

Dekarbonisierung – Potenziale in der Bestandssanierung



Abschlussarbeit

zur Erlangung des Master of Advanced Studies in Real Estate

Eingereicht im Rahmen des Studiengangs:

Master of Advanced Studies in Real Estate

Berner Fachhochschule

Architektur, Holz und Bau

Vorgelegt von:

Lisa Pantenburg

Referentin: **Christina Annen**

Co-Referent: **Dr. Friedel Bachmann**

Datum des Einreichens:

03. Juli 2023

Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau

Fachbereich Architektur
Pestalozzistrasse 20, 3400 Burgdorf, Schweiz
+ 41 34 426 41 38, boris.szelpal@bfh.ch

Abschlussarbeit, 03. Juli 2023
Master of Advanced Studies in Real Estate

Dekarbonisierung – Potenziale in der Bestandssanierung

Vorgelegt von:
Lisa Pantenburg

Referentin:
Christina Annen

Co-Referent:
Dr. Friedel Bachmann

Management Summary

Das Segment Wohnen hat das grösste Potenzial zur Reduktion von Emissionen im Gebäudebetrieb der Schweiz, um das Netto-Null-Ziel 2050 zu erreichen. Statistische Daten zeigen, dass sowohl Einfamilienhäuser als auch Mehrfamilienhäuser grösstenteils privaten Eigentümer:innen gehören und ein hohes Sanierungspotenzial aufweisen. Die Eigentümersegmente der selbst genutzten Einfamilienhäuser und vermieteten Mehrfamilienhäuser bieten ein hohes Potenzial zur Reduktion der CO₂-Betriebsemissionen, unterliegen jedoch bei energetischen Sanierungen unterschiedlichen Hemmnissen und Treibern. Gesetzliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen können Eigentümer:innen sowohl hemmen als auch motivieren, ihre Wohngebäude energetisch zu sanieren und somit emissionsärmer zu gestalten. Ein Hemmnis sind für beide oben genannten Eigentümersegmente die hohen Investitionskosten. Die fehlende Verbrauchsdatenerhebung stellt vor allem bei vermieteten, renditeorientierten Mehrfamilienhausbesitzer:innen ein Hindernis dar. Bei beiden Segmenten können das mangelnde Problembewusstsein und die ökologische Einstellung ein Hemmnis, die ökologische Sensibilität mit einhergehendem erhöhtem Problembewusstsein ein Treiber sein. CO₂-Lenkungsabgaben für Brennstoffe und steigende Unterhaltskosten motivieren besonders Eigentümer:innen von selbst genutzten Einfamilienhäusern zur energetischen Sanierung. Die Sanierungspotenziale der Gebäudesubstanz und des Heizsystems können zu einer Reduktion von 2.83 Mio. t CO_{2eq} pro Jahr führen. Das sind ca. 40 % der Emissionen, die im Jahr 2020 durch die Wohnnutzung insgesamt emittiert wurden und 6.5 % der gesamten Schweizer Emissionen. Die Massnahmen Sanierung der Gebäudehülle und Austausch des Heizsystems sollten nicht gegeneinander ausgespielt, sondern gebäudespezifisch betrachtet und untersucht werden. Die Reduktion der Wohnfläche pro Person könnte ebenfalls zur Emissionsminderung beitragen, insbesondere bei älteren Bewohnerschaften von selbst genutzten Einfamilienhäusern mit überdurchschnittlich grosser Wohnfläche.

Aus der vorliegenden Arbeit gehen Handlungsempfehlungen hervor, um die Motivation der Eigentümer:innen zur energetischen Sanierung zu erhöhen. Für Eigentümerschaften renditeorientierter, vermieteter Mehrfamilienhäuser sind finanzielle Anreize, wie Kostensteigerungen beim Nicht-Handeln sowie finanzielle Unterstützung beim Handeln ein grosser Treiber. Im Vergleich zu den renditeorientierten Eigentümerschaften vermieteter Mehrfamilienhäuser spielen bei den Eigentümer:innen selbst genutzter Einfamilienhäuser gesellschaftliche Rahmenbedingungen eine grössere Rolle. Hier kann die Steigerung des Problembewusstseins motivierend wirken. Die am Ende der Arbeit untersuchten Beispielprojekte haben bestätigt, dass Sanierungen positive Ergebnisse erzielen können, wobei hohe Investitionskosten ein Hindernis und ökologisches Bewusstsein ein Treiber für die energetische Sanierung waren.

Inhaltsverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis	5
2	Abbildungsverzeichnis	7
3	Tabellenverzeichnis	9
4	Einleitung	10
	4.1 Kontext der Arbeit	10
	4.2 Emissionsziele Schweiz	10
	4.3 Die Rolle des Immobiliensektors bei der Erreichung der Klimaziele	11
	4.4 Zielsetzung der Arbeit	11
	4.5 Abgrenzung der Arbeit	12
	4.6 Methodisches Vorgehen	13
5	Die Relevanz des Wohnsegments auf das Netto-Null-Ziel der Schweiz	14
	5.1 Handlungsbedarf in der Klimakrise	14
	5.2 Grauemissionen gegenüber betrieblichen Emissionen von Gebäuden	15
	5.3 Emissionen des Gebäudesektors im Betrieb	19
	5.4 Reduktionspotenzial durch Wohngebäudesanierungen	20
6	Beurteilung Treiber und Hemmnisse zur CO ₂ Reduktion im Segment Wohnen	22
	6.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Hemmnisse bei Sanierungen	22
	6.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen und Hemmnisse bei Sanierungen	25
	6.3 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen und Hemmnisse bei Sanierungen	28
	6.4 Zusammenfassung und Übersicht Status Quo	32
7	Potenzialanalyse aller Eigentümersegmente Wohnen	33
	7.1 Wohngebäudetypologien und Eigentümerschaften	33
	7.2 Vergleich Gebäudetypologien und Eigentümerschaften	43
	7.3 Gebäude nach Bauperiode und Eigentümerschaft	45
	7.4 Zusammenfassung Treiber und Hemmnisse relevante Eigentümersegmente	47
8	Detailanalyse der beiden relevantesten Eigentümersegmente	48
	8.1 Sanierungspotenziale nach Bauteil	48
	8.1.1 Sanierungspotenziale der Gebäudesubstanz	49
	8.1.2 Heizsystem	52
	8.2 Sanierungen von vermieteten Mehrfamilienhäusern	54
	8.3 Sanierungen von selbst genutzten Einfamilienhäusern	55
9	Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Netto-Null-Ziels im Bestand	59
	9.1 Gesetzliche Massnahmen: Regulieren	59
	9.2 Wirtschaftliche Massnahmen: Fördern	62
	9.3 Gesellschaftliche Massnahmen: Sensibilisieren	63
	9.4 Zusammenfassung Handlungsempfehlungen	66
10	Beispielprojekte der relevantesten Eigentümersegmente	67
	10.1 Sanierung selbst genutztes Einfamilienhaus	67
	10.2 Sanierung vermietetes Mehrfamilienhaus	73
11	Schlussbemerkungen	77
	11.1 Fazit	77
	11.2 Diskussion	79
	11.3 Ausblick	81
12	Literaturverzeichnis	82
13	Anhang	89

1 Abkürzungsverzeichnis

Allgemeine Begriffe

EFH	Einfamilienhaus: reines Wohngebäude mit einer Wohneinheit
GWR	Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister: zentrale Datenbank des Bundesamtes für Statistik, nationales Informationssystem für Gebäude, deren Eigentümer:innen und Bewohner:innen
HEV	Hauseigentümerverband: Schweizer Verband von Haus- und Stockwerkeigentümer:innen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change: zwischenstaatliches Gremium des United Nations Environment Programme, trägt aktuellen Stand des Wissens zum Klimawandel zusammen und gibt politikrelevante Empfehlungen
MFH	Mehrfamilienhaus: reines Wohngebäude mit zwei oder mehr Wohnungen
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Fachverband für Ingenieur:innen, Architekt:innen und Planer:innen der Schweiz
SNBS	Standard für nachhaltiges Bauen Schweiz: Zertifizierungssystem für nachhaltige Gebäude
StWE	Stockwerkeigentum: Miteigentumsanteil an einem Stammgrundstück sowie Sonderrecht bestimmte Teile eines Gebäudes ausschliesslich zu nutzen
UNEP	United Nations Environment Programme: Umweltprogramm der vereinten Nationen, führende internationale Organisation im Bereich Umweltschutz und Nachhaltigkeit
VMWG	Verordnung über die Miete und Pacht von Wohn- und Geschäftsräumen: Mietverordnung, die Rechte und Pflichten von Mieter:innen und Vermieter:innen regelt

Begriffe und Einheiten Haustechnik und Energie

CO _{2eq}	CO ₂ -Äquivalente: Masseinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase
EBF	Energiebezugsfläche: Geschossfläche innerhalb der thermischen Gebäudehülle, für deren Nutzung ein Konditionieren notwendig ist, wird verwendet um Energiebedarf von Gebäuden zu errechnen

EnDK	Energie-Direktoren-Konferenz: Fachverband der Kantonalen Energiedirektoren, Plattform für Austausch und Koordination der Kantone in energiepolitischen Fragen
GEAK	Gebäudeenergieausweis der Kantone: einheitlicher Energieausweis für Gebäude in der Schweiz, wird vom gleichnamigen Verein ausgestellt, bezieht sich auf das Eidgenössische Energiegesetz
Graue Energie	Nicht erneuerbare Primärenergie, die für Erstellung und Entsorgung von Gebäuden benötigt wird; Masseinheit: kWh/m ² /Jahr
GTHG	Graue Treibhausgasemissionen: die bei der Erstellung und Entsorgung von Gebäuden emittiert werden; Masseinheit: kg CO _{2eq}
Lebenszyklusemissionen	Treibhausgasemissionen, die während der Nutzungsdauer eines Gebäudes emittiert werden, inklusive der grauen Emissionen von Erstellung und Abbruch
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich: harmonisierte, koordinierte kantonale Energievorschriften, erarbeitet vom EnDK
Treibhausgasemissionen	Menge der Treibhausgase, die pro verwendete Energieeinheit emittiert wird, kumulierte Wirkung verschiedener klimawirksamer Gase bezogen auf Leitsubstanz CO ₂ ; Masseinheit: kg CO _{2eq}

Begriffe Eigentümerschaften

Juristische Person	Vom Gesetz anerkannte Rechtskonstruktion mit eigenständigen Rechten und Pflichten, z.B. Organisation, Gesellschaft, Institution oder Unternehmen In dieser Arbeit werden Juristische Personen als institutionell bezeichnet
Natürliche Person	Privatperson, in eigener Sache handelnd, nicht als Stellvertreter im Namen von Unternehmen oder Behörden tätig In dieser Arbeit werden natürlichen Personen als Privatpersonen bezeichnet

2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozess Abschlussarbeit	14
Abbildung 2: Ausgangslage CO ₂ -Emissionen Schweiz	15
Abbildung 3: Emissionsbilanz von 30 Gebäuden aus unterschiedlichen Zeiträumen	17
Abbildung 4: Emissionsbilanz pro m ² bei Ersatzneubauten	18
Abbildung 5: Anteil Wohngebäude Gesamtimmobilienbestand Schweiz	19
Abbildung 6: Anteil Emissionen Gebäude mit Wohnnutzung und Gebäude ohne Wohnnutzung an den Emissionen des Gebäudesektors	19
Abbildung 7: Verwendungszwecke: Anteile Endenergieverbrauch privater Haushalte 2021 in %	20
Abbildung 8: Energiequelle Heizungstypen Wohngebäude	21
Abbildung 9: Ist-Zustand Treiber und Hemmnisse zur CO ₂ -Reduktion des Wohngebäudebestandes	32
Abbildung 10: Wohngebäude nach Eigentübertyp	33
Abbildung 11: Wohngebäude nach Gebäudetypologie, Anteile nach Gebäudeanzahl	34
Abbildung 12: Energiebezugsflächen verschiedener Gebäudetypologien	35
Abbildung 13: Eigentümerschaften Einfamilienhäuser	36
Abbildung 14: Selbstnutzungsquote Einfamilienhäuser	36
Abbildung 15: Eigentümerschaften Mehrfamilienhäuser	39
Abbildung 16: Eigentümerschaften Mehrfamilienhäuser	42
Abbildung 17: Energiebezugsflächen und Eigentümerschaften verschiedener Gebäudetypologien	44
Abbildung 18: Energiebezugsflächen im Verhältnis zur Hauptenergiequelle der Heizung verschiedener Eigentümerschaften	45
Abbildung 19: Ein- und Mehrfamilienhäuser nach Bauperiode und Eigentümerschaft.	45
Abbildung 20: Gebäude nach Gebäudekategorie, Bauperiode und Hauptenergiequelle der Heizung. Stand: 2021.	46
Abbildung 21: Hemmnisse zur CO ₂ -Reduktion der beiden relevantesten Eigentübertersegmente des Wohngebäudebestandes.	47
Abbildung 22: Treiber zur CO ₂ -Reduktion der beiden relevantesten Eigentübertersegmente des Wohngebäudebestandes.	48
Abbildung 23: Einsparungsmöglichkeiten bei energetischer Hüllensanierung nach Minergie-Standard	49

Abbildung 24: Instandsetzungen mit und ohne energieeffiziente Massnahmen bei EFH und MFH. 1996-2010.	51
Abbildung 25: Einsparungsmöglichkeiten privater Eigentümerschaften bei Heizungersatz nach energetischer Hüllensanierung.	53
Abbildung 26: Marktanteile Heizsysteme (Ersatz/ Umbau) EFH und MFH 2019	54
Abbildung 27: Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner:in nach Bauperiode in Ein- und Mehrfamilienhäusern.	57
Abbildung 28: Wohnbiografien von Einfamilienhaus-Bewohner:innen.	58
Abbildung 29: Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner:in nach Altersklassen der Haushaltsmitglieder	58
Abbildung 30: Handlungsempfehlungen zur CO ₂ -Reduktion der beiden relevantesten Eigentümersegmente des Wohngebäudebestandes	66
Abbildung 31: Umbau und Aufstockung Birmensdorferstrasse 618, Zürich, baubüro in situ	67
Abbildung 32: Erneuerung Küche, Wohn- und Essbereich, Birmensdorferstrasse 618, Zürich, Baubüro in situ ag	68
Abbildung 33: Aufstockung und Umbau, Schnitt und Ansichten, Birmensdorferstrasse 618, Zürich, Baubüro in situ ag	69
Abbildung 34: Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen vor und nach der Sanierung der Gebäudehülle, EFH, Birmensdorferstrasse 618, Zürich	72
Abbildung 35: Sanierung MFH Hardegger, Oberengstringen, Bauatelier Metzler	73
Abbildung 36: Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen vor und nach der Sanierung der Gebäudehülle, MFH Hardegger, Oberengstringen	75
Abbildung 37: Gartenansicht und vorgelagerte Balkone, MFH Hardegger, Oberengstringen, Bauatelier Metzler	76
Abbildung 38: A. Beispiel selbst genutztes EFH: Umbau und Aufstockung Birmensdorferstrasse, baubüro in situ ag	91
Abbildung 39: A. Beispiel vermietetes MFH: Schweizer Solarpreis 2015, PEB MFH Hardegger	92

3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energiebezugsfläche von Einfamilienhäusern nach Energiequelle der Heizung, in privater Hand	37
Tabelle 2: Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern nach Energiequelle der Heizung, in privater Hand	40
Tabelle 3: Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern nach Energiequelle der Heizung, in gemischtem Eigentum	43
Tabelle 4: Annäherung Einsparpotenzial von CO ₂ -Emissionen Heizen durch Sanierung Gebäudesubstanz vermieteter MFH	50
Tabelle 5: Annäherung Einsparpotenzial von CO ₂ -Emissionen Heizen durch Sanierung Gebäudesubstanz selbst genutzter EFH	50
Tabelle 6: Annäherung Einsparpotenzial von CO ₂ -Emissionen Heizen durch Heizungsersatz bei vermieteten MFH, bereits sanierte Hülle	52
Tabelle 7: Annäherung Einsparpotenzial von CO ₂ -Emissionen Heizen durch Heizungsersatz bei selbst genutzten EFH, bereits sanierte Hülle	52
Tabelle 8: A. Gebäude nach Hauptenergiequelle der Heizung	89
Tabelle 9: A. Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser, Hauptenergiequelle der Heizung, Bauperiode und Jahr	90

4 Einleitung

4.1 Kontext der Arbeit

Diese Arbeit ist im Rahmen des MAS Real Estate im Jahr 2023 als Einzelarbeit von Lisa Pantenburg entstanden. Die Arbeit möchte die Hebel für die Dekarbonisierung des Wohngebäudebestandes der Schweiz erörtern und dabei den Fragen nachgehen, welche Zielgruppen die Schlüsselgruppen zur Erreichung der Klimaziele im Immobilienbereich darstellen, und wie diese adressiert und zum Handeln bewegt werden könnten.

4.2 Emissionsziele Schweiz

Gemäss der Pariser Konvention, die am 6. Oktober 2017 von der Schweiz ratifiziert wurde, müssen die Treibhausgasemissionen dahingehend reduziert werden, dass ein maximaler globaler Temperaturanstieg von 1.5 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter eingehalten werden kann (BAFU, 2018). Der Weltklimarat veröffentlichte im Rahmen seines fünften IPCC-Sachstandsberichtes Szenarien bezüglich der Klimaveränderungen, abhängig von der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre (CH2018, 2018, S. 18). Je nach Emission und Konzentration der Treibhausgase ist ein Temperaturanstieg von 2 - 5 Grad Celsius bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in Europa möglich (CH2018, 2018, S. 20). Die Veränderungen des Klimas und die zu erwartende Erwärmung sind abhängig von den Anstrengungen die unternommen werden, um den CO₂-Ausstoss zu verringern. Aktuell ist es in der Schweiz bereits 2.5 Grad Celsius wärmer als im vorindustriellen Zeitalter (Schweizerischer Bundesrat, 2022, S. 107). Die Schweiz ist, sollte es nicht gelingen die globalen Emissionen drastisch zu verringern, mit möglichen 4.8 - 6.9 Grad Celsius besonders von der Klimaerwärmung betroffen (Schweizerischer Bundesrat, 2022, S. 13).

Die Temperaturerhöhung hat global, als auch in der Schweiz eine Vielzahl von Auswirkungen, die weitreichende Folgen nach sich ziehen. Einige der Folgen in der Schweiz sind intensivere Starkniederschläge, längere Trockenperioden, vermehrte Hitzetage, erhöhte Naturgefahren wie Hochwasser und Murgänge und schneearme Winter. Darüber hinaus führt die Temperaturerhöhung zu einem Anstieg der Nullgradgrenze, wodurch die Gletscher schmelzen. Das Verschwinden der Gletscher hat ebenso Auswirkungen auf die Wasserversorgung der Schweiz. Auch Veränderungen der Biodiversität und Artensterben sind auf die Klimaerwärmung zurückzuführen (Schweizerischer Bundesrat, 2022, S. 69, 102, 107). Die Risiken des Klimawandels sind grösser als die Chancen, die eine Erwärmung mit sich bringt. Diese vielfältigen Folgen des Temperaturanstiegs zeigen die Dringlichkeit und den Handlungsbedarf im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Globaler Klimaschutz wirkt: Die verschiedenen Klimaszenarien zeigen, dass die Massnahmen den Klimawandel wirksam eindämmen können. Zwei Drittel der zu erwartenden Klimaveränderungen eines ungebremsten Klimawandels könnten bis zum Ende des

Jahrhunderts vermieden werden, wenn konsequent international gehandelt wird (Schweizerischer Bundesrat, 2022, S. 72).

Als globales Ziel hat sich die internationale Staatengemeinschaft auf das 1.5 Grad Ziel geeinigt. Um dieses globale Ziel noch zu erreichen, müssen alle Länder ihren Beitrag leisten. In der Schweiz sollen die Treibhausgasemissionen als Etappenziel bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 1990 halbiert, und bis zum Jahr 2050 auf Netto-Null gesenkt werden (Meier et al., 2018, S. 3).

Bis ins Jahr 2020 wurden die Emissionen in der Schweiz im Vergleich zum Jahr 1990 um 19 % gesenkt. Das Ziel, bis dahin eine Reduktion der Treibhausgase von 20 % zu erreichen wurde verfehlt (Schweizerischer Bundesrat, 2022, S. 67). Um die Reduktionsziele einzuhalten, müssen in erster Linie Emissionen vermieden werden. Restemissionen, die nicht verhindert werden können, sollen spätestens ab dem Jahr 2050 mittels verschiedener Negativemissionstechnologien vollständig kompensiert werden. Der Gebäudesektor gehört zu den Sektoren, die als Zielwert haben, im Betrieb keine Emissionen mehr zu verursachen (BFE, 2022c, S. 1).

4.3 Die Rolle des Immobiliensektors bei der Erreichung der Klimaziele

Etwa ein Viertel der Gesamtemissionen der Schweiz entsteht beim Betrieb von Gebäuden (BAFU & UVEK, 2022, S.9). Daher ist der Gebäudesektor ein grosser Faktor bei der Erreichung der Emissionsziele. Die Arbeit beleuchtet die Rolle, die der Schweizer Wohngebäudesektor hinsichtlich der nationalen Emissionsziele einnehmen sollte. Trotz der wissenschaftlich nachgewiesenen Dringlichkeit, vieler technischer Lösungen und einiger Förderungstöpfe und Anreizsysteme, wird der Gebäudebestand der Schweiz viel zu langsam erneuert. Um die Emissionen bestehender Gebäude im Betrieb zu senken, müssen diese energetisch saniert werden. Die Erneuerungsrate von Gebäuden ist jedoch, gemessen an den klimapolitischen Zielen der Schweiz, zu tief. Eine Verdoppelung der energetischen Sanierungen ist notwendig, um die Emissionsziele im Bereich des Gebäudebestandes zu erreichen (Hess et al., 2022, S.13). Mit der Arbeit sollen grosse Hebel der Wohngebäude-Bestandssanierung benannt, Hemmnisse und Umsetzungsprobleme untersucht, und mögliche motivationsfördernde Massnahmen erörtert werden.

4.4 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, zu untersuchen, welche Rolle der Wohngebäudebestand in der Schweiz zur Erreichung der Emissionsziele einnehmen sollte, wie viele Treibhausgase er emittiert und welche Gebäudetypologien den grössten Anteil der Treibhausgase im Betrieb erzeugen. Ferner soll geprüft werden, wie sich die Emissionen reduzieren liessen, die im Betrieb von Gebäuden entstehen.

Die Untersuchungen bringen darüber hinaus hervor, welche Typologie und welches Eigentümersegment dabei im Fokus stehen. Hierfür wird zunächst der Gebäudebestand der Schweiz hinsichtlich

seiner Gesamtemissionen beschrieben. Daraus ergibt sich, welche Gebäudetypologie den grössten Anteil an den Emissionen des Gebäudesektors im Betrieb aufweist. Die Eigentümerschaften dieser Typologie werden danach in Segmente unterteilt und beschrieben.

Die Arbeit möchte das Segment der privaten Eigentümerschaften als Schlüsselgruppe zur Erreichung der Klimaziele im Immobilienbereich hervorheben. Es wird mit der Hypothese gearbeitet, dass das private Eigentümersegment von Wohnimmobilien bezüglich des CO₂-Einsparpotenzials eine Low Hanging Fruit darstellt, bei dem mit unterschiedlichen Massnahmen deutliche CO₂-Emissionsreduktionen erzielt werden können.

Ziel A	Hebel zur Emissions-Reduktion der Schweiz im Gebäudebetrieb benennen und Nutzungssegment mit dem grössten Potenzial zur Erreichung Netto-Null-Ziels 2050 identifizieren
Ziel B	Aktuell wichtigste Treiber und Hemmnisse bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors im Betrieb hinsichtlich gesetzlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Dimension aufzeigen und beurteilen
Ziel C	Potenziale zur Emissionsreduktion durch Sanierungen für verschiedene Eigentümersegmente untersuchen und Segmente mit grossem Potenzial im Wohnbereich hervorheben
Ziel D	Definition von Massnahmen, um Motivation für Umbau und Sanierung zu erhöhen
Ziel E	Treiber und Hemmnisse anhand zweier Beispielsprojekte betrachten, durchgeführte Massnahmen zur Emissionsreduktion und deren Wirksamkeit evaluieren

4.5 Abgrenzung der Arbeit

Die Arbeit beleuchtet den Schweizer Immobilienmarkt.

Der Schwerpunkt der Untersuchung zu den Potenzialen der Emissionsreduktion liegt auf der Wohnnutzung. Der Schwerpunkt liegt bei der Arbeit auf reinen Wohngebäuden ohne Nebennutzungen oder Mischnutzungen. Industrie- und Dienstleistungsgebäude, sowie Gebäude der öffentlichen Hand bleiben aussen vor.

Kliniken, Heime, Internate, Hotels, Strafanstalten etc. zählen als Gebäude für Kollektivhaushalte zu den Gebäuden mit teilweiser Wohnnutzung und finden in dieser Arbeit ebenfalls keine Betrachtung (BFS, 2015, S. 13).

Städte mit hoher Bevölkerungsdichte haben pro Kopf die niedrigsten CO₂-Emissionen (Eggimann et al., 2021, S. 15). Die Wohnfläche pro Kopf hängt zusammen mit dem Endenergieverbrauch und den Emissionen. Geringere Wohnflächen führen zu geringeren Emissionen. Nachverdichtung in Form von Aufstockungen oder Ersatzneubauten können also einen Beitrag dazu leisten, die Betriebsemissionen pro

Bewohner:in von Gebäuden zu verringern. Die Arbeit wird diese Zusammenhänge jedoch nicht explizit näher betrachten.

Die Arbeit wird sich auf die Treibhausgasemissionen im Betrieb fokussieren, nicht auf weitere Emissionen, die beispielsweise bei der Mobilität der Bewohner:innen entstehen. Sie wird auch die grauen Treibhausgase, die bei der Erstellung von Gebäuden emittiert werden, nicht näher beleuchten.

Auch werden externalisierte Kosten und Risiken der Klimakrise nicht in die Betrachtung des notwendigen Infrastruktumbaus mit einbezogen. Auf Gemeinde- und Quartiersebene müssten Lösungen angestrebt werden wie städtische Energiesysteme, Mikronetze, Energy Hubs, virtuelle Kraftwerke oder Fernwärmenetze (Murray et al., 2020, S. 2). Konkret könnten grössere energetische Netze den Anschluss von Gebäuden an thermische Netze mit Energie aus Abwärme, Rechenzentren und Bürogebäuden bedeuten (Marti, 2022, S.8). Die Betrachtungsebene der Arbeit wird auf die Objektebene beschränkt bleiben.

4.6 Methodisches Vorgehen

Eine wichtige Basis für den Inhalt der Arbeit sind das Wissen, die Praxistipps und die Erfahrungswerte aus den Modulen des CAS Immobilienbewertung, CAS Areal- und Immobilienprojektentwicklung und CAS Bedürfnisgerechtes Planen und Bauen.

Wissenschaftliche Publikationen, statistische Veröffentlichungen, Gesetzestexte, Veröffentlichungen der Bundesämter für Energie und Umwelt und Artikel der Fachpresse bilden die Grundlagen der Literaturrecherche.

Anhand der Erkenntnisse der Recherche werden die Hebel zur Reduktion von Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors im Betrieb beschrieben (Ziel A). Ausserdem wird im Rahmen der Literaturrecherche die Ist-Situation hinsichtlich bestehender Massnahmen auf gesetzlicher, wirtschaftlicher sowie gesellschaftlicher Ebene bezüglich der energetischen Sanierung von Wohngebäuden untersucht (Ziel B). Mittels statistischer Daten wird die Zielgruppe mit dem grössten Handlungsbedarf hervorgehoben. Anhand von Berechnungen der Emissionswerte werden die Potenziale von energetischen Wohngebäudesanierungen pro Eigentümersegment untersucht (Ziel C). Nach einer Analyse, was die Eigentümersegmente hemmt, können Massnahmen und Handlungsempfehlungen formuliert werden, die die Motivation von Eigentümerschaften für die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden erhöhen (Ziel D).

Auf Grundlage von Beispielprojekten wird eine energetische und architektonische Gebäudesanierung, deren Hürden sowie Potenziale beschrieben. Das Beispiel wird aus den Segmenten der hervorgehobenen Zielgruppen mit dem grösstem Handlungspotenzial ausgewählt (Ziel E). Mithilfe der Praxisbeispiele wird erörtert, wo die Schwierigkeiten, Umsetzungsprobleme und Chancen liegen.

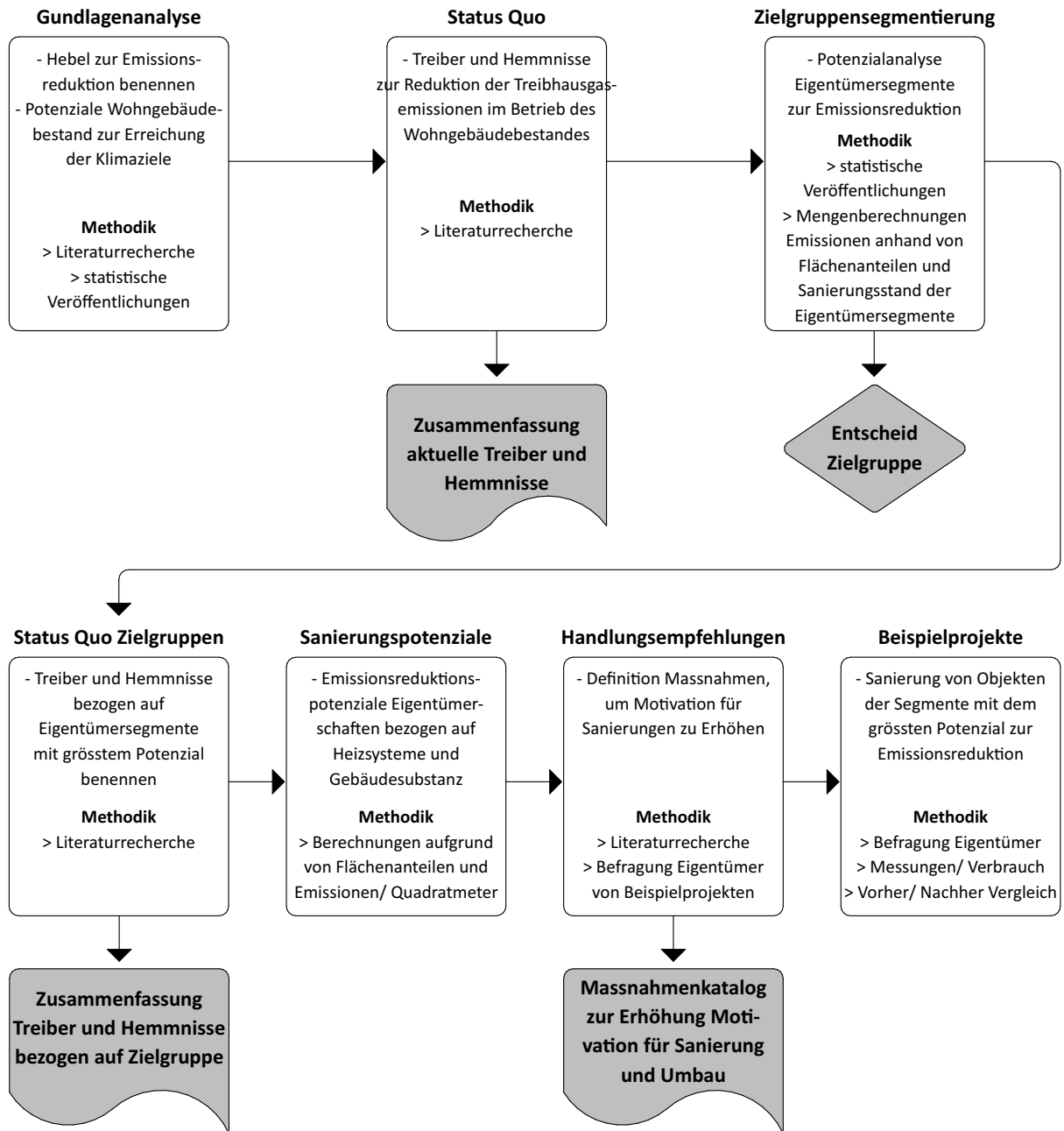


Abbildung 1: Prozess Abschlussarbeit

5 Die Relevanz des Wohnsegments auf das Netto-Null-Ziel der Schweiz

5.1 Handlungsbedarf in der Klimakrise

Im Jahr 2020 emittierte die Schweiz auf ihrem Territorium Treibhausgasemissionen in Höhe von 43.4 Mio. t CO_{2eq}. Pro Person entspricht dies einer Menge von ungefähr 5 t CO_{2eq}. Hinzu kommen die Emissionen, die nicht auf Schweizer Territorium entstehen und beispielsweise durch Importgüter aus dem Ausland verursacht werden. Berücksichtigt man auch diese, beträgt der Pro-Kopf Emissionsausstoss von in der Schweiz lebenden Personen ca. 12 t CO_{2eq}. Mit diesem Wert liegt die Schweiz deutlich über

dem weltweiten Durchschnitt von 6 t CO_{2eq}. Die planetar verträgliche Menge an Emissionen beträgt 0.6 t CO_{2eq} pro Person und Jahr. Um diese zu erreichen, müsste man die Emissionen um den Faktor 20 reduzieren (BAFU, 2023a).

Der Sektor Gebäude ist, nach dem Verkehr (exkl. des internationalen Flug- und Schiffverkehrs) mit 31.6 % und der Industrie mit 24.8 %, der drittgrösste Emittent an Treibhausgasen auf Schweizer Territorium (UVEK, 2022, S. 9). Die auf den Gebäudesektor zurückführbaren Emissionen betragen im Jahr 2020 10.38 Mio. t CO_{2eq}, was einem Anteil von 23.9 % entspricht. Diese Zahl gilt zusammengenommen für Wohn-, Dienstleistungs- sowie Gewerbegebäude. Berücksichtigt sind in der Zahl Emissionen, die im Betrieb entstehen, nicht solche, die bei der Erstellung von Gebäuden anfallen.

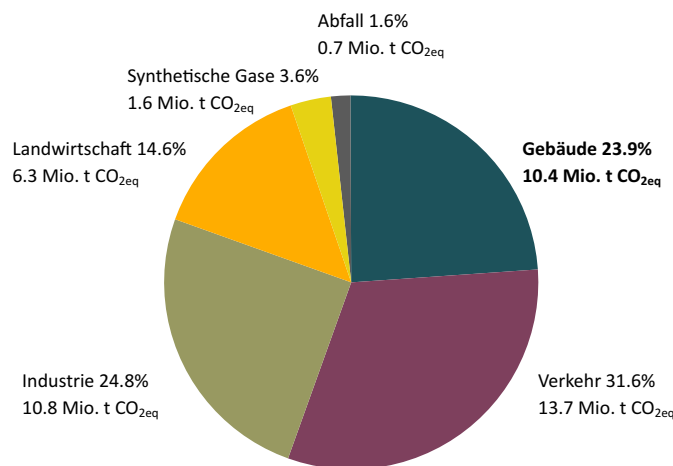


Abbildung 2: Ausgangslage CO₂-Emissionen Schweiz
 Quelle: Eigene Abbildung nach BAFU & UVEK, 2022, S.9.

Möchte die Schweiz das ratifizierte Pariser Klimaabkommen einhalten, müssen die Treibhausgasemissionen reduziert werden. Die Effizienzperspektiven 2050+ des Bundesamtes für Energie sehen vor, dass im Jahr 2050 alle Sektoren zusammengenommen noch maximal 12 Mio. t CO_{2eq} ausstossen dürfen, die mittels CO₂-Abscheidungs- und Einlagerungstechnologien, sowie Negativemissionstechnologien kompensiert werden (BFE 2020a, S.14). Die bis 2050 und darüber hinaus nicht vermeidbaren, zu kompensierenden CO₂-Emissionen entstehen vor Allem in der Landwirtschaft, der Industrie und der Verwertung von Abfällen. Der Gebäudesektor darf im Betrieb bis dahin keine Emissionen mehr verursachen.

5.2 Grauemissionen gegenüber betrieblichen Emissionen von Gebäuden

Die Arbeit konzentriert sich auf die Einsparpotenziale von Emissionen im Betrieb. Die im vorigen Absatz genannten 10.38 Mio. t CO_{2eq} aus dem Jahr 2020, die 23.9 % der gesamten CO₂-Emissionen der Schweiz ausmachten, bilden diese Betriebsemissionen ab. Der Gebäudesektor steht mit einem Viertel aller Emissionen aktuell an dritter Stelle der grössten Emittenten. Eine gesamthafte Betrachtung des

Gebäudesektors, seine Herausforderungen und Potenziale, wird jedoch erst möglich, wenn auch ein Blick auf die grauen Treibhausgasemissionen geworfen wird.

Neben der benötigten Betriebsenergie und deren Emissionen gehört die graue Energie und deren graue Treibhausgasemissionen zum Gesamtenergiebedarf von Gebäuden. Mit grauer Energie bezeichnet man die nicht erneuerbare Primärenergie, die zur Erstellung von Gebäuden benötigt wird (SIA, 2020, S. 10). Hierzu gehört die gesamte Energie die benötigt wird, von der Gewinnung von Rohstoffen bis zur Erstellung von Bauteilen, dem Transport, der Lagerung und Verpackung und letztlich auch der Entsorgung oder den Abbruch von Gebäuden. Sie kann bei Gebäuden gemessen werden in kWh/m²/Jahr. Die grauen Emissionen, die aus der grauen Energie resultieren, können für jedes Bauteil separat berechnet werden, sie werden angegeben in kg CO_{2eq}. Die beiden Werte graue Energie und graue Emissionen sollten nicht gleichgesetzt werden, denn die Emissionen sind auch davon abhängig, welche Energieträger zur Erstellung verwendet wurden und wie effizient die Energieumwandlung dieser Energieträger ist. Zur Berechnung der grauen Treibhausgasemissionen kann das Dokument «Ökobilanzdaten im Baubereich» herangezogen werden. Die Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren [KBOB] veröffentlichte gemeinsam mit dem Verein ecobau und der Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren [IPB] dieses Dokument. Die Daten sind zuletzt im Jahr 2022 aktualisiert worden und kostenfrei öffentlich zugänglich. Umweltbelastungspunkte, erneuerbare und nicht erneuerbare Primärenergie, Treibhausgasemissionen und biogener Kohlenstoffgehalt von verschiedenen Baumaterialien, von der Gebäudetechnik, von Energieträgern, von Transportmitteln und der Entsorgung sind Teil des Dokumentes (KBOB et al., 2022). Die Daten der Treibhausgasemissionen sind teilweise herstellereinspezifisch und regionenspezifisch deklariert.

Da die Emissionen der grauen Treibhausgase im Gebäudebereich global anfallen, ist die Menge und Prozentzahl im schweizweiten Vergleich nicht veröffentlicht. Global gesehen betragen die Emissionen der Bauindustrie bei der Erstellung von Bauteilen und Gebäuden 10 % der Gesamtemissionen (UNEP, 2020, S. 10). Es ist also möglich, dass bei einer Betrachtung der gesamthaften durch die Bauindustrie und den Gebäudebetrieb emittierten Emissionen der Bausektor der grösste Emittent an Treibhausgasen ist.

Die Erstellung von Gebäuden hat auf den CO₂ Abdruck über ihren gesamten Lebenszyklus einen grossen Einfluss. Dies legt eine Studie nahe, in der städtische Verdichtungsstrategien hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Energieverbrauch von Schweizer Städten untersucht werden und die im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden ist. Bezüglich grauer Energie und Emissionen pro Person weisen Verdichtungsstrategien, die die Zahl der Bewohner:innen erhöhen, und den Bau neuer Gebäude einschränken den niedrigsten Wert auf (Eggimann et al., 2021, S. 43). Im Vergleich von Quartieren mit grossem Anteil an Neubauten wird deutlich, dass Quartiere mit grossem Anteil an sanierten Bestandsgebäuden über ihren gesamten Lebenszyklus gesehen weniger graue Energie und somit weniger

Emissionen pro Bewohner:in ausstossen. Es ist wichtig zu differenzieren, dass einerseits der Erhalt von Bestand sehr viele graue Treibhausgasemissionen, die bei der Gebäudeerstellung anfallen würden, verhindern kann. Andererseits werden die Vorteile eingesparter Emissionen aufgrund von schlechten Dämmwerten der Gebäudehülle in Kombination mit häufig fossilen Heizsystemen bei unsanierten Gebäuden durch erhöhte Betriebsemissionen wieder aufgewogen (Eggimann et al., 2021, S. 56). So kann eine objektspezifische Untersuchung sogar ergeben, dass ein Ersatzneubau trotz anfallender grauer Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet eine bessere Klimabilanz pro Quadratmeter aufweist, als der Weiterbetrieb von Bestandsgebäuden (Eggimann et al., 2021, S. 53). Der Zusammenhang von ausgestossenen Treibhausgasemissionen bei Erstellung und Betrieb über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes ist abhängig von dessen Bauweise und Betriebseffizienz. Hierbei spielt die Wahl der Bauweise, sowie der Energieträger eine grosse Rolle. Vereinfacht gesagt fällt bei einem im Betrieb effizienten Neubau, der mittels erneuerbarer Energien betrieben wird der Grossteil der Emissionen in der Erstellung des Gebäudes an. Währenddessen fallen bei älteren Wohngebäuden noch die Betriebsemissionen über den gesamten Lebenszyklus stärker ins Gewicht (Näf & Sacher, 2021, S. 24). Die Verschiebung des Verhältnisses von Betriebsemissionen bei älteren Wohngebäuden zu Erstellungsemissionen neuerer Wohngebäude wird anhand der folgenden Abbildung deutlich. Während die grauen Treibhausgasemissionen (GTHG) bei alten und neuen Wohngebäuden nahezu gleichblieben, sind die Betriebsemissionen massiv zurückgegangen. Zur weiteren Effizienzsteigerung von Gebäuden wäre bei Neubauten ein Ansetzen bei der Erstellungsenergie und den Erstellungsemissionen notwendig.

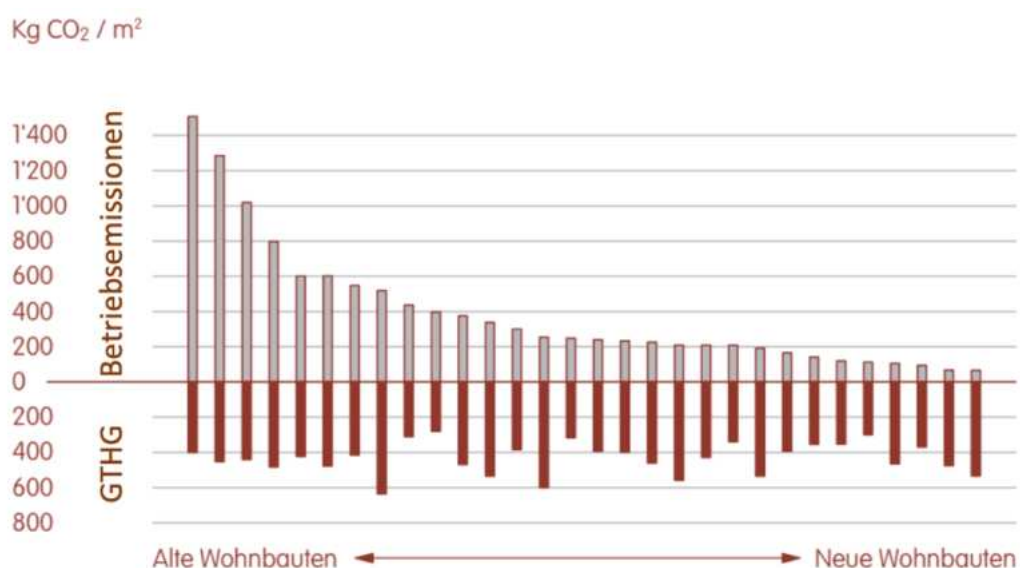


Abbildung 3: Emissionsbilanz von 30 Gebäuden aus unterschiedlichen Zeiträumen

Quelle: Näf & Sacher, 2021, S. 24

Die folgende Abbildung 4 zeigt das Verhältnis von Treibhausgasemissionen der Gebäudeerstellung zu den betrieblichen Emissionen der Gebäudeheizung, die mit fossilem Erdgas betrieben wird und den Grossteil der Emissionen im Betrieb verursacht. Das Verhältnis wird in $\text{kg CO}_{2\text{eq}}/\text{m}^2/\text{Jahr}$ an drei exemplarischen Siedlungen dargestellt. Die Darstellung unterscheidet zwischen Vollbetonbauten und konstruktiven Holzbauten, und macht so das mögliche Einsparpotenzial aufgrund der Bauweise deutlich.

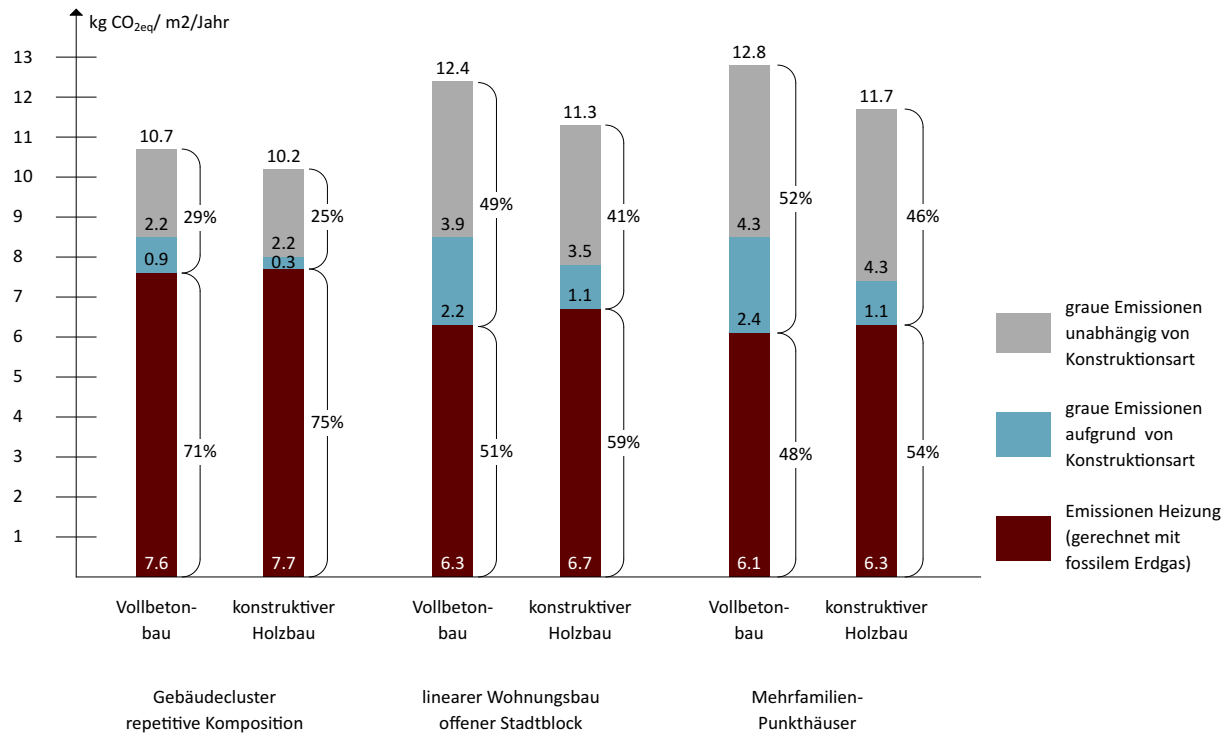


Abbildung 4: Emissionsbilanz pro m^2 bei Ersatzneubauten
 Quelle: Eigene Abbildung nach Eggimann et al., 2021, S. 43.

Selbst wenn mit dem fossilen Heizträger Erdgas gerechnet wird, der einen Treibhausgasausstoss von $0.228 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}$ pro Kilowattstunde Heizleistung aufweist (SIA, 2015, S.39), beträgt der Treibhausgasausstoss, der bei der Erstellung von Gebäuden entsteht, noch 25-50 % der Lebenszyklusemissionen. Dieser Anteil wäre noch höher, würde von erneuerbaren Energieträgern für die Heizwärme ausgegangen werden, da diese einen geringeren CO_2 -Ausstoss aufweisen.

Im Mittel veröffentlichte die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen ein Verhältnis der Emissionen von Konstruktion zu Nutzung von 35 % Erstellung zu 65 % Betrieb (Braune et al., 2021, S. 13).

Bei der Bilanzierung von Umweltbelastungen, also einer Betrachtung nicht nur der Treibhausgasemissionen in Betrieb und Erstellung, sondern auch der ökologischen Knappheit, fällt auf, dass die Erstellung von Gebäuden noch weiter in den Vordergrund rückt. Der Betrieb, sofern er ohne fossile Energieträger gewährleistet wird, ist weniger entscheidend als die Baustoffe (Wyss et al., 2014, S.43).

Da jedoch ein Grossteil des Bestandes im Betrieb noch auf fossile Energieträger angewiesen ist, scheint es sinnvoll zu sein, diesen Missstand prioritär zu behandeln und zu beheben. Daher fokussiert sich

diese Arbeit auf die Potenziale der Dekarbonisierung des Gebäudebestandes im Betrieb, möchte jedoch die potenzielle Emissionsreduktion bei der Gebäudeerstellung nicht vollständig unerwähnt lassen.

5.3 Emissionen des Gebäudesektors im Betrieb

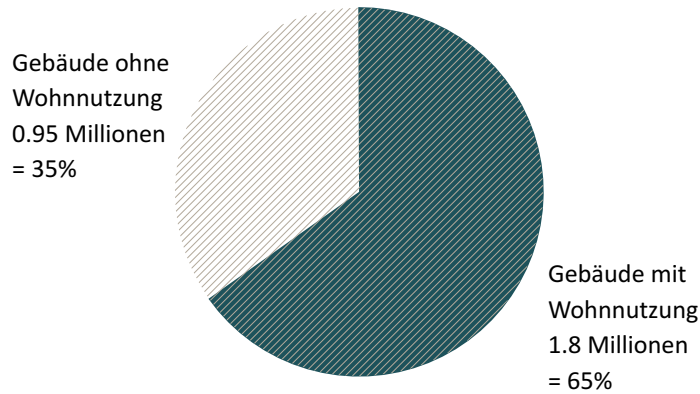


Abbildung 5: Anteil Wohngebäude Gesamtimmobilienbestand Schweiz

Quelle: Eigene Abbildung nach BAFU & UVEK, 2022, S.9

Der Schweizer Gebäudepark umfasste im Jahr 2020 insgesamt 2.75 Mio. Gebäude (Hess et al., 2022, S.15). Rund zwei Drittel davon, ca. 1.8 Mio. Gebäude, sind Gebäude mit Wohnnutzung (BFS, 2021a). Zu den Gebäuden mit Wohnnutzung zählen reine Wohngebäude wie Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser. Wohngebäude mit Nebennutzung, die ebenfalls Flächen mit Gewerbenutzung umfassen, und Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung, die mehrheitlich Flächen für gewerbliche Zwecke beinhalten, werden ebenfalls zu den Gebäuden mit Wohnnutzung gezählt (BFS, 2015, S. 13). Mit 84.2 % machen die reinen Wohngebäude den Grossteil der Gebäude mit Wohnnutzung aus.

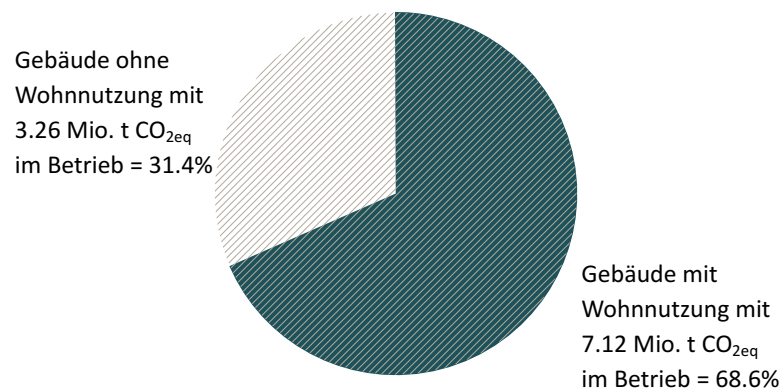


Abbildung 6: Anteil Emissionen Gebäude mit Wohnnutzung und Gebäude ohne Wohnnutzung an den Emissionen des Gebäudesektors

Quelle: Eigene Abbildung nach BAFU & UVEK, 2022, S.9

Entsprechend dem absoluten Anteil der Wohngebäude am Gesamtimmobilienbestand, entstehen zwei Drittel der betrieblichen Emissionen des Gebäudesektors durch das Wohnen. Im Jahr 2020

wurden durch die Wohnnutzung 7.12 Mio. t CO_{2eq} emittiert, dies sind 16.4 % am Total der Schweizer Emissionen (UVEK, 2022, S. 9).

Gebäude mit Wohnnutzung emittieren im Betrieb mehr als doppelt so viel CO_{2eq} wie Gebäude ohne Wohnnutzung. Um den Zielwert von Netto-Null im Jahr 2050 zu erreichen, dürfen beim Betrieb von Gebäuden keine Emissionen mehr entstehen, sie müssen CO₂-neutral betrieben werden (BFE 2020a, S. 14).

5.4 Reduktionspotenzial durch Wohngebäudesanierungen

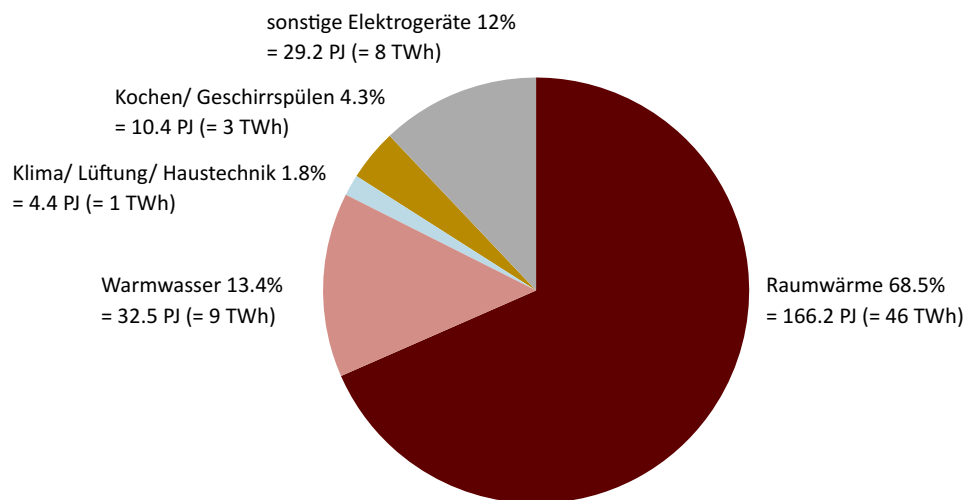


Abbildung 7: Verwendungszwecke: Anteile Endenergieverbrauch privater Haushalte 2021 in %
Quelle: Eigene Abbildung nach BFE, 2022a, S. 20.

Im Jahr 2021 benötigten die privaten Haushalte der Schweiz 243 PJ Endenergie, was in etwa 61 TWh entspricht. Rund 82 % der Endenergie von Wohnungen, rund 55 TWh, wurde im Jahr 2021 zur Aufbereitung von Warmwasser und zur Erwärmung von Räumen benötigt. Die benötigte Endenergie kann aufgrund verschiedener Faktoren, wie Witterung oder Nutzerverhalten variieren (BFE, 2022a, S.7). Wird die Wärme mittels fossiler Brennstoffe erzeugt, entstehen hierbei Treibhausgasemissionen. So berichtet das Bundesamt für Umwelt, dass die emittierten 7.12 Mio. t CO_{2eq} des Jahres 2020 im Sektor Gebäude massgeblich entstanden sind durch die Verwendung fossiler Brennstoffe für die Gebäudeheizung und die Aufbereitung von Warmwasser (BAFU & UVEK, 2022, S.12).

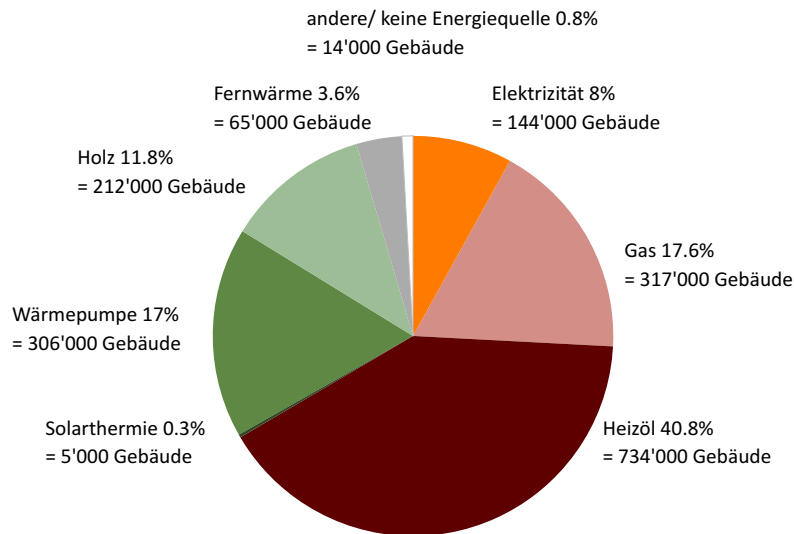


Abbildung 8: Energiequelle Heizungstypen Wohngebäude

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS, 2021b.

Im Jahr 2021 wurden 40.7 % der Gebäude mit Wohnnutzung mit Heizöl beheizt und 17.6 % mit Erdgas. Dies ergibt einen Anteil von Gebäudeheizungen mit fossilen Energiequellen von fast 60 %. Bei einer Gesamtzahl von 1.8 Mio. Gebäuden mit Wohnnutzung sind 1.03 Mio. Gebäude fossil beheizt (s. Anhang, Tabelle 8: A. Gebäude nach Hauptenergiequelle der Heizung).

Die Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2050 lässt einen maximalen Treibhausgasausstoß von 10 kg CO_{2eq}/m²/Jahr für den Bau und Betrieb von Gebäuden über deren gesamten Lebenszyklus zu. Gebäude mit fossilen Heizungen können diesen Schwellenwert nahezu nicht erreichen (Murray et al., 2020, S. 24).

Erdgas hat einen Treibhausgasemissions-Koeffizienten von 0.228 kg CO₂/kWh und Heizöl 0.298 kg CO₂/kWh (SIA, 2015, S.39). Der Grenzwert von Neubauten für den Heizwärmebedarf beträgt bei Mehrfamilienhäusern 13-15 kWh/m²/Jahr und bei Einfamilienhäusern 15-16 kWh/m²/Jahr (SIA, 2016, S.23). Bei Umbauten betragen die Werte 150 % der Grenzwerte für Neubauten, also 19.5-22.5 kWh/m²/Jahr bei Mehrfamilienhäusern bzw. 19.5-24 kWh/m²/Jahr bei Einfamilienhäusern. Die Werte gehen von einer Solltemperatur von 20 °C für die Wohnnutzung aus, was grundsätzlich eher niedrig angesetzt ist. Höhere Raumtemperaturen bedeuten einen höheren Heizwärmebedarf und je Energieträger auch höhere Treibhausgasemissionen.

Die Grenzwerte der SIA 380/1 würden im Schnitt bei Umbauten und Sanierungen, die in dieser Arbeit betrachtet werden, eine Emission von 4.5-5.5 kg CO₂ bei Erdgas respektive 6-7 kg CO₂ bei Erdöl pro m² pro Jahr allein für die Erzeugung von Raumwärme bedeuten – und dies auch nur bei der Norm entsprechend sanierten Gebäudehüllen. Hinzu kämen die Betriebsemissionen für die Aufbereitung von Warmwasser, Emissionen die durch die Nutzung elektrischer Geräte entstehen, sowie die grauen Treibhausgasemissionen der Gebäudeerstellung, des Gebäudeumbaus und des Gebäudeabbruchs.

Werden Gebäudeheizungen und Warmwasseraufbereitung mittels erneuerbarer Energien wie Biomasse (beispielsweise Holzpellets) oder Wärmepumpen betrieben, können die Emissionen pro kWh je nach Herkunft der Energieträger im besten Fall auf null sinken.

Demnach ist ein Wechsel von fossilen Heizsystemen für fast alle Gebäude der Schweiz erforderlich. Um die Klimaziele zu erreichen müssten 4 % des Gebäudebestandes in der Schweiz pro Jahr saniert werden (Marti, 2022, S. 6). Aktuell werden nur 1 % pro Jahr saniert (Murray et al., 2020, S. 17). Mit dieser Sanierungsrate bräuchte die Schweiz weit über das Jahr 2050 hinaus, bis alle Gebäude energetisch ertüchtigt und CO₂-neutral im Betrieb wären.

Im Vergleich zu Ländern mit ähnlichen klimatischen Bedingungen wie Österreich und Frankreich mit 0.7 t CO_{2eq} oder Dänemark mit 0.4 t CO_{2eq} fällt auf, dass die Schweiz im Jahr 2018 mit ca. 1.2 t CO_{2eq} eine höhere pro-Kopf-Emission von Treibhausgasen durch Wärmezeugung für die Wohnnutzung aufweist (Meier et al., 2018, S. 18). Während die Schweiz in den Jahren zwischen 1990 und 2018 die Emissionen pro Kopf für die Wärmezeugung um 40 % senken konnte, hat Schweden eine Reduktion von fast 90 % erreicht, Finnland und Dänemark 60 % und Österreich 45 % (Meier et al., 2018, S. 19).

Energetische Sanierungen können den Treibhausgasausstoss von Gebäuden verringern, ohne dass auf Komfort verzichtet werden muss. Energetische Erneuerungserfolge können je nach Objekt eine Einsparung von 30-70 kWh/m²/Jahr ergeben, was bei fossiler Heizung einer Einsparung von bis zu 21 kg CO_{2eq}/m²/Jahr entspricht (Jakob et al., 2014, S. 21). Wird dann noch die benötigte Energie mittels erneuerbarer Energieträger erzeugt, sind die Gebäude im Betrieb CO₂-neutral und entsprechen der Netto-Null Strategie des Bundes.

Die Heizung, wird sie fossil betrieben, ist bei der Dekarbonisierung des Gebäudebetriebes mit der Hülle der einflussreichste Parameter. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Gebäude, egal wie effizient ihre Hüllflächen sind, zur Erreichung der Zielwerte auf fossile Energieträger verzichten müssen. Aufgrund dieser Erkenntnis werden in dieser Arbeit fossil betriebene Gebäude als «sanierungsbedürftig» eingestuft. Bestehende Gebäude, die noch nicht energetisch saniert wurden, sind ein unmittelbares Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in der Schweiz.

6 Beurteilung Treiber und Hemmnisse zur CO₂ Reduktion im Segment Wohnen

6.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Hemmnisse bei Sanierungen

Das Bundesamt für Energie veröffentlichte im November 2020 die Energieperspektiven 2050+, die die langfristige Energiestrategie für die Schweiz bis zum Jahr 2050 erläutern möchten (BFE, 2020a). Eines der genannten Ziele ist die Beschleunigung von Sanierungen, die mittels verschiedener Instrumente unterstützt werden soll. Diese beinhalten beispielsweise die Verschärfung von Vorschriften, freiwillige Baustandards zu denen sich Eigentümerschaften verpflichten können und Informations- und

Beratungsangebote des Bundes, der Kantone und der Gemeinden (Hess et al., 2022, S. 13). Die Strategien zielen auf verschiedene Hemmnisse der Eigentümerschaften ab und versuchen diese zu überwinden.

Aktuell gibt es regulatorische Hemmnisse, die die Sanierung des Gebäudebestandes behindern. So können Denkmal-, Ortsbild und Heimatschutzvorschriften Sanierungsmassnahmen auf Objekt- oder Quartiersebene verkomplizieren und verzögern. Auch lange, komplexe, und wenig berechenbare Baubewilligungsverfahren und nachbarrechtliche Einsprachemöglichkeiten führen zu Risiken und Verzögerungen bei Sanierungen (Hess et al., 2022, S. 31). Weitere gesetzliche Hemmnisse können Bauvorschriften auf Bundes-, Kantons- oder kommunaler Ebene sein. Diese beinhalten Anforderungen zu Energieeffizienz, Brandschutz oder Barrierefreiheit, die für die Eigentümerschaften zusätzliche Kosten und Genehmigungsverfahren bedeuten und daher abschreckend wirken.

Gesetze und regulatorische Rahmenbedingungen sind notwendig, um Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsstandards zu gewährleisten und die Interessen der Gemeinschaft zu schützen. Sie können für Sanierungsprojekte jedoch herausfordernd sein, besonders dann, wenn diese komplex, kostenintensiv und zeitaufwändig sind.

Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)

Die Ablehnung der Vorlage des CO₂-Gesetzes durch die Bevölkerung bei der Abstimmung im Jahr 2021 hatte zur Folge, dass weiterhin die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) bindend bleiben.

Die MuKE, die von der Energiedirektorenkonferenz erarbeitet werden, stellen die harmonisierten und koordinierten kantonalen energierechtlichen Bestimmungen für Gebäude dar (Energie360°, 2023a). Es wird den Kantonen empfohlen, ihre kantonalen Energiegesetze anhand dieser Mustervorschriften anzupassen. Die Kantone haben weiterhin die Hoheit über ihre Energiegesetzgebung.

Aktuell haben 21 Kantone die MuKE 2014 umgesetzt, während drei Kantone sich in der parlamentarischen Phase befinden, einer in der nachparlamentarischen Phase und einer die Vorlage zurückgewiesen hat (Energie360°, 2023a). Die MuKE 2014 sieht unter anderem vor, die Umstellung auf erneuerbare Energien und die Sanierung von Gebäudehüllen verstärkt zu fördern (EnDK & EnFK, 2018, S. 10) und zentrale Elektroheizungen ab Inkrafttreten des Gesetzes innerhalb von 15 Jahren zu ersetzen (EnDK & EnFK, 2018, S. 39). Einige Kantone gehen mit ihren Energievorschriften über die Mustervorschriften hinaus und haben strengere Gesetze erlassen, wie beispielsweise das kantonale Zürcher Energiegesetz. Dieses Gesetz, das im September 2022 in Kraft getreten ist, fordert, dass fossile Heizungen nach dem Ende ihrer Lebensdauer durch klimaneutrale Heizungen ersetzt werden müssen und verbietet für den Ersatz Öl- und Erdgasheizungen, Elektroradiatoren und elektrische Wasserboiler. Erlaubt

sind hingegen Umweltwärme mit allen Wärmepumpen, Abwärmenutzung, Holz, inländisches Biogas sowie Fernwärme bei mindestens 70 % erneuerbarer Quelle, wobei Ausnahmen oder Aufschub nur durch Sondergenehmigungen möglich sind (Stadt Zürich, 2022).

Klima- und Innovationsgesetz 2023

Nachdem das CO₂-Gesetz im Jahr 2021 abgelehnt wurde, kam es im Juni 2023 in revidierter Form als indirekter Gegenvorschlag zur Gletscher-Initiative unter dem Namen Klima- und Innovationsgesetz erneut zur Abstimmung (BAFU, 2023b).

Im Rahmen von Gebäudesanierungen und Heizungersatz sieht das neue Gesetz, das zum 1.1.2025 in Kraft treten soll vor, zusätzlich zum Gebäudeprogramm Fördermittel in Höhe von 200 Millionen Franken pro Jahr über zehn Jahre auszuschütten. Für Gebäudeeigentümer:innen bedeutet dies höhere Unterstützungen bei energetischen Sanierungen von insgesamt zwei Milliarden Franken. Die Schweiz soll mit dem Gesetzesvorschlag näher an das Netto-Null-Ziel von 2050 herangebracht werden. Für den Gebäudesektor definiert das Gesetz einen Absenkpfad mit Zwischenzielen. Bis 2040 soll der Gebäudesektor seine Emissionen im Vergleich zu 1990 um 82 % senken, bis 2050 zu 100 %. Dann soll der Gebäudesektor emissionsfrei sein (Bundesblatt, 2022).

Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK)

Der Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) ist ein einheitlicher Energieausweis für Gebäude in der Schweiz, der vom gleichnamigen Verein ausgestellt wird und sich auf das Eidgenössische Energiegesetz bezieht. Der GEAK bewertet die Gebäudehülle, die Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes und den CO₂ Ausstoss im Betrieb. Die Konferenz der Energiedirektoren ist für die Normierung des GEAK verantwortlich, ähnlich wie für die MuKE. Die Energieeffizienz von Gebäuden wird im GEAK mit den Buchstaben A bis G angegeben, wobei A die beste Kategorie ist (GEAK 2023). Der GEAK ist schweizweit einheitlich und aufgrund dessen ein gutes Vergleichstool für die energetische Performance von Gebäuden. Neben dem GEAK gibt es ab Herbst 2023 in der Schweiz noch zwei Label zur Zertifizierung von Gebäuden und Arealen, das Minergie-Areal, sowie das SNBS-Areal. Die Berechnung von Emissionen und Verbrauchsdaten zur Zertifizierung von Gebäuden findet dabei nach den normierten Regeln des GEAK statt (BFE, 2023b).

Gemäss der Energieperspektiven des Bundesamtes für Energie sollen alle Gebäude bis zum Jahr 2050 hinsichtlich ihrer Gesamtenergieeffizienz untersucht und bewertet werden. Somit wird der Bedarf an Sanierungen messbar und verdeutlicht (BFE, 2022c, S. 2). Der GEAK ist aktuell noch nicht verpflichtend. Er steht in dieser Arbeit stellvertretend für die Bemühungen, Gebäude zu kategorisieren und deren Potenziale für die Erreichung des Netto-Null-Ziels der Schweiz zu benennen.

6.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen und Hemmnisse bei Sanierungen

Relativ hohe Investitionskosten und die vermeintlich mangelnde Rentabilität sind wichtige Hemmnisse für energetische Erneuerungen. Insbesondere die lange Amortisationsdauer, attraktive Alternativinvestments und die bisher relativ niedrigen Preise fossiler Energieträger haben dazu beigetragen, dass viele Eigentümerschaften eine negative Rentabilität der energetischen Erneuerungen befürchteten. Auch die Finanzierung solcher Investitionen kann problematisch sein, da viele Eigentümerschaften eine Abneigung gegenüber Kreditaufnahmen haben (Hess et al., 2022, S.30).

Oftmals werden finanzielle Hürden subjektiv grösser wahrgenommen, als sie objektiv betrachtet sind. Obwohl finanzielle Mittel häufig vorhanden sind, können andere Präferenzen Vorrang haben, wodurch energetische Sanierungen hintenanstehen. Zudem können die fehlende Möglichkeit zur Aufstockung von Hypotheken, sinkendes verfügbares Einkommen im zunehmenden Alter, erschwerte Kreditaufnahme sowie Finanzierungslücken und gebundenes Eigenkapital als weitere Faktoren auf wirtschaftlicher Ebene erschwerend wirken (Hess et al., 2022, S. 29). Einigen Eigentümer:innen fehlt nicht nur subjektiv, sondern auch objektiv betrachtet das Kapital für eine Sanierung (Hess et al., 2022, S. 22).

Auch kurzfristige Renditeeinbussen bei vermieteten Liegenschaften können ein Hemmnis für energetische Sanierungen sein. Oftmals müssen Vermieter:innen während einer Sanierung, beispielsweise aufgrund von Mietausfällen, auf Rendite verzichten, um langfristig von den Wertsteigerungen zu profitieren. Dies kann gegen das menschliche Naturell von kurzfristigem Gewinnstreben und finanzieller Sicherheit stehen, was Eigentümerschaften zögern lässt, in Sanierungen zu investieren. Umfassende Sanierungsmassnahmen erfordern eine langfristige Denkweise und Bereitschaft, kurzfristige Einbussen in Kauf zu nehmen (Hess et al., 2022, S. 43).

Dabei könnte sich aus Sicht der Eigentümerschaften eine umfassende Sanierung des Gebäudebestandes wirtschaftlich lohnen. Nicht sanierte Gebäude konnten im Jahr 2022 zumeist nur mit Preisabschlägen veräussert werden, dies gilt sowohl für vermietetes, als auch für selbst genutztes Wohneigentum. Die Preisdifferenz zwischen energieeffizienten Gebäuden und Gebäuden mit schlechter Energiebilanz betrug zwischen 12 und 33 %. Energetisch sanierte Gebäude sind zukunftsfähiger und resilienter als Gebäude, die auf fossile Energieträger angewiesen sind (Heidrich & Grimm, 2022). Dies kann als Argument dienen Sanierungsmassnahmen durchzuführen. Begründet ist der mögliche Wertverfall mit steigenden Unterhaltskosten und Abschlägen aufgrund des Sanierungsstaus, der Investitionen in eine Instandsetzung durch die neuen Eigentümer:innen notwendig macht.

Der Wertverfall kann auch zum Risiko für die Kreditinstitute werden, die Hypotheken vergeben. Hypothekarforderungen bilden den grössten Anteil am Kreditvolumen von Schweizer Banken (Frey et al., 2020, S. 12). Drei Viertel der Hypotheken sind an private Haushalte, die meisten Hypotheken für Gebäude mit Wohnnutzung vergeben (Frey et al., 2020, S. 23).

Unterhaltskosten

Steigende Unterhaltskosten können als Motivationsfaktor für energetische Sanierungen dienen. Eine Befragung zur Erneuerung von Heizungssystemen in der Stadt Zürich ergab, dass die Erwartung niedrigerer Betriebskosten als zweitwichtigster Faktor für den Heizungsersatz bei Wohngebäuden genannt wurde (Lehmann et al., 2017, S. 12). Der Anstieg der Unterhaltskosten kann unter anderem auf die steigende Preisentwicklung von endlichen fossilen Energieträgern zurückzuführen sein. Die Teuerung von Brennstoffen könnte neben der zunehmenden Knappheit und geopolitischen Faktoren auch durch die Steigerung des Abgabesatzes für CO₂-Emissionen weiter angetrieben werden. In der Schweiz lag die CO₂-Abgabe für fossile Energieträger im Jahr 2018 bei 96 CHF (Meier et al., 2018, S. 15).

Bei Gebäuden, die mit fossilen Brennstoffen beheizt werden, fallen 70-80 % der Lebenszykluskosten während der Nutzungsdauer an (Wiskemann, 2022, S.9). Im Gegensatz dazu sind bei effizienteren Gebäuden, die erneuerbare Energien nutzen, die anteiligen Lebenszykluskosten anders verteilt. Hierbei fällt der Betrieb im Vergleich zur Erstellung weniger ins Gewicht (siehe Kapitel 5.2). Die steigenden Unterhaltskosten sind in erster Linie ein Argument für Sanierungen im Falle von selbst genutztem Wohneigentum, da die Betriebskosten in der Regel von den Nutzer:innen getragen werden. Bei vermieteten Liegenschaften hingegen spielen diese Kosten eine untergeordnete Rolle als ökonomischer Sanierungsanreiz.

Förderinstrumente

Förderinstrumente können Sanierungen wirtschaftlicher gestalten und als Anreiz dienen. Ein Förderinstrument von Bund und Kantonen für Sanierungen in der Schweiz ist das Gebäudeprogramm. Dieses hat seit 2010 mehrere hundert Millionen Franken pro Jahr in Sanierungen investiert (Hess et al., 2022, S. 13). Im Jahr 2021 betragen die Auszahlungen des Gebäudeprogramms 361 Millionen Franken (Häne & Walser, 2023). Die seit 2008 erhobenen CO₂-Lenkungsabgaben auf Brennstoffe fließen zu einem Drittel in das Förderprogramm (Frey et al., 2020, S. 10). Das Gebäudeprogramm unterstützt Sanierungen durch nicht rückzahlbare Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen für Sanierungsmassnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden. Jedoch stellt das Gebäudeprogramm, möchte man Förderbeiträge erhalten, ähnliche energetische Anforderungen an die sanierten Gebäude wie an Neubauten (Marti, 2022, S. 7). Dies wirkt sich negativ auf die Kosten und die Graue Energie von Sanierungen aus. Je höher die Anforderungen an die Gebäudehülle sind, desto umfangreicher müssen die Umbaumaassnahmen sein. Wenn die Anforderungen an einen Umbau zu hoch sind, kann dies aus technischen und insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen die Rentabilität von Sanierungen in Frage stellen. Daraus folgt, dass möglicherweise einige Eigentümerschaften nichts unternehmen, da sich Sanierungen aus wirtschaftlicher Sicht nicht lohnen.

Des Weiteren werden Antragstellung und mögliche Kontrollanforderungen als Hürde wahrgenommen, da sie mit zusätzlichem Aufwand verbunden sind, der den Nutzen der Subventionen für die Eigentümerschaften mindert. Ein weiterer hemmender Faktor ist die Deckelung der jährlichen Beitragsgelder der Kantone, die dazu führen kann, dass es gegen Ende des Jahres keine Mittel mehr gibt. Dies führt zu einer abschreckenden Unsicherheit für die Eigentümerschaften (Hess et al., 2022, S. 37). Aktuell scheinen Subventionen nicht als Anreiz zum Sanieren zu wirken. Sie sind häufig Mitnahmesubventionen für Eigentümerschaften, die ohnehin sanieren würden. Damit verfehlen sie ihr Ziel, Menschen zum Sanieren zu motivieren (Hess et al., 2022, S. 44).

Neben dem Gebäudeprogramm gibt es weitere kantonale Förderprogramme, die zusätzliche finanzielle Unterstützung für energieeffiziente Sanierungen bieten. Diese Angebote sind je nach Kanton unterschiedlich und decken verschiedene Massnahmen und individuelle Schwerpunkte ab. Einige Kantone und Gemeinden bieten zusätzlich spezifische Förderprogramme für erneuerbare Energien bei Sanierungsmassnahmen, wie die Restwertentschädigungen für den Ersatz fossiler Heizungen der Stadt Zürich (Stadt Zürich, 2023), oder die Förderung des Anschlusses an die Seeenergie der Stadt Luzern (Stadt Luzern, 2023). Neben direkter Förderung durch Zuschüsse werden energetische Sanierungen, die durch private Eigentümer:innen finanziert werden, unterstützt durch die Möglichkeit die Investitionen von den Bundessteuern abzuziehen (Kanton Zürich, 2023).

Erneuerungsplanung

Sobald Immobilien als Anlagen betrachtet werden, die ökonomisch nachhaltig bewirtschaftet werden sollen, sind strategische Renovationsplanungen notwendig. Wird Gebäudeeigentum nicht als Asset wahrgenommen, findet häufig keine aktive Werterhaltung statt. Private Eigentümer:innen erhalten häufig mittels Instandhaltungen die Gebrauchstauglichkeit ihrer Immobilien in Form von einfachen und regelmässigen kleineren Massnahmen aufrecht. Energetische Sanierungen sind grössere Investitionen in Form von Instandsetzungen, die die Sicherheit der Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Lebensdauer herstellen. Vielen Eigentümerschaften ist jedoch nicht klar, dass die Erneuerungsplanung zentral ist für den Werterhalt von Immobilien (Hess et al., 2022, S.42). Eine langfristige Wohnperspektive wirkt sich positiv auf die Bereitschaft zur energetischen Sanierung aus (Hess et al., 2022, S. 32). Die häufig nicht stattfindende mittelfristige Planung zur Sanierung von Gebäuden erklärt den Unterschied, dass private Eigentümer:innen seltener als institutionelle Eigentümerschaften sanieren (Hess et al., 2022, S. 23).

Impact der ökologischen Nachhaltigkeit auf die Gebäudebewertung

Für die Erhebung von Daten zur ökologischen Nachhaltigkeit bei der Immobilienbewertung fehlt es an Standards. Der Swiss Valuation Standard des Center for Urban & Real Estate Management empfiehlt, Nachhaltigkeitsmerkmale in der Immobilienbewertung zu berücksichtigen, sofern diese wertrelevant für den Marktwert sind. Dabei sollte der Nachhaltigkeitsperformance in der Bewertung jedoch kein eigener Wert zukommen, sie sollte vielmehr in den gängigen Bewertungsparametern Erträge, Leerstand, Instandsetzungs- oder Unterhaltskosten Eingang finden. Wie sich welche Nachhaltigkeitskriterien auf die einzelnen Parameter auswirkt, wird dabei nicht thematisiert (CUREM, 2017, S. 77).

Bei unsanierten Gebäuden besteht das Risiko einer schrittweisen Abwertung. Diese können zu sogenannten «Stranded Assets» werden, die aufgegeben oder abgeschrieben werden, da die Kosten für ihren Unterhalt, oder notwendige Rückstellungen für Erneuerungen die Gewinne übersteigen könnten. Doch nicht nur die Unterhaltskosten, auch hohe CO₂-Emissionen pro Quadratmeter können zu einer Abwertung führen, da diese möglicherweise schwerer vermietbar werden. Folglich könnten diese Immobilien nur mit Wertverlust verkäuflich sein. Mieter:innen achten bereits heute vermehrt auf Nachhaltigkeitsthemen und den Gesamtfussabdruck von Gebäuden sowie die Höhe der zu erwartenden Nebenkosten (Wiskemann, 2022, S.9).

Aktuell wird ein besserer energetischer Gebäudezustand bei Bewertungen oft als untergeordneter Faktor betrachtet, da der Markt in der Regel Mikro- und Makrolage, sowie die Nachfrage stärker honoriert. Insbesondere bei älteren Gebäuden kann das Land, auf dem es steht, ein treibender Faktor sein (Hess et al., 2022, S. 43).

In Zukunft könnten Labels zur Bewertung von Immobilien beitragen und als Mehrwert quantifiziert werden. Ein höheres Label oder Zertifikat könnte als positives Wertelement bei der Bewertung berücksichtigt werden, da es auf bessere Nachhaltigkeitseigenschaften hinweist. Die ökologische Performance von Gebäuden, einschliesslich Verbrauchsdaten und CO₂-Emissionen pro Quadratmeter, wird neben anderen derzeit beachteten Kriterien verstärkt in den Vordergrund rücken und in die Bewertung einbezogen werden müssen. Aktuell kann bereits beobachtet werden, dass Investor:innen bereit sind, tiefere Renditen in Kauf zu nehmen bei nachhaltig betriebenen Gebäuden. Dies deutet darauf hin, dass diesen Immobilien zukünftig ein höherer Marktwert prognostiziert wird, als unsanierten, fossil betriebenen Gebäuden (Schläpfer et al., 2022, S. 20). Der aktuelle Sanierungsstau stellt eine Gefahr für die Zukunftsfähigkeit des Schweizer Immobilienmarktes dar.

6.3 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen und Hemmnisse bei Sanierungen

Im folgenden Absatz werden gesellschaftliche Herausforderungen beschrieben, die sich auf die Sanierungsrate des Schweizer Wohngebäudebestandes auswirken. Die Entscheidung, ob eine Sanierung durchgeführt wird, hängt häufig von soziodemografischen Faktoren, wie dem Alter, dem Einkommen

und dem Bildungsstand der Eigentümer:innen ab (Hess et al., 2022, S. 31). Gesellschaftliche Strukturen sind massgeblich mitentscheidend für die Sanierungsrate von Wohngebäuden.

Das Bundesamt für Energie hat sich mit der Fragestellung befasst, welche Hindernisse es für energetische Gebäudesanierungen gibt und wer angesprochen werden muss, um eine höhere Sanierungsquote zu erreichen. Es scheint, dass das Bundesamt für Energie die Ursachen für den langsamen Fortschritt bei Sanierungen bei den Eigentümerschaften der Gebäude sucht (Hess et al., 2022, S. 24). Eine weitere Studie des Bundesamtes für Energie evaluiert Instrumente zur Umsetzung von Effizienzmassnahmen in der Gebäudetechnik und befragt hierfür die Gebäudeeigentümer:innen. Private Eigentümer:innen gaben dabei an, wenig «professionell» zu handeln und über wenig Fachwissen zu verfügen (Hammer et al., 2016, S. 45). Dies lässt private Eigentümer:innen in den Fokus der Bemühungen um eine gesteigerte Sanierungsrate rücken.

Problembewusstsein

Klimarisiken werden unterschätzt, während die eigene Handlungsfähigkeit und Selbstwirksamkeit zur Lösung der Klimakrise Eigentümer:innen häufig nicht bewusst ist. Eine höhere erwartete Selbstwirksamkeit kann die Handlungsbereitschaft beeinflussen (Betsch, 2023, S.7). Mangelndes Problembewusstsein der Eigentümerschaften von Immobilien führt zu Verzögerungen bei möglichen energetischen Verbesserungen (Hess et al., 2022, S. 32). Der ökologische Fussabdruck, sowie die Möglichkeiten der Emissionsminderung ist für viele Wohngebäude nicht ermittelt.

Institutionelle Investor:innen und die öffentliche Hand verfügen über Daten zu Energieverbrauch und möglichen Betriebsoptimierungen und können daher energetische Zielsetzungen für ihre Gebäude treffen (Frey et al., S. 15). Je weniger professionell die Eigentümerschaft, desto weniger ausgeprägt ist das Energieeffizienz-Management (Hammer et al., 2016, S. 23). Private verfügen häufig über weniger Ressourcen und Informationen, was zu einem geringeren Problembewusstsein in Bezug auf energetische Aspekte führen kann.

Das mangelnde Problembewusstsein privater Eigentümerschaften ist, neben der fehlenden Verdeutlichung durch Betriebs- und Emissionsdaten, teilweise auch auf ein tieferes Bildungsniveau zurückzuführen. Die Eigentümer:innen, die seltener energetisch sanieren, sind weniger gebildet als die Kontrollgruppe, die energetisch saniert hat in der Vergangenheit (Hess et al., 2022, S. 22).

Häufig prüfen private Eigentümer:innen bei einer Heizungserneuerung nicht, ob Alternativen zu ihren fossilen Heizsystemen in Frage kämen. Meist werden fossile Heizungen wieder mit fossilen Lösungen ersetzt, da davon ausgegangen wird, dass nicht-fossile Heizungen nicht ausreichend Wärme erzeugen. Möchten Eigentümer:innen keine Gesamtsanierung des Gebäudes anstreben, wird ein alternatives Heizsystem gar nicht erst in Betracht gezogen (Lehmann et al., 2017, S. 12).

Einige Eigentümer:innen geben an, aus ökologischen Überlegungen ihre Ölheizung durch eine fossile Gasheizung ersetzt zu haben. Dies erklärt die Veränderungen bei den Energieträgern zur Wärmeproduktion für Wohnnutzungen in den Jahren von 2000 bis 2020: Während bei Heizöl ein Rückgang von 49 % beobachtet wurde, ist die Verwendung von Erdgas im gleichen Zeitraum um 30 % gestiegen (BFE, 2022a, S. 13). Dass fossile Gasheizungen trotz ihrer hohen Emissionswerte als «ökologische Alternative» gesehen werden zeigt, dass in einer unterstützenden Beratung bei Sanierungen grosses Potenzial liegt (Lehmann et al., 2017, S. 12).

Das mangelnde Problembewusstsein, das Fehlen eines subjektiven Nutzens energetischer Sanierungen und die fehlenden Bemühungen notwendige Informationen zu sammeln führen dazu, dass Eigentümer:innen nicht bereit sind, finanzielle Risiken für solche Massnahmen zu tragen (Hess et al., 2022, S. 32).

Demgegenüber steht die Beobachtung der Stadt Zürich, dass wenn energetische Sanierungen durchgeführt werden, dies aus Gründen des Klimaschutzes und aus ökologischen Überlegungen geschieht. 93 % der Befragten Sanierer:innen gaben dies als wichtigsten Grund an (Lehmann et al., 2017, S. 12). Dies verdeutlicht die Relevanz des Problembewusstseins als entscheidenden Faktor für die Sanierungsrate. Einstellungen, Werte und Normen von Eigentümer:innen bedingen sozialpsychologische Hemmnisse oder Förderungen von Sanierungen (Hess et al., 2022, S. 31).

Alter privater Eigentümer:innen

Schaut man sich nicht sanierte Gebäude an, fällt auf, dass ihre Eigentümer:innen im Schnitt 67 Jahre alt sind (Hess et al., 2022, S. 22). Vor Allem ältere Gebäude die vor 1990 erbaut wurden sind im Besitz von älteren Eigentümer:innen. Einerseits verfügen ältere Menschen oft über mehr finanzielle Mittel und eine höhere Amortisation ihrer Wohnimmobilie als Jüngere, andererseits haben sie häufig weniger finanziellen Spielraum, da sie schwieriger Kredite bei Banken aufnehmen können (Hess et al., 2022, S. 29, 42). Die hohe Komplexität der Materie führt bei älteren Menschen häufig zu Überforderung und Verhindert, dass Eigentümer:innen aktiv werden. Auch sind ältere Menschen weniger bereit, in Effizienzmassnahmen und erneuerbare Energien zu investieren (Hammer et al., 2016, S. 26). Folglich werden Sanierungen häufig nachfolgenden Generationen überlassen.

Hauseigentümerverband

Mit 340'000 Mitgliedern ist der Hauseigentümerverband der grösste Verband von Wohneigentümer:innen und Vermieter:innen der Schweiz (HEV, 2023a). Dessen Präsident Hans Egloff erklärte in einem Interview bei der Fernsehsendung «Kassensturz» des SRF, dass der Verband seinen Mitglieder im Hinblick auf die Gebäudesanierung empfehle, das zu machen, was ökologisch sinnvoll und

ökonomisch tragbar sei. Auf die Frage der Reporterin, wie damit umgegangen wird, dass die Erneuerungsrate von Bestandsgebäuden zu tief ist und wo der Verband seine Verantwortung dabei sehe, antwortete er, dass die Bezahlbarkeit für Hauseigentümer:innen an oberster Stelle stehe. Ausserdem sollten die Hauseigentümer:innen selbstverantwortlich handeln. Den Verband als Motivator für Sanierungen sieht er als Präsident nicht in der Pflicht (SRF, 2023).

Medial bekam der Verband im Mai 2023 vermehrte Aufmerksamkeit, da er sich mit einer Zweidrittel-Mehrheit für die Nein-Parole zum Klima- und Innovationsgesetz ausgesprochen hat (HEV, 2023b). Demgegenüber haben einige Kantonale Verbände des Hauseigentümerversandes die Ja-Parole beschlossen. Trotzdem lancierte der Hauseigentümerversand 700'000 CHF teure Kampagnen gegen das Gesetz im Namen des gesamten Verbandes, woraufhin einige Mitglieder den Verband verliessen (Häfliger et al., 2023).

Anhand des Umgangs mit dem Klima- und Innovationsgesetz und den Aussagen des Präsidenten Hans Egloff lässt sich ablesen, dass der Verband alles andere als ein Treiber für energetische Gebäudesanierungen ist. Der Verband vertritt die Meinung, dass die fossilen Energieträger Öl, Gas, Benzin und Diesel bewährt seien und schürt Ängste vor Blackouts beim Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Alternativen (HEV, 2023c). Der Hauseigentümerversand stellt auf gesellschaftlicher Ebene ein Hemmnis für die energetische Sanierung des Wohngebäudebestandes der Schweiz dar.

Neben dem Hauseigentümerversand gibt es weitere Verbände, in denen sich Eigentümerschaften organisieren. Einer von ihnen ist der 14'000 Mitglieder zählende Verband Casafair, der aus dem Hausverein Schweiz hervorgegangen ist (Casafair, 2018). Im Gegensatz zum HEV ermutigt der Verband Casafair ausdrücklich zu energetischen Sanierungen, unterstützt das Klima- und Innovationsgesetz und merkt sogar an, dass dieses im Gebäudebereich zu wenig weit gehe (Casafair, 2023).

Der Entscheidungsprozess zu einer Gebäudesanierung ist meist zweistufig. Zunächst steht der Entscheidung, überhaupt zu sanieren. Die zweite Stufe entscheidet dann über Intensität und Umfang der Sanierung (Hess et al., 2022, S. 31). Die Entscheidung für oder gegen eine Sanierung ist oft beeinflusst durch individuelle Gegebenheiten wie dem Problembewusstsein und Wissen der Eigentümer:innen, der Motivation, den Wert- und Normvorstellungen und der daraus resultierenden emotionalen Verfassung.

Der Entscheid über den Umfang der Sanierung ist eher kontextueller Natur, wie die vorhandene Infrastruktur, das regulative Umfeld oder die finanziellen Möglichkeiten der Eigentümer:innen (Hess et al., 2022, S. 27).

6.4 Zusammenfassung und Übersicht Status Quo

Die aktuelle Situation der Hemmnisse und Treiber in der Gebäudesanierung ist im folgenden Schaubild zusammengefasst.



Abbildung 9: Ist-Zustand Treiber und Hemmnisse zur CO₂-Reduktion des Wohngebäudebestandes

Hinter den Eigentümerschaften von Wohnimmobilien stehen private Personen, Institutionelle und gemischte Eigentümergruppen. Jedes dieser Eigentümersegmente ist unterschiedlich stark von

gesetzlichen, finanziellen oder gesellschaftlichen Hemmnissen oder Förderungen in ihren Entscheidungen beeinflusst. Die folgenden Kapitel widmen sich den unterschiedlichen Eigentümersegmenten und analysieren deren Potenziale zur Dekarbonisierung des Gebäudebestandes.

7 Potenzialanalyse aller Eigentümersegmente Wohnen

7.1 Wohngebäudetypologien und Eigentümerschaften

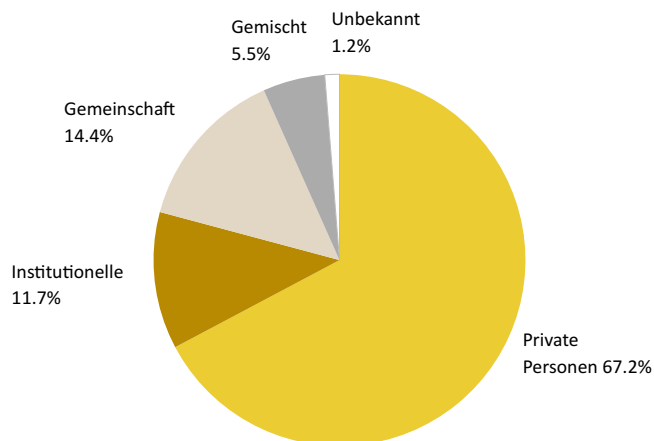


Abbildung 10: Wohngebäude nach Eigentümerschaft

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS, 2022a.

67.2 % aller Gebäude mit Wohnnutzung gehören privaten Eigentümerschaften. Bei 1.8 Mio. Wohngebäuden entspricht dies ungefähr 1.21 Mio. Gebäuden. Gemäss Kapitel 5.4 sind 60 % aller Wohngebäude fossil beheizt. Dies würde einem Total von 726'000 Gebäuden mit Wohnnutzung in privater Eigentümerschaft entsprechen, die den maximalen Treibhausgasausstoss, der zur Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2050 zulässig wäre, überschreiten (s. Kapitel 5.4). Das Bundesamt für Statistik erhebt die Daten der Hauptenergiequelle der Heizung je nach Gebäudetypologie, daher wird je nach Typologie die Anzahl der fossil beheizten Gebäude in den folgenden Absätzen differenzierter betrachtet.

Mit einer Anzahl von 211'000 besitzen Institutionelle 11.7 % der Wohngebäude. 259'000 Wohngebäude, respektive 14.4 % befinden sich im Gemeinschaftseigentum.

Die deutlich höhere Anzahl der Wohngebäude in privater Hand lässt vermuten, dass die grössten Treiber bei Sanierungen von Wohngebäuden die privaten Eigentümerschaften sind. Da der Schweizer Immobilienmarkt wie in Kapitel 5.3 beschrieben zu zwei Dritteln aus Wohngebäuden besteht, kann man sagen, dass bei der Erreichung der Sanierungsziele des gesamten Gebäudebestandes private Personen eine Schlüsselposition einnehmen. Die erforderliche, hohe Sanierungsrate kann nur durch die Initiative der privaten Eigentümerschaften erreicht werden. Demgegenüber steht die Beobachtung, dass private

Eigentümer:innen seltener einen mittelfristigen Plan zur Sanierung ihrer Gebäude haben und seltener sanieren als institutionelle Eigentümerschaften (Hess et al., 2022, S. 23).

48 % der über 65 Jährigen sind Eigentümer:innen der Wohnung oder des Einfamilienhauses, das sie selbst bewohnen (BFS, 2019). Das Durchschnittsalter von Gebäudeeigentümer:innen ist mit 67 Jahren im Schnitt eher hoch (Hess et al., 2022, S. 22).

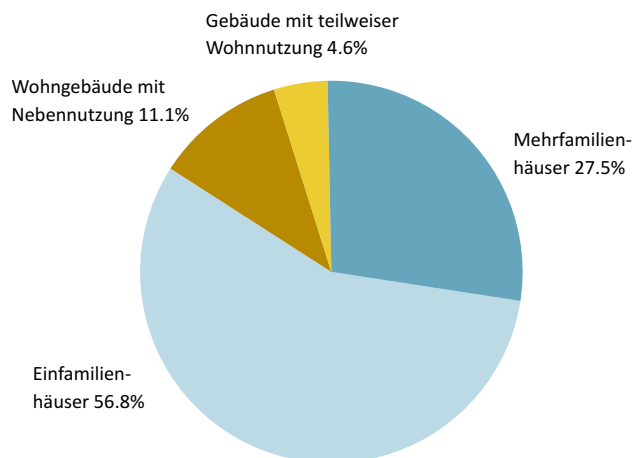


Abbildung 11: Wohngebäude nach Gebäudetypologie, Anteile nach Gebäudeanzahl
Quelle: Eigene Abbildung nach BFS, 2022e.

Die insgesamt 1.8 Mio. Gebäude mit Wohnnutzung sind im Jahr 2021 aufgeteilt in 27.5 % Mehrfamilienhäuser, 56.8 % Einfamilienhäuser, 11.1 % Wohngebäude mit Nebennutzung und 4.6 % Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung (BFS, 2022e).

Gemäss dem absoluten Anteil von 56.8 % wird der Eindruck erweckt, dass vor allem Einfamilienhäuser mit mehr als 1.02 Millionen Gebäuden den grössten Anteil am Schweizer Wohngebäudebestand ausmachen. Die Flächenanteile und Bewohneranzahl zeigen jedoch ein anderes Bild. Einfamilienhäuser haben einen Anteil von 56.8 % aller Wohngebäude, in ihnen leben aber nur 26.7 % der Bevölkerung. In Mehrfamilienhäusern hingegen leben 53.3 % der Bevölkerung (BFS, 2022b, S. 9).

Die Energiebezugsfläche ist die «Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen, die innerhalb der thermischen Gebäudehülle liegen und für deren Nutzung ein Konditionieren notwendig ist» (SIA, 2015, S.8). Der Energieverbrauch und die resultierenden Treibhausgasemissionen je nach Energieträger kann für Wohngebäude absolut oder je Quadratmeter Energiebezugsfläche angegeben werden. Daher eignet sich die Energiebezugsfläche als Einheit zum Vergleichen von Eigentümersegmenten, deren Wohngebäuden und ihren energetischen Potenzialen.

Insgesamt gab es im Jahr 2021 525 Mio. m² Energiebezugsfläche für die Wohnnutzung in Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern und sonstigen Wohngebäuden in der Schweiz. Hiervon befanden sich 167 Mio. m² in Einfamilienhäusern, 255 Mio. m² in Mehrfamilienhäusern und 103 Mio. m² in sonstigen Wohngebäuden, wie Wohngebäuden mit Nebennutzung oder Gebäuden mit teilweiser Wohnnutzung.

Mehrfamilienhäuser weisen demnach ungefähr 1,5-mal so viel Energiebezugsfläche auf, wie Einfamilienhäuser. Aufgrund des geringeren Flächenanteils werden in dieser Arbeit Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung, zu denen Kliniken, Internate, Heime, Hotels und Strafanstalten gehören, und Wohngebäude mit Nebennutzung, wie etwa Wohngebäude mit einer zusätzlichen Gewerbeeinheit, nicht näher betrachtet. Die Potenzialanalyse umfasst nur Ein- sowie Mehrfamilienhäuser.

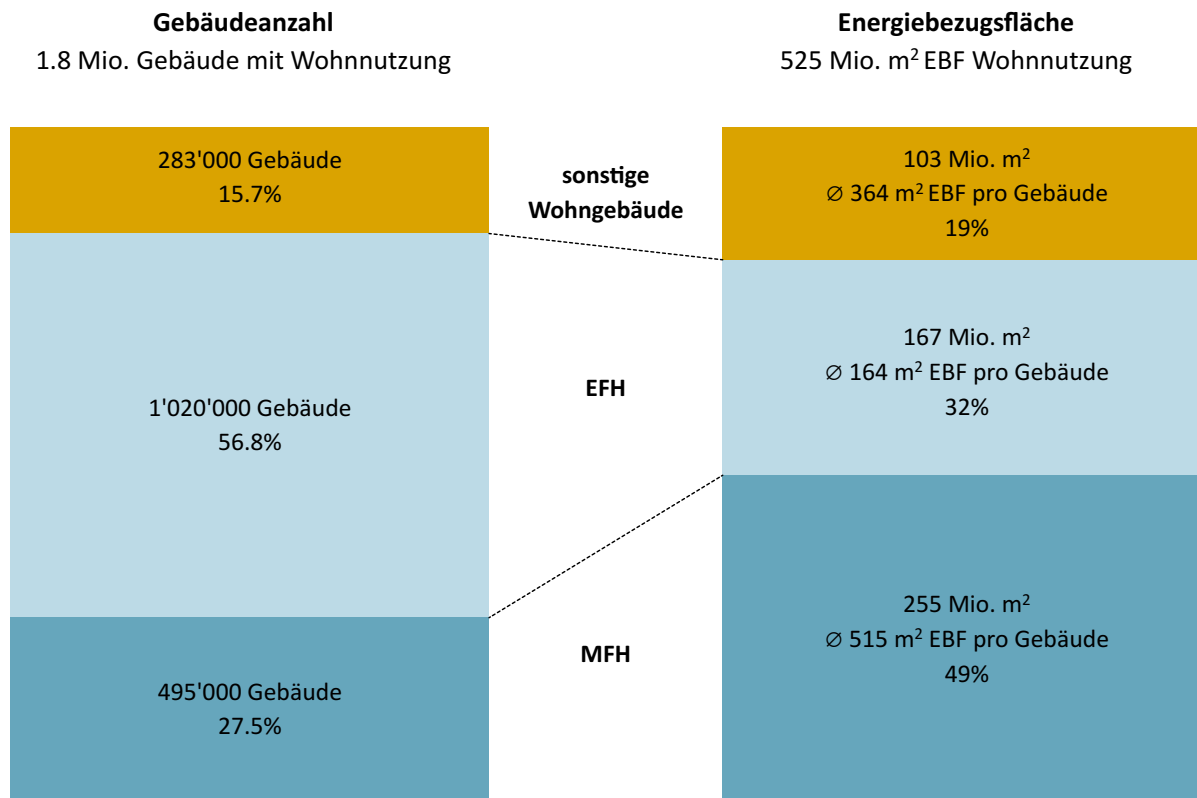


Abbildung 12: Energiebezugsflächen verschiedener Gebäudetypologien

Quelle: Eigene Abbildung nach BFE, 2022b.

Die Clusterbildung der Zielgruppen und Eigentümerschaften wird in dieser Arbeit gebäudeorientiert durchgeführt.

Einfamilienhäuser

Einfamilienhäuser sind reine Wohngebäude, sie enthalten keine Nebennutzung. Ein Einfamilienhaus besteht aus nur einer einzigen Wohneinheit. Zu den Einfamilienhäusern gehören Villen, Chalets, Wochenendhäuser und Reiheneinfamilienhäuser (BFS, 2015, S. 12).

Mit einer Anzahl von 1.02 Mio. Gebäuden sind 56.8 % der Wohngebäude Einfamilienhäuser. Mit 75.2 %, also 769'000 Gebäuden, gehören Einfamilienhäuser mehrheitlich privaten Eigentümerschaften.

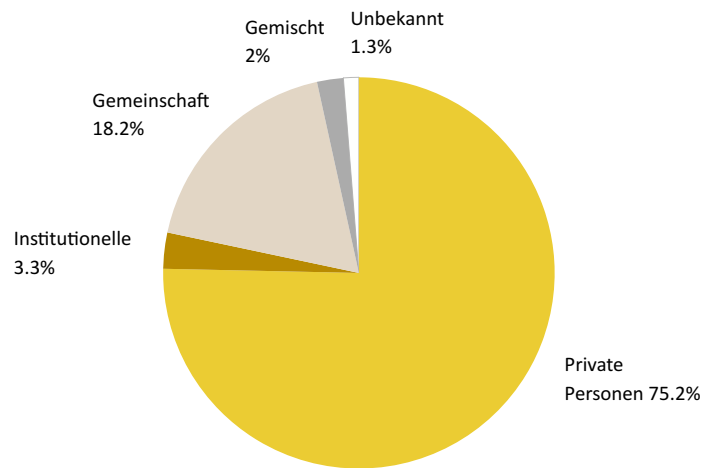


Abbildung 13: Eigentümerschaften Einfamilienhäuser

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS 2022a.

In den interaktiven Tabellen des Bundesamtes für Statistik sind insgesamt eine Million Einfamilienhäuser erfasst. 552'700 Einfamilienhäuser haben als Hauptenergiequelle für Raumwärme fossile Träger Heizöl oder Erdgas. Dies entspricht einem Anteil von 55 % (s. Anhang, Tabelle 8).

Im Jahr 2021 betrug die Energiebezugsfläche von Einfamilienhäusern insgesamt 167 Mio. m², also 88 Mio. m² weniger als die Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern (BFE, 2022b). Die Quadratmeter pro Eigentümerschaft sind nicht bekannt, zur Annäherung werden die Quadratmeter Anteilig auf die Prozentzahl der Eigentümerschaften übertragen. Auf die 75.2 % Privaten Eigentümer:innen entfallen rechnerisch 126 Mio. m² Energiebezugsfläche von Einfamilienhäusern.

Einfamilienhäuser privater Eigentümer:innen sind mit 74.5 % zu fast drei Vierteln selbst genutzt, was einer Anzahl von ungefähr 573'000 durch private Eigentümerschaften selbst genutzten Gebäuden entspricht (BFS, 2021a).

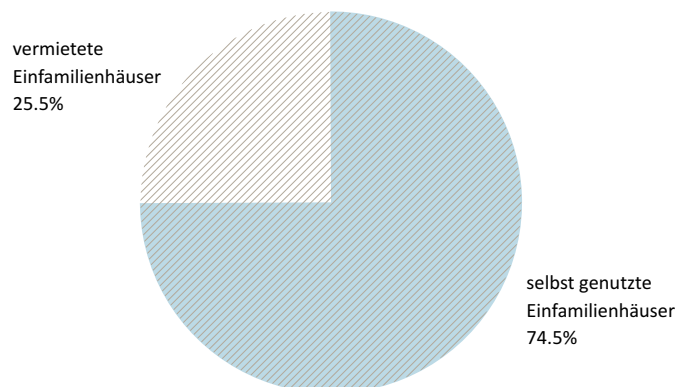


Abbildung 14: Selbstnutzungsquote Einfamilienhäuser

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS 2022a.

Der Anteil der Energiebezugsfläche selbst genutzter Einfamilienhäuser von privaten Eigentümerschaften beträgt 94 Mio. m², der Anteil vermieteter Einfamilienhäuser 32 Mio. m².

Gebäude- typologie	Einfamilien- häuser	EFH Anteil privater Eigentümer:innen = 75.2%	Nutzung EFH privater Eigentümer:innen	EFH privater Eigentümer:innen mit fossilen Energieträgern für Raumwärmeerzeugung
EBF	167 Mio. m ²	126 Mio. m ² <i>(167 Mio m² x 75.2%)</i>	davon → selbst genutzt 94 Mio. m² <i>(126 Mio. m² x 74.5%)</i>	davon → selbst genutzt, fossil beheizt 52 Mio. m² <i>(94 Mio. m² x 55%)</i>
			davon → vermietet 32 Mio. m² <i>(126 Mio. m² x 25.5%)</i>	davon → vermietet, fossil beheizt 18 Mio. m² <i>(32 Mio. m² x 55%)</i>

Tabelle 1: Energiebezugsfläche von Einfamilienhäusern nach Energiequelle der Heizung, in privater Hand

Wenn 55 % der Einfamilienhäuser fossile Energieträger zum Heizen verwenden, entspräche dies einer Fläche mit fossilen Energieträgern von selbst genutzten Einfamilienhäusern privater Eigentümerschaften von insgesamt 52 Mio. m², sowie vermieteten Einfamilienhäusern privater Eigentümerschaften von 18 Mio. m². Diese Flächenanzahl kann als hauptsächliches Potenzial zur Reduktion der CO₂-Emissionen des privaten Eigentümersegmentes bei Einfamilienhäusern angesehen werden.

Eigentümerschaften selbst genutzter Einfamilienhäuser

Bewohner:innen von Eigentum sind nutzungsorientiert. Während bei vermieteten Wohnimmobilien Mieterträge und Renditen im Verhältnis zum eingesetzten Kapital entscheidend sind, stehen für Selbstnutzer:innen die Nutzflächen im Vordergrund.

Vor allem bei selbst genutztem Wohneigentum sind Nebenkosteneinsparungen ein Argument für die Sanierung. Werden Öl- und Gasheizungen durch erneuerbare Energieträger ersetzt, führt dies zu Energiekosteneinsparungen und Unabhängigkeit von Energielieferanten. Nicht zuletzt können steigende CO₂-Lenkungsabgaben fossile Heizträger weiterhin verteuern und motivierend für einen Umbau wirken. Im Gegensatz zu vermietetem Wohnraum wirken Einsparungen von Nebenkosten für die Eigentümer:innen selbst genutzten Wohnraums als treibender Faktor, da diese selbst profitieren (Schlöpfer et al., 2022, S. 16). Investitionskosten könnten durch tiefere Unterhalts- und Energiekosten kapitalisiert werden (Schlöpfer et al., 2022, S. 30).

Die Hälfte der von Wohnungseigentümer:innen bewohnten Wohnungen liegen in einem Einfamilienhaus (BFS, 2022b, S. 12). 35 % der Einfamilienhäuser sind bewohnt durch Paare mit Kindern, in 29 % leben Paare ohne Kinder und in 10 % wohnen alleinlebende Personen.

Käufer:innen von Einfamilienhäusern sind meist zwischen 31 und 45 Jahre alt (Hess et al., 2022, S.22). Haben jüngere Menschen ein Einfamilienhaus erworben, sind deren Mittel für weitere Investitionen meist beschränkt. Möchten sie jedoch etwas umbauen, handelt es sich eher um strukturelle Aspekte, wie der Ausbau von Parkplätzen, oder die Anpassung der Raumkonfigurationen (Rieder et al., 2020, S.

22). Die wenigsten Erwerber:innen von Einfamilienhäusern nutzen die Gelegenheit des Umbaus, auch energetische Sanierungen in Angriff zu nehmen (Rieder et al., 2020, S. 31).

48 % der über 65-jährigen sind die Eigentümer:innen ihrer Wohnung. Wohingegen nur 26 % der 25-64-jährigen die Wohnung in der sie leben besitzen (BFS, 2019). Die Eigentümerschaften von Wohneigentum und auch von Einfamilienhäusern sind im Schnitt 67 Jahre alt (Hess et al., 2022, S. 22). Das deutet darauf hin, dass Einfamilienhäuser im Alter zwischen 31 und 45 erworben werden und danach sehr lange im Besitz der Käufer:innen bleiben. Das fortgeschrittene Alter von Eigentümerschaften als Sanierungs-Hemmnis betrifft Einfamilienhäuser im Privatbesitz im Besonderen. Sanierungen werden eher nachfolgenden Generationen überlassen, die Notwendigkeit der Effizienzsteigerung und Emissionsminderung ist älteren Eigentümer:innen weniger bewusst (Hammer et al., 2016, S. 26). Ältere Personen sind weniger bereit zu investieren und eher überfordert mit Investitionsentscheidungen (Rieder et al., 2020, S. 17).

Möchte man als Selbstnutzer:in so lange wie möglich im eigenen Einfamilienhaus leben, ist eine mögliche Wertminderung aufgrund von nicht getätigten Instandsetzungen weniger schlimm als bei Renditeliegenschaften, die man unter Umständen noch zu Lebzeiten wieder veräußern möchte. Das Eigenheim wird nicht als Wertanlage gesehen, deren ökonomische Stabilität im Fokus steht, sondern eher als sicheres Zuhause mit emotionalem Wert.

Das benötigte hohe Investitionskapital für eine energetische Instandsetzung der Gebäudesubstanz und des Heizsystems erfordert eine grosse Motivation der Eigentümerschaften, damit diese sich für eine Sanierung entscheiden. Förderlich für die Motivation kann das Problembewusstsein und die Vermittlung von Handlungsmöglichkeiten zur Optimierung wirken. Hierfür müsste der Ausstoss von Treibhausgasen des Gebäudebetriebs, der Vergleich zum maximal verträglichen Ausstoss pro Quadratmeter Energiebezugsfläche, und die Möglichkeiten zu dessen Minderung ermittelt werden. Den Eigentümerschaften von Einfamilienhäusern ist der Energieverbrauch meist bekannt, da dieser sie direkt finanziell betrifft. Somit wäre ein Errechnen der Emissionen zumindest des Wärme- und Warmwasserbedarfs einfach möglich. Diese Ermittlung, der Vergleich mit den verträglichen Emissionen und die Ermittlung von Optimierungsmöglichkeiten würde jedoch voraussetzen, dass sich die Eigentümer:innen informieren. Das geringere Bildungsniveau von Nicht-Sanierer:innen im Vergleich zu Sanierer:innen, sowie die Tatsache, dass eher gebildete Eigentümer:innen Beratungen in Anspruch nehmen deutet darauf hin, dass das Problembewusstsein der Eigentümer:innen selbst genutzter Einfamilienhäuser noch ausbaufähig ist (Rieder et al., 2020, S. 17).

Des Weiteren ist ähnlich wie beim Mehrfamilienhaus eine Hürde zur Instandsetzung, dass man hierfür im Gegensatz zu einfachen Instandhaltungen Bewilligungen und somit in der Regel Unterstützung durch professionelle Planer:innen benötigt. Gerade bei Einfamilienhäusern mit nur einer Wohneinheit wirken die Hemmnisse der komplizierten Denkmal- Ortsbild- und Heimatschutzvorschriften, sowie die

langen, komplexen Baubewilligungsverfahren schwerwiegender als bei Mehrfamilienhäusern, bei denen der Aufwand verhältnismässig zur Fläche und zu den Wohneinheiten geringer erscheint.

Mehrfamilienhäuser

Mehrfamilienhäuser sind Gebäude mit zwei oder mehr Wohnungen und nach der Kategorisierung des Bundesamtes für Statistik dienen sie ausschliesslich der Wohnnutzung. Sie enthalten keine Nebennutzungen wie Geschäfte oder Büroflächen (BFS, 2015, S. 12). Wohngebäude mit einzelnen industriellen, gewerblichen, kommerziellen oder landwirtschaftlichen Flächen, wie beispielsweise Wohngebäude mit einem Geschäft im Erdgeschoss werden als Wohngebäude mit Nebennutzung bezeichnet (BFS, 2015, S. 13).

Mit einer Anzahl von 495'000 Gebäuden sind 27.5 % der Wohngebäude in der Schweiz Mehrfamilienhäuser mit reiner Wohnnutzung. Sie gehören zu 56.2 %, also mit 278'000 Gebäuden, mehrheitlich privaten Eigentümerschaften.

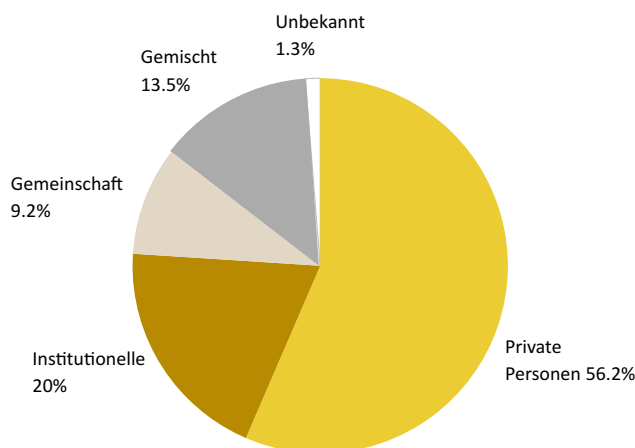


Abbildung 15: Eigentümerschaften Mehrfamilienhäuser

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS 2022a.

In den interaktiven Tabellen des Bundesamtes für Statistik sind insgesamt 487'066 Mehrfamilienhäuser erfasst. 320'367 Mehrfamilienhäuser haben als Hauptenergiequelle für Raumwärme fossile Träger Heizöl oder Erdgas. Dies entspricht einem Anteil von 66 % (s. Anhang, Tabelle 8).

Im Jahr 2021 betrug die Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern insgesamt 255 Mio. m² (BFE, 2022b). Die Quadratmeter pro Eigentümerschaft sind nicht veröffentlicht. Zur Annäherung werden die Quadratmeter Anteilig auf die Prozentzahl der Eigentümerschaften übertragen. Folglich entfallen auf die 56.2 % privaten Eigentümer:innen 143 Mio. m² Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern.

Mehrfamilienhäuser privater Eigentümer:innen sind zu 84 % vermietet, (Hess et al., 2022, S.15). Der Anteil der Energiebezugsfläche vermieteter Mehrfamilienhäuser von privaten Eigentümerschaften beträgt 120 Mio. m², der Anteil selbst genutzter Mehrfamilienhäuser 23 Mio. m².

Vermutlich sind die Quadratmeter der selbst genutzten Mehrfamilienhäuser etwas geringer, da lediglich eine Wohnung eines Mehrfamilienhauses von privaten Eigentümer:innen selbst genutzt wird, nicht ein gesamtes Gebäude. Vereinfacht wird jedoch das komplette Gebäude als selbst genutzt gewertet, da eine mögliche Sanierung im Regelfall ebenfalls das gesamte Gebäude betreffen würde.

Da 66 % der Mehrfamilienhäuser fossile Energieträger zum Heizen verwenden, entspräche dies einer Fläche mit fossilen Energieträgern von vermieteten Mehrfamilienhäusern privater Eigentümerschaften von insgesamt 79 Mio. m², sowie selbst genutzten Mehrfamilienhäusern privater Eigentümerschaften von 15 Mio. m². Diese Flächenanzahl kann als hauptsächliches Potenzial zur Reduktion der CO₂-Emissionen des privaten Eigentümersegmentes bei Mehrfamilienhäusern angesehen werden.

Gebäude- typologie	Mehrfamilien- häuser	MFH Anteil privater Eigentümer:innen = 56.2%	Nutzung MFH privater Eigentümer:innen	MFH privater Eigentümer:innen mit fossilen Energieträgern für Raumwärmeerzeugung
EBF	255 Mio. m ²	143 Mio. m ² <i>(255 Mio. m² x 56.2%)</i>	davon → selbst genutzt 23 Mio. m² <i>(143 Mio. m² x 16%)</i>	davon → selbst genutzt, fossil beheizt 15 Mio. m² <i>(23 Mio. m² x 66%)</i>
			davon → vermietet 120 Mio. m² <i>(143 Mio. m² x 84%)</i>	davon → vermietet, fossil beheizt 79 Mio. m² <i>(120 Mio. m² x 66%)</i>

Tabelle 2: Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern nach Energiequelle der Heizung, in privater Hand

Eigentümerschaften vermieteteter Mehrfamilienhäuser

Die Selbstnutzungsquote bei Mehrfamilienhäusern ist gering, die meisten Mehrfamilienhäuser sind vermietet. Bei vermieteten Wohnimmobilien stehen die Mieterträge und daraus resultierenden Renditen im Verhältnis zum eingesetzten Kapitalaufwand und der Kosten im Vordergrund. Liegenschaften werden als Kapitalanlage gesehen, die Erträge müssen vergleichbar bleiben mit anderen Finanzanlagen ähnlicher Risikostruktur.

Private Vermieter:innen sanieren Gebäude seltener als Selbstnutzer:innen, da sie nicht selbst profitieren von niedrigeren Unterhalts- und Energiekosten (Hess et al., 2022, S. 23). Laut Art. 14 Abs. 2 der VMWG gelten energetische Verbesserungen wie die Reduzierung von Energieverlusten durch die Gebäudehülle, eine effizientere Energieverwendung, die Verringerung von Emissionen bei technischen Anlagen, die Verwendung erneuerbarer Energiequellen und der Austausch von energieintensiven Haushaltsgeräten durch Geräte mit geringerem Verbrauch als wertvermehrend. Als wertvermehrende Investitionen können die Sanierungskosten theoretisch mit 50-70 % auf die Mieter:innen umgewälzt werden. Eine Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt stellte im Durchschnitt eine um 40 CHF erhöhte Nettomiete von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern mit Wärmepumpe im Vergleich zu

Mehrfamilienhäusern mit Öl- oder Gasheizung fest (Schläpfer et al., 2022, S. 17). Doch zuvor müssen die Eigentümer:innen das benötigte Kapital für eine Sanierung aufbringen und eine Mieterhöhung durchsetzen. Das Durchsetzen der Mieterhöhung ist nicht über die Nebenkosten möglich, sondern nur über die Hauptmiete. Das komplizierte Schweizer Mietrecht und die Unsicherheiten, ob eine Erhöhung der Hauptmiete, insbesondere bei seit langer Zeit bestehenden Mietverhältnissen, ohne Beschwerden der Mieterschaft durchsetzbar wären, lassen die grosse Investition der Bestandssanierung risikoreich und wenig rentabel erscheinen (Schläpfer et al., 2022, S. 25). Im Idealfall steigen die Bruttomieten für die Mieter:innen nur geringfügig, wenn die erhöhten Nettomieten mit den niedrigeren Nebenkosten zusammengezählt werden (Schläpfer et al., 2020, S.10). Dies ist meist der Fall bei Liegenschaften, die vor der Sanierung hohe Verbrauchsdaten und hohe Nebenkosten aufwiesen (Frey et al., 2020, S. 28). Eine Amortisation der Investitionskosten allein über die Nettomieten ist unsicher und langwierig. Demgegenüber stehen attraktive Alternativinvestments mit eventuell höherer finanzieller Rendite, die die Opportunitätskosten einer Sanierung hoch erscheinen lassen. Auch können während der Sanierung aufgrund von Lärmbelastungen, Sichtbeeinträchtigungen oder nicht gemäss Mietvertrag möglicher Nutzung der Mietsache zu kurzfristigen Mietminderungen führen. Diese während der Sanierung anfallenden Renditeausfälle wirken hemmend auf die Bereitschaft, energetisch zu sanieren.

Wie in Kapitel 6.2 beschrieben, ist die empfundene Hürde gross, Kredite aufzunehmen. Insbesondere für den Fall umfangreicher Instandsetzungen mit ungewisser Perspektive, ob sich die Investition auszahlt. Pro saniertem Quadratmeter benötigen Mehrfamilienhäuser zwar weniger Kapital für die Erneuerung, insgesamt ist es trotzdem für private Eigentümer:innen eine grosse Hürde, das benötigte Kapital für eine Sanierung bereitzustellen (Murray et al., 2020, S. 24). Ausserdem benötigen ausgiebige Instandsetzungen im Gegensatz zu minimalen Instandhaltungen behördliche Bewilligungen, von denen Eigentümer:innen befürchten, sie seien langwierig und kompliziert zu erhalten (Rieder et al., 2020, S. 36). Diese Hürde ist bei Mehrfamilienhäusern geringer als bei Einfamilienhäusern, da Planung und Bewilligung für mehrere Wohneinheiten zeitgleich gilt und je Wohneinheit der Aufwand geringer erscheint.

Ein erhöhtes Problembewusstsein könnte dazu beitragen, dass die empfundenen und tatsächlichen Hürden überwunden werden. Doch ähnlich wie bei den Eigentümerschaften von Einfamilienhäusern, ist den Eigentümerschaften von Mehrfamilienhäusern der Treibhausgasausstoss und dessen klimaschädliche Wirkung häufig nicht bewusst. Selbst die Verbrauchsdaten sind, da sie nur die Mietenden und nicht die Eigentümerschaften betreffen, häufig nicht erfasst. Was jedoch bei Mehrfamilienhäusern eher als Treiber wirken kann als bei selbst genutzten Einfamilienhäusern ist die Gefahr der schrittweisen Abwertung unsanierter Wohngebäude. Mieter:innen achten vermehrt auf Nachhaltigkeitsaspekte und steigende Nebenkosten. So erfahren im Betrieb CO₂-neutrale Wohngebäude eine Aufwertung gegenüber fossil betriebenen Mehrfamilienhäusern. Unsanierete Gebäude haben höhere Risiken und

folglich niedrigere erwartbare Cashflows (Schlöpfer et al., 2022, S. 20). Ist Eigentümerschaften vermietet Mehrfamilienhäuser an einer stabilen Wertanlage gelegen, sollten sie eine energetische Sanierung in Betracht ziehen.

Stockwerkeigentum

Das Stockwerkeigentum ist eine besondere Art von Miteigentum. Aus einem Grundstück entsteht durch Aufteilung ein Stammgrundstück, sowie Stockwerkeinheiten. Eine Stockwerkeinheit besteht aus einem Miteigentumsanteil am Stammgrundstück, sowie dem Sonderrecht bestimmte Teile eines Gebäudes ausschliesslich zu nutzen. Die gesamte Liegenschaft bleibt Miteigentum aller Stockwerkeigentümer:innen (SIREA, 2020, S. 21)

Der Anteil der Gebäude mit mindestens zwei Eigentübertypen (Kategorie «Gemischt») nimmt ab der Bauperiode 1970 bis 1980 zu. Zwischen den Baujahren 1970 und 2020 verdoppelte er sich von 6,4 % auf 13.5 %. Dieser Anstieg hängt mit der Aufnahme des Stockwerkeigentums in das Schweizerische Zivilgesetzbuch im Jahr 1965 zusammen (BFS, 2022g, S. 2).

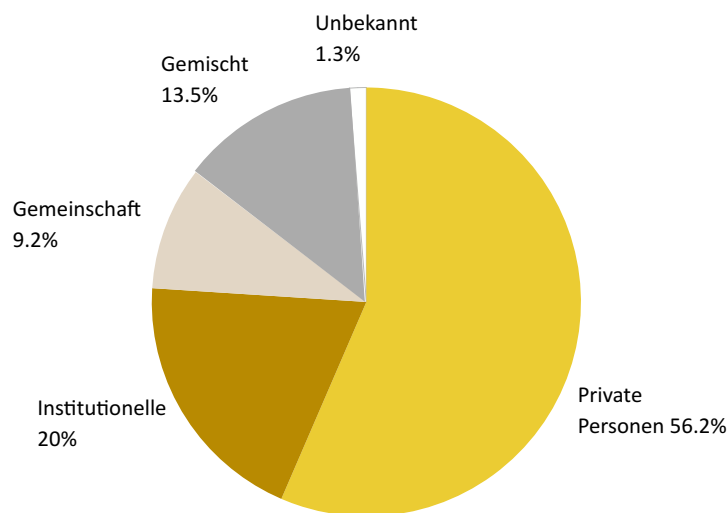


Abbildung 16: Eigentümerschaften Mehrfamilienhäuser

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS 2022a.

Gebäudetypologisch befinden sich Stockwerkeigentumswohnungen hauptsächlich in Mehrfamilienhäusern. Der Anteil fossil geheizter Stockwerkeigentumswohnungen beträgt demnach ebenfalls, wie bei den Mehrfamilienhäusern 66 %.

Die Energiebezugsfläche in Mehrfamilienhäusern betrug im Jahr 2021 255 Mio. m² (BFE, 2022b). Die 13.5 % Gemischten Eigentümerschaften ergeben demnach einen Anteil von 34 Mio. m².

Die Anzahl Wohnungen im Besitz von Stockwerkeigentümer:innen ist bekannt. Insgesamt gab es davon 456'787 im Jahr 2020. Wie gross der Anteil der Stockwerkeigentümer:innen in Prozent der Kategorie Gemischt ist, ist nicht veröffentlicht. Daher wird die gesamte Kategorie Gemischt als Potenzial

eingeorordnet. Dies würde rechnerisch pro Wohnung eine schlüssige Fläche von 74 m² Energiebezugsfläche ergeben ($34 \text{ Mio. m}^2 \div 456'787 \text{ Wohnungen} = 74.4 \text{ m}^2 / \text{Wohnung}$).

Wenn 66 % der Mehrfamilienhäuser fossile Energieträger zum Heizen verwenden, entspräche dies einer Fläche mit fossilen Energieträgern von Mehrfamilienhäusern gemischter Eigentümerschaften von insgesamt 23 Mio. m². Diese Flächenanzahl kann als hauptsächliches Potenzial zur Reduktion der CO₂-Emissionen des gemischten Eigentümersegmentes bei Mehrfamilienhäusern angesehen werden.

Gebäude- typologie	Mehrfamilien- häuser	MFH Anteil gemischter Eigentümer:innen = 13.5%	MFH gemischter Eigentümer:innen mit fossilen Energieträgern für Raumwärmeerzeugung
EBF	255 Mio. m²	34 Mio. m² <i>(255 Mio m² x 13.5%)</i>	davon → selbst genutzt, fossil beheizt 23 Mio. m² <i>(34 Mio. m² x 66%)</i>

Tabelle 3: Energiebezugsfläche von Mehrfamilienhäusern nach Energiequelle der Heizung, in gemischtem Eigentum

Stockwerkeigentümer:innen sind häufig in ihren Entscheidungsfindungen bezüglich zyklischen Instandsetzungen gehemmt, da im Erneuerungsfonds meist zu wenig Geld liegt für umfangreiche Instandsetzungen. Der Erneuerungsfonds ist die Reserve der Stockwerkeigentümergeinschaft, die von allen Eigentümer:innen gebildet wird zur Instandhaltung und Instandsetzung des gemeinschaftlichen Eigentums. Mit den begrenzten Mitteln ist es schwierig, Mehrheiten zu finden, da die einzelnen Eigentümer:innen zusätzlich zum Erneuerungsfonds ausserordentliche Zahlungen für energetische Instandsetzungen erbringen müssten (Hess et al., 2022, S. 41).

Durch die vielen Miteigentümer:innen sind Entscheidungsprozesse langwierig. Zu den gemeinschaftlichen Teilen gehören auch die für energetische Sanierungen elementaren Bauteile des Daches, der Fassade, sowie der Zentralheizung (SIREA, 2020, S. 32). Viele beteiligte Akteure bedeuten umfassenden Abstimmungsbedarf und lange Verfahren bis zur Entscheidung, was als Hemmnis für die energetische Sanierung gewertet werden kann (Rieder et al., 2020, S. 22). Obwohl Stockwerkeigentümer:innen im selbst genutzten Eigentum wohnen und sie somit direkt von Energiekosteneinsparungen profitieren würden, ist für sie die Hürde zum Entscheid einer umfassenden Instandsetzung aufgrund der benötigten Mehrheiten grösser als bei Besitzer:innen von Einfamilienhäusern.

7.2 Vergleich Gebäudetypologien und Eigentümerschaften

Um die Eigentümerschaften und ihre Sanierungspotenziale zur Senkung der CO₂ Emissionen im Betrieb zu vergleichen, werden zunächst deren Energiebezugsflächen gegenübergestellt. In einem zweiten

Schritt wird untersucht, wie gross der Anteil fossil betriebener Fläche je Gebäudetypologie und Eigentümersegment ist.

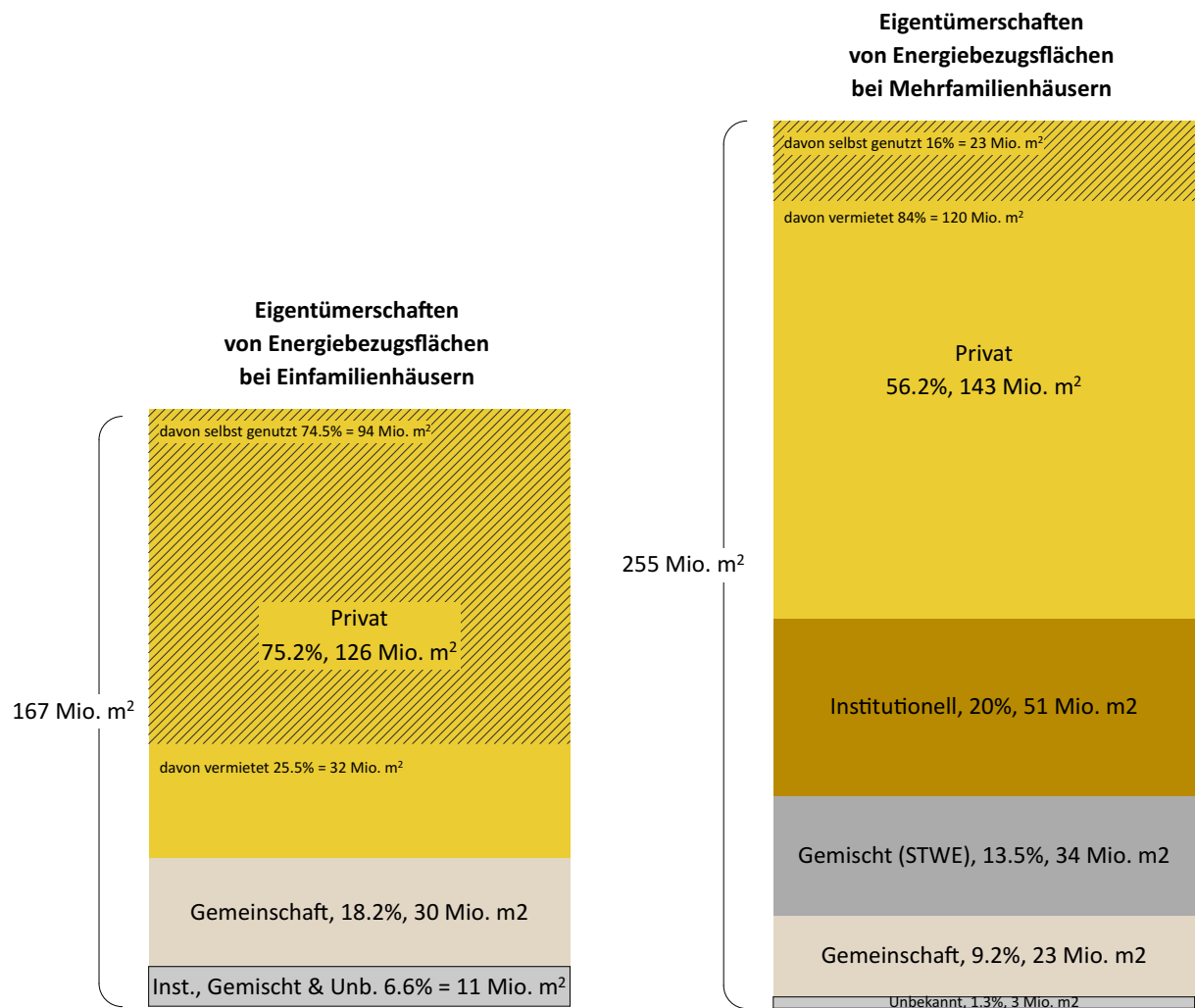


Abbildung 17: Energiebezugsflächen und Eigentümerschaften verschiedener Gebäudetypologien

Quelle: Eigene Abbildung nach BFE, 2022b & BFS, 2022e.

Die jeweilige fossil beheizte Energiebezugsfläche je Eigentümersegment wurde in Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 berechnet. Hierfür wurden die prozentualen Anteile mit fossilen Hauptenergiequellen der Heizung mit den Energiebezugsflächen multipliziert. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der folgenden Grafik dargestellt.

Zwei Eigentümersegmente von Wohngebäuden stechen aufgrund ihrer grossen Energiebezugsflächen und hohen Anteile fossil betriebener Heizungen besonders hervor: Die selbst genutzten Einfamilienhäuser in Privater Eigentümerschaft, sowie die vermieteten Mehrfamilienhäuser in Privater Eigentümerschaft. Diese beiden Segmente werden als die beiden relevantesten Sanierungssegmente im Wohngebäudebereich in dieser Arbeit hervorgehoben.

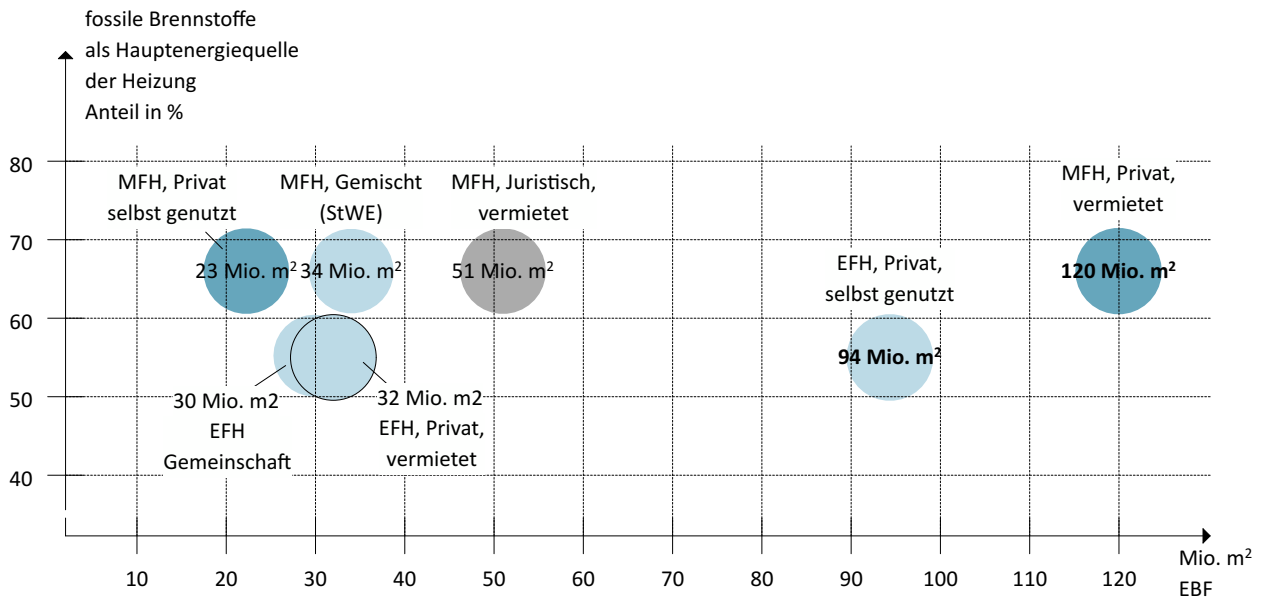


Abbildung 18: Energiebezugsflächen im Verhältnis zur Hauptenergiequelle der Heizung verschiedener Eigentümerschaften

Quelle: Eigene Abbildung nach BFE, 2022b, 2022e.

7.3 Gebäude nach Bauperiode und Eigentümerschaft

Die Eigentumsverhältnisse von Gebäuden nach Gebäudekategorie und Bauperiode wurden zuletzt im Jahr 2000 erhoben. Die Zahlen sind nicht mehr von grosser Aktualität und werden daher nicht verwendet. Die Anteile privater Eigentümerschaften ist seit der neuen Wohnungsstatistik nur noch gesamtgesellschaftlich für alle Wohngebäudetypen erfasst.

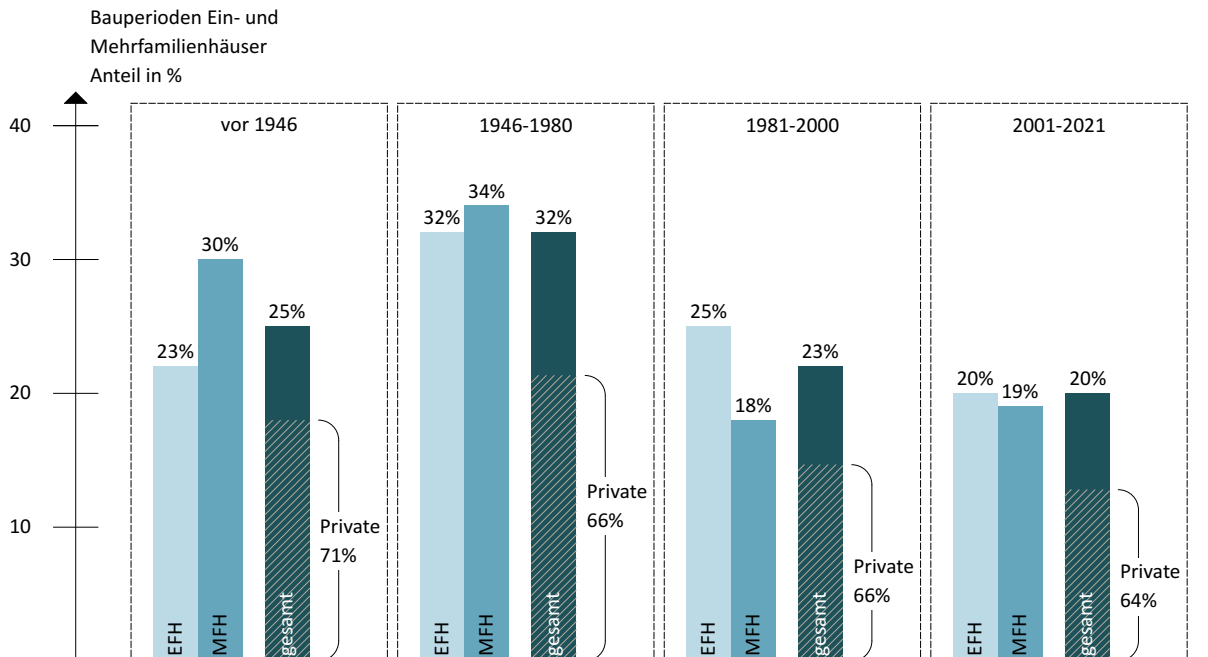


Abbildung 19: Ein- und Mehrfamilienhäuser nach Bauperiode und Eigentümerschaft.

Quellen: Eigene Abbildung nach BFS 2022d.

Es wird deutlich, dass ein sehr grosser Anteil der Wohngebäude vor 1980 erbaut wurde. Von einer Million erfassten Einfamilienhäusern sind ca. 555'000 Einfamilienhäuser vor 1980 entstanden, dies ergibt einen Anteil von 56 %. Bei den Mehrfamilienhäusern ist der Anteil vor 1980 erbauter Gebäude mit ca. 310'000, respektive 64 % der Gebäude sogar noch grösser. Nach den aktuellen Daten der Gebäude- und Wohnungsstatistik des Bundesamtes für Statistik sind die Bauperioden zwar nicht mehr unterteilt in Gebäudekategorien, jedoch noch in Eigentümerschaften. Dabei fällt auf, dass besonders die älteren Gebäude häufiger in Privatbesitz sind, als die neueren (BFS, 2022d). 71 % der Gebäude, die vor 1946 entstanden sind, gehören privaten Eigentümer:innen, 66 % der Gebäude von 1946-1980, 66 % der Gebäude von 1981-2000 sowie 64 % der Gebäude mit Baujahr nach 2000.

Die Bauperiode von Gebäuden ist deshalb relevant, da besonders ältere Gebäude, sollten sie bisher nicht energetisch ertüchtigt worden sein, sehr grosse energetische Sanierungspotenziale haben. So weisen Nachkriegsquartiere, die zwischen 1946 und 1980 entstanden sind sehr schlechte Energiebilanzen auf (Eggimann et al., 2021, S. 11). Dass besonders ältere Gebäude privaten Eigentümerschaften gehören, könnte bedeuten, dass das Sanierungspotenzial dieses Eigentümersegmentes gemessen in CO₂-Äquivalenten sogar noch grösser ist als das aus den Mittelwerten errechnete.

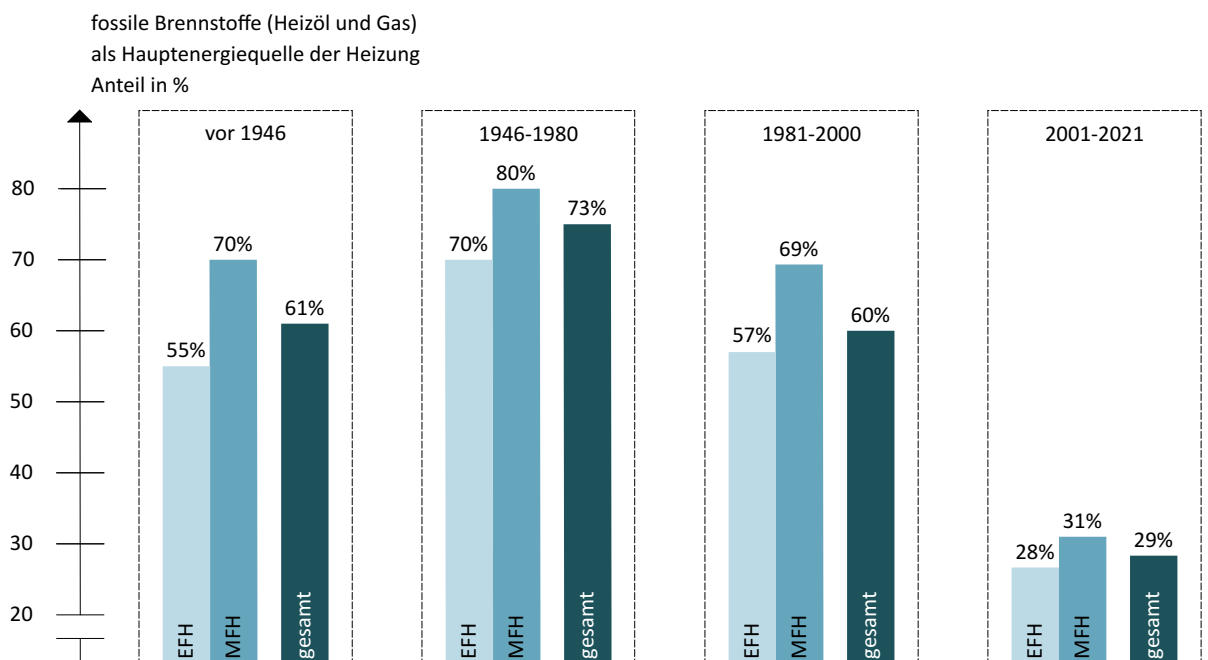


Abbildung 20: Gebäude nach Gebäudekategorie, Bauperiode und Hauptenergiequelle der Heizung. Stand: 2021.

Quelle: Eigene Abbildung, s. Anhang, Tabelle 9.

Die schlechten Energiebilanzen der Gebäude aus der Bauperiode von 1945-1980 rühren auch daher, dass der Anteil fossiler Heizungen bei dieser Bauperiode mit 73 % am grössten ist. Wie in Kapitel 5.4 erläutert, ist es selbst Gebäuden mit energetisch sanierten Hüllflächen wie Dach, Fassade, Fenster oder Kellerdecke nicht möglich, die für das Netto-Null-Ziel 2050 verträglichen Emissionswerte zu erreichen,

sofern sie fossile Heizungen verwenden. Im Umkehrschluss bedeuten die grossen Anteile fossiler Hauptenergiequellen, dass all diese Gebäude sanierungsbedürftig sind.

7.4 Zusammenfassung Treiber und Hemmnisse relevante Eigentümersegmente

Die folgenden Abbildungen stellen eine Zusammenfassung dessen dar, was die privaten Eigentümerschaften der beiden Segmente mit dem grössten Sanierungspotenzial hemmt und was sie antreibt, energetische Sanierungen in Angriff zu nehmen. Dabei sind die als relevanteste Hemmnisse und Treiber eingeschätzten Massnahmen farblich hinterlegt.

HEMMNISSE		selbst genutzte EFH Nutzungsorientiert	vermietete MFH Renditeorientiert
GESETZLICH §	komplizierte Denkmal-, Ortsbild-, und Heimatschutzvorschriften	⊖ ⊖	⊖
	langwierige, wenig berechenbare Baubewilligungsverfahren	⊖ ⊖	⊖
	komplexe Förderanträge mit hoher Nachweispflicht	⊖ ⊖	⊖ ⊖
WIRTSCHAFTLICH \$	hohe Investitionskosten	⊖ ⊖ ⊖	⊖ ⊖ ⊖
	lange Amortisationsdauer	⊖ ⊖	⊖ ⊖ ⊖
	attraktive Alternativinvestments	⊖ ⊖	⊖ ⊖ ⊖
	kurz- & mittelfristige Renditeeinbussen	⊖	⊖ ⊖
	keine professionelle Erneuerungsplanung	⊖ ⊖	⊖ ⊖
	Deckelung der Fördermittel	⊖	⊖
GESELLSCHAFTLICH ♥	hohes Alter der privaten Eigentümer:innen	⊖ ⊖ ⊖	⊖
	geringer Bildungsstand, geringes Einkommen	⊖ ⊖	⊖
	mangelndes Problembewusstsein	⊖ ⊖ ⊖	⊖ ⊖ ⊖
	Überforderung durch Komplexität und Vielschichtigkeit des Themas	⊖ ⊖	⊖
	fehlende Datenerhebung von Verbrauch und Energieeffizienz	⊖	⊖ ⊖

Bewertung der Hemmnisse: starkes Hemmnis ⊖ ⊖ ⊖

mittleres Hemmnis ⊖ ⊖

schwaches Hemmnis ⊖

Abbildung 21: Hemmnisse zur CO₂-Reduktion der beiden relevantesten Eigentümersegmente des Wohngebäudebestandes.

		TREIBER	selbst genutzte EFH Nutzungsorientiert	vermietete MFH Renditeorientiert
GESETZLICH §	CO ₂ - Lenkungsabgabe für fossile Brennstoffe		+++	+
	kantonale Energiegesetze, Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich		++	++
	Einordnung Gesamtenergiebilanz von Gebäuden, z.B. mit Hilfe des GEAK		++	++
WIRTSCHAFTLICH \$	steigende Unterhaltskosten		+++	+
	finanzielle Unterstützung durch Fördermittel (Gebäudeprogramm)		++	+++
	Risiko schrittweiser Abwertung unsanierter Gebäude		+	++
	Instandsetzungen machen Gebäude zu ökonomisch stabiler Wertanlage		+	++
GESELLSCHAFTLICH ♥	Problembewusstsein für Klimarisiken, ökologische Sensibilität und Werte		+++	++
	Datenerhebung von Verbrauch und Energieeffizienz, energetische Zielsetzungen		++	+
	Gelegenheitsfenster: energetische Massnahmen implementieren, wenn ohnehin umgebaut wird		+++	++
	Unabhängigkeit von Energielieferanten		++	+

Bewertung der Treiber: starker Treiber	+++
mittlerer Treiber	++
schwacher Treiber	+

Abbildung 22: Treiber zur CO₂-Reduktion der beiden relevantesten Eigentümersegmente des Wohngebäudebestandes.

8 Detailanalyse der beiden relevantesten Eigentümersegmente

8.1 Sanierungspotenziale nach Bauteil

In Kapitel 7 wurde deutlich, dass im Bereich der Wohngebäude die Segmente mit dem grössten Sanierungspotenzial die vermieteten Mehrfamilienhäuser, sowie die selbst genutzten Einfamilienhäuser sind. Die beiden relevantesten privaten Eigentümersegmente müssen ihre betrieblichen CO₂-Emissionen in den kommenden Jahren reduzieren, um die Emissionsziele zu erreichen. Gesucht sind die optimalen Sanierungslösungen und grossen Potenzialfelder für die einzelnen Segmente.

Emissionseinsparungen im Betrieb von Gebäuden können mittels verschiedener Massnahmen erreicht werden. Zum einen können Verbesserungen an der Gebäudesubstanz selbst vorgenommen werden,

wie die Isolierung der Hülle, der Austausch von Fenstern, die Dämmung von Kellerdecken oder die Erneuerung des Daches. Diese Massnahmen mindern den Bedarf an primärer Endenergie zur Gebäudeheizung. Zum anderen können die Systeme für Raumwärme- und Warmwasser, sowie die elektrische Energieversorgung ersetzt werden. Hierbei steht ein Ersatz fossiler Heizungen durch beispielsweise Wärmepumpen oder Biomassekessel im Vordergrund. Aber auch die Installation von Photovoltaik und thermischen Solarkollektoren sind wirksame Massnahmen (Murray et al., 2020, S. 2).

Um das Einsparpotenzial von CO₂-Emissionen für das Wohnen der beiden Segmente selbst genutzter Einfamilienhäuser, sowie vermieteter Mehrfamilienhäuser zu errechnen, benötigt man den Bedarf an Energie pro Quadratmeter Wohnfläche (kWh/m²), sowie die eingesetzten Energieträger. Der Energiebedarf für den grössten Endenergieverbraucher Raumwärme hängt massgeblich von den Dämmwerten von Bauteilen der Gebäudehülle, die daraus entstehenden Emissionen von den Energieträgern ab.

8.1.1 Sanierungspotenziale der Gebäudesubstanz

Der Mittelwert des Einsparpotenzials bei einer Erneuerung der Gebäudehülle liegt in der Schweiz bei 30-70 kWh/m²/Jahr. Er ist abhängig von Gebäudetypologie, Hüllflächenanteil, Bauperiode und Intensität der Massnahmen. Geht man davon aus, dass sämtliche Gebäude privater Eigentümer:innen ein Sanierungspotenzial hätten, könnte man das mögliche CO₂-Einsparpotenzial mit einem mittleren möglichen Erneuerungserfolg von 50 kWh/m²/Jahr berechnen, was den Mittelwert über alle Gebäudetypen abbildet (Jakob et al., 2014, S. 21).

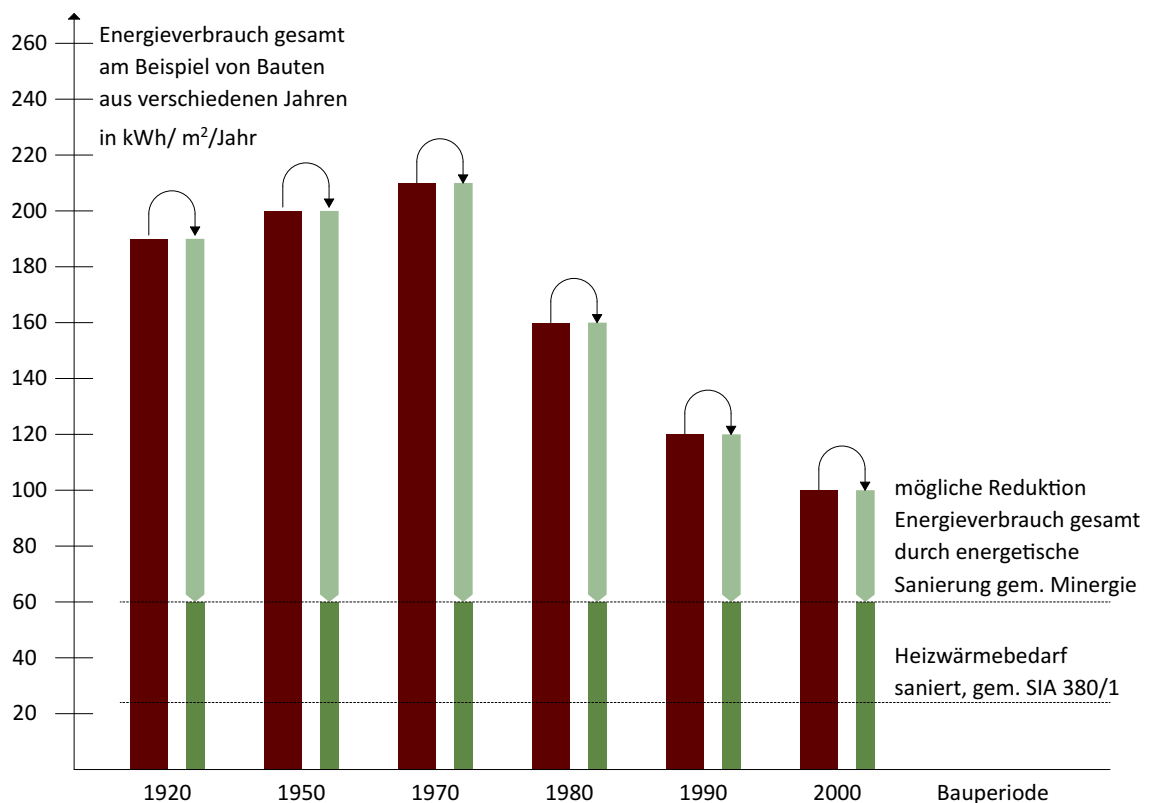


Abbildung 23: Einsparungsmöglichkeiten bei energetischer Hüllensanierung nach Minergie-Standard

Quelle: Eigene Abbildung nach Schweizerischer Bundesrat, 2022, S. 53.

Der Umweltbericht von 2022 des Schweizerischen Bundesrates geht mit seiner Einschätzung der möglichen Einsparungen im Energieverbrauch weiter (s. Abbildung 23). Unabhängig von der Bauperiode könne der Verbrauch im Gebäudebetrieb auf 60 kWh/ m²/ Jahr gesenkt werden, wenn nach Minergie-Standard saniert würde (Schweizerischer Bundesrat, S. 53). Diese Werte sind zwar erreichbar, jedoch mit grossen Kosten und vielen Massnahmen verbunden.

Würde man mit den Sanierungen der fossil beheizten Flächen privater Eigentümerschaften von selbst genutzten Einfamilienhäusern und vermieteten Mehrfamilienhäusern den mittleren, realistischeren Erneuerungserfolg von 50 kWh erreichen, könnte man mit beiden Segmenten zusammen ungefähr 2 Mio. t CO_{2eq} pro Jahr im Betrieb einsparen.

MFH Anteil privater Eigentümer:innen, vermietet, fossil beheizt	Mittleres Sanierungspotenzial Heizwärmebedarf	Einsparpotenzial Heizwärmebedarf	Berechnung Einsparung CO ₂ Emissionen durch Energieeinsparung Heizwärmebedarf	Einsparpotenzial durch Sanierung
79 Mio. m² EBF <i>(120 Mio m² x 66 %)</i>	50 kWh/m ²	3'950 Mio. kWh <i>(79 Mio m² x 50 kWh/m²)</i>	1'177'100 t CO_{2eq} <i>(3'950 Mio. kWh x 0.298 kg CO_{2eq}/ kWh)</i>	Δ 1.2 Mio. t CO_{2eq}

Tabelle 4: Annäherung Einsparpotenzial von CO₂-Emissionen Heizen durch Sanierung Gebäudesubstanz vermieteter MFH

EFH Anteil privater Eigentümer:innen, selbst genutzt, fossil beheizt	Mittleres Sanierungspotenzial Heizwärmebedarf	Einsparpotenzial Heizwärmebedarf	Berechnung Einsparung CO ₂ Emissionen durch Energieeinsparung Heizwärmebedarf	Einsparpotenzial durch Sanierung
52 Mio. m² EBF <i>(94 Mio m² x 55 %)</i>	50 kWh/m ²	2'600 Mio. kWh <i>(52 Mio m² x 50 kWh/m²)</i>	774'800 t CO_{2eq} <i>(2'600 Mio. kWh x 0.298 kg CO_{2eq}/ kWh)</i>	Δ 0.8 Mio. t CO_{2eq}

Tabelle 5: Annäherung Einsparpotenzial von CO₂-Emissionen Heizen durch Sanierung Gebäudesubstanz selbst genutzter EFH

In der Regel liefern effizientere Heizsysteme wie Biomassekessel oder Wärmepumpen niedrigere Temperaturen als fossile Heizungen. Daher ist es sinnvoll, vor dem Heizungsersatz die Gebäudehülle zu untersuchen und gegebenenfalls zu sanieren (Murray et al., 2020, S. 19).

Eine Möglichkeit für energetische Massnahmen ergibt sich, wenn ohnehin Instandsetzungsarbeiten an einem Gebäude vorgenommen werden. In diesem Fall werden die Erneuerungsarbeiten weniger einschneidend wahrgenommen und können wirtschaftlicher ausgeführt werden (Hess et al., 2022, S. 32). Dies könnte aufgrund eines Inhaberwechsels oder der Veränderung von Lebensumständen und daher notwendigen Umbauten eintreten.

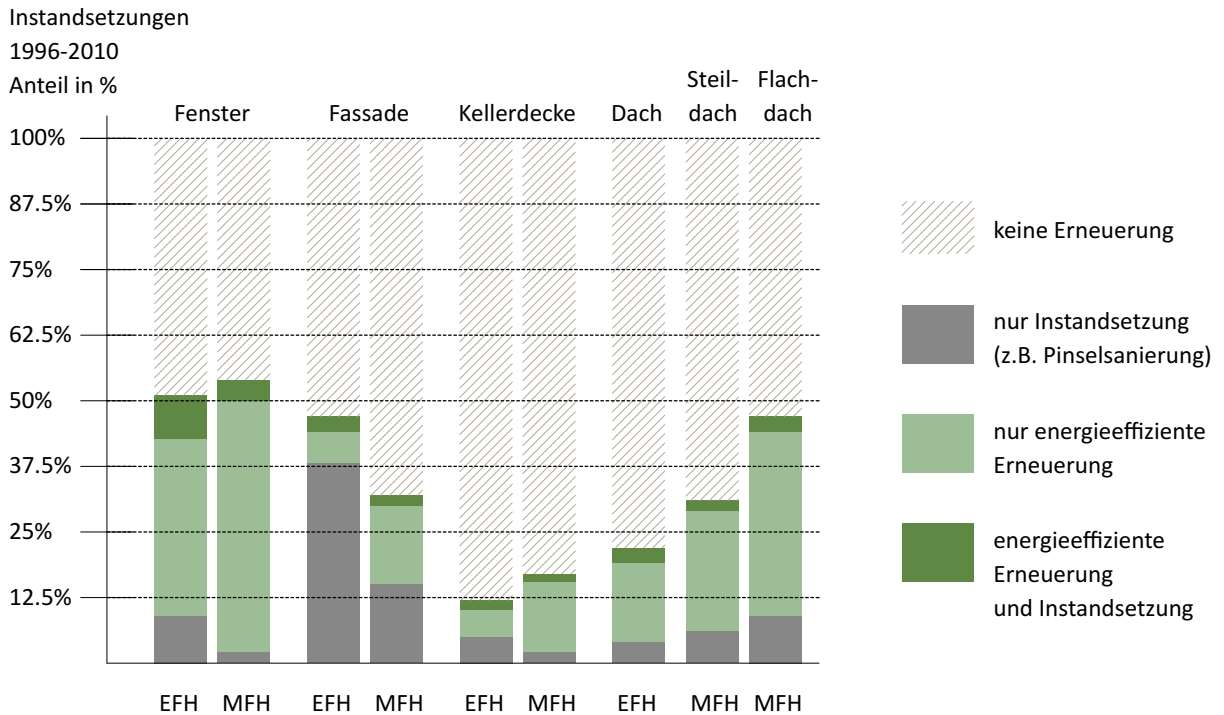


Abbildung 24: Instandsetzungen mit und ohne energieeffiziente Massnahmen bei EFH und MFH. 1996-2010.

Quelle: Jakob et al., 2014, S. 8.

Besonders bei Einfamilienhäusern wird die Möglichkeit zur energetischen Sanierung der Fassade oft verpasst und eine Instandsetzung nur zur Pinselsanierung genutzt (s. Abbildung 24). Die nicht energetische Instandsetzung wird viermal häufiger umgesetzt als die energetisch wirksame. In diesen Fällen wird beispielsweise die Fassade gestrichen, ohne die Gelegenheit zu ergreifen, auch die Dämmstärken zu erhöhen und somit den Verbrauch und die Emissionen im Betrieb zu senken (Jakob et al., 2014, S. 25). Bezüglich der CO₂-Emissionen von Wohngebäuden im Betrieb ist die Nutzung aller Instandsetzungen zur energetischen Erneuerung ein grosses Potenzial.

Das für die Hüllensanierung angenommene mittlere Sanierungspotenzial könnte je nach Massnahmen durchaus auch grösser ausfallen. Es muss jedoch bedacht werden, dass es bei nahezu CO₂-neutraler Energieproduktion nicht notwendig ist, die Hülle bis auf das letzte Fenster zu perfektionieren, da man auch den grauen Treibhausgasausstoss der Bauteilproduktion im Auge behalten sollte (s. Kapitel 5.2). Es fällt auf, dass das mögliche Reduktionspotenzial von CO₂-Emissionen durch die Sanierung der Gebäudehülle mit 2 Mio. t CO_{2eq} beachtlich ist. Gerade die Sanierungen der Gebäudehülle müssen gebäudeabhängig überprüft werden, das Erfolgspotenzial einer möglichen Erneuerung ist sehr objektspezifisch. Bei Gebäuden, die nach 1995 entstanden sind, betrifft das Sanierungspotenzial vor Allem das Heizsystem, während die Hüllen mehrheitlich ausreichende Dämmwerte aufweisen (Murray et al., 2020, S. 12). Betrachtet man Sanierungen der Gebäudehülle im Vergleich zum Heizsystem aus ökonomischer Sicht, kann gesagt werden, dass in die Gebäudetechnik investierte Sanierungsmassnahmen

die Nebenkosten stärker reduzieren und somit effizienter eingesetzte Mittel sind (Schläpfer et al., 2020, S. 20).

8.1.2 Heizsystem

In Kapitel 8.1.1 wurde das Emissions-Reduktionspotenzial durch Gebäudesanierungen aufgezeigt anhand der Emissionen, die ein Wohngebäude mit fossiler Heizung pro Quadratmeter ausstösst, welches bereits gemäss den Grenz- und Zielwerten der SIA 380/1 Heizwärmebedarf saniert wurde.

Da die fossil beheizte Energiebezugsfläche von vermieteten Mehrfamilienhäusern, sowie selbst genutzten Einfamilienhäusern in privater Eigentümerschaft bekannt ist, kann mittels der Heizwärmegrenzwerte vereinfacht und ungefähr errechnet werden, wie viel CO_{2eq} eingespart werden könnte, würden die Eigentümerschaften auf effizientere Heizsysteme umsteigen und wären ihre Gebäudehüllen bereits saniert oder nicht sanierungsbedürftig.

Würde man alle fossil beheizten Flächen der beiden Eigentümersegmente mit dem grössten Potenzial auf Elektrowärmepumpen mit Erdsonden umrüsten, könnten bei Mehrfamilienhäusern ca. 485'000 t CO_{2eq} eingespart werden, bei Einfamilienhäusern 345'000 t CO_{2eq} (s. Tabelle 6 und Tabelle 7). Die mögliche Einsparung bezieht sich auf einen Vergleich von Ölheizungen zu Elektrowärmepumpen, die mit zertifiziertem Schweizer Natur- oder Ökostrom betrieben werden (KBOB et al., 2022). Ein Betrieb von Wärmepumpen mit erneuerbarer Energie die am Standort erzeugt wird, wie beispielsweise Energie aus Photovoltaikanlagen auf dem eigenen Dach, lässt die CO₂-Emissionen von Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen weiter sinken.

MFH Anteil privater Eigentümer:innen, vermietet, fossil beheizt	Heizwärmebedarf pro m ² , saniert gemäss SIA 380/1	Heizwärmebedarf MFH, vermietet, saniert	CO ₂ Emissionen fossile Heizträger	Emissionen mit Elektrowärmepumpe, Erdsonden, Strommix CH zertifiziert	Reduktionspotenzial ggü. fossilen
79 Mio. m² EBF <i>(120 Mio m² x 66 %)</i>	22 kWh/m ²	1'738 Mio. kWh <i>(79 Mio m² x 22 kWh/m²)</i>	517'924 t CO_{2eq} <i>(1'738 Mio. kWh x 0.298 kg CO_{2eq}/ kWh)</i>	34'760 t CO_{2eq} <i>(1'738 Mio. kWh x 0.02 kg CO_{2eq}/ kWh)</i>	Δ 483'164 t CO_{2eq} <i>(517'924 - 34'760 t CO_{2eq})</i>

Tabelle 6: Annäherung Einsparpotenzial von CO₂-Emissionen Heizen durch Heizungersatz bei vermieteten MFH, bereits sanierte Hülle

EFH Anteil privater Eigentümer:innen, selbst genutzt, fossil beheizt	Heizwärmebedarf pro m ² , saniert gemäss SIA 380/1	Heizwärmebedarf EFH, selbst genutzt, saniert	CO ₂ Emissionen fossile Heizträger	Emissionen mit Elektrowärmepumpe, Erdsonden, Strommix CH zertifiziert	Reduktionspotenzial ggü. fossilen
52 Mio. m² EBF <i>(94 Mio m² x 55 %)</i>	24 kWh/m ²	1'248 Mio. kWh <i>(52 Mio m² x 24 kWh/m²)</i>	371'904 t CO_{2eq} <i>(1'248 Mio. kWh x 0.298 kg CO_{2eq}/ kWh)</i>	24'960 t CO_{2eq} <i>(1'248 Mio. kWh x 0.02 kg CO_{2eq}/ kWh)</i>	Δ 346'944 t CO_{2eq} <i>(371'904 - 24'960 t CO_{2eq})</i>

Tabelle 7: Annäherung Einsparpotenzial von CO₂-Emissionen Heizen durch Heizungersatz bei selbst genutzten EFH, bereits sanierte Hülle

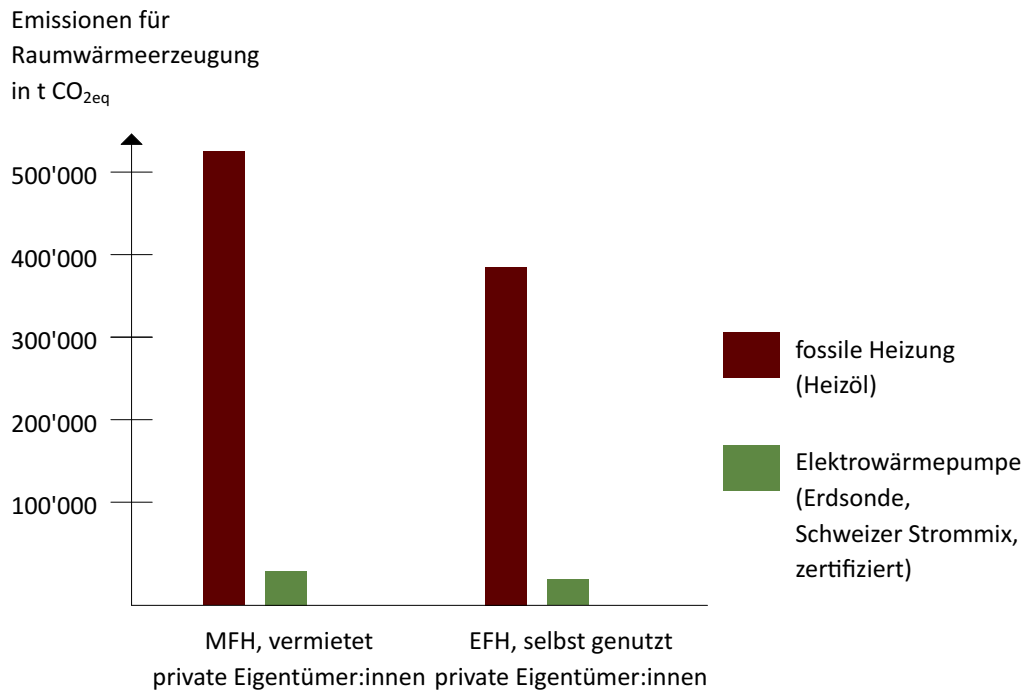


Abbildung 25: Einsparungsmöglichkeiten privater Eigentümerschaften bei Heizungsersatz nach energetischer Hüllensanierung.

Die Rechnungen des möglichen Reduktionspotenzials beziehen sich auf den Grenzwert sanierter Gebäude der SIA 380/1 für Heizenergie, sowie auf Heizöl als Energieträger fossiler Heizungen. Weitere Emissionen für die Aufbereitung von warmem Wasser oder für die Elektrizität sind nicht berücksichtigt. Nicht nur bei der Sanierung von Fassaden, auch beim Heizungsersatz wird aus Emissionssicht häufig falsch saniert. Ähnlich wie bei den nicht wahrgenommenen energetischen Sanierungsmöglichkeiten der Gebäudehülle, zeigt eine Untersuchung der Marktanteile von erneuerten Heizsystemen Schweizer Wohngebäude, dass in den Jahren 2006-2019 die Gelegenheit zum Ersatz fossiler Heizungen bei 43 % der Einfamilienhäuser und sogar 60 % der Mehrfamilienhäuser nicht genutzt wurde (BFE, 2020b, S. 7). In diesen Fällen wurden fossile Heizungen entweder bei Instandhaltungen mit dem gleichen Heizträger ersetzt (= Ersatz fossil) oder bei Umbauprojekten ausgetauscht (= Umbau fossil). Die bessere Bilanz der Einfamilienhäuser im Vergleich zu den Mehrfamilienhäusern könnte aus der motivierenden Erwartung niedrigerer Unterhaltskosten, sowie grösserer Unabhängigkeit herrühren.

Eine Veröffentlichung bezüglich der Marktanteile von Ende März 2023 zeigt den Trend zum Heizungsersatz mit nicht fossilen Heizträgern. Nur die Verschiebung des Betrachtungshorizontes von drei Jahren bringt eine Verringerung des fossilen Heizungsbaus und -ersatzes von 25 Prozentpunkten bei Einfamilienhäusern und 26 Prozentpunkten bei Mehrfamilienhäusern (BFE, 2023a). Es wird noch immer nicht das volle Potenzial ausgeschöpft, der Vergleich der beiden Zeiträume zeigt jedoch, dass der fossile Heizungsersatz stark zurückgegangen ist und lässt vermuten, dass er weiter zurückgehen wird.

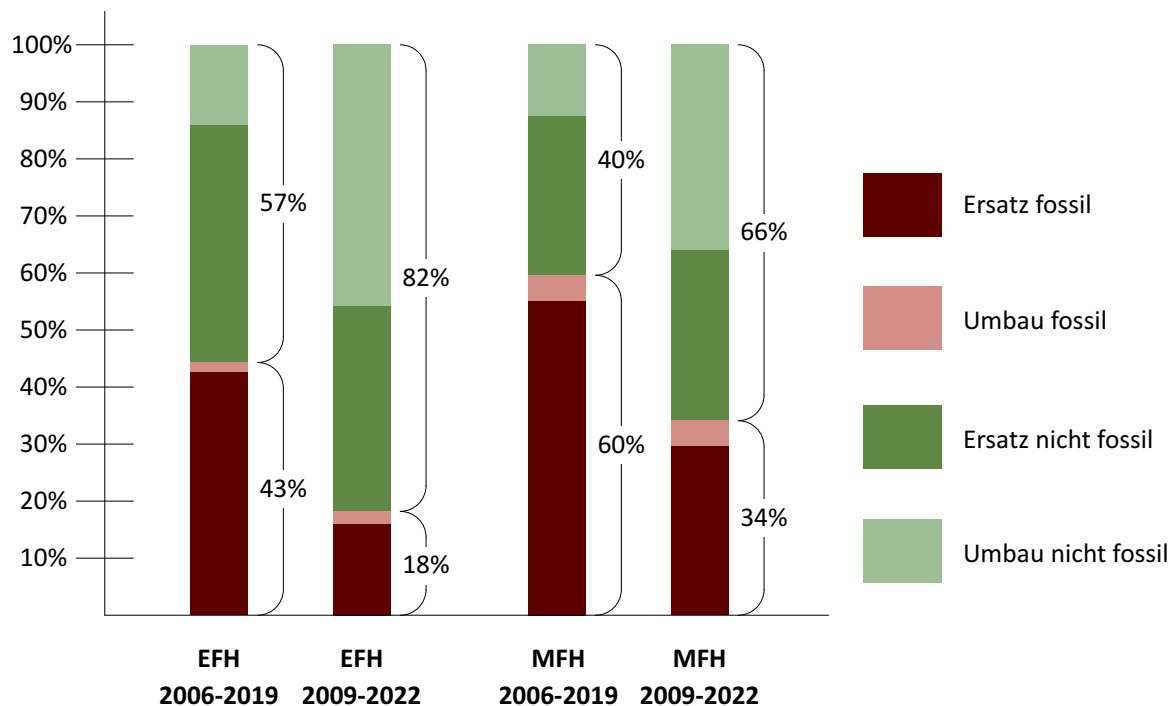


Abbildung 26: Marktanteile Heizsysteme (Ersatz/ Umbau) EFH und MFH 2019

Quelle: Eigene Abbildung nach BFE 2020b, S.7-8 und BFE 2023, S. 7-8.

Zusammengenommen ergäbe das theoretisch errechnete Reduktionspotenzial privater Eigentümerschaften bei den hier betrachteten Massnahmen Gebäudesubstanz- und Heizungssanierung 2.83 Mio. t CO_{2eq}. Das sind ca. 40 % der gesamten Emissionen, die im Jahr 2020 durch die Wohnnutzung emittiert wurden, und 6.5 % am Total der Schweizer Emissionen (UVEK, 2022, S. 9). Es kann hinzugefügt werden, dass je nach Erneuerungserfolg der Gebäudehülle, der Stromerzeugung und Technologie der Wärmepumpen noch mehr eingespart werden kann.

8.2 Sanierungen von vermieteten Mehrfamilienhäusern

In Bezug auf die Kosteneffizienz sind Sanierungsmassnahmen bei Mehrfamilienhäusern besser als bei Einfamilienhäusern. Die relativen Kosten je eingesparte Kilowattstunde pro Quadratmeter sind etwa halb so hoch wie bei Einfamilienhäusern (Murray et al., 2020, S. 24). Nimmt man die eingesetzten Mittel pro Quadratmeter als Massstab, sind die Mehrfamilienhäuser der erfolgreichere Hebel zur Emissionsreduktion. Beachtet man zusätzlich, dass der grösste Nachteil von erneuerbaren Energien die hohen Investitionskosten sind, wird deutlich, dass der effizientere Einsatz von finanziellen Mitteln elementar ist.

Der Vorteil von grossen Gebäuden ist, dass sie aufgrund ihrer Geometrie weniger Hüllfläche pro Quadratmeter Wohnfläche aufweisen, sowie mehrere Wohneinheiten mit einer zentralen Technikzentrale

geheizt und/oder gekühlt werden können. Es müssen demnach pro Quadratmeter Wohnfläche weniger Hülle saniert und weniger Geräte ersetzt werden.

Die optimale Sanierungslösung für Mehrfamilienhäuser hängt massgeblich vom Zustand und der Bauperiode der Gebäude ab. Während bei Mehrfamilienhäusern, die zwischen 1919 und 1979 erstellt wurden neben dem Energiesystem auch eine Sanierung von Fassade, Wänden, Dach und Fenster notwendig ist, genügt es bei Mehrfamilienhäusern, die nach 1995 erstellt wurden, das fossile Energiesystem zu ertüchtigen. Die Hüllen dieser Gebäude sind effizient genug, um mit erneuerbaren Technologien behaglich beheizt werden zu können (Murray et al., 2020, S. 19). Die Befürchtung vieler Eigentümer:innen, dass der Ersatz einer fossilen Heizung mit einer nicht-fossilen Heizung zwingend eine Hüllensanierung bedingt, bewahrheitet sich nicht in jedem Fall. Eine individuelle Prüfung der Gebäudesubstanz kann ergeben, dass ein Heizungsersatz mit erneuerbaren Energieträgern auch ohne Hüllensanierung möglich und zufriedenstellend ist.

Das optimale Heizsystem für Mehrfamilienhäuser ist nicht nur eine Frage der Gebäudesubstanz, sondern auch des Standortes. Gebäude, die in dichteren, urbanen Kontexten stehen, benötigen 8-12 % weniger Heizenergie aufgrund kompakterer Bauweise und städtischer Wärmeeffekte (Eggimann et al., 2021, S. 15). Des Weiteren können Mehrfamilienhäuser, die in dichten Quartieren lokalisiert sind, Lösungen auf Quartiersebene anstreben wie beispielsweise Fernwärmenetze oder den Anschluss an städtische Energiesysteme (Murray et al., 2020, S. 2). Diese Optionen sind jedoch nicht frei wählbar für die privaten Eigentümerschaften und benötigen politische Vorarbeit.

Wenn, beispielsweise aufgrund der ländlichen Lage eines Gebäudes, eine dezentrale Versorgung notwendig ist, besteht zurzeit das optimale Heizsystem für Mehrfamilienhäuser aus einer Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaikanlage zur Energiegewinnung (Murray et al., 2020, S. 24).

8.3 Sanierungen von selbst genutzten Einfamilienhäusern

Die meisten Wohngebäude der Schweiz sind Einfamilienhäuser. Von den über einer Million Gebäuden gehören 769'000 privaten Eigentümer:innen. Aufgrund der grossen Wohnfläche pro Person, verbunden mit dem schlechteren Verhältnis von Wohnfläche zu Hüllfläche, sowie der Tatsache, dass jedes Einfamilienhaus im Regelfall eine eigene Technikzentrale benötigt, erscheinen Einfamilienhäuser im Hinblick auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen ineffizienter als Mehrfamilienhäuser.

Wie in Kapitel 5.4 beschrieben, liegt der zu erreichende Grenzwert bei vorbildlicher Sanierung bei 19.5-22.5 kWh/m²/Jahr für den Heizwärmebedarf. Bei der Sanierung benötigt man zur Zielerreichung pro Quadratmeter mehr Kapital als bei Mehrfamilienhäusern, was vor Allem daran liegt, dass die Gebäude kleiner und die Massnahmen ineffizienter sind (Murray et al., 2020, S. 24).

Einfamilienhäuser benötigen im Schnitt mehr Wärmeenergie zum Heizen als Mehrfamilienhäuser. Bedenkt man zusätzlich, dass pro Person in Einfamilienhäusern mehr Wohnfläche konsumiert wird,

werden die Sanierungen pro Bewohner:in im Vergleich zu Sanierungen bei Mehrfamilienhäusern noch kostspieliger.

In ländlichen Gegenden mit Gebäuden die vor 1980 erstellt wurden können Sanierungen hingegen wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft sein, da diese Häuser sehr viel Betriebsenergie benötigen und grosse Einsparungen im Unterhalt erwartet werden können (Murray et al., 2020, S. 33). Das optimale Heizsystem für Einfamilienhäuser ist ein Biomassekessel, der mit nachwachsenden Rohstoffen, wie beispielsweise Holz, befeuert wird (Murray et al., 2020, S. 24). Bei den alten Gebäuden sind Nachrüstungen zwar kostspieliger, aber auch effektiver und somit auf die Einsparung gemessen in kWh/m²/Jahr wirkungsvoller als bei neueren Gebäuden. Die grauen Treibhausgasemissionen, die bei der Erstellung neuer Heizungsanlagen entstehen, bilden nur einen geringen Anteil der Gesamtemissionen über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage. Der Ersatz fossiler Anlagen mit erneuerbaren Technologien, auch vor dem Ende ihres theoretischen Lebenszyklus, hilft in jedem Fall mehr Emissionen zu vermeiden, als der Weiterbetrieb fossiler Anlagen verursacht (Murray et al., 2020, S. 33).

Saniert man ältere Einfamilienhäuser, können diese die Werte der Energiekennzahlen von neuen Gebäuden in der Regel nicht erreichen. Jedoch ist eine deutliche Reduktion des Endenergieverbrauchs möglich. Wird die dann noch benötigte Energie erneuerbar hergestellt, können auch alte Gebäude den Ansprüchen der Netto-Null Strategie genügen.

Einsparungspotenziale durch Flächenreduktion

Mit 120 Mio. m² Energiebezugsfläche sind die vermieteten Mehrfamilienhäuser den selbst genutzten Einfamilienhäusern um 26 Mio. m² Energiebezugsfläche überlegen. Berechnet man die Einsparpotenziale pro Bewohner:in müsste man jedoch berücksichtigen, dass Menschen in Einfamilienhäusern 1.28-mal mehr Fläche in Anspruch nehmen, als Menschen in Mehrfamilienhäusern (s. Abbildung 27). Das Sanierungspotenzial pro Bewohner:in ist auf die Fläche bezogen demnach grösser bei Einfamilienhäusern. Anders herum kann man jedoch auch festhalten, dass mit einem gewissen Anteil sanierter Energiebezugsfläche bei Mehrfamilienhäusern mehr Menschen erreicht werden als bei Einfamilienhäusern.

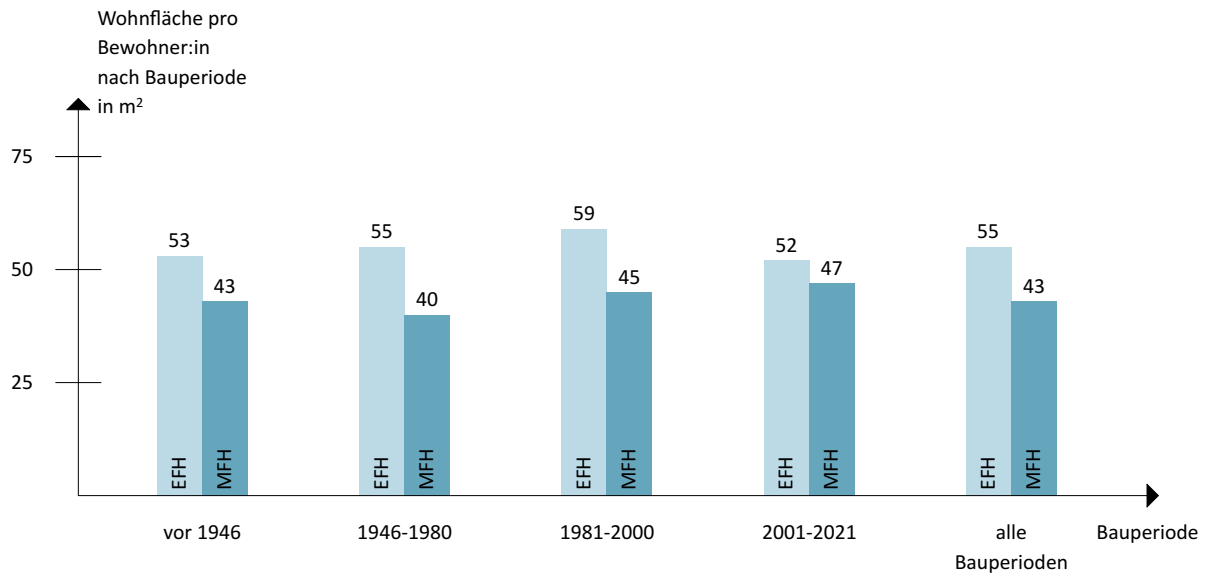


Abbildung 27: Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner:in nach Bauperiode in Ein- und Mehrfamilienhäusern.

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS T 09.03.02.04.03, 2021

Die Wohnfläche pro Kopf hat einen grossen Einfluss auf den Endenergieverbrauch und die Emissionen im Betrieb von Wohngebäuden (Eggimann et al., 2021, S. 5). Eine Reduktion der Wohnfläche pro Person erhöht die Effizienz von Wohngebäuden, da der Energieverbrauch und die damit zusammenhängenden Emissionen pro Quadratmeter entstehen. Weniger Wohnfläche pro Person bedeuten weniger Emissionen pro Person, bezogen auf betriebliche, sowie graue Treibhausgasemissionen.

Die grosse durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner:in bei Einfamilienhäusern lässt sich auch mit der Lebenswirklichkeit der Eigentümerschaften erklären. Einfamilienhäuser bieten meist genügend Platz für die klassische Kernfamilie. Wir erinnern uns, die Käufer:innen von Einfamilienhäusern sind meist zwischen 31 und 45 Jahre alt, in 35 % der Einfamilienhäuser wohnen Paare mit Kindern, in 29 % Paare ohne Kinder und in 10 % wohnen alleinlebende Personen (s. Kapitel 7.1).

Die Wohnfläche in Einfamilienhäusern ist meist so dimensioniert, dass sich ein Elternpaar mit einem oder mehreren Kindern für eine gewisse Zeit diese teilt. Nach Auszug des Kindes oder der Kinder bleiben meist zwei oder eine Person zurück im Haus. Verstirbt oder zieht einer der Partner:innen aus, lebt nur noch eine Person auf einer Fläche, die eigentlich für viel mehr Bewohner:innen geeignet wäre. Diesen Flächenkonsum kann man anhand der Wohnbiografien von Personen ablesen. Abbildung 28 zeigt zwei Wohnbiografien von Einfamilienhaus-Bewohner:innen. Die durchschnittliche Wohnfläche liegt bei beiden zwischen 54 und 59 m². Die persönliche Wohnfläche variiert dabei über die Lebenszeit je nach Grösse der Familie, die sich das Wohngebäude teilt. Einfamilienhäuser, die für die Selbstnutzung erworben werden und lange im Besitz bleiben, sind unflexibel in ihrer Nutzbarkeit und ineffizient in Bezug auf Flächen- und Energieverbrauch.

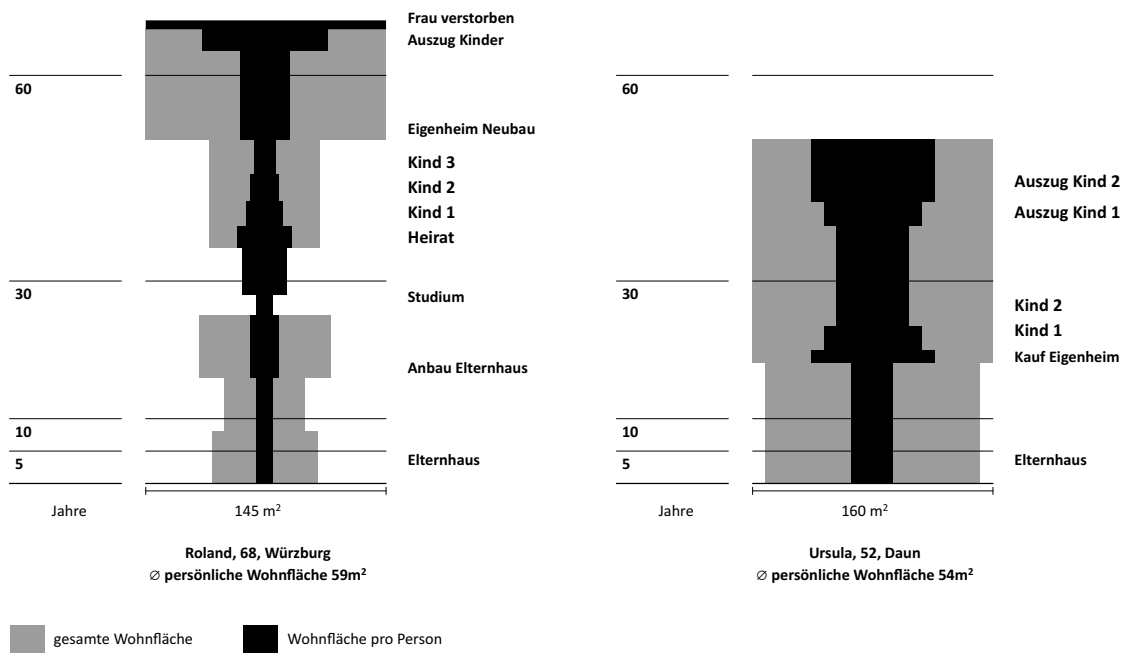


Abbildung 28: Wohnbiografien von Einfamilienhaus-Bewohner:innen.

Quelle: Dechmann, 2021, S. 178.

Dass häufig ältere Menschen zu zweit oder alleine in Einfamilienhäusern leben, schlägt sich auch in der Wohnfläche pro Bewohner:in nach Altersklassen nieder. Mit durchschnittlich 71 m² ist die Wohnfläche pro Bewohner:in bei der Altersklasse 65 oder älter besonders gross.

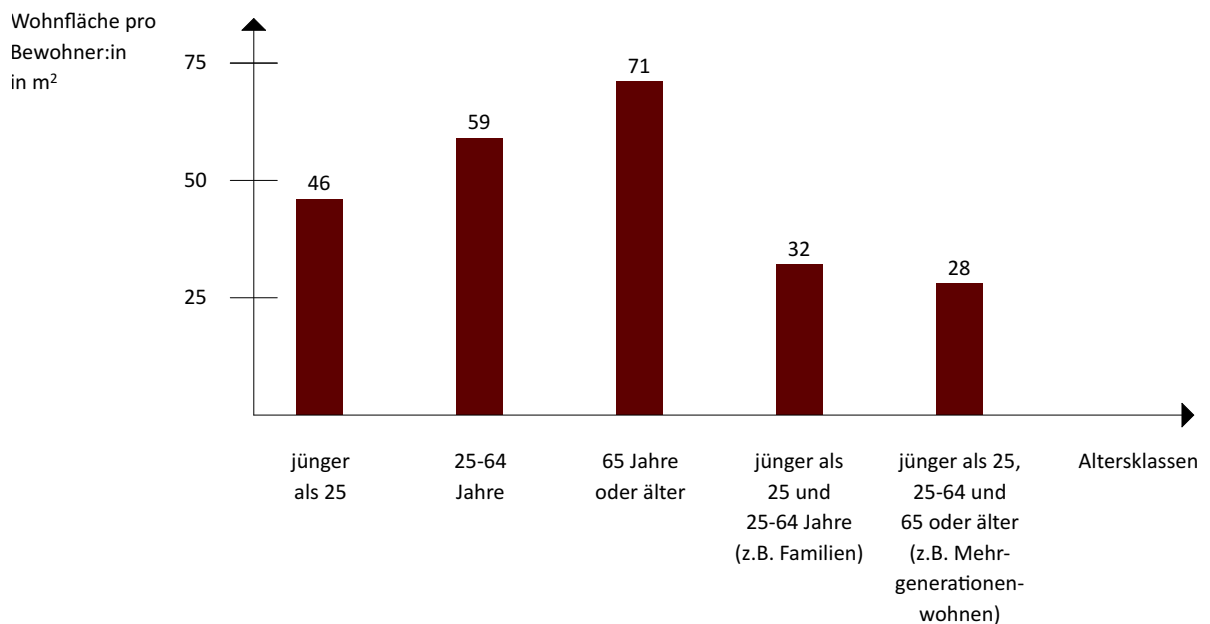


Abbildung 29: Durchschnittliche Wohnfläche pro Bewohner:in nach Altersklassen der Haushaltsmitglieder

Quelle: Eigene Abbildung nach BFS T 09.03.02.04.04, 2021

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass besonders die Altersklasse ab 67, die ungerne energetisch saniert (s. Kapitel 6.3) ein hohes Sanierungspotenzial pro Person hätte, aufgrund der grossen

Wohnfläche. Eine Verbesserung der CO₂-Bilanz im Betrieb von Einfamilienhäusern könnte, neben der energetischen Hüllensanierung und dem Heizungsersatz, die Erhöhung der Flächeneffizienz sein. Dies könnte beispielsweise durch den Umbau von Einfamilienhäusern zu Häusern mit zwei oder mehr kleineren Wohneinheiten erreicht werden. Oder durch flexible, attraktive alternative Wohnformen für ältere Menschen, denen die Möglichkeit gegeben wird, ihren Flächenkonsum zu reduzieren, ohne dabei Wohnqualität einzubüssen.

9 Handlungsempfehlungen zur Erreichung des Netto-Null-Ziels im Bestand

Für die beiden Kategorien selbst genutzte Einfamilienhäuser und vermietete Mehrfamilienhäuser privater Eigentümerschaften werden im folgenden Kapitel Handlungsempfehlungen beschrieben, welche die Motivation für den Umbau und die energetische Sanierung erhöhen können. In Kapitel 6 wurden die gegenwärtigen Rahmenbedingungen für Bestandssanierungen im Überblick dargestellt. Die folgenden Vorschläge zur Beschleunigung von Bestandssanierungen im privaten Eigentümersegment basieren auf dem geschilderten Status Quo und dessen Bedeutung für die beiden Eigentümersegmente mit dem grössten Potenzial. Die Empfehlungen werden auf ihre Machbarkeit untersucht und realistische Optionen in einer Zusammenfassung vorgeschlagen.

9.1 Gesetzliche Massnahmen: Regulieren

Verschiedene gesetzliche Rahmenbedingungen können Sanierungen von Bestandsgebäuden sowohl fördern als auch behindern.

Die Hauptverantwortung für den aus Klimasicht notwendigen Strukturwandel liegt auf Seiten der Politik und der daraus folgenden Gesetzgebung. Die Verantwortung kann nicht auf die einzelnen Bürger:innen abgeschoben werden. Das nötige Handeln als Kollektiv setzt politische Entscheidungen voraus (Bajohr, 2023). Eigentümer:innen von Gebäuden bewegen sich im gesteckten Rahmen des Systems. Möchte man sie dazu motivieren, im Sinne der Allgemeinheit zu agieren, müssen Sanierungen nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch rentabel sein. Dies kann auch erreicht werden, indem das Nicht-Handeln unattraktiv wird durch Erhöhung der Kosten für Energieträger mit hohen Treibhausgasemissionen.

Die gesetzlichen Vorgaben, wie Bauvorschriften, Denkmalschutz oder Anforderungen bezüglich des Brandschutzes oder der Barrierefreiheit sind wichtige Bestandteile im Interesse der Gemeinschaft. Sie stehen allerdings oft in einem Zielkonflikt zur ökologischen Nachhaltigkeit und können Sanierungsvorhaben verzögern. Ob ein Aufweichen von Rahmenbedingungen wirklich eine erhöhte Sanierungsrate zur Folge hätte, ist schwer zu beurteilen. Es könnte eher zielführend sein, energetische Verbesserungen an Gebäuden so attraktiv zu gestalten, dass die regulatorischen Vorgaben nicht mehr stark ins

Gewicht fallen und niemanden, der eine Sanierungsabsicht hat, von einer Sanierung abhalten. Alternativ könnten Gesetze erlassen werden, die Sanierungen verpflichtend für alle Eigentümer:innen machen und das Nicht-Sanieren bestrafen. Für solche Gesetze werden demokratische Mehrheiten und damit einhergehend viel Zeit benötigt. Es erscheint unrealistisch, die notwendige Sanierungsrate mittels gesetzlicher Vorschriften im benötigten Zeitrahmen durchsetzen zu können. Die Ablehnung des CO₂-Gesetzes im Jahr 2021 hat gezeigt wie schwer es ist, für klimawirksame Vorhaben eine Mehrheit bei der Stimmbevölkerung zu finden, selbst wenn diese durch breite politische Mehrheiten unterstützt werden (SRF, 2021).

Mit der weiteren Gültigkeit der MuKE n auf kantonaler Ebene bleiben die Energievorschriften für Gebäude kantonal verschieden. Die Situation für Planende, Unternehmer:innen und Eigentümer:innen ist durch die kantonalen Unterschiede unübersichtlich.

CO₂-Abgabe für Gebäude mit hohen Emissionen

Die ökologische Dringlichkeit reicht zur Motivation der Eigentümerschaften nicht aus, wie die niedrige Sanierungsquote erkennen lässt. Man kann nicht von den Eigentümerschaften erwarten, dass sie philanthropisch handeln. Die Atmosphäre ist zunächst kostenlos für alle und unterliegt der Tragik der Allmende, sie ist von Übernutzung bedroht. Der CO₂-Ausstoss wird nicht mit einer Preiswahrheit versehen. Die aktuelle Gesetzgebung berücksichtigt zu wenig, dass die Treibhausgasemissionen Kosten nach sich ziehen, die zukünftige Generationen real zu tragen haben. Eine Massnahme, die die Motivation zu Sanierungen erhöht, könnte eine Erhöhung der Abgaben für unsanierte Gebäude sein.

Das Beispiel Schweden zeigt, wie sich die Einführung und konsequente Steigerung von CO₂-Abgaben auf Öl und Gas auf den Verbrauch auswirken kann. Bereits in den 90er Jahren betrug dort die Abgabe pro Tonne CO₂ 40 Euro, seit 2004 beträgt sie 100 Euro oder mehr. In der gleichen Zeitspanne verringerte sich der Öleinsatz um 60 % (Meier et al., 2018, S. 25). Um eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors zu erreichen empfiehlt eine Studie des Wirtschaftsverbandes Swisscleantech eine Erhöhung der CO₂-Abgabe von aktuell 96 CHF auf 200-250 CHF pro Tonne CO₂ aus fossilen Brennstoffen (Meier et al., 2018, S. 15). Bei einer solchen Abgabe würden fossile Heizungen bei der Sanierung nicht mehr in Betracht gezogen. Ein Verbot von neuen fossilen Heizungen würde sich erübrigen.

Die Abgabe auf fossile Brennstoffe trifft jedoch nur die Nutzer:innen der Gebäude. Daher wäre eine zusätzliche Abgabe in Form einer CO₂-Steuer auf die Liegenschaft als Massnahme sinnvoll, um auch Eigentümerschaften vermieteter Renditeliegenschaften zu erreichen. Nachdem alle Gebäude, wie in der Vision des Gebäudeparks 2050 des Bundesamtes für Energie vorgesehen (BFE, 2022c, S. 2), einen verpflichtenden Energieausweis erhalten, können diese hinsichtlich ihrer ökologischen Performance

im Betrieb eingestuft werden. Eine jährliche Abgabe für höhere Emissionen unsanierter Gebäude mit fossilen Heizungen, im Vergleich zu sanierten Gebäuden mit erneuerbaren Heizsystemen schafft auch bei Eigentümerschaften vermieteter Mehrfamilienhäuser einen Anreiz, die Emissionen im Betrieb zu senken. Die Abgabe darf hierfür nicht auf die Mieterschaften umgewälzt werden, da sie sonst keinen Anreiz mehr für die zu motivierenden Eigentümer:innen darstellt. Somit würde die Abgabe sowohl die Eigentümerschaften der selbst genutzten Einfamilienhäuser, als auch der vermieteten Mehrfamilienhäuser treffen. Da die selbst genutzten Einfamilienhäuser über die Energiekosten des Gebäudebetriebes bereits ohne die Abgabe interessiert sind an einer Reduktion des Verbrauchs im Betrieb, würde die Abgabe die vermieteten Mehrfamilienhäuser im Verhältnis vermutlich etwas mehr motivieren, die CO₂-Emissionen im Betrieb zu senken. Die Sanierung wird, durch höhere Kosten bei Nicht-Handeln, finanziell attraktiver. Dies wirkt leichter umsetzbar, als eine allgemeine Pflicht zur Sanierung.

Verpflichtender Energieausweis

Der verpflichtende Energieausweis, der benötigt wird zur Einstufung der Gebäude, hätte den positiven Nebeneffekt, dass allen Eigentümerschaften vor Augen geführt wird, wie hoch ihr Reduktionspotenzial wäre. Damit könnten Eigentümer:innen erreicht werden, die sich ihrer Selbstwirksamkeit bisher nicht bewusst waren. Die Steigerung des Problembewusstseins träge vermutlich die Eigentümerschaften selbst genutzter Einfamilienhäuser eher, als die renditeorientierten Besitzer:innen von vermieteten Mehrfamilienhäusern.

Des weiteren erleichtert der Energieausweis eine Einstufung von Gebäuden bezüglich ihrer ökologischen Performance. Ein schweizweit einheitlicher Ausweis ermöglicht es Immobilienbewerter:innen, die benötigte Betriebsenergie als Kriterium nachvollziehbar im Gutachten zu erwähnen und, falls diese relevant ist für die Marktwertberechnung, auch zu bewerten.

Verpflichtender Erneuerungsfonds

Eine weitere Massnahme auf gesetzlicher Ebene könnte ein Obligatorium für Erneuerungsfonds sein. Jede:r Eigentümer:in wird verpflichtet, je Immobilie spezifische Rücklagen zur Gebäudeinstandsetzung anzulegen. Die Rückstellungen in Höhe eines festgelegten Anteils der Bruttorendite werden zweckgebunden für energetische Instandsetzungen angelegt. Notwendige energetische Sanierungen würden nicht mehr an zu wenig finanziellen Mitteln scheitern, da vorausschauend und objektspezifisch Rückstellungen getätigt wurden (Hess et al., 2022, S. 43). Gerade private Eigentümer:innen scheuen grössere Investitionen und betreiben keine professionelle Erneuerungsplanung. Der verpflichtende Fonds mit zweckgebundenen Mitteln könnte motivierend wirken, diese Mittel auch einzusetzen und das Gebäude zu erneuern. Da die energetischen Verbesserungen teilweise umwälzbar sind auf die

Mieter:innen, kann aus dem rückgestellten Kapital, sollte es investiert werden, eine höhere Rendite resultieren. Dies dürfte vor Allem für Eigentümerschaften vermieteter Mehrfamilienhäuser motivierend wirken.

9.2 Wirtschaftliche Massnahmen: Fördern

Wirtschaftliche Massnahmen zur Förderung von Sanierungen sind meist ex-ante Anreize, die versuchen das Verhalten der Eigentümer:innen zu beeinflussen. Der Anreiz im Voraus soll dabei zu einer gewünschten Handlung führen (Hess et al., 2022, S. 39). Wirtschaftliche Massnahmen sind besonders wirkungsvoll bei Eigentümer:innen mit geringen finanziellen Mitteln oder Eigentümerschaften, die die energetische Gebäudeerneuerung als nicht besonders wichtig erachten. Gerade Eigentümerschaften vermieteter Mehrfamilienhäuser, die renditeorientiert handeln, können durch wirtschaftliche Massnahmen beeinflusst werden in ihrer Entscheidung für oder gegen eine energetische Sanierung.

Die Beiträge der Kantone aus dem Gebäudeprogramm sind jährlich gedeckelt. Dieser Umstand wirkt hemmend auf die Eigentümerschaften, da er dazu führen kann, dass es gegen Ende des Jahres keine Mittel mehr gibt. Dies führt zu einer abschreckenden Unsicherheit für die Eigentümerschaften (Hess et al., 2022, S. 37). Gerade, wenn viel saniert wird, ist der Topf schneller leer. Dabei sollte eine hohe Sanierungsrate das Ziel der Förderung sein. Gedeckelte Beiträge wirken nicht besonders gut als ex-ante Anreiz, da man sich der Belohnung nicht sicher sein kann. Dies begründet, dass die aktuellen Subventionen als Mitnahmesubventionen kategorisiert werden können und nicht den Ausschlag geben bei der Entscheidung für eine Sanierung (Hess et al., 2022, S. 44). Klare Förderregeln mit niederschwelliger Antragsstellung, unabhängig davon, wie viel Geld bereits in einem Kalenderjahr geflossen ist, geben Sicherheit und motivieren die Eigentümer:innen.

Im Gebäudeprogramm werden für Fördergelder an sanierte Bestandsbauten ähnlich hohe bauphysikalische Anforderungen gestellt, wie an Neubauten. Um Sanierungen zu fördern, sollten die Anforderungen nicht gleich hoch gesetzt werden, da diese nur mit sehr hohen Kosten und hohem Aufwand im Bestand erreichbar sind (Marti, 2022, S. 7). Besser wäre die Zielvorgabe eines Emissionsgrenzwertes pro Quadratmeter Nutzfläche nach der Hüllen- und Heizungssanierung. Effiziente, im Betrieb CO₂-neutrale Heizsysteme ermöglichen es, auch mit nicht ganz optimalen Gebäudehüllen während des Betriebs emissionsfrei zu heizen. Die Herangehensweise mit Emissionsgrenzwert bietet mehr Flexibilität für die Eigentümerschaften und ermöglicht es, für die Gebäude spezifische Sanierungsmassnahmen auszuwählen. So kann die Senkung von Emissionen im Betrieb gezielt gefördert werden, ohne eine Vorgabe zu machen, wie das Ziel erreicht wird.

Neben der Attraktivierung von Sanierungen aufgrund einfacheren Zugangs zu Fördermitteln wäre ein weiterer positiver Nebeneffekt, dass der Lebenszyklus von Bestandsgebäude durch eine Sanierung verlängert wird. So können Grauemissionen, die bei Ersatzneubauten entstehen, reduziert werden. Eine

Aufhebung der Deckelung der Fördermittel, sowie eine differenzierte Überprüfung der technischen Vorgaben für Sanierungen dürfte für die Eigentümerschaften von selbst genutzten Einfamilienhäusern und vermieteten Mehrfamilienhäusern gleichermaßen motivierend wirken, energetisch zu sanieren. Damit Förderbeiträge besonders motivierend für jene sind, die sich eine Sanierung aus finanziellen Gründen nicht leisten können, könnten Förderbeiträge nicht nur von technischen Aspekten abhängig gemacht werden, sondern auch einkommensabhängig gestaltet werden (Hess et al., 2022, S. 42). Da eher einkommensschwache Eigentümer:innen nicht sanieren, sollten diese besonders unterstützt werden. Diese einkommensabhängige Förderung eignet sich vor Allem für die selbst genutzten Einfamilienhäuser, da vermietete Mehrfamilienhäuser als Renditeobjekte dienen und bei wirtschaftlichen Engpässen der Eigentümerschaften auch veräussert werden könnten.

Instandsetzungskosten fallen bei Immobilien ohnehin an, daher sollten Sanierungsmassnahmen nicht als reine Kostentreiber gesehen werden, sondern konventionellen Instandsetzungskosten ohne energetische Verbesserungen gegenübergestellt werden. Finanzinstituten sollte schon aus Interesse ihrer eigenen Stabilität daran gelegen sein, dass die von ihnen finanzierten Immobilien nicht zu starke Wertverluste erfahren. Da unsanierten Gebäuden jedoch genau dieser Wertverlust droht, könnte den Eigentümer:innen ein zinsgünstiges Darlehen für den Fall angeboten werden, dass sie energetisch sinnvoll sanieren. Ziel ist es, dass klimafreundliches Sanieren sich finanziell gegenüber reinen Pinselsanierungen lohnt, da für energetische Massnahmen nur geringe Zinsen gezahlt werden müssen.

Grundsätzlich sollten Fördermassnahmen, die aus Steuern der Allgemeinheit finanziert werden, einen gesellschaftlichen Mehrwert fördern. Ideal wäre es, wenn die Subventionen nicht von Eigentümerschaften mitgenommen werden, die nicht auf diese angewiesen sind. Möchte man im Sinne der Allgemeinheit jedoch die Emissionen im Betrieb von Gebäuden senken, benötigt es sowohl Anreize durch die Erhöhung der Kosten für Nicht-Sanierer:innen, als auch eine Attraktivierung von Sanierungsmassnahmen durch Subventionen.

9.3 Gesellschaftliche Massnahmen: Sensibilisieren

Sensibilisieren

Wird den Eigentümerschaften bewusst gemacht, dass sie grosse Potenziale haben, die Treibhausgasemissionen im Betrieb ihres Wohngebäudes zu senken, kann dies motivierend wirken. Dabei ist es wichtig, die Dringlichkeit und die Relevanz zu betonen, sowie den notwendigen Ersatz von fossilen Energieträgern zu erläutern. Zu einer Stärkung des Problembewusstseins kann auch gehören, die grössten Emittenten zu benennen und die am wenigsten sanierten Gebäudetypologien hervorzuheben. Wissen Gebäudeeigentümer:innen Bescheid über den energetischen Zustand ihres Gebäudes und können sie daraufhin diesen verbessern, kann dies auch ihr Ansehen steigern. Energetisch effiziente

Gebäude signalisieren, dass die Eigentümer:innen Verantwortung für Umwelt- und Klimaschutz übernehmen und sich für nachhaltige Lösungen engagieren.

Beraten

Ein wichtiger Faktor bei der Förderung von Sanierungen ist die Bereitstellung von Beratung und Unterstützung. Aktuell angebotene Beratungen zeigen, dass diese bei 42-80 % zur Umsetzung einer Massnahme führen (Rieder et al., 2020, S. 17). Professionelle Berater:innen können dabei helfen, die Überforderung bei Beginn grosser Projekte zu überwinden. Die Beratung kann dabei objektspezifisch untersuchen, welche Massnahmen die ökologisch und ökonomisch sinnvollsten wären und die möglichen Kosten von Sanierungen den zu erwartenden Einsparungen oder Renditesteigerungen gegenüberstellen. Dabei ist es wichtig, nicht nur finanzielle, sondern auch ökologische Einsparungen, beispielsweise Treibhausgasreduktionen, zu beziffern und zu erläutern. Werden auch nicht energetische Aspekte in die Beratung einbezogen, können Eigentümerschaften angesprochen werden, die bisher energetische Sanierungen nicht prioritär behandelt haben. Die Beratung sollte die langfristige Gebäudeentwicklung untersuchen und die Vorteile energetischer Massnahmen bei ohnehin anstehenden Instandsetzungen von Gebäuden hervorheben. Werden Eigentümer:innen dabei unterstützt, langfristige Visionen und Nutzungsstrategien für ihre Liegenschaften zu entwickeln, kann dies die Motivation für grössere Investitionen erhöhen. Beratungen bringen in solchen Fällen sogar mehr, als zinsgünstige Kredite (Hess et al., 2022, S. 43). Damit Beratungen von einer breiten Zielgruppe in Anspruch genommen werden, und nicht wie aktuell eher von Personen mit höherer Bildung, müssten diese niederschwellig und unaufgefordert angeboten werden (Rieder et al., 2020, S. 17). Dies könnte beispielsweise durch direkte Information von Bankkund:innen mit Hypotheken geschehen, oder bei Kontaktaufnahme durch potenzielle Kund:innen mit Banken zur Finanzierung von Instandsetzungen.

Die Beratung sollte zielgruppenspezifisch auf die Eigentümerschaften zugeschnitten sein. Eigentümer:innen selbst genutzter Einfamilienhäuser interessieren dabei andere Inhalte, als Vermieter:innen von Mehrfamilienhäusern (Hess et al., 2022, S. 47). Beispielsweise sind für Selbstnutzer:innen Informationen bezüglich ihres persönlichen Reduktionspotenzials des Energiebedarfs relevant. Wohingegen Vermieter:innen eher interessiert sein könnten an möglichen Mietzinsanpassungen nach Sanierungen und der Entwicklung des Marktwertes ihrer Immobilie.

Beratungen und Fördermassnahmen sollten sich gegenseitig bedingen. Dazu könnten Eigentümer:innen eine Förderung nur bekommen, wenn sie zuvor eine Energieberatung in Anspruch genommen haben und die objektspezifisch effizientesten Massnahmen untersucht haben. Die Beratungen thematisieren dabei mögliche Fördertöpfe und machen die staatlichen Subventionen bei privaten Eigentümerschaften bekannter.

Gelegenheitsfenster nutzen

In unsanierten Wohngebäuden steckt ein hohes Potenzial zur Emissionsreduktion im Gebäudebetrieb. Sanierungen, die nicht energetisch wirksam sind, werden häufiger umgesetzt, als solche, die auch die Energieeffizienz verbessern (s. Kapitel 8.1.1). Eine gute Gelegenheit für energetische Instandsetzungsmassnahmen ist der Zeitpunkt, wenn ohnehin saniert werden muss. Dies ist häufig bei Eigentümerwechseln oder veränderten Lebenssituationen der Bewohner:innen Fall. Grössere Instandsetzungsmassnahmen erfordern häufig eine Finanzierung durch Kreditaufnahme der Eigentümer:innen. Dieser Moment kann genutzt werden, um im Beratungsgespräch der Kreditvergabe auf eine mögliche energetische Instandsetzung des Gebäudes hinzuweisen. Banken und Kreditgeber können in diesem Zusammenhang auf Förderprogramme, zinsgünstige Kredite oder andere finanzielle Anreize aufmerksam machen. Durch die Integration der energetischen Aspekte in den Finanzierungsprozess können Eigentümer:innen dazu ermutigt werden, zusätzliche Investitionen in die Energieeffizienz ihrer Gebäude zu tätigen. Durch die Kombination von Instandsetzungsmassnahmen mit energetischen Verbesserungen werden sowohl Funktionalität, als auch Ästhetik und Energieeffizienz von Gebäuden optimiert. Die Nutzung der Gelegenheitsfenster zur energetischen Sanierung ist vor allem für die selbst genutzten Einfamilienhäuser eine Handlungsempfehlung mit hohem Nutzen. Bei diesen führt ein Eigentümerwechsel meist zu grösseren Umbaumassnahmen aufgrund von eigenen, spezifischen Bedürfnissen.

Attraktive alternative Wohnformen anbieten

Die Reduktion von Wohnfläche pro Person ist ein Hebel zur Effizienzsteigerung von Wohngebäuden (s. Kapitel 8.3). Insbesondere bei selbst genutzten Einfamilienhäusern, die nur von einer oder zwei Personen bewohnt werden, besteht ein erhebliches Potenzial, die vorhandenen Ressourcen effizienter zu nutzen. Dies kann durch verschiedene Massnahmen erreicht werden. Die Einfamilienhäuser könnten beispielsweise in Mehrfamilienhäuser umgewandelt werden, um Platz für mehr Bewohner:innen zu schaffen. Separate Wohnungen können durch Umbau oder Aufteilung der Gebäudestruktur geschaffen werden. Dies erfordert bauliche Veränderungen und grössere Investitionen. Alternativ könnte den Bewohnerschaften attraktive alternative Wohnformen angeboten werden, wie beispielsweise Wohngemeinschaften, Mehrgenerationenhäuser oder angemessene Eigentumswohnungen. Neben der gewonnenen Flächeneffizienz können diese Wohnformen soziale Interaktion und Gemeinschaft fördern. Viele ältere Menschen empfinden ihre aktuelle Wohnsituation als zu gross und würden gerne ihre Wohnsituation ändern (Rütter, 2018). Der angespannte Wohnungsmarkt, mangelnde Alternativen oder Überforderung stellen jedoch grosse Hürden dar. Gäbe es attraktive Alternativen für die Bewohner:innen von Einfamilienhäusern, wären einige vermutlich bereit, ihre Wohnsituation zu verändern.

Die vorher unternutzten Häuser würden für grössere Wohngemeinschaften frei werden und effizienter genutzt werden.

9.4 Zusammenfassung Handlungsempfehlungen

		HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	selbst genutzte EFH Nutzungsorientiert	vermietete MFH Renditeorientiert
GESETZLICH	§	Problembewusstsein fördern: verpflichtender Energieausweis für alle Wohngebäude	++	+
		CO ₂ - Lenkungsabgabe für Liegenschaften, die mehr ausstossen im Betrieb als vergleichbare, energetisch sanierte Gebäude	++	+++
		Verpflichtender Erneuerungsfonds	+	++
WIRTSCHAFTLICH	\$	keine Jährliche Deckelung der Fördermittel/ des Gebäudeprogramms	++	++
		Anspruch auf Fördergelder auch bei geringerer energetischer Effizienz von Bestandsbauten als bei Neubauten	++	+++
		einkommensabhängige Förderbeiträge	+++	+
		zinsgünstige Darlehen für energetische Instandsetzungen	+++	+++
GESELLSCHAFTLICH	♥	Sensibilisieren: grösste Emittenten benennen, wenig sanierte Gebäudetypologien hervorheben, Ziel: Ansehen steigt bei Sanierung	+++	+
		Politik: Dringlichkeit und Relevanz hervorheben	++	++
		niederschwellige, zielgruppenspezifische Beratungsangebote Handlungsmöglichkeiten aufzeigen, Überforderung überwinden	++	+
		Gelegenheitsfenster nutzen, energetische Massnahmen implementieren, wenn ohnehin umgebaut wird: bei Kreditvergaben energetische Massnahmen zur Bedingung machen	+++	+
		attraktive alternative Wohnformen für Menschen mit zu viel Wohnfläche	++	+
Bewertung der Handlungsempfehlungen:		starker Nutzen	+++	
		mittlerer Nutzen	++	
		schwacher Nutzen	+	

Abbildung 30: Handlungsempfehlungen zur CO₂-Reduktion der beiden relevantesten Eigentümersegmente des Wohngebäudebestandes

10 Beispielprojekte der relevantesten Eigentümersegmente

Das Aufzeigen von Best Practice Beispielen kann dabei helfen, das Umsetzungsproblem bei der energetischen Sanierung von Wohngebäuden zu überwinden. Im Folgenden werden erfolgreiche Sanierungsprojekte aus den beiden relevantesten Eigentümersegmenten vorgestellt.

10.1 Sanierung selbst genutztes Einfamilienhaus



Abbildung 31: Umbau und Aufstockung Birmensdorferstrasse 618, Zürich, baubüro in situ

Das Reiheneinfamilienhaus an der Birmensdorferstrasse 618 in der Stadt Zürich ist im Besitz eines privaten Eigentümers. Erbaut im Jahr 1949 und seitdem nur notdürftig instandgehalten von den Voreigentümer:innen, benötigte das Wohnhaus eine umfassende Sanierung. Als die jetzigen Bewohner:innen das Haus im Jahr 2018 erwarben, nutzten sie die Instandsetzung auch zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle. 35 % der Einfamilienhäuser werden bewohnt von Paaren mit Kindern, Erwerber:innen sind im Durchschnitt zwischen 31 und 45 Jahre alt (s. Kapitel 7.1). Auch der Eigentümer der Birmensdorferstrasse 618 gehört zu dieser Altersklasse und ist mit seiner Partnerin und seinen beiden Kindern in das Haus eingezogen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war eine Besichtigung und ein Interview mit dem Hausbesitzer möglich. Als Quelle der folgenden Informationen und Berechnungen diente das Interview. Ausserdem liegen der Verfasserin Heizkostenabrechnungen, Unternehmerofferten und Korrespondenzen mit beratenden Firmen vor.

Projektbeschreibung

Neben Instandsetzungen des Ausbaus, der Küche und den Bädern, wurden Änderungen der Gebäudestruktur und Raumkonfiguration vorgenommen. Die Küche im Erdgeschoss wurde geöffnet und mit dem Wohn- und Essbereich verbunden, kleine Räume in den Obergeschossen wurden zu grösseren Familienbereichen zusammengelegt. Eine Aufstockung in Holzbauweise ergänzt das Gebäude um ein weiteres Geschoss. Dadurch wurde die Wohnfläche von 80 auf 120 m² erweitert.



Abbildung 32: Erneuerung Küche, Wohn- und Essbereich, Birmensdorferstrasse 618, Zürich, Baubüro in situ ag

Energetische Instandsetzung

Die Aufstockung des Gebäudes erforderte einen Ersatz des Daches. Das neue Dach in Holzbauweise ist gedeckt mit gebrauchten Ziegeln und mit 20 cm Mineralwolle gedämmt. Zwei Dachfenster, die ausliegend verschattet werden können, tragen im Winter zur passiven solaren Wärmegewinnung bei, erhellen die oberen Geschosse und dienen im Sommer der Nachtauskühlung.

Die ungedämmten, aus Durisolmauerstein mit Füllbeton bestehenden Aussenwände der beiden Aussenfassaden wurden zusätzlich mit 20 cm Holzfaserdämmung gedämmt. Neben der geringeren Wärmeverluste an Wintertagen und daraus folgenden Einsparungen von Heizenergie durch die Fassaden­dämmung, trägt sie auch zur Verbesserung der thermischen Behaglichkeit bei. Im Sommer bleibt die Innentemperatur länger kühl, da das bestehende Mauerwerk als thermischer Speicher dient und die Dämmung die Wärme von aussen effektiv abhält. Die einfach verglasten Holzfenster wurden ersetzt durch 3-fach verglaste Holz-Metallfenster.

Die Kosten der Sanierung des Gebäudes beliefen sich auf 450'000 CHF. Diese Kosten bilden jedoch alle Massnahmen ab, auch die nicht energetisch wirksame Instandsetzung der Bäder, Einrichtungen und

die Aufstockung. Eine Kostenaufstellung, die nur die energetisch wirksamen Elemente der Fassaden-
sanierung aufzeigt, liegt nicht vor. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Abbrucharbeiten des beste-
henden Daches (gelb), die Aufstockung des obersten Geschosses (rot), sowie die Einbauten, den Fens-
terersatz und die zusätzliche Wärmedämmung der Aussenwände (rot).

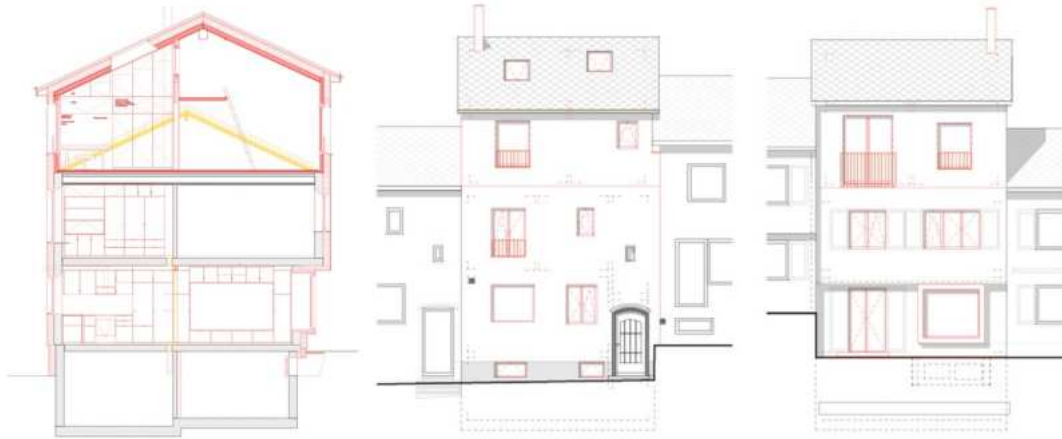


Abbildung 33: Aufstockung und Umbau, Schnitt und Ansichten, Birmensdorferstrasse 618, Zürich, Baubüro in situ ag

Die Eigentümerschaft lebt erst seit der Sanierung im Gebäude und konnte daher keine Daten des Vor-
her-Nachher Energieverbrauchs zur Verfügung stellen. Im Vergleich zum direkten Nachbargebäude,
das den gleichen Bestandsaufbau aufzeigt und das noch nicht saniert wurde, kann jedoch festgestellt
werden, dass die Ertüchtigung der Gebäudehülle einen energetischen Mehrwert brachte. Während
der nördliche Nachbar für 80 m² Energiebezugsfläche 11'000 kWh für Heizwärme und Warmwasser
benötigt, verbraucht das sanierte Haus an der Birmensdorferstrasse 618 ebenfalls 11'000 kWh, jedoch
für 120 m² Energiebezugsfläche. Berechnet man die Verbrauchsdaten je Quadratmeter ergibt sich,
dass die Nachbar:innen 137.5 kWh/m²/Jahr benötigen, das sanierte Gebäude hingegen 92
kWh/m²/Jahr. Die energetische Sanierung brachte demnach etwa 45.5 kWh/m²/Jahr Energieeinspa-
rung, was einem Anteil von ungefähr 33 % entspricht. Da das südliche Nachbargebäude im Vergleichs-
jahr 2022 nicht bewohnt und nicht beheizt war, dürfte der Verbrauch des sanierten Gebäudes, sollte
das Nachbargebäude wieder geheizt werden, noch weiter sinken. Es kann daher davon ausgegangen
werden, dass der Erneuerungserfolg noch etwas höher liegt als aktuell angenommen. Der Einsparungs-
wert liegt nah am schweizerischen mittleren Erneuerungserfolg bei energetischen Sanierungen der
Gebäudehülle von 50 kWh/m²/Jahr (Jakob et al., 2014, S. 21).

Rechnet man diesen Erneuerungserfolg in Treibhausgasemissionen CO_{2eq} um, ergibt sich bei einer fos-
silen Gasheizung eine Einsparung von 10.4 kg CO_{2eq}/m²/Jahr, im Total bei 120m² Fläche 1.2 t CO_{2eq}
Einsparung pro Jahr.

$$45.5 \text{ kWh/m}^2/\text{Jahr} \times 0.228 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} = 10.4 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}/\text{m}^2$$

$$\text{Einsparung: } 10.4 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}/\text{m}^2 \times 120 \text{ m}^2 = 1'245 \text{ kg} = \underline{1.2 \text{ t CO}_{2\text{eq}}/\text{Jahr}}$$

Während in der Gebäudesubstanz von den Vorbesitzer:innen nur die nötigsten Instandhaltungsmassnahmen vorgenommen wurden, wurde die fossile Gasheizung im Jahr 2013 durch eine neue Gasheizung ersetzt. Aufgrund dessen hat der neue Besitzer zunächst entschieden, Biogas zu beziehen und den Gaskessel zu erhalten. Gemäss der Ökobilanzdaten im Baubereich (KBOB et al., 2022) beträgt der Emissionsfaktor von einer kWh Biogas 0.124 kg CO_{2eq}. Aktuell stösst der Betrieb des Gebäudes im Biogasbetrieb demnach noch 11.4 kg CO_{2eq}/m², im Total 1.4 t CO_{2eq} pro Jahr aus.

$$\text{Ausstoss: } 92 \text{ kWh/m}^2/\text{Jahr} \times 0.124 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} = 11.4 \text{ kg/m}^2 \times 120\text{m}^2 = 1'369 \text{ kg} = \underline{1.4 \text{ t CO}_{2\text{eq}}/\text{Jahr}}$$

Aktuell, fünf Jahre nach Erwerb und Instandsetzung des Gebäudes, ist geplant die Gasheizung mit einer Erdwärmepumpe zu ersetzen. Insgesamt werden in diesem Jahr vier Reihenhäuser der Strasse instandgesetzt. Nicht zuletzt, weil die MuKE des Kantons Zürich einen Ersatz von fossilen Heizungen untersagt (s. Kapitel 6.1), bauen auch die Nachbar:innen nun Erdwärmepumpen in ihre Gebäude ein. Ein Verbund der vier Nachbargebäude wurde geprüft, war jedoch technisch nicht umsetzbar.

Für die Umstellung auf die Erdwärmepumpe benötigt es im Gebäude keine weiteren baulichen Massnahmen. Die bestehenden Radiatoren, die bei der Instandsetzung erhalten blieben, genügen aus, um die Wohnräume auch an kühlen Wintertagen behaglich zu erwärmen. Für Erdsonde, Wärmepumpe, Haustechnik und Umgebungsarbeiten liegt dem Besitzer eine Offerte in Höhe von 52'350 CHF vor. Während der Kanton die Massnahme mit einer Förderung in Höhe von 10'650 CHF unterstützt, gibt die Stadt Zürich zusätzlich 5'350 CHF hinzu. Weiterhin zahlt die Stadt Zürich 12'500 CHF Restwertentschädigung für die relativ neue Gasheizung. Die Fördergelder betragen zusammengenommen 28'500 CHF. Die Kosten für den Eigentümer belaufen sich demnach auf 23'850 CHF für den Heizungsersatz. Aktuell kostet ein kWh Biogas beim Anbieter des Besitzers Energie 360°, bei einem Bezug zwischen 10'000 und 49'999 kWh/Jahr 0.207 CHF/ kWh (Energie360°, 2023b). Hinzu kommen 150 CHF Leistungspreis für die Nutzung der Infrastruktur. Die Kosten für Biogas belaufen sich im Jahr also auf ca. 2'427 CHF.

$$\text{Bisherige Kosten Biogas: } 11'000 \text{ kWh} \times 0.207 \text{ CHF} = 2'277 \text{ CHF} + 150 \text{ CHF Leistungspreis} = \underline{2'427 \text{ CHF}}$$

Die Erdsonden Wärmepumpe wird vermutlich gemäss der aktuellen Verbrauchsdaten 11 kW Heizleistung benötigen. Wärmepumpen mit der Wärmequelle Erdreich haben einen Wirkungsgrad von 400 Prozent (BFE, 2020c). Das heisst, dass für eine Einheit elektrischer Energie das Vierfache an Wärmeenergie realisiert wird. Möchte man die voraussichtlichen Kosten für den Betrieb der Wärmepumpe errechnen, kann man die vermutlich benötigte Energie von 11 kW durch den Wirkungsgrad teilen, mit den voraussichtlichen Betriebsstunden und mit den Kosten für eine kWh Strom multiplizieren. Die Anzahl von 2'400 Betriebsstunden pro Jahr ist dabei ein Mittelwert für ein Einfamilienhaus mit bis zu 150 m² Fläche und eine Wärmepumpe, die auch Brauch-Warmwasser erzeugt (Land Sachsen-Anhalt,

2023). Die Kosten von 20 Rappen/kWh Strom sind der aktuelle Preis gemäss vorliegender Stromrechnung des Eigentümers. Die Berechnung ist nur eine Schätzung, die tatsächlichen Betriebskosten können abweichen.

Vmtl. Kosten Betrieb Wärmepumpe: $11 \text{ kW} \div 4 \times 2'400 \text{h Betriebsstunden} \times 0.2 \text{ CHF/kWh} = \underline{1'320 \text{ CHF}}$

Mit den Energiekosten für den Betrieb der Wärmepumpe kann errechnet werden, nach wie vielen Jahren sich die Investition finanziell amortisieren könnte. Nicht eingerechnet sind dabei Unterhaltskosten für die Heizung, wie Wartungs- oder Reparaturarbeiten. Diese Kosten sind bei Wärmepumpen generell etwas niedriger als bei fossilen Heizungen. Die Energiekosten für die Gasheizung beliefen sich auf ca. 2'400 CHF/ Jahr, die Energiekosten für die Erdwärmepumpe auf 1'320 CHF. Die Einsparung beträgt ca. 1'080 CHF/Jahr. Dieses Ersparnis entspricht der Prognose einer möglichen Energiekostensparnis der Beratungsplattform Energieheld Schweiz (Energieheld Schweiz, 2023). Bei einer Investitionssumme nach Abzug der Fördermittel von 23'850 CHF ist die Investition in die neue Heizung finanziell nach ca. 22 Jahren amortisiert. Ohne Förderung wäre die benötigte Investitionssumme mit 52'350 CHF deutlich höher und die Amortisationszeit mit 48 Jahren deutlich länger gewesen. Der Einbau einer Wärmepumpe bei diesem Objekt wäre ohne Fördermittel finanziell bei den aktuellen Preisen der verschiedenen Energieträger nicht lukrativ. Hier wird am Beispiel deutlich, dass der grösste Nachteil von erneuerbaren Energien deren hohe Investitionskosten sind (Murray et al., 2020, S. 2). Die Amortisationszeit des Heizungsersatzes wird vermutlich unter der errechneten Zeitangabe liegen, da sowohl eine Teuerung fossiler Energieträger, als auch geringere Unterhaltskosten in der Wartung zu erwarten sind. Neben dem nachträglichen Heizungsersatz strebt der Eigentümer auch eine nachträgliche Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Dach des Reiheneinfamilienhauses an. Die Kosten für die Anlage mit 8 kWp [Kilowatt-Peak] belaufen sich laut aktueller Offerte inklusive aller Dienstleistungen auf 27'134 CHF. Laut Eigentümer wird sich die Photovoltaikanlage in 14 Jahren finanziell amortisiert haben. Die ökologische Amortisationszeit von PV-Modulen, deren Energy Payback Time, beläuft sich im Schnitt je nach Modultyp und Produktionsstandort auf 1.3 Jahre (Wirth, 2023, S. 53). Die Installation einer Photovoltaik-Anlage würde die wirtschaftliche Amortisationszeit der Wärmepumpe weiter sinken lassen, da der erzeugte Strom für den Eigenbedarf der Wärmepumpe eingesetzt werden kann.

Hemmnisse und Treiber der energetischen Sanierung

Auslöser für die umfassende Sanierung war der Hauskauf und die notwendige Anpassung der Gebäudestruktur an die Familiensituation. Der Eigentümer der Birmensdorferstrasse 618 nutzte demnach das Gelegenheitsfenster das die notwendige Instandsetzung bot auch zur energetischen Sanierung. Ausserdem waren das Problembewusstsein des Eigentümers, sowie seine ökologische Überzeugung

massgebliche Treiber für die energetische Instandsetzung des Gebäudes. Der Eigentümer ist Mitglied im Eigentümerverband Casafair.

Als grösste Hemmnisse für die Gebäudesanierung sieht der Eigentümer die hohen Kosten energetischer Sanierungen. Hauskauf und Umbau der Gebäudestruktur benötigten so hohe Investitionen, dass ein Heizungsersatz und die Installation einer Photovoltaikanlage im Rahmen der Bauarbeiten im Jahr 2018 nicht finanzierbar waren. Auch die benötigte zusätzliche Baueingabe für die Photovoltaikanlage mit den damit verbundenen Kosten von etwa 2'500 CHF war ein Hemmnis. Wären zum Sanierungszeitpunkt zinsgünstigere Kredite oder höhere Fördermöglichkeiten zur Verfügung gestanden, wäre es dem Eigentümer schon damals möglich gewesen, die Gasheizung zu ersetzen.

Die Ankündigungen, dass Fördermittel in naher Zukunft steigen könnten, sowie die Hoffnung auf technische Effizienzfortschritte der Photovoltaik- und Wärmepumpentechnologie liessen den Eigentümer jedoch in seiner Entscheidung zögern. Ankündigungen erhöhter Fördermassnahmen können demzufolge kurzfristig die Sanierungsrate sogar hemmen. Rückblickend war die Entscheidung zu warten wirtschaftlich gesehen laut Eigentümer die richtige Entscheidung. Sowohl die Förderbeiträge, als auch die Effizienz der geplanten Anlagen haben sich in den letzten fünf Jahren erhöht. Auch die Möglichkeit, die nun fälligen Investitionen von der Bundessteuer abziehen zu können waren ein treibender Faktor. Die Treibhausgasemissionen im Betrieb des Gebäudes wären bei einem sofortigen Heizungsersatz und Installation der Photovoltaikanlage geringer gewesen.

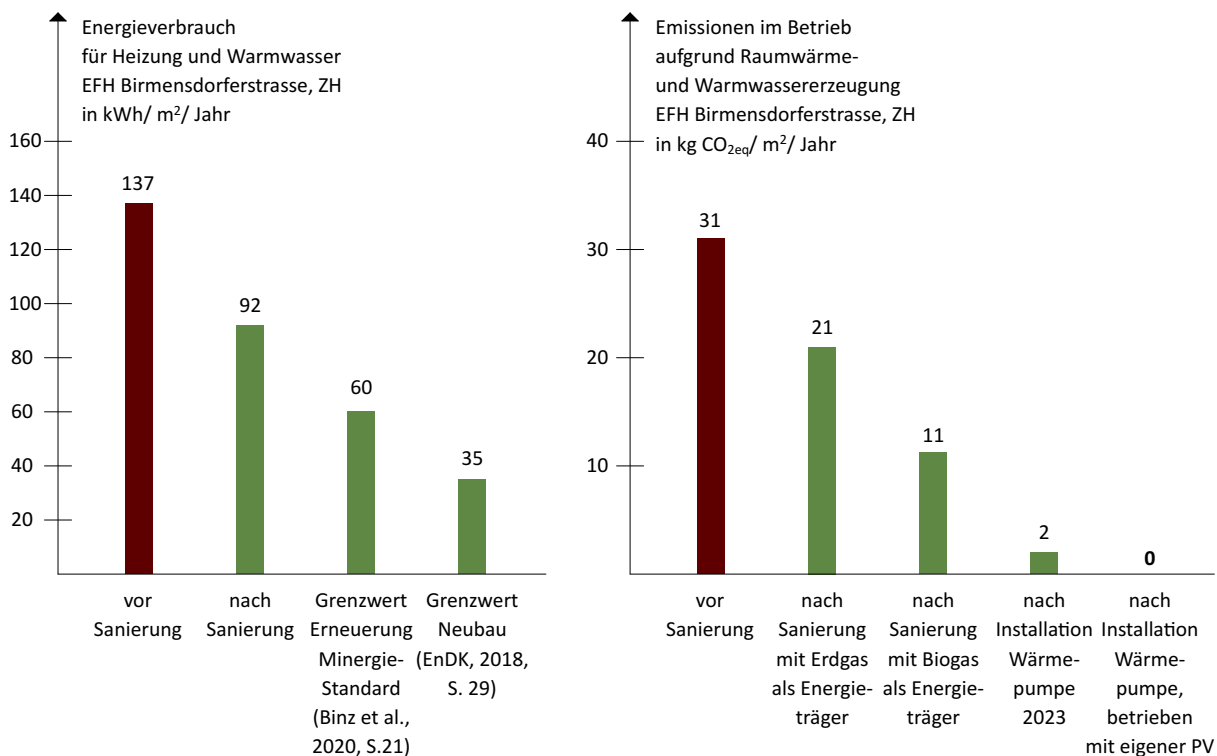


Abbildung 34: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen vor und nach der Sanierung der Gebäudehülle, EFH, Birmensdorferstrasse 618, Zürich

Der Emissionsfaktor der geplanten Elektrowärmepumpe Erdsonde im Altbau mit zertifiziertem Schweizer Strom beträgt 0.02 kg CO_{2eq}/kWh (KBOB et al., 2022). Daraus resultiert ein jährlicher Emissionsausstoss für das betrachtete Einfamilienhaus von 0.2 t CO_{2eq}/Jahr.

$$\begin{aligned} \text{Ausstoss nach Heizungersatz: } & 92 \text{ kWh/m}^2/\text{Jahr} \times 0.02 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} \\ & = 1.84 \text{ kg/m}^2 \times 120\text{m}^2 = 221 \text{ kg} = \underline{0.2 \text{ t CO}_{2\text{eq}}/\text{Jahr}} \end{aligned}$$

Dies sind 1.2 t CO_{2eq} weniger pro Jahr für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser im Vergleich zu den Emissionen von 1.4 t CO_{2eq}, die beim Betrieb der Biogasheizung anfallen. Wäre die Heizung direkt ausgetauscht worden, hätte dies ein Einsparpotenzial in den letzten fünf Jahren von 5 x 1.2 t CO_{2eq}, also 6 t CO_{2eq} ergeben.

Der Eigentümer des Gebäudes arbeitet selbst als Architekt und betreut auch beruflich Bauherrschaften, die vor der Frage stehen, ob sie ihre Gebäude energetisch sanieren sollten. Häufig beobachtet er dabei Entscheidungen gegen Sanierungen aufgrund von fehlenden Rückstellungen bei vermieteten Mehrfamilienhäusern, hohen Sanierungskosten und auch fehlendem Problembewusstsein, besonders älterer Generationen. Diese Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit.

10.2 Sanierung vermietetes Mehrfamilienhaus



Abbildung 35: Sanierung MFH Hardegger, Oberengstringen, Bauatelier Metzler

Das Mehrfamilienhaus am Kirchwegsteig 9 in Oberengstringen im Kanton Zürich, fasst insgesamt vier Wohneinheiten und ist in Besitz eines Privaten Eigentümers. Es wurde in den 1950er Jahren erbaut und hatte wie 80 % der Mehrfamilienhäuser aus dieser Bauperiode bis zur Sanierung im Jahr 2013 eine Heizung, die mittels fossiler Brennstoffe betrieben wurde. Der Eigentümer verfolgte mit dem Umbau des Mehrfamilienhauses grosse Ambitionen: es sollte das erste PlusEnergieBau-Mehrfamilienhaus im Kanton Zürich werden (Navarro, 2015).

Projektbeschreibung

Eine dem Umbau vorausgehende Machbarkeitsstudie ergab, dass die Bausubstanz des Gebäudes erhaltenswert, und die Grundrisse gut anpassbar waren. Die Kubatur des Gebäudes konnte durch den Umbau erhalten werden. Das genau auf der Baulinie stehende Gebäude durfte über die Baulinie hinaus aufgedämmt werden. Ein Neubau hätte zur Folge gehabt, dass die Ausnutzung geringer ausgefallen und vermietbare Fläche verloren gegangen wäre. Daher lohnte sich ein Umbau statt eines Ersatzneubaus auch aus wirtschaftlicher Sicht, was dem Eigentümer ebenfalls wichtig war (Frei, 2015). Die Energiebezugsfläche des Gebäudes betrug vor dem Umbau 484 m². Da keine Aufstockungen oder Erweiterungen im Rahmen der Sanierung durchgeführt wurden, blieb diese auch nach dem Umbau mit 509 m² nahezu gleich.

Energetische Instandsetzung

Der Umbau des Gebäudes wurde im Minergie-P-Eco Standard ausgeführt. Die Minergie-P-Zertifizierung setzt dabei unter anderem strenge maximale Verbrauchswerte im Betrieb fest, während der Zusatz des Eco-Zertifikats hohe Ansprüche an eine schadstofffreie Bauweise und grosse Behaglichkeit legt.

Das bestehende Dach blieb erhalten und wurde zusätzlich mit 40 cm Zellulosedämmung ausgeflockt. Die ungedämmte Fassade, bestehend aus 30 cm starkem Mauerwerk wurde zusätzlich mit 35 cm Dämmung energetisch verbessert (Nagel Eschrich, 2014, S. 62). Neben dem Wärmeschutz im Winter trägt die Dämmung auch an heissen Sommertagen zur thermischen Behaglichkeit bei und verhindert vor einer Überhitzung des Gebäudes. Die alten Fenster wurden durch dreifach verglaste Fenster ersetzt, die aussenliegend verschattet werden können. Südseitig wurden die Fensterflächen vergrössert, dies trägt in den Winter- und Übergangsmonaten zur solaren Wärmegewinnung bei. Die nordseitigen Fenster wurden hingegen nicht vergrössert.

Da die bestehenden Balkone mittels einer durchgängigen Bodenplatte mit den Geschosdecken verbunden waren, und somit Wärme ungehindert über dieses Bauteil von innen nach aussen entweichen konnte, stellten diese eine Wärmebrücke dar. Die Balkone wurden aufgrund dessen entfernt und

mittels einer vorgestellten Metallkonstruktion ersetzt. So konnte die Wärmebrücke eliminiert werden und es entstand ein vergrößerter Aussenraum (Navarro, 2015).

Die Ertüchtigung der Gebäudehülle brachte einen grossen energetischen Mehrwert. Während vor der Sanierung für die Raumwärmeerzeugung und Warmwasser 62'225 kWh/ Jahr benötigt wurden, waren es nach der Sanierung nur noch 7'000 kWh/ Jahr. Auf die Quadratmeter berechnet, ergibt dies einen Unterschied von 115 kWh/m²/Jahr. Somit verzeichnet das Gebäude eine Verbesserung vom tiefsten auf den höchsten Gebäudeenergie-Standard (Frei, 2015). Der Einsparungswert liegt somit deutlich über dem schweizerischen mittleren Erneuerungserfolg bei energetischen Sanierungen der Gebäudehülle von 50 kWh/m²/Jahr (Jakob et al., 2014, S. 21).

Energieverbrauch Wärmeerzeugung vor Sanierung: 62'225 kWh/ Jahr ÷ 484 m²= 129 kWh/m²/ Jahr

Energieverbrauch Wärmeerzeugung nach Sanierung: 7'000 kWh/ Jahr ÷ 509 m²= 14 kWh/m²/ Jahr

Vor der Sanierung emittierte das Wohngebäude jedes Jahr 18.6 t CO_{2eq} im Betrieb.

$$129 \text{ kWh/m}^2/\text{Jahr} \times 0.298 \text{ kg CO}_{2eq} = 38 \text{ kg CO}_{2eq}/\text{m}^2$$

Emissionen vor der Sanierung für Wärmeerzeugung 38 kg CO_{2eq}/m²/ Jahr x 484 m²= 18.6 t CO_{2eq} / Jahr

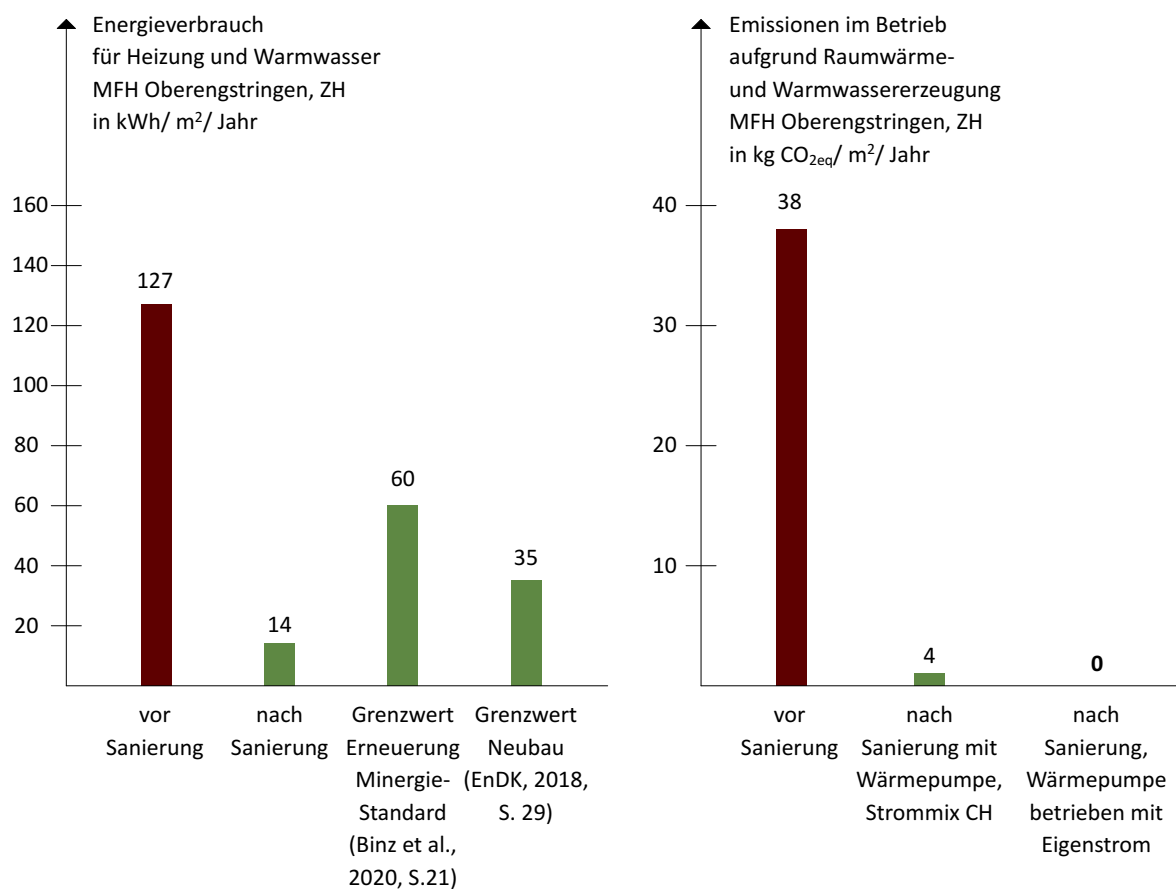


Abbildung 36: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen vor und nach der Sanierung der Gebäudehülle, MFH Hardegger, Oberengstringen

Photovoltaikanlage

Zunächst war geplant, die Balkonbrüstung mit horizontalen Photovoltaik-Modulen zu verkleiden. Aufgrund der hohen Kosten für die Fassaden-Module entschied sich die Bauherrschaft im Laufe der Planung jedoch für eine Photovoltaikanlage auf dem Dach. Die 150 m² grosse, vollflächig integrierte Photovoltaikanlage auf der Süd- und Nordseite des Daches ermöglicht der Liegenschaft eine positive Energiebilanz. Die Anlage produziert mit 25'000 kWh Energie/ Jahr 130 % der benötigten Energie und lässt den Umbau zu einem Plus-Energie-Bau werden. Der Strom wird nicht eingespeist, sondern vom Eigentümer an die Wohnparteien verkauft. Dieser Zusammenschluss zum Eigenverkauf (ZEV) mit lokal produziertem Solarstrom ist günstiger als der Strommix aus dem Netz und auch umweltfreundlicher (Wepf, 2022). Das Gebäude liegt in der Kernzone von Oberengstringen, die strengeren ästhetischen Bauauflagen unterliegt. Die integrierte Ausführung der Photovoltaik hat die Gemeinde gestalterisch überzeugt und so konnte die Dacheindeckung in der historischen Ortsmitte bewilligt werden. Das Projekt wurde im Rahmen mit dem Europäischen Solarpreises 2015 ausgezeichnet.



Abbildung 37: Gartenansicht und vorgelagerte Balkone, MFH Hardegger, Oberengstringen, Bauatelier Metzler

Heizungersatz

Im Rahmen der Instandsetzung wurde nicht nur die Gebäudehülle energetisch saniert, sondern auch die fossile Ölheizung mittels einer Erdwärmepumpe mit 8 kW Heizleistung ersetzt, die für das umfassend sanierte Gebäude genügend gross dimensioniert ist. Das Gebäude ist demnach im Betrieb CO₂-Neutral und entspricht der Netto-Null Strategie des Bundes.

Hemmnisse und Treiber für die Bauherrschaft

Das Mehrfamilienhaus ist in Besitz des ehemaligen Zürcher Nationalrats Thomas Hardegger, der zum Sanierungszeitpunkt im Jahr 2013 57 Jahre alt war. Der Politiker wollte aufzeigen, dass die Theorien

zur Energiewende umsetzbar sind. Er sagt dazu in einem Interview, dass alle von der Energiewende sprechen, es jedoch den Tatbeweis Einzelner benötigt, wie jeder Hausbesitzer mithelfen kann (Nagel Eschrich, 2014, S. 64). Der grösste Treiber für die Sanierung war für den Eigentümer demnach das eigene Problembewusstsein, sowie der Wunsch mit gutem Beispiel voran zu gehen. Der Eigentümer ist Vizepräsident des Eigentümerverbandes Casafair.

Als weiteren Treiber nennt er die Möglichkeit, das Gebäude ohne Auslandabhängigkeit und Komforteinbussen, dezentral nachhaltig mit Energie und Wärme zu versorgen (Nagel Eschrich, 2014, S. 64).

Ausserdem hob er positiv hervor, dass er eine gute Zusammenarbeit mit der Gemeinde erlebte, die den Umbau inklusive Photovoltaikanlage auf dem Dach in Oberengstringens historischer Ortsmitte bewilligt hat. Dass er die gute Zusammenarbeit mit der Behörde betont könnte ein Hinweis darauf sein, dass er in der Reaktion der Gemeinde und der benötigten Bewilligung vorgängig ein Projektrisiko sah.

11 Schlussbemerkungen

11.1 Fazit

Energetische Sanierungen können einen hohen Mehrwert bezüglich Behaglichkeit, Repräsentation und Marktwert bieten. Es ist möglich, dass bei einer Sanierung Eigentümerschaften, Mieter:innen und die Umwelt profitieren, wenn der Marktwert des Objektes steigt, die Nebenkosteneinsparungen die auf die Mieter:innen umgewälzten Sanierungskosten übersteigen und weniger Treibhausgase im Betrieb emittiert werden.

Anhand von Daten, die durch das Bundesamt für Umwelt, sowie das Eidgenössische Gebäude- und Wohnungsregister GWR veröffentlicht wurden, konnte das Nutzungssegment Wohnen als grösster Hebel zur Emissions-Reduktion auf dem Weg zum Netto-Null-Ziel der Schweiz im Gebäudebetrieb identifiziert werden.

Im Rahmen einer umfassenden Literaturrecherche wurden die aktuell wichtigsten Treiber und Hemmnisse bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen des Gebäudebetriebes aufgezeigt. Eigentümerschaften werden bei der Reduktion der Emissionen ihrer Wohngebäude durch unterschiedliche gesetzliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen sowohl motiviert als auch gehemmt. Mithilfe von statistischen Daten konnten die Anteile von Eigentümerschaften verschiedener Wohng Gebäudetypologien ermittelt werden. Dabei fiel auf, dass sowohl die Einfamilien- als auch die Mehrfamilienhäuser mehrheitlich privaten Eigentümer:innen gehören und einen sehr hohen Anteil fossil betriebener Heizungen aufweisen. Einfamilienhäuser werden zu 75 % selbst genutzt, Mehrfamilienhäuser werden zu 84 % vermietet. Die selbst genutzten Einfamilienhäuser sowie die vermieteten Mehrfamilienhäuser sind als die Eigentümersegmente mit grossem Potenzial zur Reduktion der CO₂-Betriebsemissionen besonders hervorzuheben. Die anhand der Literaturrecherche herausgearbeiteten aktuell

wichtigsten Treiber und Hemmnisse konnten in einem nächsten Schritt auf diese beiden relevanten Eigentümersegmente bezogen und deren Einfluss bewertet werden. Während die hohen Investitionskosten beide Segmente gleichermaßen stark hemmen, ist die fehlende Verbrauchsdatenerhebung vor allem bei vermieteten, renditeorientierten Mehrfamilienhausbesitzer:innen ein Hemmnis. Bei beiden Segmenten können das mangelnde Problembewusstsein und die ökologische Einstellung ein Hemmnis, die ökologische Sensibilität mit einhergehendem erhöhtem Problembewusstsein ein Treiber sein. CO₂-Lenkungsabgaben für Brennstoffe und steigende Unterhaltskosten motivieren vornehmlich die Eigentümerschaften selbst genutzter Einfamilienhäuser zu einer Sanierung.

Bezüglich der Sanierungspotenziale und deren Einfluss auf die Reduktion von Emissionen im Gebäudebetrieb wurden Potenziale der Gebäudesubstanz, sowie Potenziale des Heizsystems betrachtet. Dabei konnte bei Anwendung beider Massnahmen ein theoretisches Reduktionspotenzial privater Eigentümerschaften von vermieteten Mehrfamilienhäusern und selbst genutzten Einfamilienhäusern von jährlich 2.83 Mio. t CO_{2eq} ermittelt werden. Neben der Sanierung der Gebäudesubstanz und dem Ersatz von Heizungen könnte auch die Reduktion von Wohnfläche pro Person ein Hebel zur Emissionsenkung sein. Dies betrifft vornehmlich ältere Bewohnerschaften selbst genutzter Einfamilienhäuser, deren Wohnfläche mehr als 20 m² über dem Schweizer Durchschnitt liegt.

Nach der Zielgruppensegmentierung, der Untersuchung, was die Eigentümersegmente treibt und hemmt und der Berechnung der Sanierungspotenziale wurden Massnahmen und Handlungsempfehlungen formuliert, welche die Motivation von Eigentümerschaften für die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden erhöhen können. Die Massnahmen wurden in Bezug zu den Segmenten der selbst genutzten Einfamilienhäuser und der vermieteten Mehrfamilienhäuser gesetzt und bewertet. Bezüglich vermieteter Mehrfamilienhäuser sind finanzielle Anreize ein grosser Hebel. Dies könnte mittels Kostensteigerungen beim Nicht-Handeln sowie finanzieller Unterstützung beim Handeln geschehen. Auf gesellschaftlicher Ebene kann die Steigerung des Problembewusstseins unterstützend und motivierend wirken.

Auch die Eigentümerschaften von selbst genutzten Einfamilienhäusern können mittels finanzieller ex ante Anreize motiviert werden. Im Vergleich zu den renditeorientierten Eigentümerschaften vermieteter Mehrfamilienhäuser spielen bei ihnen jedoch gesellschaftliche Rahmenbedingungen eine grössere Rolle. Die Implementierung energetischer Massnahmen hat hohe Chancen beim Übergang des Eigentums zu neuen Eigentümer:innen oder wenn ohnehin grössere Umbaumassnahmen der Gebäudestruktur anstehen.

Schliesslich konnten anhand zweier Beispielprojekte der hervorgehobenen Eigentümersegmente die Reduktionspotenziale objektspezifisch untersucht werden. Während das untersuchte Einfamilienhaus im Rahmen der angenommenen Reduktionspotenziale liegt, konnten mit der Sanierung des betrachteten Mehrfamilienhauses überdurchschnittlich hohe Energieeinsparerfolge verbucht werden. Beiden

Eigentümern war gemein, dass die hohen Investitionskosten als Hemmnis, das ökologische Bewusstsein hingegen als Treiber für die Sanierung genannt wurde. Ein weiterer wichtiger Treiber für den Einfamilienhausbesitzer war das Gelegenheitsfenster der ohnehin notwendigen Instandsetzung. Für den Mehrfamilienhausbesitzer war es die Möglichkeit als gutes Beispiel voran zu gehen und zu zeigen, dass energetische Sanierungen sinnvoll, und ein emissionsfreier Betrieb möglich sind.

11.2 Diskussion

Aus der Arbeit geht hervor, dass die energetische Sanierung von Wohngebäuden ein grosser Hebel zur Erreichung des Schweizer Netto-Null-Ziels 2050 ist.

Zur Ermittlung der Potenziale bezogen auf die verschiedenen Gebäudetypologien wurde die veröffentlichte Quadratmeterzahl der Energiebezugsfläche von Ein- und Mehrfamilienhäusern herangezogen. Um diese den Eigentümersegmenten zuzuordnen wurde die Energiebezugsfläche mit dem prozentualen Eigentumsanteil der jeweiligen Eigentümerschaft multipliziert. Die Quadratmeteranzahl je Eigentümerschaft ist nicht veröffentlicht und kann von den Ergebnissen der Rechnung abweichen. Die errechneten Zahlen gelten als Annäherung. Institutionelle Eigentümerschaften besitzen bei der Mehrfamilienhaustypologie beispielsweise eher grössere Gebäude und private Eigentümer:innen eher kleinere Gebäude (BFS, 2022a). Daher könnte die absolute Quadratmeterzahl der privaten Eigentümerschaften etwas niedriger liegen. Es ist jedoch bekannt, dass 67 % der vermieteten Wohnliegenschaften gemäss wertmässigen Marktanteilen Privaten Eigentümer:innen gehören (Hess et al., 2022, S. 16). Ausserdem gehören bis zu fünfgeschossige Gebäude mehrheitlich Privaten Eigentümer:innen, erst ab sechs Geschossen oder mehr dominieren die Institutionellen Eigentümerschaften. Die Schweiz hat wenig verdichteten Wohnraum. Wohngebäude mit mehr als sechs Geschossen gibt es folglich nur sehr selten, sie repräsentieren einen Anteil von 2.3 % aller Wohngebäude (BFS, 2022a). Diese Zahlen lassen wiederum vermuten, dass die errechnete Energiebezugsfläche des privaten Eigentümersegments plausibel ist.

In dieser Arbeit wird unter der Eigentümerkategorie «gemischt» bei Mehrfamilienhäusern davon ausgegangen, dass dies alles Stockwerkeigentumsgemeinschaften sind. Die Energiebezugsfläche von Stockwerkeigentümer:innen ist vermutlich in Wirklichkeit etwas tiefer, da nicht alle Mehrfamilienhäuser mit gemischten Eigentümerschaften dem Stockwerkeigentum zuzuordnen sind. Die Grundbuchdaten mit den Wohnungen sind noch nicht gemäss GWR verknüpft und so werden Stockwerkeigentümer:innen in der Gebäudekategorie noch nicht als Eigentümer:innen einzeln ausgewiesen (BFS, 2022f, S.4). Die Vereinfachung in dieser Arbeit, alle Gemischten Eigentümerschaften als Stockwerkeigentümer:innen zu kategorisieren ist zur Ermittlung des Emissionsreduktionspotenzials jedoch ausreichend,

da diese Kategorie ohnehin anteilig so gering ist, dass sie nicht als Segment mit sehr grossem Potenzial angesehen wird.

Eine weitere Annahme in dieser Arbeit betrifft die fossil beheizte Gebäudefläche. Zu deren Errechnung wurde der prozentuale Anteil fossil beheizter Gebäude mit der gesamten Energiebezugsfläche multipliziert. Demnach wurden die Quadratmeter gleichmässig auf alle Gebäude verteilt. 66 % fossil beheizte Mehrfamilienhäuser bedeuten in dieser Arbeit auch 66 % fossil beheizte Energiebezugsfläche. Der fossil beheizte Flächenanteil könnte jedoch auch grösser oder kleiner sein, je nach der Verteilung der Gebäudegrössen.

Die Heizenergieträger sind bekannt je Gebäude, jedoch nicht je Eigentümerschaft. Die ermittelten Werte der Energiebezugsfläche je Eigentümerschaft und der fossil beheizten Gebäudeflächen je Gebäudetypologie wurden in dieser Arbeit miteinander in Verbindung gesetzt. Eine Multiplikation der absoluten Anzahl fossil beheizter Gebäude einer Gebäudetypologie mit den Eigentümeranteilen kann zu Ungenauigkeiten führen. Da institutionelle Eigentümerschaften ihre Gebäude häufiger sanieren, könnte davon ausgegangen werden, dass die fossil betriebenen Energiebezugsflächen bei privaten Eigentümer:innen höher liegen als errechnet, während sie bei Institutionellen niedriger liegt (Hess et al., 2022, S. 23). Dem entspricht auch die Beobachtung, dass der durchschnittliche CO₂-Ausstoss pro m² von Gebäuden im Besitz von institutionellen Eigentümerschaften geringer ist als der durchschnittliche Ausstoss des restlichen Gebäudebestandes (Frey et al., 2020, S. 15). Das Potenzial privater Eigentümerschaften zur Reduktion der Emissionen im Betrieb liegt gegebenenfalls noch höher als in dieser Arbeit angenommen.

In dieser Arbeit wurden fossil betriebene Gebäude gleichgesetzt mit sanierungsbedürftigen Gebäuden. Das Potenzial von Sanierungen der Gebäudesubstanz wurde auf die Flächen fossil beheizter Gebäude bezogen. Grundsätzlich gibt es aber auch fossil betriebene Gebäude, deren Hüllen bereits saniert, oder deren Hüllen nicht sanierungsbedürftig sind. Diese wären beim Einsparpotenzial durch Hüllensanierung in Abzug zu bringen. Die Einsparpotenziale von Sanierungen der Gebäudehülle sind als Mittelwert für alle Gebäude angenommen. Hierbei hätte es sinnvoll sein können, zusätzlich nach Bauperioden zu unterscheiden und auch Eigentümerschaften weiter zu segmentieren nach Bauperioden. Die Sanierung von Gebäudehüllen wirkt in den Ergebnissen der Berechnungen gegenüber Heizungssanierungen als vielversprechenderer Faktor. Jedoch ist das Reduktionspotenzial nur so hoch bei fossil betriebenen Gebäuden. Werden Gebäude erneuerbar betrieben, sind die Einsparpotenziale zwar energetisch dieselben, jedoch emissionstechnisch betrachtet viel geringer. Eine Betrachtung der möglichen Emissionsreduktion von Bestandsgebäuden sollte immer ganzheitlich geschehen und sowohl die Hülle, als auch die Energieträger des Gebäudebetriebes mit einbeziehen. Die Massnahmen sollten nicht gegeneinander aufgewogen, sondern objektspezifisch im Gesamtkontext eingeordnet werden.

Für genauere Untersuchungen bezüglich des Einsparpotenzials von Bestandsgebäuden verschiedener Eigentümersegmente wären zusätzlich erhobene Daten von Vorteil. Diese Daten könnten nicht nur die Gebäudeanzahl je Eigentümerschaft, sondern auch die Flächen je Eigentümerschaft näher untersuchen. Ausserdem wäre nicht nur interessant, wie gross der Anteil fossil beheizter Gebäude ist, sondern auch, wie diese Flächen unter den Eigentümersegmenten verteilt sind. Des Weiteren könnte eine Erhebung von Daten bezüglich des Sanierungsstandes von Gebäudehüllen und Gebäudesubstanz weitere Erkenntnisse bezüglich des Einsparpotenzials im Gebäudebetrieb bringen. Nicht zuletzt ist der Erfolg von Sanierungen und deren potenzielle Emissionseinsparungen auch abhängig vom Nutzerverhalten und dem Wettermuster. Diese Aspekte sind auf Gebäudeebene jedoch schwer beeinflussbar und nicht in die Berechnungen eingeflossen.

11.3 Ausblick

Kurz vor Einreichung dieser Arbeit wurde am 18. Juni 2023 von der Schweizer Stimmbevölkerung das Klima- und Innovationsgesetz angenommen. Die Schweiz hat sich in dieser Abstimmung mehrheitlich zum Netto-Null-Ziel 2050 bekannt. Für den Gebäudesektor bedeuten dies zusätzliche Fördermassnahmen in Höhe von 3.2 Mrd. CHF zur Dekarbonisierung des Gebäudebetriebes, 2 Mrd. davon zum Ersatz von fossilen Heizungen, sowie ineffizienten Elektroheizungen (UVEK, 2023). Zusätzliche Abgaben für Eigentümer:innen als Anreiz, den persönlichen CO₂-Ausstoss zu senken, sieht das Gesetz nicht vor.

Um das Netto-Null-Ziel 2050 zu erreichen muss der Gebäudebestand CO₂-Neutral im Betrieb werden. Die bisher getätigten Bemühungen und Sanierungsraten von 1 % pro Jahr sind für die Zielerreichung ungenügend, auch wenn der Rückgang der Gebäudeemissionen bereits in die richtige Richtung weist. Die Annahme des Klima- und Innovationsgesetzes und die dadurch zur Verfügung stehenden Fördermittel sind eine gute Nachricht für die Dekarbonisierung des Gebäudebestandes. Jedoch könnte es zusätzlich förderlich sein, Preiswahrheiten von Emissionen abzubilden und ein Nicht-Handeln finanziell unattraktiv werden zu lassen mittels erhöhter Abgaben für klimaschädliche Gebäude.

Die ermittelten Handlungsempfehlungen können dabei helfen, private Eigentümerschaften zur Sanierung ihrer Gebäude zu motivieren. Hierfür müssen die Eigentümer:innen jedoch zunächst erreicht, sensibilisiert, gut informiert und überzeugt werden. Dabei könnte es auch sinnvoll sein, kantonale oder regionale Programme zu entwickeln, die den spezifischen Bedürfnissen und Rahmenbedingungen unterschiedlicher Regionen gerecht werden.

Der Klimawandel stellt ein systemisches Risiko dar. Die einfache Gleichung, man könne durch die Sanierung des eigenen Gebäudes das Klima retten, geht nicht auf. In unserer pluralistischen Gesellschaft ist die Entwicklung eines gemeinsamen Risikomanagements ein schwieriges Unterfangen und bleibt eine politische Aufgabe. Falls dies gelingt, ist es möglich, dass die Erderwärmung auf ein für den Menschen verträgliches Mass begrenzt bleibt.

12 Literaturverzeichnis

- Bajohr, H. (2023). Der Klimawandel: Eine Ungerechtigkeit. Deutschlandfunk. <https://www.deutschlandfunk.de/der-klimawandel-eine-ungerechtigkeit-100.html>
- Betsch, C. (2023). Gerechtigkeit und Verantwortung angesichts des Klimawandels. Universität Erfurt. <https://www.ethikrat.org/fileadmin/PDF-Dateien/Veranstaltungen/anhoerung-2023-02-23-betsch.pdf>
- Binz, A., Bichsel, J., Geissler, A., Hall, M., Huber, H., Nipkow, J., Ragonesi, M., Steinke, G., & Weickgenannt, B. (2020). Neubau. Energieeffizientes Bauen. Faktor Verlag.
- Braune, A., Ekhaiva, L., & Quante, K. (2021). Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen [DGNB].
- Bundesamt für Energie [BFE] (2020a). Energieperspektiven 2050+. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.
- Bundesamt für Energie [BFE] (2020b). Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2006-2019. Schlussbericht. Wüest Partner.
- Bundesamt für Energie [BFE] (2020c). Umgebungswärme. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/energieeffizienz/umgebungswaerme.html>
- Bundesamt für Energie [BFE] (2022a). Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 2000-2021. Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken und Ursachen der Veränderungen. Prognos.
- Bundesamt für Energie [BFE] (2022b). Entwicklung Energiebezugsflächen EBF 1990-2023. Jährliches Update. Wüest Partner.
- Bundesamt für Energie [BFE] (2022c). Gebäudepark 2050 – Vision des BFE. Sektion Gebäude.
- Bundesamt für Energie [BFE] (2023a). Heizsysteme: Entwicklung der Marktanteile 2009-2022. Schlussbericht. Wüest Partner.
- Bundesamt für Energie [BFE] (2023b). Vom Labelsalat zur Labelfamilie: Was neu wird bei den Label im Gebäudebereich. Medienmitteilung.
- Bundesamt für Statistik [BFS] (2015). Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister. Merkmalskatalog. Version 3.7. Sektion Gebäude und Wohnungen.
- Bundesamt für Statistik [BFS] (2019). Privathaushalte nach Altersgruppe der Haushaltsmitglieder und Wohnertyp, nach Grossregionen 2015-2017 kumuliert. BFS-Nummer je-d-09.03.02.01.09.

Bundesamt für Statistik [BFS] (2021a). Gebäude nach Gebäudekategorie, Kantonen und Bauperiode. BFS-Nummer je-d-09.02.01.03.

Bundesamt für Statistik [BFS] (2021b). Gebäude nach Heizsystem und Energiequelle der Heizung, nach Kanton. BFS-Nummer je-d-09.02.07.01

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022a). Allgemeine Übersicht: Gebäude nach Eigentübertyp. BFS-Nummer je-d-09.02.05.01

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022b). Bau- und Wohnungswesen 2020. Sektion Bevölkerung. BFS-Nummer 908-2000.

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022c). Bewohnte Wohnungen nach Bewohnertyp und Wohneigentumsquote, nach Kanton, 2010-2020. BFS-Nummer je-d-09.03.02.01.03.

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022d). Eigentümer der Wohngebäude. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/gebaeude/eigentuemer-wohngebaeude.html>

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022e). Gebäudekategorie. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/gebaeude/kategorie.html>

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022f). Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS). Erläuterungen zu den Eigentübertypen der Gebäude.

Bundesamt für Statistik [BFS] (2022g). Statistik der Eigentübertypen der Gebäude 2020. Medienmitteilung.

Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2018). Das Übereinkommen von Paris. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klima--internationales/das-uebereinkommen-von-paris.html>

Bundesamt für Umwelt [BAFU] & Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation [UVEK] (2022). Kenngrössen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz 1990-2020. Abteilung Klima.

Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2023a). Klima: das Wichtigste in Kürze. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/inkuerze.html>

Bundesamt für Umwelt [BAFU] (2023b). Klima- und Innovationsgesetz: Abstimmung am 18. Juni 2023. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/klimaschutzgesetz.html>

Bundesblatt (2022). BBl 2922 2403. Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2022/2403/de>

- Casafair (2018). Hausverein Schweiz mit umfassender Wachstumsstrategie und neuem Namen. <https://casafair.ch/hausverein-schweiz-mit-umfassender-wachstumsstrategie-und-neuem-namen/>
- Casafair (2023). Vernehmlassung zum revidierten CO₂-Gesetz. <https://casafair.ch/vernehmlassung-zum-revidierten-co2-gesetz/>
- Center for Urban & Real Estate Management [CUREM] (2017). Swiss Valuation Standard (SVS). Best Practice of Real Estate Valuation in Switzerland.
- CH2018 (2018). CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland. Technical Report. National Centre for Climate Services [NCCS].
- Dechmann, N. (2021). Der Architekt als Homo ludens. In L. Balland & N. Dechmann (Hrsg.), Duplex Architekten. Wohnungsbau Neu Denken. 171-193. Park Books.
- Eggimann, S., Allan, J., Wagner, M., Ho, Y.N., Züger, M., Schneider, U., & Orehounig, K. (2021). Urban densification and its impact on energy use in Swiss cities. Final Report. Swiss Federal Office of Energy.
- Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation [UVEK] (2023). Klima- und Innovationsgesetz. <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/abstimmungen/klima-und-innovationsgesetz.html#-1438049363>
- Energie 360° (2023a). Umsetzung MuKE n 2014. <https://www.energie360.ch/de/energie-360/wissen/heizsystem-muken/>
- Energie 360° (2023b). <https://www.energie360.ch/de/energie-360/wissen/erdgas-biogas/gaspreise/>
- Energieheld Schweiz (2023). Stromverbrauch von Wärmepumpen im Überblick. <https://www.energieheld.ch/heizung/waermepumpe/stromverbrauch>
- Frei, M. (2015). Euro-Solarpreis für ein Kraftwerk. St. Galler Tagblatt. <https://www.tagblatt.ch/wirtschaft/solarpreis-fuer-bauatelier-metzler-ld.185796>
- Frey, R., Anton, I., & Wider, T. (2020). PACTA 2020 Kapitel zur Klimaverträglichkeit von Immobilien- und Hypothekenportfolien. Wüest Partner.
- Häfliger, M., Zürcher, C., & Loser, P. (2023). Streit im Verband der Hauseigentümer. 700'000 Franken gegen das Klimagesetz – und täglich laufen Mitglieder weg. Tagesanzeiger. <https://www.tagesanzeiger.ch/700000-franken-gegen-das-klimagesetz-und-taeglich-laufen-mitglieder-weg-682549104249>

- Hammer, S., Wunderlich, A., Iten, R., & Jakob, M. (2016). Instrumente zur Umsetzung von Effizienzmassnahmen in der Gebäudetechnik. Schlussbericht. Infrac.
- Häne, S., & Walser, C. (2023). Es gibt mehr Fördergeld und es braucht mehr Strom. Tagesanzeiger. <https://www.tagesanzeiger.ch/was-sie-ueber-das-klimaschutzgesetz-wissen-sollten-678477602375>
- Hauseigentümergeverband Schweiz [HEV] (2023a). HEV Schweiz – ein starker Verband. <https://www.hev-schweiz.ch/verband/hev-schweiz/hev-schweiz-ein-starker-verband>
- Hauseigentümergeverband Schweiz [HEV] (2023b). HEV Schweiz beschliesst die Nein-Parole zum indirekten Gegenentwurf zur Gletscher-Initiative. <https://www.hev-schweiz.ch/news/detail/News/hev-schweiz-beschliesst-die-nein-parole-zum-indirekten-gegenentwurf-zur-gletscher-initiative>
- Hauseigentümergeverband HEV Schweiz (2023c). Wohnkosten steigen, Versorgungssicherheit sinkt – Blackouts nicht ausgeschlossen. <https://der-hauseigentuemer.ch/artikel/wohnkosten-steigen-versorgungssicherheit-sinkt-blackouts-nicht-ausgeschlossen-81639>
- Heidrich, R., & Grimm, S. (2022). Wohnhäuser mit schlechter Energiebilanz leiden unter Preisabschlägen. Pressemitteilung JLL. <https://www.jll.de/de/presse/Wohnhaeuser-mit-schlechter-Energiebilanz-leiden-unter-Preisabschlaegen>
- Hess, A., Rieder, S., & Lehmann, M. (2022). Hemmnisse für energetische Gebäudesanierungen. Schlussbericht. Interface.
- Jakob, M., Martius, G., Catenazzi, G., & Berleth, H. (2014). Energetische Erneuerungsraten im Gebäudereich. Synthesebericht zu Gebäudehülle und Heizanlagen. TEP Energy.
- Kanton Zürich (2023). Merkblatt des kantonalen Steueramtes über die steuerliche Behandlung von Investitionen, die dem Energiesparen und dem Umweltschutz dienen, bei Liegenschaften des Privatvermögens. <https://www.zh.ch/de/steuern-finanzen/steuern/treuhaender/steuerbuch/steuerbuch-definition/zstb-30-4.html>
- Koordinationsgremium der Bauorgane des Bundes [KBOB], Ecobau, Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren [IPB] (2022). Ökobilanzdaten im Baubereich. 2009/1:2022. Excel Datei. https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html
- Konferenz Kantonaler Energiedirektoren [EnDK] & Konferenz Kantonaler Energiefachstellen [EnFK] (2018). Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich [MuKE]. Ausgabe 2014, deutsche Version. Nachführung 2018 – aufgrund geänderter Normen.

- Land Sachsen-Anhalt (2023). Anzeige- und Informationssystem für Bohrungen und Geothermie. <https://www.geodaten.lagb.sachsen-anhalt.de/wilma.aspx?pId=49#p49>
- Lehmann, M., Meyer, M., Kaiser, N., & Ott, W. (2017). Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger beim Heizungersatz. Energieforschung Stadt Zürich, Bericht Nr. 37. Econcept.
- Marti, R. (2022). Die Grundlagen des Sanierens. Baustelle Klimaschutz, Themenheft von Hochparterre, 6-8.
- Meier, B., Vogler, C., Moser, C., & Dettli, R. (2018). Überprüfung der Schweizer Klimaziele nach dem 1.5-Grad-Bericht des Weltklimarats. Schlussbericht. Econcept.
- Murray, P., Marquant, J., Niffeler, M., Mavromatidis, G., & Orehounig, K. (2020). Optimal transformation strategies for buildings, neighbourhoods and districts to reach CO₂ emission reduction targets. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109569>
- Näf, P., & Sacher, P. (2021). Klimapositives Bauen. Ein Beitrag zum Pariser Absenkpfad. Nova Energie.
- Nagel Eschrich, C. (2014). Mit gutem Beispiel voran. Modernisierung MFH Oberengstringen. Nachhaltig Bauen 3/2014. Gerber Media. http://gerbermedia.ch/pdf/nachhaltig-zh_3_2014.pdf
- Navarro, M. (2015). Solarpreis. Dieses Öko-Haus in Oberengstringen produziert Strom. Limmattaler Zeitung. <https://www.limmattalerzeitung.ch/limmattal/region-limmattal/dieses-oko-haus-in-oberengstringen-produziert-strom-ld.1722113>
- Rieder, S., Hanimann, A., Roose, Z., Studer, S., & Duarte, M. (2020). Energetische Erneuerung statt minimale Instandhaltung. Interface.
- Rütter, H. (2018). Zu alt zum Energiesparen? Babyboomer-Generation verbraucht zu viel Energie für das Wohnen. Schweizerischer Nationalfonds. <https://www.snf.ch/de/vdg4C69BbRLxhMbS/news/news-180117-medienmitteilung-energieverbrauch-der-babyboomer-generation>
- Schläpfer, J., de Caes, P., Meier, S., Bracher, J., Brändle, A., Araujo Sousa, T., Weiner, R., Wider, T., & Wild, N. (2022). Die Wirkung von Nachhaltigkeit auf Immobilienwerte. Eine empirische Untersuchung über den Zusammenhang zwischen dem fossilen CO₂-Ausstoss von Wohnrenditeliegenschaften und deren Marktwert. Wüest Partner.
- Schläpfer, J., Anton, I., Bracher, J., Perronnet, A., & Radmilovic, R. (2020). Energetische Sanierungen. Eigentümer, Mieter und Umwelt als Gewinner. Wüest Partner.
- Schweizerischer Bundesrat (2022). Umwelt Schweiz 2022. Bericht des Bundesrates. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/umwelt-schweiz-2022.html>

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein [SIA] (2015). 380:2015. Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein [SIA] (2016). 380/1. Heizwärmebedarf.

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein [SIA] (2020). 2032:2020. Merkblatt Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden.

Schweizer Radio und Fernsehen [SRF] (2021). CO₂-Gesetz erleidet Schiffbruch. <https://www.srf.ch/news/schweiz/abstimmungen-13-juni-co2-gesetz-erleidet-schiffbruch>

Schweizer Radio und Fernsehen [SRF] (2023). Heizkostenabrechnung – wo teure Energie verpufft. <https://www.srf.ch/sendungen/kassensturz-espresso/kassensturz/energiefressende-gebaeude-heizkostenabrechnung-wo-teure-energie-verpufft>

Stadt Luzern (2023). Anschluss an ein Wärmenetz. <https://www.stadt Luzern.ch/dienstleistungeninformation/12514>

Stadt Zürich (2023). Restwertentschädigung bei vorzeitigem Heizungersatz. https://www.stadt-zuerich.ch/energie/de/index/foerderung/alle-foerderprogramme/Restwertentschaedigung_Heizungersatz.html

Stadt Zürich, Gesundheits- und Umweltdepartement (2022). Energetische Sanierung und Heizungersatz. https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/beratung_bewilligung/baubewilligung/fachthemen/energetische_massnahmen.html

Swiss Institute of Real Estate Appraisal [SIREA] (2020). CAS Immobilienbewertung 2020/2021. Skriptband Modul Kontext.

United Nations Environment Programme UNEP (2020). 2020 Global Status Report for Buildings and Construction. Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi. <https://globalabc.org/resources/publications/2020-global-status-report-buildings-and-construction>

Verein GEAK-CECB-CECE (2023). FAQ zum GEAK. <https://www.geak.ch/der-geak/faq-zum-geak/>

Wepf, M. (2022). Solarboom in der Schweiz. Casafair. <https://casafair.ch/project/solarboom-in-der-schweiz/>

Wirth, H. (2023). Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fraunhofer ISE. Fassund von 17. Mai 2023. <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>

Wiskemann, B. (2022). Die Hebel für die Reduktion. Baustelle Klimaschutz, Themenheft von Hochpar-
terre, 8-9.

Gebäude nach Kanton, Gebäudekategorie, Hauptenergiequelle der Heizung und Jahr

8100	Schweiz	Einfamilienhäuser	Mehrfamilienhäuser	Wohngebäude mit Nebennutzung	Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung	2021	
						Heizöl	Gas
						394120	158580
						218295	102072
						73044	35374
						37309	16075
							1034869

Letzte Aktualisierung:
20221006 08:30

Quelle:
BFS - Gebäude- und Wohnungsstatistik (seit 2009) - © BFS

Kontakt:
Sektion Bevölkerung, 058 467 25 25, E-Mail: info.gws@bfs.admin.ch

Einheit:
Gebäude

Referenzperiode:
2021

Datenbank:
BFS - STAT-TAB / Bundesamt für Statistik, 2010 Neuchâtel / Schweiz / © Bundesamt für Statistik

Interner Referenzcode:
px-x-0902010000_102

13 Anhang

Tabelle 8: A. Gebäude nach Hauptenergiequelle der Heizung

Gebäude nach Kanton, Gebäudekategorie, Hauptenergiequelle der Heizung, Bauperiode und Jahr

Bauperiode	Einheit	Gebäude	Referenzperiode	2021		2021		Anteil fossil in % gesamt	Anteil fossil in % gesamt		
				Wohnungsanzahl	Wohnungsfläche	Wohnungsanzahl	Wohnungsfläche				
2021	Gebäude	Gesamt	2001-2021	Wohnungsanzahl	127037	Wohnungsanzahl	127037	55,16%	55,16%		
				Wohnungsfläche	106895	Wohnungsfläche	106895	69,61%	69,61%		
				Einfamilienhäuser		Einfamilienhäuser		Einfamilienhäuser		Einfamilienhäuser	
				Wohnungsanzahl	127037	Wohnungsanzahl	127037	56,79%	56,79%		
				Wohnungsfläche	106895	Wohnungsfläche	106895	28,49%	28,49%		
				Mehrfamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser	
				Wohnungsanzahl	127037	Wohnungsanzahl	127037				
				Wohnungsfläche	106895	Wohnungsfläche	106895				
				Heizung		Heizung		Heizung		Heizung	
				Wohnungsanzahl	127037	Wohnungsanzahl	127037				

Unter Bauperiode wird die Periode der Fertigstellung des Gebäudes beschrieben. Eventuell am Gebäude vorgenommene Veränderungen oder Umgestaltungen werden hier nicht berücksichtigt. In den beiden Bauperioden vor 1919 bzw. 1919-1945 können Umständen auftreten, die das Baujahr 1919 nicht eindeutig der Periode 1919-1945 zuweist wurde.

Letzte Aktualisierung: 20221006 08:30
 Quelle: BFS - Gebäude- und Wohnungsstatistik (zeit2009) - © BFS
 Kontakt: Sektion Bevölkerung, 058 467 25 25, E-Mail: sahrefmail@bfs.admin.ch / bfsw@bfs.admin.ch / bfsw@bfs.admin.ch
 Datenbank: BFS - STATTAB / Bundesamt für Statistik, 2010 Neuchâtel / Schweiz / © Bundesamt für Statistik
 Interner Referenzcode: px-k-0902010000_102

Tabelle 9: A. Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser, Hauptenergiequelle der Heizung, Bauperiode und Jahr

Umbau & Aufstockung Birmensdorferstrasse

Das Reihenhaus war seit seinem Bau 1949 nur punktuell unterhalten worden. Um die Abläufe im Haus sowie die energetische Sanierung zu gewährleisten, gestalteten wir den aktuellen Umbau entsprechend ganzheitlich. Das Untergeschoss musste statisch verstärkt werden, um das Erdgeschoss um eine Wohnküche zu öffnen. Das Bad im Obergeschoss wurde vergrössert. Eine Haumkammer über 9m² öffnen wir zu einem Familienzimmer mit Büro hin.

Plus ein Geschoss – von 80 auf 120m² Wohnfläche

In einer zweiten Etappe wurde das Gebäude um ein ganzes Geschoss mit Holztafeldecken aufgestockt. Das Dachgeschoss kann neu als Wohnzimmer und Rückzugsort mit einem weiteren Bad genutzt werden. Das Gebäude bietet nun nach Fertigstellung 120m² Wohnfläche mit 40m² Keller an.

Energetische Sanierung

Die Fassade ergänzten wir mit einer 20 cm starken Holzfaserdämmung; die einfachen Holzfenster wurden durch 3-fach verglaste Holz-Metallfenster ersetzt worden. Im Inneren wurde mit hochwertigen langlebigen ausschliesslich natürlichen Materialien gearbeitet. Bestenfalls ergänzt und wo möglich alles bewahrt. Bruch- und Schadstellen wurden einfach gestrichen, mit Zement ausgegossen oder belassen. Die daraus entstandenen Narben und Spuren entsprechen den

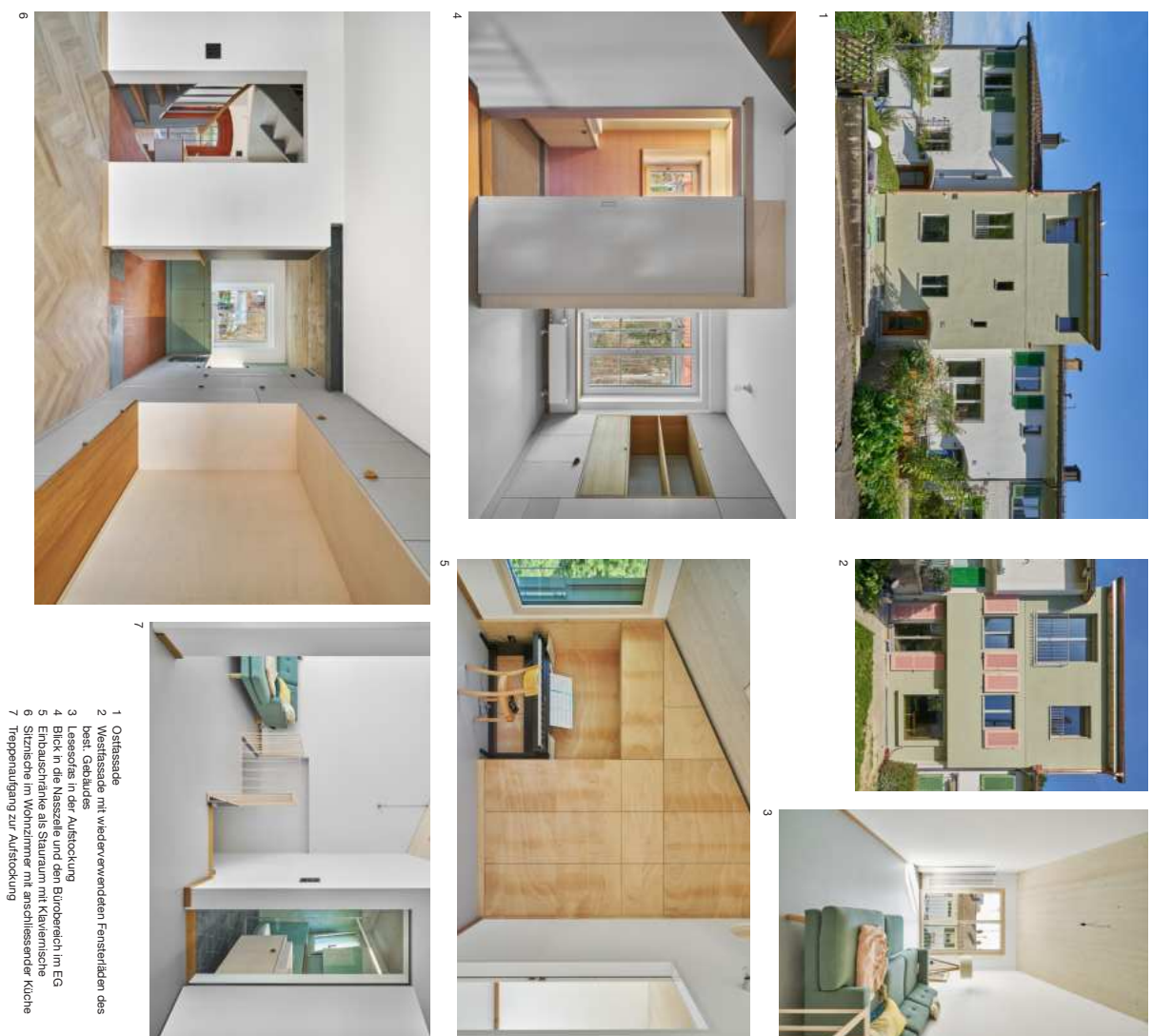
neuen Anforderungen, ohne die gefundene Substanz zu verleugnen. Die Ausrichtung sowie die knapp 50m² vorgeerbte integrierte PV-Anlage wurde nach rechtlichen Überlegungen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen verworfen. Der Solarstrom wird nun über eine Genossenschaft in Zürich bezogen.

Das Reihenhaus liegt an einer nicht-befahrenen Strasse, dadurch mussten alle Elemente mit einem Auslegkran über 45m zur Parzelle befördert und weggehoben werden. Dies führte dazu, dass die Aufstockung in einer grosszügigen Geometrie in einem Tag ausgeführt wurde. Ebenfalls drängte sich durch die Logistik eine präzise Planung auf, um die Anfahrten und Korrekturen kleinstmöglich zu halten.

Die energetische Sanierung durch das Ersetzen der Fenster, der Holzfaserdämmung und dem Dach, erlaubt es, dass im Winter nur 2 Heizungsradiatoren, die alle umfänglich aus dem Bestand wiederverwendet wurden, genutzt werden müssen. An heissen Sommertagen hält die kühle Innentemperatur durch das bestehende Mauerwerk sowie das neu aufgetragene natürliche Kleid aus Holzfaserdämmung an und durch die beiden Dachfenster wird die Nachtauskühlung aktiv unterstützt.

Der Umbau wurde nominiert für „Der beste Umbau 2020“.

Projektleiter, intern:	110 BR
Bauprogramm:	Umbau und Aufstockung
Erstellungsjahr:	2019
Geplante Bauzeit vor Ort:	6 Monate
Projektstandort:	Birmensdorferstrasse 61a, 8056 Zürich
Auftraggeber:	privat
Architektur:	baubüro in situ, Mirel Hodel, Pascal Angheim
Elektriker:	Ruckstuhl AG
HLKS Planer:	Föhni Partner Haustechnik AG
Ingenieur:	Jäger Partner AG
Anlagekosten:	BKP 1-9: 450'000 CHF



- 1 Ostfassade
- 2 Westfassade mit wiederverwendeten Fensterelementen des best. Gebäudes
- 3 Lesesofas in der Aufstockung
- 4 Blick in die Nasszelle und den Bürbereich im EG
- 5 Einbauschränke als Stauraum mit Klaviermische
- 6 Sitznische im Wohnzimmer mit anschliessender Küche
- 7 Treppenaufgang zur Aufstockung

Abbildung 38: A. Beispiel selbst genutztes EFH: Umbau und Aufstockung Birmensdorferstrasse, baubüro in situ ag

Kategorie B

PlusEnergieBauten

2. PlusEnergieBau®-Solarpreis

Das Vierfamilienhaus Hardegger aus den 1950er Jahren konsumierte vor der Sanierung 66'800 kWh/a. Dank guter Wärmedämmung, energieeffizienten Haushaltsgeräten und LED-Lampen sank der Gesamtenergiebedarf um 72% auf 18'800 kWh/a. Die 31.3 kW starke PV-Anlage erzeugt 24'500 kWh/a, 41% davon nordseitig, und garantiert eine Eigenenergieversorgung von 131%. Die PlusEnergie-Bausanierung im Minergie-P-Eco-Standard in Oberengstringens Kernzone fügt sich optimal in das historische Ortsbild ein und wertet es auf. Hardeggers PEB-Sanierung erfüllt mit den reduzierten Energieverlusten und der vorbildlichen Stromerzeugung die wichtigsten Voraussetzungen für die Energiewende überhaupt. Mit dem Solarstromüberschuss von 5'750 kWh/a könnte ein Elektromobil die Welt einmal umrunden.

131%-PEB-MFH Hardegger, 8102 Oberengstringen/ZH

In der Gemeinde Oberengstringen steht ein 60-jähriges Vierfamilienhaus, welches bisher 66'800 kWh/a oder umgerechnet rund 15 l Heizöl pro m² konsumierte. Nationalrat Thomas Hardegger sanierte das Mehrfamilienhaus (MFH) in Oberengstringens Kernzone vorbildlich nach dem Minergie-P-Eco-Standard mit natürlichen Materialien und höchstem Wohnkomfort. Statt 15 l Öl pro m² Energiebezugsfläche zu verbrennen, erzeugt das PEB-MFH auf den Dachflächen 143 kWh/m²a Solarstrom (≈ 14.3 l Öläquivalent). Statt jährlich 23.7 t CO₂ zu emittieren, senkt es den CO₂-Ausstoss auf null und sorgt mit dem Solarstromüberschuss von 5'750 kWh/a dafür, dass noch 2 t CO₂-Emissionen bei den Nachbargebäuden reduziert werden.

Dank Wärmedämmung und dreifach verglasten Fenstern, die für ein angenehmeres Wohnraumklima sorgen, sank der Gesamtenergiebedarf um 72% auf 18'800 kWh/a. Eine losgelöste Metallkonstruktion ersetzt die alten auskragenden Balkone, die eine Wärmebrücke bildeten. Die monokristallinen Solarzellen erzeugen jährlich 24'500 kWh (143 kWh/m²a): 14'500 kWh (178 kWh/m²a) auf der Süd- und 10'000 kWh (112 kWh/m²a) auf der Nordseite. Sie decken damit 131% des Gesamtenergiebedarfs.

Die perfekt vollflächig integrierten PV-Anlagen in der historischen Ortskernzone werten das Ortsbild erheblich auf. Zum ersten Mal in der Schweiz nutzt eine PEB-MFH-Sanierung die Süd- (59%) und Norddachfläche (41%) zur CO₂-freien Solarstromerzeugung. Diese PEB-Sanierung respektiert das architektonische Erbe, bewahrt unsere Baukultur und sorgt für besten Wohnkomfort, ohne andere Regionen energetisch zu plündern. Deshalb erhält sie den PlusEnergieBau-Solarpreis 2015.

Situé sur la commune d'Oberengstringen, un immeuble de quatre appartements construit dans les années 1950 consommait jusqu'ici 66'800 kWh/a, soit l'équivalent de 15 l de mazout par m². Thomas Hardegger, conseiller national, l'a rénové de façon exemplaire selon la norme Minergie-P-Eco, avec des matériaux naturels et le plus haut niveau de confort. Fini les 15 l de mazout/m² surface de référence énergétique brûlés: le bâtiment PEB génère sur les toitures désormais 143 kWh/m²a de courant solaire. Les 23,7 t d'émissions de CO₂ sont passées à zéro. Et cela sans compter l'économie de 2 t de CO₂ réalisée par les constructions avoisinantes grâce à l'excédent de 5'750 kWh/a.

L'isolation thermique et le triple vitrage, lequel offre une meilleure qualité de vie, ont permis de ramener les besoins énergétiques totaux à 18'800 kWh/a (-72%). Une structure en métal indépendante remplace les anciens balcons en saillie, qui faisaient un pont thermique. Les cellules solaires monocristallines génèrent 24'500 kWh/a (143 kWh/m²a): 14'500 kWh/a (178 kWh/m²a) du côté sud et 10'000 kWh/a (112 kWh/m²a) du côté nord. Elles couvrent ainsi 131% des besoins.

L'installation PV s'intègre parfaitement au centre historique de la commune et le met en valeur. Il s'agit de la première rénovation PEB en Suisse à exploiter les surfaces de toit sud (59%) et nord (41%) pour produire du courant solaire zéro émission. Elle respecte le patrimoine, préserve la culture architecturale et assure un meilleur confort d'habitation, et cela sans piller l'énergie d'autres régions. Ce bâtiment reçoit donc le Prix Solaire BEP 2015.

Technische Daten

Wärmedämmung

Wand:	32 cm	U-Wert: 0.095 W/m ² K
Dach:	40 cm	U-Wert: 0.097 W/m ² K
Boden:	24 cm	U-Wert: 0.090 W/m ² K
Fenster:	dreifach	U-Wert: 0.60 W/m ² K

Energiebedarf vor Sanierung [100%]

EBF: 484 m ²	kWh/m ² a	%	kWh/a
Ölheizung:	126.5	93	62'225
Elektrizität:	11.4	7	5'525
GesamtEB:	137.9	100	66'750

Energiebedarf nach Sanierung [28%]

EBF: 509 m ²	kWh/m ² a	%	kWh/a
Heizung:	6.6	18	3'358
Warmwasser:	7.1	19	3'638
Elektrizität WP:	6.1	17	3'105
Elektrizität:	17	46	8'653
GesamtEB:	36.8	100	18'755

Energieversorgung

Eigen-EV: m ² kWp	kWh/m ² a	%	kWh/a	
PV Nord: 89	16.33	112	53.5	10'000
PV Süd: 81.5	14.95	178	77.5	14'500
Eigenenergieversorgung:	131	24'500		
Energiebilanz (Endenergie)	%	kWh/a		
Eigenenergieversorgung:	131	24'500		
Gesamtenergiebedarf:	100	18'755		
Solarstromüberschuss:	31	5'745		

Erstes PlusEnergieBau-Mehrfamilienhaus in Zürich.

Bestätigt von EKZ am 15.06.2015

Tel. 058 359 57 40

Beteiligte Personen

Standort des Gebäudes:

Kirchwegsteig 9, 8102 Oberengstringen

Bauherrschaft:

Hardegger Immobilien AG, Thomas Hardegger
Leehaldenweg 22b, 8153 Rümlang
Tel. 043 211 06 73, thomas.hardegger@parl.ch

Architektur:

Bauatelier Metzler GmbH, Schmidgasse 25e
8500 Frauenfeld, Tel. 052 740 08 81
metzler@bauatelier-metzler.ch

Photovoltaik:

alsol ag alternative energiesysteme
Bahnhofstrasse 43, 8500 Frauenfeld
Tel. 052 723 00 43, christian.schmid@alsol.ch

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit:

- dass ich die Arbeit «Dekarbonisierung – Potenziale in der Bestandssanierung» weder an der Berner Fachhochschule noch an einer anderen Hochschule eingereicht habe;
- dass ich die Projektarbeit selbstständig, ohne andere als die angegebene fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe;
- dass sämtliche Textstellen, Abbildungen und Grafiken, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, als solche gekennzeichnet und mit dem genauen Hinweis auf ihre Herkunft versehen und im Literaturverzeichnis aufgeführt sind;
- dass mir die Richtlinie über den Umgang mit Plagiaten an Berner Fachhochschule bekannt ist.

Ort und Datum:

Zürich, den 03. Juli 2023

Unterschrift:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lisa Pantenburg', written in a cursive style.

Lisa Pantenburg