

# CO<sub>2</sub> EINSPARUNGS- POTENZIALE IM GEBÄUDEBEREICH

GUNDULA WEBER  
Senior Expert Advisor  
Sustainable Thermal Energy Systems  
Center for Energy  
Tel +43 50550-6374  
Giefinggasse 4, 1210 Wien  
gundula.weber@ait.ac.at

GERHARD ZUCKER  
Thematic Coordinator  
Sustainable Thermal Energy Systems  
Center for Energy  
Tel +43 50550-6591  
Giefinggasse 4, 1210 Wien  
gerhard.zucker@ait.ac.at



# EINLEITUNG

Der österreichische Gebäudesektor zählt zu den größten Wachstumsmärkten in Österreich und bietet als einer der energieintensivsten Sektoren noch erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale. Kein anderes Land baut derzeit mehr Wohnungen pro Kopf als Österreich, wobei über 60.000 Wohnungen (inklusive An-, Auf- und Umbauten) jährlich bewilligt werden. Bis 2030 bedeutet dies einen Zuwachs von bis zu einer Million neuer Wohnungen.

In dieser Studie werden mehrere Szenarien zur Erhebung von CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzialen im Gebäudebereich untersucht, um einerseits ganzheitliche energetische Sanierungen zu unterstützen und andererseits die politische Debatte über Strategien zur Sanierung des österreichischen Gebäudebestands zu fördern. Der Schwerpunkt liegt auf der wirtschaftlichen Durchführbarkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen, die eine Vernetzung der Technologien forcieren und dadurch Einsparungspotenziale nicht nur in der Planung, sondern auch im Gebäudebetrieb sichtbar und steuerbar machen. Am größten sind die Einsparungsmöglichkeiten im Bereich Heizung: Kommt hier eine effiziente Regelung in Zusammenwirken mit einer ganzheitlichen Gebäudeautomation zum Einsatz. So ergibt das bei einer Sanierungsrate von fünf Prozent ein Einsparungspotenzial, das dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von mehr als 16.000 dieselbetriebenen Autos entspricht (bezogen auf eine durchschnittliche Jahreskilometerleistung mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 7l/100 km). Deutliche Effizienzsteigerungen ergeben sich bei einer gesamtheitlichen energetischen Sanierung auch bei der Trinkwassererwärmung und Beleuchtung.

## Erhöhte Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor

Im Jahr 2020 wurden acht Millionen Tonnen Emissionen CO<sub>2</sub>-Äquivalent im österreichischen Gebäudesektor verursacht. Wichtigste Verursacher von Treibhausgasemissionen sind zu mehr als vier Fünftel private Haushalte, während öffentliche und private Dienstleistungen nur rund 12% verursachen. Den größten Anteil am Endenergieverbrauch nehmen hierbei die Sektoren Raumwärme und Warmwasser (inkl. Klimatisierung) mit rund 27 % ein. Der energetische Endverbrauch stieg trotz gesetzter Energieeffizienzmaßnahmen zum Vergleichsjahr 1990 an.

## Gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Europäische Union verfolgt das Ziel bis 2050 klimaneutral zu werden und setzte bereits 2015 mit dem Regelwerk „Clean energy for all Europeans package“ einen wesentlichen Schritt. In diesem Gesetzespaket befindet sich unter anderem die EU-Gebäuderichtlinie, die revidierten Erneuerbare-Energierichtlinie und Energieeffizienzrichtlinie sowie die Verordnung (EU) 2018/1999 über die Governance der Energieunion und ein modernisiertes Strommarktdesign (Verordnung und Richtlinie). In diesen Gesetzesvorlagen werden für die EU in der Periode 2021 bis 2030 Ziele von mindestens 32% Energie aus erneuerbaren Quellen und eine Verbesserung der Energieeffizienz um mindestens 32,5% definiert. Die Umsetzung der Verordnung (EU) 2018/1999 erfolgte verpflichtend durch die EU-Mitgliedsstaaten anhand nationaler Energie- und Klimapläne (NEKP) für den Zeitraum 2021 bis 2030.

Um den legislativen Vorgaben zu entsprechen und den Gebäudesektor klimaneutral zu gestalten, müssen in Österreich die Treibhausgasemissionen von über 13 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Jahr 1990 auf knapp über null im Jahr 2050 gesenkt werden. Laut letzten Erhebungen (Stand 2014) liegen die verursachten Emissionen im Gebäudesektor bei 7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (unter Berücksichtigung des Gebäudeanteils im Bereich Energieaufbringung (Fernwärme, Strom) bei knapp 10 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Seit 1990 wurden somit mit gezielten legislativen sowie ökonomischen Maßnahmen die jährlichen Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Österreich um mehr als ein Drittel verringert.

Angesichts der nationalen sowie internationalen Vorgaben und Zielsetzungen ergibt sich aber die Notwendigkeit, mittelfristig die Energieeffizienz im Gebäudesektor vor allem in der Sanierung erheblich zu steigern sowie energetische Optimierungspotenziale sichtbar zu machen. Künftige Einsparungen liegen vor allem in der Modernisierung von Bestandsgebäuden, die rund drei Viertel vor 1990 errichtet wurden und etwa 60 Prozent aus energetischer Sicht als sanierungsbedürftig gelten. [3] Die aktuell jährliche Sanierungsrate von etwa 0,8 Prozent ist deutlich zu gering, um die österreichischen Klimaziele zu erreichen und entspricht

dem Niveau von vor 10 Jahren. Laut österreichischen #Mission 2030 soll diese zumindest auf das 2,5-fache bis 2030 angehoben werden.

### Analyse des österreichischen Gebäudebestands

Der Ausgangspunkt für die Analyse bildet die Kategorisierung des österreichischen Gebäudebestands nach Bauperioden der Statistik Austria sowie der österreichische Endenergiebedarf unter der Berücksichtigung der Nutzungsarten Einfamilienhaus und mehrgeschossiger Wohnbau. Das energetische Einsparungspotenzial wurde dabei jeweils unter Anwendung von drei Sanierungsraten, darunter einer 0,8-prozentigen, 3-prozentigen sowie 5-prozentigen Sanierungsrate des österreichische Gebäudebestands für die Bereiche Raumheizung, Trinkwassererwärmung sowie Beleuchtung evaluiert. Als Basisszenario wurde eine Sanierung ohne Gebäudeautomation angenommen. Zur Berechnung der jeweiligen Effizienzsteigerung wurde das vereinfachte GA-Faktor-Verfahren der ÖNORM EN ISO 52120 angewendet. Diese Norm kategorisiert Gebäude in Gebäudeautomations-Effizienzklassen von D bis A, d.h. von nicht automatisiert bis zu hohem Gebäudeautomatisierungsgrad.

Im Bereich Einfamilienhaus gibt die Norm bei einer Sanierung eines Klasse D-Gebäudes zu Klasse A im Sektor Raumwärme eine **Effizienzsteigerung von 28% an, im Sektor Trinkwassererwärmung sowie Beleuchtung von jeweils 31%**. Im Zuge der Analyse wurde eine realistische Verteilung hinsichtlich des Automatisierungsgrads angenommen.

Aus den Sanierungsszenarien ergaben sich folgende erhöhte prozentuale CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale im Vergleich zu Sanierungsraten ohne Gebäudeautomatisierung. Als Vergleich wurde die Anzahl an eingesparten dieselbetriebenen Autos ermittelt. Berechnungsgrundlage für dieses Szenario war eine Jahreskilometerleistung von 15.000 mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 7l / 100 km.

Tabelle 1 Ergebnisse anteiliger CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation (GA) im Vergleich zu Gebäudesanierungen ohne Gebäudeautomation mit Sanierungsraten 0,8%, 3% sowie 5%, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Bauperiode		I			II			III		
I 1945-1989 II 1990-99 III 2000-20										
Anwendung		Heizung			Beleuchtung			Trinkwassererwärmung		
<b>Gebäudesektor Einfamilienhaus</b>										
Anteil Gebäudeautomation	[%]	30			10			30		
Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation im Vergleich zu Standardsanierungen	[%]	7,5 - 7,7	6,1 - 6,3	0,05 - 6	4,5	2,7	2,7	2,6 - 10,7	19,9	20,2
Äquivalent eingesparte Dieselfahrzeuge	Anzahl	1070 - 16700			2 - 15			279 - 1727		
<b>Gebäudesektor mehrgeschossiger Wohnbau</b>										
Anteil Gebäudeautomation	[%]	70			50			50		
Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation im Vergleich zu Standardsanierungen	[%]	15,8 - 16,2	3,1	0,7 - 1,5	0,3 - 32	19	26,4 - 26,8	6,2 - 31	18,3	18,6
Äquivalent eingesparte Dieselfahrzeuge	Anzahl	779 - 10003			15 - 92			600 - 3702		

Aufgrund der Nutzungsdauer von Gebäuden kann innerhalb dieser Zeitspanne nur ein Teil des heutigen Bestands renoviert werden. Die Ergebnisse dieser Potenzialanalyse werden daher als Höchstgrenzen verstanden, welche in Bezug auf Energieeinsparungen und die Verringerung von THG-Emissionen des Gebäudebestands erreicht werden können.

## Umfassende energetische Gebäudesanierungen

Die Ergebnisse zeigen, dass umfassende energetische Gebäudesanierungen, unter heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu deutlichen Effizienzsteigerungen beitragen und dadurch in den betrachteten Anwendungen durchschnittlich zu **über 20% an zusätzlichen CO<sub>2</sub> Einsparungen im Vergleich zu Sanierungen ohne Gebäudeautomation** führen. Unter Berücksichtigung energetischer Sanierungsmaßnahmen werden nicht nur der thermische Endenergiebedarf eines Gebäudes verringert, sondern es kann auch der notwendige elektrische Bedarf verringert werden. Darüber hinaus können weitere netzdienliche Services zur Verbrauchsflexibilisierung forciert werden. Diese umfasst zusätzlich aktive Maßnahmen im Betrieb des Gebäudes durch intelligente Regeltechnik, verbessertes Haus- und Gebäudemanagement, intelligente Beleuchtung, sowie Maßnahmen zur besseren Integration von Nutzerinformationen und Komfortanforderungen. Ein wesentlicher Vorteil besteht jedoch für politische Entscheidungsträger:innen sowie Investoren darin, Gebäude auch während des Betriebs zu steuern, zu optimieren und dadurch energieeffizient zu betreiben. Ohne die richtigen politischen Signale besteht jedoch die Gefahr, dass suboptimale, oberflächliche Sanierungen weiterhin den Markt dominieren und dadurch CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale nicht vollständig ausgeschöpft werden können.

Bisher lag der nationale Fokus auf thermischen Sanierungen. Dies wird aber nicht ausreichen, um alle CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale im Gebäudesektor zu nutzen. **Stattdessen ist die thermische Sanierung durch eine gesamtheitliche energetische Sanierung zu ergänzen.** Eine erweiterte energetische Sanierung stellt sich den Herausforderungen eines gesamtheitlichen Energiesystems, indem die Verknüpfung von verschiedenen Energieträgern sowie die optimale Nutzung von Energiequellen durch Vernetzung von Systemen und eine Digitalisierung der Energieströme ermöglicht wird.

## Empfehlungen zur Erreichung politischer Zielsetzungen im Gebäudesektor

Die Analyse zeigt, dass zusätzliche politische Maßnahmen nötig sind, um das volle energetische Einsparpotenzial im österreichischen Gebäudebestand inklusive der damit verbundenen ökologischer Einsparungspotenziale zu heben. Sind die richtigen Marktbedingungen gegeben, kann das kostenwirksame Sanierungspotenzial mehr als verdoppelt werden. Um dies zu erreichen, wurden in der Studie Empfehlungen erarbeitet. Als wesentliche Handlungsempfehlungen gelten strategische, ökonomische, technische als auch organisatorische Maßnahmen.

# INHALT

CO <sub>2</sub> Einsparungspotenziale im Gebäudebereich.....	1
1. Ausgangssituation .....	8
1.1 Europäische Rahmenbedingungen.....	8
1.2 Relevante rechtliche Rahmenbedingungen für den Gebäudesektor.....	8
1.2.1 Erneuerbaren-Energien-Richtlinie 2021 sowie Umsetzung in Österreich .....	8
1.2.2 Energieeffizienzrichtlinie sowie Umsetzung in Österreich .....	9
1.2.3 Gebäuderichtlinie 2021 sowie Umsetzung in Österreich .....	10
1.2.4 Nationaler Energie- und Klimaplan für die Periode 2021 bis 2030 .....	13
1.2.5 Das österreichische Ziel – Klimaneutralität 2050: Langfriststrategie 2050 .....	14
2. Der Gebäudesektor in Österreich .....	17
2.1 Österreichischer Gebäudesektor .....	17
2.1.1 Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> Emissionen im Gebäudesektor .....	17
2.1.2 Anzahl an Gebäuden sowie Entwicklung der Wohnnutzfläche .....	19
2.2 Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden.....	20
2.2.1 Normative Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden .....	20
2.2.2 Energetische Kennwerte im Gebäudebestand .....	24
2.2.3 Investitionen in Gebäudeeffizienz .....	25
2.2.4 Erschließen notwendiger Einsparungspotenziale im Gebäudesektor sowie Anwendung innovativer Technologien.....	26
3. Potenziale für CO <sub>2</sub> Einsparungen in der Sanierung des österreichischen Gebäudesektors .....	35
3.1 Methodische Vorgehensweise und Szenariendefinition zur Erhebung von energetischen CO <sub>2</sub> -Einsparungspotenzialen im Gebäudesektor .....	38
3.1.1 Methodische Vorgehensweise .....	38
3.1.2 Erhebungen zum Gebäudebestand.....	39
3.1.3 Energetische Annahmen zum Gebäudesektor .....	39
3.1.4 Energetische Annahmen zur Substitution dieselbetriebener Fahrzeuge .....	40
3.2 Szenariendefinition zur Erhebung der energetischen CO <sub>2</sub> Einsparungspotenziale.....	40
3.2.1 Definition der Sanierungsraten .....	40
3.2.2 Energetische Annahmen nach der Sanierung im Gebäudesektor .....	41
3.2.3 Annahmen zur Verteilung des Gebäudebestands und Verbreitung der von Gebäudeautomation (GA) nach der Sanierung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1 .....	42
3.2.4 Annahmen hinsichtlich CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	44
3.3 Ergebnisse der Szenarien zur Erhebung der energetischen Einsparungspotenziale im Einfamilienhaussektor sowie mehrgeschossigen Wohnbau .....	45
3.3.1 Ergebnisse der CO <sub>2</sub> -Einsparungen in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Heizung.....	45
3.3.2 Ergebnisse der CO <sub>2</sub> -Einsparungen in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Beleuchtung .....	46



3.3.3 Ergebnisse der CO <sub>2</sub> -Einsparungen in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Trinkwassererwärmung .....	48
3.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der CO <sub>2</sub> -Einsparungspotenziale in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Heizung, Beleuchtung und Trinkwassererwärmung .....	49





# 1. AUSGANGSSITUATION

Dieser Abschnitt steckt den Rahmen in Bezug auf europäische Gesetzgebung, spezifische Strategien und Maßnahmen hinsichtlich in Österreich geltender Klimaziele sowie deren Rolle und Beitrag innerhalb des Gebäudesektors ab.

## 1.1 Europäische Rahmenbedingungen

Der Klimawandel und dessen Folgen, Umweltzerstörung sowie daraus resultierende Ressourcenknappheit beeinträchtigen nicht nur die EU, sondern auch Österreich als Wirtschaftsstandort. Um diese globalen Herausforderungen zu bewältigen und um die Verpflichtungen der EU im Rahmen des Pariser Abkommens aus dem Jahr 2015 zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen einzuhalten, wurde Ende 2019 der europäische Green Deal [4] vorgestellt sowie in weiterer Folge beschlossen, der einen gerechten und sozialen Übergang zu einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft schaffen und ermöglichen soll.

Oberstes Ziel der EU ist es, bis 2050 klimaneutral zu sein und das Wachstum von einer Ressourcennutzung abzukoppeln, d.h. eine kreislauffähige Wirtschaft zu forcieren. Als kurzfristiges Ziel wurde bis 2030 vorgeschlagen, die EU-weiten Nettoemissionen, um mindestens 55 % gegenüber dem Stand von 1990 zu verringern.[4]

Zum Erreichen dieses Ziels und um ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum und die damit verbundene Wertschöpfung sowie Arbeitsplätze in zukunftsfähigen Branchen zu schaffen, fließen aus dem Aufbaupaket NextGenerationEU in den nächsten Jahren insgesamt 1,8 Billionen EUR in den Green Deal.[5] Zudem sollen mit den beschlossenen Maßnahmen private Investitionen als Unterstützung zum Übergang in eine klimaneutrale Wirtschaft mobilisiert werden, die im Rahmen der EU Sustainable Finance Strategie sowie der einhergehenden EU-Taxonomie geregelt sind. Die EU-Taxonomie stellt dabei ein Klassifizierungssystem dar, das die sechs Umweltziele der EU in einem Kriterienkatalog abbildet und so klimawirksame Wirtschaftstätigkeiten oder Investitionen klar festlegt. Außerdem ist eine Berichtspflicht inkludiert, die damit Unternehmen und deren nachhaltige Aktivitäten mit anderen vergleichbar macht.[6]

## 1.2 Relevante rechtliche Rahmenbedingungen für den Gebäudesektor

Basierend auf dem Pariser Klimaabkommen der Vereinten Nationen im Jahr 2015 wurde in der EU 2015 das neue Regelwerk „Clean energy for all Europeans package“ vorgelegt (Beschluss 2017), das aus 8 Gesetzen besteht. Darunter befindet sich die EU-Gebäuderichtlinie, die revidierten Erneuerbare-Energierichtlinie und Energieeffizienzrichtlinie sowie die Verordnung (EU) 2018/1999 über die Governance der Energieunion und ein modernisiertes Strommarktdesign (Verordnung und Richtlinie). In diesen Gesetzesvorlagen werden für die EU in der Periode 2021 bis 2030 Ziele von mindestens 32% Energie aus erneuerbaren Quellen und eine Verbesserung der Energieeffizienz um mindestens 32,5% definiert. Die Umsetzung der Verordnung (EU) 2018/1999 erfolgt verpflichtend durch die EU-Mitgliedsstaaten anhand nationaler Energie- und Klimapläne (NEKP) für den Zeitraum 2021 bis 2030.

### 1.2.1 Erneuerbaren-Energien-Richtlinie 2021 sowie Umsetzung in Österreich

Der legislative Vorschlag für die Nutzung von Energien aus erneuerbaren Quellen (Renewable Energy Directive – RED III) der EU bedient sich sektorenübergreifender Ziele und Maßnahmen, um das Potenzial für kosteneffiziente, erneuerbare Energien in allen Sektoren des Energiesystems optimal zu nutzen. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch der EU soll daher bis 2030 auf 27% steigen. Im Unterschied zur derzeit geltenden Fassung der Erneuerbaren-Richtlinie (RED II) ist die neue EU-weite





Zielvorgabe unverbindlich. Sektorenspezifische Ziele sollen dafür sorgen, dass das Gesamtziel bis 2030 auch tatsächlich erreicht wird. Der Richtlinienvorschlag sieht ein Ziel von 49% für den erneuerbaren Anteil im Gebäudesektor vor. Zur Erreichung dieser Zielsetzung sind die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, eigene Ziele zu definieren, es sollen etwa Bauordnungen angepasst sowie Förderungen mit Fokus auf erneuerbaren Strom sowie auf hocheffiziente Fernwärme und Fernkälte eingesetzt werden. Die Umsetzung dieser Vorgabe findet sich unter anderem in den NEKP in Österreich wieder.

## 1.2.2 Energieeffizienzrichtlinie sowie Umsetzung in Österreich

Innerhalb der EU wurde das Ziel gesetzt, bis 2020 20 Prozent des Primärenergieverbrauchs einzusparen, wobei diese Vorgabe einen der fünf vorrangigen Schwerpunkte der Strategie Europa 2020 für ein intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum darstellt. In diesem Zusammenhang hat die Europäische Kommission (EK) im Juni 2011 einen Vorschlag für eine Richtlinie zur Energieeffizienz und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG vorgelegt, die mit Ende 2012 als Energieeffizienz-Richtlinie in Kraft getreten ist. In der Novellierung inkludiert war eine Berichtspflicht der Mitgliedsstaaten, die in Österreich durch eine Festlegung eines indikativen innerösterreichischen Einsparungsziels, einem Bericht zum Energieeffizienzverpflichtungssystem und zu strategischen Maßnahmen sowie der Festlegung einer 3-prozentigen Sanierungsquote umgesetzt wurde.

Aktuelle Vorgaben im Bereich der Energieeffizienz (RL 2018/2002, EED 2018) beinhalten die Zielsetzung, in der EU bis 2030 die Energieeffizienz um 32,5 Prozent im Vergleich zu 2007 zu steigern. Mitgliedstaaten sollen ihre indikativen Beiträge ab 2021 am Primärenergieverbrauch (maximal 1.273 Mtoe in der EU) oder dem Endenergieverbrauch (maximal 956 Mtoe in der EU) orientieren.

In Österreich wurde das Bundes-Energieeffizienzgesetz (EEffG) [7] aus dem Jahr 2014 erlassen, das Maßnahmen hinsichtlich Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 definiert, darunter:

- Steigerung der Energieeffizienz in Österreich um 20 Prozent und gleichzeitige Verbesserung der Versorgungssicherheit,
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Energiemix und
- Reduktion von Treibhausgasemissionen, sowie
- Setzen positiver Impulse für die Wirtschaft und
- Schaffen von rund 6.400 Arbeitsplätzen mit einem um 550 Millionen Euro höheren Bruttoinlandsprodukt in der Zukunftsbranche „Energieeffizienz“

Folgende konkrete Zielsetzungen wurden daher in Österreich im Zuge des EEffG beschlossen:

- Steigerung der Energieeffizienz auf ein Regeljahr bezogen auf den Endenergieverbrauch in Österreich im Jahr 2020, der 1050 Petajoule (Energieeffizienzrichtwert) nicht überschreitet,
- Leisten eines Beitrags für unionsrechtlich verbindliche, über das Jahr 2020 hinausgehende Energieeffizienzziele,
- Erreichen eines kumulativen Endenergieeffizienzziels von 310 Petajoule durch gemäß der Richtlinie 2012/27/EU zusätzliche anrechenbare Energieeffizienzmaßnahmen in den Jahren 2014 bis einschließlich 2020, davon 159 Petajoule durch Beiträge der Energielieferanten sowie 151 Petajoule durch strategische Maßnahmen, und
- bis zum 31. Dezember 2016 Nachweisen anrechenbarer Maßnahmen von insgesamt mindestens 80,4 Petajoule gemäß der Richtlinie 2006/32/EG.[8]

Da der vorgesehene Zeitraum zur Erfüllung der Zielsetzungen bereits abgelaufen ist, befindet sich das aktuelle Energieeffizienzgesetz (Energieeffizienzgesetz-NEU) derzeit in Ausarbeitung.

### EXKURS Gebäudeenergiegesetz (GEG) in Deutschland

Mit dem neuen Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) geht Deutschland einen neuen Weg. Im Zuge dessen werden das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das





Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) zusammengeführt. Ziel des Gesetzes ist die Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude, um einen einfacheren, ordnungsrechtlichen Rahmen für Niedrigstenergiegebäude-Standards zu bilden. In der Ende 2021 beschlossenen Fassung sollen künftig nicht mehr nur der Energiebedarf und damit die Anforderungen an die Gebäudedämmung maßgeblich sein. Vielmehr sollen Gebäude bis hin zu ganzen Quartieren künftig in ihrer gesamten Klimabilanz betrachtet werden. Wesentliche Änderungen und Eckpunkte stellen nachfolgende Punkte dar:

- Das Gebäudeenergiegesetz vereinheitlicht das Energiesparrecht für Gebäude. Es führt das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) in einem Gesetz zusammen.
- Das GEG verpflichtet den Bauherrn dazu, sich für die Nutzung mindestens einer Form Erneuerbarer Energie zu entscheiden. Darunter zählen gebäudenaher Quellen wie Solaranlagen, aber auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wie die Brennstoffzellenheizung, in der Biomethan zu Strom und Wärme umgewandelt wird oder erneuerbare Fern- sowie Abwärme. Für die Errichtung neuer Gebäude gilt künftig ein einheitliches Anforderungssystem, in dem Energieeffizienz und erneuerbare Energien integriert sind. Energetisch soll weiterhin mittels hochwertiger baulicher Maßnahmen der Primärenergiebedarf von Gebäuden geringgehalten werden. Das GEG verbietet zudem einen Einbau neuer Ölheizungen, es bestehen jedoch Ausnahmen für hybride Ausführungen.
- Eine Deckung des Wärme-, und Kältebedarfs zu mindestens 15 Prozent aus erneuerbaren Energien gilt zukünftig als Erfüllungsoption im Neubau. Bei Wohngebäuden mit PV-Anlagen lässt sich der Nachweis auch über die Anlagengröße führen.
- Verpflichtend sind künftig bei Renovierungen Energieberatungen, die frei gewählt und unentgeltlich durch qualifizierte Energieberater zu erfolgen haben.
- Energieausweisen wird ein höherer Stellenwert gegeben. Künftig müssen Berechnungen eingesehen, Angaben durch den Eigentümer geprüft und diese müssen von Verkäufern und Vermietern aber auch von Maklern verpflichtend vorgelegt werden. Zudem müssen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes ausgewiesen werden und bei bestehenden Gebäuden muss eine Vor-Ort-Begehung durchgeführt oder eine Beurteilung der energetischen Eigenschaften mittels geeigneter Bildaufnahmen des Gebäudes zur Verfügung gestellt werden. Die Einteilung der Effizienzklassen in den Energieausweisen für Wohngebäude richtet sich künftig nicht mehr nach der Endenergie, sondern nach dem Primärenergiebedarf bzw. dem Primärenergieverbrauch, wodurch sich die Grenzwerte der einzelnen Effizienzklassen um 5 bzw. 10 kWh/m<sup>2</sup>a nach oben verschieben. Weiters ist ein Energieausweis in der Bauphase vorzulegen.
- Mit dem Gebäudeenergiegesetz werden Quartierslösungen für Gebäude in räumlichem Zusammenhang aufgenommen, wodurch es bis Ende 2025 möglich wird, mehrere Gebäude bzw. einzelne Quartiere in Abhängigkeit voneinander zu betrachten. Mit der Innovationsklausel wird die Erprobung innovativer PtX-Produkte oder von synthetischem Erdgas möglich.
- **Ab 2024 wird die DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ alleinige Bilanzierungsregel für den Nachweis der energetischen Qualität von Gebäuden und löst die DIN V 4108 Teil 6 (Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs) und die DIN V 4701 Teil 10 (energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen) ab.[9] Für die Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs soll ab Ende 2018 nur noch ein einheitliches Berechnungsverfahren gelten. Hierzu ist eine Neufassung der DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung geplant.**

### 1.2.3 Gebäuderichtlinie 2021 sowie Umsetzung in Österreich

Bereits im Mai 2010 wurde die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, kurz EU-Gebäuderichtlinie oder auch Directive on Energy Performance of Buildings (EPBD) vom Europäischen Parlament verabschiedet. Damit soll der Energiebedarf der Mitgliedsstaaten und der Umfang ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen gesenkt sowie die Abhängigkeit von Energieimporten reduziert werden. Bereits 2010 wurde von





den Mitgliedstaaten verpflichtend gefordert, einen Standard als "Niedrigstenergiegebäude" für alle Neubauten ab 2021 einzuführen, für Neubauten der öffentlichen Hand gilt dies bereits seit 2019. Zudem musste eine Berechnungsmethode zu einem "kostenoptimalen Niveau" für energetische Anforderungen bei Neubauten und Bestandsgebäuden implementiert werden.

#### EXKURS Richtlinie Gebäudeautomation VDI 3814

Gebäudeautomation ist das zentrale Werkzeug zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Betrieb der Gebäude. Die Richtlinie VDI 3814 Blatt 4.3 bietet konkrete Hilfs- und Arbeitsmittel für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen der Gebäudeautomation – von der Planung bis zur Übergabe und Dokumentation.

Der Einfluss der Gebäudeautomation ist mit den wachsenden technischen Möglichkeiten enorm gestiegen und wird zusammengefasst in: Anlagen, Software und Dienstleistungen, die zum Betrieb der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) eingesetzt werden. Die Aufgaben umfassen auch Steuerung und Regelung, das automatische Bedienen und Optimieren, sowie das Überwachen von Funktionen der TGA.

Die VDI 3814 Blatt 4.3 führt daher in die Verwendung von Arbeitsmitteln der Gebäudeautomation ein, und gibt Hinweise zum Aufbau eines GA-Automationsschemas (GA-AS). Die Richtlinie beinhaltet allgemeine Voraussetzungen, sowie Informationen zum Aufbau der GA-Funktionsliste (GA-FL) und zu den Abbildungsvorschriften für Funktionen innerhalb der GA-Funktionsliste. Sie enthält zudem die Grundlagen für Strukturierung und Inhalte einer GA-Funktionsbeschreibung (GA-FB). [10]

In Österreich wurde bereits 2002 mit der Einführung des Energieausweises ein unabhängiges Kontrollsystem mit entsprechenden Energiekennwerten geschaffen, der seit 2010 bei Verkauf oder Vermietung einer Immobilie/Wohnung vom Verkäufer oder Vermieter aktiv vorzulegen und auszuhändigen ist und den Primärenergiebedarf sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen ausweisen muss. Wesentliche Beiträge zur Energiebereitstellung sind durch erneuerbare Energieträger zu gewährleisten. In gewerblichen Immobilienanzeigen ist zudem ein Indikator für die Gesamtenergieeffizienz anzugeben. Eine unabhängige Kontrollinstanz besteht durch die Bundesländer im Bau- und Förderrecht wobei hinsichtlich der bautechnischen Vorschriften mit der OIB-Richtlinie als 15a Vereinbarung ein Harmonisierungsversuch unternommen wurde, der jedoch nicht in allen Bundesländern gleichermaßen umgesetzt wird.

Mit Ende Mai 2018 trat eine europäische Novellierung (Änderungsrichtlinie EU 2018/844) und damit Änderung der Gebäuderichtlinie mit einigen Ergänzungen in Kraft. Wesentliche Änderungen sind daher:

- Pflicht zur Dokumentation, die die veränderte Energieeffizienz bei maßgeblichen Änderungen an gebäudetechnischen Anlagen dokumentiert
- Erweiterte Inspektionspflicht für Klimaanlage mit einer Leistung von mehr als 70 kW sowie die Möglichkeit einer Alternative zur Inspektionspflicht für Klimaanlage durch Einbau von Systemen zur Gebäudeautomatisierung und -steuerung
- Bis 2025 Einführung einer Pflicht zur Ausstattung bestimmter Nichtwohngebäude mit Gebäudeautomatisierung und -steuerung, sofern technisch und wirtschaftlich realisierbar
- Festlegung einer langfristigen Renovierungsstrategie für den Gebäudebestand bis 2050 sowie
- Einführung bestimmter Vorgaben zur Elektromobilität für neue Gebäude und bei bestimmten größeren Renovierungen und
- Aufbau eines optionalen gemeinsamen Systems zur Beurteilung der „Intelligenzfähigkeit“ („smart-readiness“) von Gebäuden. [11]

Sämtliche Forderungen bis auf die Pflicht zur Ausstattung mit Gebäudeautomation, die erst zum 1. Januar 2025 in Kraft treten muss, waren bis März 2020 in nationalem Recht zu verankern. Wesentliche Vorgaben sind in Österreich daher durch den Nationalen Energie- und Klimaplan definiert.





## EXKURS Smart-Readiness Indikatoren von Gebäuden

Auf Basis des „Clean Energy for All Europeans“ Maßnahmenpakets von 2016 sollen im Gebäudebereich intelligente Technologien mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien sowie Energieeffizienz verschränkt werden. Dazu wird die Bewertung der „smart readiness“ durch einen Indikator beitragen, mit dem bewertet wird, wie gut ein Gebäude in Bezug auf technologische Ausrüstungsmerkmale wie intelligente Zähler oder Automationssysteme auf ein dekarbonisiertes, erneuerbares Energiesystem vorbereitet ist und dabei auch die Gesamtenergieeffizienz verbessert. Der „Smart Readiness Indicator“ (SRI) stützt sich dabei auf drei Hauptmerkmale eines Gebäudes:

- Die Fähigkeit, die Gesamtenergieeffizienz und den Betrieb des Gebäudes aufrechtzuerhalten, wenn gleichzeitig der Energieverbrauch an die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen angepasst wird.
- Die Fähigkeit, den Betriebsmodus auf den Bedarf der BewohnerInnen abzustimmen, wobei auf Benutzerfreundlichkeit, die Aufrechterhaltung eines gesunden Raumklimas und die Fähigkeit, den Energieverbrauch aufzuzeichnen, zu achten ist.
- Die Flexibilität des Gesamtenergiebedarfs eines Gebäudes, einschließlich seiner Fähigkeit, die Teilnahme an einer Laststeuerung in Bezug auf das Netz zu ermöglichen, zum Beispiel durch Flexibilitätspotenziale und Kapazitäten zur Lastverschiebung.[11]

Erarbeitet wurde der Vorschlag für die EU-Kommission durch ein Konsortium mit dem Flemish Institute for Technological Research NV (VITO), EnergyVille und Waide Strategic Efficiency (kurz VITO-Konsortium). Das Konsortium sieht eine Bewertung nach 3 Stufen vor, wobei die

- 1. Stufe „Simplified online quick scan“ dabei eine Art Online-Selbsteinschätzung bzw. „SRI light“ ist,
- die 2. Stufe „Expert SRI assessment“ von AuditorInnen durchgeführt wird und
- die 3. Stufe die Gebäudeperformance im Betrieb „In use smart building performance“ betrifft.

Kritisch anzumerken ist, dass in der Bewertungsmethodik seitens der EU derzeit nur Technologien und Services sowie deren Interoperabilität und Datensicherheit im Fokus stehen, was jedoch nichts über die Performance derselben im Gebäudebetrieb aussagt. Mittelfristig wäre daher zur genaueren Bewertung die Einführung eines SRI über die Bewertung von Realdaten analog der oben genannten 3. Stufe des SRI notwendig. Für Österreich wäre dafür eine Änderung des Energieausweises nötig sowie das Schaffen einer Möglichkeit zur Analyse von Realdaten inklusive geeigneter Indikatoren.[12]

Die Einführung desselben ist für die Mitgliedsstaaten vorerst optional, wobei für Österreich durch die SRI Austria bestehend aus nationalen Stakeholdern bereits ein ausgearbeiteter Vorschlag basierend auf Recherchen zum „Intelligenzfähigkeitsfaktor“ für Gebäude vorliegt. Im Rahmen des „Stadt der Zukunft“ Projekts „SRI Austria - Smart Readiness Indikator: Bewertungsschema und Chancen für intelligente Gebäude“[35] wurde ein Bewertungsvorschlag erarbeitet, der nachfolgend erläutert wird.

Der österreichische Vorschlag zur Bewertung orientiert sich an der europäischen Gebäuderichtlinie EPBD 2018 und orientiert sich an vier Wirkungsbereichen, die eine Bewertung und Gewichtung der drei Säulen („Flexibilität und Lastverschiebung“, „energieeffizienter Betrieb inkl. Erneuerbare“ sowie „Bedarf der NutzerInnen“) ermöglichen:

- Nachhaltigkeit des Gesamtsystems (bezüglich CO<sub>2</sub>-Emissionen und Primärenergiebedarf)
- Energieflexibilität / Netzdienlichkeit
- Gesundheit, Wohlbefinden und Komfort
- Information, Wartung, Fehlerwarnung, Anwenderfreundlichkeit, Eingriffsmöglichkeiten

Zur Bewertung von Flexibilität und Lastverschiebungspotenzial wurden Indikatoren in Bezug auf thermische und elektrische Lasten, thermische und elektrische Speicher sowie Aktivierung von Speichermassen für unterschiedliche Energieanwendungen wie Heizung, Kühlung, Warmwasser oder Beleuchtung im Gebäude entwickelt (1. Säule). Als Alternative zur Bewertung der Netzdienlichkeit und des





Speichervermögens eines Gebäudes könnten in der 1. Säule auch die von der BOKU entwickelte SRI-Berechnungs-Methode [13] oder das im Rahmen von klima:aktiv entwickelte „Speicherkriterium“ als Indikatoren herangezogen werden.

Für die Bewertung von intelligenten Ausrüstungsmerkmalen (2. Säule) wird direkt die Methodik des VITO-Konsortiums zur Berechnung des SRI Austria übernommen. In Österreich relevante Dienstleistungen und Technologien, wie z. B. Bauteilaktivierung oder Ladestationen für Elektromobilität werden für die wesentlichen Energieanwendungen im Gebäude in drei Gewichtungsstufen beurteilt. Dienstleistungen und Technologien (Services) mit hoher Lebensdauer, die nicht leicht nachgerüstet, entfernt oder verändert werden können, zum Beispiel thermische Speicher oder Bauteilaktivierung, werden hierbei am höchsten bewertet. Die Technologien und Dienstleistungen der 2. Säule weisen zudem Funktionalitätsstufen von 0 bis max. 4 auf, wobei am Beispiel Bauteilaktivierung die Funktionalitätsstufe 0 bedeutet, dass diese Technologie keine Smartness (keine Regelbarkeit) aufweist. Funktionalitätsstufe 4 bedeutet im Zusammenhang mit Bauteilaktivierung eine lernende zentrale Regelung mit integrierter Einzelraumtemperaturrückmeldung. Die Technologien und Dienstleistungen wurden mit ihren Funktionalitäten in Anlehnung an den VITO-Servicekatalog zusammengefasst (Beispiele auf EU-Ebene finden sich dazu auf <https://smartreadinessindicator.eu/1st-technical-study-outcome> unter ‚Annex A - Service Catalogue‘).

Komfort ist einerseits ein Wirkungsbereich, d.h. Service der jeweiligen Energieanwendungsbereiche (Heizen/Kühlen, Warmwasser, Beleuchtung etc.) aus der zweiten Säule, die je nach Gebäudetyp und Klima einen hohen oder geringen Einfluss auf den thermischen Komfort aufweisen. Andererseits können NutzerInnen in entsprechend ausgerüsteten Gebäuden je nach Nutzung ihres Flexibilitätspotenzials verstärkt volatile erneuerbare Energien einsetzen, bzw. CO<sub>2</sub>-intensiven Netzenergiebezug reduzieren. Durch die Wahl eines sehr breiten Raumtemperatur-Komfortbandes im Winter (19 bis 26°C) kann bei dessen Anwendung die Gebäudespeichermasse zum Beispiel deutlich besser zur Lastverschiebung genutzt werden als bei 21 bis 23°C. Die Energie-Flexibilität geht dabei jedoch gegen Null, wenn Nutzer ein enges Komfortband einstellen bzw. ein breiteres nicht einstellen können, dass die Regelung nicht vorsieht.

Alternativ zur Flexibilitätspotenzial-Bewertung von Komfortbändern könnte für Gebäude in der Planungsphase eine einfache Abschätzung des PPD (predicted percentage of dissatisfied) / PMV (predicted mean vote) nach ISO 7730 gemacht werden, um den Komfort rechnerisch abzuschätzen und daraus gewichtete Grenzen zu ziehen. Für bestehende Gebäude, die seit mindestens einem Jahr in Betrieb sind, könnte der Komfort, das Raumklima, die Nutzerfreundlichkeit der verwendeten Energieanwendungen, Datenschutz und -sicherheit über einen standardisierten Fragebogen durch die Nutzer beurteilt werden, angelehnt an die Funktionalitätsstufen der Services aus der VITO-Studie zur Bewertung von Säule 2 bzw. die „klimaaktiv in der Gebäudenutzung“ – Zertifizierung.[14]

Sind alle drei Säulen bewertet, wird es möglich, die Einzelindikatoren untereinander zu gewichten und damit zu bewerten. [15]

#### 1.2.4 Nationaler Energie- und Klimaplan für die Periode 2021 bis 2030

Österreich bekennt sich aktiv zu den internationalen Klimazielen wobei das Klimaschutzgesetz aus dem Jahr 2011 die Grundlage für alle weiteren rechtlichen Rahmenbedingungen darstellt sowie dessen Ziele, darunter CO<sub>2</sub> Höchstmengen für die Sektoren Abfall, Energie & Industrie außerhalb ETS, F-Gase, Gebäude, Landwirtschaft, Verkehr, die Erarbeitung einer Bund-Länder-Maßnahmenliste in den erwähnten Sektoren sowie die Kostentragung (Bund-Länder) bei Zielverfehlung, für das Jahr 2020 festsetzt.

Zur Umsetzung der Verordnung (EU) 2018/1999 wurde in Österreich ein Fahrplan im Zuge des nationalen Plan Österreichs mit folgenden Zielsetzungen bis 2030 definiert:

- Reduktion der Treibhausgasemissionen um 36% gegenüber 2005 in Sektoren, die nicht dem EU-Emissionshandelssystem unterliegen;





- Anhebung des Anteils erneuerbarer Energie am Brutto-Endenergieverbrauch auf 46-50%;
- Deckung des inländischen Stromverbrauchs zu 100% aus Strom auf Basis erneuerbarer Energieträger (national, bilanziell, mit Ausnahmen für Regel- und Ausgleichsenergie zur Stabilisierung des Netzbetriebs und Eigenstromerzeugung aus fossilen Energieträgern in der Sachgüterproduktion);
- Verbesserung der Primärenergieintensität – definiert als Primärenergieverbrauch je BIP-Einheit – um 25-30 % gegenüber 2015.

Gemäß Artikel 9 der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wurde ein Nationaler Plan bezüglich Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden definiert:

- Ausführliche Darlegung der praktischen Umsetzung der österreichischen Definition des Niedrigstenergiegebäudes unter Berücksichtigung der österreichischen Gegebenheiten auf Basis des Heizwärmebedarfs (in kWh/m<sup>2</sup>a) einschließlich numerischer Indikatoren für den Primärenergiebedarf (in kWh/m<sup>2</sup>a) und die Kohlendioxidemissionen (in kg/m<sup>2</sup>a), ausgedrückt und festgelegt durch die Anforderungen für 2020.
- Zwischenziele für die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz neuer Gebäude für 2014 (Inkrafttreten mit 1.1.2015), 2016 (1.1.2017), 2018 (1.1.2019) und 2020 (1.1.2021) für den Neubau und größere Renovierungen.[16]

Tabelle 2 Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz – Neubau (2014-2020), Quelle: OIB, 2022

	HWB max [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB max [kWh/m <sup>2</sup> a]	f <sub>EE</sub> max [-]	PEB max [kWh/m <sup>2</sup> a]	CO <sub>2</sub> max [kg/m <sup>2</sup> a]
2014	16x(1+3,0/Lc)	mittels HTEB <sub>ref</sub>	0,9	190	30
2016	14x(1+3,0/Lc)	mittels HTEB <sub>ref</sub> oder		180	28
	16x(1+3,0/Lc)		0,85		
2018	12x(1+3,0/Lc)	mittels HTEB <sub>ref</sub> oder		170	26
	16x(1+3,0/Lc)		0,8		
2020	10x(1+3,0/Lc)	mittels HTEB <sub>ref</sub> oder		160	24
	16x(1+3,0/Lc)		0,75		

### 1.2.5 Das österreichische Ziel – Klimaneutralität 2050: Langfriststrategie 2050

Österreich bekennt sich zum Ziel der EU bis spätestens 2050 klimaneutral zu werden, ohne den Einsatz von Nuklearenergie. Das bedeutet, dass die dann noch existierenden, nicht vermeidbaren Treibhausgasemissionen (etwa aus der Landwirtschaft oder Produktionsprozessen) durch die Kohlenstoff-Speicherung in natürlichen oder technischen Senken kompensiert werden.

Unter diesem Motto steht die Langfriststrategie 2050 – Österreich [17] vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) mit dem dazugehörigen konsequenten Dekarbonisierungspfad. Im Zuge der Langfriststrategie 2050 wurden einzelne Aktionsfelder sowie relevante Handlungsempfehlungen für den Gebäudebereich angeführt.

#### Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen und Steigerung des Abbaus dieser Gase durch Senken insgesamt

Österreich ist nach geltender EU-Rechtslage verpflichtet, die Treibhausgasemissionen aus Sektoren, die nicht dem EU-Emissionshandel (ETS) unterliegen, bis 2030 um 36% gegenüber 2005 zu reduzieren. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Emissionshandelsanlagen aus den Bereichen der energieintensiven Industrie und der Energiewirtschaft sind durch den linearen Zielpfad gemäß der EU-Emissionshandelsrichtlinie europaweit definiert und begrenzt. Bis 2030 sind die vom ETS erfassten Emissionen, um zumindest 43% gegenüber dem Wert von 2005 zu begrenzen. Es bestehen keine auf den Mitgliedstaat anwendbaren nationalen Vorgaben für die Reduktion der Treibhausgasemissionen von ETS-Anlagen.





Aus den legislativen Vorgaben wurden Szenarien und Zielpfade entwickelt, die politische Weichenstellungen zur Instrumentenwahl sowie sozioökonomische Parameter für die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs und der Treibhausgasemissionen ermöglichen. Das Transition Szenario, das vom Umweltbundesamt sowie wissenschaftlichen Partnern entwickelt wurde und als Grundlage für die Erfüllung der EU-Berichtspflicht im Rahmen des Monitoring Mechanismus (VO 525/213/EG) herangezogen wird, setzt auf Effizienz und möglichst weitgehende Nutzung inländischer erneuerbarer Energiequellen bei gleichzeitig möglichst weitgehender Ressourcenschonung und setzt folgende relevanten Handlungsempfehlungen für den Gebäudesektor:

- Internalisierung der externen Kosten bei allen Energieträgern,
- Starke „Sektorkopplung“ in Bezug auf die Aufbringung, Umwandlung und Nutzung von Energie, insbesondere in Bezug auf Strom aus erneuerbaren Energieträgern und dessen Speicherung,
- im Bereich Gebäude wird die thermisch-energetische Sanierung deutlich forciert,
- im Sektor Energie erfolgt ein Umstieg auf Strom- und Fernwärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energie und systematischer Nutzung von Abwärmepotenzialen

### Erneuerbare Energien

Die Dekarbonisierung des österreichischen Energiesystems erfordert eine Vielzahl von aufeinander abgestimmten Maßnahmen und Aktivitäten, darunter ein ausgewogener, nachhaltiger Energiemix, der konsequenterweise entlang des Dekarbonisierungspfades den Ausbau heimischer erneuerbarer Ressourcen forciert und gezielt Brückentechnologien im Sinne der Versorgungssicherheit einsetzt. Zielvorgaben, die diesen Bereich betreffen, finden sich in der österreichischen Klima- und Energiestrategie #mission 2030 des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.

Der Trend zu erneuerbaren Energien wird sich vor allem im elektrischen Bereich verstärkt fortsetzen, weil die Verpflichtungen aus dem Pariser Klimaschutzübereinkommen nur so erfüllt werden können. Aktuelle Dekarbonisierungsszenarien zeigen allerdings deutlich, dass der Strombedarf bis 2050 trotz fallendem Endenergiebedarf relativ und absolut stark steigen wird. Vor dem Hintergrund des für 2030 bestehenden 100% erneuerbaren Stromziels (national, bilanziell) soll daher im Detail geprüft werden, wie die Erreichung dieser Zielvorgaben auch im Zeitraum bis 2030 sichergestellt werden kann. Weichenstellung hierfür ist die beschlossene Adaptierung des Ökostromgesetzes und das Ersetzen dieses durch das Erneuerbare Ausbau Gesetz, das zu einem signifikanten Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung führen wird. Als weitere Aktivitäten hinsichtlich des künftigen Strombedarfs, -verbrauchs und der Erzeugung sind daher zu nennen:

- Künftige Steuerung notwendiger Investitionen im Strombereich durch wirksame Preissignale auf der Nachfrageseite mit einhergehenden Flexibilitätspotenzialen und angemessener Vergütung für flexible Ressourcen einschließlich Laststeuerung und Speicherung sowie einen effizienten Einsatz bestehender Erzeugungsanlagen
- Innovative Geräte, Technologien und Systeme, die es ermöglichen, Energiesparpotenziale zu erschließen, auf Preissignale ad hoc zu reagieren und so einen Flexibilitätsbeitrag zum Stromnetz zu leisten. Für alle Marktteilnehmerinnen und -teilnehmer sollen gleiche Wettbewerbsbedingungen und Anreize für Energiespeicherung, die Teilnahme an der Laststeuerung oder die Verbesserung der Energieeffizienz geschaffen werden.
- Etablierung neuer Konzepte zur Energieversorgung, die ein Zusammenspiel zentraler und dezentraler Versorgung ermöglichen. Systeme zur Digitalisierung sowie internetgestützte Lösungen eröffnen daher Möglichkeiten, Strom zu erzeugen und zu speichern und über Laststeuerungslösungen an den Strommärkten teilzunehmen. Die Energieversorgungsbetriebe wandeln sich dadurch zu Energiedienstleistungsbetrieben, woraus sich für Endkunden (privat oder kommerziell) neue Geschäfts- und Betriebsmöglichkeiten eröffnen.

### Energieeffizienz

Österreich setzt im Bereich Energieeffizienz auf eine integrierte Strategie aus den Bereichen erneuerbare Energien, Energieaufbringung sowie Energieeffizienz und Energiesparen, um die Reduktion von Treibhausgasen als mittel- und langfristige Visionen zu erreichen. Als nachhaltiges Ziel ist jedoch die Verringerung des Energieverbrauchs zu nennen, die ein nachhaltiges Energiesystem forciert.





Die österreichische Klima- und Energiestrategie (#mission 2030) baut daher auf den Zielen Versorgungssicherheit – Wettbewerbsfähigkeit – ökologische Nachhaltigkeit im Sinne der europäischen Energieunion auf. Es sind zentrale ökologische Ziele bis 2030 in den Bereichen Treibhausgasemissionen, erneuerbare Energie und Energieeffizienz festgelegt und durch engagierte Maßnahmensetzungen zu verfolgen. Da auch in Zukunft Wachstum ermöglicht werden soll, wird für Österreich das Ziel gesetzt, die

Primärenergieintensität um 25-30% gegenüber 2015 zu verbessern. Sollte bis 2050 ein Primärenergiebedarf von 1200 PJ überschritten werden, sollen diese darüberhinausgehenden Energiemengen durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden.

## Gebäude

Der Sektor Gebäude (Wohn- und betriebliche Gebäude) wies im Jahr 2017 Treibhausgas Emissionen in Höhe von 8,3 Millionen Tonnen (t) CO<sub>2</sub>-Äquivalent auf was ungefähr 10% der Gesamtemissionen in Tonnen entspricht. Trotz erster Klimaschutzfolge durch verbesserte Energiestandards, den Umstieg auf erneuerbare Energie sowie die kostengünstigere Produktion hochwertiger Bauteile in den vergangenen Jahren ist der Gebäudebereich bei Weitem noch nicht dabei, „klimaneutral“ im Sinne des Pariser Klimaabkommens zu werden.

In der Klima- und Energiestrategie der Bundesregierung #mission 2030 und im Entwurf des Nationalen Energie und Klimaplan ist das Ziel formuliert, bis 2030 im Gebäudebereich sozial- und wirtschaftsverträglich rund 3 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalent gegenüber 2016 einzusparen. Bis 2050 wird, wie bereits erwähnt, eine möglichst vollständige Dekarbonisierung des Sektors angestrebt. Dies führt dazu, dass im Jahr 2050 neu errichtete Gebäude größtenteils in Gebäudeverbänden gebaut werden und sich Plusenergiequartiere bilden.

Im Neubau sind daher künftig neu errichtete Gebäude nur noch zumindest als Niedrigstenergiegebäude mittels Baumaterialien, die, wenn möglich, nachhaltige, nachwachsende Rohstoffe verwenden, auszuführen.

Im Gebäudebestand, der den größten Anteil im Gebäudebereich darstellt, sind künftige folgende relevante Punkte in der langfristigen Klimastrategie 2050 verankert:

- Der bestehende Gebäudebestand muss bis 2030 auf einen thermisch-energetisch zukunftsfiten Standard gebracht werden. Bestehende Gebäude benötigen dann im Schnitt deutlich weniger Energie zur Konditionierung, wodurch Betriebskosten bei gleichzeitiger Erhöhung des Wohnkomfort gesenkt werden.
- Es wird in der Sanierung notwendig, Gesamtsanierungskonzepte zu erstellen, d.h. nach einem abgestimmten, gesamtheitlichen thermisch-energetischen Standard
- Potenzielle Einsparungen liegen vor allem in der Modernisierung von Bestandsgebäuden, wobei die derzeitigen Renovierungsraten in Österreich noch immer viel zu niedrig sind und aktuell bei ca. 0,8% liegen. Lt. Maßnahmenplan #Mission 2030 müssen diese bis 2030 um das 2,5-fache angehoben werden.
- Zielgerichtete Förderungen für die Sanierung von Gebäuden in Form von Investitionszuschüssen und/oder steuerlichen Entlastungen sollen gewährt werden und auch rechtliche Vorgaben zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen mit kurzen Amortisationszeiten bei Eigentümerwechsel sind zu erlassen.
- Begleitend dazu sind Informations- und Bewusstseinsbildungsaktivitäten sowie Beratungen (produktunabhängig, gefördert und öffentlich) geplant, der bestehende Energieausweis soll qualitativ aufgewertet werden. Künftig werden Daten zum Gebäudebestand und den Technologien für die Konditionierung von Gebäuden strukturiert gesammelt (z. B. Gebäude- und Wohnungsregister).[2]

Aus den angeführten nationalen sowie internationalen gesetzlichen Vorgaben und Zielsetzungen ergibt sich daher die Notwendigkeit, mittelfristig die Energieeffizienz im Gebäudesektor vor allem in der Sanierung erheblich zu steigern sowie energetische Optimierungspotenziale sichtbar und nutzbar zu machen.





## 2. DER GEBÄUDESEKTOR IN ÖSTERREICH

Nachfolgend werden generelle Daten zum österreichischen Gebäudesektor, vorherrschende Energieeffizienzstandards sowie Einsparungspotenziale erläutert.

### 2.1 Österreichischer Gebäudesektor

Der österreichische Gebäudesektor zählt zu den größten Wachstumsmärkten in Österreich. Kein anderes Land baut derzeit mehr Wohnungen pro Kopf als Österreich wobei über 60.000 Wohnungen (inklusive An-, Auf- und Umbauten) jährlich bewilligt werden. Bis 2030 resultiert dieses Wachstum in einem Zuwachs von bis zu einer Million neuer Wohnungen. Hinsichtlich des energetischen Standards stieg der energetische Endverbrauch trotz Energieeffizienzmaßnahmen zum Vergleichsjahr 1990 an.

#### 2.1.1 Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen im Gebäudesektor

In Österreich machen Raumwärme und Warmwasser (inkl. Klimatisierung) rund 27% des Endenergieverbrauchs aus.[1] In der österreichischen Treibhausgasbilanz werden dem Energieverbrauch in Gebäuden rund 10% der Emissionen zugerechnet (Stand 2014). Nicht enthalten ist dabei der in den vergangenen Jahren gestiegene Anteil der Wärmebereitstellung insbesondere durch Fernwärme und Strom, da diese bilanziell in der Gruppe der Energieerzeuger erfasst werden. [18] Ebenso nicht enthalten sind die entstehenden Emissionen bei der Errichtung. Generell muss erwähnt werden, dass der Endenergieverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen im Bereich Gebäude witterungsbedingt jährlichen Schwankungen unterliegen.

Wichtigste Verursacher von Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor sind zu mehr als vier Fünftel private Haushalte mit rund 88%, während öffentliche und private Dienstleistungen rund 12% an Treibhausgasemissionen ausmachen. In privaten Haushalten verbraucht die Raumwärme durchschnittlich über zwei Drittel des Endenergieverbrauchs.[19]

#### EXKURS Energieverbrauch nach Anwendungsfällen

Im Strom- und Gastagebuch der Statistik Austria wurden jeweils für die Jahre 2008, 2012 sowie 2016 eine Erhebung zum Strom- und Gaseinsatz in österreichischen Haushalten gemacht und mit einer einheitlichen Methodik ausgewertet. Die verbrauchsrelevanten elektrischen Verbräuche wurden für eine Woche im Winter und im Sommer aufgenommen. Aus den Ergebnissen ergibt sich daher nachfolgende Verteilung für einen durchschnittlichen Haushalt im Vergleichsjahr 2016. [20]

Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts mit 1 bis 2 Wohnungen im Bezugsjahr 2016 betrug in Österreich rund 5200 kWh pro Jahr. Wie aus obiger Grafik hervorgeht, machen die Bereiche Heizen und Warmwasserbereitstellung knapp 40% des Bedarfs aus, gefolgt von elektrischen Aufwendungen für Kühlen (Kühlschränke, Gefrierschränke) sowie der Beleuchtung mit knapp 10%.

Der elektrische Anteil am Heizen resultiert in der Zunahme von Wärmepumpen als primäres Heizungs- und Warmwasserproduktionssystem. Eine teilsolare Unterstützung wurde hierbei nicht berücksichtigt.

Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Haushalts mit 3 und mehr Wohnungseinheiten im Bezugsjahr 2016 betrug in Österreich rund 2000 kWh pro Jahr. Bei 3 und mehr Wohneinheiten verringern sich die Anteile vor allem im Bereich Heizen, woraus sich ein elektrischer Bedarf für die Bereiche Heizen und Warmwasserbereitstellung von knapp 16% des elektrischen Bedarfs ergibt, gefolgt von elektrischen Aufwendungen für Kühlen (Kühlschränke, Gefrierschränke) mit knapp 13 % und Beleuchtung mit knapp 10%. Die Kategorien Unterhaltung mit knapp 13% Anteil am Stromverbrauch sowie der diffuse Stromverbrauch mit einem Anteil von 16%, der den Einzelkategorien





nicht zuordenbar ist, nehmen bei Gebäuden mit 3 und mehr Wohneinheiten einen erheblichen Anteil am elektrischen Verbrauch ein.

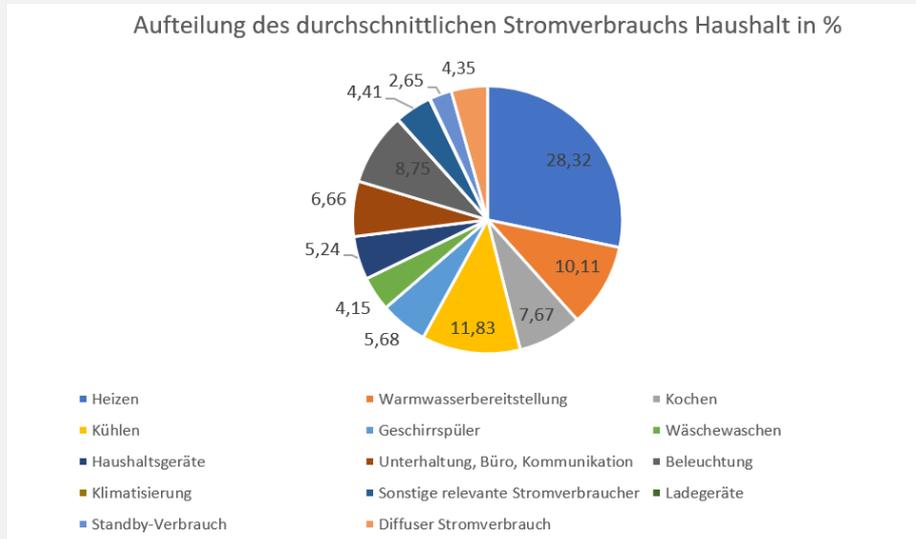


Abbildung 1 Aufteilung des durchschnittlichen Stromverbrauchs bei 1-2- Wohnungen in Österreich, Quelle: Statistik Austria 2018

Im Vergleich dazu ist lt. Studie davon auszugehen, dass die elektrischen Aufwendungen für Beleuchtung am Primärenergieverbrauch bei Nichtwohngebäuden rund ein Drittel der benötigten Gebäudeenergie betragen. Klimatisierung spielt in Wohngebäuden derzeit eine untergeordnete Rolle. Bei Nichtwohngebäuden steigt der Primärenergiebedarf hierfür jedoch auf einen Anteil von knapp 6%. [21]



Abbildung 2 Aufteilung des durchschnittlichen Stromverbrauchs bei 3 und mehr Wohneinheiten in Österreich, Quelle: Statistik Austria 2018





Zum Vergleich ist der Gebäudesektor international sowie in der EU für ca. 40% der Treibhausgasemissionen am Endenergiebedarf verantwortlich.

Um daher den legislativen Vorgaben zu entsprechen und den Gebäudesektor klimaneutral zu halten müssen die Treibhausgasemissionen von über 13 Millionen (t) CO<sub>2</sub>-Äquivalent im Jahr 1990 auf knapp über null im Jahr 2050 gesenkt werden wobei laut letzten Erhebungen (Stand 2014) die verursachten Emissionen im Gebäudesektor bei 7,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent liegen (unter Berücksichtigung des Gebäudeanteils im Bereich Energieaufbringung (Fernwärme, Strom) bei knapp 10 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent). Seit 1990 wurden somit mit gezielten legislativen sowie ökonomischen Maßnahmen die jährlichen Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor in Österreich um mehr als ein Drittel verringert. Als Maßnahmen hervorzuheben sind hier insbesondere der Wechsel von CO<sub>2</sub> intensiven zu weniger CO<sub>2</sub> intensiven Brennstoffen, thermisch-energetische Sanierungen sowie das Etablieren verbesserter Standards im Neubau und der vermehrte Einsatz effizienterer Heizsysteme.[22]

### 2.1.2 Anzahl an Gebäuden sowie Entwicklung der Wohnnutzfläche

Zum Stichtag der letzten Registerzählung 2011 wurden in Österreich 2.191.280 Gebäude und 4.441.408 Wohnungen erfasst. Gegenüber der Zählung 2001 mit 2,05 Mio. Gebäuden bedeutet dies eine Zunahme von 7,1%. Die Zahl der Wohnungen betrug 2001 3,86 Mio., der Zuwachs demnach 15,0%. Etwas weniger als vier Fünftel aller Gebäude Österreichs sind Ein- und Zweifamilienhäuser, jedes neunte ist ein Wohngebäude mit drei oder mehr Wohnungen, 9,9% entfallen auf andere Gebäude (Gebäude für Gemeinschaften und Nichtwohngebäude). Im Unterschied dazu liegen nur 45,3% aller Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern, 21,6% der Wohnungen in kleineren Geschößwohnbauten mit drei bis zehn Wohnungen und 29,9% in solchen ab elf Wohnungen. 2,9% der Wohnungen befinden sich in Gebäuden, die überwiegend anderen Zwecken dienen.

Die Eigentümerstruktur der Gebäude unterscheidet sich nach der überwiegenden Nutzung des Gebäudes, wobei die im Privatbesitz befindlichen Wohngebäude deutlich dominieren.

In Bezug auf die Wohnnutzfläche ergab sich in den letzten Jahren ein deutliches Wachstum. Dies liegt insbesondere am höheren Wohlstand und der Tatsache, dass immer mehr Menschen allein leben. Lag diese 1971 noch bei 22,9 m<sup>2</sup> pro Einwohner, 1991 bei 32,7 m<sup>2</sup>, liegt sie aktuell bei 44,7 m<sup>2</sup> pro Einwohner. [23] In Privathaushalten erhöhte sich die durchschnittliche Wohnnutzfläche im Jahr 2021 auf knapp 102m<sup>2</sup>. Die durchschnittliche Wohnraumanzahl (inklusive Küchen ab vier Quadratmeter) lag bei vier Räumen pro Wohnung bzw. 1,8 Räumen pro Person.





Tabelle 3: Gebäude- und Wohnungszählungen 1951 bis 2001, Registerzählung 2011. Erstellt am 27.01.2014. 1) Bis 1971 wurden Häuser (Bauten mit Hausnummern) erfasst, ab 1981 sämtliche Gebäude mit Ausnahme von landwirtschaftlichen Nutzgebäuden und Kleingebäuden. 2) 1951: „benützbare“ Wohnungen (inkl. z. B. Not- und Behelfsunterkünfte). Quelle: Statistik Austria

Bundesland	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
<b>Gebäude<sup>1)</sup></b>							
<b>Österreich</b>	<b>896.030</b>	<b>1.049.953</b>	<b>1.281.114</b>	<b>1.586.841</b>	<b>1.809.060</b>	<b>2.046.712</b>	<b>2.191.280</b>
Burgenland	58.504	66.617	76.978	93.413	103.529	114.403	123.109
Kärnten	69.767	84.795	105.024	126.574	143.929	162.075	172.465
Niederösterreich	259.037	293.843	355.398	437.075	494.198	553.604	591.433
Oberösterreich	150.518	180.788	222.548	269.652	307.850	352.326	383.429
Salzburg	44.683	55.867	69.516	87.259	102.691	119.818	129.233
Steiermark	150.087	176.329	213.121	257.046	288.802	325.822	350.651
Tirol	58.193	72.000	91.332	116.874	138.537	161.261	177.745
Vorarlberg	32.293	40.680	50.988	64.627	75.831	89.236	98.469
Wien	72.948	79.034	96.209	134.321	153.693	168.167	164.746
<b>Wohnungen<sup>2)</sup></b>							
<b>Österreich</b>	<b>2.138.001</b>	<b>2.249.678</b>	<b>2.666.048</b>	<b>3.052.036</b>	<b>3.393.271</b>	<b>3.863.262</b>	<b>4.441.408</b>
Burgenland	72.592	76.205	85.195	99.956	110.920	126.269	147.376
Kärnten	127.224	127.281	160.698	189.603	223.267	260.541	301.096
Niederösterreich	443.733	450.735	515.945	591.164	648.471	738.235	852.574
Oberösterreich	312.315	324.923	383.483	451.122	513.150	604.299	699.956
Salzburg	96.452	96.384	129.693	168.971	200.860	238.480	282.847
Steiermark	304.824	318.270	372.028	425.076	469.527	532.470	616.801
Tirol	113.650	121.072	160.196	203.761	249.774	303.632	375.583
Vorarlberg	52.986	58.034	77.292	101.209	124.211	148.591	181.335
Wien	614.225	675.774	781.518	821.174	853.091	910.745	983.840

## 2.2 Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden

### 2.2.1 Normative Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden

In Österreich setzen die OIB-Richtlinien sowie diverse Normen allgemein gültige Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden.





## EXKURS OIB-Richtlinie 6

In den geltenden Fassungen der OIB-Richtlinien wurden die Grundanforderungen für Bauwerke inklusive Endenergiebedarfsanforderungen auch für Nichtwohngebäude, Primärenergie- und Kohlendioxid-Konversionsfaktoren sowie Ergänzung von Haushalts- und Betriebsstrombedarf geregelt. Zielsetzung der OIB-Richtlinie 6 ist es, den Nachweis der Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes zu ermöglichen und für den Neubau und größere Renovierungen ab dem Jahr 2021 Anforderungen festzulegen, die dem Niedrigstenergiegebäude entsprechen, wobei eine Verpflichtung hocheffizienter alternativer Systeme sofern technisch, wirtschaftlich und ökologisch möglich, sowie die Deckung eines wesentlichen Teils der benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen vorgesehen ist.

Die Richtlinie definiert daher Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden, die zu folgenden Zielsetzungen führen sollen:

- Harmonisierung österreichweiter bautechnischer Vorschriften in denen Anforderungen an Methodik zur Evaluierung der thermisch-energetischen Qualität von Gebäuden primär ausgedrückt wird durch die Energiekennzahl,
- Umsetzung der der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz wobei die Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden an den folgenden Ebenen ansetzen:
  - Anforderungen an die thermische Qualität von Bauteilen wie an die maximalen U-Werte für einzelne Bauteile;
  - Anforderungen an den Nutzenergiebedarf bzw. Anteile davon wie an den Heizwärmebedarf (HWB) oder an den Kühlbedarf (KB), bei denen neben der thermischen Qualität der Gebäudehülle auch die Klimagunst und Nutzungseigenschaften des Gebäudes berücksichtigt werden;
  - Anforderungen an den Endenergiebedarf (EEB) bzw. Anteile davon wie an den Heizenergiebedarf (HEB), der jenen Anteil beschreibt, der für die Heizungs- und Warmwasserversorgung aufzubringen ist, oder an den Kühlenergiebedarf (KEB), jeweils unter Berücksichtigung von Hilfsenergieanteilen für Wasser- und Luftförderung und unter Berücksichtigung allfälliger Feuchteconditionierungen, wobei beide Anteile sowohl von der thermischen Qualität des Gebäudes als auch von der energetischen Qualität des technischen Gebäudesystems abhängen;
  - Anforderungen an den Gesamtenergieeffizienz-Faktor ersetzen die vorgenannten Nachweisebenen, wobei hinsichtlich Heizwärmebedarf und Kühlbedarf Mindestanforderungen beibehalten werden;
  - Anforderungen an den Primärenergiebedarf, der sich aus den Anteilen des Endenergiebedarfes je Energieträger gewichtet (multipliziert) mit den Konversionsfaktoren für die Primärenergie zusammensetzt;
  - Anforderungen an die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die sich aus den Anteilen des Endenergiebedarfes je Energieträger gewichtet (multipliziert) mit den Konversionsfaktoren für die CO<sub>2</sub>-Emissionen zusammensetzen.

Die Richtlinie 2010/31/EU verlangt Mindest-Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zumindest auf Ebene des Endenergiebedarfes und obligatorisch einen numerischen Indikator für den Primärenergiebedarf wobei die Angabe der CO<sub>2</sub>-Emissionen optional ist.

Für die grafische Darstellung in der Energieeffizienzskala im Zuge des Energieausweises

werden in Österreich folgende Klassengrenzen festgelegt:





Tabelle 4 Effizienzskala lt. Energieausweis, Quelle: OIB6, 2022

Klasse	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub> [kg/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
A++	10	60	8	0,55
A+	15	70	10	0,70
A	25	80	15	0,85
B	50	160	30	1,00
C	100	220	40	1,75
D	150	280	50	2,50
E	200	340	60	3,25
F	250	400	70	4,00
G	> 250	> 400	> 70	> 4,00

Zudem müssen lt. Richtlinie 2010/31/EU die Festlegung von Anforderungen an die Gesamtenergie-effizienz nicht nur für den Neubau, sondern auch für den Fall größerer Renovierungen am Gebäude geregelt werden. Unter größeren Renovierungen werden Renovierungen verstanden, bei denen mehr als 25% der Oberfläche der Gebäudehülle einer Renovierung unterzogen werden, es sein denn die Gesamtkosten der Renovierung der Gebäudehülle und der gebäudetechnischen Systeme betragen weniger als 25% des Gebäudewertes wobei der Wert des Grundstücks, auf dem das Gebäude errichtet wurde, nicht eingerechnet wird. Die Anforderungen an den Gesamtenergieeffizienz-Faktor sind unter Berücksichtigung eines Referenz-Heizwärmebedarfes darzustellen.

Für die Festlegung der Mindestanforderungen an den EEB wird die Methodik der Referenzausstattung verwendet, die einer fiktiven haustechnischen Anlage nach dem Stand der Technik des Jahres 2007 entspricht. Die Referenzausstattung ist eine Festlegung von einzelnen, systembezogenen Kriterien des Haustechniksystems (wie z.B. Dämmstandard der Verteilungen, Standard der Regelung des Wärmeabgabesystems) und ist in der gegenständlichen OIB-Richtlinie gemäß ÖNORM H 5056-1 „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Heiztechnikbedarf“ definiert.

#### Definition von Gebäudekategorien laut OIB-Richtlinie 6

In der OIB-Richtlinien 6 wurde auf Basis der Angaben der EU-Richtlinie und der in Österreich gebräuchlichen Gebäudekategorien eine Kategorisierung vorgenommen, die mit den in der ÖNORM B 8110-5 „Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile“ definierten Nutzungsprofilen übereinstimmt.

Prinzipiell ist darin geregelt, dass

- bei wohnungswelser/nutzungseinheitenweiser Berechnung bzw. der Berechnung für einen Gebäudeteil die Zuordnung zu einer Gebäudekategorie dem Gebäude im baurechtlichen Sinne zu folgen hat, in dem sich die Wohnung oder der Gebäudeteil befinden sowie
- die Zuordnung zu einer Gebäudekategorie für einen Gebäudeverbund den Gebäuden im baurechtlichen Sinne folgt, aus denen der Gebäudeverbund besteht, unbeschadet von der Gesamtwohnungsanzahl des Gebäudeverbundes.

Eine Zuordnung zu einer der folgenden Gebäudekategorien erfolgt daher anhand der überwiegenden Nutzung, sofern andere Nutzungen jeweils 250 m<sup>2</sup> Netto-Grundfläche nicht überschreiten. Wenn für eine Nutzung 250 m<sup>2</sup> Netto-Grundfläche überschritten werden, ist entweder eine Teilung des Gebäudes und eine Zuordnung der einzelnen Gebäudeteile zu den unten angeführten Gebäudekategorien durchzuführen, oder das gesamte Gebäude ist für die verschiedenen Kategorien mehrmals zu berechnen. In beiden Fällen erfolgt die Überprüfung der Anforderung in Abhängigkeit von der Gebäudekategorie getrennt.

In der OIB 6 wird zwischen folgenden Gebäudekategorien unterschieden:

- Wohngebäude (WG): Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten; drei bis neun Nutzungseinheiten sowie mit zehn und mehr Nutzungseinheiten





- Nicht-Wohngebäude (NWG) nach Art der Nutzung, darunter Bürogebäude, Bildungseinrichtungen, Krankenhäuser, Heime, Beherbergungsbetriebe, Gaststätten, Veranstaltungsstätten und Mehrzweckgebäude, Sportstätten und Verkaufsstätten sowie
- Sonstige Arten Energie verbrauchender Gebäude (SKG)

Für Wohngebäude (WG) und Nicht-Wohngebäude (NWG) stehen normative Nutzungsprofile zur Verfügung.[24]

### Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz – Neubau 2020

Der Entwurf für den Nationalen Plan in Österreich gemäß Artikel 9 der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamteffizienz von Gebäuden sieht die Anforderungen für die Errichtung neuer Gebäude in Niedrigstenergiestandard durch vier Indikatoren vor:

- Heizwärmebedarf HWB<sub>max</sub> [kWh/m<sup>2</sup>a]:  $16 \times (1 + 3,0 / l_c)$  oder  $10 \times (1 + 3,0 / l_c)$  mittels HTEB<sub>Ref</sub>
- Gesamtenergieeffizienz-Faktor f<sub>GEE</sub>: 0,75
- Primärenergiebedarf PEB<sub>max</sub>: 160[kWh/m<sup>2</sup>a]
- Kohlendioxidemissionen CO<sub>2,max</sub>: 24[kg/m<sup>2</sup>a]

### Mindestanforderungen an Sanierungen lt. OIB Richtlinie 6

Die OIB-RL 6 schreibt die folgenden Mindestanforderungen im Falle einer Wohngebäudesanierung vor:

- Mindest-U-Werte (in W/m<sup>2</sup>K) der thermischen Hülle:
  - Decke / Dach 0,20
  - Außenwände 0,35
  - Fenster 1,4025
  - Boden / Kellerdecke 0,40

Bei umfassender Sanierung muss zusätzlich zu den genannten U-Werten der Heizwärmebedarf berücksichtigt werden, wobei sich der maximale HWB aus folgender Berechnungsformel ergibt:

$HWBBGF, WG_{san,max,Ref} = 25,0 \times (1 + 2,5 / l_c)$  [kWh/m<sup>2</sup>a]; max 87,5 [kWh/m<sup>2</sup>a]

Der Wert  $l_c$  – die charakteristische Länge des Gebäudes – repräsentiert die geometrische Qualität des Gebäudes und wird wie folgt berechnet: Volumen [m<sup>3</sup>] geteilt durch Fläche der thermischen Hülle [m<sup>2</sup>].

- Der brutto-grundflächenbezogene Primärenergiebedarf PEBBGF, SK bezogen auf das Standortklima wird gemäß OIB-Leitfaden durch Anwendung der Konversionsfaktoren berechnet.
- Der Endenergiebedarf ist lt. OIB-RL 6 bei umfassender Sanierung von Wohngebäuden nachfolgender Definition zu berechnen:

$EEBBGF, WG_{san} = HWBBGF, WG_{san,max,SK} + WWWBBGF + 1,05 \times HTEBBGF, WG_{san,Ref} + HHSB$

### EXKURS ÖNORM B 8110

Die ÖNORM B 8110 „Wärmeschutz im Hochbau“ stellt in der aktuellen Version das geltende Regelwerk für Fachleute auf dem Gebiet der Planung und Bewertung von Wärmeschutzkonstruktionen und Wärmeschutzmaßnahmen im Hochbau dar und bildet die normative Grundlage für den Energieausweis. Zudem wird die Norm zur Bereitstellung relevanter Datenbasis für die verschiedenen Szenarien der staatlichen Energiepolitik sowie als Grundlage baurechtlichen Genehmigungsverfahren genutzt.

Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile definiert generelle Nutzungsprofile im Gebäudesektor, Teil 6 Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf sowie Teil 7 bzw. 8 Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte von Bauteilen kommen in der energetischen Planung sowie der thermischen Sanierung zur Anwendung. [25]





## 2.2.2 Energetische Kennwerte im Gebäudebestand

Der energetische Zustand des Gebäudes und damit der Beitrag zum Energieverbrauch hängt vor allem vom Baualter und dem energetischen Sanierungszustand des Gebäudes ab. So weisen neue Gebäude einen deutlich niedrigeren Energieverbrauch pro Quadratmeter auf als der Gebäudebestand, wodurch gerade in diesem Segment ein großer Handlungsbedarf besteht. Im Gegensatz zum Einfamilienhaussektor weist der Geschosswohnbau aufgrund des größeren Volumen-Oberflächenverhältnisses durchschnittlich einen geringeren Energieverbrauch pro Quadratmeter auf. Heterogener als der Wohngebäudesektor ist der Nichtwohngebäudesektor bei dem die Gesamtnutzfläche überwiegend Nichtwohnzwecken zuzuordnen ist und daher eine Charakterisierung aufgrund der unterschiedlichen Nutzungen schwierig macht.

Eine energetische Bewertung des österreichischen Wohngebäudebestands, die eine Abschätzung der Energieeinsparungspotenziale ermöglicht wurde im EU-Projekt TABULA“ (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment) durchgeführt.

### EXKURS TABULA

Im EU-Projekt „TABULA“ (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment) wurde eine Methode sowie Datenbank entwickelt, die mittels Gebäudetypologien eine energetische Bewertung der Gebäudebestände sowie eine Abschätzung der Energieeinsparungspotenziale ermöglicht. Die Typologie besteht aus einem Satz von 32 Modellgebäuden mit charakteristischen, energierelevanten Merkmalen, der Schwerpunkt liegt auf Wohngebäuden. Jedes Modellgebäude steht beispielhaft für eine bestimmte Bauperiode und einen bestimmten Gebäudetyp und weist bestimmte energetische Merkmale auf.

Eine Gebäudetypologie setzt sich aus verschiedenen Modellgebäuden zusammen, die bestimmte Gebäudekategorien in unterschiedlichen Baualtersklassen repräsentieren wobei die Parameter der Gebäudekategorie (EFH Einfamilienhäuser, RH Reihenhäuser, MFH Mehrfamilienhäuser, MWB Mehrgeschoßige, großvolumige Wohnbauten ab 11 WE) und Baualtersklasse (I bis 1918, II 1919–44, III 1945–59, IV 1960–79, V 1980–89, VI 1990–99, VII 2000–20, VIII >2020) in Anlehnung an die Kategorisierung der Gebäude- und Wohnungszählung, Statistik Austria, und in Abhängigkeit von der nationalen Bau- und Architekturgeschichte festgelegt wurden.

Für jeden Gebäudetyp wurde ein Gebäude ausgesucht, das repräsentativ hinsichtlich der U-Werte, der Brutto-Grundfläche, ihres Heizwärmebedarfs (HWB) sowie des Raumheizungs- und Warmwassersystems für alle Gebäude dieser Klasse steht. Auf Basis realer Gebäude- und Verbrauchsdaten aus der Energieausweisdatenbank ZEUS wurden von synthetischen, erdachten Gebäuden reale „Mittelwert“-Gebäude inkl. Geometrien abgebildet. Die ermittelten Gebäudedaten sind als Richtwerte zu sehen, um grundsätzliche Aussagen über den nationalen Gebäudebestand treffen zu können. Sämtliche Anforderungen an den Wärmeschutz und die Energieeinsparung werden durch die Indikatoren Heizwärmebedarf (HWB), Endenergiebedarf (EEB), Gesamtenergieeffizienz-Faktor (fGEE.), Primärenergiebedarf (PEB) und Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>) angegeben.

Aus nachfolgender Tabelle sind daher wesentliche charakteristische energetische Werte für die Kategorien EFH, MFH, MWB ersichtlich.[26]<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Abkürzungen aus der Tabelle: HWB Heizwärmebedarf, DF Dachfläche, OD Oberste Geschoßdecke, AW Außenwand, FE Fenster, FB Fußboden, KD Kellerdecke





Tabelle 5 Charakteristische energetische Kennwerte für EFH (Einfamilienhaus), MFH (Mehrfamilienhaus), MWB (Mehrgeschossiger Wohnbau) Quelle: EU-Projekt Tabula, Österreichische Energieagentur

EFH	I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20	VIII >2020
Charakteristische U-Werte Gebäudebauteile								
DF	1,7	1,7	1,7	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1
OD	1,1	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1
AW	1,8	1,8	1,6	1,4	0,7	0,4	0,35	0,1
FE	2,2	2,3	2,3	2,7	2,5	1,8	1,4	0,6
FB/KD	1,2	1,2	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4	0,2
Charakteristische energierelevante Werte gesamtes Gebäude								
HWB [kWh/m²a]	180-300	200-370	160-380	145-280	100-190	80-130	10-100	10-50
Flächenbezogene Werte Gebäudebestand								
Nutzfläche Gebäude [m²]	125-155	110-140	110-140	125-155	140-170	145-175	145-175	
Anzahl Gebäude	235723	129086	194442	489397	246757	159118	173525	
Nutzfläche national [m²]	30583052	14350763	22944091	65375704	33945697	22186226	25978316	
MFH	I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20	VIII >2020
Charakteristische U-Werte Gebäudebauteile								
DF	1,7	1,7	1,7	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1
OD	1,1	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1
AW	1,4	1,4	1,3	1,1	0,6	0,4	0,35	0,1
FE	2,2	2,3	2,3	2,7	2,5	1,8	1,4	0,6
FB/KD	1,2	1,2	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4	0,25
Charakteristische energierelevante Werte gesamtes Gebäude								
HWB [kWh/m²a]	130-230	140-270	150-270	100-205	80-140	60-100	10-80	10-50
Flächenbezogene Werte Gebäudebestand								
Nutzfläche Gebäude [m²]	400-800	280-680	400-800	350-750	350-750	145-175	145-175	
Anzahl Gebäude	36025	18550	19868	37104	17592	16821	18405	
Nutzfläche national [m²]	14145992	6161368	7001308	14739613	7728972	7389169	7985746	
MWB	I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20	VIII >2020
Charakteristische U-Werte Gebäudebauteile								
DF	1,7	1,7	1,7	0,8	0,5	0,3	0,2	0,1
OD	1,1	0,8	0,8	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1
AW	1,4	1,4	1,3	1,1	0,6	0,4	0,35	0,1
FE	2,2	2,3	2,3	2,7	2,5	1,8	1,4	0,6
FB/KD	1,2	1,2	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4	0,25
Charakteristische energierelevante Werte gesamtes Gebäude								
HWB [kWh/m²a]	130-230	140-270	140-270	100-205	80-140	60-100	10-80	10-50
Flächenbezogene Werte Gebäudebestand								
Nutzfläche Gebäude [m²]	>800	>700	>700	>800	>800	>800	>800	
Anzahl Gebäude	15228	5025	7727	21750	6058	4131	4636	
Nutzfläche national [m²]	16932197	4318376	7317536	28912454	8345633	4777708	5620676	

### 2.2.3 Investitionen in Gebäudeeffizienz

Österreich verfügt über mehrere umfassende Programme zur finanziellen Unterstützung von Investoren im Gebäudesektor. Finanzielle Unterstützung mittels nicht rückzahlbarer Zuschüsse, Steuererleichterungen sowie günstige Kredite sind sowohl für hocheffiziente neue Gebäude als auch für die Renovierung bestehender Gebäude verfügbar.

Die Wohnhaussanierung ist seit 1969 Gegenstand der Wohnbauförderung. Anfangs standen Standardanhebungen im Vordergrund, ab den 1980er Jahren kamen vor allem thermische Maßnahmen hinzu. Aus der Analyse des IBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen im April 2020 zeigt sich, dass ab 2005 mehrere Bund-Länder-Vereinbarungen zum Klimaschutz in der Wohnbauförderung geschlossen wurden, die zu einem starken Anstieg der Inanspruchnahme dieser finanziellen Schiene führten. In der Folge der globalen Finanzkrise 2008 wurden von Bund und Ländern wirtschafts- und umweltpolitisch motivierte Initiativen zur Ankurbelung thermischer Sanierungen gesetzt, die 2009 zu einem Höhepunkt mit annähernd 40.000 umfassenden Sanierungen und etwa doppelt so vielen geförderten Einzelmaßnahmen führten. Zusammen ergab das allein (ohne ungeforderte Maßnahmen) eine Sanierungsrate von 1,8%. Seither sind geförderte Sanierungen kontinuierlich rückläufig und erreichten 2018 eine Rate von nur noch 0,5%. Umfassende, nicht geförderte Sanierungen hatten vor zehn Jahren zwar einen deutlich geringeren Stellenwert als geförderte, ihr Rückgang fiel aber deutlich moderater aus. Überraschungen zeigt die Entwicklung von ungeforderten Einzelsanierungsmaßnahmen. Ihre Anzahl stieg von etwa 10.000 vor zehn Jahren auf zuletzt etwa 100.000 pro Jahr. Rückläufige Förderungsaktivitäten führten bei Einzelmaßnahmen also zu keinem Rückgang des Marktes, sondern zu einer Verlagerung zu „Einzelsanierungen aus dem Baumarkt“. Es ist den verschiedenen





Förderungsmodellen offenbar nur unzureichend gelungen, diese Investitionsbereitschaft „einzufangen“ und in umfassende Maßnahmen umzulenken. Ungeförderte Sanierungen stiegen daher zwischen 2009 und 2012 von 0,4% auf fast 1,0% und blieben seither auf etwa diesem Niveau. [27]

Nichtsdestotrotz wurde das bestehende Fördersystem auch schon als nicht zielorientiert genug kritisiert, weil die Förderungen nicht darauf ausgerichtet seien, Lücken in der Kostenwirksamkeit der unterschiedlichen Gebäudekategorien zu adressieren.

#### 2.2.4 Erschließen notwendiger Einsparungspotenziale im Gebäudesektor sowie Anwendung innovativer Technologien

Der Gebäudesektor zeigt hinsichtlich der Treibhausgasemissionen erhebliche Einsparungspotenziale, die durch gezielte Maßnahmen im Vergleich zu anderen Sektoren einfach eine weitgehende Dekarbonisierung bis 2050 erreichen kann. Nur knapp 10% der Bestandsgebäude in Österreich entfallen auf Nichtwohngebäude, die jedoch knapp ein Drittel des gesamten Gebäudeenergieverbrauchs benötigen. Zudem wurden rund drei Viertel aller Bestandsgebäude in Österreich vor 1990 errichtet. Davon gelten etwa 60 Prozent aus energetischer Sicht als sanierungsbedürftig.[2]

Künftige Einsparungen liegen daher vor allem in der Modernisierung von Bestandsgebäuden, wobei die derzeitigen Renovierungsraten noch immer viel zu niedrig sind und aktuell bei ca. 0,8% liegen. Laut #Mission 2030 müssen diese daher um das 2,5-fache bis 2030 angehoben werden, um aktuelle Klimazielsetzungen zu erreichen.

Eine Trendwende ist aus heutiger Sicht ohne weitere Maßnahmen nicht zu erwarten, da der Gebäude- und Wohnungsbestand in Österreich seit 1961 linear steigt. Besonders hoch ist der Sanierungsbedarf bei Eigenheimen, nicht nur wegen der sehr hohen Zahl von 2,1 Millionen (davon fast ein Drittel ohne Hauptwohnsitz), sondern auch wegen dem sehr viel höheren Energiebedarf im Vergleich zu baugleichen Geschosswohnungen. Zur Erreichung einer vollständigen thermisch-energetischen Optimierung des Wohnungsbestands bis 2040 sollte die Sanierungsrate (umfassende Sanierungen und kumulierte Einzelmaßnahmen) kurzfristig auf 2,6% und ab 2025 auf 3,2% erhöht werden. Dies sind kurzfristig etwa 120.000 umfassende Sanierungsäquivalente. Überdurchschnittlich hoch ist der Sanierungsbedarf bei privaten und kommunalen Mietwohnungen sowie bei Wohnungen und Eigenheimen ohne Hauptwohnsitz.[27]

Die Sanierungsrate in Österreich ist heute so niedrig wie seit 10 Jahren nicht mehr. Gleichzeitig steigt der Handlungsbedarf hinsichtlich einer Dekarbonisierung des Gebäudebestands. Die im Regierungsprogramm angestrebte Sanierungsrate von jährlich 3% bedeutet mehr als eine Verdoppelung des heutigen Niveaus. Erste Voraussetzung für die Zielerreichung ist eine präzise Definition der Sanierungsrate und die Schaffung eines Instrumentariums zu ihrer Messung.

#### EXKURS Maßnahmen im Gebäudesektor 2009-2020

Laut dem Bericht „Maßnahmen im Gebäudesektor 2009-2020“ des Bundes und der Länder nach Artikel 16 der Vereinbarung gemäß Artikel 15a B-VG über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen (BGBl. II Nr. 213/2017) wurden in den letzten Jahren folgende Ergebnisse durch ökonomisch sowie legislative Maßnahmen erreicht:





- *Wohnbauförderungsmaßnahmen:* Im Zeitraum 2009 bis 2020 wurde durch die Wohnbauförderung eine Gesamtemissionsreduktion im Gebäudesektor von 3,1 Mio. t CO<sub>2</sub> erzielt. Im Jahr 2020 wurde eine weitere Steigerung im Vergleich zu 2019 mit 8,5% erreicht, was überwiegend auf die größere Einsparung in der Sanierung, die Umstellung des Energiesystems (+ 12 %) sowie strengere Referenzwerte im Neubau hinsichtlich der thermischen Qualität zurückzuführen ist. Die CO<sub>2</sub>-Reduktion in der wohnbaugeförderten umfassenden energetischen Sanierung ist seit 2009 rückläufig. Begründet wird diese Entwicklung mit sinkenden geförderten Brutto-Grundflächen (zuletzt leichte Zunahme um 6,0 % auf 1,7 Mio. m<sup>2</sup> BGF im Jahr 2020) und der stetigen Verschiebung des Referenzwertes zu kohlenstoffärmeren Energieträgern (Energieträgermix im Bestand). Der Einsatz klimaschonender Energiesysteme ohne umfassende energetische Wohnhaussanierung hat im Jahr 2020 die rechnerisch größte CO<sub>2</sub>-Reduktion erzielt.
- *Entwicklung des Heizwärmebedarfs:* Der Referenz-Heizwärmebedarf bei Referenzklima (HWBRef,RK) im Neubau erreichte im Durchschnitt der Bundesländer (gewichtet über geförderte BGF, nicht geometriekorrigiert) im Jahr 2020 einen Wert von 27,4 kWh/(m<sup>2</sup>.a). Damit wurde keine Veränderung gegenüber dem Vorjahreswert (HWBRef,RK) von 27,4 kWh/(m<sup>2</sup>.a) festgestellt. Der Referenz-Heizwärmebedarf bei Referenzklima (HWBRef,RK) nach umfassender energetischer Sanierung erreichte im Durchschnitt der Bundesländer (gewichtet über geförderte BGF, nicht geometriekorrigiert) im Jahr 2020 einen Wert von 44,4 kWh/(m<sup>2</sup>.a). Damit wurde eine geringe Verbesserung gegenüber dem Vorjahreswert (HWBRef,RK) von 45,9 kWh/(m<sup>2</sup>.a) festgestellt. Im Jahr 2009 lag der HWBRK nach Sanierung noch bei rund 54,7 kWh/(m<sup>2</sup>.a).
- *Energiesysteme in der Wohnbauförderung:* Gemäß Artikel 15a-Vereinbarung stellen erneuerbare Energiesysteme in allen Bundesländern eine Förderungsvoraussetzung dar (fossile Systeme sind dabei nach Möglichkeit mit thermischen Solaranlagen oder Photovoltaik zu kombinieren), weshalb 2020 im Rahmen der Wohnbauförderung eine Abdeckung von 100 % erreicht werden konnte. Ausnahmen für Öl-Brennwertheizungen unter bestimmten Voraussetzungen wurden 2009 bis 2016 nur von einzelnen Bundesländern in Anspruch genommen und sind ab 2017 nicht mehr zulässig. Heizungssysteme auf Basis erneuerbarer Energieträger erreichten 2020 einen Wert von 67 % der zugesicherten Förderungen im Neubau (2019: 67 %). Bei umfassender energetischer Wohnhaussanierung wurden 2020 überwiegend biogene Brennstoffe und Wärmepumpen eingesetzt. Ein Anteil erneuerbarer Energieträger aller zugehörigen Förderzusagen von 89 % (2019: 87 %) wurde erreicht. Bei Umstellung auf hocheffiziente, alternative Energiesysteme ohne umfassende energetische Wohnhaussanierung wurde 2020 überwiegend zu biogenen Brennstoffen und Wärmepumpen getauscht, woraus sich eine insgesamt hohe CO<sub>2</sub>-Reduktion errechnet. Der Anteil erneuerbarer Energieträger aller zugeordneten Förderzusagen im Jahr 2020 lag bei 97 % (2019: 96 %).
- *Finanzmittel in der Wohnbauförderung:* Im Jahr 2020 entfielen rund 71 % der zugesagten Wohnbauförderungsmittel auf den Wohnungsneubau und 29 % auf Sanierungsmaßnahmen, davon über die Hälfte auf ausgewiesene thermisch-energetische Sanierung.
- *Maßnahmenwirkung im Bereich der öffentlichen Gebäude:* Durch Maßnahmen der Länder und des Bundes konnten im Jahr 2019 Emissionseinsparungen im Ausmaß von rund 3.600 t CO<sub>2</sub> durch Fertigstellungen öffentlicher Gebäude angestoßen werden. Die Einsparung ist damit um 18 % geringer als für 2018 ermittelt (rund 4.400 t CO<sub>2</sub>). Die Abnahme der CO<sub>2</sub>-Wirkung ist überwiegend auf die sinkende Einsparung im Neubau (- 67 %) und geringere Wirkung von Sanierung und Umstellung des Energiesystems (- 8 %) zurückzuführen.
- *Entwicklung des Heizwärmebedarfs öffentlicher Gebäude:* Der Referenz-Heizwärmebedarf bei Referenzklima (HWBRef,RK) lag bei Fertigstellungen im Neubau 2018 bei 28,9 kWh/(m<sup>2</sup>.a), nach energetischer Sanierungen öffentlicher Gebäude durchschnittlich bei 58,4 kWh/(m<sup>2</sup>.a).
- *Energiesysteme im Bereich der öffentlichen Gebäude:* Sowohl im Neubau öffentlicher Gebäude als auch bei Umstellungen der Energiesysteme wurden 2019 ausschließlich hocheffiziente alternative Systeme im Sinne der Artikel 15a-Vereinbarung zum Einsatz gebracht. Bei 40 % der Fertigstellungen im Neubau sowie bei 68 % der Umstellungen der Energiesysteme kamen erneuerbare Energieträger zum Einsatz. Als erneuerbare Energieträger werden Heizungen für biogene Brennstoffe, Wärmepumpen, Fernwärme





aus Erneuerbaren und andere klimaschonende Technologien miteinbezogen; nicht berücksichtigt sind darin Solaranlagen für Warmwasserbereitung, welche im Berichtsformat separat abgefragt werden.[28]

Thermische Sanierungen, auf denen bislang auch durch die vorherrschenden Fördersysteme bedingt, der nationale Fokus lag, werden daher langfristig nicht ausreichen, um sämtliche CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale im Gebäudesektor zu nutzen. Hohe Investitionen sowie eine lange Sanierungsdauer müssen zudem häufig in Kauf genommen werden, wobei Anreize für Eigentümer und Mieter privater und gewerblicher Immobilien fehlen, um die entsprechenden Technologien schnell in die breite Fläche zu bringen und einen Paradigmenwechsel hin zu energetischen (Sanierungs-)Konzepten zu unterstützen.

### *Digitalisierung und Gebäudeautomation*

Der bestehende sowie zukünftige Gebäudebereich ist daher trotz der bereits umgesetzten Bemühungen weit **davon entfernt, „klimaneutral“ zu sein**. Er birgt erhebliche Potenziale und positive Effekte, da energetische Sanierungsmaßnahmen die Wohnqualität verbessern, die Werterhaltung der Immobilie fördern, die Gesundheit der Bewohner erhöhen und nicht zuletzt Betriebskosten reduzieren.

Aufgrund der großen Bedeutung von Heizwärme für den Gebäude- und insbesondere den Wohngebäudesektor fokussieren sich wie auch schon in vorherigen Kapiteln erläutert, die meisten klimapolitischen Maßnahmen sowie regulatorischen Maßnahmen auf die Senkung des Wärmebedarfs von Gebäuden sowie die Dekarbonisierung der Energieträger. Dies ist zu einem gewissen Maß nachvollziehbar, da in diesem Bereich großes Potenzial für die Senkung des Energiebedarfs liegt. Zudem gilt der Energieeffizienzbereich im Gebäudesektor als stark wachsender Zukunftsmarkt, wobei vor allem die voranschreitende Digitalisierung und Gebäudeautomation erhebliche Potenziale mit sich bringen. Zudem ist der Stromverbrauch aufgrund legislativer Vorgaben z.B. Effizienz bei Elektrogeräten sowie dem Einsatz effizienter Beleuchtungsmaterialien seit Jahren rückläufig. Dies wird sich jedoch ändern, da sich thermische Lasten im Gebäudesektor tendenziell Richtung elektrischer Lasten verschieben z.B. durch den Einsatz von Wärmepumpen als Ersatz fossiler Wärmeversorger, es aufgrund gesteigerten Komforts hinsichtlich Raumkühlung sowie den vermehrten Einsatz von Elektromobilität zu einem erhöhten Strombedarf kommen wird. Im Sektor der Nichtwohngebäude, speziell bei industriellen Anwendungen resultiert die Strategie zur Reduktion fossiler Energieträger ebenfalls in einem Wechsel der Energieversorgung auf grundsätzlich andere Energieträger wie beispielsweise Wasserstoff, da sich hoher Strombedarf und -dichten lokal oder regional nicht immer über erneuerbare Energiequellen decken lassen.





## EXKURS 2226 Lustenau, Referenzgebäude als Beispiel eines „Low-Tech Gebäudes“ für Büro und Verwaltung

Moderne Gebäude wie das 2226 Lustenau als Firmensitz von Baumschlager Eberle Architekten benötigen zwar immer weniger Energie, der dafür nötige Aufwand in Unterhalt und Wartung wird jedoch immer höher. Zielsetzung bei diesem Anwendungsbeispiel als Leuchtturmprojekt war der weitgehende Verzicht auf Technik trotz minimalem Einsatz von Gebäudeautomation. Im Gebäude herrschen konstant zwischen 22 und 26 Grad wobei auf eine herkömmliche Heizung verzichtet wurde. Als Wärmequellen im Haus dienen nur jene, die sowieso anwesend sind, darunter die Nutzer sowie die Beleuchtung und das elektrische Equipment wie Rechner, Kopierer und Kaffeemaschinen. Im Winter sorgt daher die Abwärme aller Wärmequellen für eine angenehme Raumtemperatur. Innen angeschlagene, sensorisch gesteuerte Lüftungsflügel der Fenster öffnen sich automatisch, sobald der CO<sub>2</sub>-Anteil oder die Temperatur im Raum steigt, was zu einem angenehmen Raumklima führt. Bei sommerlicher Hitze öffnen sich die Fensterflügel nachts, um das 2226 mit natürlicher Zugluft zu kühlen wobei sich die Sensoren des Klimasystems und die Lüftungsflügel individuell von Hand oder automatisiert bedienen lassen. Für die notwendige Temperaturstabilität des Gebäudes sorgt die thermische Masse aus 38cm isolierendem Ziegelmauerwerk sowie innen- und außenliegendem glattem Kalkputz. [29]



Abbildung 3 2226 Lustenau, Quelle: Baumschlager Eberle Architekten, 2022

## EXKURS Liftschachtrauchung als gebäudeautomatisierte Effizienzmaßnahme

Um den Brandschutz bei Lifanlagen in Österreich zu gewährleisten, wird die Mehrheit der Liftschächte im mehrgeschossigen Wohnbau dauerhaft belüftet. Dies bedeutet einen dauerhaften, erheblichen Wärmeverlust der Gebäude. Moderne Liftschachtrauchungssysteme detektieren automatisch und





zuverlässig Rauch im Schacht. Diese Systeme arbeiten mit einer geschlossenen Rauchabzugsöffnung, die mittels automatisierter Detektion bei Bedarf CO<sub>2</sub>-, temperatur- oder luftfeuchtigkeitsgesteuert durch Melder oder manuelle Auslösung geöffnet werden. Dadurch wird die Öffnung nur im Bedarfsfall, entweder zur Lüftung oder zum Rauchabzug betätigt, wodurch sich unnötige Energie- und Wärmeverluste vermeiden lassen.

Künftig ist aufgrund effizienterer Gebäude im Passivhaus- bzw. Niedrigenergiehausstandard im Neubau sowie durch den vermehrten Einsatz erneuerbarer Technologien in der Sanierung bzw. der Ersatz fossiler Mobilität Richtung Elektromobilität eine Verschiebung des thermischen Endenergiebedarfs in Richtung elektrischen Endenergiebedarf zu erwarten. Diese Tatsache macht es notwendig, regulative Grundlagen sowie ökonomische Anreizsysteme hinsichtlich energetischer Maßnahmen vor allem im Sanierungsmarkt zu schaffen, um die Gesamteffizienz im Gebäudesektor zu erhöhen, damit CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale zu erzielen und gesetzte legislative Zielsetzungen zu erreichen.

### EXKURS Energy Performance Classification Tool (EPC)

Das Energy Performance Classification Tool (EPC) basiert auf der EN 15232, die den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz von Gebäuden beschreibt.

Das Tool bewertet die Energieeffizienz der Gebäudeautomation auf Basis der zu regelnden HLK-Anlagen. Dazu werden der Gebäudetyp, die Anlagentypen und die Art der Gebäudeautomation flexibel in der Bewertung ausgewählt und im Anschluss die Effizienzklasse der existierenden Gebäudeautomation bestimmt. Zur Bewertung der Regelung gehören folgende Funktionen, darunter Heizung, Trinkwassererwärmung, Kühlung, Lüftung und Klima, Beleuchtung, Sonnenschutzeinrichtungen und Gebäudemanagement. Den jeweiligen Anlagenfunktionen sind die Effizienzklassen A bis D zugeordnet.

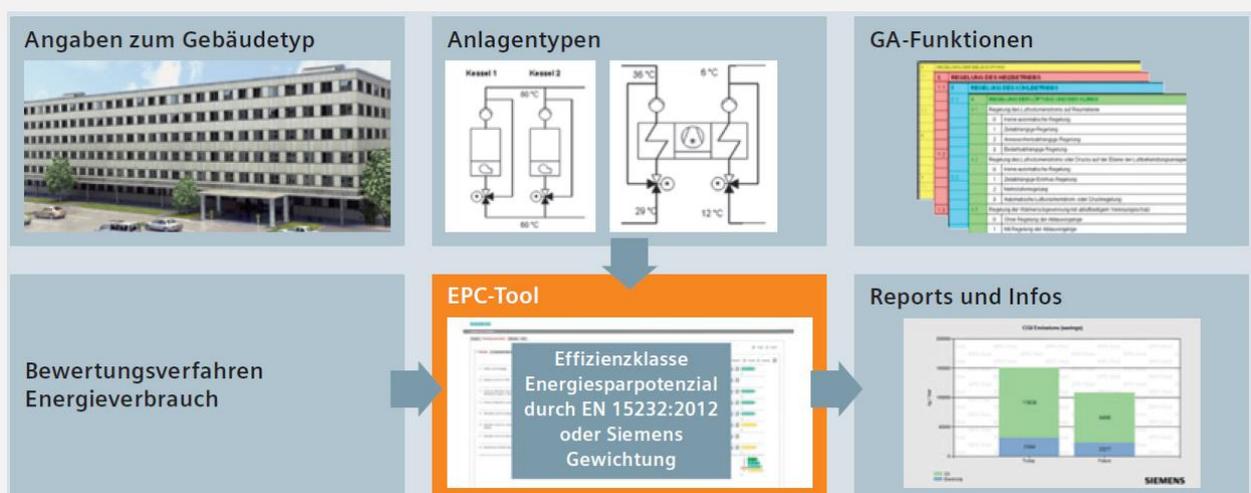


Abbildung 4 Arbeitsablauf des EPC-Tools, Quelle: Siemens Schweiz AG, 2022 Durch die Auswahl der erforderlichen Funktionen ergibt sich die resultierende Effizienzklasse der Gebäudeautomation (GA). Durch das Faktorverfahren werden die Auswirkungen der ausgewählten Funktionen auf Wohn- und Nichtwohngebäude abgeschätzt. Daraus lassen sich die Energie-, Kosten- und CO<sub>2</sub>-Reduktionen in Bezug





auf eine geplante Verbesserung ableiten. Zusätzlich können die Amortisationszeit und der Barwert bzw. Kapitalwert der Investition berechnet werden.[30]

Laut der Studie „Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken“ [31] des deutschen Digitalverbands Bitkom, ergeben sich durch den vermehrten Einsatz digitaler Technologien in Deutschland Einsparungen bis 2030 von 14,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>, was knapp einem Drittel der im deutschen Klimaschutzgesetz formulierten Reduktionsziele von 51 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> für den Gebäudesektor entspricht und für Österreich vergleichbar ist. Laut Studie fallen mehr als 90 Prozent des Energieverbrauchs im Gebäudesektor in Deutschland für Heizung und Warmwassererzeugung an, wodurch es nötig wird, diese automatisiert zu steuern. Aufgrund der klimatischen Veränderungen bedingt durch den Temperaturanstieg sowie gesteigerte Komfortbedürfnisse der NutzerInnen wird eine automatisierte Steuerung von Kühlung und Beleuchtung, die nach dem gleichen Prinzip bedarfsgerecht und in Zusammenspiel mit anderen Teilen der Gebäudetechnik wie beispielsweise Rollläden funktioniert, weiter an Relevanz gewinnen, um CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale zu nutzen. Ein zusätzlicher künftiger Schwerpunkt ist die intelligente Sektorenkopplung und vermehrte Flexibilität mittels Digitalisierung, die das eigene Energieangebot, Bedarf und dezentraler Erzeugung, von Gebäuden mit verschiedenen Speichermöglichkeiten sicht- sowie nutzbar macht was auch in Österreich vermehrt an Relevanz gewinnt.

#### **EXKURS Das Aktiv-Stadthaus Frankfurt**

In dem achtgeschossigen, 27 Meter hohen, rund 160 Meter langen Gebäude verteilen sich 74 Wohnungen auf 6.444 qm Wohnfläche, alle größtenteils barrierefrei und dem Konzept der Energieeffizienz entsprechend ausgestattet. Das Gebäude ist als Plusenergiegebäude hauptsächlich mit elektrischen Lasten konzipiert und erzeugt mehr Energie für Heizung, Warmwasser, Haushalt und Aufzug, als seine Nutzer tatsächlich verbrauchen. Im Versorgungskonzept ist die Partizipation der NutzerInnen integriert, die mittels intelligentem Touchpad-Display den Bedarf steuern können und so einerseits jederzeit über den eigenen Energieverbrauch informiert sind, andererseits das eigene Konsumverhalten vergleichen und damit beeinträchtigen können. Über die Gebäudeautomation lassen sich so in Echtzeit wohnungsweise Verbrauchsdaten erfassen, einzelne Geräte und Raumtemperaturen steuern sowie elektrische Verbraucher gezielt zu oder abschalten.

Im Detail kombiniert das Aktiv-Stadthaus die passive Energieeinsparung auf Basis einer hoch wärmegeämmten Gebäudehülle mit aktiver Energiegewinnung. Die auf dem Dach und an der Fassade angebrachten Hocheffizienzmodule erzeugen Strom, der in einem Stromspeicher aus Batterietypus Lithium-Eisen-Phosphat mit einer Speichergröße von 250kWh gespeichert wird und damit nachts genutzt werden kann. Dadurch wird eine unterbrechungsfreie Stromversorgung gefördert, wobei der Eigenverbrauch des PV-Stroms um 15 bis 30 Prozent erhöht wird. Mit einem Abwasserwärmetauscher wird die Wärme aus dem Abwasser genutzt, um das Gebäude zu beheizen. [32]





Abbildung 5 Das Aktiv-Stadthaus Frankfurt, Quelle: ABG FRANKFURT HOLDING GMBH 2022

Somit wird klar, dass Systeme, die darauf ausgelegt sind, Energie in Gebäuden effizient zu nutzen und den Verbrauch zu optimieren, d.h. ein Energiemanagement in Verbindung mit Gebäudeautomation bieten, bei innovativen Gebäuden künftig vorrangig zur Anwendung kommen. Durch das Potenzial, mittels Technologien in Verbindung mit Softwareanwendungen Gebäude automatisch steuern, regeln, optimieren und überwachen zu können, wird eine Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang des gesamten Gebäudelebenszyklus erreicht.

IKT (Informations- und Kommunikationstechnik) -basierte Dienste verbessern in diesem Zusammenhang die Systemintegration verschiedener Anwendungen und Anlagen und ermöglichen dadurch einen netzdienlichen und wirtschaftlichen Betrieb. Im Smart Home Bereich werden mittels Visualisierungen des Energieverbrauchs, intelligenter Steuerung von Geräten und Anlagen sowie verursachungsgerechten Verbrauchs- und Erzeugungszuordnungen weitere Energieeffizienzpotenziale ausgeschöpft. Erwähnt werden muss jedoch, dass aufgrund des günstigeren Verhältnisses zwischen den Aufwendungen für Mess- und Steuereinrichtungen zu möglichen Einsparungen aus Last- und Energieverschiebungspotenzialen die Potenziale bei größeren Anlagen bei Nichtwohngebäuden oder Mehrfamilienhäusern günstiger einzustufen sind als diejenigen von Ein- und Zweifamilienhäusern, auch wenn der Ein- und Zweifamilienhaussektor aufgrund der erheblich größeren Anzahl insgesamt ein größeres Last- und Energieverschiebungspotenzial aufweist. Die Sektorkopplung, und im Speziellen die Interaktion zwischen Gebäuden und dem Stromsektor nimmt künftig eine Schlüsselrolle ein. Durch diesen Ansatz wird der Ausbau erneuerbarer Energien, bei gleichzeitiger Reduktion der systemischen Kosten im Stromsektor, unterstützt.

Im Bereich des vermehrten Einsatzes erneuerbarer Energietechnologien im Gebäude- und Industriesektor werden Eigenverbrauchssteigerung von mindestens 10-15% durch intelligente Regelungen abhängig von den zugrunde liegenden elektrischen Last- und Nutzerprofilen sowie von mehr als 20% mittels Speichertechnologien erreicht, wodurch sich der Primärenergiebedarf senkt. Die einzelwirtschaftlichen Kosten variieren abhängig von der Technologie, wobei der produzierte PV-Strom in Österreich mittlerweile





günstiger ist als herkömmlicher fossil produzierter Strom. In den kommenden Jahren ist aufgrund von Ressourcenknappheit und verschärfter legislativer Vorgaben von weiter steigenden Strompreisen auszugehen, was die Rentabilität für die Eigenverbrauchsoptimierung in Verbindung mit intelligenter Last- und Bedarfssteuerung weiter erhöht.

Hinsichtlich der Steigerung der Energieeffizienz durch Transparenz und Steuerung des Energiebedarfs und der Energienutzung gibt es mittlerweile eine Vielfalt an Produkten und Systemen auf dem österreichischen Markt mit steigender Tendenz. Aufgrund technologischer Weiterentwicklungen werden zunehmend preiswertere Angebote mit Beitrag zu steigenden Energieeinsparungen, d.h. Smart Home Technologien für verschiedene Investoren- und Nutzergruppen immer interessanter. Konkrete Anwendungsfälle sind in diesen Bereich das manuelle oder automatisierte Steuern von Komponenten wie beispielsweise einer Wärmepumpe oder Beleuchtung bzw. Verschattung durch Sensorik, die über die Messung von Bewegungen, Geräuschen, Licht und Temperatur Signale zur automatisierten Steuerung auslösen. Künftig werden selbstlernende Systeme zur automatischen Steuerung vermehrt Anwendung finden z.B. als intelligente Einzelraumregelung, die aufgrund der Heizkurve und des erlernten Nutzerverhaltens sowie dem erwarteten thermischen oder elektrischen Bedarf selbstständig zwischen Komfort- und Spartemperatur wechseln. Um vermehrte Transparenz zu gewährleisten sowie Effizienz- und Einsparungspotenziale sichtbar zu machen, sind Daten in Echtzeit notwendig, die über ein entsprechendes Monitoring der Energieverbräuche, einen ständigen Vergleich zu den Vorjahresverbräuchen zulassen und somit Informationen über Möglichkeiten zur Energieverbrauchsreduktion bieten. Eine intelligente Haustechnik in sämtlichen Gebäudesektoren bietet daher die Optimierungsmöglichkeiten hinsichtlich Technologieeinsatz sowie Erzeugung/Verbrauch und bietet Potenzial zum Entwickeln neuer Geschäftsmodelle.

#### **EXKURS Forschungsprojekt „SMART CAMPUS Entwicklung eines multiplizierbaren Nutzereinbindungskonzeptes anhand des Smart Campus der Wien Energie Stromnetz GmbH“**

Im Forschungsprojekt Smart Campus wurde im Zuge eines Neubaus der Ansatz verfolgt, „smarte Gebäudetechnologien“ zu nutzen und dadurch Energieeffizienz- und Klimaschutzziele umzusetzen. Im Zuge des Projekts wurde daher der Betrieb eines Smart Grids forciert, das mit dezentralen Einspeisern, intelligenter Lastverteilung und Informationen von EndverbraucherInnen, die über ein Smart Meter verfügen, ausgestattet ist. Diese Maßnahmen verringern die Betriebskosten in der Gebäudenutzung durch die aktive Einbindung der NutzerInnen des Gebäudes in Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs. Zu den im Projekt untersuchten Ausstattungen zählten:

- Sensorik: Temperatursensor, Tageslichtsensor, Wetterstation.
- Datenaufbereitung: Benötigte Information soll innerhalb der Gebäudeautomatisierung aufbereitet werden.
- Steuerungsparameter: Temperatur (Heizung, Kühlung), zu öffnende Fenster, Sonnenschutz.
- Informationsaustausch: über das Feldbussystem der GLT
- Erweiterungsstufen zusätzliche Anforderungen an die Sensorik durch einen Präsenzmelder und/oder Fensterkontakte

Als Ergebnis des Forschungsprojekts wurden für die einzelnen Ausstattungsvarianten ökonomische Parameter wie Investitions-, Wartungs- und Instandhaltungskosten, die Lebensdauern sowie der Eigenenergieverbrauch der einzelnen Technologien erhoben. Mit diesen gesammelten Inputparametern konnte mittels Lebenszykluskostenanalyse ein wirtschaftlicher Vergleich der unterschiedlichen Ausstattungsvarianten durchgeführt werden. Das Ergebnis zeigte, dass sich die wesentlich teurere Vollausrüstung inkl. Feedback durch ein energieeffizienteres Verhalten innerhalb des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren in jedem Fall amortisiert. [33]





Mittels intelligenter Systeme sowie Komponenten wird es künftig notwendig, eine Steuerung der Betriebsdaten in Echtzeit zu forcieren und zu nutzen, um einerseits Transparenz zu gewährleisten sowie Effizienz- sowie Einsparungspotenziale sichtbar zu machen. Dies wird durch den verstärkten Einsatz von Gebäudeautomation ermöglicht.





### 3. POTENZIALE FÜR CO<sub>2</sub> EINSPARUNGEN IN DER SANIERUNG DES ÖSTERREICHISCHEN GEBÄUDESEKTORS

Gebäude durchlaufen einen Lebenszyklus wobei wesentliche Bauteile einem Renovierungszyklus unterliegen und somit in der Sanierung langfristig CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale freisetzen. Für die gesamte Gebäudehülle wird beispielsweise von einer Lebensdauer von 40-50 Jahren ausgegangen, bei Heizungsanlagen basierend auf fossilen Energieträgern von durchschnittlich 25 Jahren. Unter thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen werden daher Erhaltungs- und Verbesserungsmaßnahmen verstanden, die im Unterschied zu rein thermischen Sanierungsmaßnahmen, die generell den Heizwärmebedarf senken, den elektrischen sowie thermischen Energiebedarf eines Gebäudes reduzieren und damit zu einer Steigerung der Gesamtenergieeffizienz beitragen.

#### EXKURS ÖNORM EN ISO 52120

Basis zur Erhebung energetischer Sanierungspotenziale bildet die europäische Norm ÖNORM EN ISO 52120 Teil 1 als Teil des EPB-Normpakets. Generell gilt, dass mit steigendem Umfang der Regelung und dem Automationsgrad auch eine höhere Gesamtenergieeffizienz erreicht wird.

Die Norm EN ISO 52120 definiert und beschreibt daher eine Bewertungssystematik, mit der die Auswirkungen von Gebäudeautomationssystemen auf die Gebäudeenergieeffizienz abgeschätzt werden können. Darin werden als wichtige Teilbereiche unter anderem Beleuchtung, Lüftung und Heizung betrachtet. Für diese Teilbereiche sind konkret technische Anforderungen benannt, um die definierten Effizienzklassen eines Gebäudes zu erreichen. Durch diese Norm wird daher folgendes festgelegt:

- strukturierte Liste von Funktionen der Gebäudeautomation und des technischen Gebäudemanagements, die zur Energieeffizienz von Gebäuden beitragen und Funktionen der Gebäudeautomation (GA) kategorisieren
- Verfahren zur Festlegung der Mindestanforderungen oder Spezifikationen hinsichtlich der Funktionen der Gebäudeautomation und des technischen Gebäudemanagements
- faktorbasiertes Verfahren für eine erste Abschätzung des Einflusses dieser Funktionen auf typische Gebäudetypen und Nutzungsprofile
- ausführliches Verfahren zur Bewertung des Einflusses dieser Funktionen auf ein bestimmtes Gebäude

Aus nachfolgender Abbildung sind die Unterschiede der beiden Verfahren ersichtlich.

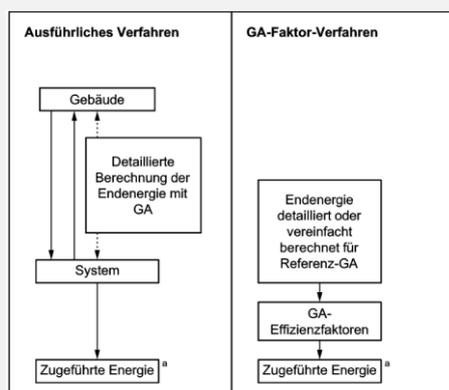


Abbildung 6 Anwendung des ausführlichen Verfahrens im Vergleich zum vereinfachten GA-Faktor-Verfahren, Quelle: EN ISO 52120, 2022





Die vereinfachte Methode ersetzt keine präzisen Berechnungen, bietet aber einen guten Überblick, was von einer Aktualisierung des Regelungssystems zu erwarten ist; sie ermöglicht dem Benutzer und dem Gebäudeeigentümer, den vorliegenden Grad der Regelungseffizienz zu bewerten.

Zur Bewertung sind in der Norm vier Effizienzklassen für Wohn- und Nichtwohngebäude definiert. Klasse C dient als Referenz, die höchste beschriebene GA-Effizienzkategorie wird mit einer Gebäudeautomation der Klasse A erreicht.

Im Detail sind die Einzelklassen lt. Norm folgendermaßen beschrieben:

- Klasse D entspricht GA-Systemen, die nicht energieeffizient sind. Gebäude mit derartigen Systemen sind zu modernisieren. Neue Gebäude dürfen nicht mit derartigen Systemen gebaut werden.
- Klasse C entspricht Standard-GA-Systemen.
- Klasse B entspricht erweiterten GA-Systemen und einigen speziellen technischen Gebäudemanagements (TGM)-Funktionen.
- Klasse A entspricht hoch energieeffizienten GA-Systemen und TGM-Funktionen.

Die Berechnung der einzelnen Effizienzklassen erfolgt durch vier Effizienzfaktoren, darunter für

- die thermische Energie für Raumheizung und -kühlung
- den thermischen Nutzwärmebedarf für die Trinkwassererwärmung sowie für
- die Elektroenergie für Lüftung, Beleuchtung und Hilfsgeräte [34]
- Thermische Energie für Raumheizung und -kühlung

In der ÖNORM EN ISO 52120 wurden folgende allgemeine Funktionen für die Regelung der Heizung und Kühlung definiert, die die Klassifizierung des Gebäudes vorgeben. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt.

Tabelle 6 Definition der Klassen für Heizung und Kühlung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1, Quelle: ÖNORM EN ISO 52120-1, 2022

Regelung des Heizungsbetriebs				
	D	C	B	A
Keine Automation		Einzelraumregelung	mit Kommunikation	präsenzabhängig
		Zentrale automatische Regelung (TABS)	erweiterte zentrale automatische Regelung	intermittierendem Betrieb und/oder Raumtemperatur-Rückführregelung
		Witterungsgeführte Regelung der Warmwassertemperatur im Verteilungsnetz (Vor- oder Rücklauf)	Bedarfsabhängige Regelung	
		Zweipunktregelung der Umwälzpumpen im Netz	Mehrstufenregelung	Regelung der variablen Pumpendrehzahl (intern / externes Signal)
		Hydraulischer Abgleich statisch je Emitter, ohne / mit Gruppenabgleich	Abgleich statisch je Emitter und Gruppenabgleich dynamisch	Abgleich dynamisch je Emitter
		Automatische Regelung der Übergabe und/oder der Verteilung bei intermittierendem Betrieb mit feststehendem Zeitprogramm	mit gleitendem Schalten	mit Bedarfsbeurteilung
Keine Automation		Von der Außentemperatur abhängige variable Temperaturregelung des Wärmeerzeugers	Von der Last abhängige variable Temperaturregelung	
		Von der Außentemperatur abhängige variable Temperaturregelung der Wärmepumpe	Von der Last abhängige variable Temperaturregelung	
		variable / Mehrstufenregelung des Wärmeerzeugers (Außengerät)		
		Regelung nach feststehender Prioritätenliste der Wärmeerzeuger	nach dynamischer Prioritätenliste	nach auf Voraussagen beruhender dynamischer Prioritätenliste
	2-Sensoren-Speicherladung		Betrieb mit auf vorausbestimmten Lasten beruhender Speicherung	

Lt. ÖNORM EN ISO 52120 bestehen nachfolgende Effizienzsteigerungspotenziale für Heizung und Kühlung im Bereich Einfamilienhaus, mehrgeschossiger Wohnbau sowie Nichtwohngebäude.





Tabelle 7 Effizienzsteigerung (+) sowie Effizienzverlust (-) in den einzelnen Gebäudekategorien nach EN ISO 52120, Quelle: EN ISO 52120

	D	C (Referenz)	B	A
EFH / MWB	- 9%	1	+12%	+19%
NWG (gemittelt)	- 30%	1	+20%	+37%

Aus der oberen Tabelle ist ersichtlich, dass sich beispielsweise im Sektor Einfamilienhaus die Effizienz durch den Einsatz von Gebäudeautomation nach aktuellem Stand der Technik im Bereich der Heizung und Kühlung um fast 30% im Vergleich zu Gebäuden ohne jegliche Gebäudeautomation erhöht.

- Thermischer Nutzwärmebedarf für die Trinkwassererwärmung

In der ÖNORM EN ISO 52120 wurden folgende allgemeine Funktionen für die Regelung der Trinkwassererwärmung definiert, die die Klassifizierung des Gebäudes vorgeben. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt.

Tabelle 8 Definition der Klassen für die Regelung der Trinkwassererwärmung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1, Quelle: ÖNORM EN ISO 52120-1, 2022

Regelung der Trinkwassererwärmung			
D	C	B	A
Keine Automation	Regelung der Speicherbeladung des Trinkwarmwasserspeichers mit elektrischer Direktheizung oder integrierter elektrischer Wärmepumpe - Automatische Zweipunktregelung und geplante Ladefreigabe		und Multisensor-Speichermanagement
	Regelung der Speicherbeladung des Trinkwarmwasserspeichers durch Wärmeerzeuger- Automatische Zweipunktregelung und geplante Ladefreigabe		und bedarfs-orientierte Regelung der Vorlauf- oder Rücklauf-temperatur oder Multisensor-Speichermanagement
	Automatische Regelung der Speicherbeladung mittels Sonnenenergie (Prio. 1) und der ergänzenden Speicherbeladung (Prio. 2)		sowie der bedarfsabhängigen Vorlauf-temperatur oder des Multisensor-Speichermanagements
	Regelung der Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe mit Zeitprogramm		

Lt. ÖNORM EN ISO 52120 bestehen nachfolgende Effizienzsteigerungspotenziale für die Trinkwassererwärmung im Bereich Einfamilienhaus, Mehrgeschossiger Wohnbau sowie Nichtwohngebäude.

Tabelle 9 Effizienzsteigerung (+) sowie Effizienzverlust (-) in den einzelnen Gebäudekategorien nach EN ISO 52120, Quelle: EN ISO 52120

	D	C (Referenz)	B	A
EFH / MWB / NWG	- 11%	1	+10%	+20%

Aus der oberen Tabelle ist ersichtlich, dass sich in den Sektoren Einfamilienhaus, mehrgeschößiger Wohnbau sowie Nichtwohngebäude die Effizienz durch den Einsatz von Gebäudeautomation nach aktuellem Stand der Technik im Bereich der Trinkwassererwärmung um über 30% im Vergleich zu Gebäuden ohne jegliche Gebäudeautomation erhöht.

- Elektroenergie für Lüftung, Beleuchtung und Hilfsgeräte

In der ÖNORM EN ISO 52120 wurden folgende allgemeinen Funktionen für die Regelung der Lüftung und Beleuchtung definiert, die die Klassifizierung des Gebäudes vorgeben. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt.





Tabelle 10 Definition der Klassen für die Regelung der Lüftung und Beleuchtung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1, Quelle: ÖNORM EN ISO 52120-1, 2022

Regelung der Beleuchtung			
D	C	B	A
Keine Automation	Manuell zu betätigender Ein-/Aus-Schalter zur Regelung entsprechend der Belegung	sowie zusätzliches automatisches Ausschaltsignal	Automatische Erkennung (automatisches / manuelles Einschalten)
	Regelung der Lichtintensität/des Tageslichteinfalls automatisch / manuell (zentral, je Raum/Zone)		automatisches Dimmen

Lt. ÖNORM EN ISO 52120 bestehen nachfolgende Effizienzsteigerungspotenziale für die Regelung der Lüftung und Beleuchtung im Bereich Einfamilienhaus, mehrgeschossiger Wohnbau sowie Nichtwohngebäude. [34]

Tabelle 11 Effizienzsteigerung (+) sowie Effizienzverlust (-) in den einzelnen Gebäudekategorien nach EN ISO 52120, Quelle: EN ISO 52120

	D	C (Referenz)	B	A
EFH / MWB	- 11%	1	+10%	+20%
NWG (gemittelt)	- 11%	1	+12%	+14%

Aus der oberen Tabelle ist ersichtlich, dass sich beispielsweise bei einem Einfamilienhaus mittels Einsatzes von Gebäudeautomation nach aktuellem Stand der Technik im Bereich Lüftung und Beleuchtung die Effizienz um über 30% im Vergleich zu Gebäuden ohne jegliche Gebäudeautomation erhöht.

Moderne Gebäudeautomationssysteme enthalten alle Funktionen, die für die Erzielung einer Klasse-A-Bewertung für das Gebäude erforderlich sind. Die Tabellen zeigen die Potenziale der Sanierung und Aktualisierung von Systemen in bestehenden Gebäuden und die Vorteile in neuen Gebäuden.

### 3.1 Methodische Vorgehensweise und Szenariendefinition zur Erhebung von energetischen CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzialen im Gebäudesektor

#### 3.1.1 Methodische Vorgehensweise

Für die Ermittlung der gesamten energetischen CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale im Gebäudesektor ist es notwendig, die Wirkungsweise verschiedener Technologien auf die vorhandenen Gebäudetypen und Baualterklassen zu beziehen. Als Datengrundlagen dienen die von der Statistik Austria erhobenen Daten zum Gebäudebestand in Österreich, die in Verbindung mit den im EU-Projekt TABULAR entwickelten, durchschnittlichen Energieverbräuchen im Wärmebereich, die näherungsweise einen durchschnittlichen realen Verbrauch widerspiegeln. Rechtliche Basis für die Szenarientwicklung stellen die nationalen Zielsetzungen und Vorgaben dar. Zudem werden Empfehlungen technischer Richtlinien, z.B. der OIB6 Richtlinie berücksichtigt. Eine Anwendung der unterschiedlichen Technologien erfolgt anhand der Effizienzklassen der Gebäudeautomation nach der DIN EN ISO 52120. Die Einsatzfelder der Gebäudeautomation werden auf die Sektoren Wärme (Raumheizung und Trinkwarmwasser) sowie Beleuchtung evaluiert.

Die Einsparungen werden dabei nach einem Bottom-up Ansatz anhand definierter Szenarien auf einen Teil des Gebäudebestands in Österreich skaliert, um die Höhe der österreichweiten CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale zu





bestimmen. Im Detail betrachtet werden die Sektoren Wohnbaugebäude, darunter der Einfamilienhaussektor (EFH) inklusive Reihenhäuser (RH) sowie der mehrgeschossige Wohnbau (MWB). Nicht betrachtet werden in dieser Evaluierung die Sektoren Dienstleistung sowie Industrie.

Basis zur Erhebung der CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale stellen die Datensätze nach Einsatz aller Energieträger in Haushalten nach Verwendungszweck der Statistik Austria dar. Die bestehenden Daten daraus wurden gemittelt in Betracht gezogen.

Zur Evaluierung der Substitution dieselbetriebener Fahrzeuge wurden Daten zum CO<sub>2</sub>-Äquivalent aus dem Umweltbundesamt verwendet.

### 3.1.2 Erhebungen zum Gebäudebestand

Zur Erhebung der Anzahl von Gebäuden bzw. zur gesamten Wohnnutzfläche bis zum Baujahr 2020 wurden detaillierte Daten aus der Gebäude- und Wohnungszählung der Statistik Austria übernommen.

In nachfolgender Tabelle sind die Daten zum Gebäudebestand in den Sektoren Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau zusammengefasst.

Tabelle 12 Wohnfläche sowie Anzahl der Wohngebäude nach Statistik Austria, eigene Abbildung, 2022

Bauperiode			EFH	RH	MFH	MWB
	von	bis	235.723	36.025		15.228
I		1918	30.583.052	14.145.992		16.932.198
II	1919	1944	129.086	18.550		5.026
III	1945	1960	14.350.764	6.161.368		4.318.376
IV	1961	1980	194.442	19.868		7.727
V	1981	1990	22.44.091	7.001.308		7.317.536
VI	1991	2000	489.397	37.104		21.750
VII	2001	2010	65.375.704	14.739.614		28.912.454
VIII		k.A.	246.757	17.592		6.058

Die Baualtersklasse 1991–2000 ist aufgrund einer Lücke in der Datenerfassung leicht unterrepräsentiert, wobei diese Fälle in der Baualtersklasse "k.A." enthalten sind.

Aus den Daten ist klar ersichtlich, dass drei Viertel aller Gebäude Österreichs in der Kategorie Einfamilienhaus (EFH) enthalten sind. Die Kategorie Reihenhäuser (RH) wird in der Gebäude- und Wohnungszählung der Statistik Austria nicht getrennt angeführt, wodurch die Kategorien gemeinsam bewertet wurden.

### 3.1.3 Energetische Annahmen zum Gebäudesektor

#### Heizwärmebedarf im EFH Sektor sowie MFH/MWB

Im Zuge der Bewertung der CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale in den Sektoren EFH sowie MWB wurden bestehende durchschnittliche Ergebnisse aus dem Projekt TABULA übernommen. Basisdaten sind im Kapitel 2.2.2 Energetische Kennwerte im Gebäudebestand Exkurs TABULA zu entnehmen. Aus diesen wurde je ein Szenario zum minimalen Heizwärmebedarf (HWBmin) sowie maximalen Heizwärmebedarf (HWBmax) berücksichtigt.

Berechnungsbasis hierfür stellen die Mindestanforderungen der OIB-RL6 dar (siehe Kapitel 2.2.1 Normative Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden)





Zur Berechnung des bestehenden Heizungsanteils am Endenergiebedarf wurden gemittelte Wirkungsgrade für eine Heizungsanlage definiert. Diese können nach Bauperioden der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 13 Wirkungsgrade Heizung nach Bauperiode für EFH sowie MFH/MWB, eigene Annahme, 2022

Bauperiode	I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20
Wirkungsgrad [%]	75	75	75	75	75	80	80

Die CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden mittels Konversionsfaktoren in gCO<sub>2</sub>/kWh aus dem öffentlichen Datensatz der Statistik Austria zum Einsatz nach Nutzenergiekategorien [36] berechnet.

### Elektrischer Bedarf für die Beleuchtung

Basis für die Berechnung des elektrischen Beleuchtungsbedarf waren die Daten der Statistik Austria, Einsatz nach Nutzenergiekategorien, gemittelt über die Jahre 1990 bis zum Jahr 2020. Die CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurde mittels Konversionsfaktoren in gCO<sub>2</sub>/kWh aus dem öffentlichen Datensatz der Statistik Austria zum Einsatz nach Nutzenergiekategorien [36] berechnet.

### Trinkwasserbedarf

Basis für die Berechnung des thermischen Trinkwasserbedarfs waren die Daten der Statistik Austria, Einsatz nach Nutzenergiekategorien, gemittelt über die Jahre 1990 bis zum Jahr 2020.

Die CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurde mittels Konversionsfaktoren in gCO<sub>2</sub>/kWh aus dem öffentlichen Datensatz der Statistik Austria zum Einsatz nach Nutzenergiekategorien [36] berechnet.

### 3.1.4 Energetische Annahmen zur Substitution dieselbetriebener Fahrzeuge

Zur Berechnung der Substitution dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund der CO<sub>2</sub> Einsparungen bei Sanierungen inklusive Gebäudeautomation wurden nachfolgende Annahmen getroffen.

Tabelle 14 energetische Annahmen zur Substitution dieselbetriebener Fahrzeuge, Quelle: eigene Annahme, 2022

spezifischer Verbrauch	7	l/100 km
Annahme gefahrene km pro Jahr	15.000,00	km/a
Verbrauch	1.050,00	l Diesel
Spezifische Emissionen	3,09	kg/l
CO <sub>2</sub> -Emission	3.244,50	kg-Co2
Emissionen pro Auto	0,0032445	ktCO2

## 3.2 Szenariendefinition zur Erhebung der energetischen CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale

In der Potenzialanalyse werden Szenarien zur Erhebung des CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzials basierend auf den aktuellen bzw. künftigen Sanierungsraten betrachtet. Aufgrund des Lebenszyklus eines Gebäudes sowie der verbauten Technik wird der gesamte österreichische Gebäudebestand in den Sektoren EFH sowie MWB ab 1945 betrachtet.

### 3.2.1 Definition der Sanierungsraten

Aufgrund der bestehenden durchschnittlichen Sanierungsraten sowie legislativer Zielsetzungen wurden 3 Szenarien mit folgenden Sanierungsraten definiert:





- 0,8%ige Sanierungsrate
- 3%ige Sanierungsrate
- 5%ige Sanierungsrate

Eine Sanierungsrate von 0,8% stellt die momentan reale Sanierungsrate im Gebäudesektor als Basis dar.

Eine jährliche Sanierungsrate von 3% würde mehr als eine Verdoppelung des heutigen Niveaus bedeuten und eine Erreichung der legislativen Vorgaben It. #Mission 2030 bedeuten.

Eine Sanierungsrate von 5% repräsentiert ein optimistisches Szenarium unter der Prämisse eines günstigen legislativen Rahmens.

### 3.2.2 Energetische Annahmen nach der Sanierung im Gebäudesektor

#### Heizwärmebedarf im EFH Sektor sowie MFH/MWB

Im Zuge der Sanierungsszenarien wurde angenommen, dass sich der durchschnittliche Heizwärmebedarf minimal sowie maximal aus den Basisdaten des Projekts TABULA nach der Sanierung halbiert. Eine Ausnahme stellen die Gebäude des Baujahrs VII 2000-20 dar, die bereits Passivhausstandard erzielen.

Die Annahme hierfür können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 15 Annahmen für den Heizwärmebedarf vor und nach der Sanierung basierend auf Daten aus TABULA, Quelle: eigene Annahmen, 2022

Bauperiode		I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20
<b>Charakteristische energierelevante Werte gesamte Einfamilienhaussektor</b>								
HWB min	kWh/m²a	180	200	160	145	100	80	10
<i>Annahme HWB min nach Sanierung</i>								
HWB min	kWh/m²a	90	100	80	72,5	50	40	10
HWB max	kWh/m²a	300	370	380	280	190	130	100
<i>Annahme HWB max nach Sanierung</i>								
HWB max	kWh/m²a	150	185	190	140	95	65	50
<b>Charakteristische energierelevante Werte gesamter mehrgeschossiger Wohnbau</b>								
HWB min	kWh/m²a	130	140	140	100	80	60	10
<i>Annahme HWB min nach Sanierung</i>								
HWB min	kWh/m²a	65	70	70	50	40	30	10
HWB max	kWh/m²a	230	270	270	205	140	100	80
<i>Annahme HWB max nach Sanierung</i>								
HWB max	kWh/m²a	115	135	135	102,5	70	50	40

#### Elektrischer Bedarf für die Beleuchtung

Im Zuge der Sanierungsszenarien wurde in den Sektoren EFH bzw. MWB angenommen, dass sich die Effizienz der Beleuchtung nach der Sanierung in den Bauperioden I bis 1918 bis V 1980 – 1989 um jeweils 20%, in den Bauperioden VI 1990-1999 sowie VII bis 2020 um jeweils ein Drittel erhöht.





Tabelle 16 Wirkungsgradsteigerung Beleuchtung nach Bauperiode für EFH sowie MWB, Quelle: eigene Annahme, 2022

Bauperiode	I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20
Wirkungsgradsteigerung [%]	20	20	20	20	20	33	33

### Elektrischer Bedarf für die Trinkwassererwärmung

Im Zuge der Sanierungsszenarien wurde im Sektor EFH angenommen, dass sich die Effizienz der Trinkwassererwärmung nach der Sanierung in den Bauperioden I bis 1918 bis V 1980 – 1989 um jeweils 20%, in den Bauperioden VI 1990-1999 sowie VII bis 2020 um jeweils 25% erhöht. Im Sektor MWB wurde von einer Effizienzsteigerung nach der Sanierung von jeweils 20% in den Bauperioden I bis 1918 bis V 1980 – 1989 sowie um jeweils ein Drittel in den Bauperioden VI 1990-1999 und VII bis 2020 ausgegangen.

Tabelle 17 Wirkungsgradsteigerung Trinkwassererwärmung nach Bauperiode für EFH sowie MWB, Quelle: eigene Annahme, 2022

Bauperiode	I Bis 1918	II 1919-44	III 1945-59	IV 1960-79	V 1980-89	VI 1990-99	VII 2000-20
Wirkungsgradsteigerung [%] EFH	25	25	25	25	25	20	20
Wirkungsgradsteigerung [%] MWB	20	20	20	20	20	33	33

### 3.2.3 Annahmen zur Verteilung des Gebäudebestands und Verbreitung der von Gebäudeautomation (GA) nach der Sanierung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1

Gebäudeautomation wird bereits vor allem im Nicht-Wohngebäudesektor erfolgreich für Energieeinsparungen im Gebäudebereich eingesetzt. Es wird aktuell davon ausgegangen, dass ca. 30% der Bestandsgebäude in diesem Sektor eine Gebäudeautomation aufweisen.

Im Teilsektor der Wohngebäude (EFH sowie MWB) wird dagegen von einer weitaus geringeren Verbreitung von ca. 5% ausgegangen. Dabei unterscheiden sich die Systeme in ihrem Funktionsumfang und den erzielbaren Effizienzsteigerungen, da Gebäudeautomation hauptsächlich im Bereich der Smart Home Systeme zur Anwendung kommt und daher auch nicht alle definierten Funktionen der ÖNORM DIN EN ISO 52120 unterstützt. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass nicht alle Energieeinsparungen und Emissionsminderungen gemäß der GA-Effizienzklassen der ÖNORM DIN EN ISO 52120 erzielt werden. Aktuelle Entwicklungen vor allem in Bezug auf den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien sowie Elektromobilität erfordern aufgrund der effizienteren Nutzung ein gewisses Maß an Intelligenz, Steuerung und Regelung, wodurch sich ein optimierter Betrieb einstellt.

Da die künftige Verbreitung von Gebäudeautomation von einer Vielzahl politischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Faktoren abhängt, wird für die Berechnung der nachfolgenden Szenarien eine vereinfachte Darstellung hohe Verbreitungsgrade für Gebäudeautomation im Wohn- sowie im Nicht-Wohngebäudesektor angenommen. Im Detail wurde bei der Erhebung der Einsparungspotenziale von folgenden Anteilen der Gebäudeautomation an künftigen Sanierungen ausgegangen.

Entsprechend der ÖNORM DIN EN ISO 52120 wurde eine Verteilung des Gebäudebestands vor und nach der Sanierung angenommen. Diese Verteilung hat einen direkten Einfluss auf die Steigerung der Effizienz durch die GA. Es wurde angenommen, dass nach der Sanierung keine Gebäude der Kategorie D, also ohne ein Mindestmaß an Gebäudeautomation in Form einer Steuermöglichkeit sich mehr am Gebäudesektor befinden. Eine Kategorisierung wurde für Gebäude vor und nach 1990 getroffen. Die Definition der Klassen lt. ÖNORM EN ISO 52120-1 kann dem Exkurs ÖNORM EN ISO 52120 entnommen werden.





Sämtliche Annahmen sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt.

Tabelle 18 Einteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D sowie Anteil an Gebäudeautomation nach Bauperiode sowie Nutzungsart, Quelle: eigene Annahme, 2022

Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99	VII 2000–20
EFH Heizung	Anteil GA lt. Bauperiode	%	5	5	10	20	30
	Verteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D	D	C		B	A	
	vor 1990		70	20	7	3	
	nach 1990		30	50	15	5	
	nach Sanierung vor 1990		0	40	40	20	
	nach Sanierung ab 1990		0	30	40	30	
	GA-Effizienzfaktor lt. ÖNORM EN ISO 52120		1,09	1	0,88	0,81	
Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99	VII 2000–20
MWB Heizung	Anteil GA lt. Bauperiode	%	10	10	30	50	70
	Verteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D	D	C		B	A	
	vor 1990		70	20	5	5	
	nach 1990		30	40	10	10	
	nach Sanierung vor 1990		0	50	30	20	
	nach Sanierung ab 1990		0	20	40	40	
	GA-Effizienzfaktor lt. ÖNORM EN ISO 52120		1,09	1	0,88	0,81	
Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99	VII 2000–20
EFH Beleuchtung	Anteil GA lt. Bauperiode	%	0,05	0,05	5	10	20
	Verteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D	D	C		B	A	
	vor 1990		70	20	5	5	
	nach 1990		50	30	10	10	
	nach Sanierung vor 1990		0	70	20	10	
	nach Sanierung ab 1990		0	50	30	20	
	GA-Effizienzfaktor lt. ÖNORM EN ISO 52120		1,1	1	0,9	0,8	
Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99	VII 2000–20
MWB Beleuchtung	Anteil GA lt. Bauperiode	%	5	10	50	50	70
	Verteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D	D	C		B	A	
	vor 1990		70	20	5	5	
	nach 1990		50	30	10	10	
	nach Sanierung vor 1990		0	30	60	10	
	nach Sanierung ab 1990		0	30	40	30	





	GA-Effizienzfaktor lt. ÖNORM EN ISO 52120	1,1	1	0,9	0,8	
Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99 VII 2000–20
EFH	Trinkwassererwärmung	Anteil GA lt. Bauperiode	% 5	5	20	30 30
		Verteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D	D	C	B	A
		vor 1990	70	20	5	5
		nach 1990	50	35	10	5
		nach Sanierung vor 1990	0	40	40	20
		nach Sanierung ab 1990	0	40	30	30
		GA-Effizienzfaktor lt. ÖNORM EN ISO 52120	1,11	1	0,9	0,8
		Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79
MWB	Trinkwasser-erwärmung	Anteil GA lt. Bauperiode	% 10	30	50	50 50
		Verteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D	D	C	B	A
		vor 1990	70	20	5	5
		nach 1990	60	30	5	5
		nach Sanierung vor 1990	0	50	30	20
		nach Sanierung ab 1990	0	10	50	40
		GA-Effizienzfaktor lt. ÖNORM EN ISO 52120	1,11	1	0,9	0,8

### 3.2.4 Annahmen hinsichtlich CO<sub>2</sub>-Emissionen

Zur Erhebung der CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale wurden nachfolgende CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus den Daten der Statistik Austria für den Einsatz nach Nutzenergiekategorien berechnet und für weitere Evaluierungen verwendet.

Tabelle 19 CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren nach Berechnung der Daten von Statistik Austria, Quelle: eigene Berechnung, 2022

Sektor und Nutzung	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor [CO <sub>2</sub> t/kWh]
EFH Heizung	0,000160616
MWB Heizung	
EFH Beleuchtung	0,000011372
MWB Beleuchtung	
EFH Trinkwassererwärmung	0,000042717
MWB Trinkwassererwärmung	





### 3.3 Ergebnisse der Szenarien zur Erhebung der energetischen Einsparungspotenziale im Einfamilienhaussektor sowie mehrgeschossigen Wohnbau

#### 3.3.1 Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Einsparungen in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Heizung

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulationen für den Sektor Heizung im Einfamilienhaussektor dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können im Einfamilienhaussektor bei einem durchschnittlichen HWB min aufgrund des Einsatzes einer effizienteren Regelung sowie Steuerung durch Gebäudeautomation bei den angenommenen Sanierungsraten von 0,8%, 3% sowie 5%, 1,3% bis 3,1% je nach Bauperiode mehr an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden.

Bei der Annahme des HWB max bewegen sich die Einsparungen im Bereich von 1,3% bis 6,3%. Das größte Einsparungspotenzial besteht bei Gebäuden aus der Bauperiode 1960 bis 1979.

Durch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen könnten bei einer Sanierungsrate von 5% 6530 bis 16070 dieselbetriebene Autos substituiert werden.

Tabelle 20 Ergebnisse CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im Einfamilienhaussektor im Bereich Heizung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022

Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99	VII 2000–20	
EFH Heizung HWB min	CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub>	11055,56	38063,89	6815,28	3420,92	1001,41	
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub>	44,22	152,26	27,26	13,68	8,01	
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%		1069					
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub>	165,83	570,96	102,23	51,31	30,04	
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%		1732					
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub>	276,39	951,60	170,38	85,52	50,07	
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%		6530					
	Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	1,3	1,3	2,6	4,2	3,1	
Sektor	Bauperiode		III 1945–59	IV 1960–79	V 1980–89	VI 1990–99	VII 2000–20	
EFH Heizung HWB max	CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub>	26256,97	73502,69	12949,03	5559,00	10014,08	
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub>	105,03	294,01	51,80	22,24	40,06	
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%		3696					
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub>	393,85	1102,54	194,24	83,39	150,21	
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%		5436					
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub>	656,42	1837,57	323,73	138,98	250,35	
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%		16070					
	Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	1,3	1,3	2,6	4,2	6,3	





Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulationen für den Sektor Heizung im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können in diesen Sektoren bei einem durchschnittlichen HWB min aufgrund des Einsatzes einer effizienteren Regelung sowie Steuerung durch Gebäudeautomation bei den angenommenen Sanierungsraten von 0,8%, 3% sowie 5%, 1,6 % bis 6,9 % je nach Bauperiode mehr an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden.

Bei der Annahme des HWB max. bewegen sich die Einsparungen im Bereich von 2,3% bis 6,9%. Das größte Einsparungspotenzial besteht bei Gebäuden aus der Bauperiode 1960 bis 1979.

Durch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen könnten bei einer Sanierungsrate von 5% 4761 bis 10003 dieselbetriebene Autos substituiert werden.

Tabelle 21 Ergebnisse CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituerter Autos im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser im Bereich Heizung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022

Sektor	Bauperiode		III	IV	V	VI	VII
			1945–59	1960–79	1980–89	1990–99	2000–20
MWB Heizung HWB min	CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub>	6037,07	17528,05	2581,84	1407,02	524,50
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub>	24,15	70,11	10,33	5,63	4,20
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%		779				
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub>	90,56	262,92	38,73	21,11	15,73
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%		2886				
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub>	150,93	438,20	64,55	35,18	26,22
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%		4761				
	Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	2,3	2,3	6,9	2,2	1,6
Sektor	Bauperiode		III	IV	V	VI	VII
			1945–59	1960–79	1980–89	1990–99	2000–20
MWB Heizung HWB max	CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub>	11642,92	35932,50	4518,22	2345,03	4195,99
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub>	46,57	143,73	18,07	9,38	16,78
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%		1635				
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub>	174,64	538,99	67,77	35,18	62,94
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%		6063				
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub>	291,07	898,31	112,96	58,63	104,90
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%		10003				
	Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	2,3	2,3	6,9	2,2	3

### 3.3.2 Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Einsparungen in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Beleuchtung

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulationen für den Sektor Beleuchtung im Einfamilienhaussektor dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können im Einfamilienhaussektor aufgrund des Einsatzes einer effizienteren Regelung sowie Tageslichtsteuerung durch Gebäudeautomation bei den angenommenen Sanierungsraten von 0,8%, 3% sowie 5%, 0,2% bis 5,4% je nach Bauperiode mehr an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Das größte Einsparungspotenzial besteht hierbei bei Gebäuden aus der Bauperiode ab





2000. Dies lässt sich dadurch erklären, dass zwar effizientere Beleuchtungssysteme in den Gebäuden verbaut sind, jedoch der Anteil an GA in Relation klein ist.

Durch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen könnten bei einer Sanierungsrate von 0,8% bis 5% 2 bis 15 dieselbetriebene Autos substituiert werden.

Tabelle 22 Ergebnisse CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituiertes Autos im Einfamilienhaussektor im Bereich Beleuchtung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022

Sektor	Bauperiode		III	IV	V	VI	VII	
			1945–59	1960–79	1980–89	1990–99	2000–20	
EFH Beleuchtung		CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub> , 25,39	96,45	25,04	16,37	38,33	
		CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub> , 0,04	0,15	0,04	0,04	0,10	
		Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%	2					
		CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub> , 0,15	0,58	0,15	0,16	0,38	
		Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%	10					
		CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub> , 0,25	0,96	0,25	0,27	0,64	
		Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%	15					
		Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	0,2	0,2	2,3	2,7	5,4

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulationen für den Sektor Beleuchtung im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können in diesen Sektoren aufgrund des Einsatzes einer effizienteren Regelung sowie Tageslichtsteuerung durch Gebäudeautomation bei den angenommenen Sanierungsraten von 0,8%, 3% sowie 5%, 0,3% bis 32% je nach Bauperiode mehr an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Das größte Einsparungspotenzial besteht in diesem Sektor bei Gebäuden aus der Bauperiode zwischen 1980 bis 1989, was sich durch die geringe Durchdringung von Tageslichtsteuerungen erklären lässt und man von einem baldigen Sanierungsbedarf ausgehen kann.

Durch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen könnten bei einer Sanierungsrate von 0,8% bis 5% 15 bis 92 dieselbetriebene Autos substituiert werden.

Tabelle 23 Ergebnisse CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituiertes Autos im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser im Bereich Beleuchtung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022

Sektor	Bauperiode		III	IV	V	VI	VII	
			1945–59	1960–79	1980–89	1990–99	2000–20	
MWB Beleuchtung		CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub> , 24,14	98,10	18,06	13,67	30,58	
		CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub> , 0,04	0,16	0,03	0,04	0,08	
		Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%	15					
		CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub> , 0,14	0,59	0,11	0,14	0,31	
		Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%	10					
		CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub> , 0,24	0,98	0,18	0,23	0,51	
		Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%	92					
		Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	0,3	6,4	32	19,1	26,9





### 3.3.3 Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Einsparungen in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Trinkwassererwärmung

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulationen für den Sektor Trinkwassererwärmung im Einfamilienhaussektor dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können im Einfamilienhaussektor aufgrund des Einsatzes einer effizienteren Regelung durch Gebäudeautomation bei den angenommenen Sanierungsraten von 0,8%, 3% sowie 5%, 2,7% bis 20% je nach Bauperiode mehr an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Das größte Einsparungspotenzial besteht hierbei bei Gebäuden aus der Bauperiode ab 1990 bis 2020. Dies lässt sich dadurch erklären, dass Systeme der neueren Generation zur Trinkwassererwärmung in den Gebäuden verbaut sind, jedoch der Anteil an GA in Relation klein ist.

Durch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen könnten bei einer Sanierungsrate von 0,8% bis 5% 279 bis 1727 dieselbetriebene Autos substituiert werden.

Tabelle 24 Ergebnisse CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituiertes Autos im Einfamilienhaussektor im Bereich Trinkwassererwärmung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022

Sektor	Bauperiode		III	IV	V	VI	VII
			1945–59	1960–79	1980–89	1990–99	2000–20
EFH Trinkwassererwärmung	CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub>	820,04	3115,42	808,83	528,63	1237,97
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub>	1,64	6,23	1,62	0,85	1,98
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%		279				
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub>	6,15	23,37	6,07	3,17	7,43
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%		1041				
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub>	10,25	38,94	10,11	5,29	12,38
	Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%		1727				
	Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	2,7	2,7	10,7	20	20

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Simulationen für den Sektor Trinkwassererwärmung im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, können in diesen Sektoren aufgrund des Einsatzes einer effizienteren Regelung durch Gebäudeautomation bei den angenommenen Sanierungsraten von 0,8%, 3% sowie 5%, 6,2% bis 31,1% je nach Bauperiode mehr an CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Das größte Einsparungspotenzial besteht in diesen Sektoren bei Gebäuden aus der Bauperiode zwischen 1980 bis 1989, was sich durch die geringe Durchdringung von effizienten Regelungen in Kombination mit GA erklären lässt und man von einem baldigen Sanierungsbedarf ausgehen kann.

Durch die CO<sub>2</sub>-Einsparungen könnten bei einer 5% Sanierungsrate von 599 bis 3702 dieselbetriebene Autos substituiert werden.

Tabelle 25 Ergebnisse CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituiertes Autos im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser im Bereich Trinkwassererwärmung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022

Sektor	Bauperiode		III	IV	V	VI	VII
			1945–59	1960–79	1980–89	1990–99	2000–20
MWB Trink	CO <sub>2</sub> Emissionen Basisszenario	ktCO <sub>2</sub>	779,59	3168,84	583,45	441,62	987,73
	CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 0,8 %	ktCO <sub>2</sub>	1,25	5,07	0,93	1,18	2,63





Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 0,8%	599					
CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 3 %	ktCO <sub>2</sub>	4,68	19,01	3,50	4,42	9,88
Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 3%	2232					
CO <sub>2</sub> Emissionen Einsparung Sanierungsrate 5 %	ktCO <sub>2</sub>	7,80	31,69	5,83	7,36	16,46
Anzahl eingesparter dieselbetriebener Fahrzeuge aufgrund von GA gesamt bei einer Sanierungsrate von 5%	3702					
Zusätzliche Einsparungen aufgrund von GA	%	6,2	18,6	31,1	18,4	18,4

### 3.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Heizung, Beleuchtung und Trinkwassererwärmung

Den Ausgangspunkt für die Analyse der CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale in den Sektoren Einfamilienhaus sowie mehrgeschossiger Wohnbau im Bereich Heizung, Beleuchtung und Trinkwassererwärmung bildet die Kategorisierung des österreichischen Gebäudebestands nach Bauperioden der Statistik Austria sowie der österreichische Endenergiebedarf unter der Berücksichtigung der Nutzungsarten Einfamilienhaus und mehrgeschossiger Wohnbau. Das energetische Einsparungspotenzial wurde dabei jeweils unter Anwendung von drei Sanierungsraten darunter einer 0,8%iger, 3%iger sowie 5%iger Sanierungsrate des österreichischen Gebäudebestands für die Bereiche Raumheizung, Beleuchtung sowie Trinkwassererwärmung evaluiert. Als Basisszenario wurde eine Sanierung ohne Gebäudeautomation angenommen. Zur Berechnung der jeweiligen Effizienzsteigerung wurde das vereinfachte GA-Faktor-Verfahren der ÖNORM EN ISO 52120 angewendet. Diese Norm kategorisiert Gebäude in Gebäudeautomations-Effizienzklassen von D bis A, d.h. von nicht automatisiert bis zu hohem Gebäudeautomatisierungsgrad. Im Bereich Einfamilienhaus gibt die Norm bei einer Sanierung eines Klasse D-Gebäudes zu Klasse A im Sektor Raumwärme eine **Effizienzsteigerung von 28% an, im Sektor Trinkwassererwärmung sowie Beleuchtung von jeweils 31%**. Im Zuge der Analyse wurde eine realistische Verteilung hinsichtlich des Automatisierungsgrads angenommen.

Aus den Sanierungsszenarien ergaben sich daher folgende erhöhte prozentuale CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale im Vergleich zu Sanierungsraten ohne Gebäudeautomatisierung. Als Vergleich wurde die Anzahl an eingesparten dieselbetriebenen Autos ermittelt. Berechnungsgrundlage für dieses Szenario war eine Jahreskilometerleistung von 15.000 mit einem durchschnittlichen Verbrauch von 7l / 100 km.

Tabelle 26 Ergebnisse anteiliger CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation (GA) im Vergleich zu Gebäudesanierungen ohne Gebäudeautomation mit Sanierungsraten 0,8%, 3% sowie 5%, Quelle: eigene Darstellung, 2022

Bauperiode		I			II			III		
I 1945–1989 II 1990–99 III 2000–20		I			II			III		
Anwendung		Heizung			Beleuchtung			Trinkwassererwärmung		
<b>Gebäudesektor Einfamilienhaus</b>										
Anteil Gebäudeautomation max	[%]	30			10			30		
Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation im Vergleich zu Standardsanierungen	[%]	7,5 – 7,7	6,1 – 6,3	0,05 - 6	4,5	2,7	2,7	2,6 – 10,7	19,9	20,2
Äquivalent eingesparte Dieselfahrzeuge	Anzahl	1070 - 16700			2 - 15			279 - 1727		
<b>Gebäudesektor mehrgeschossiger Wohnbau</b>										
Anteil Gebäudeautomation max.	[%]	70			50			50		





Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation im Vergleich zu Standardsanierungen	[%]	15,8 – 16,2	3,1	0,7 – 1,5	0,3 – 32	19	26,4 – 26,8	6,2 – 31	18,3	18,6
Äquivalent eingesparte Dieselfahrzeuge		779 - 10003			15 - 92		600 - 3702			

Die Ergebnisse zeigen, dass umfassende energetische Gebäudesanierungen unter heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu deutlichen Effizienzsteigerungen führen und dadurch in den betrachteten Anwendungen durchschnittlich in **über 20% zusätzliche CO<sub>2</sub> Einsparungen im Vergleich zu Sanierungen ohne Gebäudeautomation**. Unter Berücksichtigung energetischer Sanierungsmaßnahmen werden nicht nur der thermische Endenergiebedarf eines Gebäudes verringert, sondern es kann auch der notwendige elektrische Bedarf verringert werden, sowie weitere netzdienliche Services zur Verbrauchsflexibilisierung forciert werden. Ein wesentlicher Vorteil besteht jedoch für politische Entscheidungsträger sowie Investoren in der Tatsache, Gebäude auch während des Betriebs zu steuern, optimieren und dadurch energieeffizient zu betreiben. Ohne die richtigen politischen Signale besteht jedoch die Gefahr, dass suboptimale, oberflächliche Sanierungen weiterhin den Markt dominieren und dadurch CO<sub>2</sub> Einsparungspotenziale nicht vollständig ausgeschöpft werden können.





## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Ergebnisse anteiliger CO <sub>2</sub> Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation (GA) im Vergleich zu Gebäudesanierungen ohne Gebäudeautomation mit Sanierungsraten 0,8%, 3% sowie 5%, Quelle: eigene Darstellung, 2022 .....	4
Tabelle 2 Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz – Neubau (2014-2020), Quelle: OIB, 2022 ..	14
Tabelle 3: Gebäude- und Wohnungszählungen 1951 bis 2001, Registerzählung 2011. Erstellt am 27.01.2014. 1) Bis 1971 wurden Häuser (Bauten mit Hausnummern) erfasst, ab 1981 sämtliche Gebäude mit Ausnahme von landwirtschaftlichen Nutzgebäuden und Kleingebäuden. 2) 1951: „benützbare“ Wohnungen (inkl. z. B. Not- und Behelfsunterkünfte). Quelle: Statistik Austria .....	20
Tabelle 4 Effizienzskala lt. Energieausweis, Quelle: OIB6, 2022 .....	22
Tabelle 5 Charakteristische energetische Kennwerte für EFH (Einfamilienhaus), MFH (Mehrfamilienhaus), MWB (Mehrgeschossiger Wohnbau) Quelle: EU-Projekt Tabula, Österreichische Energieagentur .....	25
Tabelle 6 Definition der Klassen für Heizung und Kühlung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1, Quelle: ÖNORM EN ISO 52120-1, 2022 .....	36
Tabelle 7 Effizienzsteigerung (+) sowie Effizienzverlust (-) in den einzelnen Gebäudekategorien nach EN ISO 52120, Quelle: EN ISO 52120 .....	37
Tabelle 8 Definition der Klassen für die Regelung der Trinkwassererwärmung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1, Quelle: ÖNORM EN ISO 52120-1, 2022 .....	37
Tabelle 9 Effizienzsteigerung (+) sowie Effizienzverlust (-) in den einzelnen Gebäudekategorien nach EN ISO 52120, Quelle: EN ISO 52120 .....	37
Tabelle 10 Definition der Klassen für die Regelung der Lüftung und Beleuchtung lt. ÖNORM EN ISO 52120-1, Quelle: ÖNORM EN ISO 52120-1, 2022 .....	38
Tabelle 11 Effizienzsteigerung (+) sowie Effizienzverlust (-) in den einzelnen Gebäudekategorien nach EN ISO 52120, Quelle: EN ISO 52120 .....	38
Tabelle 12 Wohnfläche sowie Anzahl der Wohngebäude nach Statistik Austria, eigene Abbildung, 2022 .....	39
Tabelle 13 Wirkungsgrade Heizung nach Bauperiode für EFH sowie MFH/MWB, eigene Annahme, 2022 .....	40
Tabelle 14 energetische Annahmen zur Substitution dieselbetriebener Fahrzeuge, Quelle: eigene Annahme, 2022 .....	40
Tabelle 15 Annahmen für den Heizwärmebedarf vor und nach der Sanierung basierend auf Daten aus TABULA, Quelle: eigene Annahmen, 2022 .....	41
Tabelle 16 Wirkungsgradsteigerung Beleuchtung nach Bauperiode für EFH sowie MWB, Quelle: eigene Annahme, 2022 .....	42
Tabelle 17 Wirkungsgradsteigerung Trinkwassererwärmung nach Bauperiode für EFH sowie MWB, Quelle: eigene Annahme, 2022 .....	42
Tabelle 18 Einteilung der Gebäude lt. ÖNORM EN ISO 52120 nach Kategorien A bis D sowie Anteil an Gebäudeautomation nach Bauperiode sowie Nutzungsart, Quelle: eigene Annahme, 2022 .....	43
Tabelle 19 CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren nach Berechnung der Daten von Statistik Austria, Quelle: eigene Berechnung, 2022 .....	44
Tabelle 20 Ergebnisse CO <sub>2</sub> -Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im Einfamilienhaussektor im Bereich Heizung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022 .....	45





Tabelle 21 Ergebnisse CO <sub>2</sub> -Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser im Bereich Heizung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022 .....	46
Tabelle 22 Ergebnisse CO <sub>2</sub> -Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im Einfamilienhaussektor im Bereich Beleuchtung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022 .....	47
Tabelle 23 Ergebnisse CO <sub>2</sub> -Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser im Bereich Beleuchtung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022 .....	47
Tabelle 24 Ergebnisse CO <sub>2</sub> -Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im Einfamilienhaussektor im Bereich Trinkwassererwärmung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022 .....	48
Tabelle 25 Ergebnisse CO <sub>2</sub> -Einsparungen aufgrund von unterschiedlichen Sanierungsraten (0,8%, 3%, 5%) sowie Anzahl substituierter Autos im mehrgeschossigen Wohnbau inklusive Reihenhäuser im Bereich Trinkwassererwärmung, Quelle: eigene Berechnungen, 2022 .....	48
Tabelle 26 Ergebnisse anteiliger CO <sub>2</sub> Einsparungspotenziale mit Gebäudeautomation (GA) im Vergleich zu Gebäudesanierungen ohne Gebäudeautomation mit Sanierungsraten 0,8%, 3% sowie 5%, Quelle: eigene Darstellung, 2022 .....	49

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Aufteilung des durchschnittlichen Stromverbrauchs bei 1-2- Wohnungen in Österreich, Quelle: Statistik Austria 2018 .....	18
Abbildung 2 Aufteilung des durchschnittlichen Stromverbrauchs bei 3 und mehr Wohneinheiten in Österreich, Quelle: Statistik Austria 2018 .....	18
Abbildung 3 2226 Lustenau, Quelle: Baumschlagler Eberle Architekten, 2022 .....	29
Abbildung 4 Arbeitsablauf des EPC-Tools, Quelle: Siemens Schweiz AG, 2022.....	30
Abbildung 5 Das Aktiv-Stadthaus Frankfurt, Quelle: ABG FRANKFURT HOLDING GMBH 2022 .....	32
Abbildung 6 Anwendung des ausführlichen Verfahrens im Vergleich zum vereinfachten GA-Faktor-Verfahren, Quelle: EN ISO 52120, 2022.....	35

## QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Europäische Kommission: EU Energy in Figures. Statistical Pocketbook 2015. Brüssel, 2015
- [2] Langfristige Klimastrategie 2050, Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus 2019
- [3] Statistik Austria, 2022
- [4] [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de)
- [5] [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal_en)
- [6] [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/klimaschutz/green\\_finance/eu\\_sustainable\\_finance.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/green_finance/eu_sustainable_finance.html)





- [7] Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund, BGBl. I Nr. 72/2014
- [8] Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund, BGBl. I Nr. 72/2014, § 4 Abs. 1 EEEffG
- [9] Gebäudeenergiegesetz, 2021
- [10] VDI 3814 Blatt 4.3 „Gebäudeautomation (GA) – Methoden und Arbeitsmittel für Planung, Ausführung und Übergabe – GA-Automatonschema, GA-Funktionsliste, GA-Funktionsbeschreibung, VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)
- [11] Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz
- [12] Siehe <https://smartreadinessindicator.eu/1st-technical-study-outcome> - Final Report
- [13] Märzinger, T. und Österreicher, D.: Supporting the Smart Readiness Indicator — A Methodology to Integrate A Quantitative Assessment of the Load Shifting Potential of Smart Buildings. In *Energies* 2019, 12, 1955; doi:10.3390/en12101955. Published on 22 May 2019
- [14] ÖGUT et al: Kriterienkatalog „klimaaktiv in der Gebäudenutzung“. <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/gebäude-in-der-nutzung.html>, 2019
- [15] Projekts SRI Austria - Smart Readiness Indikator: Bewertungsschema und Chancen für intelligente Gebäude, Armin Knotzer, AEE Intec
- [16] <http://www.oib.or.at/>; 2022
- [17] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2021
- [18] Umweltbundesamt: Klimaschutzbericht 2016. Wien, 2016
- [19] Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft: Energiestatus 2016. Wien, 2016
- [20] Strom- und Gastagebücher 2008/2012/2016, Strom- und Gaseinsatz sowie Energieeffizienz österreichischer Haushalte, Projektbericht, Statistik Austria, 2018
- [21] Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, dena-Gebäudereport, 2016
- [22] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: Klima-Zielpfade für Österreich bis 2050. Wege zum 2°C-Ziel. Wien, 2015
- [23] W. Amann/K. Lugger: Österreichisches Wohnhandbuch 2016. Innsbruck, 2016
- [24] OIB-Richtlinie 6 – Erläuterungen Ausgabe April 2019
- [25] ÖNORM B 8110 „Wärmeschutz im Hochbau“ Ausgabe April 2019
- [26] EINE TYPOLOGIE ÖSTERREICHISCHER WOHNGEBÄUDE, EU-Projekt Tabula, Österreichische Energieagentur, 2014
- [27] Definition und Messung der thermisch energetischen Sanierungsrate in Österreich, IIBW - Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen GmbH April 2020





- [28] Maßnahmen im Gebäudesektor 2009-2020 des Bundes und der Länder nach Artikel 16 der Vereinbarung gemäß Artikel 15a B-VG über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen (BGBl. II Nr. 213/2017), Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien, 2021
- [29] Baumschlager Eberle Architekten, 2022
- [30] Siemens Schweiz AG, 2013, BT\_0025\_DE
- [31] Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken, Bitkom e.V. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V, 2020
- [32] ABG FRANKFURT HOLDING GMBH, 2022
- [33] Blue Globe Report, Smart Energies #9/2013, Peter Steczowicz et al.
- [34] ÖNORM EN ISO 52120
- [35] <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/sri-austria.php>, 2022
- [36] [Nutzenergieanalyse Österreich 1993 - 2020, Erstellt im Auftrag des Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Stand 10.12.2021, Statistik Austria, 2022](#)

Disclaimer: Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird im vorliegenden Antrag die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.





#### IMPRESSUM

AIT Austrian Institute of Technology

Giefinggasse 2, 1210 Wien

<https://ait.ac.at/energy>

Grafik und Layout: Christopher Edi (Why), Michael Wöss (AIT)

Bilder: Siemens AG, AIT

Stand: Juli 2022

