Bei Wohngebäuden ergeben sich die solaren Wärmegewinne einzig aus den transparenten Bauteilflächen („solar wirksame Kollektorflächen“), abhängig von deren Gesamtenergiedurchlassgrad g und dem Verschattungsfaktor F_s , sowie einem weiteren Abminderungsfaktor F_g . Bei Nichtwohngebäuden ergeben sich die solaren Wärmegewinne für den Heizfall analog zu Wohngebäuden, für den Kühlfall jedoch werden die transparenten und opaken Bauteilflächen berücksichtigt. Abhängig sind die Gewinne unter anderem vom Verschattungsfaktor F_s , dem Gesamtenergiedurchlassgrad mit äußeren Abschlüssen g_{tot} (berücksichtigt Raffstoren, Jalousien, etc.) sowie der Orientierung und Neigung (ausgedrückt durch den Faktor Z_{ON}) der transparenten Flächen und vom Absorptionsgrad (durch Faktor f_{op}) der opaken Bauteilflächen.

Abbildung 7: Einfluss von vertikalen und horizontalen Fassadenbegrünungen auf die solaren Wärmegewinne (Quelle: Pfoser N., 2013)



In der Literatur finden sich zu diesen Faktoren in Zusammenhang mit Gebäudebegrünung Untersuchungen zum Gesamtenergiedurchlassgrad mit äußeren Abschlüssen g_{tot} (Pfoser N., 2013 nach Baumann R., 1980) bei Gerüstkletterpflanzen. Für Fassadenbegrünungen vor transparenten Flächen (z.B. vertikale Rankgitter) besteht gemäß o.a. Literatur die Möglichkeit zur Berücksichtigung eines eigenen Abschattungswert F_c durch die Begrünung analog zu F_c -Werten⁵ von herkömmlichen außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen. In der ÖNORM B 8110-6 würde dies zum Beispiel die Erweiterung der Tabellen 18 und 19 (Gesamtenergiedurchlassgrad für äußere Abschlüsse) betreffend des Kühlfalls für Nichtwohngebäude bedeuten.

Weitere Anpassungsmöglichkeiten in der Norm zur Berücksichtigung von gebäudeintegrierten Begrünungssystemen bieten sich beim Verschattungsfaktor F_s und beim Korrekturfaktor für die Einstrahlung auf die opake Fläche f_{op} an. Für den Verschattungsfaktor F_s könnten horizontale Begrünungselemente (z.B. in der Form eines Vordaches) bzw. auch vertikale Begrünungselemente in der ÖNORM B 8110-6 in Tabelle 12 (Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände) und Tabelle 13 (Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände) durch Erweiterungen berücksichtigt werden.

Abbildung 8: Anwendungsbeispiel zur Integration von Fassadenbegrünung in der ÖNORM B 8110-6 im Zusammenhang mit der Tabelle 18 – Gesamtenergiedurchlassgrad für äußere Abschlüsse (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM B 8110-6, 2021)

Ergänzung Tabelle mit Energiedurchlassgrad für Begrünungselemente

Gesamtenergiedurchlassgrade g_{tot} für äußere Abschlüsse in Kombination mit Verglasungen	Sehr hell	Hell	Dunkel	Sehr dunkel
Lamellenbehänge fast geschlossen	0,07	0,07	0,07	0,07
Lamellenbehänge, Lamellenwinkel halboffen (bis zu 45°)	0,12	0,10	0,09	0,07
Lamellenbehänge, Lamellen geöffnet (bis zu 90°)	0,24	0,19	0,15	0,09
Fassadenmarkisen mit Alubeschichtung außen mit, Lochanteil ≤ 5 %	0,10	0,10	0,10	0,10
Fassadenmarkisen unbeschichtet mit Lochanteil ≤ 5 %	0,17	0,13	0,11	0,10
Fassadenmarkisen mit u. ohne Alubeschichtung, Lochanteil < 15 %	0,25	0,17	0,17	0,17
Fassadenmarkisen Acryl (dicht gewebt)	0,23	0,15	0,12	0,10
Rollladen dicht geschlossen	0,05	0,05	0,06	0,06
Rollladen, Luft/Lichtschlitz offen	0,06	0,06	0,07	0,07
Rollladen, die unteren 25 % des Fensters ist nicht beschattet	0,20	0,20	0,22	0,22
Rankgitter mit Pflanze xy

⁵ $F_c = \frac{g_{tot}}{g}$

Abbildung 9: Anwendungsbeispiel zur Integration von Fassadenbegrünung in der ÖNORM B 8110-6 im Zusammenhang mit der Tabelle 12 – Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM B 8110-6, 2021)

Ergänzung Tabelle mit Durchlassgrad für Begrünungselemente

Tabelle 12 — Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände F_0 bei verschiedenen Flächenneigungen

Neigung	Überhangswinkel	Winter			Sommer		
		N	O/W	S	N	O/W	S
90°	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90°	20°	0,90	0,86	0,92	0,90	0,95	0,90
90°	40°	0,79	0,71	0,83	0,80	0,88	0,78
90°	60°	0,64	0,51	0,68	0,68	0,78	0,62
90°	80°	0,42	0,23	0,34	0,51	0,50	0,33

Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände F_0 aufgrund von Begrünungselementen

Pflanzenart	90°	0°

Durch Adaptierung der Angaben für den Korrekturfaktor für die Einstrahlung auf die opake Fläche f_{op} kann vor allem der Einfluss von Gründächern in die Norm bzw. Berechnung integriert werden. Hier besteht die Möglichkeit zur Erweiterung der bestehenden Tabelle 16 (Korrekturfaktor für die Einstrahlung auf die opake Fläche f_{op}) mit Korrekturfaktoren für den einer Begrünung entsprechenden Absorptionsgrad α .

Abbildung 10: Anwendungsbeispiel zur Integration von Dachbegrünung in der ÖNORM B 8110-6 im Zusammenhang mit der Tabelle 16 – Korrekturfaktor für die Einstrahlung auf die opake Fläche f_{op} (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM B 8110-6, 2021)

Ergänzung Tabelle für Absorptionsgrad α von Begrünungen

Tabelle 16 — Korrekturfaktor für die Einstrahlung auf die opake Fläche f_{op}

Flächen	Korrekturfaktor f_{op}			Begrünung $\alpha = \dots$
	kKh			
	Weißer Oberfläche $\alpha = 0,05$	Graue Oberfläche $\alpha = 0,5$	Schwarze Oberfläche $\alpha = 1,0$	
Horizontale Flächen bis zu einer Neigung von 75°	0,0	0,9	2,5	...
Geneigte Flächen	0,0	0,9	2,5	...

Hinsichtlich der Energieausweis-Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) bedarf es bei der zukünftigen Integration ebenfalls einer Anpassung durch eine Ergänzung von Eingabefeldern und Auswahlmöglichkeiten.

Tabelle 6: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-6

Betrachtung ÖNORM B 8110-6:2019 01 15	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	<p>Berechnung des Transmissionsleitwertes L_T (Formel (2), S. 9) $L_T = L_e + L_u + L_g + L_\psi + L_\chi$</p> <p>Detaillierte Berechnung des Leitwertes L_e für Außenbauteile (Formel (3), S. 11) $L_e = \sum A_k \cdot U_k$ U_k .. Wärmedurchgangskoeffizient der Teilfläche k in $W/(m^2K)$</p> <p><i>"U-Werte opaker Einzelbauteile sind gemäß ÖNORM EN ISO 6946, U-Werte von Fenstern und Türen gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1 und solche von Vorhangfassaden gemäß ÖNORM EN ISO 12631 zu berechnen. Alternativ dazu dürfen anstelle dieser rechnerischen Nachweise Prüfberichte akkreditierter Prüfstellen erbracht werden."</i></p> <p>Berechnung der Wärmegewinne unter Berücksichtigung der solaren Einträge auf opake Bauteile (Kapitel 8.3, Formel (48), S.45) (bei Nichtwohngebäuden) $Q_{opak} = U \cdot A \cdot Z_{ON} \cdot f_{op}$</p> <p>Korrekturfaktor f_{op} für die Einstrahlung auf opake Flächen: Faktor abhängig von Absorptionsgrad und Neigung der Oberfläche -> Tabelle 16 (Kap 8.3, S. 45)</p>
FASSADE	<p>siehe oben (Dachbegrünung)</p> <p>UND</p> <p>Berechnung der Wärmegewinne unter Berücksichtigung der Verschattungsfaktoren für Kühlfall $F_{s,c}$ (Kapitel 8.3, Formel 41 und Formel (42), S. 37) $F_{s,c} = F_{h,Sommer} \cdot F_{o,Sommer} \cdot F_{f,Sommer}$</p> <p>Werte für Verschattung aus Horizontüberhöhung F_h, horizontalen Überständen F_o und vertikalen Überständen F_f in Tabelle 11, Tabelle 12, Tabelle 13 (Kap 8.3, S. 38ff)</p> <p>Wärmegewinne unter Berücksichtigung des Gesamtenergiedurchlassgrades: Gesamtenergiedurchlassgrad mit äußeren Abschlüssen g_{tot} aus Tabelle 18, Tabelle 19 (Kap 8.3, S. 47) (bei Nichtwohngebäuden)</p>
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	JA
FASSADE	JA
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	JA (Kühlbedarf)
FASSADE	JA (Kühlbedarf)

Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	<p>bezüglich Wärmedurchgangskoeffizient U_k zur Berechnung der Transmissionsleitwerte L_e bzw. L_T : siehe ÖNORM EN ISO 6946</p> <p>UND</p> <p>bezüglich Korrekturfaktoren für die solare Einstrahlung -> Absorptionsgrad: noch offen</p>
FASSADE	<p>siehe oben (Dachbegrünung)</p> <p>UND</p> <p>bezüglich Verschattungsfaktoren: noch offen</p> <p>bezüglich Gesamtenergiedurchlassgrad g_{tot} für äußere Abschlüsse: 1) Pfoser N., et al. , 2013</p>
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	<p>bezüglich Wärmedurchgangskoeffizient U_k zur Berechnung der Transmissionsleitwerte L_e bzw. L_T : siehe ÖNORM EN ISO 6946</p> <p>UND</p> <p>bezüglich Korrekturfaktoren für die solare Einstrahlung -> Absorptionsgrad: Erweiterung der Tabelle 16 um zusätzliche Kategorien bzgl. des Absorptionsgrades</p> <p>Erweiterung durch vollständige Aufnahme des dynamischen Verfahrens (gemäß ÖNORM EN 52016)</p>
FASSADE	<p>siehe oben (Dachbegrünung)</p> <p>UND</p> <p>bezüglich Gesamtenergiedurchlassgrad g_{tot} für Abschlüsse: Erweiterung der Tabellen 18 und 19 für z.B. vorgestellte Rankgitter für Gerüstkletterpflanzen</p> <p>bezüglich Verschattungsfaktoren Erweiterung der Tabellen 12 und 13 für horizontale und vertikale Überstände aus Begrünungssystemen (z.B. Pergolen, vorgestellte Rankgitter)</p>
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	<p>bezüglich Wärmedurchgangskoeffizient U_k zur Berechnung der Transmissionsleitwerte L_e bzw. L_T : siehe ÖNORM EN ISO 6946</p>
FASSADE	<p>siehe oben (Dachbegrünung)</p> <p>UND</p> <p>bezüglich Verschattungsfaktoren: noch offen</p>

<i>Betrachtung ÖNORM B 8110-6:2019 01 15</i>	
	<p>bezüglich Gesamtenergiedurchlassgrad g_{tot} für Abschlüsse: aus 1) ermittelte Abminderungsfaktoren F_c bei verschiedenen Pflanzenarten in Anlehnung an die DIN 4108. Abminderungsfaktoren F_c zwischen 0,62 bis 0,3. Referenzmessungen waren mit Aluminiumjalousien vergleichbar. (Baumann R., 1980, S. 75 ff.)</p>
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	<p>bezüglich Wärmedurchgangskoeffizient U_k zur Berechnung der Transmissionsleitwerte L_e bzw. L_T: siehe ÖNORM EN ISO 6946</p> <p>UND</p> <p>für Korrekturfaktoren für die solare Einstrahlung -> Absorptionsgrad: Eingabemöglichkeit für die Farbe/Art der Oberfläche (z.B. weiß, grau, schwarz und begrünt) von opaken Flächen für die Berechnung des Heizwärme- bzw. Kühlbedarfs</p>
FASSADE	<p>siehe oben (Dachbegrünung)</p> <p>UND</p> <p>für Verschattungsfaktoren und Gesamtenergiedurchlassgrad: zusätzliche Eingabefelder und Auswahlmöglichkeiten</p>

ÖNORM B 8110-7:2013 03 15

Wärmeschutz im Hochbau - Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte

Die ÖNORM B 8110-7 gibt wärmeschutztechnische Default-Bemessungswerte für Bauprodukte an, die für bauphysikalische Berechnungen, z.B. U-Wert Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946, verwendet werden können. Dies umfasst die Rohdichte der Materialien, die Wärmeleitfähigkeit, die spezifische Wärmekapazität und die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl. Im Zusammenhang mit der Integration von Gebäudebegrünung in die Energieausweisberechnung ist vor allem die angegebene Wärmeleitfähigkeit (Bestandteil der U-Wert Berechnung) relevant. Derzeit werden z.B. Substrate für Dachbegrünungen in den Tabellen der ÖNORM nicht berücksichtigt. Zirkelbach D. und Schafaczek B. (2013) geben in ihren Berechnungen Wärmeleitfähigkeiten für Substrate und Pflanzschichten an. Eine Ergänzung einer zusätzlichen Tabelle (z.B. Tabelle 92 Substrate und Vegetation) in der ÖNORM B 8110-7 im Kapitel 6.10 (Sonstige Baustoffe) würde die Anwendung von Standardwerten für die wärmeschutztechnische Berechnung von Gründächern ermöglichen. Generell bedarf es dazu jedoch noch der standardisierten Ermittlung dieser Werte. Die Entwicklung eines standardisierten Prüfverfahrens zur Ermittlung von wärmeschutztechnischen Kennwerten von Gründächern wird dafür Voraussetzung sein. Eine Anpassung in der Energieausweis-Berechnungssoftware ist nur insofern notwendig, dass die generierten Daten in den Materialdatenbanken aufgenommen werden.

Tabelle 7: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-7

<i>Betrachtung ÖNORM B 8110-7:2013 03 15</i>	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	Wärmeschutztechnische Kenngrößen in Tabellen, Kapitel 6, ab S. 6 (Tabelle 1 - Tabelle 91): Rohdichte ρ , Wärmeleitfähigkeit λ , spezifische Wärmekapazität c , Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung) => keine Relevanz, wenn Begrünungssystem als hinterlüftete Fassade betrachtet wird, wärmeschutztechnischen Eigenschaften finden in diesem Fall bei der U-Wert Berechnung keine Berücksichtigung
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	JA
FASSADE	JA
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	JA (sommerliche Überwärmung und Kühlbedarf)
FASSADE	JA (sommerliche Überwärmung und Kühlbedarf)
Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	1) Zirkelbach D., Schafaczek B., 2013 Untersuchen Materialeigenschaften und effektive Übergangparameter von Dachbegrünungen zur zuverlässigen hygrothermischen Simulation
FASSADE	derzeit keine Relevanz
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	Ergänzung Kapitel 6.10 Sonstige Baustoffe: Tabelle xy : Substrate und Vegetation (für Dachaufbauten) evtl. unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen/monatlichen Abhängigkeit => bedingt die Entwicklung standardisierter Prüfverfahren für Gründächer zur Ermittlung der Kennwerte
FASSADE	derzeit keine Relevanz
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	1) Zirkelbach D., Schafaczek B.: verwenden wassergehaltsabhängige Wärmeleitfähigkeiten des Substrats und der Pflanzschicht sowie Dränschichten, iterative Anpassung der Wärmeleitfähigkeiten aus Übereinstimmung Simulation und Messung Substrat: trocken $\lambda=0,4 \text{ W/(mK)}$, maximale Sättigung: $\lambda=1,0 \text{ W/(mK)}$ Drän- und Speicherschicht: trocken $\lambda=0,3 \text{ W/(mK)}$, maximale Sättigung: $\lambda=0,9 \text{ W/(mK)}$ Pflanzschicht: trocken $\lambda=0,2 \text{ W/(mK)}$, maximale Sättigung: $\lambda=0,8 \text{ W/(mK)}$
FASSADE	derzeit keine Relevanz
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	Nur geringe Anpassung erforderlich -> Aufnahme der Kennwerte in Datenbank
FASSADE	derzeit keine Relevanz

ÖNORM B 8110-3:2020-06-01

Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Ermittlung der operativen Temperatur im Sommerfall (Parameter zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung)

Die Berechnungsverfahren der ÖNORM B 8110-3 haben keinen Einfluss auf die Kennzahlen im Energieausweis (z.B. Heizwärmebedarf, Kühlbedarf). Jedoch ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes auf Basis der operativen Temperatur Bestandteil der OIB Richtlinie 6 und bauphysikalischer Gutachten. Dazu wird anhand eines Simulationsverfahrens, das den Tagesverlauf der operativen Temperatur und die Wärmekapazität der Bauteile berücksichtigt, die operative Temperatur im betrachteten Raum berechnet. Zur Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperaturen bedarf es der Festlegung der Außenklima-Randbedingungen. Die langwellige Abstrahlung und kurzwellige Absorption von Strahlung bei opaken Außenbauteilen ist Teil dieser Randbedingungen. Beide sind vom Material der Oberfläche abhängig. Für die langwellige Strahlung ist ein Emissionsgrad festzulegen, für die kurzwellige Strahlung ein Absorptionsgrad. Der Absorptionsgrad für Gründächer weicht von jenem für z.B. Folien- oder Kiesdächer ab (vgl. Nusser B., 2012). Prinzipiell erlaubt das Berechnungsverfahren, Absorptionsgrade selbst zu wählen. Es liegen jedoch neben einigen Beispielwerten in der Literatur keine validierten Kennwerte, die für die Berechnung eingesetzt werden können, vor. Hier bedarf es analog zu den Betrachtungen für die ÖNORM B 8110-7 der Entwicklung eines standardisierten Prüfverfahrens, um gebäudeintegrierte Begrünungen im Berechnungsverfahren gezielt abbilden zu können. Die Berechnungssoftware (am Beispiel von Archiphysik) bietet bereits die Möglichkeit, gewählte Absorptionsgrade für Oberflächen anzugeben. Emissionsgrade können derzeit nicht frei gewählt werden, diese haben aber laut Zirkelbach D. und Schafaczek B. (2013) keinen sichtbaren Einfluss auf deren Berechnungen.

Tabelle 8: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-3

Betrachtung ÖNORM B 8110-3:2020 06 01	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	<p>Außenklima-Randbedingungen für die Ermittlung der operativen Temperatur (Kapitel 7.2, S. 8):</p> <p>1) Emissionsgrad (für langwellige Strahlung): "Für die langwellige Zu- und Abstrahlung ist für die Außenseite der opaken Außenbauteile der der äußeren Oberfläche entsprechende Emissionsgrad für langwellige Strahlung anzusetzen. Ist der Emissionsgrad nicht bekannt, so ist der Wert 0,93 zu verwenden"</p> <p>2) Absorptionsgrad (für kurzwellige Strahlung): "Für die kurzwellige Zustrahlung ist für die Außenseite der opaken Außenbauteile der der äußeren Oberfläche entsprechende Absorptionsgrad für kurzwellige Strahlung anzusetzen. Ist der Absorptionsgrad nicht bekannt, ist der Wert 0,5 zu verwenden"</p> <p>Ermittlung der Speicherkapazität (Kapitel 8, S.14, Formel (8)): Periodische Eindringtiefe δ:</p> $\delta = \sqrt{\frac{\lambda * T}{\pi * \rho * c}}$ <p>mit</p> <p>Wärmeleitfähigkeit λ (ÖNORM B 8110-7) Dauer einer Periode (eines Tages) T (86400 Sekunden) Rohdichte ρ (ÖNORM B 8110-7)</p>

<i>Betrachtung ÖNORM B 8110-3:2020 06 01</i>	
	Wärmespeicherkapazität c (ÖNORM B 8110-7)
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung) UND Annahmen zum Sonnenschutz (Kapitel 7.6, S. 13): "Die Annahmen zum Sonnenschutz für verschiedene Verglasungen und Abschlüsse sind in ÖNORM B 8110-6-1 enthalten." => siehe auch ÖNORM B 8110-6-1 : Verschattungsfaktoren und Gesamtenergiedurchlassgrad
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	NEIN
FASSADE	NEIN
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	JA (sommerliche Überwärmung)
FASSADE	JA (sommerliche Überwärmung)
Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	1) Zirkelbach D., Schafaczek B., 2013 Untersuchen Materialeigenschaften und effektive Übergangparameter von Dachbegrünungen zur zuverlässigen hygrothermischen Simulation 2) Nusser B., 2012 Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen; Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrisch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen
FASSADE	1) Susorova I., Angulo M., Bahrami P., Stephens B., 2013 A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance UND bezüglich Gesamtenergiedurchlassgrad: siehe ÖNORM B 8110-6-1:2019 01 15
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	derzeit keine konkreten Anpassungsvorschläge -> Reflexion bzw. Überarbeitung und Anpassung der solaren Emissions- und Absorptionsgrade empfohlen Hinweis für mögliche Werte siehe Literatur 1) Seite 43 => bedingt unter anderem die Entwicklung standardisierter Prüfverfahren für Gründächer zur Ermittlung der Kennwerte (Emissions- und Absorptionsgrade)
FASSADE	derzeit keine konkreten Anpassungsvorschläge -> Reflexion bzw. Überarbeitung und Anpassung der solaren Emissions- und Absorptionsgrade empfohlen Hinweis für mögliche Werte siehe Literatur 1) Seite 43 -> Berücksichtigung Ergebnisse aus Betrachtung der ÖNORM B 8110-6
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	aus 1) Zirkelbach D., Schafaczek B.: kurzwellige Strahlung:

<i>Betrachtung ÖNORM B 8110-3:2020 06 01</i>	
	Absorptionszahl für spezifische Gründachmodelle mit $a=0,6$ festgelegt, für generisches Gründachmodell mit $a=0,3$ langwellige Strahlung: für spezifische Gründachmodelle Emissionsgrad mit 0,9 gewählt, für generisches Gründachmodell wird kein Emissionsgrad berücksichtigt, kein wesentlicher Einfluss auf Ergebnis durch Emissionsgrad erkennbar; aus 2) Nusser B.: solarer Absorptionsgrad wird durch Begrünung reduziert
FASSADE	aus 1) Susorova I., Angulo M., Bahrami P., Stephens B.: Leaf absorptivity coefficient: 0,5 (assumed) -> aus Literaturquellen zur Biophysik ⁶ , Pflanze: Wilder Wein
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	Berechnung sommerliche Überwärmung: händische Eingabe eines beliebigen Absorptionskoeffizienten ist bereits möglich, Emissionsgrad kann nicht frei gewählt werden -> Eingabefenster erweitern, hinterlegte Werte in Bibliothek
FASSADE	Siehe oben (Dachbegrünung)

ÖNORM EN 15026:2007 06 01

Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation

Die Berechnungsverfahren der ÖNORM EN 15026 haben keinen Einfluss auf die Kennzahlen im Energieausweis (z.B. Heizwärmebedarf, Kühlbedarf). Die Norm legt Verfahren zur Berechnung der Wärme- und Feuchteübertragung in Bauteilen fest, die im Gegensatz zu den stationären Berechnungsansätzen im Energieausweis, instationären klimatischen Bedingungen ausgesetzt sind. Zirkelbach D. und Schafaczek B. (2013) haben in einem Forschungsprojekt auf Basis dieser hygrothermischen Simulationen Methoden entwickelt, um Dachbegrünungen, insbesondere auch auf Holzkonstruktionen, planen und berechnen zu können. Hygrothermische Simulationen spielen also mitunter eine wichtige Rolle bei der Planung und Bewertung von begrünten Dächern. Aus diesem Grund wird diese Norm, auch wenn sie keinen unmittelbaren Einfluss auf die Berechnung des österreichischen Energieausweises hat, hier angeführt.

⁶ Campbell G., Norman JM.: An introduction to environmental biophysics. New York: Springer; 1998.

Gates D.: Biophysical ecology. New York: Dover Publications, Inc; 2003.

Monteith J., Unsworth M., In: Principles of environmental physics. 3rd ed. San Diego: Academic Press; 2007.

Tabelle 9: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM EN 15026

<i>Betrachtung ÖNORM EN 15026:2007 06 01</i>	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	Eingangswerte in die Simulationsberechnungen sind unter anderem: -> Emissionsgrad (für langwellige Strahlung) -> Absorptionsgrad (für kurzwellige Strahlung) -> Wärmeleitfähigkeit λ -> Wärmespeicherkapazität c
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	Aktuell kein Einfluss
FASSADE	Aktuell kein Einfluss
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	Aktuell kein Einfluss
FASSADE	Aktuell kein Einfluss
Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	1) Zirkelbach D., Schafaczek B., 2013 Untersuchen Materialeigenschaften und effektive Übergangparameter von Dachbegrünungen zur zuverlässigen hygrothermischen Simulation 2) Nusser B., 2012 Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen; Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrisch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen
FASSADE	derzeit keine relevanten Literaturquellen
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	derzeit keine konkreten Anpassungsvorschläge -> Reflexion der Rahmenbedingungen für Simulationen (z.B. hinsichtlich Verdunstungseffekt, solare Absorptionsgrade)
FASSADE	Siehe oben (Dachbegrünung)
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	=> siehe auch ÖNORM B 8110-3: Absorptionsgrade und Emissionsgrade
FASSADE	Siehe oben (Dachbegrünung)
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	Nicht relevant, aktuell keine Einflüsse auf Energieausweisberechnung
FASSADE	Siehe oben (Dachbegrünung)

ISO/CD 52016-3

Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads — Part 3: Calculation procedures regarding adaptive building envelope elements (under development)

Die ISO 52016-3 ist Teil des EPB (Energy Performance of Buildings) Normenpakets, dessen Ziel die internationale Harmonisierung der Methodik zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist. Dieser Teil des Normenpakets beschäftigt sich mit der Berücksichtigung von adaptiven Elementen (z.B. transparente Wärmedämmungen) der Gebäudehülle bei der Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Die Norm ist derzeit in Bearbeitung und wurde noch nicht veröffentlicht. Gebäudeintegrierte Begrünungen stellen im Prinzip adaptive Elemente der Gebäudehülle dar. In dieser Norm werden begrünte Fassaden bzw. begrünte Dächer jedoch laut einer Stellungnahme vom August 2020 nicht berücksichtigt, da ihnen nur ein begrenzter Marktanteil zugeschrieben wird und zudem spezielle Kenntnisse auf diesem Gebiet erforderlich sind. Um gebäudeintegrierte Begrünungen langfristig in die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu integrieren, ist eine Aufnahme von Fassadenbegrünungen und Dachbegrünung in diesem Normenpaket anzustreben.

Tabelle 10: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ISO/CD 52016-3

<i>Betrachtung ISO/CD 52016-3 (in Erstellung)</i>	
Relevante Norm-Inhalte:	
DACH	Berücksichtigung von adaptiven Elementen der Gebäudehülle bei der Berechnung der Energieeffizienz; kommt aus Automatisierungstechnik-Industrie (betrifft hauptsächlich automatisierte Gebäudehüllen) Status August 2020: „green roofs“ und „green facades“ sind aus der Norm ausgenommen, da sie nur „limited market share“ aufweisen und in diesem Bereich „special knowledge“ erforderlich ist
FASSADE	siehe oben (Dachbegrünung)
betrifft Heizfall (HWB):	
DACH	Aktuell kein Einfluss
FASSADE	Aktuell kein Einfluss
betrifft Kühlfall (sommerliche Überwärmung bzw. Kühlbedarf):	
DACH	Aktuell kein Einfluss
FASSADE	Aktuell kein Einfluss
Literaturquellen mit Bezug:	
DACH	keine
FASSADE	keine
Mögliche Anpassung Norm:	
DACH	Erweiterung für begrünte Dächer
FASSADE	Erweiterung für begrünte Fassaden
Beispielwerte-/zahlen:	
DACH	keine
FASSADE	keine
Anpassung Berechnungssoftware (am Beispiel Archiphysik) erforderlich:	
DACH	Nicht relevant, aktuell keine Einflüsse auf Energieausweisberechnung
FASSADE	Siehe oben (Dachbegrünung)

5.2. Klimatische und mikroklimatische Eingangsgrößen im Energieausweis

Zur Ermittlung des Heizwärme- und Kühlbedarfs im Energieausweis werden die lokalen Klimadaten gemäß ÖNORM B 8110-5 herangezogen. Die Bestimmung der Monatsmitteltemperaturen erfolgt auf Basis der Primärdaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik der Periode 1978 bis 2007. Dabei wird das Bundesgebiet nach der Klimatographie Österreichs (ÖKLIM) in sieben Regionen eingeteilt, für die unterschiedliche Monatsmitteltemperaturen gelten. Einen weiteren Einfluss stellt zuletzt noch die Höhenlage des Standortes dar.

Zur Ermittlung der operativen Temperatur im Sommerfall (ÖNORM B 8110-3) wird die Normaußentemperatur gemäß ÖNORM B 8110-5 herangezogen. Dazu werden die Werte vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) auf Basis der Periode 1981 bis 2000 bereitgestellt. Die Werte für die Normaußentemperatur werden in Abhängigkeit der geografischen Lage (Katastralgemeinde und Seehöhe) festgelegt.

Lokale Klimaverhältnisse, wie z.B. der in dicht bebauten Gebieten im Sommer auftretende Urban Heat Island (UHI) Effekt, finden derzeit in keiner der angeführten Berechnungen Berücksichtigung.

Im ACRP 12 Projekt „NORM - New Options for Resilient Measures for human health and wellbeing in the construction industry under climate change in Austria“ werden derzeit Simulationsmodelle für städtische Standardtypologien zur Identifizierung von Auswirkungen unterschiedlicher Klimaszenarien auf Gesundheit und Wohlbefinden der Bewohner:innen erarbeitet. Dazu werden Klimadaten für die Zeiträume 2001 – 2020, 2050 und 2080 generiert und Simulationen für ausgewählte Landeshauptstädte und drei Standorte in Wien durchgeführt.

Um in Hinsicht auf die aktuellen Entwicklungen der klimatischen Verhältnisse die Berechnungen zum Nachweis der Sommertauglichkeit (ÖNORM B 8110-3) weiter zu präzisieren, wären zum jetzigen Zeitpunkt beispielsweise folgende zwei Modelle als Ansatz denkbar:

Die Anpassung kann durch Adaptierung der derzeit verwendeten Tagestemperaturprofile erfolgen.

Erstens könnte diese Anpassung beispielsweise durch die gleichmäßige Anhebung des gesamten Temperaturprofils (analog zur Berechnung der Güteklasse „gut sommertauglich“ und „sehr gut sommertauglich“ für die Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens von Gebäuden) erfolgen.

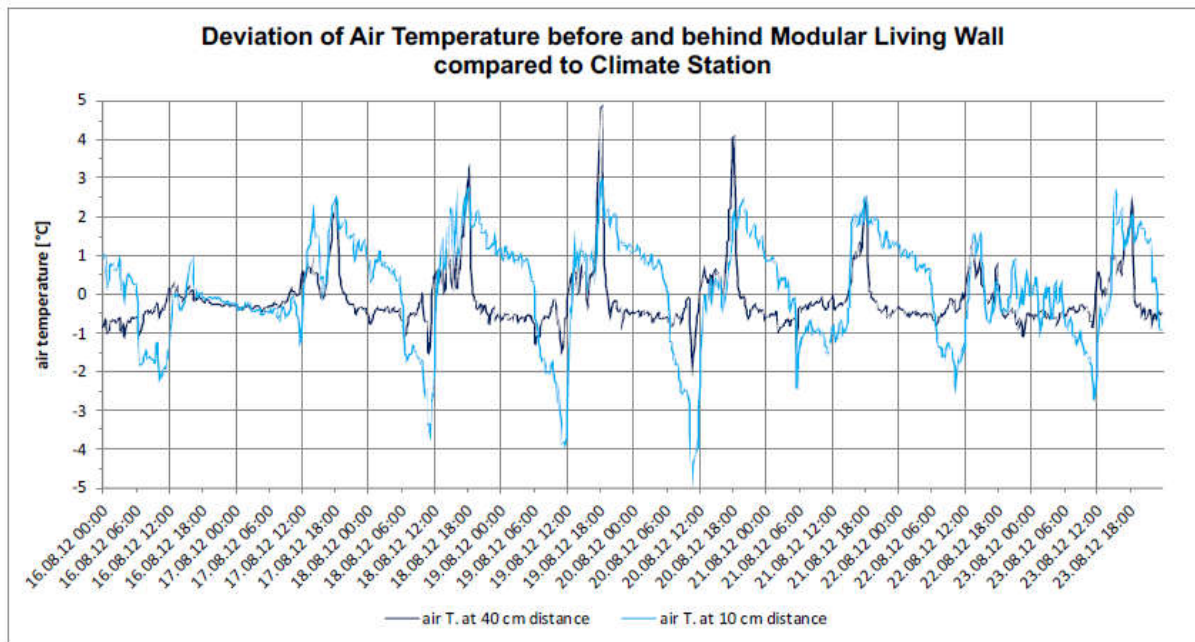
Zweitens bietet sich die Möglichkeit, ein synthetisches Klima zu generieren und heranzuziehen, welches eine zukünftige 20-jährige Klimaperiode (analog zur bisherigen Praxis in der ÖNORM B 8110-3) abbilden kann.

Auch für die Berechnung des Kühlbedarfs im Energieausweis kann die Anwendung eines synthetischen Klimas angedacht werden.

Die Ermittlung und Berücksichtigung des lokalen Umgebungsklimas stellt ein aktuelles Forschungsfeld dar. So gilt es Methoden zu entwickeln, wie z.B. einerseits der bereits genannte Urban Heat Island (UHI) Effekt oder andererseits der Einfluss von Fassaden- oder Dachbegrünungen auf das Umgebungsklima in die Energieausweisberechnung integriert werden können. Eine Basis dafür können zum Beispiel Mikroklimasimulationen darstellen. Untersuchungen haben bereits gezeigt, dass Begrünungssysteme die Temperaturen in der unmittelbaren Gebäudeumgebung beeinflussen können. Im Rahmen

des Projektes GrünStadtKlima konnte dabei von Scharf B. (2019) in über zwei Jahre dauernden Messungen festgestellt werden, dass in den Hitzeperioden die Temperaturen unmittelbar im Bereich des Begrünungssystems, im Abstand von 10 cm, bis zu 5 °C niedriger sein können als die Außentemperaturen gemessen an einer Klimastation. Die gemessenen Werte sind jedoch auch immer stark von der Bauweise abhängig.

Abbildung 11: Abweichung der Lufttemperatur in unterschiedlichen Distanzen von der Wand (10 cm und 40 cm) im Vergleich zur Lufttemperatur der Klimastation (Quelle: Scharf B., 2019)



5.3. Mehraufwand bei der Energieausweiserstellung durch Berücksichtigung von Begrünungen

Bei Umsetzung der in Kapitel 5.1 genannten Anpassungsmöglichkeiten zur Integration von gebäudeintegrierter Begrünung in die Energieausweisberechnung sind bezüglich der damit verbundenen Mehraufwände im Grunde drei Aspekte zu betrachten.

Der erste Aspekt ist der tatsächliche Mehraufwand bei der Erstellung des Energieausweises, welcher beispielsweise durch zusätzlichen Eingabeaufwand oder aus der Beschaffung zusätzlicher Unterlagen resultiert. Dafür ergibt sich bei den betrachteten Methoden kein wesentlicher Mehraufwand bei der Energieausweiserstellung. Bei der Festlegung eines Bauteilaufbaus mit einer Energieausweis-Software wird beispielsweise für die Berücksichtigung einer Dachbegrünung nur die zusätzliche Eingabe der Schichten „Substrat“ und „Vegetationsschicht“ benötigt.

Um diese Eingaben zu ermöglichen, ist jedoch eine benutzerfreundliche Integration der Änderungen in der Berechnungssoftware Voraussetzung. Diese Integration stellt also den zweiten Aspekt in Bezug auf die entstehenden Mehraufwände dar und betrifft die Gruppe der Softwarehersteller.

Die im Rahmen des Projektes entwickelten Anpassungsmöglichkeiten basieren zum Großteil darauf, dass spezielle Kennwerte (z.B. Wärmedurchlasswiderstände, Wärmeübergangswiderstände, Absorptionsgrade, Verschattungsfaktoren, etc.) in den bestehenden Berechnungsmethoden berücksichtigt werden können.

Der dritte Aspekt im Zusammenhang mit entstehenden Mehraufwänden durch die Integration von Begrünung im Energieausweis betrifft die Ermittlung validierter Kennwerte, die für die zukünftigen Berechnungen benötigt werden. Hier ergibt sich somit noch ein wesentlicher Forschungsaufwand. Es bedarf der Entwicklung und Validierung von Prüfverfahren, die eine Bestimmung der Kennwerte ermöglichen und in Folge die Prüfung unterschiedlicher Dachbegrünungsarten und Fassadenbegrünungsarten, um diese in den Materialdatenbanken zu berücksichtigen. Siehe dazu auch nachstehendes Kapitel 6 „Weiterer Handlungsbedarf und Empfehlungen“.

6 Weiterer Handlungsbedarf und Empfehlungen

Im Projekt „GREENergieausweis“ wurden Adaptierungsmöglichkeiten zur Integration der Begrünung in die Energieausweisberechnung bzw. in die dazugehörigen relevanten Normen aufgezeigt. Für die tatsächliche Umsetzung der Integration ergibt sich, aufbauend auf den bisherigen Ergebnissen, folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Analyse der Wirkungseffekte auf die Energieausweisberechnung bei Integration der im Projekt „GREENergieausweis“ entwickelten Adaptierungsvorschläge

Ziel ist zu untersuchen, welche quantitativen Wirkungen die im Projekt „GREENergieausweis“ entwickelten Adaptierungsvorschläge auf die Ergebnis-Kenngrößen der Energieausweisberechnung haben. Dies ist vor allem im Hinblick auf die ÖNORM B 8110-6 (Energiedurchlassgrad, Verschattung, Absorptionsgrad, evtl. weitere) bzw. die ÖNORM EN ISO 6946 (Wärmeübergangswiderstände, Wärmedurchlasswiderstände von Luftschichten) zu betrachten. Bei Eingangsparametern, deren Größe noch nicht durch Prüfverfahren bestimmt wurden (siehe unten Punkt „Entwicklung standardisierter Prüfverfahren ...“), sind plausible Annahmen (basierend auf wissenschaftlichen Publikationen und Forschungsergebnissen) zu treffen.

- Durchführung der Analysen unter Zugrundelegung unterschiedlicher Gebäudetypen (Neubau, Bestand/Sanierung, Wohngebäude, Nichtwohngebäude, Variation von Gebäudegrößen, Verglasungsanteilen, Begrünungsmaßnahmen, etc.)
- Durchführung der Analysen mit einem geeigneten, adaptierten Excel-Modell des Energieausweis-Berechnungsverfahrens, eventuell auch mit Energieausweis-Software
- Darstellung der Auswirkungen auf Ergebnis-Kenngrößen für die genannten Gebäude- und Begrünungstypen (unterschiedliche Dachbegrünungen und Fassadenbegrünungen)
- Entwickeln von Handlungsempfehlungen, welche der im Projekt „GREENergieausweis“ beschriebenen Adaptierungen umgesetzt werden sollen
- Konkretisierung der Anpassungsvorschläge für die jeweils betroffenen Normen

Dynamisierung der Energieausweisberechnung, um Effekte von Begrünungsmaßnahmen besser berücksichtigen zu können

Die Thematik der Integration von Gebäudebegrünung in den Energieausweis führt auch zur Fragestellung, ob und wie verstärkt dynamische (d.h. zeitlich hochaufgelöste / im Zeitablauf veränderliche) Elemente in das Energieausweisberechnungsverfahren integriert werden können und sollen. Ziel ist die Untersuchung der Nutz- und Umsetzbarkeit dynamischer Berechnungsverfahren / dynamischer Berechnungselemente zur verbesserten Abbildung von gebäudeintegrierter Begrünung im Energieausweis.

- Berücksichtigung des dynamischen Verfahrens der EN ISO 52016 (Energetische Bewertung von Gebäuden / Energy performance of buildings); Analyse, wie eine Integration von Begrünung in dieses (und verwandte) dynamische Verfahren erfolgen könnte

- Ermittlung des Anpassungsbedarfs, der bei einer Dynamisierung der Energieausweisberechnung für die ÖNORM B 8110-6 entsteht
- Entwickeln von Handlungsempfehlungen

Entwicklung standardisierter Prüfverfahren für energieausweis-relevante Kennwerte von gebäudeintegrierten Begrünungssystemen

Ziel ist die Entwicklung und Validierung von Prüfverfahren, welche eine Bestimmung jener Kennwerte ermöglichen, die für eine Integration von Gebäude-Begrünungssystemen in die Energieausweisberechnung benötigt werden, aber zurzeit noch nicht in geprüfter Form vorliegen (wie Wärmeleitfähigkeit, äußerer Wärmeübergangswiderstand, Absorptionsgrad, Transmissivität). Durch Anwendung dieser Prüfverfahren sind jene Kennwerte für gebäudeintegrierte Begrünungssysteme zu bestimmen, welche schließlich in die relevanten Normen einfließen sollen.

- Differenzierung der Kennwerte nach Sommer-/Winterhalbjahr bzw. noch besser quartals- oder monatsweise
- Validierung der Kennwerte/Prüfverfahren anhand von Messungen an Objekten
- Empfehlung für geeignete Prüfverfahren und Prüfeinrichtungen zur Bestimmung relevanter Kenngrößen für die Energieausweisberechnung

Berücksichtigung aktueller Klimadaten und des Mikroklimas in der Energieausweisberechnung sowie im Sommertauglichkeitsnachweis

Die Berücksichtigung aktueller Klimadaten und spezifischer mikroklimatischer Bedingungen in der Energieausweisberechnung ist von besonderer Bedeutung für städtische Ballungsräume (Stichwort „Urban Heat Island Effekt“).

- Berücksichtigung synthetischer Klimadatensätze einer zukünftigen Klimaperiode sowie von Modellen des Mikroklimas in der Energieausweisberechnung sowie für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung (ÖNORM B 8110-3)
- Berücksichtigung des Urban Heat Island Effekts (UHI) in der Energieausweisberechnung sowie für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung (ÖNORM B 8110-3)
- Die Ergebnisse der Projekte „NORM - New Options for Resilient Measures for human health and well-being in the construction industry under climate change in Austria“ (ACRP) und „NORM 2050: Emissionsreduziertes, klimaresilientes Bauen und Wohnen in Wien im Jahr 2050“ (StartClim2020) können Input liefern.
- Konkrete Anpassungsvorschläge für die betroffenen Normen sind zu entwickeln.

Weitere spezifische Fragestellungen in Bezug auf Gebäudebegrünungen

- Hinterlüftete Dachbegrünungen (z.B. bei Holzdächern): Abbildung von Gründächern mit Hinterlüftungsebene im Energieausweis. Messtechnische Untersuchungen zum Verhalten der Hinterlüftungsebene (Ist diese als schwach belüftete oder stark belüftete Luftschicht zu bewerten?, etc.)
- Erhöhte Anforderungen an die Statik durch Gründächer: Ermittlung des Anpassungsbedarfs in den entsprechenden Normen. Besonders relevant ist diese Thematik im Gebäudebestand (zusätzliche Belastungen wie durch massive Starkregenereignisse sind zu berücksichtigen).

7 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Umsetzung der oben angeführten Vorprojekte von links oben im Uhrzeigersinn: Versuchsanlage Vertikalbegrünungen Projekt GrünStadtKlima, Versuchsanlage des Projekts PROGREENcity in Aranjuez/Spanien, Amtshaus der MA 48 Wiener Abfallwirtschaft, Versuchsanlage des Projekts PROGRÜN in Wien (Quelle: Bernhard Scharf).....	14
Abbildung 2: Ansicht GREENergieausweis-Umfrage	21
Abbildung 3: Tätigkeitsbereiche der Umfrageteilnehmer:innen (n=35, Doppelnennungen waren möglich).....	22
Abbildung 4: Verwendete Software unter den Umfrageteilnehmer:innen	23
Abbildung 5: Chancen einer Integration von Begrünung im Energieausweis (n=25)	27
Abbildung 6: Anwendungsbeispiel zur Integration von Fassadenbegrünung in der ÖNORM EN ISO 6946 im Zusammenhang mit der Tabelle 9 – Konventionelle Wärmeübergangswiderstände (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM EN ISO 6946, 2021)	37
Abbildung 7: Einfluss von vertikalen und horizontalen Fassadenbegrünungen auf die solaren Wärmegegewinne (Quelle: Pfoser N., 2013)	42
Abbildung 8: Anwendungsbeispiel zur Integration von Fassadenbegrünung in der ÖNORM B 8110-6 im Zusammenhang mit der Tabelle 18 – Gesamtenergiedurchlassgrad für äußere Abschlüsse (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM B 8110-6, 2021).....	43
Abbildung 9: Anwendungsbeispiel zur Integration von Fassadenbegrünung in der ÖNORM B 8110-6 im Zusammenhang mit der Tabelle 12 – Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM B 8110-6, 2021).....	44
Abbildung 10: Anwendungsbeispiel zur Integration von Dachbegrünung in der ÖNORM B 8110-6 im Zusammenhang mit der Tabelle 16 – Korrekturfaktor für die Einstrahlung auf die opake Fläche f_{op} (Quelle: Schöberl & Pöll nach ÖNORM B 8110-6, 2021)	44
Abbildung 11: Abweichung der Lufttemperatur in unterschiedlichen Distanzen von der Wand (10 cm und 40 cm) im Vergleich zur Lufttemperatur der Klimastation (Quelle: Scharf B., 2019)	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über relevante Vorprojekte.....	11
Tabelle 2: Übersicht über relevante Recherchen, Interviews und Vorprojekte im internationalen (EU) Kontext	15
Tabelle 3: Konzept für die Erstellung einer Übersichtsmatrix.....	36
Tabelle 4: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM EN ISO 6946	37
Tabelle 5: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-5.....	41
Tabelle 6: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-6.....	45
Tabelle 7: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-7.....	48
Tabelle 8: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM B 8110-3.....	49
Tabelle 9: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ÖNORM EN 15026	52
Tabelle 10: Ergebnisdarstellung Berechnungsmodelle ISO/CD 52016-3	53

Literaturverzeichnis

- Bretschneider, B., Scharf, B.: Greening Aspang - Entwicklung eines Verfahrens zur gesamtenergetischen Optimierung von Stadtgebieten am Beispiel der Aspangstraße. Blue GlobeReport Smart Cities #8/2018. Klima and Energy Fonds Austria 2018.
- Enzi, V; Pitha, U; Scharf, B.: Forschungsprojekt GrünStadtKlima. Endbericht. Verband für Bauwerksbegrünung Österreich, Österr. Forschungsförderungsgesellschaft FFG, 36, Wien 2013.
- ISO/CD 52016-3, under development: Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads — Part 3: Calculation procedures regarding adaptive building envelope elements. International Organization for Standardization.
- Korjenic, A., Tudiwer, D., Hollands, J., Fischer, H., Mitterböck, M., Gonaus, T., Salonen, T., Blaha, A., Pitha, U., Weiss, O., Frühwirth, G., Knoll, B., Hofleitner, B., Renkin, A., Dopheide, R., Fischer, T., Kainz, B.: Grüne Architektur im Schulbau – Leitfaden. Eine Publikation im Rahmen des Projekts "GRÜNEzukunftSCHULEN. Grüne Schuloasen im Neubau. Fokus Planungsprozess und Bestandsgebäude". Wien 2020
- Minke, G., Otto, F., Gross, R.: Ermittlung des Wärmedämmverhaltens von Gründächern. Abschlussbericht. AZ 24242-25, ZUB Kassel, 2009.
- Nusser, B.: Flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen; Systemanalysen und neue Ansätze zur Planung hygrysch robuster flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen unter Beachtung konvektiver Feuchteinträge und temporärer Beschattungssituationen. Dissertation, Technische Universität Wien 2012.
- ÖNORM B 8110-3, 2020-06-01: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Ermittlung der operativen Temperatur im Sommerfall (Parameter zur Vermeidung sommerlicher Überwärmung). Austrian Standards.

- ÖNORM B 8110-5, 2019 01 15: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile. Austrian Standards.
- ÖNORM B 8110-6-1, 2019 01 15: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 6-1: Grundlagen und Nachweisverfahren Heizwärmebedarf und Kühlbedarf. Austrian Standards.
- ÖNORM B 8110-7, 2013 03 15: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte. Austrian Standards.
- ÖNORM EN 15026, 2007 06 01: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation. Austrian Standards.
- ÖNORM EN ISO 6946, 2018 02 01: Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren. Austrian Standards.
- Perini, K., Ottelé, M., Fraaij, A.L.A., Haas, E., Raiteri, R.: Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. In: Building and Environment 46 (2011) 2287 – 2294
- Pfoser, N., Jenner, N., Henrich, J., Heusinger, J., Weber, S., Schreiner, J., Unten Kanashiro, C.: Gebäude Begrünung Energie Potenziale und Wechselwirkungen. Forschungsinitiative Zukunft Bau, Darmstadt 2013.
- Pitha, U., Scharf, B., Zluwa, I., Pelko C., Korjenic, A., Salonen, T., Mitterböck, M. Vegetationstechnisches und bauphysikalisches. Monitoring des „Vertikalen Gartens“ der MA31 in der Grabnergasse 4-6, 1060 Wien. Forschungsbericht. TU Wien und BOKU Wien 2018.
- Scharf, B.: Plants in Cities Effects of Green Infrastructure on Urban Energy and Water Balance. Dissertation. Universität für Bodenkultur Wien 2019.
- Scharf, B., Pitha, U., Bruse, M., Simon, H., Londershausen, T., PROGREENcity - Zusammenfassung der Ergebnisse. Forschungsbericht. Universität für Bodenkultur Wien 2017.
- Scharf, B., Pitha, U., Oberarzbacher, S: Living Walls - more than scenic beauties. In: IFLA - International Federation of Landscape Architects, Landscapes in Transition 2012.
- Scharf, B., Zluwa I.: Case study investigation of the building physical properties of seven different green roof systems. Energy and Buildings 151 (2017) 564–573
- Schmidt, M.: Kletterpflanzen für den Klimaschutz. In: Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG (Hrsg.): Gebäude-Energieberater Ausgabe 07-2019, Gentner Verlag, Stuttgart 2019. (<https://www.geb-info.de/sommerlicher-waermeschutz/kletterpflanzen-fuer-den-klimaschutz> (abgerufen am 04.10.2021, 14:30))
- Susorova, I., Angulo, M., Bahrami, P., Stephens, B.: A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance. In: Building and Environment 67 (2013) 1-13
- Teichmann, F.: Beurteilung und Optimierung der Wärmebrücken bei begrünten hinterlüfteten Fassaden sowie Entwicklung eines Modells mit zusätzlich vorgelagerten PV-Modulen. Masterarbeit, Technische Universität Wien 2018.

Tudiwer, D.: Einflüsse vertikaler Gebäudebegrünung auf Wärmeschutz, Sommerliche Überwärmung und hygrothermische Behaglichkeit. Dissertation, Technische Universität Wien 2019.

TU Berlin: HighTech-LowEx: Energieeffizienz Berlin Adlershof 2020 – Abschlussbericht Teil 8 Energieeffiziente Gebäude. BMWi EnEff: Stadt, Förderkennzeichen 03ET1038A und B. Berlin 2014.

Zirkelbach, D., Schafaczek, B.: Ermittlung von Materialeigenschaften und effektiven Übergangsparametern von Dachbegrünungen zur zuverlässigen Simulation der hygrothermischen Verhältnisse in und unter Gründächern bei beliebigen Nutzungen und unterschiedlichen Standorten. Forschungsinitiative Zukunft Bau, Band F 2863, Holzkirchen 2013.

ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Neues Computermodell zur Untersuchung von Hitze in Städten. Webartikel 2020. (Quelle: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/neues-computermodell-zur-untersuchung-von-hitze-in-staedten>, abgerufen am: 07.10.2021 15:00)

8 Anhang

8.1. Normenliste

- ÖNORM B 8110-1, 2011-11-01, Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
 - o Zurückgezogen 2016 06 15
- ÖNORM B 8110-5:2019 03 15: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
- ÖNORM B 8110-5 Bbl 1., 2009-03-15, Wärmeschutz im Hochbau - Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile - Beiblatt 1: Normaußentemperaturen
- ÖNORM B 8110-5:2019 03 15: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
- ÖNORM B 8110-6, 2014-11-15, Wärmeschutz im Hochbau, Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- ÖNORM B 8110-6-1:2019 01 15: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 6-1: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- ÖNORM B 8110-6-2:2019 11 01: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 6-2: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf - Validierungsbeispiele für den Heizwärme- und Kühlbedarf
- ÖNORM H 5050, 2014-11-01, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors
- ÖNORM H 5050-1:2019 01 15: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Berechnung des Gesamtenergieeffizienzfaktors
- ÖNORM H 5050-2:2019 11 01: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 2: Berechnung des Gesamtenergieeffizienzfaktors – Validierungsbeispiele
- ÖNORM H 5055, 2011-11-01, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Begleitende Dokumente zum Energieausweis - Befund, Gutachten, Ratschläge und Empfehlungen
 - o Zurückgezogen 2016 11 01
- ÖNORM H 5056, 2014-11-01, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Heiztechnik-Energiebedarf
- ÖNORM H 5056-1:2019 01 15: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Heiztechnikenergiebedarf
- ÖNORM H 5056-2:2019 11 01: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 2: Heiztechnikenergiebedarf – Validierungsbeispiele
- ÖNORM H 5057, 2011-03-01, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Raumlufttechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude

- ÖNORM H 5057-1:2019 01 15: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Raumlufttechnikenergiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude
- ÖNORM H 5057-2:2019 11 01: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 2: Raumlufttechnikenergiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude – Validierungsbeispiel

- ÖNORM H 5058, 2011-03-01, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Kühltechnik-Energiebedarf
- ÖNORM H 5058-1:2019 01 15: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Kühltechnikenergiebedarf
- ÖNORM H 5058-2:2019 11 01: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 2: Kühltechnikenergiebedarf – Validierungsbeispiele

- ÖNORM H 5059, 2010-01-01, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Beleuchtungsenergiebedarf (Nationale Ergänzung zu ÖNORM EN 15193)
- ÖNORM H 5059-1:2019 01 15: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Beleuchtungsenergiebedarf (Nationale Ergänzung zu ÖNORM EN 15193) - Schnellverfahren für die Berechnung
- ÖNORM H 5059-2:2019 11 01: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Teil 2: Beleuchtungsenergiebedarf – Validierungsbeispiel

- ÖNORM EN ISO 13790, 2008-10-01, Energieeffizienz von Gebäuden - Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung
- ÖNORM EN ISO 52016-1:2018 02 01: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung, Innentemperaturen sowie der Heiz- und Kühllast in einem Gebäude oder einer Gebäudezone - Teil 1: Berechnungsverfahren (ISO 52016-1:2017)

- ÖNORM EN 15603, 2008-07-01, Energieeffizienz von Gebäuden - Gesamtenergieverbrauch und Festlegung der Energiebedarfskennwerte
- ÖNORM EN ISO 52000-1:2018 02 01: Energieeffizienz von Gebäuden - Festlegungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Allgemeiner Rahmen und Verfahren (ISO 52000-1:2017)

- ÖNORM L 1131: 2010-06-01, Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung
- ÖNORM L1136:2017-08-01, Vertikalbegrünung im Außenraum, im Projektstadium

8.2. Interview-Leitfaden

INTERVIEW-LEITFADEN GREENERGIEAUSWEIS MAX. 30-40 MIN



DATEN

Name & Berufsfeld

- Auswahl - Behördenvertreter, Planer, Ausführende, Forschung, Software-Hersteller, Sonstige: _____



1. EINFÜHRUNG

Energieausweis & Begrünung

- Welche Projekte kennen Sie? Stand der Forschung, Stand der Technik (Bestrebungen, Gebäudebegrünung in den Energieausweis oder Berechnungstools zu integrieren)
- Welche Personen oder Institutionen wären WissenträgerInnen und daher relevant für die Befragung?



2. DACHBEGRÜNUNG

versch. Arten werden anhand von Anschauungsbeispielen/Grafiken zuerst veranschaulicht - Konstruktionstypen, Besonderheiten

- Mit welchen Parametern könnten Dachbegrünungen in Berechnungen einfließen?
- Wie könnten begrünte Dächer (mithilfe von Kenn- oder Beiwerten) in den Energieausweis integriert werden?

OPTIONAL
PDF



3. FASSADENBEGRÜNUNG

versch. Arten werden anhand von Anschauungsbeispielen/Grafiken zuerst veranschaulicht - Konstruktionstypen, Besonderheiten

- Mit welchen Parametern könnten begrünte Fassaden in Berechnungen einfließen?
- Wie könnten begrünte Fassaden (mithilfe von Kenn- oder Beiwerten) in den Energieausweis integriert werden?

OPTIONAL
PDF

INTERVIEW-LEITFADEN GREENERGIEAUSWEIS

4. QUANTIFIZIERUNG, SOFTWARE

In diesem Schritt soll herausgefunden werden, welche Programme und Datenbanken die ExpertInnen für Berechnungen/Simulationen verwenden.

- Inwieweit haben Sie mit der bauphysikalischen Bewertung zu tun?
- Welche Software verwenden Sie?
Auswahl (ArchiPhysik, GEQ, Ecotech, ETU, AX3000, Sonstige: __)

5. AUSBLICK

Der letzte Punkt behandelt mögliche Vorgehensweisen, um Begrünung mithilfe standardisierter Vorgänge messbar zu machen und im weiteren Verlauf im Energieausweis darzustellen.

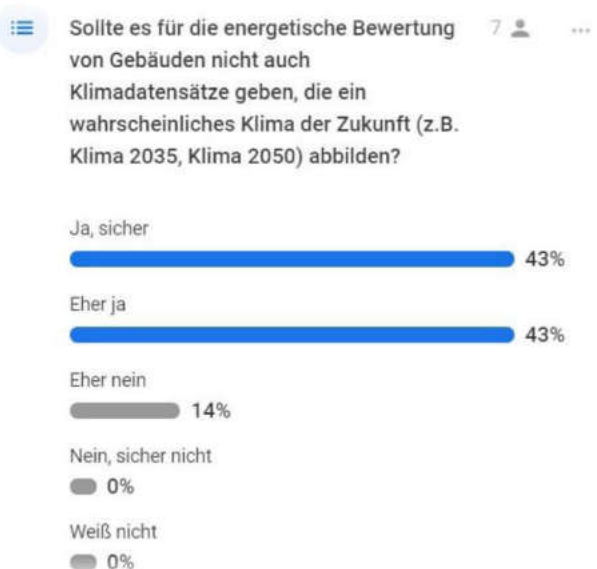
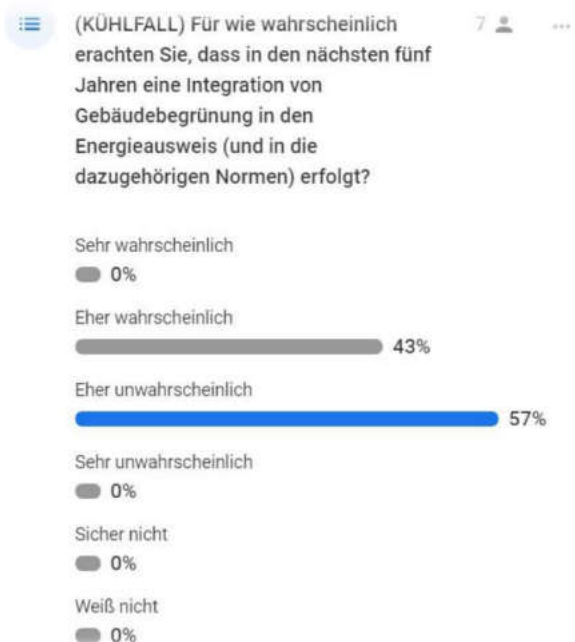
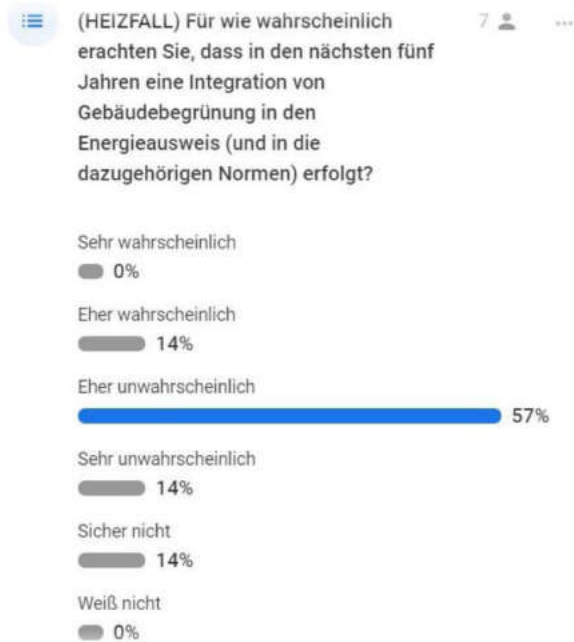
- Welche Chancen und Herausforderungen sehen Sie bei der Gebäudeoptimierung durch Begrünung? (in Bezug auf Energieeffizienz, Wärmeschutz, Beschattung, Kühlwirkung, etc..)
- Wie schätzen Sie die Chancen einer Integration von Begrünung im Energieausweis ein?
- In welcher ÖNORM könnten Begrünungen dargestellt werden? (z.B. durch Faktor/Beiwert)

EINLADUNG & ERINNERUNG WORKSHOP

Vernetzungsworkshop, um mögliche Lösungsvorschläge zu diskutieren und etwaige offene Fragen zur Integration von Begrünung in den Energieausweis zu besprechen.

- Doodle-Umfrage für TeilnehmerInnen mit möglichen Terminen
- 17. März (14:00-17:00)
- 19. März (14:00-17:00)
- 24. März (9:30 -12:30)

8.3. Workshop – Abstimmungsergebnisse



☰ Wären Sie im Rahmen Ihrer Möglichkeiten 7 👤 ...
bereit, sich dafür einzusetzen, dass
Gebäudebegrünung in den
Energieausweis (und die dazugehörigen
Normen) integriert wird?





**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)