

## ***Auf dem Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand – Energiestandards, Handlungsoptionen, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz***

Michael Grafe und Dr. Andreas Enseling, IWU Darmstadt

Die durch den Klimawandel begründeten gesellschaftlichen Herausforderungen sind enorm. Auch Deutschland hat sich zur Erreichung ambitionierter Klimaschutzziele verpflichtet. Dabei sind die formulierten Ziele der Reduktion von Treibhausgasemissionen sehr abstrakt. Sie sehen für das Jahr 2045 einen klimaneutralen Gebäudesektor vor. Hierbei stellt sich nun die Frage, welche praktischen Konsequenzen für das Einzelgebäude zu erwarten sind bzw. mit welchen individuellen Handlungen dienliche Beiträge zur Erlangung eines klimaneutralen Gebäudebestandes geleistet werden können.

In diesem Beitrag soll der Blick auf Wohngebäude gerichtet werden. Zu Beginn werden die Ziele für einen klimaneutralen Gebäudebestand skizziert und knapp umrissen, wie sie nach den Ergebnissen aktueller Szenarienstudien erreicht werden können. Anschließend werden die dafür erforderlichen Wärmeschutzstandards und Wärmeversorgungslösungen den heutigen gesetzlichen Anforderungen an neue und bestehende Wohngebäude gegenübergestellt. Dabei wird auch gezeigt, was Gebäude mit hoher Gesamteffizienz ausmacht. Der Beitrag endet mit Überlegungen, in welcher Weise energetische Verbesserungen am Einzelgebäude auch zielführend für einen klimaneutralen Gebäudebestand umgesetzt werden können und zeigt im Ausblick von einem positiven Beispiel, wie ein derartiges Handeln in der kommunalen Praxis aussehen kann.

### **Klimaneutraler Gebäudebestand**

Für den Gebäudesektor sind zwei zeitpunktbezogene Klimaschutzziele relevant. Bis zum Jahr 2030 sollen die jährlichen Treibhausgas-Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 um 65% reduziert werden. Bis zum Jahr 2045 soll die Klimaneutralität in Deutschland erreicht werden. Dafür sollen über alle Sektoren die Netto-Treibhausgas-Emissionen auf Null gesenkt werden.

Der angestrebte klimaneutrale Gebäudebestand wird in aktuellen Szenarienstudien für den Gebäudesektor beschrieben durch hohe Energieeinsparungen durch hohe Energiestandards und damit verbundene geringe Energiekennwerte, hohe energetische Sanierungsraten und ein hohes Maß an Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung. Um die Ziele des Gebäudesektors zu erreichen, sind alle drei Aspekte sehr zeitnah in ambitionierter Weise umzusetzen. Die Ausgestaltung, die Ausdifferenzierung und auch die Darstellung der zielführenden Standards unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Studien. Die nachfolgend in knapper Form beschriebenen Anforderungen sind aus vier der wichtigsten Szenarienstudien zusammengefasst: Ariadne-Report, Klimapfade 2.0 im Auftrag des BDI, dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität und BMWK-Langfristszenarien.

*Energiestandards und Energiekennwerte:* Meist werden Zielstandards angegeben, gelegentlich werden mit Zielstandards auch Zielkennwerte verbunden. Für den Zielzustand nach energetischer Modernisierung werden zumeist die KfW-Effizienzhaus-Standards 55 und 70 angenommen. Im zeitlichen Verlauf nimmt dabei der Anteil des umgesetzten Standards KfW EH 55 bis etwa 2030 zu. Gegenüber der heutigen Sanierungspraxis sind das ambitionierte Annahmen. Im Neubau wird generell von KfW EH 40 bis 55 ausgegangen, in einer Studie ab 2030 vollständig von KfW EH 40. Auch das ist ambitioniert. Die heutigen gesetzlichen Wärmeschutzanforderungen liegen drei KfW-Effizienzhaus-Stufen darunter.

*Sanierungsrate:* Über die heutige Sanierungsrate gibt es keine repräsentativen Aussagen. Die letzte Untersuchung des Fortschrittes der energetischen Modernisierung liegt fast zehn Jahre zurück und hatte seinerzeit eine Sanierungsrate von 0,8%/a zum Ergebnis gehabt. Sanierungsrate heißt, dass alle Sanierungsmaßnahmen in Summe einer jährlichen energetischen Modernisierung von 0,8 % des gesamten Wohngebäudebestandes entsprechen. In den aktuellen Szenarienstudien wird von einem generellen Anstieg der Sanierungsrate ausgegangen. Ausgehend von 1,5 %/a soll sie bis 2030 je nach Studie auf etwa 2,0 %/a bis 2,5 %/a ansteigen und danach auf einem meist anhaltend hohen Niveau verbleiben. Im Lichte einer derzeit vermutlich bei weniger als 1 %/a verharrenden Sanierungsrate sind auch diese Annahmen als optimistisch anzusehen.

*Wärmeversorgung:* Der direkten Elektrifizierung der Wärmeversorgung insbesondere durch Wärmepumpen und Heizstäbe wird generell eine große Rolle zugeschrieben. Für Wärmepumpen wird auch in Bestandsgebäuden eine große Verbreitung angenommen – je nach Studie unterstützt durch Wärme aus Solaranlagen bzw. durch Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Teilweise wird auf das Vorliegen gebäudeseitiger Effizienzvoraussetzungen verwiesen. In verdichteten, urbanen Räumen werden Wärmenetze als wichtig angesehen. Hier wird von einem deutlichen Zuwachs an Hausanschlüssen ausgegangen und Chancen aus der Speicherung erneuerbarer Energien gesehen. Diesen ambitionierten Annahmen stehen durchaus auch Risiken gegenüber. Hervorzuheben sind hier mögliche Effizienzeinbußen bei Wärmepumpen unter suboptimalen Einsatzbedingungen in Gebäuden mit mäßigen Energiestandards und suboptimale netzgebundene Wärmeversorgung während der Transformation durch energetisch heterogene Gebäude. Dabei werden die effizienzrelevanten Systemtemperaturen durch die ineffizienten, zu versorgenden Gebäude bestimmt.

In allen drei ambitioniert angenommenen Aspekten (Energieeinsparung, Sanierungsrate, Wärmeversorgung) ist praktisch eine Verfehlung der Annahmen möglich. Die Szenarien weisen hierfür aber keine Puffer auf, sondern sind darauf ausgerichtet, mit den angesetzten Annahmen punktgenau die Klimaschutzziele zu erreichen. Da in den Szenarien auch die begrenzten Potentiale erneuerbarer Energieträger voll ausgeschöpft werden, erscheint praktisch eine Pufferwirkung lediglich durch einen über die Annahmen hinausgehenden, verbesserten Wärmeschutz möglich.

### **Gebäudesektor vs. Einzelgebäude – Aspekte zur Erlangung einer Klimaneutralität**

Die Szenarienbetrachtung ganzer Sektoren macht eine Vielzahl von Abstraktionen erforderlich, um in messbarer Zeit zu nachvollziehbaren Ergebnissen zu kommen. Sie wirft beim Einzeleigentümer aber die Frage auf, was gebäudeindividuell zu tun ist, um einen – der Klimaneutralität gerecht werdenden – eigenen Beitrag zu leisten. Von der Vielzahl vorwiegend technischer Aspekte sollen nun einige markante, aus Sicht der Autoren praktisch relevante Aspekte betrachtet werden.

### **Gesamteffizienz – Ein Zusammenwirken aus Wärmeschutz, technischen Verlusten und Wärmeerzeuger**

Den durchaus größten individuellen Einfluss auf die Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestandes hat bei einer anstehenden energetischen Modernisierung eines Gebäudes der angestrebte künftige Energiestandard. Das gesetzlich einzuhaltende Wärmeschutzniveau unterscheidet sich stark nach dem Umfang der Modernisierung. Soll das Gesamtgebäude modernisiert werden, gelten geringe Anforderungen, die es für beidseitig angebaute Gebäude im Einzelfall auch heute noch ermöglichen, auf eine Wärmedämmung der Außenwand und des Dachs vollständig zu verzichten [1]. Schreitet die Modernisierung

schrittweise voran, gelten für jede Maßnahme schärfere Einzelanforderungen. Die Wärmeschutzanforderungen liegen dann im Bereich der heutigen gesetzlichen Neubauanforderungen oder leicht höher (etwas besserer Wärmeschutz als im Neubau) [1]. Einen ebenfalls sehr großen Einfluss auf die Realisierung gewünschter Energieeinsparungen haben die technischen Verluste der Wärmeversorgung. Diesem Einfluss wird heute weder durch den Gesetzgeber noch in der baupraktischen Modernisierungstätigkeit adäquate Beachtung geschenkt. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sieht zwar Anforderungen für Wärmeverteilungen im Gebäude vor. Diese Anforderungen werden aber praktisch nicht geprüft. Außerhalb des Gebäudes – auf dem Weg zwischen einer Heizzentrale und gemeinsam versorgten Gebäuden oder auch für Nah- und Fernwärmenetze – sieht das GEG keine Anforderungen an die Wärmedämmung von Verteilungen vor. Je nach Ausdehnung und Dämmstandard des Verteilsystems und nach Bebauungsdichte können Verteilverluste im Einzelfall eine Größenordnung annehmen, die dem eigentlichen Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser von Gebäuden mit hohem Energiestandard entspricht. Aber auch wenn weniger ungünstige Randbedingungen vorliegen, können Verteilverluste schnell eine Größenordnung einnehmen, die einer Verbesserung des Wärmeschutzniveaus um etwa drei bis vier KfW-Effizienzhaus-Stufen (z.B. Verbesserung von KfW EH 100 auf KfW EH 40) entspricht. Das heißt, das in der Nichtbeachtung technischer Verluste eine große Gefahr besteht, die durch ein hohes bauliches Wärmeschutzniveau im Zuge einer energetischen Modernisierung angestrebten Energieeinsparungen zu konterkarieren.

Die Effizienz der Wärmeerzeuger betreffend sollen zwei Aspekte schlaglichtartig betrachtet werden, denen in der zukünftigen Energieversorgung große Bedeutung beigemessen wird – dem effizienten Betrieb von Wärmepumpen und dem Brennwerteffekt von Kesseln. Daneben soll aber nicht unerwähnt bleiben, dass Zusatzsysteme direkt am Gebäude einen unverzichtbaren Anteil zur Reduktion des Wärmeverbrauchs leisten. Dazu gehören insbesondere Photovoltaik, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und Solarthermie. Die Effizienz von Wärmepumpen wird bestimmt durch den Temperaturunterschied zwischen der Quelle, der Umweltwärme entzogen wird und der abzugebenden Temperatur – der Senke. Die Quelle der meisten Wärmepumpen ist die umgebende Außenluft (Luft-Wasser-Wärmepumpe). Die von der Wärmepumpe abzugebende Temperatur ergibt sich aus den Anforderungen des Trinkwarmwassersystems bzw. des Heizsystems. Die Effizienz leidet dabei empfindlich unter einer Vergrößerung des Temperaturunterschiedes. Ein um 1 K (ein Grad Kelvin) größerer Temperaturunterschied zwischen Quelle und Senke bewirkt eine Effizienzeinbuße von etwa 3 %. Das heißt beispielsweise, wird ein Heizsystem mit einer durchschnittlichen Vorlauftemperatur von 45 °C anstelle 35 °C betrieben (10 K Unterschied), sinkt die Jahresarbeitszahl um etwa 30 %. Am deutlichsten ist dieser Effekt an Warmwasser-Wärmepumpen ablesbar. Diese Systeme müssen durchgängig hohe Vorlauftemperaturen (je nach System etwa 50 bis 60 °C) liefern, wodurch sich Jahresarbeitszahlen normalerweise im Bereich von 2,0 bis 2,5 ergeben. Für die Gesamteffizienz der Wärmepumpe ist auch eine vergleichende Betrachtung des gesamten Wärmeversorgungssystems wichtig. Das Beispiel der Warmwasser-Wärmepumpe führt im gewöhnlichen Bestands-Mehrfamilienhaus mit zentraler Warmwasserbereitung zu einem eher ernüchternden Ergebnis. Dort liegen die technischen Verluste (Verteilung und Speicherung) etwa so hoch wie der eigentliche Wärmebedarf oder sogar darüber. Wenn also unter Einsatz von einer Kilowattstunde Strom durch die Warmwasser-Wärmepumpe (s.o. JAZ 2...2,5) 2 bis 2,5 Kilowattstunden Wärme bereitgestellt wird und die Hälfte oder etwas mehr durch die Verteilung und Speicherung wieder verloren geht, kommt etwa eine Kilowattstunde als Nutzwärme an der Zapfstelle an, was sich nicht wesentlich von einem Durchlauferhitzer (direktelektrische

Warmwasserbereitung) unterscheidet. Erst in verlustarmen Systemen (gute, vollständige Wärmedämmung) mit möglichst niedriger Vorlauftemperatur (Wohnungs-Frischwasserstation) ergibt sich dann der gewünschte Effizienzvorteil. Effiziente Wärmepumpen-Heizsysteme setzen auf möglichst geringe Vorlauftemperaturen, die im Mittel nicht über 35 °C liegen sollten. Hilfreich zur Erlangung möglichst geringer Vorlauftemperaturen sind hohe Wärmeschutzstandards und eine großflächige Wärmübergabe (Fußboden-, Wand-, und Deckenheizungen bzw. großflächige Heizkörper). Bei der Verwendung von Mischsystemen (z.B. Fußbodenheizung und Heizkörper) ist zu beachten, dass sich die Effizienz der Wärmepumpe immer an der höchsten zu liefernden Vorlauftemperatur bemisst (im Beispiel: Vorlauftemperatur Heizkörper). Wird in der netzgebundenen Wärmeversorgung (Nah- und Fernwärme, Heizzentrale) die Wärme durch Hausstationen an die Gebäude übergeben, muss im vorgelagerten Wärmenetz die Temperatur um 3 bis 5 K höher gehalten werden als vom Gebäude benötigt, was sich wie jede andere Erhöhung der Vorlauftemperatur nachteilig auf die Wärmepumpeneffizienz auswirkt. In der künftigen Wärmeversorgung muss den Systemtemperaturen zur Erlangung der gewünschten Effizienzen hohe Beachtung geschenkt werden. Niedrige Systemtemperaturen sind auch zur Nutzung des Brennwerteffektes in Kesseln (Holz-, Pellet-, Biomethan-, Wasserstoffkessel) notwendig. Voraussetzung für die umfängliche Nutzung des Brennwerteffektes ist eine möglichst geringe Rücklauftemperatur, die 40 °C nicht überschreiten sollte. In Gebäuden mit geringem Wärmeschutzstandard, deren Heizsystem hohe Systemtemperaturen erfordert, kann dieser Effekt nicht genutzt werden.

### **IWU-Wärmeschutzstudie – Ausgestaltung gesetzlicher Anforderungen an Wohngebäude Energiestandards vs. Energiekennwerte vs. Dämmschichtdicken**

Der Energiestandard eines Gebäudes wird sowohl nach dem öffentlich-rechtlichen Nachweis (Einhaltung gesetzlicher Anforderungen) als auch zur Erlangung eines höheren, durch die KfW förderfähigen Standards mit einem sogenannten Referenzgebäudeverfahren nachgewiesen. Für das nachzuweisende Gebäude werden umfangreiche Angaben zur Gebäudegeometrie und zur energetischen Beschaffenheit der Bauteile und Anlagenkomponenten gemacht. Daraus werden der Wärmeschutzstandard und ein normativer Primärenergiebedarf des Gebäudes berechnet. Im Hintergrund werden parallel dazu unter Ansatz der gleichen Geometriedaten jedoch mit definierten Vergleichswerten der energetischen Beschaffenheit der Bauteile und Anlagenkomponenten Vergleichswerte (Wärmeschutzstandard und Primärenergiebedarf) für das sogenannte Referenzgebäude berechnet, die von dem nachzuweisenden Gebäude nicht überschritten werden dürfen. Das Referenzgebäudeverfahren liefert also gebäudeindividuelle Grenzwerte<sup>1</sup> für den einzuhaltenden Energiestandard. Für das gesellschaftliche Ziel der Energieeinsparung ist weiterhin wichtig zu wissen, dass bei allen gesetzlichen und Förderstandards Kennwerte betrachtet werden. Die Gebäudefläche stellt kein nachzuweisendes Kriterium dar – je größer die Fläche desto größer der absolute Energieverbrauch bei gleichem Energiestandard. Innerhalb eines bestimmten Energiestandards haben neben dem baulichen Wärmeschutz der Gebäudehülle (Wärmedämmung) einige weitere Parameter Einfluss auf die Höhe des Energiebedarfskennwertes. In [1] wurden exemplarisch für ein Mehrfamilienhaus-Modellgebäude die Anbausituation (freistehendes bis beidseitig mit Nachbargebäuden angebautes Gebäude), der Fensterflächenanteil (bestandstypisch klein und neubautypisch

---

<sup>1</sup> Ausnahme: Für die Gesamtmodernisierung im Bestand gelten feste, von der Anbausituation und Gebäudegröße abhängige Grenzwerte für den Wärmeschutzstandard.

groß) sowie die Verschattungssituation (ohne Verschattung und mit städtischer gegenüberliegender Bebauung) variiert. Vom ungünstigsten bezogen auf den günstigsten Fall unterscheiden sich bei Variation dieser wenigen Parameter die berechneten Energiekennwerte immerhin um 45 % bei gleichem Energiestandard. Wichtig hier ist festzuhalten, dass bei der Betrachtung eines Energiestandards nicht ein bestimmter Energiekennwert erwartet werden kann.

Bezüglich der Erfüllung gesetzlicher Anforderungen an Wohngebäude nach GEG ist zu unterscheiden zwischen Neubau und Bestand. Im Neubau gelten strengere Anforderungen. Anforderungen an den Wärmeschutz und die Gesamteffizienz (Primärenergie) werden generell nach dem Referenzgebäudeverfahren nachgewiesen. Im Bestand wird unterschieden nach Gesamtmodernisierung und Einzelmaßnahmen. Im Falle einer Gesamtmodernisierung wird ebenfalls das Referenzgebäudeverfahren genutzt. Die einzuhaltenden Grenzwerte liegen jedoch höher als im Neubau, sodass ein geringerer Energiestandard einzuhalten ist. In der Sanierungspraxis spielt die Umsetzung von Einzelmaßnahmen (z.B. Fensteraustausch oder Wärmedämmung des Dachs) die dominante Rolle. Neben Anforderungen an die Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung und die Effizienz von Anlagenkomponenten sieht das Gesetz für die Bauteile der Gebäudehülle Einzelanforderungen vor, die im Falle einer Modernisierung einzuhalten sind. Setzt man diese Wärmeschutzanforderungen für alle Bauteile in das Referenzgebäudeverfahren ein, ergibt sich ein Wärmeschutzniveau, das in vielen Gebäuden<sup>2</sup> ambitionierter ist als die gesetzlichen Neubauanforderungen.

Die gesetzlichen Wärmeschutzanforderungen werden im Referenzgebäudeverfahren für die Gesamtwirkung der Gebäudehülle nachgewiesen, nicht die Wirkung jedes einzelnen Bauteils. Aber auch für jedes Bauteil können Dämmstoffe mit verschiedenen Dämmeigenschaften eingesetzt werden. Deshalb können nur Größenordnungen von Dämmschichtdicken zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen angegeben werden. Im Neubau liegen diese Dämmschichtdicken bei 8 bis 12 cm für alle Bauteile bei Fenstern mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Werden 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen eingesetzt, sind die Dämmschichtdicken geringfügig dicker. Im Bestand sind im Falle von Einzelmaßnahmen die Dämmschichtdicken geringfügig dicker. Im Falle der Gesamtmodernisierung hat die Wärmeschutzstudie [1] für beidseitig angebaute Gebäude gezeigt, dass bei bereits erneuerten Fenstern mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Dämmschichtdicken von 4 bis 6 cm für die oberste Geschossdecke und die Kellerdecke ausreichen, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen. Auf eine Dämmung von Dach und Außenwand kann unter diesen Voraussetzungen bei der Gesamtmodernisierung von kleinen und großen Reihenmittelhäusern verzichtet werden. Dieses Anforderungsniveau erscheint nicht mehr zeitgemäß. Zur Erlangung der förderfähigen Energiestandards nehmen die Dämmschichtdicken mit jeder KfW-Effizienzhaus-Stufe stärker zu. Für ein KfW-Effizienzhaus 40 sind dann Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und Dämmschichtdicken von etwa 20 cm für die Außenwand und deutlich über 20 cm für Dach und oberste Geschossdecke erforderlich.

#### Entwicklung der gesetzlichen Anforderungen

Seit der Novellierung der Energieeinsparverordnung 2016 sind die gesetzlichen Wärmeschutzanforderungen in Deutschland nicht mehr verschärft worden. Allerdings sind nach der Einführung mit den Novellierungen des GEG die Anforderungen an die Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung bzw. den einzuhaltenden Primärenergiebedarf

---

<sup>2</sup> In weiteren Gebäuden kann sich je nach dem Einfluss von Wärmebrücken ein Wärmeschutzstandard ergeben, der dem Neubaustandard etwa entspricht oder geringfügig darunter liegt.

verschärft worden. Im Neubau (vereinzelt auch im Bestand) hat das zur Konsequenz, dass viele Wärmeerzeuger nicht mehr ohne – den Primärenergiebedarf senkende – anlagentechnische Zusatzsysteme eingesetzt werden können oder aber der bauliche Wärmeschutz über die gesetzlichen Anforderungen hinaus deutlich verbessert werden muss, um die Primärenergieanforderung einzuhalten. Beispielsweise kann eine Standard-Luft-Wasser-Wärmepumpe im Neubau seit der Novellierung des GEG 2023 (55 %-Primärenergieanforderung) bei Umsetzung des gesetzlichen Anforderungsniveaus an den Wärmeschutz nicht mehr ohne Lüftungsanlage oder Photovoltaik- oder Solarthermieanlage eingesetzt werden. Die Bemühungen zur Ausgestaltung der gesetzlichen Anforderungen haben sich in den zurückliegenden Jahren also auf den stärkeren Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden fokussiert.

#### Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen Neubau

Zur Ausgestaltung künftiger Anforderungen stehen sowohl Wärmeschutz als auch die Erneuerbarkeit der Wärmeversorgung zur Disposition. Nach wie vor unterliegt die Ausgestaltung der Anforderungen dem Wirtschaftlichkeitsgebot. Daneben enthält das GEG ein Verschlechterungsverbot der im Gebäude bestehenden Energieeffizienz. In der aktuellen Wärmeschutzstudie [1] wurden verschiedene Energiestandards anhand eines Einfamilienhaus- und eines Mehrfamilienhaus-Modellgebäudes betrachtet. In die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gehen Investitionskosten, die über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren anfallenden Energiekosten, Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie Restwerte und gegebenenfalls Ersatzinvestitionen ein. Alle Kosten werden auf den Startzeitpunkt der der Betrachtung abgezinst und als jährliche Gesamtkosten angegeben. Die anzusetzenden Baukosten-, Energiepreis- und Zinsentwicklungen wurden abgestimmt. Aus der einzelwirtschaftlichen Perspektive (Selbstnutzer) wurden Steuern und Abgaben berücksichtigt, aus der gesamtwirtschaftlichen Perspektive (Staat) nicht. Dort wurden jedoch zusätzlich externe Kosten (CO<sub>2</sub>-Bepreisung) berücksichtigt.

Für den Neubau wurden ausgehend von den geltenden Anforderungen an den Wärmeschutz<sup>3</sup> als mögliche künftige gesetzliche Anforderungen auch die Wärmeschutzstandards des KfW EH 55 und 40 untersucht. Als Wärmeversorgungssysteme für Heizung und Warmwasser wurden eine Luft-Wasser-Wärmepumpe, ein Holzpelletkessel und Fernwärme mit einem relativ niedrigen Primärenergiefaktor von 0,4 untersucht. Die jährlichen Gesamtkosten werden von den Investitionskosten dominiert. Für die Wirtschaftlichkeit<sup>4</sup> sind also die in Wechselwirkung stehenden Kosten für Wärmeschutz, Anlagentechnik und Energie sowie externe Kosten<sup>5</sup> ausschlaggebend.

Für beide Modellgebäude liegen aus einzelwirtschaftlicher Perspektive die heutigen Wärmeschutzanforderungen und bessere Standards – je nach untersuchtem Wärmeversorgungssystem bis KfW EH 55 – im kostenoptimalen Bereich. Erst bei Betrachtung des Standards KfW EH 40 steigen die Kosten deutlicher an. Die jährlichen Gesamtkosten liegen dann im mittleren einstelligen Prozentbereich über der kostengünstigsten Variante. Aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive liegt das Kostenoptimum eher bei KfW EH 55. Auch hier führt die Betrachtung des KfW EH 40 zu

---

<sup>3</sup> Die geltenden gesetzlichen Wärmeschutzanforderungen im Neubau entsprechen denen des KfW-Effizienzhaus-Standards 85. Sie liegen damit zwei Effizienzhaus-Stufen unter dem nächst höheren, untersuchten Standard KfW EH 55.

<sup>4</sup> Weiter Kosten für Wartung und Instandhaltung unterscheiden sich zwischen den verschiedenen Energiestandards oft nur geringfügig.

<sup>5</sup> Externe Kosten lediglich aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive

erkennbar ansteigenden jährlichen Gesamtkosten. Folgt man diesen Ergebnissen, wären Verschärfungen der Wärmeschutzanforderungen aus einzelwirtschaftlicher Perspektive etwa auf das Niveau KfW EH 70 und aus gesamtwirtschaftlicher Sicht bis zum Niveau KfW EH 55 möglich.

#### Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen Bestand

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen im Bestand werden die Kosten des Wärmeschutzes und der Anlagentechnik aufgeteilt in Ohnehin-Kosten und energiebedingte Mehrkosten. Die Ohnehin-Kosten gehen in die Gesamtkosten der Referenzvariante (Ausgangszustand) ein. Bei den anderen Varianten werden Ohnehinkosten und energiebedingte Mehrkosten zusammen betrachtet. Für die Umsetzung der energetischen Verbesserungen wird davon ausgegangen, dass sie an die Zeitpunkte ohnehin fälliger Maßnahmen am Gebäude gekoppelt<sup>6</sup> sind.

Daneben ist für die Wirtschaftlichkeit der Ausgangszustand des Gebäudes entscheidend. An vielen Bestandsgebäuden wurden inzwischen auch weiter zurückliegend bereits energetische Modernisierungsmaßnahmen umgesetzt, die zu ersten Energieeinsparungen geführt haben. Für die Studie wurde ein Modernisierungsfortschritt gewählt, der die erreichbaren Energieeinsparungen nicht überschätzen<sup>7</sup> soll.

Aus einzelwirtschaftlicher Perspektive lassen sich folgende Einordnungen vornehmen. Die jährlichen Gesamtkosten steigen mit jedem Wärmeschutzstandard geringfügig an. Welche KfW-Effizienzhaus-Standards gegenüber dem Ausgangszustand wirtschaftlich sind, kann nicht pauschal beantwortet werden, eben weil eine starke Abhängigkeit zum Ausgangszustand besteht. Würde in der Betrachtung die Förderung mitberücksichtigt, wären auch hohe KfW-Effizienzhaus-Standards regelmäßig wirtschaftlich. Aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive schlagen die externen Kosten (CO<sub>2</sub>-Bepreisung) im Ausgangszustand und geringen Energiestandards nach energetischer Modernisierung stark zu Buche. Hier sind bis auf einzelne Ausnahmen hohe Standards bis einschließlich KfW EH 40 wirtschaftlich.

#### Einordnung der Ergebnisse

Im Neubau und im Bestand bleiben die gesetzlichen Anforderungen zum Teil deutlich hinter den für einen klimaneutralen Gebäudebestand erforderlichen Energiestandards zurück. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen haben gezeigt, dass aus einzelwirtschaftlicher Perspektive weder im Neubau noch im Bestand für alle Wärmeversorgungssysteme sehr hohe Energiestandards wirtschaftlich sind. Zur Erlangung eines klimaneutralen Gebäudebestandes wird also auch weiterhin Förderung notwendig bleiben.

#### Überlegungen zum Umgang mit Einzelgebäuden

Die gesetzlichen Anforderungen spiegeln im Neubau mit der starken Limitierung des Primärenergieeinsatzes und mit den Anforderungen an Heizungsanlagen wider, dass die Transformation der Wärmeversorgung auch im Einzelgebäude zu gravierenden

---

<sup>6</sup> Als Folge des Kopplungsprinzips teilen sich die Vollkosten der Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung in „ohnehin“ entstehende Kosten der Instandsetzung und energiebedingte Mehrkosten auf. Als Instandsetzungsinvestition sind z. B. bei der Außenwand die Putzsanieung und beim Steildach die Dachneueindeckung zu werten. In die Wirtschaftlichkeitsberechnung dürfen lediglich die energiebedingten Mehrkosten der Maßnahmen eingehen. Dabei handelt es sich um die Differenz von Vollkosten und Instandsetzungsinvestition, denn die Kosten der reinen Instandsetzung (z. B. der Putzsanieung) wären auch bei einem Verzicht auf die Energiesparmaßnahme angefallen.

<sup>7</sup> Daneben wurden auch die berechneten Energiebedarfskennwerte nach einem etablierten Verfahren korrigiert, um die möglichen Energieeinsparungen nicht zu überschätzen. Es ist in Fachkreisen bekannt, dass nach dem Norm-Berechnungsverfahren berechnete Energiebedarfskennwerte von un- und teilsanierten Gebäuden mit geringen Energiestandards größer sind als praktisch zu vorzufinden.

Auswirkungen führt. Perspektivisch sollen keine Heizkessel mehr mit fossilen Energieträgern betrieben werden. Angesichts der Knappheit insbesondere speicherfähiger erneuerbarer Energieträger und der zu erwartenden Konkurrenz um diese knappen Güter über die Sektorengrenzen hinweg gerät die weitgehende Reduktion des gebäudeindividuellen Energiebedarfs in den Blick. Dazu gehört neben einem baulichen Wärmeschutz auf möglich hohem Niveau auch die möglichst weitgehende Reduktion der technischen Verluste im Gebäude (Ausdehnung der Verteilsysteme, Zirkulation, Dämmstandard).

Drei wesentliche Aspekte sprechen für diesen Ansatz:

1. Die baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen führen zur dauerhaft wirksamen, weitgehenden Reduktion des Energieverbrauchs. Es wird im Gebäude also grundsätzlich möglichst wenig Energie gebraucht.
2. Die mit hohen Energiestandards verbundenen geringen Systemtemperaturen erlauben, alle Effizienzvorteile der verschiedenen Technologien bestmöglich zu nutzen. Die hohe Dynamik der Entwicklungen zur Bereitstellung erneuerbarer Energieträger und zur Nutzung von Anlagentechnologien kann im Moment des Austauschs von Anlagenkomponenten uneingeschränkt genutzt werden. Hohe Energiestandards verschaffen also Resilienz gegenüber künftigen Entwicklungen.
3. Die Wärmeerzeugung kann vergleichsweise klein dimensioniert werden, was zu Einsparungen in die Investition von Anlagentechnik führt.

Der Verzicht auf einen individuell ambitionierten baulichen Wärmeschutz und/oder die Nichtbeachtung der Effizienz der technischen Systeme (Heizung, Warmwasserbereitung) kann zu ungewollt höheren Verbräuchen nach energetischer Modernisierung führen. Korrekturen bzw. Verbesserungen sind dann über einen sehr langen Zeitraum kaum noch sinnvoll durchführbar (Lock-in-Effekte). Auch die Wärmeerzeuger werden dauerhaft mit mehr oder minder starken Effizienzeinbußen (Wärmepumpen-Jahresarbeitszahl, Kessel-Brennwerteffekt) betrieben.

Es bietet sich also an, einen möglichst hohen Energiestandard für das Einzelgebäude anzustreben. Dabei erscheint weniger wichtig, dieses Ziel so schnell wie möglich zu erreichen. Sondern es soll darum gehen, das Ziel möglichst vollständig zu erreichen. In der Praxis helfen integrierte Sanierungsfahrpläne für Bestandsgebäude, solche Ziele zu formulieren und nach individuellen Präferenzen auch über einen längeren Zeitraum von Jahren zu erreichen. Auf diese Weise können auch dynamische Entwicklungen bestimmter Produkte und Dienstleistungen gepuffert werden. Für die Reihenfolge energetischer Maßnahmen bietet es sich an, wann immer möglich zunächst durch die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes und die Reduktion technischer Verluste gute Voraussetzungen für effizient arbeitende und (kostensparend) klein dimensionierte Wärmeerzeuger zu schaffen.

### **Ausblick Praxisbeispiel für die Wärmewende vor Ort – Augsburger Energiestandard**

Ein gelungenes Beispiel für die Etablierung höherer Energiestandards auf kommunaler Ebene liefert der Augsburger Energiestandard [2]. Schon viele Jahre vor Einführung des Augsburger Energiestandards engagierten sich städtische Mitarbeiter in Augsburg für höhere Energiestandards als nach gesetzlichen Anforderungen sowohl in der Umsetzung bei städtischen Gebäuden als auch beratend für die Gebäude weiterer Eigentümer. Die Zusammenarbeit mit den lokalen Akteuren der Wohnbaugruppe Augsburg, des Kommunalen Energiemanagements (für die städtischen Nichtwohngebäude) und der als Contracting-Anbieter und Fernwärmeversorger auftretenden Stadtwerke war also bereits vielfach erprobt. Für den Erfolg der Einführung des Energiestandards war wichtig, dass alle Akteure von Beginn an in die Entwicklung des Standards eingebunden waren. So konnten im Prozess



der Erstellung der extern beauftragten Studie [3] die verschiedenen akzentuierten Ziele abgeglichen und praktische Schwierigkeiten und Hemmnisse einzelner Akteure berücksichtigt und letztlich in die Formulierung des Standards aufgenommen werden. Der so gefundene Kompromiss wurde von allen Akteuren auf fachlicher Ebene mitgetragen und schließlich vom Stadtrat beschlossen [4]. Dabei wird die von der Stadt Augsburg gewünschte und kommunizierte Beispielwirkung des Standards auch über die Grenzen des eigenen Gebäudebestandes hinaus deutlich [2]:

1. Der Augsburger Energiestandard ist bei allen zukünftig geplanten Neubau- und Sanierungsmaßnahmen städtischer Liegenschaften anzuwenden.
2. Eine Anwendung bei Neubau- und Sanierungsvorhaben der Wohnbaugruppe Augsburg als städtische Beteiligung wird geprüft. Dies betrifft den Geschosswohnungsbau, insbesondere den staatlich geförderten Wohnungsbau.
3. Die Anwendung des Augsburger Energiestandards im Rahmen von Grundstücksüberlassungsverträgen, bei sonstigen Rechtsträgern der Stadt Augsburg sowie bei städtebaulichen Verträgen wird geprüft.
4. Der Augsburger Energiestandard wird Bestandteil der städtischen Energieberatung. Mit Veranstaltungen und anderen geeigneten Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit wird über die Inhalte des Energiestandards informiert, um zu dessen Anwendung bei Bauvorhaben privater und gewerblicher Bauherren zu motivieren.

Die inhaltliche Ausformulierung der energetischen Anforderungen an neue und bestehende Wohn- und Nichtwohngebäude, von denen hier weiter nur die Wohngebäude betrachtet werden sollen, ist geprägt von einem flexiblen Umgang mit praktisch auftretenden Schwierigkeiten. Grundsätzlich sollen neue und bestehende, energetisch zu sanierende Wohngebäude hohe KfW-Förderstandards erfüllen. Aus der Studie war hervorgegangen, dass unter Berücksichtigung von Förderung im Neubau der Standard eines KfW-Effizienzhauses 40 und im Bestand bei umfassender Sanierung eines KfW-Effizienzhauses 55 wirtschaftlich sind. Um auskömmliche Renditen auch im geförderten Wohnungsbau erzielen zu können, wurden die Anforderungen um jeweils eine Effizienzhaus-Stufe reduziert (Neubau KfW EH 55, Bestand KfW EH 70). Bei der Bestandssanierung ist der Austausch eines relativ jungen, noch lange nutzbaren fossilen Wärmeerzeugers (z.B. Gaskessel) wirtschaftlich schwer darstellbar und auch unter praktischen Erwägungen schwer nachvollziehbar. Für solche Fälle sieht der Augsburger Energiestandard vor, den Nachweis des geforderten KfW-Effizienzhaus-Standards mit den dafür geltenden Wärmeschutzanforderungen und unter Annahme einer gedachten, künftigen erneuerbaren Wärmeversorgung vorzunehmen. Es gibt praktisch auch Konstellationen, dass sich Bauteile schlecht wärmedämmen lassen. Für diese Bauteile werden angemessene wärmetechnische Ersatzannahmen getroffen, die gemeinsam mit einem etwas verbesserten Wärmeschutz der übrigen Bauteile den geforderten KfW-Effizienzhaus-Standard theoretisch einhalten. Praktisch wird der Wärmeschutzstandard zwar dann leicht verfehlt. Der Kompromiss mit der Ersatzannahme erlaubt aber anstelle einer Exit-Strategie – Wärmeschutznachweis kann nicht erbracht werden – für derartige Gebäude weiterhin die Erlangung eines möglichst hohen Wärmeschutzniveaus.

Alle diese Formen der Berücksichtigung praktischer Schwierigkeiten haben eins gemeinsam. Sie bieten den praktisch tätigen Akteuren einen akzeptablen, umsetzbaren Kompromiss an, der weder den gewünschten hohen Energiestandard vorschnell aufgibt noch überzogene Ersatzmaßnahmen fordert. Dieser Verzicht auf „sofortige“ und „zwingend vollständige“ Umsetzung des Standards ermöglicht es, gebäudeindividuell die grundsätzlichen Anforderungen des Augsburger Energiestandards möglichst vollständig zu erfüllen.

[1] Grafe, M.; Enseling, A., 2025: Wärmeschutz – wieviel? Wärmeschutzstudie für Neubau und Bestand. BBSR-Online-Publikation 06/2025, Bonn. <https://doi.org/10.58007/qb5w-xx79>

[2] <https://www.augsburg.de/umwelt-soziales/umwelt/klima-energie/energiestandard>, zuletzt abgerufen am 20.03.2025

[3]

[https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2020\\_IWU\\_EnselingEtAl\\_Studie-ueber-die-wirtschaftlichen-Auswirkungen-verschiedener-energetischer-Standards-in-Augsburg.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2020_IWU_EnselingEtAl_Studie-ueber-die-wirtschaftlichen-Auswirkungen-verschiedener-energetischer-Standards-in-Augsburg.pdf), zuletzt abgerufen am 20.03.2025

[4]

[https://www.augsburg.de/fileadmin/user\\_upload/umwelt\\_soziales/umwelt/klima%20und%20energie/energiestandard/220713\\_Augsburger\\_Energiestandard\\_web.pdf](https://www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/umwelt_soziales/umwelt/klima%20und%20energie/energiestandard/220713_Augsburger_Energiestandard_web.pdf), zuletzt abgerufen am 20.03.2025