SCHLAGLICHT 01|2020

Andreas Enseling, Ulrike Hacke

Energietechnische Gebäudemodernisierung – (wie) rechnet sich das?

Energietechnische Modernisierungen in Altbauten erschließen erhebliche Energieeinsparpotenziale und erhöhen den Wohnkomfort. Das zeigen viele realisierte und wissenschaftlich begleitete Projekte. Ungeachtet dieser Vorteile und der drängenden klimapolitischen Erfordernisse (siehe IWU Schlaglicht 02/2018) werden immer wieder öffentliche Diskussionen über die ökonomische Sinnhaftigkeit bzw. die Wirtschaftlichkeit solcher Gebäudemodernisierungen geführt. Was macht eine eindeutige Aussage so schwer? Welche Unsicherheiten sind bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu beachten? Dies wird im Folgenden aus der Perspektive selbstnutzender Eigentümer von Wohngebäuden erörtert.

Selbstnutzende Eigentümer führen energetische Maßnahmen allerdings selten allein aus wirtschaftlichen Gründen durch. Auch werden ökonomische Bewertungen kaum streng rational vorgenommen, sondern gehen einher mit subjektiven, durch individuelle Hintergründe geprägten Einschätzungen und Sichtweisen. Eine qualitative Studie des IWU [Renz/Hacke 2016], in der 32 Interviews mit Modernisierern und Nicht-Modernisierern ausgewertet wurden, identifizierte insgesamt 12 relevante Einflussfaktoren (siehe Abb. 1), die als Anreiz oder Hemmnis im Kontext energetischer Modernisierungen wirken können.

Ökonomische Abwägungen selbstnutzender Gebäudeeigentümer

Für die Entscheidungsfindung aus ökonomischer Sicht waren im Wesentlichen vier Aspekte handlungsleitend:

Die Reflexion der individuellen Ausgangslage – sehr oft im Kontext anstehender Instandsetzung oder notwendiger Instandhaltung – nimmt den Gebäudezustand und mögliche Modernisierungsziele in den Blick. Hohe Nebenkosten, der Wunsch nach Komfortverbesserung und Werterhalt stellen zwar häufige Impulse dar,

Grafik: Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidung privater Eigentümer [Renz/Hacke 2016]

sich mit dem Thema energetische Modernisierung überhaupt auseinanderzusetzen. Sie werden aber mit der Nutzungsperspektive des Eigentums, den persönlichen Einstellungen, Gewohnheiten und Ansprüchen in Beziehung gesetzt. Wesentlicher Aspekt ist die Bewertung der *finanziellen Ausgangssituation*, die sowohl die eigenen verfügbaren Ressourcen als auch die Möglichkeiten zur Aufnahme von Fremdkapital und/oder Fördermitteln umfasst. Begrenzte finanzielle Leistungsfähigkeit, mangelnde Kreditwürdigkeit oder Ressentiments gegenüber einer Darlehensaufnahme verlangsamen die Umsetzung der Modernisierung, reduzieren den geplanten Umfang oder führen sogar gänzlich zur Aufgabe der Pläne. Ausreichend Eigenkapital, Interesse an und Zugang zu Fremd- oder Fördermitteln können das Gegenteil bewirken.

In Abwägung des Ausgangszustands zur Zielvorstellung erfolgt dann eine Wirtschaftlichkeitsbewertung der Maßnahmen im eigentlichen Sinne, die sich am *ökonomischen Nutzen* und der Höhe der *Investitionskosten* orientiert.

Diese beiden Aspekte wurden von den befragten selbstnutzenden Privateigentümern sehr unterschiedlich eingeschätzt. Welche Gesichtspunkte spielen hierbei eine Rolle?

Ein Wärmedämmverbundsystem wird am Gebäude angebracht.

Was beeinflusst die Wirtschaftlichkeit aus einzelwirtschaftlicher Perspektive?

Betriebswirtschaftlich gesehen, ist eine Maßnahme zur energietechnischen Gebäudemodernisierung absolut wirtschaftlich, wenn die Erlöse aus der Maßnahme die Aufwendungen für die Maßnahme übersteigen. Relativ betrachtet ist die Maßnahme wirtschaftlich, wenn das Verhältnis zwischen Erlösen und Aufwendungen (ausgedrückt z. B. durch eine bestimmte Kennzahl) günstiger ist als bei einer alternativen Maßnahme.

Für den selbstnutzenden Eigentümer bestehen die Erlöse in erster Linie aus den Energiekosteneinsparungen, die wesentlich durch die Höhe der Energieeinsparungen bestimmt werden. Die Aufwendungen bestehen hauptsächlich aus den Investitionskosten bzw. den energiebedingten Mehrkosten.

Eine relative Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann bei der energietechnischen Gebäudemodernisierung durch den Vergleich von Alternativen wie z. B. der Putzsanierung, der Dämmung der Außenwand mit 12 cm Wärmedämmverbundsystem (WDVS) oder der Dämmung der Außenwand mit 24 cm WDVS erfolgen [Hinz/Enseling 2018].

Energieeinsparpotenziale realistisch abschätzen

Zur Bestimmung der Energiekosteneinsparungen sind – neben dem aktuellen Energiepreis und seiner wahrscheinlichen zukünftigen Entwicklung – Informationen über die zu erwartenden Energieeinsparungen notwendig. Um diese vor Durchführung der Maßnahmen abschätzen zu können, stehen sowohl vereinfachte statische als auch komplexe dynamische Energiebilanzprogramme zur Verfügung. Allerdings steigen mit der Komplexität der Rechenalgorithmen der zeitliche Umfang und der Detaillierungsgrad der Modellbildung und gleichzeitig auch die Gefahr von Datenfehleingaben insbesondere bei der Bilanzierung von Bestandsgebäuden.

Der große Vorteil der Berechnungen nach statischen Energiebilanzverfahren wie die Energiebedarfsberechnung nach EnEV (Energieeinsparverordnung) bzw. zukünftig nach GEG (Gebäudeenergiegesetz) liegt in der vereinfachten Datenaufnahme. Auch folgt aus

Bei einer fälligen Fassadensanierung darf die Chance für die Anbringung eines Wärmeschutzes nicht verpasst werden.

den standardisierten Rahmenbedingungen des Verfahrens die unmittelbare Vergleichbarkeit der Ergebnisse bzgl. der energetischen Eigenschaften des Gebäudes und seiner Anlagentechnik mit anderen Gebäuden. Jedoch kann der Energieverbrauch unter konkreten Nutzungsbedingungen stark von dem unter Normbedingungen berechneten Bedarf nach EnEV abweichen. Daher ist dieses Verfahren zur Abschätzung realistischer Energieeinsparpotenziale nur geeignet, wenn ein Abgleich des Normbedarfs mit durchschnittlichen Verbrauchswerten von Gebäuden ähnlicher Qualität vorgenommen wird.

Eine Alternative zu den standardisierten Rahmenbedingungen nach EnEV ist z. B. eine Energiebedarfsberechnung nach dem Energiepass Heizung/Warmwasser (EPHW), der eine Anpassung der Rahmenbedingungen in sinnvollen Grenzen ermöglicht. Einsparpotenziale werden deshalb realistischer abgeschätzt.

Altbauten stellen an Energiebilanzverfahren zudem die besondere Herausforderung, dass wesentliche energietechnische Parameter in der Regel nicht vorliegen und auf Basis von Tabellen- und Erfahrungswerten abgeschätzt werden müssen. Dabei können die Parameter im Einzelfall innerhalb großer Bandbreiten plausibel angesetzt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass sich einzelne Parameter in ihrem Zusammenwirken verstärken oder aber auch in ihrer Wirkung aufheben können. Deshalb verbleibt bei der Berechnung von Einsparpotentialen im Sanierungsfall häufig eine gewisse Unsicherheit.

Eine sorgfältige Datenaufnahme, die Berechnung mit einem geeigneten Energiebilanzverfahren und ggf. der Abgleich zwischen einem berechneten Bedarf und einem gemessenen Verbrauch sind grundlegende Voraussetzungen für eine realistische Abschätzung der Einsparpotentiale. Wesentlich für deren Hebung ist dann die Qualitätssicherung bei der Planung und Ausführung der Maßnahmen [Hinz/Enseling 2018].

Investive Kosten unterliegen Bandbreiten

Die zweite zentrale Eingangsgröße der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind die anzusetzenden investiven Kosten der Maßnahmen. In der Praxis unterliegen diese Kosten einer großen Bandbreite [Hinz 2015].
In den meisten Fällen ist es entscheidend für die Wirtschaftlichkeit, die energetischen Maßnahmen an ohnehin anstehende Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen zu koppeln („Kopplungsprinzip“). Das Kopplungsprinzip[1] besagt, ein Bauteil erst dann energietechnisch grundlegend zu verbessern, wenn ohnehin eine Instandsetzung oder Modernisierung ansteht.

1 Diesem Grundsatz folgt auch die EnEV, die für bestimmte Bauteile „bedingte Anforderungen“ an die energietechnische Modernisierung definiert. Für diese bedingten Anforderungen gilt, dass sie auf der Basis typischer Kosten und unter Beachtung des Kopplungsprinzips „wirtschaftlich vertretbar“ sein müssen.

Tabelle 1: Beispiel für ein Hilfsmittel zur Ermittlung der Kosten der eingesparten kWh Endenergie unter Angabe von Bandbreiten für Kosten [Lützkendorf/Enseling 2017].

Instandsetzungsanteil in €/m² Bauteilfläche (Ohnehinkosten: Putzsanierung)	Investitionskosten in €/m² gedämmte Bauteilfläche *(brutto)* für die genannte Maßnahme						
	120	130	140	150	160	170	180
	äquivalenter Energiepreis in Cent/kWh *Endenergie* unter genannten Randbedingungen						
0	14,32	15,52	16,71	17,91	19,10	20,29	21,49
30	10,74	11,94	13,13	14,32	15,52	16,71	17,91
40	9,55	10,74	11,94	13,13	14,32	15,52	16,71
50	8,36	9,55	10,74	11,94	13,13	14,32	15,52
60	7,16	8,36	9,55	10,74	11,94	13,13	14,32
70	5,97	7,16	8,36	9,55	10,74	11,94	13,13
80	4,77	5,97	7,16	**8,36**	9,55	10,74	11,94
90	3,58	4,77	5,97	7,16	8,36	9,55	10,74
100	2,39	3,58	4,77	5,97	7,16	8,36	9,55
110	1,19	2,39	3,58	4,77	5,97	7,16	8,36
120	0,00	1,19	2,39	3,58	4,77	5,97	7,16

Das Kopplungsprinzip gilt für die meisten Bauteile der thermischen Hülle und der Heizungsanlage. Ausnahmen sind die Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschossdecke, da bei beiden Bauteilen in der Regel über die Lebensdauer keine Instandsetzung erforderlich ist, sowie der erstmalige Einbau einer Solaranlage.

Eine Konsequenz des Kopplungsprinzips ist die Aufteilung der Gesamtkosten der Maßnahmen in „ohnehin erforderliche Kosten“ und „energiebedingte Mehrkosten“. Lediglich die energiebedingten Mehrkosten sollten in die Wirtschaftlichkeitsberechnung eingehen, da die Instandsetzungskosten unabhängig von der energietechnischen Modernisierung beim Hauseigentümer ohnehin angefallen wären. Insbesondere für die Fassade und für die Fenster reduzieren sich die für die Modernisierung anzusetzenden Kosten so deutlich [Hinz 2015].
Die entsprechende Zuordnung der Kosten ist jedoch im Detail nicht immer eindeutig zu treffen.

Die energiebedingten Kosten können im Einzelfall also in Abhängigkeit von den Randbedingungen und marktbedingten Preisschwankungen in einem weiten Bereich streuen. Letztlich gibt es die Kosten einer energietechnischen Modernisierung nicht, sondern ein Kostenrisiko, das innerhalb einer plausibel erscheinenden Kostenspanne liegt [Hinz/Enseling 2018].

Umgang mit Bandbreiten

Tabelle 1 stellt ein einfaches Hilfsmittel zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Modernisierungsmaßnahmen und zum Umgang mit Bandbreiten bei den Kosten dar [Lützkendorf/Enseling 2017]. Berechnet werden die Kosten der eingesparten kWh Endenergie nach der unten dargestellten Methodik für das dort beschriebene Beispiel (Dämmung der Außenwand mit 15 cm WDVS bei den definierten Randbedingungen). Die Tabelle bietet die Möglichkeit, eine Bandbreite zur Beschreibung der Baukosten sowie zur Festlegung der Instandsetzungsanteile zu berücksichtigen. Nach der Vorgabe eines Grenzwertes im Sinne einer Benchmark (hier der berechnete mittlere zukünftige Energiepreis für den Energieträger Gas in Höhe von nominal 9,19 Cent/kWh) werden diejenigen Kombinationen aus Baukosten und Instandsetzungsanteil hellgrün markiert, die als ökonomisch vorteilhaft gelten d. h. bei denen die Kosten der eingesparten kWh Endenergie unter dem mittleren zukünftigen Energiepreis liegen.

Für einen nach Kopplungsprinzip „typischen“ Fall mit Investitionsvollkosten von 150 €/m² Bauteilfläche und einem Instandsetzungsanteil (Ohnehin-Kosten) von abgerundet 80 €/m² Bauteilfläche (dunkelgrün markierte Zellen) ergeben sich ohne Förderung Kosten

der eingesparten kWh von 8,36 Cent/kWh. Die gewählte Lösung kann bei einem mittleren zukünftigen Energiepreis von 9,19 Cent/kWh (nominal) als wirtschaftlich betrachtet werden.

In der Darstellung der Ergebnisse wird auch ablesbar, unter welchen Bedingungen eine Variante als noch vorteilhaft betrachtet werden kann. Unter den genannten Randbedingungen würden auch Investitionskosten von 160 €/m² Bauteilfläche noch zu einer wirtschaftlichen Lösung führen, wenn der Instandsetzungsanteil für die Putzerneuerung 90 €/m² Bauteilfläche kostet. Kostet die Maßnahme nur 120 €/m² Bauteilfläche, wäre auch bei einem geringen Instandsetzungsanteil von nur 50 €/m² Bauteilfläche die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme noch gegeben.

Weitere Einflussgrößen bei der Bestimmung der Wirtschaftlichkeit

Die Wahl des Verfahrens der Wirtschaftlichkeitsberechnung (statisch oder dynamisch) und die damit zusammenhängende Festlegung von wesentlichen Rechenparametern wie z. B. dem Betrachtungszeitraum, dem Kalkulationszinssatz, dem aktuellen Energiepreis und der zukünftigen Energiepreissteigerung haben einen erheblichen Einfluss auf die Aussagekraft und die Ergebnisse der Berechnungen. Einige Parameter können nur subjektiv festgelegt werden oder sind – wie die Entwicklung von Zinsen und Energiepreisen – mit großen Unsicherheiten behaftet.

Bekannte statische Verfahren der Investitionstheorie sind die Gewinnvergleichs- bzw. Kostenvergleichsrechnung, die Rentabilitätsvergleichsrechnung und die statische Amortisationsrechnung. Vorteile der statischen Verfahren sind die einfache Handhabung und der relativ geringe Informationsbedarf. Allerdings bieten diese Verfahren in der Regel keine ausreichende Basis für die Beurteilung von Energiesparinvestitionen im Gebäudebereich, weil diese immer mehrere Perioden betreffen. Bei ihrer Beurteilung müssen deshalb die zeitliche Struktur der Ein- und Auszahlungsreihen und entsprechende Zinseffekte berücksichtigt werden.

Das wesentliche Merkmal von dynamischen Verfahren ist es, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Zahlungen mithilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt zu beziehen. Somit haben Einnahmen und Ausgaben nicht nur über ihren Betrag, sondern auch über den Zeitpunkt des Cashflows einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis. Dies ist der entscheidende Vorteil gegenüber den statischen Verfahren. Zu den dynamischen Verfahren zählen die Kapitalwert- und die Annuitätenmethode. [Lützkendorf/Enseling 2018].

Neben den Energieeinsparungen und den Investitionskosten können weitere Kosten- bzw. Erlöskategorien die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit beeinflussen. So müssen z. B. beim erstmaligen Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung zusätzliche Kosten für Wartung und Instandhaltung angesetzt werden. Auch sollten Ersatzinvestitionen berücksichtigt werden, wenn der gewählte Betrachtungszeitraum die Lebensdauer der Maßnahme übersteigt. Optional können auch Entsorgungskosten von Bauteilen eingerechnet werden. Ist die Lebensdauer der Maßnahme länger als der Betrachtungszeitraum sollten Restwerte am Ende des Betrachtungszeitraums als Erlös in die Berechnung einfließen. Förderung, z. B. durch die KfW, stellt eine weitere mögliche Erlöskategorie dar. [Hinz/Enseling 2018].

Beispielrechnung für die Dämmung einer Außenwand

Im Folgenden werden die „Kosten der eingesparten Kilowattstunde Endenergie“ oder der äquivalente Energiepreis für die Dämmung einer Außenwand mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) berechnet. Die Beurteilung basiert auf der dynamischen Annuitätenmethode. Die Kosten pro eingesparter Kilowattstunde (kWh) Endenergie ergeben sich, wenn die annuitätischen (jährlichen) Kosten einer Energiesparmaßnahme (Kapitalmehrkosten gegenüber einer Referenzvariante einschließlich eventueller jährlicher Zusatzkosten für Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Hilfsenergie) durch die jährliche Energieeinsparung dividiert werden. Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie werden mit dem mittleren Energiepreis für eine kWh im Betrachtungszeitraum verglichen. Eine Maßnahme kann unter den getroffenen Annahmen dann als wirtschaftlich bezeichnet werden, wenn der äquivalente Energiepreis der Einsparung kleiner ist als der mittlere zukünftige Energiepreis für die Energiebereitstellung [Hinz/Enseling 2018].

Betrachtet wird die Dämmung der Außenwand in einem weitgehend unsanierten Wohngebäude mit

einem Erdgas-Niedertemperaturkessel. Eine Putzsanierung ist erforderlich. Der U-Wert der Außenwand im Ausgangszustand ist 1,30 W/m²K. Der U-Wert nach der Dämmung beträgt 0,20 W/m²K. Die äquivalente Dämmdicke (WLG 035) beträgt 15 cm. Die realistisch abgeschätzte Energieeinsparung durch die Dämmung beläuft sich auf 48 kWh/m² Bauteilfläche (Berechnung nach Energiepass Heizung/Warmwasser). [Hinz/Enseling 2018]

Die typischen investiven Kosten entsprechend der IWU-Kostenstudie (Preisstand 2015; Berücksichtigung einer Baukostensteigerung von 2 %/a) betragen 150 €/m² Bauteilfläche. Davon sind 83 €/m² Bauteilfläche ohnehin erforderliche Kosten der Putzsanierung (Instandsetzungsanteil). Die energiebedingten Mehrkosten nach Kopplungsprinzip belaufen sich somit auf 67 €/m² Bauteilfläche. In die Wirtschaftlichkeitsberechnung gehen nur die energiebedingten Mehrkosten ein.

Zusatzkosten für Wartung entstehen durch die Dämmung der Außenwand nicht. Förderung wird zunächst nicht berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt zu nominalen Preisen und Zinsen (ohne Inflationsbereinigung). Die weiteren Parameter der Wirtschaftlichkeitsberechnung können folgender Tabelle entnommen werden:

Tabelle 2: Randbedingungen der Beispielrechnung

Betrachtungszeitraum	**30 Jahre**
Kalkulationszinssatz (Diskontrate)	4 % (nominal)
Aktueller Energiepreis	5,7 Cent/kWh
Energiepreissteigerung	3,5 % (nominal)
Mittlerer zukünftiger Energiepreis (berechnet)	9,19 Cent/kWh (nominal)

Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie betragen 8,0 Cent/kWh. Sie liegen unter dem mittleren zukünftigen Energiepreis von 9,19 Cent/kWh (nominal). Es ist damit billiger, eine kWh Endenergie einzusparen als sie alternativ auf dem Energiemarkt zu beziehen. Die Maßnahme ist bei diesen Randbedingungen wirtschaftlich realisierbar.

Starker Einfluss einzelner Parameter

Die Abhängigkeit der Ergebnisse der Beispielrechnung von einzelnen Parametern zeigen Variationen der Energieeinsparung, der Höhe der energiebedingten Mehrkosten, des Kalkulationszinssatzes und der zukünftigen Energiepreissteigerung bzw. des aktuellen Energiepreises:

- Beläuft sich die geschätzte Energieeinsparung auf nur noch 36 kWh/m² Bauteilfläche (z. B. weil der U-Wert der Wand im Ausgangszustand mit 1,0 W/m²K besser ist als im Beispiel angenommen), steigen die Kosten der eingesparten kWh bei sonst gleichen Randbedingungen auf 10,88 Cent/kWh. Sie liegen jetzt über dem mittleren zukünftigen Energiepreis von 9,19 Cent/kWh (nominal). Die Maßnahme ist unter dieser Prämisse nicht mehr wirtschaftlich zu realisieren.

- Die Maßnahme ist durch die KfW prinzipiell förderfähig mit einem Investitionszuschuss von bislang 10 % (Programm 430 „Energieeffizient Sanieren)[2]. Die energiebedingten Mehrkosten reduzieren sich dadurch auf 52 €/m² Bauteilfläche. Die Kosten der eingesparten kWh betragen bei sonst gleichen Randbedingungen nur noch 6,21 Cent/kWh und liegen deutlich unter dem mittleren zukünftigen Energiepreis von 9,19 Cent/kWh (nominal). Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme wird verbessert.

- Beträgt der Instandsetzungsanteil der Außenwand nur 50 €/m² Bauteilfläche (z. B. weil die Kosten für den armierten Grundputz bei einer weitgehend intakten Fassade den energiebedingten Mehrkosten zugerechnet werden), steigen die energiebedingten Mehrkosten auf 100 €/m² Bauteilfläche. Die Kosten der eingesparten kWh betragen bei sonst gleichen Randbedingungen 11,94 Cent/kWh und liegen über dem mittleren zukünftigen Energiepreis von 9,19 Cent/kWh (nominal). Die Maßnahme ist unter dieser Voraussetzung nicht mehr wirtschaftlich.

2 Im „Klimaschutzprogramm 2030“ der Bundesregierung wurde eine Erhöhung des Zuschusses auf 20 % beschlossen. Diese Erhöhung ist gültig ab dem 24.01.2020.

Grundlegende – auch energetische – Sanierung eines Wohngebäudes in Darmstadt.

- Bei einem Kalkulationszinssatz von 3,0 %/a (nominal) und sonst gleichen Randbedingungen sinken die Kosten der eingesparten kWh Endenergie auf 7,06 Cent/kWh. Der mit dem niedrigeren Kalkulationszinssatz berechnete zukünftige Energiepreis beträgt 9,41 Cent/kWh (nominal). Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme verbessert sich.
- Bei einer angenommenen Energiepreissteigerung von nur 2,0 %/a (nominal) ergibt sich bei sonst gleichen Randbedingungen ein mittlerer zukünftiger Energiepreis von 7,42 Cent/kWh (nominal). Die Kosten der eingesparten kWh Endenergie betragen unverändert 8,0 Cent/kWh. Die Dämmung der Außenwand ist damit nicht mehr wirtschaftlich.
- Eine Erhöhung der aktuellen Energiepreise und der zukünftigen Energiepreissteigerung durch politische Rahmensetzungen wie stufenweise steigende Energiesteuern oder CO_2-Preise verbessert dagegen die Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen. So würde sich für das oben dargestellte Beispiel durch eine CO_2-Abgabe auf fossile Energieträger von 20 €/t CO_2 bzw. 180 €/t CO_2 der aktuelle Preis für Gas um ca. 0,4 bzw. 3,6 Cent/kWh und damit der mittlere zukünftige Energiepreis als Vergleichsgröße auf 9,59 bzw. 12,79 Cent/kWh (ohne jährliche Anpassung der Energieabgabe) erhöhen. Im „Klimaschutzprogramm 2030“ der Bundesregierung wird ab 2021 eine CO_2-Bepreisung im Verkehrs- und Gebäudesektor mit einer ersten Stufe in Höhe von 25 €/t CO_2 eingeführt.

Die Problematik unsicherer Eingangsgrößen

In wissenschaftlichen Studien wird der Problematik unsicherer Eingangsgrößen häufig mit einer Variation der Parameter im Rahmen von (deterministischen) Sensitivitätsanalysen begegnet. Sensitivitätsanalysen geben darüber Aufschluss wie stark eine Kennzahl zur Beschreibung der Wirtschaftlichkeit (z. B. die Kosten der eingesparten kWh) von einer oder mehreren Eingangsgrößen (z. B. der Energieeinsparung) bestimmt wird d. h. wie sensitiv sie auf Änderungen von einzelnen Parametern reagiert. (Deterministische) Sensitivitätsanalysen gehen dabei von sicheren Erwartungen über die Ausprägung einzelner Eingangsgrößen aus [Hinz/Enseling 2018].

Bei einer (stochastischen) Risikoanalyse wird dagegen versucht den wesentlichen Eingangsgrößen Wahrscheinlichkeiten zuzuordnen, um anschließend auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wirtschaftlichkeitskennzahl zu bestimmen. Bei der (stochastischen) Risikoanalyse wird häufig die Monte-Carlo-Simulation genutzt. Stochastisch bedeutet in diesem Zusammenhang, dass statistische Wahrscheinlichkeitsverteilungen statt Einzelwerte zur Beschreibung der Parameter herangezogen werden. Im Rahmen der Simulation wird darauf aufbauend ein Zufallsexperiment (die Berechnung einer bestimmten Kennzahl der Wirtschaftlichkeit) in großer Anzahl wiederholt. Für die Politikberatung könnte so beispielsweise geprüft werden, in wie viel Prozent aller Fälle die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme gegeben ist und wie Förderprogramme angepasst werden sollten [Lützkendorf/Enseling 2017].

Energietechnische Modernisierung – Wirtschaftlich realisierbar mit Zusatznutzen

Konkrete Beispielberechnungen zeigen, dass energietechnische Gebäudemodernisierungen häufig wirtschaftlich zu realisieren sind. Die Berechnungen zeigen aber auch die Abweichungen von den Erwartungen auf, die sich durch die – insbesondere bei der energietechnischen Modernisierung von Altbauten – unvermeidlichen Unsicherheiten bei der Bestimmung der Eingangsgrößen und der Wahl von Randbedingungen ergeben können.
Notwendig zur Absicherung wirtschaftlicher Erwartungen sind daher einzelfallspezifische Wirtschaftlichkeitsberechnungen, die auf verlässlichen Datengrundlagen aufbauen und den Einfluss der verschiedenen Eingangsgrößen und ihre mögliche Bandbreite transparent machen.

Wirtschaftlichkeitsanalysen sind **eine** wichtige Entscheidungsgrundlage für oder gegen energietechnische Modernisierungsinvestitionen. Maßgeblich in Zeiten des Klimawandels müssen jedoch die Gesichtspunkte des Klimaschutzes sein. Zur dringend erforderlichen Reduktion der CO_2-Emissionen im Gebäudebestand müssen die derzeitigen Modernisierungsraten beim Wärmeschutz von ca. 1 % mindestens verdoppelt und auch energetische Sanierungen in Angriff genommen werden, die nicht betriebswirtschaftlich rentabel sind. Überproportionale Belastungen von Gebäudeeigentümern durch diese gesellschaftliche Aufgabe können z. B. durch Förderprogramme vermieden werden, wie sie derzeit die KfW für energetische Modernisierungen anbietet.

Neben Energiekosteneinsparungen und Klimaschutz bringen energieeffiziente Gebäudekonzepte zumeist einen höheren Wohnkomfort, eine höhere thermische Behaglichkeit und sie reduzieren das Tauwasser- oder Schimmelrisiko. Auch die Lebensdauer der Gebäudehülle oder die Restnutzungsdauer des Gebäudes kann sich durch diese Maßnahmen verlängern. Dies stellt für Nutzer und Eigentümer einen erheblichen Zusatznutzen dar, der jedoch nicht ohne weiteres bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu quantifizieren ist. Dieser Zusatznutzen kann sich jedoch indirekt in der Werthaltigkeit der Immobilie ausdrücken. Für private Eigentümer, die eine Immobilie selbst nutzen, können gerade die Aspekte des Zusatznutzens ausschlaggebend für eine Investitionsentscheidung sein [Lützkendorf/Enseling 2017].

Wärmetechnische Sanierung – ein Beitrag zum Klimaschutz

LITERATUR

Hinz, E (2015): **Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energietechnischen Modernisierung von Altbauten.** Download unter https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2015_IWU_Hinz_Kosten-energierelevanter-Bau-und-Anlagenteile-bei-der-energetischen-Modernisierung-von-Altbauten.pdf

Hinz, E.; Enseling, A. (2018): **Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Gebäudemodernisierung.** Unvereinbarer Widerspruch oder eine Frage der Sichtweise? Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2018.

IWU (2019): **Wie kann das Klimapaket im Gebäudesektor zum Erfolg werden?** Stellungnahme zum „Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050“ vom 08.10.2019. Download unter https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/stellungnahmen/2019-11-11_IWU-Stellungnahme-Klimaschutzprogramm-2030.pdf

Lützkendorf, T.; Enseling, A. (2017): **Wirtschaftlichkeit energieoptimierter Gebäude.** Berechnungsmethoden und Benchmarks für Wohnungsbau und Immobilienwirtschaft. BINE-Themeninfo III/2017, FIZ Karlsruhe.

Renz, I.; Hacke, U. (2016): **Einflussfaktoren auf die Sanierung im deutschen Wohngebäudebestand.** Ergebnisse einer qualitativen Studie zu Sanierungsanreizen und -hemmnissen privater und institutioneller Eigentümer. Eine Untersuchung im Auftrag der KfW Bankengruppe. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2016.

Institut Wohnen und Umwelt GmbH
Forschungseinrichtung des Landes Hessen
und der Stadt Darmstadt
Rheinstr. 65, 64295 Darmstadt
Tel.: +49(0)6151/29 04-0
info@iwu.de
www.iwu.de

Redaktion: Kornelia Müller
Ansprechpartner zu diesem Thema:
Andreas Enseling, a.enseling@iwu.de