

RENVELOPE-Sanierungen Potenzialanalyse für Österreich

Dezember 2024

Im Rahmen des Forschungsprojekts
RENVELOPE – Energy Adaptive Shell
Konsortialführung AEE INTEC



RENVELOPE-SANIERUNGEN – POTENZIALANALYSE ÖSTERREICH

Im Rahmen des Forschungsprojekts RENVELOPE – Energy Adaptive Shell
Konsortialführung AEE INTEC

Gefördert im Rahmen der FTI-Initiative „Vorzeigeregion Energie“ (FFG-Nr. 894534)



VORZEIGEREGION
ENERGIE

Team:

Dr.MMag. Alexis Mundt

FH-Doz.Dr. Wolfgang Amann

Dezember 2024

IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH

PF 2, A 1020 Wien

Tel. + 43 1 968 60 08

Mail: office@iibw.at

Internet: www.iibw.at

RENVELOPE-Partner sind:



INHALT

EINLEITUNG	4
1 ZIELGEBÄUDEBESTAND DER ANWENDBARKEIT VON RENVELOPE	5
1.1 Gebäudebestände mit prioritärer Eignung	5
1.2 Eignung nach Gebäudeeigenschaften	6
1.3 Indikatoren besonders guter Eignung	9
1.4 Vereinfachte Matrix nach Baualter und Gebäudeeigenschaften	10
2 POTENZIALABSCHÄTZUNG GEBÄUDEBESTAND	11
2.1 Erster Schritt: Abgrenzung des anvisierten Gebäudebestandes	11
2.2 Zweiter Schritt: Rechtlich und wirtschaftlich darstellbarer Anteil	12
2.3 Ergebnis	13
3 ZUSÄTZLICHES UND ZUKÜNFTIGES POTENZIAL	16
4 AUSBLICK	18
5 ANHANG	19
5.1 Abbildungsverzeichnis	19
5.2 Literatur	19

EINLEITUNG

Das IIBW hat sich in den vergangenen Jahren intensiv mit der wissenschaftlichen Erforschung der Sanierung von Gebäuden in Österreich auseinandergesetzt (s. www.iibw.at; IIBW, 2020; Amann u.a., 2022; IIBW, 2023; UBA & IIBW, 2023). Die international und national vorgegebenen Klimaziele weisen eindeutig in die Richtung, dass der bestehende Gebäudebestand durch eine massive Sanierungswelle auf eine ausreichend hohe Qualität gehoben werden muss, um die Energie- und CO₂-Einsparungen maßgeblich voranzubringen. Die bisherigen Anstrengungen müssen mindestens verdoppelt werden.

Die serielle Sanierung spielt eine Hauptrolle, da sie es ermöglicht, skalierbare Systeme für eine standardisierte Verbesserung der Gebäudehülle mit der Umstellung auf erneuerbare Energieträger zu kombinieren. Das großangelegte Forschungsprojekt RENVELOPE (<https://renvelope.at>) ist eine solche Initiative, die die Möglichkeiten und Potenziale einer führenden Technologie der seriellen Sanierung erkundet.

Die RENVELOPE-Technologie hat zum Ziel, die Transformation von Bestandsgebäuden in emissionsarme, klimaneutrale Gebäude voranzubringen, indem diese Gebäude über die Außenhülle konditioniert werden. Dabei kommen serielle, vorgefertigte Holzriegelkonstruktionen zum Einsatz, die es ermöglichen, Haustechnikelemente und energieaktive Komponenten wie Solarkollektoren und Wärmepumpen zu integrieren. Neben den haustechnischen Elementen in der Hülle, eignet sich die vorgefertigte Fassade auch für die Integration eines Wärmeabgabesystems, wie eine wassergeführte Bauteilaktivierung.

Die hier vorgelegten ersten Erkenntnisse des von der FFG geförderten Forschungsprojekts RENVELOPE- Energy Adaptive Shell (FFG-Nr. 894534) geben einen Einblick über die für die beschriebene Technologie geeigneten Gebäudebestände in Österreich einschließlich quantitativen Schätzungen.

1 ZIELGEBÄUDEBESTAND FÜR RENVELOPE-SANIERUNGEN

1.1 GEBÄUDEBESTÄNDE MIT PRIORITÄRER EIGNUNG

Das RENVELOPE-System ist eine Komplettlösung für die serielle Gebäudesanierung mit integrierter Haustechnik und Energieversorgung des Gebäudes über die Außenhülle (s. im Detail <https://renvelope.at>).

Um das Potenzial der Implementierung des RENVELOPE-Systems abschätzen zu können, werden in diesem Abschnitt die Gebäudebestände identifiziert, die sich am besten für das System eignen.

„Am besten“ ist allerdings durch mehrere Aspekte charakterisiert. All diese Komponenten müssen berücksichtigt werden, um den Gebäudebestand mit dem höchsten Potenzial zu identifizieren:

- Die Umsetzung der Technologie trifft auf möglichst geringe technische Herausforderungen (z.B. Brandschutz, Vor-Ort-Umbaufähigkeit, Statik, Transport der Module, etc.)
- Im Zuge der RENVELOPE-Sanierung gelingt es, die Energieeffizienz des Gebäudes deutlich zu erhöhen und von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern umzustellen.
- Der Zeitpunkt des RENVELOPE Umbaus ist so gewählt, dass das Ende des Lebenszyklus' möglichst vieler Gebäudeteile und -elemente erreicht ist, sodass keine Ineffizienzen in einer Lebenszyklusbetrachtung bestehen und kein unnötiger Abfall generiert wird.
- Die rechtliche und organisatorische Entscheidungsfindung zum RENVELOPE-Umbau ist möglich, sodass keine Verzögerungen entstehen und ineffiziente Kompromisslösungen vermieden werden.
- Ein mögliches Potenzial zur Aufstockung des Gebäudes wird gleichzeitig mit der RENVELOPE Sanierung verwirklicht.

Im Vordergrund stehen Überlegungen der technischen Umsetzung. Die folgenden Übersichten sind das Ergebnis eines längerfristigen Beratungsprozesses unter Einbindung von Expert:innen des RENVELOPE-Forschungskonsortiums mit insgesamt 17 Projektpartnern und weiterer Expert:innen (z.B. Forschungsprojekt „MasSan – Machbarkeit serieller Sanierungskonzepte und -modelle in Österreich?“ <https://www.renowave.at/massan/>).

In einem ersten Schritt wurde abgeleitet, welche Gebäudebestände in Österreich sich generell aus technischer und ökologischer Sicht für den Einsatz der RENVELOPE-Technologien eignen („Anvisierter Gebäudebestand“). Manche Gebäudeeigenschaften zeigen eine ad hoc besonders gute Eignung. Das sind v.a. Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude aus Massivbaustoffen mit einer einfachen Kubatur mit 3 oder 4 Geschoßen und einer einfach strukturierten Fassade. Vorteilhaft ist das Fehlen eines Vollwärmeschutzes und die Möglichkeit zur Aufstockung (s. Kap. 1.3).

Beste Eignung ist in der folgenden Tabelle grün hinterlegt, eingeschränkte Eignung gelb. Die Grenze zwischen den beiden Bereichen ist nicht starr. Letztendlich kann nur eine Fall-zu-Fall-Prüfung die tatsächliche technische und vor allem ökonomische Eignung spezifischer Bauten feststellen. Rot hinterlegt sind jene Gebäudebestände, die sich in einer allgemeinen Betrachtung aktuell nicht für die RENVELOPE-Technologie eignen (natürlich sind Ausnahmen möglich). Die Kriterien sind nach ihrer Relevanz gereiht.

1.2 EIGNUNG NACH GEBÄUDEEIGENSCHAFTEN

Tabelle 1: Eignung von Gebäuden nach Eigenschaften

Eigenschaft	Anvisierter Gebäudebestand		Vorerst ausgeschlossen	Relevante Dimension der Einteilung
	Besonders gute Eignung	Eignung gegeben		
Gebäudeklasse, Gebäudehöhe, Fluchtniveau	• Gebäudeklasse 2-4	• Gebäudeklasse 5 (bis 22 m Fluchtniveau)	• Hochhäuser (über 22 m Fluchtniveau)	Brandschutzbestimmungen, Statik, Krantechnologie
Geschoßanzahl	• bis ca. 4 Geschoße	• ca. 5 bis ca. 8 Geschoße (bis 22m Fluchtniveau)	• 1 Geschoß (Eigenheime, ohne Serialität) • 9, 10 Geschoße • ab Fluchtniveau 32 m (ca. 10+ Geschoße)	Brandschutzbestimmungen, Statik, Krantechnologie
Baualter	• 1945 bis 1980er	• andere Baualter bis ca. 2000	• Denkmalschutz, Ensembleschutz • Neubau ab ca. 2000	Technologie, Ökologie
Fassadendesign	• geschlossene Fassade • „Lochfassaden“ • keine Vorsprünge • kein sehr hoher Öffnungsanteil • fixes Raster	• durchgängiges Fensterband, (sofern vertikale Schächte nicht notwendig sind)	• viele Vorsprünge • komplizierte Balkone	Technologie, Ausmaß des Öffnungsanteils
Fassadenmaterial	• Putz • Beton • Holz • Faserzementplatten	• Alu-Paneele • Glasfaserbeton	• Naturstein	Eigengewicht, Nachhaltigkeit, Gestaltungsmöglichkeiten
Bauweise	• Stahlbeton und Mantelbeton • Ziegel		• „Sandwich-Bauweise“ • Leichtbauweise (Holz) • sehr schlechte Bausubstanz	Technologie; Möglichkeit der Bauteilaktivierung
Fenster	• Fenster am Ende des Lebenszyklus (25 J)	• Fenster bleiben, werden nicht versetzt		Technologie, Ökologie
Energieträger	• Fossil		• dekarbonisiertes System mit hoher Effizienz in Kombination mit hoher thermischer Qualität	Ökologie
Wärmeverteilsystem	• dezentral • Einzelöfen	• bereits zentralisiertes System		Ökologie, Einsparungspotenzial
Vollwärmeschutz (WDVS)	• keiner	• WDVS mäßiger Qualität (bis max. 2010er) • 6 bis 8 cm • am Ende des Lebenszyklus • schadhaf	• WDVS hoher Qualität und Dicke	Technologie, Heizwärmebedarf, Einsparungspotenzial und Ökologie,
On-site Installationsmöglichkeit	• freistehend, oder einfache Montage	• schwierige Montage	• Installationsmöglichkeit nicht gegeben	Technologie, Logistik
Transportmöglichkeit	• Standardmodulgrößen	• Module passen auf max. Sondertransporte.	• Module sind zu groß	Beschränkungen der LKW- Sondertransporte
Aufstockungspotenzial	• Je mehr, desto besser	• Baurecht, Flächenwidmung, Statik, etc. erlaubt keine Aufstockung		Kosteneffizienz, Baurecht, Widmung, Technologie
Vergabemöglichkeit, Komplexität der Ausschreibung	Systemausschreibung ist möglich, keine Ausschreibung der Einzelleistungen, einfache Beschlussfassung zur Vergabe	Ausschreibung komplizierter, weil gesetzliche Vorgaben zur Ausschreibung (z.B. Bundesvergabegesetz), Entscheidungsfindung zur Vergabe zeitaufwendiger (z.B. Aufsichtsrat etc.)		Zeiteffizienz, Verfügbarkeit von geeigneten Unternehmen, Entscheidungsfindung

Anm.: Siehe nachfolgenden Text.

Quelle: IIBW; eigene Darstellung.

Anmerkungen zu Tabelle1:

Fassadendesign und -material:

Die Fassadenart und die verwendeten Materialien sind wichtige Kriterien zur Einschätzung des Potenzials von seriellen RENVELOPE-Sanierungen. Viele Vorsprünge und komplex gestaltete Balkone sind Ausschlusskriterien. Bei durchgängigen Fensterbändern ist der Einsatz der Technologie komplizierter und kostenintensiver, jedoch grundsätzlich möglich. Zusätzlich erschwerend wäre es, wenn vertikale Schächte notwendig sind und daher das Fensterband durchbrochen werden müsste. Falls Fenster versetzt werden müssen, ist die Belichtung der dahinter liegenden Räume ein relevantes Kriterium.

Bauweise:

Am besten eignen sich Massivbaustoffe ohne Vollwärmeschutz. Vorerst ausgeschlossen sind nach den heutigen Möglichkeiten der Technologie Gebäude in Leichtbauweise.

Gebäudeklasse:

Gebäudeklassen sind österreichweit einheitlich definiert (OIB-Richtlinie – Begriffsbestimmungen). Sie sind v.a. hinsichtlich Brandschutzbestimmungen relevant. Die Kriterien für die Einteilung in Gebäudeklassen umfassen die Anzahl der oberirdischen Geschoße, das Fluchtniveau, die Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße sowie die Anzahl von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten. Durch Kombination der einzelnen Kriterien gelangt man zur Einteilung in fünf Gebäudeklassen (GK, Tabelle 2):

Tabelle 2: Anzahl anvisierter Gebäude und Wohneinheiten

GK	Anzahl der oberirdischen Geschoße	Fluchtniveau (m)	Anzahl Wohnungen bzw. Betriebseinheiten	Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschoße (m ²)
1	≤ 3	≤ 7	≤ 2 Wohnungen 1 Betriebseinheit	≤ 400 (freistehend)
2	≤ 3	≤ 7	--	≤ 400 (Reihenhäuser ≤ 800 (Wohngebäude, freistehend)
3	≤ 3	≤ 7	--	--
4	≤ 4	≤ 11	1 --	-- je ≤ 400
5	--	≤ 22	--	--

Quelle: Erläuternde Bemerkungen, OIB-RL 2, Brandschutz, April 2019.

Flächendeckende Daten zur Gebäudeklasse aller Gebäude in Österreich stehen aktuell nicht zur Verfügung. Einzelne Bundesländer sind dabei, eigene Datenbasen aufzubauen, die Analysen auf dieser Ebene zulassen würden. Sie sind allerdings bisher nicht öffentlich zugänglich. Für eine flächendeckende Abschätzung des Gebäudebestands bedarf es daher einer Umlegung der Gebäudeklassen auf Gebäudehöhe und Geschoßanzahl (s. im Folgenden).

Gebäudehöhe und Geschoßanzahl:

Bei der Gebäudehöhe und der Anzahl an Geschoßen spielen mehrere Komponenten eine Rolle in der Einschätzung des Potenzials. Von übergeordneter Bedeutung ist der Brandschutz (v.a. OIB-Richtlinien 2 und 2.3). Je nach Gebäudeklasse und Fluchtniveau greifen unterschiedlich anspruchsvolle Vorgaben. Je höher das Fluchtniveau, desto strenger sind die Brandschutzvorgaben. Das

Fluchtniveau ist definiert als Höhendifferenz zwischen der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen oberirdischen Geschoßes und der an das Gebäude angrenzenden Geländeoberfläche nach Fertigstellung im Mittel (OIB-Richtlinien Begriffsbestimmungen OIB-330-001/19, Stand April 2019). Eine harte Grenze (vorerst ausgeschlossen) bilden Gebäude mit einem Fluchtniveau von 32m und mehr (ca. 10+ Geschoße). Der hier greifende stärkere Brandschutz schließt den effizienten Einsatz der RENVELOPE-Technologie aus. Gebäude mit einem Fluchtniveau zwischen 22 und 32m haben ebenfalls höhere Anforderungen. Die Umrechnung von Fluchtniveau auf Geschoßanzahl ist nicht trivial. Als Orientierung kann eine Geschoßhöhe von mind. 3 Metern angenommen werden.

Bei der Gebäudehöhe relevant sind ebenfalls verfügbare Kranttechnologien. Zur Montage der RENVELOPE-Module kommen Kräne zum Einsatz, die nur bis zu einer maximalen Gebäudehöhe effizient arbeiten können. Sehr hohe Mobilkräne wären möglich, sind allerdings sehr teuer und erschweren die On-site-Installation.

Gebäude mit nur einem Geschoß fallen in den Bereich „vorerst ausgeschlossen“. Dabei handelt sich überwiegend um Ein- und Zweifamilienhäuser, bei denen eine serielle, modulbasierte Sanierung nicht effizient umsetzbar ist. Ausnahmen sind allerdings seriell gefertigte Eigenheim- und Reihenhaussiedlungen (s. Kap. 3). Deren Identifizierung ist nur durch eine vor-Ort-Besichtigung möglich. Im Ergebnis wurden somit Gebäude mit 2-8 Geschoßen im anvisierten Bestand inkludiert.

Fenster:

Am effizientesten und ökologischsten ist es, wenn die Fenster im Zuge einer RENVELOPE-Sanierung ersetzt werden, weil sie am Ende des Lebenszyklus sind. Wenn Fenster erst vor Kurzem ersetzt wurden und eine hohe Qualität aufweisen, sprechen ökologische Bedenken für deren Erhalt. Neben Kostenfragen spielen die Belichtungsverhältnisse eine wichtige Rolle.

Energieträger und Wärmeverteilsystem:

Die besten Anwendungsfälle ergeben sich bei Gebäuden, die im Zuge der RENVELOPE-Sanierung von dezentralen auf zentrale regenerative Wärmebereitstellungssysteme umgestellt werden können. Vorerst ausgeschlossen sind Bestände mit bereits dekarbonisierten zentralisierten Systemen und hoher Hüllenqualität (Mehrgeschoßbau rund HWB < 50kWh/(m².a), im Detail Kap. 2.1).

Vollwärmeschutz:

Aus heutiger Einschätzung macht der Einsatz der RENVELOPE-Technologie aus ökologischen und ökonomischen Gründen nur bei Gebäuden Sinn, die über keine funktionsfähige qualitätsvolle Thermofassade verfügen. Bestehende Thermofassaden mit hoher thermischer Qualität zugunsten einer RENVELOPE-Sanierung zu demontieren, käme allenfalls in Frage, wenn die bestehenden Füllmaterialien in situ wiederverwendbar wären. Auch wenn dafür technologische Lösungen zur Verfügung stünden, scheitert ein solches Unterfangen in der Praxis an der umweltrechtlich verbotenen Wiederverwendung alter Dämmmaterialien, die das Brandschutzmittel HBCD (Hexabromcyclododecan) enthalten. Dieses wurde bis ca. 2019 als bromiertes Flammschutzmittel für Dämmstoffe aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) eingesetzt. Derartige Dämmstoffe müssen deswegen entsorgt werden. Bei WDVS-Systemen bis zu einer Dicke von 8 cm sind aus heutiger Sicht größere Dämmstärken aus ökologischer Sicht zweckmäßig. Gebäude, die in den 1980er und 1990er Jahren gebaut oder saniert wurden, sind somit Kandidaten für eine RENVELOPE-Sanierung. Auch Bestände, deren WDVS-Systeme am Ende des Lebenszyklus oder irreparabel beschädigt sind (z.B. Ablösung von der Wand, Wasserschäden), fallen in den anvisierten Gebäudebestand.

Baualter:

Das Baualter ist ein Merkmal, aus dem übliche Bauweisen zu bestimmten Zeiten ableitbar sind. Dadurch lässt sich für eine beste Eignung für RENVELOPE-Sanierungen ein Baualter von 1945 bis in die 1980er Jahre ableiten, eine weitere mögliche Eignung bei Gebäuden von 1991-2000. Ausnahmen sind durch eine Einzelbeurteilung zu identifizieren.

Installations- und Transportmöglichkeit:

Hier geht es um die Frage, wie einfach die Installation der Module ist, ob geschlossene oder offene Bauweise vorliegt und ob über Innenhöfe etc. ein Zugang zur straßenabgewandten Fassade möglich ist. Die Einschätzung der Installationsmöglichkeiten kann nur vor Ort und in Abhängigkeit von der Dimension der Module vorgenommen werden. Diese ist abhängig davon, welche Haustechnik in der Fassade integriert werden soll. Wenn eine Montage der Module auf der Rückseite des Gebäudes nur mittels Krans von der Straße aus möglich ist, können nur Gebäude bis zwei, max. drei, Geschoße als sinnvolle Kandidaten betrachtet werden. Eine Rolle spielt ebenso Größe und Zustand der Zufahrten. Ein gewisser Spielraum besteht durch die Modulplanung, allerdings wird die Kosteneffizienz verringert, wenn aufgrund schwieriger Installationsbedingungen die Abmessungen der Module von ihrem kostenoptimalen Design abweichen müssen.

Vergabemöglichkeit:

Optimal ist die frühzeitige Einbeziehung der Modulanbieter über eine Systemausschreibung. Die Einzelausschreibung von Teilleistungen erschwert ein kostenoptimales Produktionsdesign. Die Anwendbarkeit des Bundesvergabegesetzes bei öffentlichen Auftraggebern erschwert den Vergabeprozess. Andererseits erhöht Wettbewerb die Kosteneffizienz.

1.3 INDIKATOREN BESONDERS GUTER EIGNUNG

Ein Bestandsgebäude ist für eine RENVELOPE-Sanierung besonders gut geeignet, wenn folgende Eigenschaften erfüllt sind:

- Geschoßanzahl 3 oder 4 Geschoße;
- Baujahre 1945 bis ca. 1980;
- Einfache Kubatur ohne hohem Öffnungsanteil, geschlossene Fassade, „Lochfassade“, fixe Raster, keine Vorsprünge;
- Stahlbeton, Mantelbeton oder andere Massivbaustoffe;
- Fassadenmaterial: Putz, Holz, Faserzementplatten
- Fenster am Ende des Lebenszyklus werden im Zuge der Renovierung ersetzt;
- Noch kein Vollwärmeschutz;
- Die Umstellung auf erneuerbare Energie ist im Zuge der Renovierung möglich;
- Freistehend, einfache Installationsmöglichkeit;
- Standardmodulgrößen sind möglich, keine LKW-Sondertransporte;
- Erneuerbare Energieträger können eingesetzt werden (z.B. Wärmepumpen, PV) oder ein Anschluss an Fernwärme ist möglich;
- Es kann Wohnraum aufgestockt werden;
- Eine Systemausschreibung und eine einfache Beschlussfassung der Vergabe durch den Auftraggeber ist möglich.

Das Zutreffen mehrerer dieser Merkmale führt zu einer positiveren Bewertung in einer Schnelleinschätzung.

1.4 VEREINFACHTE MATRIX NACH BAUALTER UND GEBÄUDEEIGENSCHAFTEN

Für die statistische Umlegung der erarbeiteten Matrix auf konkrete, flächendeckende Datenbasen mit dem Ziel der Potenzialeinschätzung (s. Kap. 4), müssen die Merkmalsausprägungen in einem ersten Schritt vereinfacht werden und auf in den Datenbasen vorhandene Merkmalsausprägungen umgelegt werden. Baujahr, Geschößanzahl und Gebäudenutzung stehen beim AGWR in hoher Detailtiefe zur Verfügung.

Tabelle 3: Überleitung Gebäudeeigenschaften zu flächendeckenden Datenbasis

	Bis 1919	1919-45	45-50er	60er	70er	80er	90er	2000er	2010+	WDVS	WDVS+
Wohngebäude											
Eigenheime (ein bis zwei WE), eingeschößig, Reihenhäuser											
2 bis ca. 8 Geschoße (bis 22m FN)											
Ca. ab 9 Geschoße											
Gebäude für Gemeinschaften											
Nicht-Wohngebäude											
Gebäude für Kultur- und Freizeit; Bildung- und Gesundheitswesen											
Industrie- und Lagergebäude											
Bürogebäude											
Groß- und Einzelhandel											
Hotels und ähnliche Gebäude											
Gebäude Verkehrs- und Nachrichtenwesens											

Quelle: IIBW; eigene Darstellung, WDVS = Wärmedämmverbundsystem

Die Beschreibung der Umlegung der Tabelle auf die Berechnungen erfolgt im folgenden Kapitel.

2 POTENZIALABSCHÄTZUNG GEBÄUDEBESTAND

2.1 ERSTER SCHRITT: ABGRENZUNG DES ANVISIERTEN GEBÄUDEBESTANDS

In einem ersten Schritt wird, ausgehend vom österreichischen Gebäudebestand (Auszug Allgemeines Gebäude- und Wohnungsregister 2022), jener Anteil geschätzt, der sich grundsätzlich aus technologischen und ökologischen Überlegungen für eine RENVELOPE-Sanierung eignet. Dabei stehen die Gebäudeeigenschaften Geschoßanzahl, Baujahrzehnt und Gebäudenutzung im Vordergrund.

Erst in einem zweiten Schritt (s. Kap. 2.2) wird von dem errechneten Bestand abgeschätzt, welcher Anteil sich unter aktuell gegebenen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen tatsächlich für die RENVELOPE-Sanierung eignet, d.h. wirtschaftlich darstellbar ist. Unter den aktuellen Rahmenbedingungen ist das eine relativ kleine Teilmenge des „anvisierten“ Gebäudebestands.

Das Schätzmodell zum anvisierten Gebäudebestand basiert auf folgenden Annahmen:

- Wohngebäude: Bauten mit drei und mehr Wohnungen in Gebäuden mit 2 bis 8 Geschoßen, ebenso bei Gebäuden für Gemeinschaften.
- Bei Nichtwohngebäuden wird je nach Kategorie eine geringere Eignung als bei Wohngebäuden angenommen, u.a. aus folgenden Gründen: Höherer Öffnungsanteil der Fassaden, höherer Fenster- oder Balkonanteil (Büros, Hotels und ähnliche Gebäude); Druck auf Ersatzneubau und Reconstructing ist höher (Industrie- und Lagergebäude, Groß- und Einzelhandelsgebäude); geringerer thermischer Sanierungsbedarf (Industrie und Lagergebäude, Groß- und Einzelhandelsgebäude). Eine ähnlich gute Eignung wie Wohngebäuden wird hingegen den Gebäuden für Kultur- und Freizeit Zwecke sowie des Bildungs- und Gesundheitswesens attestiert, z.B. Schulgebäude.
- Baujahre von 1945 bis 2000 sind inkludiert, wobei bei Gebäuden der 1980er und 1990er Jahre ein Korrekturfaktor wegen des geringeren Anteils an systematischen seriellen Bauweisen berücksichtigt wurde.
- Bisher erfolgte Sanierungen: Herausgerechnet wurden jene Gebäudebestände, die bereits auf einen „ausreichend guten Standard“ saniert wurden, wobei auf die thermische und energetische Qualität des Gebäudes verwiesen wird (Mehrgeschoßbau rund $HWB < 50\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$). Es handelt sich somit um Gebäude, die ca. ab den 1990er Jahren thermisch saniert wurden, wobei von den in den 1990er Jahren sanierten Gebäuden allerdings angenommen wird, dass die thermische Qualität den heutigen Anforderungen nicht entspricht und sie somit aus ökologischen und technischen Erwägungen in den anvisierten Gebäudebestand fallen. Bei der Ermittlung der aufgrund ihrer thermischen Qualität auszuschließenden Bestände wurde auf die vom IIBW und Umweltbundesamt errechneten Sanierungsraten nach Sanierungsjahrzehnten ausgegangen (s. UBA & IIBW, 2023) und eine Umlenkung nach Rechtsform und Gebäudeeigenschaften durchgeführt.
- Weitere Korrekturfaktoren wurden für folgende, die Eignung einschränkende, technische und ökologische Eigenschaften berücksichtigt:
 - Denkmalschutz, Ensembleschutz (geringer Korrekturfaktor, da größtenteils altersbedingt „vor 1945“ ohnehin schon herausgerechnet);
 - Ungeeignete Konstruktion, viele Vorsprünge, komplizierte Balkone;
 - Ungeeignetes Fassadenmaterial: Naturstein, Kunst am Bau etc.;
 - Montagemöglichkeit nicht gegeben (eingeschränkte Zufahrtsmöglichkeit für LKW, etc.);
 - Objekte, die in Richtung Reconstructing gehen (schlechte Bausubstanz, Erhaltungszustand);
 - Objekte mit sehr hohem Nachverdichtungspotenzial, auf die nicht sinnvoll aufgestockt werden kann (Statik, technische und ökologische Argumente).

2.2 ZWEITER SCHRITT: RECHTLICH UND WIRTSCHAFTLICH DARSTELLBARER ANTEIL

Bei den bis hierher geschätzten Beständen ist eine RENVELOPE-Sanierung technisch und ökologisch tendenziell möglich. Bei einem Großteil davon sind unter aktuellen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen jedoch die Hürden so groß, dass eine RENVELOPE-Sanierung keinen wirtschaftlichen Erfolg verspricht.

a) Baurechtliche Hürden:

RENVELOPE-Fassadenteile sind voluminös mit einer Dicke von mindestens 30cm. Im dichtverbauten Bestand ist häufig bis an die Baulinie gebaut und ein Überschreiten der Baulinie im erforderlichen Ausmaß unzulässig. Allerdings bewegen sich die technischen Vorschriften (OIB-Richtlinien) in die richtige Richtung, so dass eine serielle Sanierung zunehmend möglich wird. In Baurechts-Novellen bewegen sich einige Bundesländer in diese positive Richtung.

b) Wirtschaftlichkeit nicht gegeben:

Bei zahlreichen anvisierten Gebäuden liegen die aktuellen Kosten von umfassenden – sowohl konventionellen als auch seriellen – Sanierungen so hoch, dass eine effiziente Umlegung der Investitionskosten, auch bei Berücksichtigung der eingesparten Energiekosten, derzeit nicht möglich ist.

Mit folgenden Hürden sind (umfassende) Sanierungen von Gebäuden (in Österreich) generell konfrontiert:¹

- Sanierungskosten pro Quadratmeter kommen bei umfassenden Sanierungen in den Bereich von Neubaukosten.
- Die Kostenumlegung der Sanierungskosten auf Mieten ist rechtlich eingeschränkt.² Dies betrifft insbesondere die Bereiche des WGG (Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz) und des MRG (Mietrechtsgesetz). Manche eigenkapitalstarke Gemeinnützige sind in der Lage, mit Eigenkapitaleinsatz unter der zulässigen Verzinsung auch hohe Sanierungskosten zu stemmen, ohne die Mieten übermäßig anzuheben.
- Das Nutzer-Investor-Dilemma kommt in Österreich vor allem im Bereich privater Mietwohnungen, insbesondere im Vollanwendungsbereich des MRG, zum Tragen. Es besteht darin, dass durch den mietrechtlichen Rahmen keine optimale Kostenaufteilung von Dekarbonisierungsinvestitionen in Proportion zu Kosteneinsparungen und Wohnkomfort zwischen Investor:in (Wohnungseigentümer:in) und Nutzer:innen (Mieter:innen) gegeben ist. Problematisch sind die häufig günstigen und unbefristeten privaten Altmieten (Kategorie- und Richtwertmieten, Altmietverträge, gesamt ca. 9% der Hauptwohnsitz-Wohnungen in Österreich, 22% in Wien), mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil an fossilen Heizungen. Verbesserungen sind aus der Mietzinsreserve zu bezahlen, die Teil des Hauptmietzinses ist. Die Kosten können nach geltendem Recht nicht auf die Mieter:innen überwältzt werden (im Gegensatz zum EVB im WGG). Die einzige Möglichkeit besteht in freiwilligen Vereinbarungen oder in gerichtlichen Entscheidungen gem. § 18 MRG, die aktuell aber kaum durchsetzbar bzw. sehr zeitaufwändig sind.

¹ Siehe dazu im Detail zahlreiche aktuelle Studien: Amann u.a., 2019; 2022; IIBW, 2020; 2023; IBR&I u.a., 2023; Jany u.a., 2023.

² In Deutschland können die Kosten von Sanierungsmaßnahmen weitgehend auf die Mieten umgelegt werden, allerdings mit gewissen Grenzen. Gemäß § 559 BGB ist eine Umlage von 8% der Kosten auf die Jahresmiete möglich. Es ist aber höchstens eine Steigerung um 3 €/m² innerhalb von sechs Jahren erlaubt. Vermieter:innen müssen bei der Mieterhöhung nach einer Sanierung auch darauf achten, dass sie die eingesparten Instandhaltungskosten abziehen und nicht umlegen. Die Mieterhöhung bleibt nach Auslaufen der Finanzierung weiter bestehen.

- Die Förderungen sind trotz aller Bemühungen von Bund und Ländern bei umfassenden Sanierungen nicht ausreichend, um die resultierende Nutzerkostenerhöhungen auf ein durchsetzbares Maß zu reduzieren.
- Ob sich umfassende Sanierungen hinsichtlich Investitions- und Nutzerkosten „rechnen“, ist wesentlich von Energiekosteneinsparungen und den Durchrechnungszeiträumen abhängig. Dabei spielen die sich ständig ändernden Energiekosten eine große Rolle. Bei den nach der Energiekrise jetzt wieder sinkenden Energiepreisen steigen die errechneten Durchrechnungszeiträume aktuell wieder an.
- Die Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung führt häufig zu keiner kurzfristig merkbaren, finanziellen Entlastung der Haushalte, teilweise wegen hoher Investitionskosten, teilweise wegen der Tarifgestaltung regenerativer Energiesysteme. Als Beispiel kann der Umstieg von Gas auf Fernwärme unter den aktuell gegebenen Rahmenbedingungen in Wien angeführt werden (s. IBR&I u.a., 2023).
- Ob ein Anreiz zur thermischen Sanierung besteht, hängt auch damit zusammen, welcher politische Anreiz dem Bestand gegenüber dem Neubau gegeben wird. So kann ein Anreiz für Nachverdichtung beispielweise Aufstockungen oder Dachgeschoß-Ausbauten begünstigen, die oft mit einer umfassenden Gebäudesanierung einhergehen. Die Förderbarwerte sollten für umfassende Sanierungen höher liegen als beim Neubau. Das ist momentan in der Wohnbauförderung keines Bundeslandes so.

Folgende Hürden sprechen gegen serielle Sanierungen im Vergleich zu konventionellen Sanierungen:

- Die Kostendegression von seriellen Sanierungen ist nur über Mengeneffekte und Prozessoptimierung möglich. Aktuell liegen die Kosten von seriellen Sanierungen noch deutlich über jenen von konventionellen Sanierungen, vor allem in kleinvolumigen Gebäudebeständen. Vorfertigung kann dann ihre Vorteile ausspielen, wenn Werkstraßen möglichst voll ausgelastet sind. Dies längerfristig sicherzustellen ist unter Marktbedingungen schwierig, aber zweifellos ein Schlüssel für die Marktdurchdringung von RENVELOPE-Sanierungen in Österreich.
- Selbst bei großvolumigen Projekten werden sich die Gesamtkosten nicht bei weniger als 1.000-1.200 €/m² Nutzfläche bewegen. Bei konventionellen Sanierungen können Abstriche gemacht werden, bei seriellen Sanierungen sind solche nur in beschränktem Ausmaß möglich.
- Die oben genannten z.B. baurechtlichen Hürden (Überschreiten der Baulinie) können bei konventionellen Sanierungen leichter umgangen werden, indem man sich „nach der Decke streckt“.
- RENVELOPE-Sanierungen können sich als High-End-Produkt bei der Gebäudedekarbonisierung positionieren. Bei sehr vielen grundsätzlich geeigneten Objekten steht demgegenüber die Dekarbonisierung zu Kosten, die ohne Mieterhöhung bewältigbar sind, im Vordergrund.
- Der RENVELOPE-Zugang bedeutet eine Industrialisierung der Wohnhaussanierung. Angesichts der Kleinteiligkeit und Individualität der betroffenen Objekte ist denkbar, dass beim bisher praktizierten einzelgewerblichen Zugang weiterhin die Vorteile überwiegen.

2.3 ERGEBNIS

Gemäß dem IIBW-Schätzmodell ist mit einem Marktpotenzial für den RENVELOPE-Zugang von rund 71.500 Gebäuden zu rechnen (Tabelle 4). Das Gros sind mit rund 54.500 Objekten Wohngebäude. Das sind zwar nur 3% aller Wohngebäude (aufgrund der hohen Anzahl von Ein- und Zweifamilienhäusern in Österreich, Altbauten), aber 20% aller Mehrgeschoßwohngebäude (mind. 2 Geschoße, mind. 3 Wohneinheiten). Der anvisierte Gebäudebestand enthält auch 17.000 Nicht-Wohngebäude, das sind 6% dieser Kategorie in Österreich. Insgesamt beinhalten diese Gebäude rund eine halbe Million Wohneinheiten, was 11% des Wohnungsbestandes in Österreich ausmacht.

Tabelle 4: Ergebnis Anzahl anvisierter Gebäude und Wohneinheiten

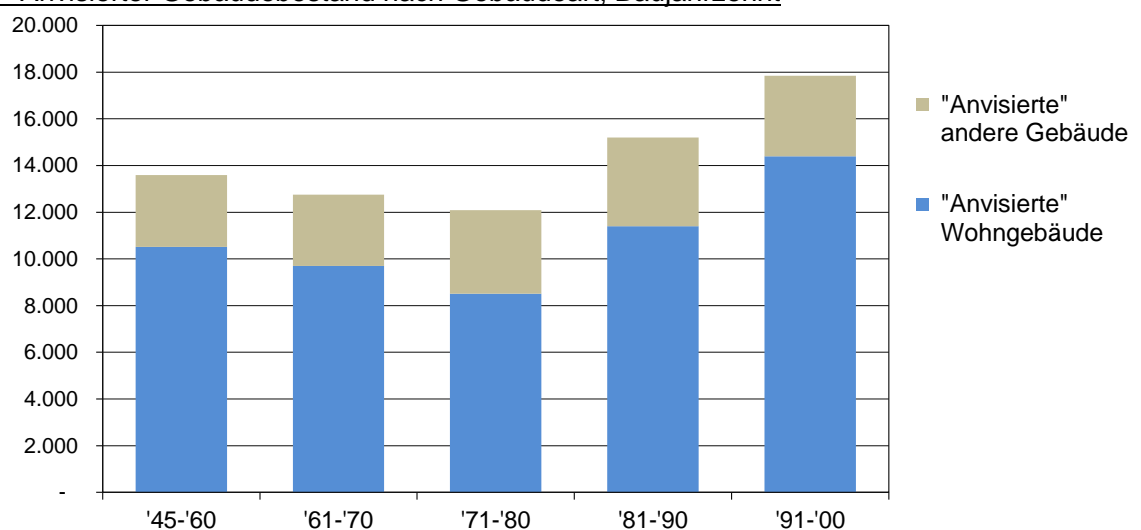
	ANVISIERTER GEBÄUDEBESTAND
Anzahl an Gebäuden	71.500
Davon Wohngebäude	54.500
Anteil an allen Wohngebäuden	3%
Anteil an allen Mehrgeschoßwohngebäuden	20%
Davon Nicht-Wohngebäude	17.000
Anteil an allen Nicht-Wohngebäuden	6%
Wohneinheiten in anvisierten Gebäuden	ca. 526.000
Anteil an allen Wohneinheiten in Österreich	11%

Anm.: Ergebnis Schätzmodell, nähere Beschreibung siehe Text.
 Quelle: Statistik Austria, AGWR und eigene Berechnungen

Grafik 5 und Grafik 6 bieten genauere Informationen zum anvisierten Gebäudebestand hinsichtlich Bauperiode und Geschößanzahl. Auffallend viele der anvisierten Gebäude wurden zwischen 1980 und 2000 gebaut. Ganz bewusst werden diese Gebäude ins RENVELOPE-Potenzial aufgenommen, da die thermische und energetische Qualität dieser Gebäude erhebliche Effizienzgewinne durch die in den kommenden Jahren notwendige Sanierung verspricht. Die Bauperioden vor 1980 wurden bereits zu einem höheren Anteil umfassend Sanierung und weisen nach der Sanierung ausreichend hohe thermische und energetische Standards auf. Diese Ergebnisse beziehen sich vor allem auf Wohngebäude. Im Nicht-Wohnbau liegt die anvisierte Anzahl bei über die Baujahrzehnte relativ konstanten 3.000 bis 4.000 Gebäuden, vor allem aus dem Bereich „Hotels und ähnliche Gebäude“, „Büros“ und „Gebäude des Bildungs- und Gesundheitswesens“.

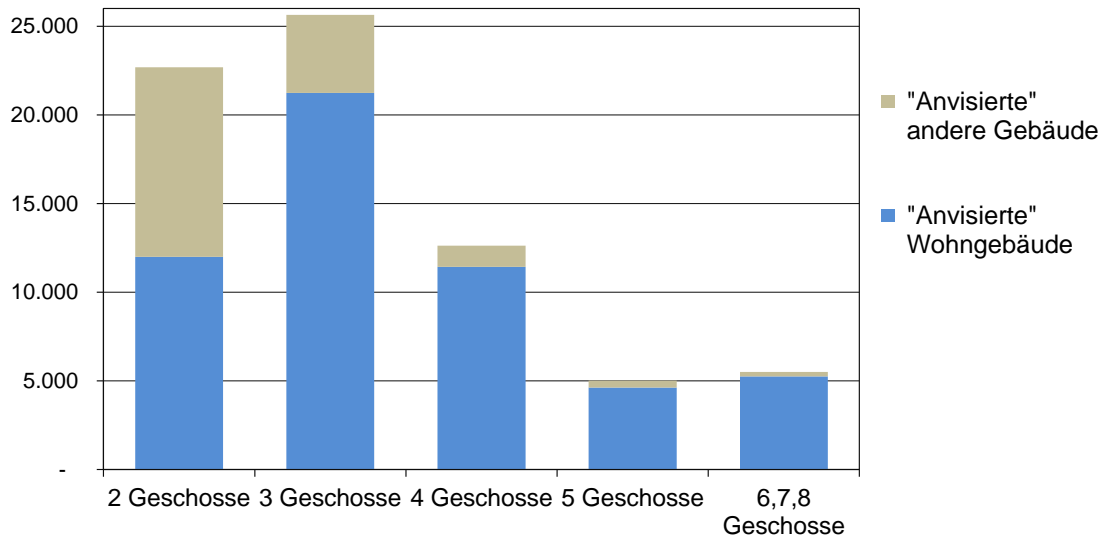
Rund 25.000 Gebäude des anvisierten Bestandes haben drei Geschöße. Andere Gebäude finden sich vor allem im Segment der zweigeschoßigen Gebäude. Höhere Gebäude sind häufiger Wohngebäude. Rund 10.000 der anvisierten Gebäude haben fünf und mehr Geschöße.

Grafik 5: Anvisierter Gebäudebestand nach Gebäudeart, Baujahrzehnt



Anm.: Ergebnis Schätzmodell, nähere Beschreibung siehe Text.
 Quelle: Statistik Austria, AGWR und eigene Berechnungen

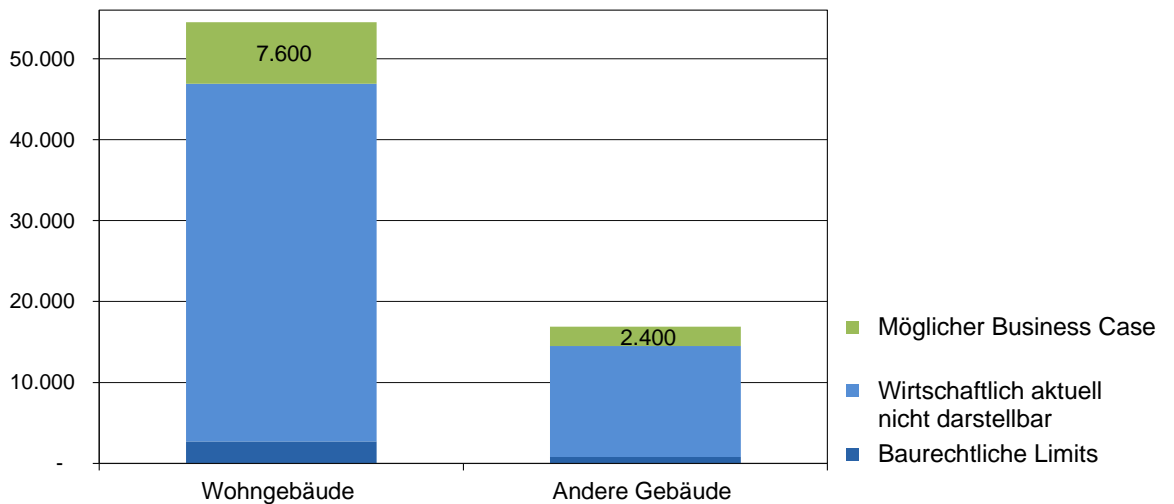
Grafik 6: Anvisierter Gebäudebestand nach Gebäudeart, Geschoßanzahl



Anm.: Ergebnis Schätzmodell, nähere Beschreibung siehe Text.
 Quelle: Statistik Austria, AGWR und eigene Berechnungen

Grafik 7 bringt zum Ausdruck, dass von den 71.500 anvisierten Gebäuden nur rund 10.000 unter den aktuellen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen als serielles, modulbasiertes Sanierungsprojekt darstellbar sein dürften. Bei rund 3.500 Gebäuden dürften nämlich (bau-)rechtliche Hürden für eine erfolgreiche RENVELOPE-Sanierung bestehen. Weitere rund 58.000 Gebäude dürften unter den aktuellen Kostenstrukturen keinen wirtschaftlichen Erfolg ermöglichen, bzw. zu übermäßigen Durchrechnungszeiträumen der Sanierungskosten führen (s. im Detail Text oben). In Summe ist jedenfalls davon auszugehen, dass 10.000 Gebäuden aktuell alle Voraussetzungen erfüllen, um wirtschaftlich und ökologisch von einer RENVELOPE-Sanierung zu profitieren. Bei diesen Gebäuden könnte eine solche Sanierung sofort angegangen werden.

Grafik 7: Anvisierter Gebäudebestand, aktuelle rechtliche und wirtschaftliche Eignung



Anm.: Ergebnis Schätzmodell, nähere Beschreibung siehe Text.
 Quelle: Statistik Austria, AGWR und eigene Berechnungen

3 ZUSÄTZLICHES UND ZUKÜNFTIGES POTENZIAL

In den bisherigen Berechnungen wurden bestimmte Gebäudebestände vorerst ausgeschlossen, da eine Eignung zum heutigen Zeitpunkt nicht wahrscheinlich erscheint. Wenn sich die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ändern, sind folgende Gebäudebestände erneut auf eine Eignung für die RENVELOPE-Technologie zu prüfen. Die Lernkurve der kommenden Jahre wird sich dabei zweifellos positiv auswirken. Durch fortschreitende Prozessoptimierung und Wettbewerb ist von einer Kostendegression auszugehen.

a) Eigenheime:

Einfamilienhäuser und Reihenhäuser mit einer hohen Serialität können in Zukunft Kandidaten für das RENVELOPE-System sein. Technisch steht dem nichts im Wege. Das kann etwa Reihenhaussiedlungen der Gemeinnützigen aus den 1960er und 1970er betreffen. Allerdings bleibt die Kostenproblematik bestehen. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass bei Einfamilienhäusern die Kosten von umfassenden Sanierungen nahe an Neubaukosten liegen und serielle Sanierungen aufgrund der nicht gegebenen mengenmäßigen Kostendegression (noch) keine wettbewerbsfähigen und skalierbaren Lösungen bieten (Interview Uwe Bigalke, Umweltbundesamt Deutschland, 1.8.2024). Die zahlreichen Hürden für umfassende Sanierungen im Eigenheimbereich werden im Detail in IIBW, 2023, behandelt.

b) Baujahr vor 1945:

Gebäude, die vor 1945 gebaut wurden und eine günstige Kubatur und eine einfache Fassadenstruktur aufweisen und eine Montage ermöglichen, können in Zukunft Kandidaten für RENVELOPE-Sanierungen sein. Auch Gebäude, deren Denkmal- oder Ensembleschutz nur die Fassade, oder nur eine Gebäudeseite betreffen, können sich in einer zweiten Betrachtung sehr wohl für die RENVELOPE-Technologie eignen, z.B. beschränkt auf Feuermauern. Auch Zwischenkriegsbauten der Gemeinde Wien sind ein zusätzliches Potenzial.

c) Schulen:

Bei den bisherigen Berechnungen wurden vorsichtige Annahmen hinsichtlich der Eignung von Gebäuden des Bildungs- und Gesundheitswesens getroffen. Gerade Bundes- und Landesschulen können aufgrund der technischen Voraussetzungen gute Kandidaten sein. Möglicherweise sind die Potenziale höher als hier im ersten Schritt angenommen. Wichtig Erkenntnisse zu diesem Potenzial werden die Ergebnisse des Demonstrators in Knittelfeld liefern.

d) Höhere Gebäude:

Aufgrund der Datenverfügbarkeit wurden beim anvisierten Gebäudebestand nur Gebäude mit 2-8 Geschossen inkludiert. Es kann einige Gebäude geben, die höher sind, aber gleichzeitig keine zu strengen Auflagen hinsichtlich Brandschutz bedingen (Fluchtniveau unter 32m). Technologische Fortschritte in der modulbasierten Sanierung können gleichfalls die Maximalhöhe geeigneter Gebäude steigern (s. nächster Punkt).

e) Weiterentwicklung der RENVELOPE-Technologie

Die bisherigen Überlegungen basieren auf Modulen auf Holzbasis. Durch die Weiterentwicklung der Technologie in Richtung Stahlkonstruktionen ergeben sich weitere Anwendungsmöglichkeiten. Die aktuellen von RENVELOPE favorisierten Module sind ohne Brandschutzmaßnahmen bis GK3 und mit Brandschutzbekleidung bis GK 5 (Fluchtniveau 22 Meter) einsetzbar (vorbehaltlich anderen Erkenntnissen)

von projektbezogenen Brandschutzkonzepten). Prinzipiell besteht auch bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von 22m bis 32m die Möglichkeit, mittels vorgefertigter Module thermisch zu sanieren. Allerdings ist hier dem Thema Brandschutz ein noch höheres Maß an Aufmerksamkeit zu widmen. So muss die tragende Struktur anstelle aus Holz in Stahl ausgeführt werden, auch alle anderen Bauteile müssen den Vorgaben der OIB-Richtlinie 2.3 entsprechen. Durch die technische Weiterentwicklung können diese höheren Gebäude in Zukunft in den Anwendungsbereich von RENVELOPE fallen.

4 AUSBLICK

In der kommenden Projektphase werden die geschätzten Fallzahlen an Gebäuden und Wohneinheiten genauer betrachtet, um das Einsparungspotenzial an Endenergiebedarf und CO₂-Emissionen durch den Einsatz des RENVELOPE-Systems bei der seriellen Sanierung dieser Gebäude abschätzen zu können. Am höchsten sind die Einsparungen natürlich, wenn die optimale thermische Sanierung mit der Umstellung auf erneuerbare Energieträger einhergeht. Die drei Pilotprojekte von RENVELOPE (s. www.renvelope.at) lassen vermuten, dass bis zu 80% Einsparungspotenzial besteht, eine Dimension, die erheblich zur Erreichung der Klimaziele im Gebäudebestand beitragen kann.

Ebenso wird sich die Arbeit der kommenden Projektphase auf die genauere Analyse der wirtschaftlichen und rechtlichen Hürden bei seriellen Sanierungen in Österreich konzentrieren, um Handlungsbedarf und Politikempfehlungen ableiten zu können. Außer Frage steht, dass die serielle Sanierung von Gebäuden auch in Österreich ein großes Potenzial birgt, um, so wie bereits in Deutschland und Frankreich, einen großen Sprung in Richtung Klimaneutralität zu schaffen.

5 ANHANG

5.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Eignung von Gebäuden nach Eigenschaften	6
Tabelle 2:	Ergebnis Anzahl anvisierter Gebäude und Wohneinheiten	7
Tabelle 3:	Überleitung Gebäudeeigenschaften zu flächendeckenden Datenbasis	10
Tabelle 4:	Ergebnis Anzahl anvisierter Gebäude und Wohneinheiten	14
Grafik 5:	Anvisierter Gebäudebestand nach Gebäudeart, Baujahrzehnt	14
Grafik 6:	Anvisierter Gebäudebestand nach Gebäudeart, Geschoßanzahl	15
Grafik 7:	Anvisierter Gebäudebestand, aktuelle rechtliche und wirtschaftliche Eignung	15

5.2 LITERATUR

Alle einschlägigen Rechtsmaterien in geltender Fassung.

Amann, W.; Fuhrmann, K.; Stingl, W. (2019): Steuerliche Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wohnungssektors (Wien: IIBW, im Auftrag der Verbände Gebäudehülle+Dämmstoff Industrie 2050, ARGE Qualitätsgruppe)

Amann, W.; Bauer, E.; Komendantova, N.; Oberhuber, A. & Springler, E. (2022): Studie zur langfristigen Finanzierung der Wärmewände (Wien: BMK, im Auftrag des BMK).

BMK (Hg.) (2024): Treibhausgasreduktions-Maßnahmen im Gebäudesektor Österreichs 2009 bis 2022 (Wien: BMK).

IBR&I, eNu, IIBW & Die Umweltberatung (2023): DeClear – Decarbonisierung lindert Energie-armut (Wien: KLIEN, im Auftrag des Lima- und Energiefonds).

IIBW (2020): Impact Assessment von Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wohnungssektors (Wien: IIBW, im Auftrag des Nachhaltigkeitsministeriums).

IIBW (2023): Hebel zur Forcierung der Eigenheimsanierung (Wien: IIBW, in Kooperation mit der ARGE Baugeswerbe NÖ, gefördert durch die NÖ Wohnbauforschung, F-2291).

Jany, A.; Bukowski, M.; Heindl, G. & Kreissl, K. (2023): Wohnen. In: Görg, C. u.a. (Hg.): APCC Special Report: Strukturen für ein klimafreundliches Leben (Berlin & Heidelberg, Springer Spektrum), 227-44.

UBA & IIBW (2023): Monitoring-System zu Sanierungsmaßnahmen in Österreich 2023 (Wien: IIBW, im Auftrag der Verbände: GDI 2050 – Gebäudehülle+Dämmstoff Industrie 2050, WKO – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie, ZIB – Zentralverband industrieller Bauproduktehersteller).