



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria

Wärmezukunft 2050: Anforderungen an die Gebäudesanierung

Endbericht

Autoren:

Lukas Kranzl, Andreas Müller, Richard Büchele

Auftraggeber: Gebäudehülle + Dämmstoffindustrie 2050

Projektdurchführung:

Technische Universität Wien, Energy Economics Group

Gusshaustr. 25-29, 1040 Wien

Mai 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Wärmewende-Szenario: Einsparungen, Beitrag der Gebäudesanierung und Energieträger-Mix.....	4
2.1	Methodik	4
2.2	Charakterisierung und Grundannahmen des Wärmewende-Szenarios	4
2.3	Kern-Ergebnisse des Wärmewende-Szenarios hinsichtlich des Energiebedarfs, des Beitrags der Gebäudesanierung und der eingesetzten Energieträger	6
3	Implikationen des Szenarios für die Gebäudesanierung	11
3.1	Thermische Sanierungsrate	11
3.2	Anzahl sanierte Gebäude bzw. sanierte Gebäudebruttoflächen	15
3.3	Zu sanierende Gebäudehüllenflächen	17
3.4	Investitionen in Bestandsgebäude	19
4	Zusammenfassung	23
5	Literaturverzeichnis.....	24

1 Einleitung

Angelehnt an das Transition-Szenario¹ im Rahmen der Energieszenarien 2017 (Müller et al., 2017) erstellte die TU Wien im Auftrag der Erneuerbaren Energie Österreich ein als „Wärmewende“ (Kranzl et al., 2018b) bezeichnetes Szenario. Die Intention war, einen moderaten Pfad aufzuzeigen, der bis 2050 eine weitestgehende Dekarbonisierung des Endverbrauch-Sektors Raumwärme und Warmwasser erzielt. Bei der Umsetzungsgeschwindigkeit von politischen Instrumenten wurde Rücksicht auf üblicherweise in der Vergangenheit zu beobachtende Fristen und Zeitspannen in politischen Entscheidungsprozessen genommen. Im Fall eines breiten politischen Konsensus¹ wäre eine raschere Umsetzung, z. B. hinsichtlich CO₂-Steuern, der Förderung von Gebäudesanierungen oder des Verbots fossiler Energieträger unter bestimmten Voraussetzungen durchaus möglich und im Sinne des maximal verfügbaren gesamten Kohlenstoffbudgets zur Erreichung des Pariser Klimaschutzabkommens anzustreben.

Darauf aufbauend wurden im Rahmen der vorliegenden Studie Zusatzauswertungen durchgeführt, die die Bedeutung der thermischen Gebäudesanierung für die Erreichung der Energie- und Klimaziele im Fokus haben. Zusätzlich zu dieser Kurzfassung liegt auch eine Langfassung (Kranzl et al., 2018a) vor, die weiterführende Ergebnisse und Hintergrundinformationen enthält.

Zuerst werden die Grundpfeiler sowie die Methodik des Szenarios „Wärmezukunft 2050“ skizziert. Anschließend erfolgt die Analyse, Darstellung und Interpretation folgender Modellergebnisse:

- Sanierungsrate
- Anzahl sanierte Gebäude bzw. sanierte Gebäudebruttoflächen
- Zu sanierende Gebäudehüllenflächen nach Gebäude-Komponenten (Dach, Fassade, Kellerdecke, Fenster), sowie nach Gebäude-Kategorie (2 Nicht-Wohngebäudekategorien (öffentl. und private Gebäude) und 2 Wohngebäudekategorien)
- Erforderliche Investitionen in Gebäudesanierung

Diese Ergebnisse werden jeweils für die Perioden bis 2030, 2040 und 2050 ausgewiesen.

¹ Im Auftrag von BMNT und Umweltbundesamt wurde ein breiter Stakeholder-Dialog durchgeführt, um in mehreren Workshops mit relevanten Institutionen und ExpertInnen die Annahmen zur Umsetzung politischer Instrumente zu diskutieren und abzustimmen.

2 Wärmewende-Szenario: Einsparungen, Beitrag der Gebäudesanierung und Energieträger-Mix

In diesem Kapitel wird die Methodik für die Erstellung des Szenarios skizziert, die Grund-Annahmen beschrieben und einige Kern-Ergebnisse für Österreich gesamt sowie auf Bundesländer-Ebene dargestellt.

2.1 Methodik

Die Entwicklung des Wärmewende-Szenarios beruht auf dem Gebäudebestandsmodell Invert/EE-Lab (www.invert.at). Invert/EE-Lab ist ein dynamisches bottom-up Modell des Gebäudebestands, das die Wirkungen verschiedener politischer und ökonomischer Rahmenbedingungen (insbesondere ökonomische Anreize, regulative Standards in Bauordnungen etc.) auf Energiebedarf, Technologie- und Energieträgermix, CO₂-Emissionen und Kosten im Bereich Raumwärme, Warmwasser und Kühlenergie bis 2020/2030/2050/2080 simuliert. Die Kernidee des Modells ist eine detaillierte, stark disaggregierte Beschreibung des Gebäudebestands sowie der jeweiligen Heiz-, Warmwasser und Kühlsysteme. Für den vorliegenden Bericht wurde eine räumlich aufgelöste Betrachtung gewählt. Darauf basiert die Berechnung des Energiebedarfs und die Bestimmung der Investitions-Zyklen. Basisalgorithmus des Modells ist ein stochastischer, nicht rekursiver, myopischer, betriebswirtschaftlicher Nested-Logit Ansatz, der im Fall von Investitionsentscheidungssituationen die Nutzfunktion von Akteuren (= Investoren) maximiert. Mehr Information zum Modell ist auf <https://www.invert.at/> oder in Müller, (2015) bzw. Kranzl et al., (2013) verfügbar.

Detaillierte Daten sind in Kranzl et al., (2018) sowie in Müller et al. (2017) dokumentiert. Auswertungen von Modell-Eingangsdaten und Annahmen auf Gemeindeebene können auch online unter <https://maps.invert.at/> abgerufen werden. Die Charakterisierung des Szenarios und Darstellung der wesentlichen Szenario-Annahmen findet sich in Kapitel 2.2.

2.2 Charakterisierung und Grundannahmen des Wärmewende-Szenarios

Energiepolitisch orientiert sich das Wärmewende-Szenario stark am WAMplus 2017 der aktuellen Energieszenarien für den Wärmebedarf der Kleinverbraucher, welche im Rahmen der energiewirtschaftlichen Szenarien für den klima- und energiepolitischen Rahmen 2030 und 2050 und den Monitoring Mechanism 2017 im Auftrag des Umweltministeriums erstellt wurden (Müller et al., 2017). Ziel des

Szenarios ist eine Entwicklung des Wärmebedarfs in den österreichischen Gebäuden zu skizzieren, die konsistent mit einer gesamteuropäischen Dekarbonisierung des Wirtschaftssystems verläuft. Das WAMplus 2017 Szenario entspricht einer 80 % CO₂-Reduktion des österreichischen Wirtschaftssystems bis 2050 (gegenüber 1990). Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Annahmen des WAMplus 2017 bzw. des Wärmewende-Szenarios dargestellt. Sofern die Maßnahmen auch Teil des WAMplus 2017 Szenarios sind, sind die dazugehörigen Ausführungen großteils aus Müller et al. (2017) übernommen.

Ziel des Wärmewende-Szenarios ist es, eine Entwicklung aufzuzeigen, die sektor- wie auch staatenübergreifend konsistent mit einer Parisabkommen-konformen Entwicklung ist. Zur Erreichung des Zieles wird auf die Steigerung der Energieeffizienz und nicht nur auf den weiteren Umstieg auf erneuerbare Energieträger gesetzt. Insbesondere wird im Szenario für den Energiebedarf des Gebäudesektors der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten von biogenen Energieträgern in allen Sektoren sowie der Landnutzungskonkurrenz mit nicht-energetischen Formen der Biomassenutzung Rechnung getragen. Daher wird bewusst eine Entwicklung skizziert, in der es zu keinem Anstieg der absoluten Biomasse-mengen in der Wärmebereitstellung im Gebäudesektor kommt. Dennoch wird im Neubau wie auch in der Gebäudesanierung nicht auf sehr ambitionierte Gebäudestandards gesetzt. Die im Modell vorgesehenen Mindeststandards liegen in einem Bereich, der mit der derzeitigen österreichischen Definition des Niedrigstenergiegebäudes (OIB, 2014) konsistent ist. Das bedeutet, dass unterstellt wird, dass auch in 2050 Neubauten errichtet werden dürfen, deren Heizwärmebedarf von 30 kWh/m² (bei einer charakteristischen Länge l_c von 1,5) den diesbezüglich zulässigen Kennwert des Passivhausstandards um den Faktor 2 überschreiten. Auch in der Sanierung von Bestandsgebäuden ist es aus ordnungspolitischer Sicht über die gesamte Periode möglich, ein solches Gebäude auf einen Heizwärmebedarf von 45 kWh/m² (bezogen auf das österreichische Referenzklima) zu sanieren.

In dem Szenario wird versucht energiepolitische Rahmenbedingungen zu skizzieren, die eine solche Entwicklung herbeiführen könnten. Die im Szenario implementierten und hier dargestellten Politikmaßnahmen sind nicht normativ zu verstehen, sondern zeigen eine Auswahl an Handlungsmöglichkeiten und Handlungszeitpunkten auf. Dennoch sollte an dieser Stelle betont werden, dass die Zielerreichung, aus Sicht der Autoren, ein vergleichbares Bündel an Maßnahmen erfordern wird und ordnungs- und fiskalpolitische Maßnahmen in Kombination mit weichen Maßnahmen (Bewusstseinsbildung, etc.) und raumordnungspolitischen Instrumenten in einem ausgewogenen Umfang berücksichtigen muss.

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass wir zukünftige oder bereits vorhandene Technologien, deren Wirkungen auf den energetischen Verbrauch der

Gebäude noch nicht ausreichend empirisch belegt sind (z. B. Smart Buildings) oder deren Kostenentwicklung derzeit noch nicht abschätzbar ist (thermischer Energiespeicher mit hoher Speicherdichte, PV-integrierte Dachziegel, Technologiesprünge in der Standardisierung von Sanierungsmaßnahmen), nicht berücksichtigt haben. Auch wurden die Auswirkungen von alternativen Wohn- und Arbeitsformen, die Rolle von flexiblen Grundrissen und modularen Gebäudekonzepten sowie die Rolle von NaWaRos (nachwachsenden Rohstoffen) nicht quantifiziert.

Weitere, detailliertere Beschreibungen zu den unterstellten Rahmenbedingungen, Energiepreisen etc. finden sich in Müller et al., (2017) sowie in Kranzl et al., (2018).

2.3 Kern-Ergebnisse des Wärmewende-Szenarios hinsichtlich des Energiebedarfs, des Beitrags der Gebäudesanierung und der eingesetzten Energieträger

Die derzeitige gesamte beheizte Gebäudegrundfläche liegt gemäß (Müller et al., 2017) im Bereich von etwa 720 km² (Mio. m²). Diese steigt im Szenario in den nächsten Jahren durchschnittlich um etwa 6,5 km² pro Jahr. Würde dieser jährliche Zuwachs nur auf den Wohngebäudesektor umgelegt werden, so entspräche dies umgerechnet in etwa einem jährlichen Flächenzuwachs im Bereich von 65.000 Haushalten. Durch geringere Bevölkerungszuwachsraten sowie der Annahme im Wärmewende-Szenario, dass Neubauten ab 2025 um 25 % kleiner² ausgeführt werden reduziert sich der jährliche Flächenzuwachs in der Periode von 2025 bis 2050 auf durchschnittliche 2,7 km².

Abbildung 1 zeigt, dass sich der Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich von 2018 bis 2050 im Wärmewende-Szenario von aktuell etwas unter 100 TWh in etwa halbiert. Dies ist auf verschiedene Ursachen zurück zu führen. Der bei weitem größte Beitrag resultiert aus der thermischen Sanierung der Gebäudehüllen. Bis zum Jahr 2030 sind das über 17 TWh pro Jahr, um die der Energiebedarf reduziert werden kann. Dies entspricht mehr als 22 % des Endenergiebedarfs im Jahr 2030. Bis zum Jahr 2050 steigt die Bedarfsreduktion zufolge thermischer Gebäudehüllensanierung auf über 27 TWh pro Jahr oder mehr als 52 % des Endenergiebedarfs an. Darüber hinaus tragen effizientere Heizungssysteme, die zu erwartenden höheren Außentemperaturen („Klimawandel“) und der Abriss von Bestandsgebäuden zur Bedarfsreduktion bei. Aus der Gegenüberstellung mit dem Aufbringungsmix (s. Abbildung 3) zeigt sich,

² Bezogen auf Personen pro Haushalt bzw. Wertschöpfung

dass aufgrund dieser starken Reduktion des Wärmebedarfs die erneuerbaren Heizsysteme bis 2050 nahezu den gesamten Energiebedarf abdecken können.

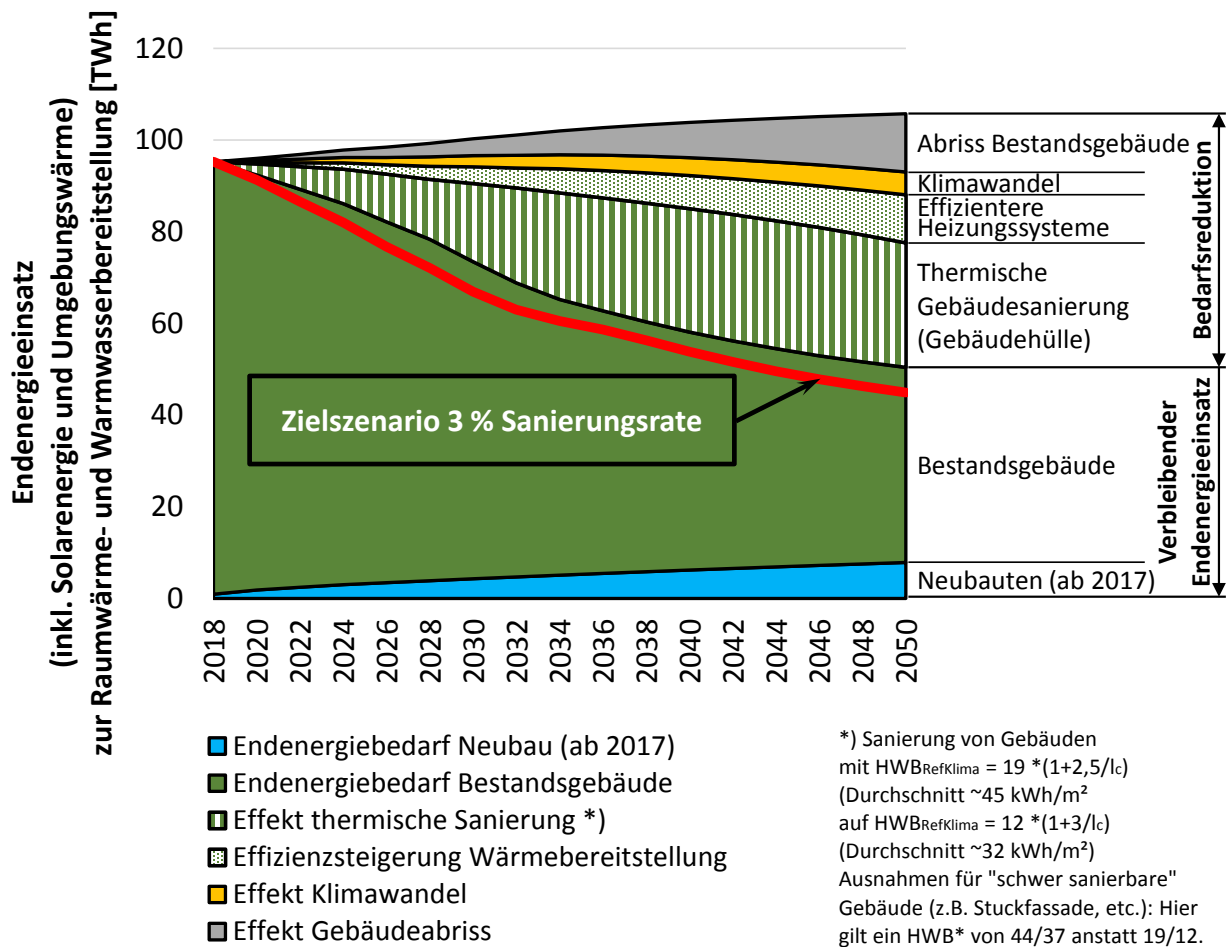


Abbildung 1. Beitrag der thermischen Gebäudesanierung zur Reduktion des Endenergiebedarfs

Zur Umsetzung des Wärmewende-Szenarios braucht es ein breites Bündel an politischen Instrumenten, wie z. B. die Umsetzung individueller Gebäudesanierungsfahrpläne, eine entsprechend hohe Dotierung öffentlicher Förderbudgets, die konsequente Umsetzung des nationalen Plans der Wärmeschutzanforderungen oder eine CO₂-Abgabe.

Das Wärmewende-Szenario unterstellt einen langsamen Prozess zur Umsetzung dieser politischen Instrumente. Allerdings wäre es im Sinne der stark begrenzten verfügbaren Kohlenstoff-Emissionsbudgets wichtig, raschere Schritte zu setzen. Durch die sofortige Umsetzung der oben erwähnten Instrumente könnte eine Anhebung der Sanierungsrate auf 3 % erreicht werden, und somit die Energieeinsparungen bis 2030 um 40 % gegenüber dem Wärmewende-Szenario gesteigert werden. Das würde eine zusätzliche Reduktion des Endenergiebedarfs um etwa 9 % bis 2030 bedeuten (s. „Zielszenario 3 % Sanierungsrate“ in Abbildung 1).

Werden die Energieträger nach den beheizten Flächen betrachtet, ergeben sich die in Abbildung 2 dargestellten Entwicklungen. Biogene Energieträger verdoppeln in dem betrachteten Zeitraum in etwa die versorgten Flächen, die mit Fernwärme versorgten Flächen steigen um etwa 20 % an. Im Gegenzug reduzieren sich die Gebäudeflächen die mit gasförmigen Energieträgern (derzeit praktisch ausschließlich Erdgas) bzw. Öl, Kohle und Stromdirektheizungen beheizt werden um 2/3. Der größte Zuwachs ergibt sich im Szenario für die Wärmepumpentechnologie. In 2050 werden im Szenario in etwa 275 km² mit Wärmepumpen beheizt. Damit liegt diese Technologie, bezogen auf die versorgten Flächen, noch vor Biomasse (dezentrale Kessel, 235 km²) und Fernwärme (210 km²).

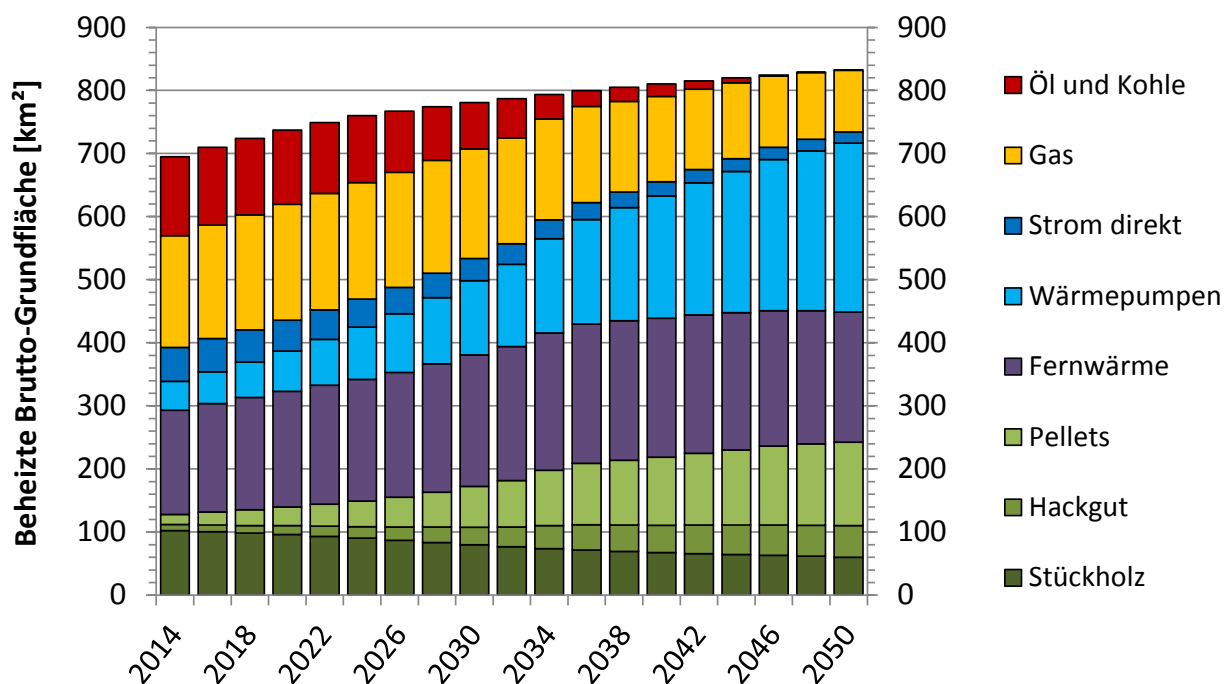


Abbildung 2. Entwicklung der beheizten Brutto-Grundflächen im Wärmewende-Szenario

Energetisch halbiert sich die Energienachfrage im Wärmewende-Szenario von derzeit knapp 100 TWh auf 52 TWh bis 2050. Davon stellen dezentrale Biomassetechnologien, Fernwärme und Wärmepumpen (Summe aus Umgebungswärmeanteil und Strom) jeweils in etwa 25 % der Energie bereit. Die verbleibende Energiemenge wird jeweils zur Hälfte durch dezentrale Solartechnologien (Solarthermie und PV-Strom) bereitgestellt.

Zusätzlich wird im Szenario der Energieträger Erdgas zunehmend durch andere, erneuerbare und CO₂-neutrale Energieträger wie Biomethan und regenerativer Wasserstoff ersetzt. Um den fossilen Energieträger Erdgas im Gebäudebereich vollständig zu ersetzen, müsste ein solches CO₂-neutrales Gasgemisch im

Wärmewende-Szenario in 2050 etwa 5.900 GWh³ (bezogen auf den Heizwert) an Endenergie bereitstellen.

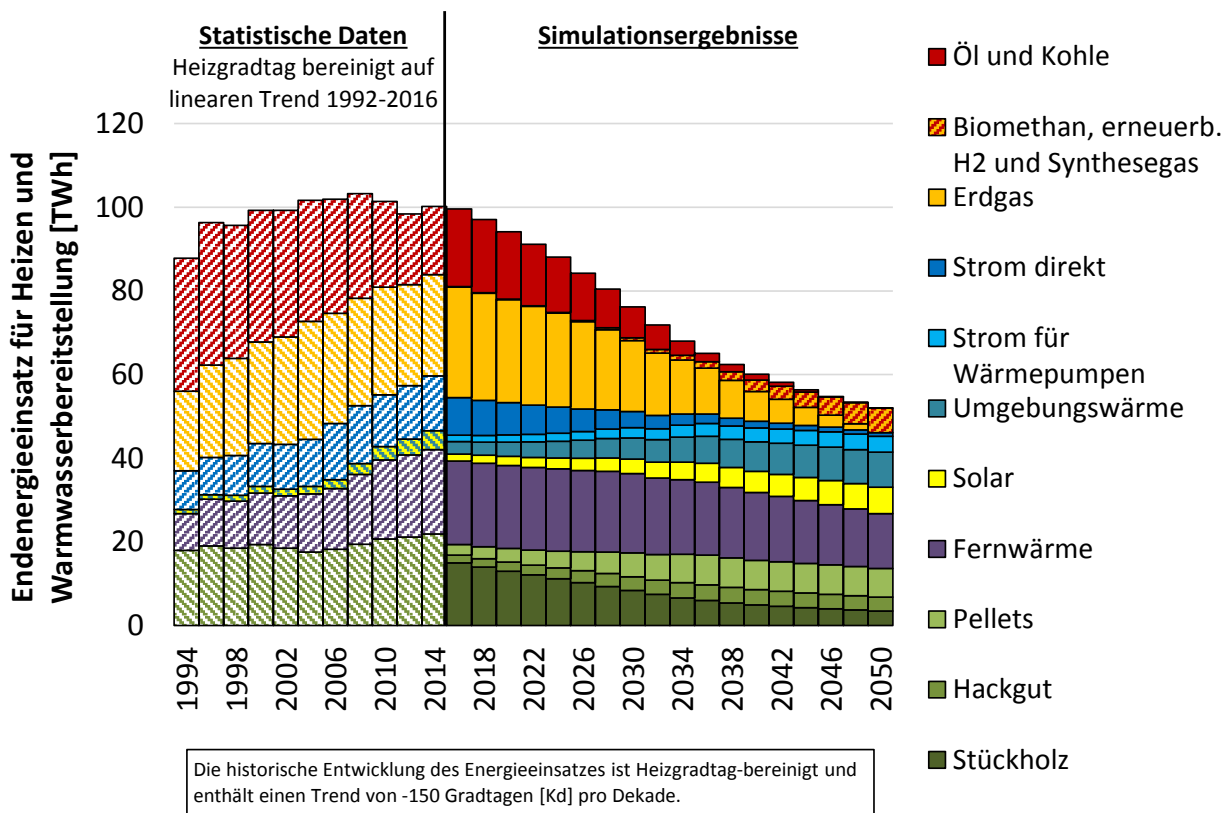


Abbildung 3. Entwicklung des Endenergieeinsatzes im Wärmewende-Szenario

Im Laufe des Energiewendeszenarios reduzieren sich die direkten, vor Ort entstehenden Treibhausgasemissionen praktisch vollständig, sofern der verbleibende Bedarf an gasförmigen Energieträgern von etwa 5.900 GWh durch ein CO₂-neutrales Gasmisch (Biomethan und Wasserstoff) ersetzt wird. In den vorgelagerten Endenergiebereitstellungsketten werden unter den gewählten Bilanzgrenzen noch CO₂-Emissionen im Bereich von etwa 1 Mt CO₂ pro Jahr emittiert.

³ 5.855 GWh

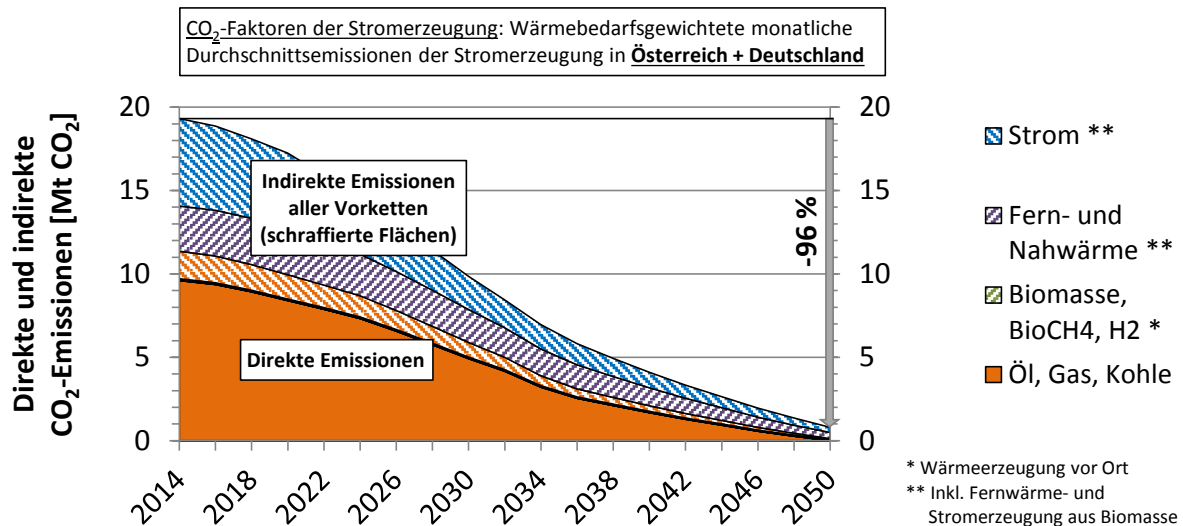


Abbildung 4. Entwicklung der CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung der Änderungen des Energiemixes in der Fernwärme- und Stromerzeugung sowie dem Ersatz von Erdgas im Gebäudesektor durch ein CO₂-neutrales Biomethan-Wasserstoff Gasgemisch. Die schraffierten Flächen zeigen indirekte Emissionen, die vollen Flächen die direkten Emissionen der Wärmebereitstellung inklusive der Emissionen der Fernwärme und der Stromerzeugung zur Wärmebereitstellung.

Eine solche Entwicklung der Wärmeversorgung in Österreich reduziert die damit verursachten Treibhausgase um 95 %. Dadurch entspricht das Wärmewende-Szenario den Anforderungen, die an den Gebäudesektor im Rahmen einer gesamtösterreichischen 2 °-Ziel beziehungsweise Parisabkommen-konsistenten Entwicklung gestellt werden.

3 Implikationen des Szenarios für die Gebäudesanierung

In diesem Kapitel werden die Implikationen des Wärmewende-Szenarios für die Gebäudesanierung genauer erörtert.

3.1 Thermische Sanierungsrate

Die dargestellten Entwicklungen im Wärmewende-Szenario erfordern, dass die thermische Qualität des derzeitigen Gebäudebestandes durch Sanierungen substantiell gesteigert wird. Der gesamte Heizwärmebedarf (HWB) des österreichischen Gebäudesektors beläuft sich derzeit gemäß unseren Berechnungen auf etwa 65 TWh. Davon werden etwa 55 TWh Gebäuden, die als sanierungswürdig gelten, zugewiesen.

Durch die derzeitigen Sanierungsaktivitäten werden jährlich etwa 600 – 700 GWh des Heizwärmebedarfes eingespart. Im Wärmewende-Szenario steigt die jährlich einzusparende Energie in den kommenden 20-25 Jahren deutlich an. Bis 2040 müssen in diesem Szenario jährlich etwa 1.000 GWh, eingespart werden. Gegenüber dem Status-quo entspricht dies einem Anstieg von etwa 50 %. Im Gegensatz dazu, bleibt der jährlich eingesparte Heizwärmebedarf im Referenzszenario bis 2040 in etwa auf dem derzeitigen Niveau.

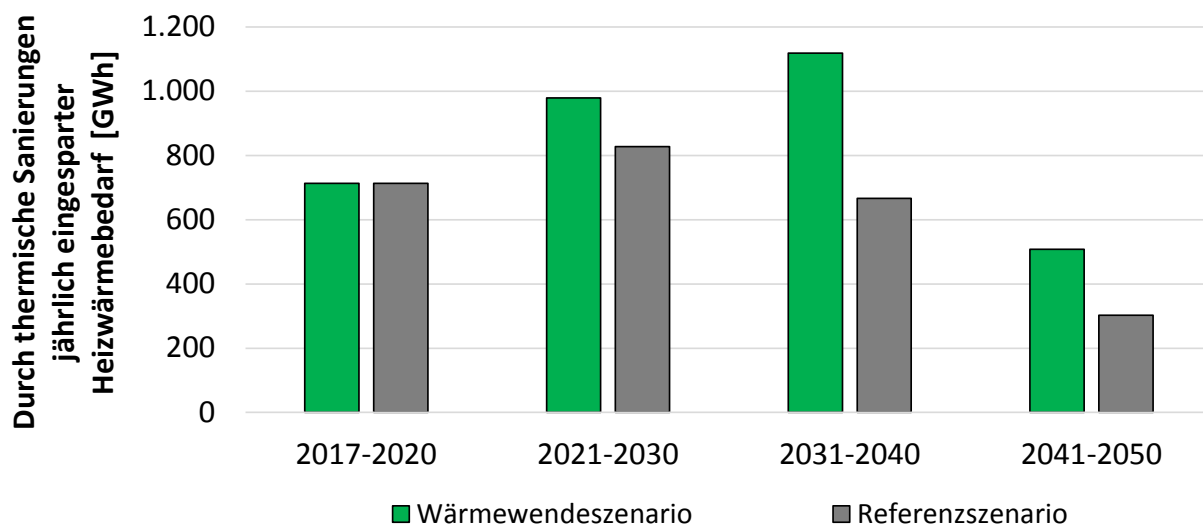


Abbildung 5. Jährliche Reduktion des österreichischen Nutzenergiebedarfs zur Raumwärmebereitstellung (Heizwärmebedarf, HWB) im Wärmewende- und Referenzszenario

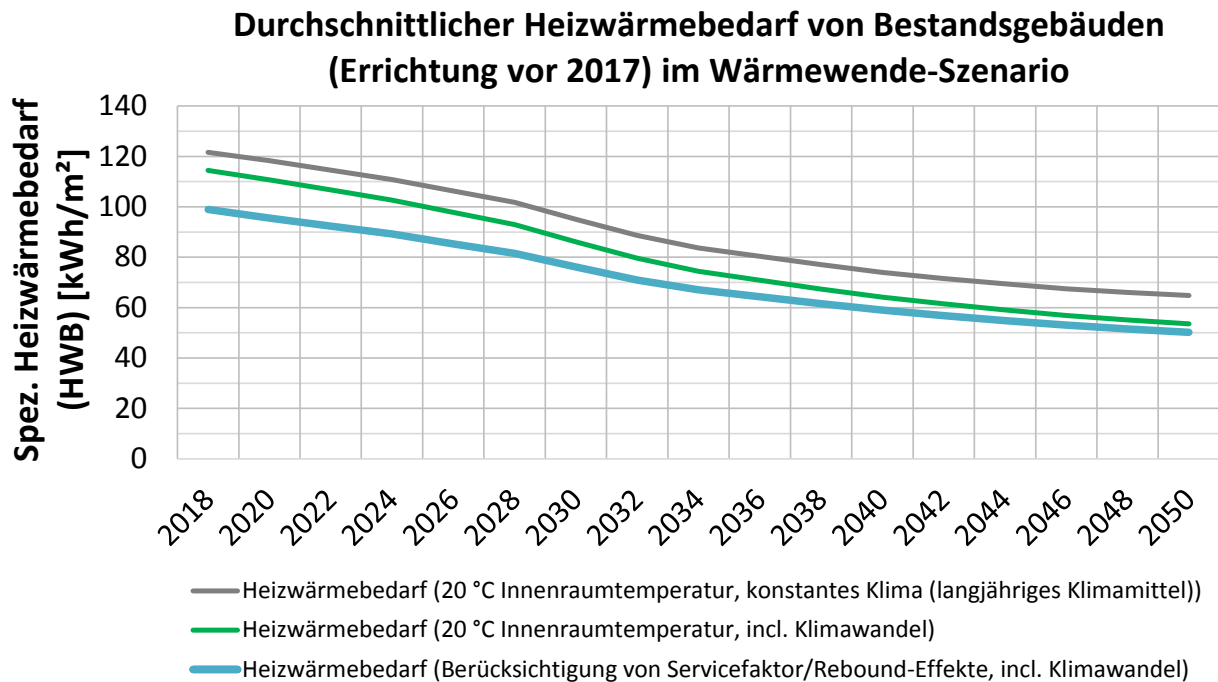


Abbildung 6. Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfes der österreichischen Bestandsgebäude im Wärmewendeszenario

Für die Berechnung der sich daraus ergebenden Sanierungsraten können unterschiedliche Definitionen herangezogen werden.

$$\text{Sanierungsrate} = \frac{\text{Messgröße (Nominator)}}{\text{Referenzgröße (Denominator)}}$$

Zum einen können unterschiedliche Definitionen für die Referenzgröße (Denominator) verwendet werden. Typische Bezugsgrößen sind entweder alle Gebäude oder nur die sanierungswürdigen Gebäuden. Werden nur die sanierungswürdigen Gebäude als Referenzgröße herangezogen, so ergeben sich dadurch höhere Sanierungsraten. Zunächst ist dieser Unterschied (abhängig von der Definition sanierungswürdiger Gebäude) nicht allzu ausgeprägt. Allerdings nimmt die Anzahl der sanierungswürdigen Gebäude durch thermische Sanierungen (und Gebäudeabriss) mit der Zeit ab. Die Referenzgröße (Denominator) wird daher immer kleiner. Werden stattdessen alle Gebäude als Referenzgröße herangezogen, so steigt in diesem Fall die Zahl im Nenner (Denominator) durch den wachsenden Gebäudebestand jährlich an.

Zum anderen können für die Berechnung der Sanierungsrate unterschiedliche Messgrößen (Nominator). Typische Größen dafür sind:

- „gebäude- oder haushaltsbezogene“ Sanierungsrate
- „flächengewichtete“ Sanierungsrate
- „energiegewichtete“ Sanierungsrate

Die „gebäude- oder haushaltsbezogene“ Sanierungsrate bezieht sich auf die Anzahl der Haushalte oder Gebäude, die thermisch saniert werden. Diese Kenngröße lässt sich am einfachsten aus statistischen Daten ableiten. Die „flächengewichtete“ Sanierungsrate misst die beheizten Gebäudegrundflächen, welche einer thermischen Sanierung unterzogen werden; die eingesparte geht Energie nicht ein. Ein Sanierungsäquivalent bedeutet, dass die Gebäudefassade, die oberste (oder unterste) Geschoßdecke gedämmt und die Fenster getauscht wurden. Dabei ist es nicht notwendig, dass diese Maßnahmen bei ein und demselben Gebäude durchgeführt werden. Wenn die Maßnahmenraten in kleinen und großen Wohngebäuden in etwa gleich groß sind, sind die so ermittelten Sanierungsraten etwa gleich hoch wie die haushaltsbezogenen Sanierungsraten. Aus den Daten der Gebäude- und Wohnungszählung 2001 (Statistik Austria, 2004) ergeben sich für Mehrfamilienwohngebäude im Zeitraum 1991 bis 2000 etwas höhere thermische Maßnahmenraten wie für Wohngebäude mit bis zu zwei Wohneinheiten. Sollte dies noch immer im selben Ausmaß der Fall sein, so liegen die flächengewichteten Sanierungsraten geringfügig (0,02 - 0,04 Prozentpunkte) unter den haushaltsbezogenen Sanierungsraten.

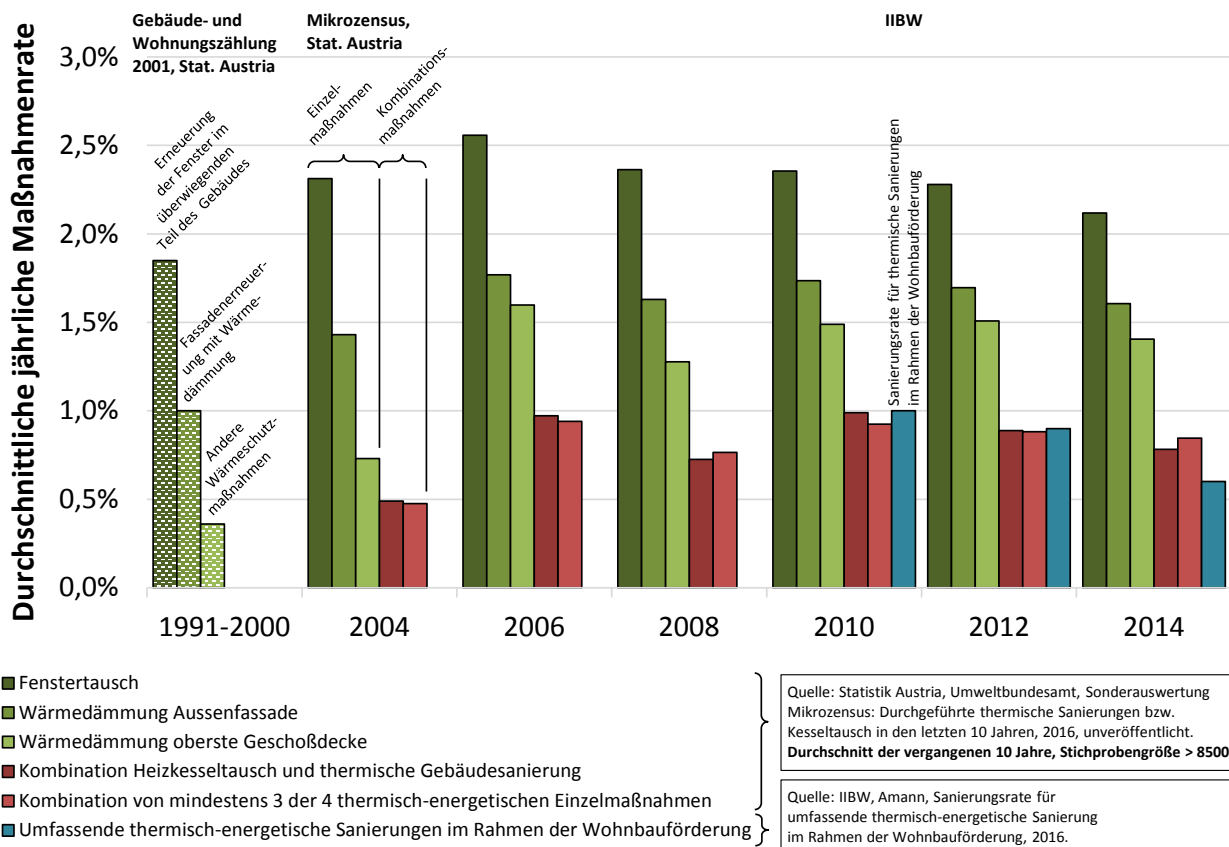


Abbildung 7. Historische Entwicklung der thermischen bzw. thermisch-energetischen Sanierungsrate für Wohngebäude. Die Sanierungsrate bezieht sich in der Abbildung auf die Anzahl der Haushalte und berücksichtigt nicht die eingesparte Energie. Daher sind die dargestellten Maßnahmenraten eher mit der flächengewichteten als energiegewichteten Sanierungsraten vergleichbar. Als Bezugsgröße sind alle Wohngebäude definiert.

Die dritte Definition („energiegewichtete“ Sanierungsrate) errechnet sich aus der durch thermische Sanierungen eingesparten Energie und berücksichtigt daher sowohl den Ausgangszustand eines Gebäudes als auch den Endzustand nach durchgeführter Sanierung.

In Abbildung 8 werden die Sanierungsraten in Form energiegewichteter Sanierungsraten dargestellt. Dazu wird die Differenz des derzeitigen durchschnittlichen Heizwärmebedarfs zwischen sanierungswürdigen Gebäuden und umfassend thermisch sanierten Gebäuden als Referenz für ein Sanierungsäquivalent herangezogen. Für Wohngebäude beträgt diese Differenz 80 kWh/m², für Nichtwohngebäude wurden 95 kWh/m² errechnet. Für eine energiegewichtete Sanierungsrate von 1 % im Wohngebäudebereich ist es erforderlich, dass jährlich ein HWB von 80 kWh/m² mal 1 % der sanierungswürdigen (Wohn-) Gebäudegrundflächen thermisch saniert werden. Liegt die durchschnittliche energetische Einsparung pro Gebäude bei 120 kWh/m², so müssen für die gleiche Sanierungsrate lediglich 0,66 % der Wohngebäude thermisch saniert werden. Werden im Gegenzug durchschnittlich nur 40 kWh/m² eingespart, so müssen für eine energiegewichtete Sanierungsrate von 1 %, jährlich 2 % der sanierungswürdigen Gebäudegrundflächen thermisch saniert werden. Gemäß dieser Definition steigt die Sanierungsrate im Wärmewende-Szenario von derzeit etwa 1,4 %⁴ auf 3 % im Zeitraum 2031 bis 2035. Im Zeitraum danach sinkt diese wieder auf das heutige Niveau ab. Im Gegensatz dazu steigt im Referenzszenario die energiegewichtete Sanierungsrate im Zeitraum bis 2040 auf durchschnittlich etwa 1,7 % an und fällt danach stark ab.

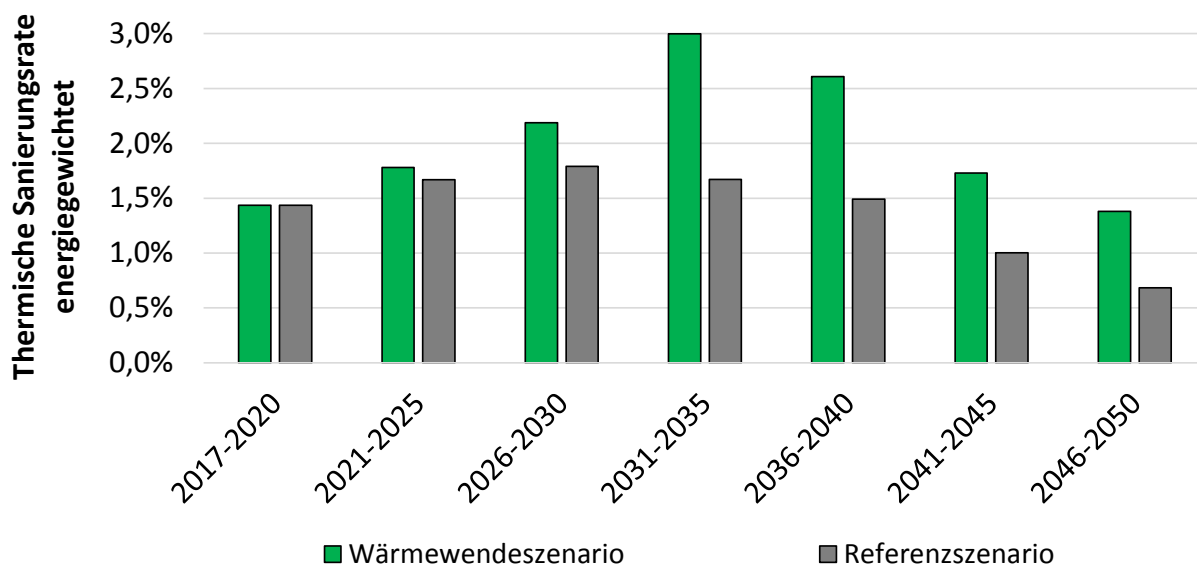


Abbildung 8. Energiegewichtete thermische Sanierungsrate im Wärmewende- und Referenz-Szenario

⁴ Die flächengewichtete Sanierungsrate liegt im Ausgangszustand (2017) etwa 0,1 Prozentpunkte unter der energiegewichteten Sanierungsrate.

Im Gegensatz zur vorherigen Abbildung ist in Abbildung 9 die flächengewichtete Sanierungsrate dargestellt. Dabei werden die ermittelten thermisch sanierten Gebäudeflächen durch die gesamte Gebäudegrundfläche des österreichischen Gebäudebestandes (inkl. den Flächen thermisch sanierter Gebäude und Neubauten) dividiert. Im Gegensatz zur zuvor definierten Sanierungsrate steigt in diesem Fall die Größe im Nenner durch den wachsenden Gebäudebestand jährlich an. Die flächengewichtete Sanierungsrate liegt gemäß unseren Berechnungen derzeit bei etwa 1,3-1,4 %. Im Wärmewende-Szenario steigt diese bis zum Zeitraum 2031 bis 2035 auf etwa 2 % an und sinkt danach auf das heutige Niveau ab. Im Referenzszenario sinkt die flächengewichtete Sanierungsrate kontinuierlich ab und liegt in 2050 bei etwa 0,8 % pro Jahr.

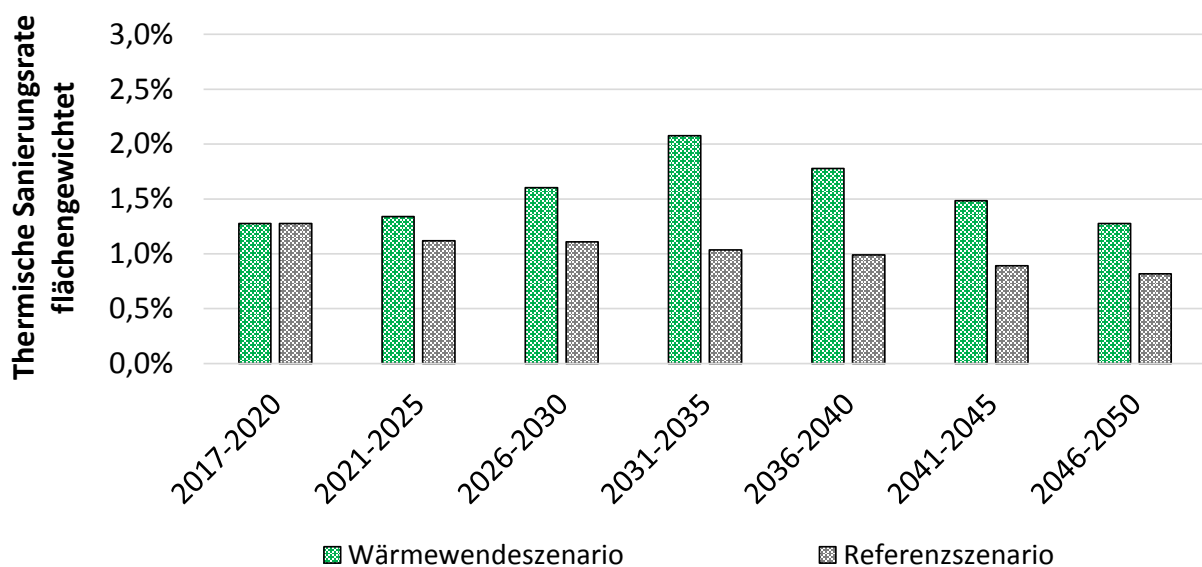


Abbildung 9. Flächengewichtete thermische Sanierungsrate im Wärmewende- und Referenz-Szenario

3.2 Anzahl sanierte Gebäude bzw. sanierte Gebäudebruttoflächen

Um die Sanierungsaktivitäten besser einordnen und verstehen zu können, stellen die folgenden Abbildungen die Anzahl der zu sanierenden Gebäude bzw. Gebäudebruttoflächen dar. Bereits bis 2030 steigt die Anzahl der jährlich thermisch zu sanierenden Gebäude auf knapp 40.000 oder 14 Mio. m² an. Während Ein- und Zweifamilienhäuser hinsichtlich der Anzahl der Gebäude deutlich dominieren, zeigt die Analyse der zu sanierenden Gebäudebruttoflächen auch die Relevanz der Nicht-Wohngebäude sowie der Mehrfamilienhäuser.

Der Unterschied zwischen Wärmewende-Szenario und dem Referenz-Szenario ist bereits bis 2030 durchaus deutlich sichtbar. Aufgrund der oben beschriebenen unterstellten Trägheit der Entscheidungsprozesse, tritt der Unterschied allerdings erst gegen 2030 und vor allem von 2031 bis 2040 besonders stark auf.

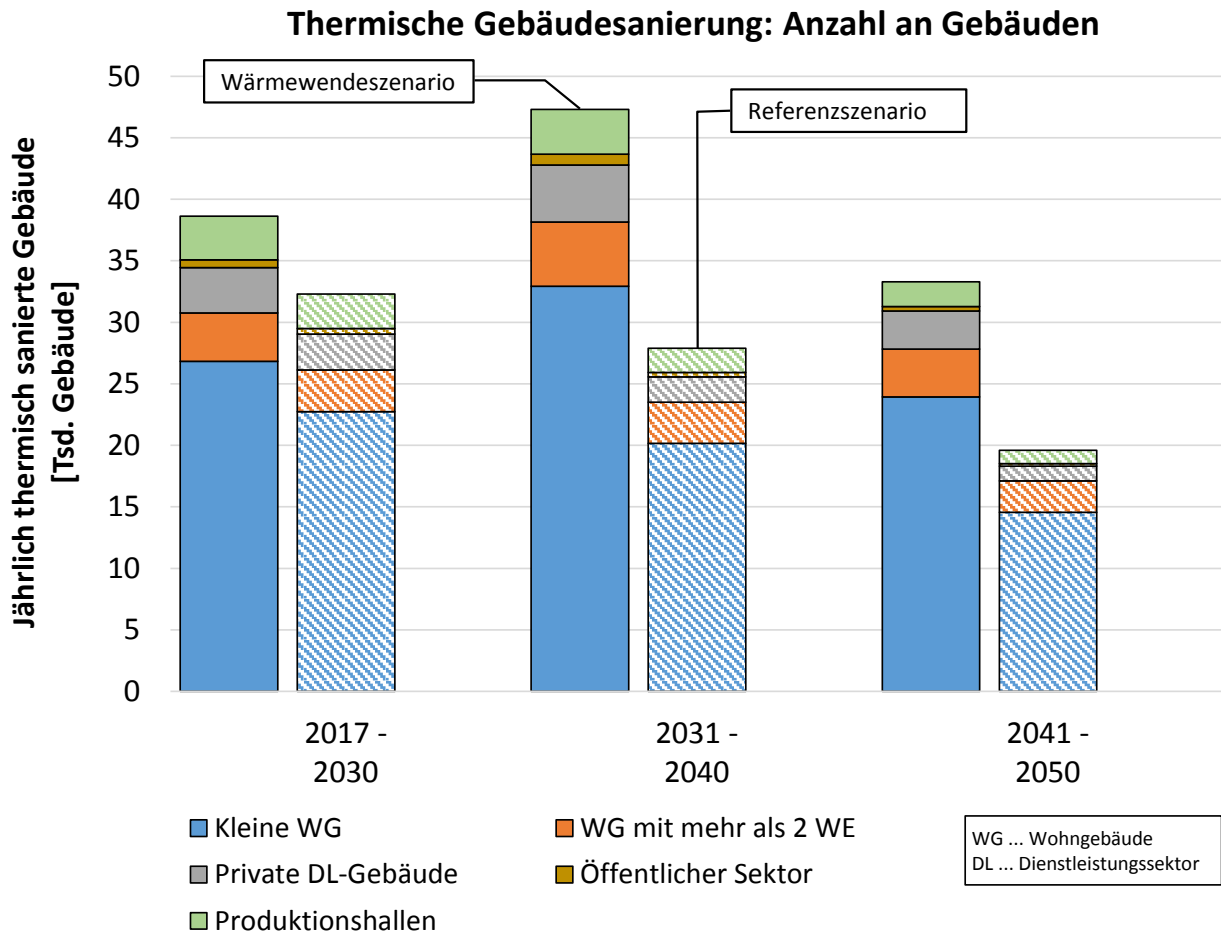


Abbildung 10. Mittlere Anzahl jährlich sanierter Gebäude nach Gebäudekategorien für die Perioden bis 2030, 2030-2040 und 2040-2050 im Wärmewende- und Referenz-Szenario

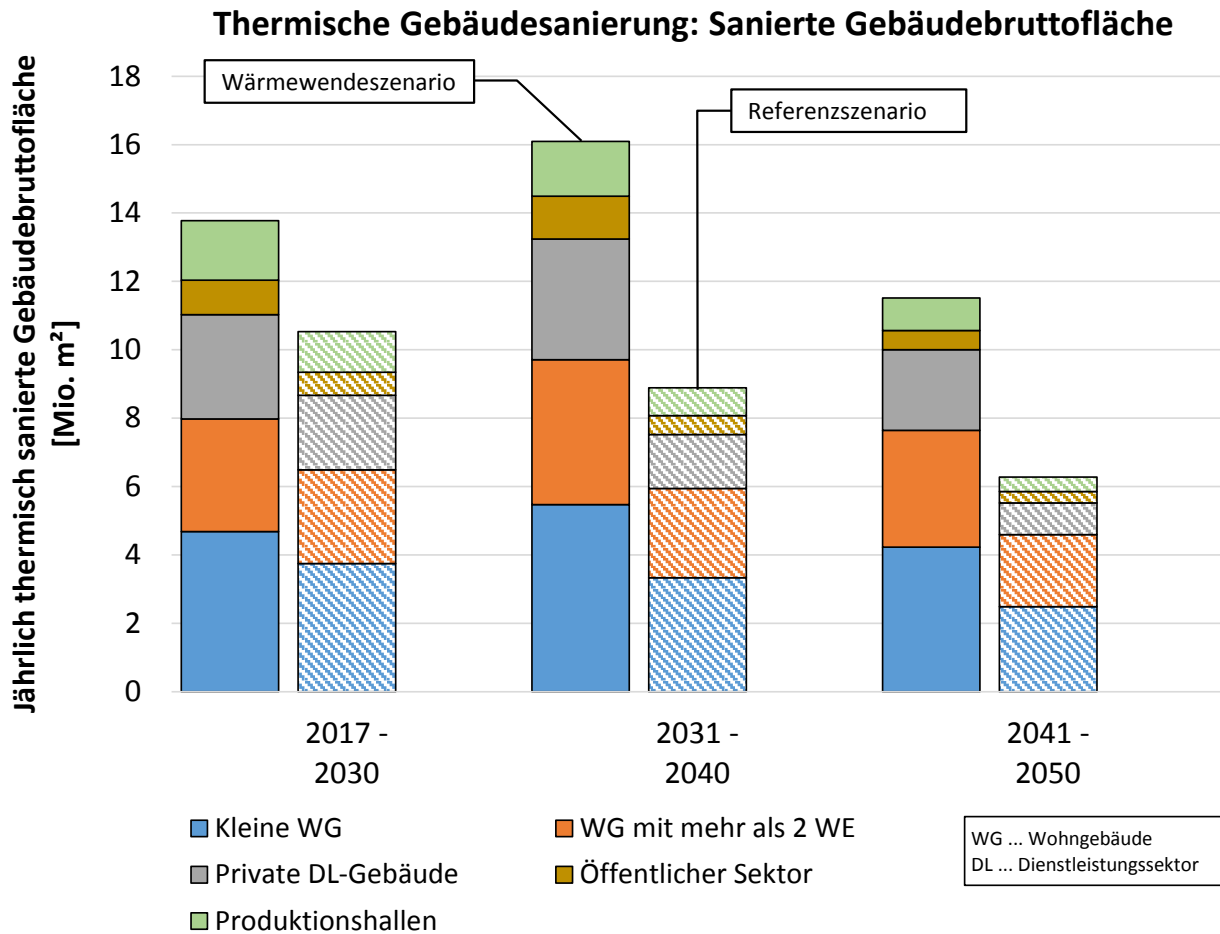


Abbildung 11. Mittlere jährlich sanierte Gebäudebruttogrößen für die Perioden bis 2030, 2030-2040 und 2040-2050 im Wärmewende- und Referenz-Szenario

3.3 Zu sanierende Gebäudehüllenflächen

Die zu sanierenden Gebäudehüllenflächen werden im Folgenden nach Gebäudekomponenten (Dach, Fassade, Kellerdecke, Fenster), sowie nach Gebäudekategorien dargestellt. Aufgrund der Gebäudegeometrie überwiegt die Sanierung der Fassadenflächen, wobei aufgrund des jeweiligen Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen die zu sanierenden Gebäudehüllenflächen von kleinen Wohngebäuden einen relevanten Anteil einnehmen.

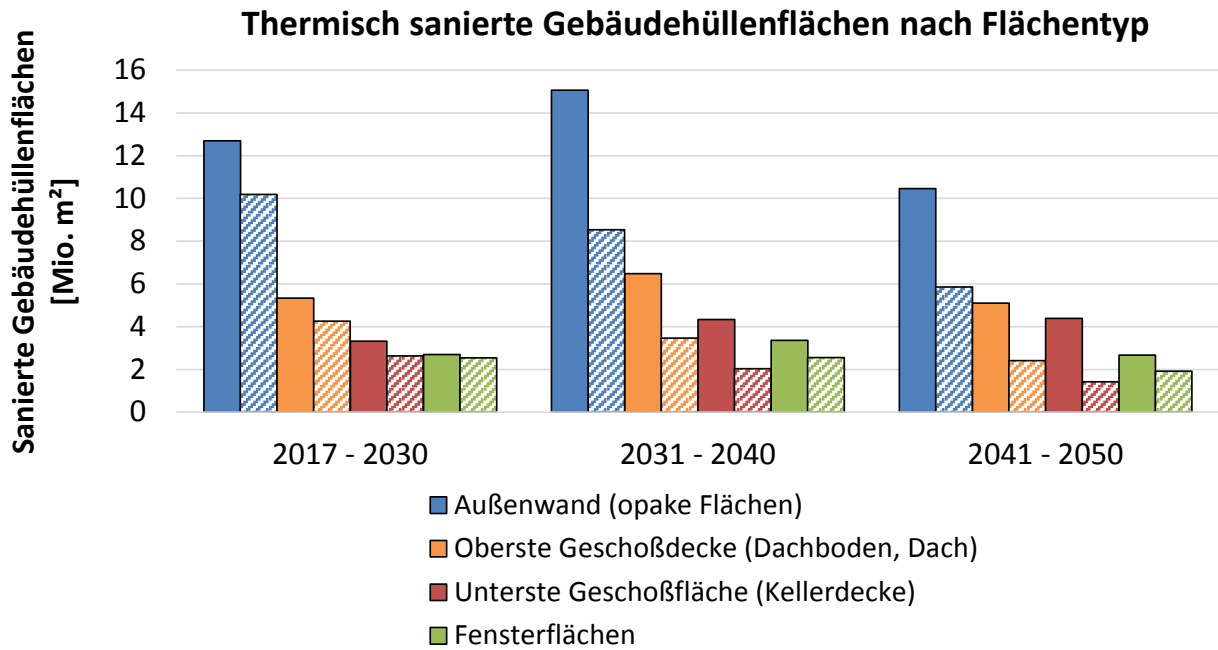


Abbildung 12. Mittlere jährlich zu sanierende Gebäudehüllenflächen nach Gebäudekomponenten für die Perioden bis 2030, 2030-2040 und 2040-2050 im Wärmewende- und Referenz-Szenario

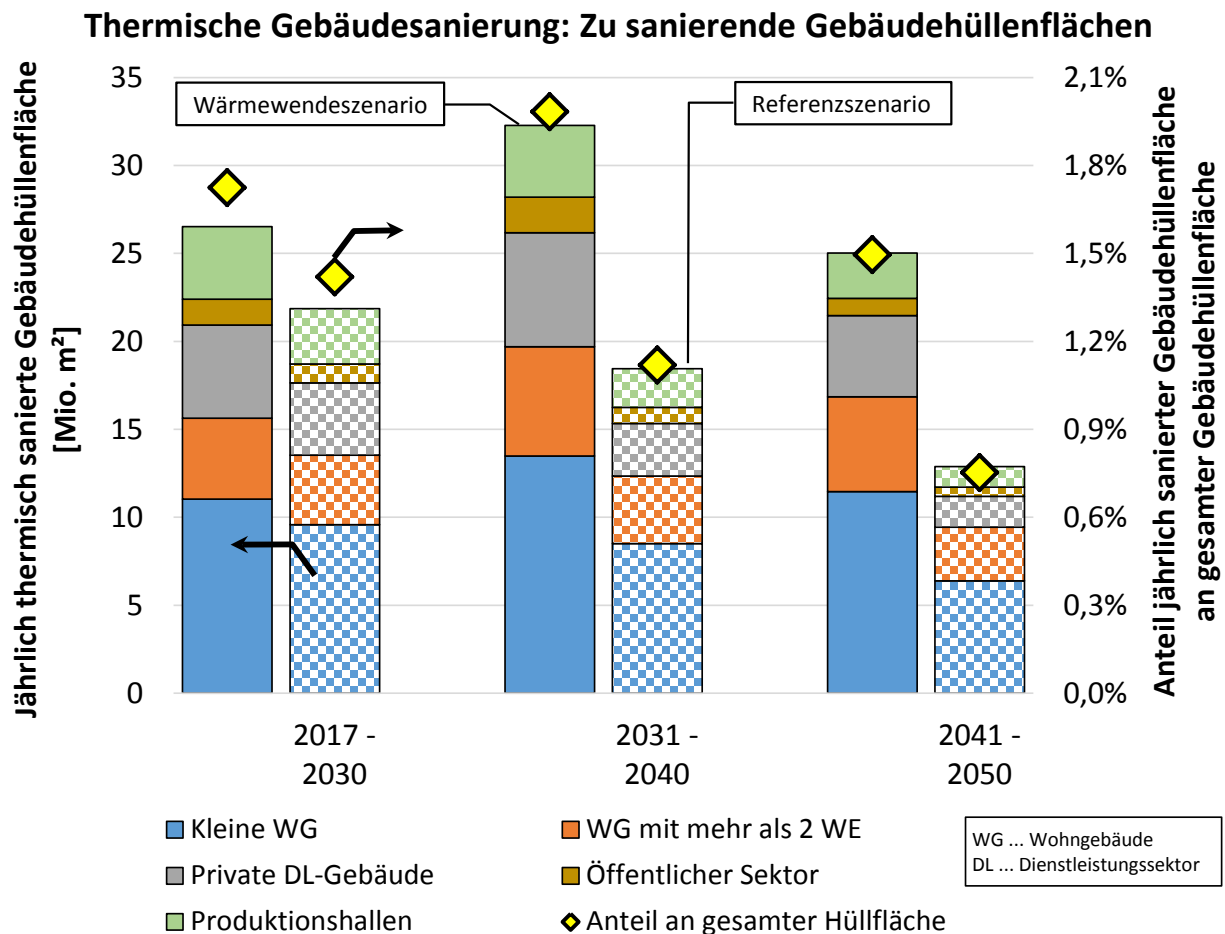


Abbildung 13. Mittlere jährlich zu sanierende Gebäudehüllenflächen nach Gebäudekategorie für die Perioden bis 2030, 2030-2040 und 2040-2050 im Wärmewende- und Referenz-Szenario

3.4 Investitionen in Bestandsgebäude

Zur Ermittlung der erforderlichen Investitionen in Bestandsgebäude werden die durchgeführten Maßnahmen in drei Komponenten zerlegt: die Investitionen in die Wärmebereitstellungstechnologien, die erforderlichen Investitionen für die thermischen Gebäudesanierungen und die Investitionen in Maßnahmen zur Instandsetzung der Gebäudehülle ohne thermische Verbesserungen. Zu diesen Maßnahmen zählen z. B. Maßnahmen zur Renovierung von Fenstern (Dichtungen, Scharniere, Ersatz von Glas bzw. Ausbesserungen der Holzrahmen, Schleifen, Streichen, etc.), Streichen der Fassade, Ausbesserungen am Putz oder Erneuerungen des Daches (Dichtheit, etc.). Für eine solche Instandsetzung sind Investitionskosten zwischen 55 €/m² (große Mehrfamilienwohngebäude und Gebäude des Dienstleistungssektors) und 75 €/m² (Einfamilienwohngebäude) angesetzt.

Im Wärmewende-Szenario stehen den Gebäuden drei unterschiedlich ambitionierte thermische Sanierungsvarianten zur Verfügung. Bei Variante 1 reduziert sich der Heizwärmebedarf von Wohngebäuden auf durchschnittlich 60 kWh/m² (Einfamilienwohngebäude) bis 40 kWh/m² (große Mehrfamilienwohngebäude). Für diese Sanierungsvariante liegen die Investitionskosten im Bereich von 130 €/m² (große Mehrfamilienwohngebäude) bis 165 €/m² (Einfamilienwohngebäude). Für Nichtwohngebäude liegen die durchschnittlichen Investitionskosten bei 112 €/m², bei einer gleichzeitig schlechteren Sanierungsqualität. Von diesen Kosten werden in Abbildung 17 27-37 €/m² den Instandsetzungskosten zugerechnet.

Die ambitionierteste thermische Sanierungsvariante, die Gebäuden im Wärmewende-Szenario zur Verfügung steht, reduziert den durchschnittlichen Heizwärmebedarf von Wohngebäuden auf 25 bis 38 kWh/m². Für diese Sanierungsvariante werden durchschnittliche Investitionskosten bei Wohngebäuden im Bereich von 210 bis 260 €/m² bilanziert. Wiederum werden 27-37 €/m² den Instandsetzungen zugeordnet.

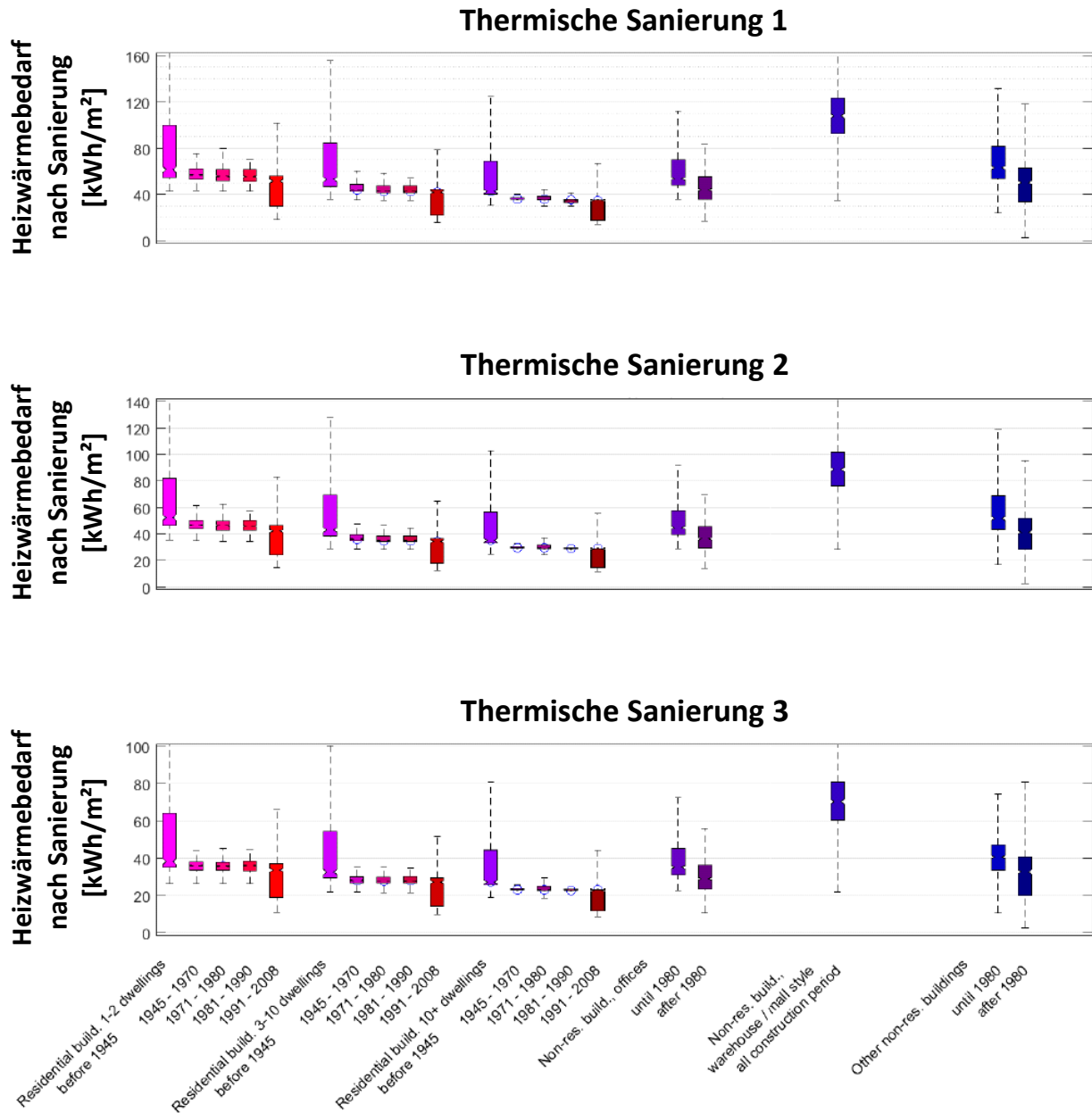


Abbildung 14. Sanierungsvarianten im Wärmewende-Szenario und Referenz-Szenario

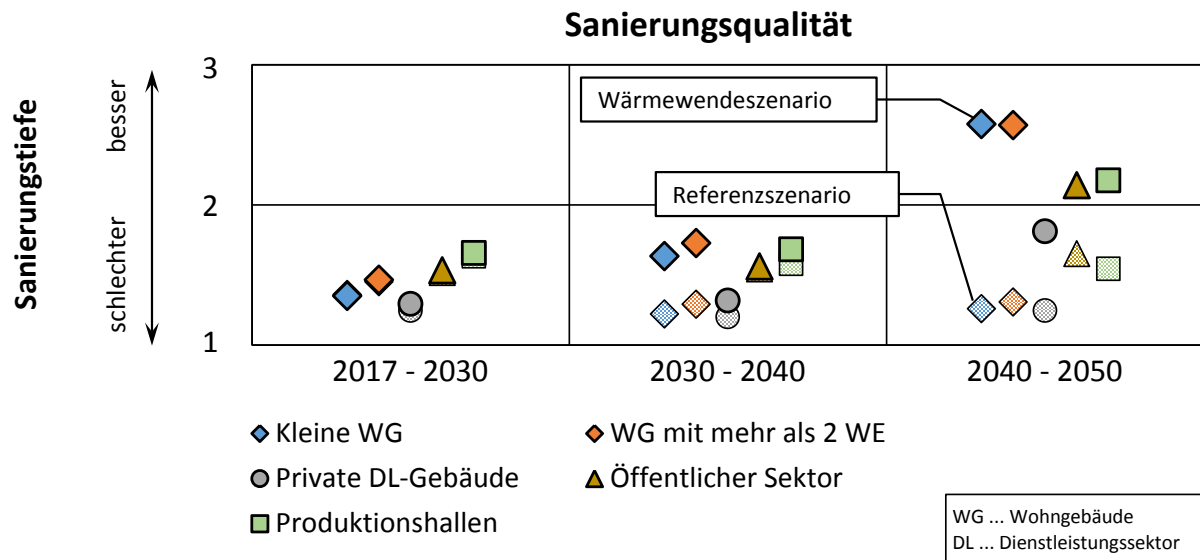


Abbildung 15. Entwicklung der durchschnittlichen Sanierungstiefe im Wärmewende- und Referenz-Szenario

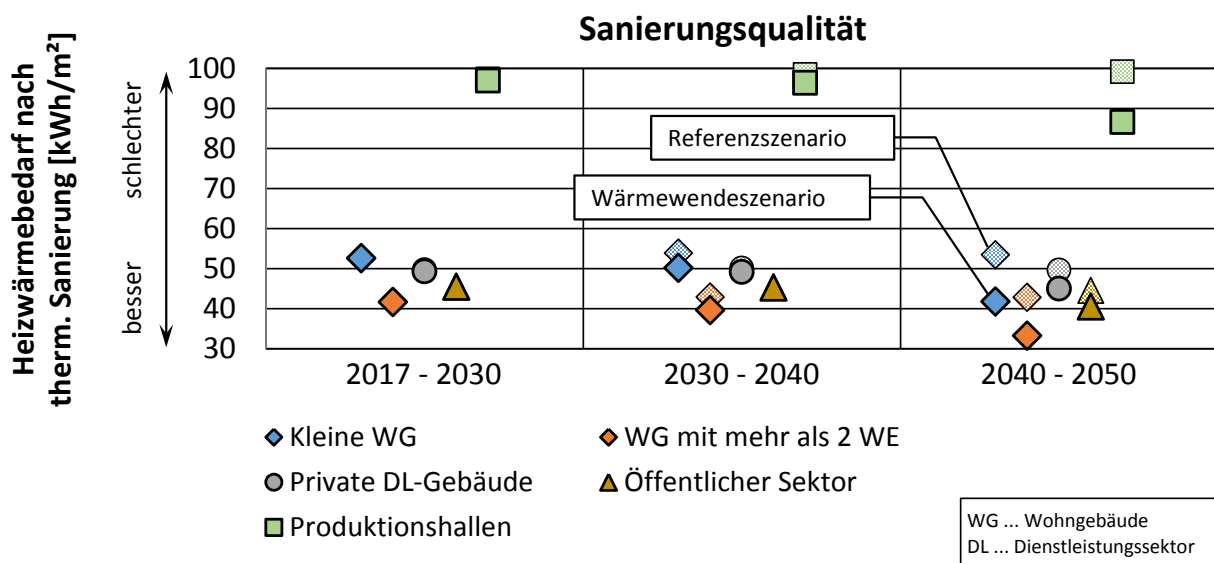


Abbildung 16. Entwicklung des durchschnittlichen Heizwärmebedarfs nach einer thermischen Sanierung im Wärmewende- und Referenz-Szenario

Im Wärmewende-Szenario steigen die jährlichen Investitionen in die thermische Gebäudesanierung von aktuell unter 1,2 Mrd. Euro auf etwa 2,3 Mrd. Euro im Zeitraum 2021 bis 2040 an. Zusätzlich fallen Investitionen in die Instandsetzung der Gebäude (ohne thermischen Effekt) sowie in die Wärmebereitstellung an. An dieser Stelle gilt es zu betonen, dass auch im Referenzszenario sowohl der Anteil an erneuerbaren Energieträgern deutlich gegenüber dem Status-quo ansteigt als auch thermische Sanierungen gegenüber dem heutigen Niveau – auf Grundlage der OIB-Richtlinie 6 – forciert werden.

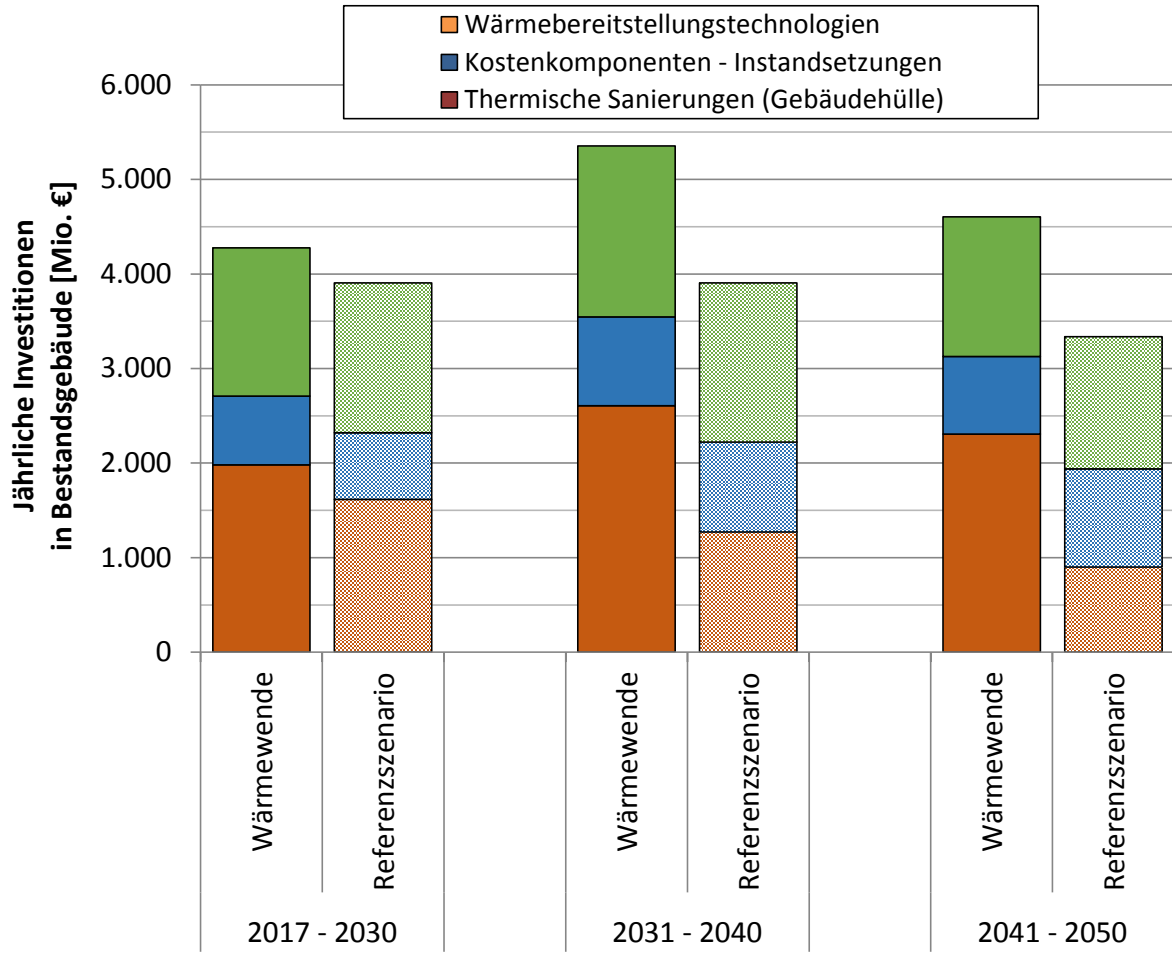


Abbildung 17. Investitionen in Bestandsgebäude

4 Zusammenfassung

Das im Rahmen des Projekts „Wärmezukunft 2050“ im Auftrag von EEÖ als „Wärmewende“ bezeichnete Szenario zeigt einen moderaten Pfad auf, der bis 2050 eine weitestgehende Dekarbonisierung des Endverbrauch-Sektors Raumwärme und Warmwasser erzielt.

Von 2018 bis 2050 reduziert sich der Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich von aktuell etwas unter 100 TWh auf etwa die Hälfte. Der bei weitem größte Beitrag resultiert aus der thermischen Sanierung der Gebäudehülle.

Im Wärmewende-Szenario steigt die jährlich einzusparende Energie in den kommenden 20 - 25 Jahren deutlich an. Bis 2040 müssen jährlich etwa 1.000 GWh, eingespart werden. Bis 2030 steigt die Anzahl der jährlich thermisch zu sanierenden Gebäude auf über 40.000 oder ca. 15 Mio. m² Gebäudebruttofläche an. Die jährlichen Investitionen in thermische Gebäudesanierung erhöhen sich von aktuell unter 1,2 Mrd. Euro auf etwa 2,3 Mrd. Euro im Zeitraum 2021 bis 2040.

Unter der Voraussetzung dieser Sanierungsaktivitäten ist bis zum Jahr 2050 ein nahezu 100%iger Verzicht auf fossile Energien zur Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung möglich. Aber ein solcher vollständiger Umstieg auf erneuerbare Energieträger ist in mehrfacher Hinsicht davon abhängig, dass auch die Ziele der thermischen Gebäudehüllensanierung erreicht werden. Die thermische Gebäudesanierung ist für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden erforderlich und ermöglicht den sparsamen Umgang mit Biomasse-Ressourcen sowie einen nachhaltigen Umbau des Fernwärmesektors.

Zur Umsetzung des Wärmewende-Szenarios braucht es ein breites Bündel an politischen Instrumenten, wie z. B. die Umsetzung individueller Gebäudesanierungsfahrpläne, eine entsprechend hohe Dotierung öffentlicher Förderbudgets, die konsequente Umsetzung des nationalen Plans der Wärmeschutzanforderungen oder eine CO₂-Abgabe.

Das Wärmewende-Szenario unterstellt einen langsamen Prozess zur Umsetzung dieser politischen Instrumente. Allerdings wäre es im Sinne der stark begrenzten verfügbaren Kohlenstoff-Emissionsbudgets wichtig, raschere Schritte zu setzen. Durch die sofortige Umsetzung der oben erwähnten Instrumente könnte eine Anhebung der Sanierungsrate auf 3 % erreicht werden, und somit die Energieeinsparungen bis 2030 um 40 % gegenüber dem Wärmewende-Szenario gesteigert werden. Das würde eine zusätzliche Reduktion des Endenergiebedarfs um etwa 9 % bis 2030 bedeuten.

5 Literaturverzeichnis

- Kranzl, L., Hummel, M., Müller, A., Steinbach, J., 2013. Renewable heating: Perspectives and the impact of policy instruments. Energy Policy. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.050>
- Kranzl, L., Müller, A., Maia, I., Büchele, R., Hartner, M., 2018. Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich. Auftraggeber: Erneuerbare Energie Österreich, Wien.
- Müller, A., 2015. Energy Demand Assessment for Space Conditioning and Domestic Hot Water: A Case Study for the Austrian Building Stock (PhD-Thesis). Technische Universität Wien, Wien.
- Müller, A., Fritz, S., Kranzl, L., 2017. Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Ein Projekt im Rahmen der energiewirtschaftliche Szenarien für den klima- und energiepolitischen Rahmen 2030 und 2050 und den Monitoring Mechanism 2017. Endbericht (Ausarbeitung im Auftrag der Umweltbundesamt GmbH, Wien). TU Wien, e-think, Wien.