Dokumentation für das FLAMME-Simulationsmodell für energetische Modernisierungen im deutschen Mietwohngebäudebestand

Dokumentation erstellt von: Leo Reutter

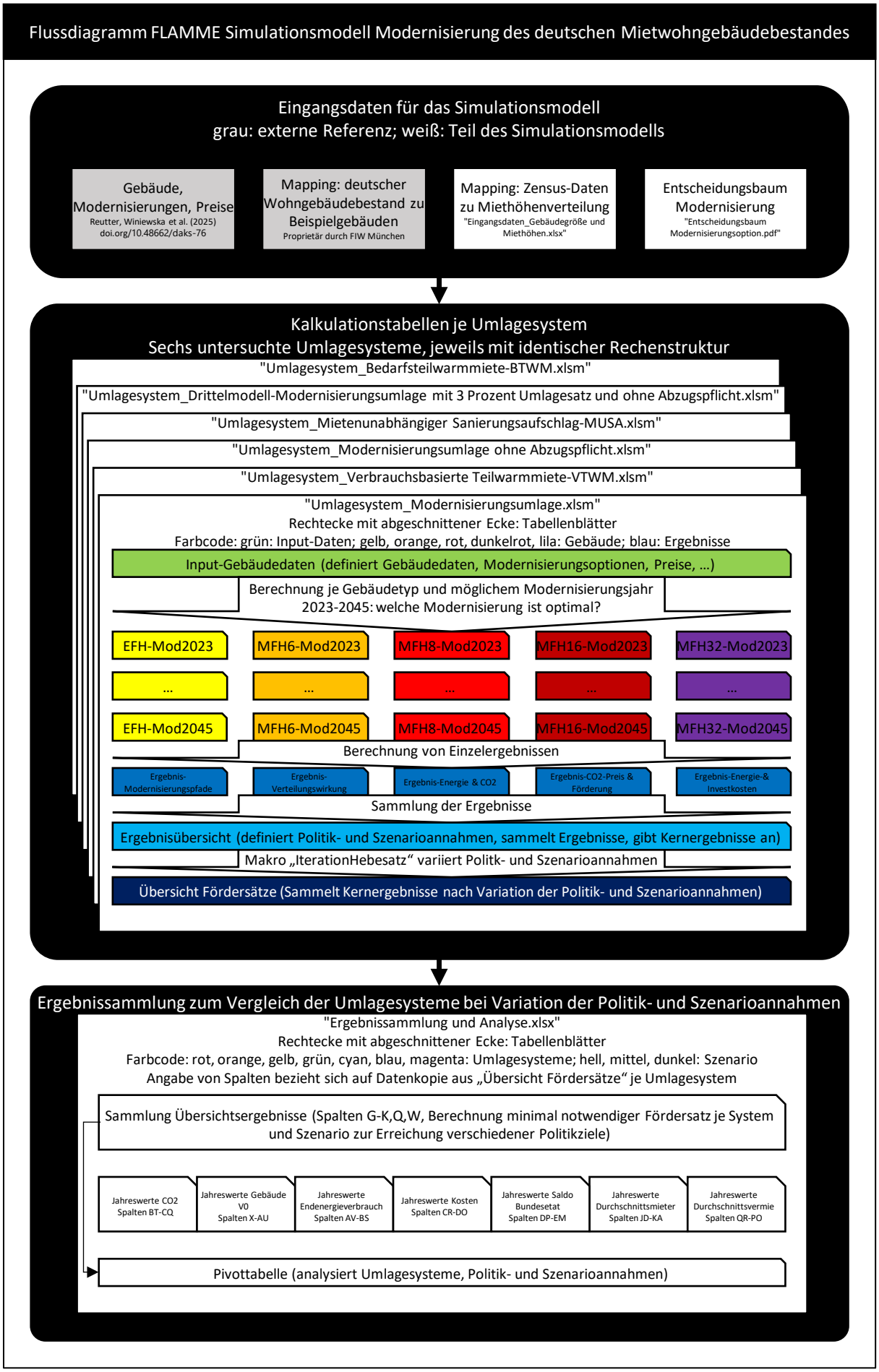
Simulationsmodell hauptsächlich erstellt von: Leo Reutter. Beigetragen haben auch Dr. Manuel Lindauer (FIW München), Wolfgang Schmidt (FIW München), Christoph Sprengard (FIW München), Dr. Bernadetta Winiewska (ITG Dresden)

Die vorliegende Dokumentation soll das veröffentlichte Simulationsmodell verständlich erklären und der Leserin die Überarbeitung ermöglichen.

1 Grundsätzlicher Aufbau

Die Abbildung zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Simulationsmodells, dem auch diese Dokumentation folgt. Am Anfang stehen die Modell-Eingangsvariablen. Für jedes untersuchte Umlagesystem werden dann in einem einzelnen Tabellenblatt die Modernisierungsentscheidungen für den gesamten Mietwohngebäudebestand bis 2045 simuliert, wobei auch noch die Politik- und Szenarioannahmen variiert werden. Schließlich werden die Ergebnisse über alle Umlagesysteme gesammelt und vergleichend analysiert.

In dem Teilordner „Tabellen ohne Makros und als CSV“ sind noch einmal der Makro-Code für die Umlagesystem-Tabellen (IterationHebesatz.txt), die Berechnungstabellen ohne Makro als XLSX und die Tabellenblätter „Übersicht Fördersätze“ als reine Datentabellen im CSV-Format abgespeichert.


Flussdiagramm FLAMME Simulationsmodell Modernisierung des deutschen Mietwohngebäudebestandes
Eingangsdaten für das Simulationsmodell
grau: externe Referenz; weiß: Teil des Simulationsmodells
Gebäude, Modernisierungen, Preise
Reutter, Winiewska et al. (2025)
doi.org/10.48662/daks-76
Mapping: deutscher Wohngebäudebestand zu Beispielgebäuden
Proprietär durch FIW München
Mapping: Zensus-Daten zu Miethöhenverteilung
"Eingangsdaten_Gebäudegröße und Miethöhen.xlsx"
Entscheidungsbaum Modernisierung
"Entscheidungsbaum Modernisierungsoption.pdf"
Kalkulationstabellen je Umlagesystem
Sechs untersuchte Umlagesysteme, jeweils mit identischer Rechenstruktur
"Umlagesystem_Bedarfsteilwarmmiete-BTWM.xlsm"
"Umlagesystem_Drittelmodell-Modernisierungsumlage mit 3 Prozent Umlagesatz und ohne Abzugspflicht.xlsm"
"Umlagesystem_Mietenunabhängiger Sanierungsaufschlag-MUSA.xlsm"
"Umlagesystem_Modernisierungsumlage ohne Abzugspflicht.xlsm"
"Umlagesystem_Verbrauchsbasierte Teilwarmmiete-VTWM.xlsm"
"Umlagesystem_Modernisierungsumlage.xlsm"
Rechtecke mit abgeschnittener Ecke: Tabellenblätter
Farbcode: grün: Input-Daten; gelb, orange, rot, dunkelrot, lila: Gebäude; blau: Ergebnisse
Input-Gebäudedaten (definiert Gebäudedaten, Modernisierungsoptionen, Preise, ...)
Berechnung je Gebäudetyp und möglichem Modernisierungsjahr
2023-2045: welche Modernisierung ist optimal?
EFH-Mod2023
MFH6-Mod2023
MFH8-Mod2023
MFH16-Mod2023
MFH32-Mod2023
...
EFH-Mod2045
MFH6-Mod2045
MFH8-Mod2045
MFH16-Mod2045
MFH32-Mod2045
Berechnung von Einzelergebnissen
Ergebnis-Modernisierungspfade
Ergebnis-Verteilungswirkung
Ergebnis-Energie & CO2
Ergebnis-CO2-Preis & Förderung
Ergebnis-Energie-& Investkosten
Sammlung der Ergebnisse
Ergebnisübersicht (definiert Politik- und Szenarioannahmen, sammelt Ergebnisse, gibt Kernergebnisse an)
Makro „IterationHebesatz“ variiert Politk- und Szenarioannahmen
Übersicht Fördersätze (Sammelt Kernergebnisse nach Variation der Politik- und Szenarioannahmen)
Ergebnissammlung zum Vergleich der Umlagesysteme bei Variation der Politik- und Szenarioannahmen
"Ergebnissammlung und Analyse.xlsx"
Rechtecke mit abgeschnittener Ecke: Tabellenblätter
Farbcode: rot, orange, gelb, grün, cyan, blau, magenta: Umlagesysteme; hell, mittel, dunkel: Szenario
Angabe von Spalten bezieht sich auf Datenkopie aus „Übersicht Fördersätze“ je Umlagesystem
Sammlung Übersichtsergebnisse (Spalten G-K,Q,W, Berechnung minimal notwendiger Fördersatz je System und Szenario zur Erreichung verschiedener Politikziele)
Jahreswerte CO2 Spalten BT-CQ
Jahreswerte Gebäude V0 Spalten X-AU
Jahreswerte Endenergieverbrauch Spalten AV-BS
Jahreswerte Kosten Spalten CR-DO
Jahreswerte Saldo Bundesetat Spalten DP-EM
Jahreswerte Durchschnittsmieter Spalten JD-KA
Jahreswerte Durchschnittsvermie Spalten QR-PO
Pivottabelle (analysiert Umlagesysteme, Politik- und Szenarioannahmen)

2 Eingangsdaten

In das Simulationsmodell fließen Eingangsdaten aus vier Quellen ein, die nachfolgend erklärt werden.

2.1 Gebäude, Modernisierungen, Preise

Die Gebäudedaten, Modernisierungsoptionen, und das Inflations- und Preisszenario sind übernommen von Reutter und Winiewska (2025). Für die Kostenszenarien über 2043 hinaus wird der Inflationspfad fortgeschrieben und alle Preise entsprechend jährlich angepasst. Die Ausnahme hierfür bildet der CO_2-Preis, der langfristig konstant mit nominal 300 €/Tonne angenommen wird.

2.2 Mapping: deutscher Wohngebäudebestand zu Beispielgebäuden

Die Zuordnung der untersuchten Beispielgebäude auf den gesamten Mietwohngebäudebestand erfolgt im Rahmen des proprietären „Gebäudemodell Deutschland“ von FIW München und ITG Dresden. Es werden im Wesentlichen die Gebäudegrößen und unterstellte Vermietungsquoten herangezogen.

2.3 Mapping: Zensus-Daten zu Miethöhenverteilung

In Erweiterung des Modells von Reutter und Winiewska (2025) werden unterschiedliche Miethöhen (6,00 €/m²/Monat, 8,50 €/m²/Monat, 10,00 €/m²/Monat, 15,00 €/m²/Monat, 20,00 €/m²/Monat) analysiert. Für die Zuordnung werden Daten des Zensus 2022 herangezogen, die Miethöhen in Bestandsmietverhältnissen abhängig von der Gebäudegröße in 1,00-€-Schritten angeben (Destatis 2025). Herausgerechnet werden die mietfrei überlassenen Wohnungen. Da der Zensus Bestandsmieten abfragt, das Simulationsmodell aber auf Neuvertragsmieten abstellt, wird der Anteil der niedrigen Miethöhen am Mietwohngebäudebestand überschätzt. Die Berechnung kann in „Eingangsdaten_Gebäudegröße und Miethöhen.xls“ nachvollzogen werden.

2.4 Entscheidungsbaum Modernisierung

Für die Zuordnung knapper Handwerkskapazitäten auf den Gebäudebestand wird ein klarer Entscheidungsbaum angenommen. Jede Eigentümerin eines unmodernisierten Gebäudes stellt sich im betrachteten Zeitraum 2023 bis 2045 jährlich die Frage, ob eine der drei modellierten Modernisierungsoptionen die größten diskontierten Mieteinnahmen abzüglich der für die Vermieterin anfallenden Kosten über die nächsten 20 Jahre verspricht, oder ob die reine Instandhaltung wertvoller ist. Wenn die Komplettsanierung für die Vermieterin optimal ist, bewirbt sich sozusagen das Gebäude auf die Handwerkskapazitäten. Wenn die Kapazitäten für alle Bewerbungen ausreichen, geht das Gebäude in den komplettsanierten Zustand über. Reichen die Kapazitäten nicht, werden alle verfügbaren Kapazitäten auf die Bewerbungen gleichmäßig verteilt. Für alle Gebäude, die nicht die Komplettsanierung durchführen wollten oder konnten, wird nun für die kleine Außenhüllensanierung wieder Optimalität und Verfügbarkeit geprüft. Dasselbe wird dann mit dem reinen Anlagenaustausch wiederholt. Alle Gebäude, für die keine Modernisierung möglich oder wirtschaftlich war, verbleiben im nicht-modernisierten Zustand und stellen sich im folgenden Jahr wieder dieselbe Frage. Der Entscheidungsbaum ist in „Entscheidungsbaum Modernisierungsoptionen.pdf“ dargestellt.

3 Kalkulationstabellen je Umlagesystem

Für jedes untersuchte Umlagesystem wird eine eigene Kalkulationstabelle mit Makros benötigt. Die Dateibezeichnungen geben den Kurz- und Langnamen des Umlagesystems an. Die Arbeitsmappen sind jeweils identisch aufgebaut. Die einzelnen Tabellenblätter sind farblich kodiert. Außerdem verweisen die Farbtöne gelb, orange, rot, dunkelrot und lila stets auf die verschiedenen Beispielgebäude. Im Folgenden werden die Tabellenblätter jeweils beschrieben.

3.1 Input-Gebäudedaten

Fast alle Daten hier sind übernommen von Reutter und Winiewska (2025). Ergänzt werden sie von den oben beschriebenen Zuordnungen der Beispielgebäude auf die Miethöhen und den deutschen Mietwohngebäudebestand.

Der erste Tabellenblock (A1:C8) definiert globale Parameter, die für alle Gebäude und Modernisierungszeitpunkte gleichermaßen gelten.

A11:AR32 legt den BIP-Deflator und damit das Inflationsszenario 2023-2064 an sowie die angenommenen Preise für die verschiedenen im Modell berücksichtigten Energieträger und den CO_2-Preis.

Es folgen für die fünf Gebäudetypen identisch aufgebaute Tabellenblöcke. Sie sind hier für das Einfamilienhaus EFH beispielhaft benannt. A35:C55 gibt allgemeine Gebäudeinformationen wie Größe und Anteile der jeweiligen Miethöhen, Anzahl der Gebäude und Anzahl der Wohneinheiten an.

A57:AR75 definiert den energetischen Ausgangszustand mit den entsprechenden Kostenpunkten für Energieverbrauch, Instandhaltung und Betrieb.

A77:AR95 beschreibt analog den energetischen Zustand bei einer Modernisierung der Anlagentechnik (V1). A97:AR113 gibt darüber hinaus die Investitionskosten an, jeweils je nachdem, wann die Modernisierung durchgeführt würde (Ausgangskosten * BIP-Deflator). Es werden ebenso die förderfähigen Kosten je Modernisierungsjahr berechnet. Für die Bauteile Anlagentechnik, Fenster und Gebäudedämmung werden diese Kosten noch einmal heruntergebrochen. Der Fördersatz entspricht der Förderkulisse von 2023 zuzüglich einer pauschalen Erhöhung/Erniedrigung um einen in 'Ergebnis-Modernisierungspfade'!C2 definierten Hebesatz. Die Förderquote kann weder 0% unter- noch 100% überschreiten. Je nach Kapitalzinssatz (für alle Gebäude gleich) wird die Annuität der Kapitalkosten danach berechnet, wann die Modernisierung durchgeführt würde. Ebenso wird ein für das jeweilige Modernisierungsjahr relevanter Restwert der Modernisierungsmaßnahme nach 20 Jahren der Kreditlaufzeit berechnet. A115:AR151 und A153:AR189 wiederholen die Struktur für eine Modernisierung der Anlagentechnik und der Fenster (V2) bzw. der Komplettmodernisierung der Anlagentechnik und der Gebäudedämmung (V3).

Danach folgen die vier weiteren Gebäudetypen im selben Muster.

3.2 Berechnungstabellen je Gebäude und Modernisierungsjahr

Für jedes einzelne Gebäude und jeden möglichen Modernisierungszeitpunkt wird ein eigenes Tabellenblatt verwendet, um die Optimalität der Modernisierungsoptionen gegenüber der Instandhaltungsoption zu berechnen.

A1:C1 ist eine Kopfzeile zur Identifikation des Modernisierungsjahres

A3:U5 gibt die Optimierungsergebnisse differenziert nach Mietniveaus an. Zeile 4 ist ein nicht mehr benötigtes Relikt. Die schrittweise Optimierung folgt dem Entscheidungsalgorithmus. Im ersten Block wird die optimale Modernisierung benannt, wenn alle Modernisierungsoptionen verfügbar sind, der zweite Block zeigt das Ergebnis, wenn nur V2 und V1 verfügbar wären und der dritte Block, wenn nur V1 verfügbar wäre. Grundlage für die Optimierung ist die Summe der diskontierten Einnahmen der Vermieterin abzüglich all ihrer Kosten über die ersten 20 Jahre nach der Modernisierung, die nachfolgend berechnet werden.

A7:AR10 greift für jedes Jahr den BIP-Deflator auf und berechnet das Gewicht des Altmieters in der Optimierungsüberlegung der Vermieterin. Angenommen wird, dass bis zum Modernisierungsjahr stets die ortsübliche Vergleichsmiete gezahlt wird, also keine Differenzierung in Alt- und Neumieter nötig ist. Ab der Modernisierung wird eine exogene Mieterwechselwahrscheinlichkeit unterstellt. Für das

Gewicht des Altmieters sind die Zahlungsvorschriften des jeweiligen Umlagesystems relevant. Für den Neumieter wird unterstellt, dass dieser wieder stets die nach der Modernisierung relevante ortsübliche Vergleichsmiete zahlen muss. Eigentlich müsste für jedes Mieterwechseljahr differenziert werden, ob der Neumieter ein wirklicher Neumieter ist und die Neuvertragsmiete zahlen muss, oder ob er ein dann alter Neumieter ist, für den nur noch die ortsübliche Vergleichsmiete einschlägig ist. Diese Differenzierung würde jedoch eine weitere exponentielle Erhöhung des Berechnungsaufwandes bedeuten, sodass davon abgesehen wurde. Als Folge sind die Mietmehrzahlungen des durchschnittlichen Neumieters etwas unterschätzt.

Es folgt zunächst eine nominelle Berechnung der Zahlungsströme, abhängig vom Mietniveau (A12).

A13:AR17 gibt die gebäudespezifischen Kosten an, wenn nicht modernisiert würde. A19:A37 modelliert die marktspezifischen Daten sowie die Mieter- und Vermieterinnenperspektive im niedrigsten Ausgangsmietniveau. Es folgen dieselben Überlegungen für die teureren Mietniveaus in V0.

A19:AC19 definieren das Mietniveau. A20:AR23 berechnen den Wohnwert, der unabhängig von der Anlastung und Höhe der Energiekosten ist, den Marktwert bei Neuvermietung, die zulässige Neuvertragsmiete und die daraus resultierende ortsübliche Vergleichsmiete. Letztere bildet sich aus den letzten 6 Jahren der zulässigen Neuvertragsmieten. Für die ersten Jahre wird diese aus dem Marktwert ermittelt.

A25:AR30 berechnen die für jedes Umlagesystem relevanten Kosten des Mieters, sodass jährliche Gesamtwohnkosten des Mieters berechnet werden können.

A32:AR37 modelliert dasselbe analog für die Vermieterin. Hervorzuheben ist die entscheidungsrelevante Summe, die nur dann den Saldo der Vermieterin angibt, wenn das entsprechende Jahr innerhalb der ersten 20 Jahre nach der Modernisierung liegt.

A119 definiert den ersten Modernisierungsfall. A120:AR126 gibt je Umlagesystem zusätzlich zu den gebäudespezifischen Kosten auch die Modernisierungskosten, den Restwert, und etwaige Kostenpunkte für das Umlagesystem wieder. A127:AR132 passt die Marktdaten je Mietniveau an die Energiekosten nach der Modernisierung an und berechnet darüber hinaus etwaige Zahlungen je nach Umlagesystem. A134:AR139 und A141:AR148 passt die obigen Blöcke für den Modernisierungsfall an. Ausdrücklich zu benennen sind hier noch die Ergänzung der Vermieterinnenperspektive um die Investitionskosten und den Restwert.

Nach Wiederholung dieses Aufbaus, zunächst für jede Miethöhe und dann für jede Modernisierungsoption, gibt die zweite Tabellenhälfte ab A489 den diskontierten Wert wieder, sodass die unterstellte Zeitpräferenz der Vermieterin (identisch mit der Inflationsrate) berücksichtig wird und alle Zahlungen in der Ergebnisdarstellung vergleichbar in $€_{2023}$ dargestellt sind. Hierfür wird für jede Zelle der oberen Tabellenhälfte der modellierte Wert mit dem BIP-Deflator multipliziert.

3.3 Ergebnisse

Die Berechnungen der optimalen Modernisierungen je Gebäude, Jahr, Mietniveau und verfügbaren Handwerkskapazitäten fließen in die Ergebnisberechnungen ein.

3.3.1 Modernisierungspfade

A1:K3 sind Relikte, die nicht mehr benötigt werden.

A4:F5 nimmt das Handwerkskapazitätenszenario aus der Ergebnisübersicht und übersetzt es in jährliche Bearbeitungskapazitäten in Gebäuden.

Zeilen 7:137 sind Relikte, die nicht mehr benötigt werden.

A139:AA165 ermittelt aus den Einzelgebäude- und Jahresberechnungen die jährliche Nachfrage nach der Komplettmodernisierung (V3) differenziert nach Gebäudetyp und Mietniveau. Angegeben sind Anzahlen von Gebäuden. A167:AA193 gleicht ab, wie viele der nachgefragten Komplettmodernisierungen durchgeführt werden können. Bei Übernachfrage werden die verfügbaren Kapazitäten gleichmäßig auf alle Gebäude verteilt.

A195:AA249 und A251:AA305 wiederholt die Berechnung dem Entscheidungsbaum folgend für die Teilmodernisierung V2 und den reinen Anlagenwechsel V1.

A307:AA408 sammelt die oben berechneten jährlichen Übergänge von V0 in die modernisierten Zustände. A410:AA511 gibt einen Überblick über den Gebäudebestand je Gebäudetyp, Modernisierungsstand und Mietniveau. A513:AA539 und A542:AA563 aggregiert die Zahlen ohne Differenzierung nach Mietniveaus. C564:AA566 gibt die Modernisierungstätigkeit an und A568:AA592 rechnet die Ergebnistabelle in Wohneinheiten um.

3.3.2 Verteilungswirkung

Die Berechnung der Verteilungswirkung ist mit Abstand die größte Tabelle, was Berechnungsschritte angeht. Das liegt aber an der Differenzierung nach Mietniveau, Modernisierungszeitpunkt und Gebäudetyp. Die einzelnen Berechnungen sind alle ähnlich aufgebaut.

Die obere Tabellenhälfte ist wiederum für die Nominalberechnung, die untere Hälfte diskontiert die Werte.

A3:Z4 greift auf den Bundessaldo zurück und ermittelt für jedes Jahr den Einnahmenüberschuss des Bundes aus dem CO_2-Preis abzüglich der gezahlten Förderung. Es wird eine gleichmäßige Auszahlung (bzw. Belastung bei negativen Werten) über alle Wohneinheiten überschlagen.

Es folgt eine Darstellung der Berechnung für das Einfamilienhaus im niedrigsten Mietniveau. Die weiteren Berechnungen erfolgen analog. Grüne Zellen bedeuten komplexere Berechnungen innerhalb dieses Tabellenblattes, blaue Zellen sind reine Bezüge auf andere Tabellenblätter. Zellen ohne Farbe enthalten einfachere Berechnungen.

A7:Z78 ermittelt aus den Modernisierungspfaden wie viele Wohnungen für das Gebäude und das Mietniveau jedes Jahr entweder unmodernisiert (C8:Z8) sind oder in einem bestimmten Jahr modernisiert wurden (D9:Z77). Die Tabelle folgt insgesamt einem dreieckigen Aufbau entlang der Hauptdiagonalen von oben links nach unten rechts. Für Jahre bis einschließlich des Modernisierungsjahres (Spalte A) ist der Zellenwert stets 0. Für Jahre nach dem Modernisierungsjahr wird aus den Modernisierungspfaden ausgelesen, wie viele Wohneinheiten in welchen modernisierten Zustand übergegangen sind. Für die weiteren Jahre bleibt der Zellenwert dann konstant.

A80:Z150 liest aus den einzelnen Tabellenblättern je Gebäude und Mietniveau für jede Kombination aus Modernisierungsjahr und Modernisierungsoption aus, welchen Saldo die Vermieterin in jedem Jahr erwarten kann.

A152:Z222 multipliziert die beiden oben beschriebenen Tabellen miteinander und dividiert jeden Zellenwert mit der Gesamtsumme der relevanten Wohneinheiten, um die Payoffs der Vermieterin u gewichten. B223:Z223 berechnet die Summe einer jeden Spalte dieser Tabelle, um die durchschnittlichen Payoffs der Vermieterin zu ermitteln. Wenn keine Gebäude in einem Jahr modernisiert werden, ergibt die Berechnung einen Null-Divisions-Fehler. Dieses Verhalten ist so vorgesehen.

A225:Z295 ermittelt das Gewicht des Altmieters je nach Jahr und Modernisierungsjahr.

A297:Z367 gibt die Payoffs des Altmieters je nach Modernisierungsjahr, Jahr und Modernisierungsoption an.

A369:Z440 gewichtet und summiert diese Payoffs wie bei der Vermieterin.

A442:Z585 wiederholt dasselbe analog für den Neumieter.

B587:Z89 wiederholt noch einmal die Durchschnittswerte für Vermieterin und den kombinierten Mieter.

Für die anderen Mietniveaus und Gebäudetypen folgen dieselben Berechnungen analog. Danach wird diskontiert. Ab Zeile 14680 folgt ein Überblick über alle Gebäude und Mietniveaus, in nomineller und diskontierter Form. Ganz unten gibt es noch eine sehr aggregierte Darstellung der durchschnittlichen Payoffs für die Vermieterin, den Mieter und das Klimageld.

3.3.3 Energie- und CO_2

A1:AB102 greift auf die Modernisierungspfade und die gebäude- und modernisierungsspezifischen Werte für den Endenergieverbrauch zu, um für jedes Jahr, jedes Gebäude und jedes Mietniveau den Gesamtendenergieverbrauch zu berechnen. D104:AB110 gibt einen Überblick.

A145:AB246 und D248:AB254 tun dasselbe analog für die CO_2-Emissionen.

3.3.4 CO_2-Preis und Förderung

Die Tabelle ist wieder in eine nominale und eine diskontierte Hälfte unterteilt.

D2:AB3 greift auf den CO_2-Preis zu. A4:AB104 ermittelt für jedes Jahr, jeden Gebäudetyp und jedes Mietniveau die Zahlungen für den CO_2-Preis.

A107:AB183 berechnet die Ausgaben des Bundes für die Förderung der Modernisierungsmaßnahmen.

D185:AB188 berechnet einen Saldo.

Es folgt die Diskontierung.

3.3.5 Energie- und Investkosten

Auch diese Tabelle ist in nominal- und diskontierte Kosten unterteilt.

A2:AB104 berechnet die Gesamtausgaben für den Endenergieverbrauch je nach Jahr, Gebäudetyp und Mietniveau.

Es folgen dieselben Berechnungen für den CO_2-Preis, die Instandhaltungskosten, die betriebsbedingten Kosten und die Modernisierungskosten, sowie eine Überblickstabelle.

3.3.6 Ergebnisübersicht

Die Ergebnisübersicht aggregiert die wichtigsten Einzelergebnisse. In der Kopfzeile A1:E2 werden die Politik- und Szenariovariablen definiert. A3:B3 gibt die Anzahl der bis zum Ende des Modellzeitraums 2045 noch nicht modernisierten Gebäude wieder.

A5:PI6 gibt die wichtigsten Ergebnisse an, die als gesamte Zeile für die weiteren Berechnungen zur Variation der Politik- und Szenarioannahmen verwendbar sind. Danach folgen Wiederholungen der Übersichtstabellen jedes Einzelergebnisses.

3.3.7 Makro

Für die vollfaktorielle Variation der Politik- und Szenarioannahmen wird ein Makro („IterationHebesatz“) verwendet. Es bezieht sich auf das vorbereitete Tabellenblatt Übersicht Fördersätze, wo jeweils für drei Handwerkskapazitätsszenarien und einem Set von möglichen Hebesätzen eine Zeile vorgesehen ist (A2:E367). Das Makro nimmt jeweils eine Zeile der Spalten A:E (die den Hebesatz und das Szenario definieren), fügt diese Werte in die Ergebnisübersicht, Zellen A2:E2, ein. Dann werden die

Ergebnisse der Zellen A6:PI6 als Werte kopiert und in die entsprechende Zeile in der Tabelle Übersicht Fördersätze eingefügt.

Das Makro fährt mit der nächsten Zeile fort. Zwischen den Kapazitätsszenarien wird eine Leerzeile gelassen.

3.3.8 Übersicht Fördersätze

Für die per Makro variierten Politik- und Szenarioannahmen werden die wichtigsten Ergebnisse als Zahlenwerte gespeichert.

4 Ergebnissammlung und Analyse

In die Ergebnissammlung werden für jedes Umlagesystem die Ergebniswerte nach Variation der Politik- und Szenarioannahmen gesammelt und dann analysiert. Jedes Umlagesystem erhält eine eigene Grundfarbe. Die Handwerksszenarien sind über die Farbintensität differenziert.

4.1 Sammlung Übersichtergebnisse

Spalten A:C definieren den Hebesatz, das Umlagesystem und das Handwerksszenario. In Spalte D wird Spalte CQ aus den Umlagesystemen ohne Freizeile kopiert. Spalte E rechnet den Wert in mio. Tonnen um. Spalten F:J enthalten die Werte der Spalten G:K je Umlagesystem. Spalten K und L enthalten die Daten der Spalten Q und W. Spalte M dreht das Vorzeichen der Mieter-Spalte um, um Kosten mit positivem Vorzeichen darzustellen.

Ab Spalte O folgen blockweise nur dann Zahlenwerte, wenn der entsprechende Hebesatz je Umlagesystem und Handwerksszenario geeignet ist, ein bestimmtes Politikziel zu erreichen. Die Optimierungsziele sind Minimierung der unmodernisierten Gebäude bis 2045, niedrigster Gesamtendenergieverbrauch, Gesamt-CO_2-Emissionen bis 2045, niedrigste Gesamtkosten bis 2045, höchster Saldo für den Bundeshaushalt bis 2045, niedrigste durchschnittliche Wohnkosten des Mieters, höchster durchschnittlicher Payoff der Vermieterin, niedrigste jährliche CO_2-Emissionen ab 2045, Jahresemissionen ab 2045 von <= 60 Mio. Tonnen, Jahresemissionen ab 2045 von <= 40 Mio. Tonnen, und Jahresemissionen ab 2045 von <= 20 Mio. Tonnen. Für die Jahresemissionsziele 2045 ist die Zeile des niedrigsten qualifizierenden Hebesatzes jeweils in lila hervorgehoben.

4.2 Jahreswerte CO_2

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen die jährlichen CO_2-Emissionen je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten BT:CQ.

4.3 Jahreswerte Gebäude V0

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen die jährliche Anzahl an nicht modernisierten Gebäuden je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten X:AU. Die Flächendiagramme zeigen jeweils für welchen Hebesatz und welches Jahr ein bestimmtes Niveau an Werten gilt.

4.4 Jahreswerte Endenergieverbrauch

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen den jährlichen Endenergieverbrauch je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten AV:BS.

4.5 Jahreswerte Kosten

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen den jährlichen Gesamtkosten je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten CR:DO.

4.6 Jahreswerte Saldo Bundesetat

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen den jährlichen Saldo des Bundeshaushalts je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten DP:EM.

4.7 Jahreswerte Durchschnittsmieter

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen die jährlichen durchschnittlichen Wohnkosten des Mieters je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten JD:KA. Die Flächendiagramme zeigen jeweils für welchen Hebesatz und welches Jahr ein bestimmtes Niveau an Werten gilt.

4.8 Jahreswerte Durchschnittsvermieterin

Die Tabelle enthält differenziert nach Umlagesystemen den jährlichen durchschnittlichen Saldo der Vermieterin je nach Szenario und Hebesatz. Die Werte entstammen den Spalten OR:PO. Die Flächendiagramme zeigen jeweils für welchen Hebesatz und welches Jahr ein bestimmtes Niveau an Werten gilt.

4.9 Pivottabelle

Die Pivottabelle greift auf die Spalten A:M der Übersichtstabelle zu und ermöglicht mit den allgemeinen Funktionen der Pivottabelle eine vergleichende Analyse der Umlagesysteme, Hebesätze und Handwerksszenarien.

Literaturverzeichnis

Destatis (2025): Daten des Zensus 2022. Wohnungen: Miete der Wohnung - Wohnungen im Gebäude. 4000W-2032_de. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://ergebnisse.zensus2022.de/datenbank/online/statistic/4000W/table/4000W-2032/table-toolbar, zuletzt geprüft am 10.10.2025.

Reutter, Leo; Winiewska, Bernadetta (2025): Simulating retrofit incentives and distributional effects of four tenancy law policies A model analysis using concrete buildings and retrofit options within the German regulatory context. In: *Energy and Buildings* 341, S. 115805. DOI: 10.1016/j.enbuild.2025.115805.