Themeninfo **III** /2017

Energieforschung kompakt

BINE Informationsdienst

Wirtschaftlichkeit energieoptimierter Gebäude

Berechnungsmethoden und Benchmarks für Wohnungsbau und Immobilienwirtschaft

Ein Service von FIZ Karlsruhe GmbH

Zur Sache

Heutzutage ist es technisch ohne weiteres möglich, Gebäude mit extrem geringem Energiebedarf zu bauen. Doch kann es gelingen, den Gebäudebestand in großem Maßstab auf diese planerisch, bautechnisch und immobilienwirtschaftlich anspruchsvollen Energieniveaus zu bringen? Und ist das wirtschaftlich sinnvoll?

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit energieoptimierter Gebäude hängt stark von der eingenommenen Perspektive, der Betrachtungsweise und der Berechnungsmethode ab. Das möchten wir mit diesem Themeninfo genauer erläutern. Anhand einiger immobilienwirtschaftlicher Studien, mit verschiedenen Analysen aus der Forschung und mit einigen konkreten Beispielen soll gezeigt werden, dass energieoptimiertes Bauen und Sanieren – in ganzheitlicher Betrachtung – eine ökonomisch vorteilhafte Strategie sein kann.

Bauherren, Investoren, Eigentümer, Mieter, die Bauwirtschaft, Anbieter von Energieeffizienzlösungen und Planer argumentieren in der Frage der Wirtschaftlichkeit unterschiedlich. Das liegt teils an den ungleichen Interessen. Zudem gibt es nur wenig methodisch transparente und belastbare Fakten zur Wirtschaftlichkeit von energieoptimiertem Bauen und Sanieren. Ja, es fehlt generell an Verständnis, Transparenz und einheitlichen Methoden beim Thema Wirtschaftlichkeit. Auch die dafür herangezogenen Randbedingungen wie aktuelle und zukünftige Energiepreise, Kalkulationszinssätze, Betrachtungszeitraum, Nutzungsdauern, wertbeeinflussende Effekte oder der Umgang mit Unsicherheiten haben einen erheblichen Einfluss auf das Berechnungsergebnis.

Verschiedene Pionierprojekte zeigen, dass energetisch ambitionierte Gebäudekonzepte am Immobilienmarkt erfolgreich platziert werden können. Doch bislang waren die hierfür vorgelegten energetischen und wirtschaftlichen Kenndaten und Randbedingungen nicht immer fundiert und transparent. Aber es gibt mehrere immobilienwirtschaftliche Untersuchungen und auch wissenschaftlich evaluierte Modellprojekte, mit denen die energetische und ökonomische Performance von energieoptimierten Gebäuden in nachvollziehbarer Weise beurteilt wird. Diese Analysen liefern nützliche Daten und Fakten zu den Kosten einer energieoptimierten Bauweise und zur Beurteilung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit von Neubau- und Sanierungsmaßnahmen.

Ihre BINE-Redaktion wünscht Ihnen eine anregende Lektüre

Inhalt

3 *Was ist eigentlich Wirtschaftlichkeit?*
5 *En passant: Manche Dinge brauchen ihre Zeit*
6 *Welche Methode eignet sich?*
8 *Aufwand und Nutzen erfassen*
12 *Einfluss von Annahmen und Randbedingungen*
14 *Kostenkennwerte für Wohnbauten*
17 *Aus der Forschung*
20 *Nichtwohngebäude – Bau- und Nutzungskosten*
23 *Standpunkte: Ist energieoptimiertes Bauen wirtschaftlich möglich?*
24 *Ausblick*

Autoren
Thomas Lützkendorf,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT),
Fachgebiet Immobilienwirtschaft

Andreas Enseling,
Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU),
Darmstadt

Redaktion
Johannes Lang

Urheberrecht
Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

Titelbild: Fotolia/Tiberius Gracchus
Seite 3: Fotolia/Marcus Hofmann
Seite 6: Fotolia/Ingo Bartussek
Seite 8: Fotolia/Mario Jahn
Seite 12: Fotolia/Ingo Bartussek
Seite 14: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)
Seite 20: Sprinkenhof GmbH, Foto: Franziska Glück
Portraits: eZeit Ingenieure GmbH und ABG Frankfurt Holding, Foto: Ulrike Deuscher

BINE Informationsdienst

Kaiserstraße 185-197, 53113 Bonn
Tel. 0228 92379-0
kontakt@bine.info
www.bine.info

Was ist eigentlich Wirtschaftlichkeit?

„Rechnet sich das wirklich?“ Das hört man häufig, wenn über energieoptimierte Neubauten oder Sanierungsprojekte gesprochen wird. Auch das Energieeinsparungsgesetz formuliert ein Wirtschaftlichkeitsgebot. Antworten sind nicht einfach. Deshalb werden zunächst die Begriffe Wirtschaftlichkeit und ökonomische Vorteilhaftigkeit geklärt.

Welcher energetische Standard ist bei Neubau- und Modernisierungsvorhaben sinnvoll anzustreben? Bei der Klärung dieser Frage kommt es in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft stets zu intensiven Diskussionen über die Wirtschaftlichkeit energieoptimierter Gebäude. So beeinflussen Wirtschaftlichkeitsberechnungen für alle Neubau- und Modernisierungsprojekte die Investitionsentscheidungen maßgeblich. Auch gesetzliche Anforderungen oder Förderprogramme werden hiervon berührt. Doch „Wirtschaftlichkeit“ wird häufig unterschiedlich kalkuliert und interpretiert.

Wirtschaftlichkeitsbegriff

„Wirtschaftlichkeit“ und das Prinzip der Wirtschaftlichkeitsanalyse sind in der Betriebswirtschaftslehre klar definiert. Es wird gefragt, ob eine Maßnahme im absoluten oder relativen Sinne ökonomisch sinnvoll oder zumindest vorteilhafter als eine Alternative ist. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit im engeren Sinne wird einem wertmäßig erfassten Einsatz von Mitteln ein wertmäßig erfasster Nutzen gegenübergestellt. In jedem Fall erfolgt ein Bezug zum eingesetzten Kapital. Eine Maßnahme oder eine Projektvariante ist dann im absoluten Sinne wirtschaftlich, wenn die Erträge die Aufwendungen bzw. die Erlöse die Kosten übersteigen. Derartige Projekte sollten realisiert werden.

Eine relative Wirtschaftlichkeit ist dann gegeben, wenn bei einer Maßnahme oder Variante das Verhältnis von Ertrag zu Aufwand bzw. von Erlös zu Kosten günstiger ist als bei einer alternativen Lösung. Die Vergleichsvariante kann auch in einer Unterlassungsalternative „weiter so wie bisher“ bestehen.

Bei einer Übertragung dieser Grundsätze auf die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft werden häufig Maßnahmen auf Bauteil- oder Gebäudeebene zum Gegenstand einer Beurteilung der Wirtschaftlichkeit. Basis und Ausgangspunkt sind die im Lebenszyklus des Gebäudes oder Bauteils auftretenden Zahlungsflüsse mit ihren Einzahlungen und Auszahlungen. Ihre Erfassung und Analyse bildet die Grundlage für eine Lebenszykluskostenrechnung (vgl. InfoBoxen „Lebenszykluskostenrechnung“ auf Seite 4 sowie „Global Cost“ auf Seite 5) und für Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Gesetzgeber fordert Wirtschaftlichkeit

Besondere Bedeutung für das Thema hat das Wirtschaftlichkeitsgebot nach dem Energieeinsparungsgesetz (EnEG). Es ist eine Rechtsgrundlage für die Energieeinsparverordnung (EnEV). Gemäß Wirtschaftlichkeitsgebot müssen sämtliche Maßnahmen zur Einsparung von Energie nicht nur „nach dem Stand der Technik erfüllbar“, sondern auch „wirtschaftlich vertretbar“ sein. Für die Prüfung der „wirtschaftlichen Vertretbarkeit“ wird hierbei eine Definition geliefert, die in der wohnungs- und immobilienwirtschaftlichen Praxis nicht unumstritten ist und einer weiteren Interpretation bedarf. Danach gelten Anforderungen als wirtschaftlich vertretbar, wenn generell die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Mit dieser Definition wird aus Sicht der Autoren die Perspektive eines selbstnutzenden Eigentümers eingenommen, dem für Maßnahmen zur weiteren Einsparung von Energie finanzielle Aufwendungen entstehen und der von eintretenden Energieeinsparungen finanziell profitiert. Für Vermieter trifft dies aber nicht zu. Das macht deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit bzw. die ökonomische Vorteilhaftigkeit nicht beurteilt werden kann, ohne dass Aufwand und Nutzen genau erfasst und Einzahlungen sowie Auszahlungen im Lebenszyklus des Gebäudes den verschiedenen Akteuren zugeordnet werden.

Perspektiven und Interessen von Akteuren

Individuelle und institutionelle selbstnutzende Eigentümer, Mieter bzw. Nutzer, Vermieter und Anleger oder Anbieter von indirekten Immobilienanlagen (z. B. Immobilienfonds) sind die relevanten Akteure bei der Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Energieeffizienzmaßnahmen in Neubau- und Sanierungsprojekten.

Lebenszykluskostenrechnung

In der Lebensspanne von Immobilien entstehen Ausgaben bzw. Auszahlungen sowie in bestimmten Fällen auch Einnahmen bzw. Einzahlungen. Diese können in einer Lebenszykluskostenrechnung erfasst und anschließend bewertet werden. Hierbei werden zwei Varianten unterschieden:

*Die **Lebenszykluskostenrechnung im engeren Sinne** (engl. Life cycle costing, LCC) konzentriert sich auf die Erfassung aller Kosten (Auszahlungen) im Lebenszyklus eines Gebäudes. Dabei wird die Perspektive eines Planers oder eines selbstnutzenden Eigentümers eingenommen. Für beide Perspektiven sollen die Kosten im Lebenszyklus minimiert werden. Hierfür werden die Wechselwirkungen zwischen Bau- und Nutzungkosten analysiert und für die Optimierung des Entwurfs berücksichtigt. Eine Überführung in eine Kostenvergleichsrechnung ist möglich, wenn der „Nutzen" beider Varianten vergleichbar ist. Einnahmen aus der Lieferung von Energie an Dritte können als „negative Kosten" berücksichtigt werden.*

*Die **Lebenszykluskostenrechnung im weiteren Sinne** (engl. Whole life costing, WLC) berücksichtigt neben allen Kosten (Auszahlungen) auch sämtliche Einnahmen (Einzahlungen). Finanzieller Aufwand (Auszahlungen) und Nutzen (Einzahlungen) können einander gegenübergestellt werden. Dies entspricht der Perspektive von Vermietern. Das Ergebnis wird als Lebenszykluserfolg interpretiert und liefert eine Basis für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit vermieteter Objekte.*

Abb. 1 zeigt, welche Kosten- und Nutzenpositionen für verschiedene Akteure in welchem Maße bedeutsam sind. Es werden Unterschiede deutlich, was Konsequenzen hat für die Wirtschaftlichkeitsrechnung – bei der Messung von Aufwand und Nutzen, bei der Auswahl und Anwendung entsprechender Methoden sowie bei der Interpretation von Ergebnissen.

Eine Sonderstellung hat die makroökonomische Perspektive („volkswirtschaftliche Betrachtung"). Hier kann einem Aufwand an Subventionen oder einer steuerlichen Vergünstigung ein Nutzen in Form von Steuereinnahmen an anderer Stelle, des Erhalts oder der Schaffung von einheimischen Arbeitsplätzen oder der Reduzierung der Importabhängigkeit bei Energieträgern gegenüberstehen. Zudem werden gesellschaftspolitische Ziele verfolgt, beispielsweise Ressourcenschonung, Umwelt- oder Klimaschutz etc. Die jeweilige Betrachtung lässt sich erweitern, indem externe Nutzen und externe Kosten einbezogen werden.

Abb. 1 *Welche Positionen einer umfassenden Wirtschaftlichkeitsberechnung betreffen welche Akteure? Zusammenstellung von Zahlungsflüssen und Objekteigenschaften, die durch den energetischen Standard beeinflusst werden. Quelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fachgebiet Immobilienwirtschaft*

□ *indirekter Bezug*
■ *starker/direkter Bezug*
[1] *hier im Sinne einer Institution*
[2] *Mit zunehmender Tendenz haben im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeitsberichterstattung Unternehmen der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft ein hohes Interesse an den Themen der Ressourcenschonung (Energieeinsparung) und des Umwelt- bzw. Klimaschutzes*

	Aufwand				Nutzen				Zusatznutzen						
Akteursgruppe	*Bau-/Erwerbskosten*	*Kosten für Instandsetzung*	*Energie- und Wartungskosten*	*Miethöhe (Kaltmiete)*	*Vermiet-/Vermarktbarkeit*	*Wert und Wertentwicklung*	*Mieteinnahme/Mietsteigerung*	*Individueller Komfort*	*Dauerhaftigkeit*	*Gestalterische Qualität*	*Image*	*Vorbildwirkung*	*Mieter-/Nutzerzufriedenheit*	*Energieeinspar./Ressourcenschonung*	*Umweltentlastung/Klimaschutz*
Mieter/Nutzer			■	■				■		□				□	□
Mieter/Nutzer der öffentlichen Hand[1]			■	■						■	■	■	■	■	■
Selbstnutzende Eigentümer	■	■	■			■		■	■	■				□	□
Eigentümer (öffentliche Hand)	■	■	■			■		□	■	■	■	■	■	■	■
Vermieter	■	■	□	■	■	■	■	□	■	■	□		■	□[2]	□[2]
Anleger						■								□	□
Immobilienfonds	■	■	□	■	■	■	■	□	□	□	■		■	□	□
Volkswirtschaft			□	□	□				□	□			□	■	■

Global Cost

Die Europäische Kommission verfolgt das Ziel, die Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen für die Festlegung kostenoptimaler Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in Europa zu vereinheitlichen. Hierfür hat sie im März 2012 die Verordnung 244/2012 erlassen, welche Hinweise zu den methodischen Grundlagen einer „Kostenoptimalitätsmethode“ bei der Berechnung von „global cost“ enthält. Mit dieser Methode sollen die wirtschaftlich optimalen – im Sinne von Gesamtkosten im Lebenszyklus – nationalen Anforderungsniveaus für das energiesparende Bauen ermittelt werden. Die Methode ist der Lebenszykluskostenrechnung im engeren Sinne vergleichbar und bezieht die Investitionskosten, die laufenden Kosten (insbesondere Energiekosten) sowie „gegebenenfalls“ die Kosten für Rückbau und Entsorgung ein. Ein Restwert von Bauteilen und Systemen am Ende des Betrachtungszeitraums kann berücksichtigt werden. Randbedingungen wie Betrachtungszeitraum, Diskontierungszinssatz, Energiepreissteigerungsraten werden weitgehend vorgegeben, ergänzende Sensitivitätsanalysen und Betrachtungen alternativer Szenarien sind erwünscht.

Die Methode berücksichtigt die „finanzielle“ (betriebswirtschaftliche) und die „makroökonomische“ (volkswirtschaftliche) Perspektive. Bei letzterer werden zusätzlich die Kosten im Zusammenhang mit Treibhausgasemissionen (hier im Sinne von externen Kosten) einbezogen. Auch hierfür werden Rechenwerte vorgegeben.

Die Methode Global Cost berücksichtigt jedoch nicht die besondere Interessenlage von vermietenden Institutionen, beispielsweise Unternehmen der Wohnungswirtschaft. Konsequenzen für die Vermiet- und Vermarktbarkeit sowie für Miethöhen werden nicht untersucht.

Abb. 2 *Null-Emissions-Gebäude verringern auch makroökonomische Kosten*
Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

En passant

Abb. 3 *Das Haus am Horn in Weimar*
Quelle: Most curious / creative commons licence CC BY-SA 3.0

Manche Dinge brauchen ihre Zeit

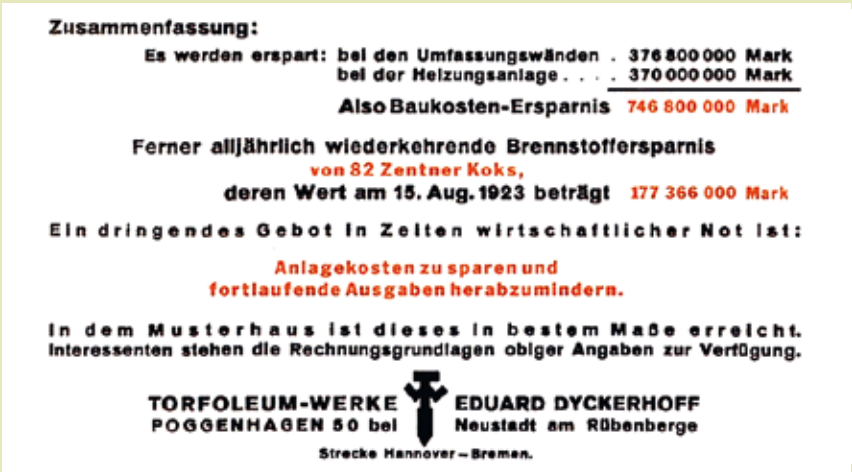
Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen an Gebäuden oder nach den ökonomischen Konsequenzen von Planungsentscheidungen ist gar nicht so neu. Schon vor mehr als 100 Jahren gab es zum Thema Wirtschaftlichkeit von Wärmeschutz bereits didaktisch aufbereitete Wanderausstellungen. Sie zeigten Modelle zu unterschiedlichen Wandaufbauten und verdeutlichten den Energie- und Kosteneinspareffekt. Das war im Grunde eine der ersten Energiespar-Informationskampagnen in Deutschland.

Als Pionierleistung einer energetischen und wirtschaftlichen Optimierung kann das „Haus am Horn“ in Weimar gesehen werden. Es wurde von Georg Muche als Einfamilienhaus geplant und vom Architekturbüro von Walter Gropius als Versuchs- und Musterhaus zur ersten großen Bauhaus-Ausstellung 1923 errichtet.

Bei dem Gebäude wurde die Wärmedämmung verbessert, beispielsweise mit Platten aus speziell aufbereitetem Torf, die unter dem Markennamen Torfoleum vertrieben wurden. Einerseits, so wurde bereits damals argumentiert, um sowohl mit einer kleineren Heizungsanlage auszukommen und damit die Baukosten zu verringern, und andererseits, um die damals knappe und enorm teure Kohle einzusparen.

Noch bemerkenswerter ist, wie damals dazu aufgerufen wurde, bei der Auswahl von Bauprodukten auf die zu ihrer Herstellung notwendige Energie zu achten. Hierfür wurden bereits Daten für verschiedene Außenwandkonstruktionen für einen Bauteilvergleich zusammengetragen. Und in dem Zuge hat auch der heutige Elementkatalog mit seinen Angaben zum Primärenergieverbrauch bei der Herstellung von Bauteilen eine bald hundertjährige Geschichte vorzuweisen. Manche Dinge brauchen eben ihre Zeit, so auch das Thema „graue Energie“.

Abb. 4 *Auszug aus dem Prospekt der Firma Dyckerhoff aus dem Jahr 1924*
Aus: Freundeskreis der Bauhaus Universität Weimar e. V. (Hrsg.): Haus am Horn – Rekonstruktion einer Utopie. 2000.



Zusammenfassung:

Es werden erspart: bei den Umfassungswänden . 376 800 000 Mark
bei der Heizungsanlage . . . . 370 000 000 Mark

Also Baukosten-Ersparnis 746 800 000 Mark

Ferner alljährlich wiederkehrende Brennstoffersparnis
von 82 Zentner Koks,
deren Wert am 15. Aug. 1923 beträgt 177 366 000 Mark

Ein dringendes Gebot in Zeiten wirtschaftlicher Not ist:

Anlagekosten zu sparen und
fortlaufende Ausgaben herabzumindern.

In dem Musterhaus ist dieses in bestem Maße erreicht.
Interessenten stehen die Rechnungsgrundlagen obiger Angaben zur Verfügung.

TORFOLEUM-WERKE EDUARD DYCKERHOFF
POGGENHAGEN 50 bei Neustadt am Rübenberge
Strecke Hannover – Bremen.

Welche Methode eignet sich?

Erst mit einer Erfassung der wesentlichen Zahlungsflüsse über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes lässt sich beurteilen, welche Maßnahmen am besten zu den Zielen und wirtschaftlichen Interessen der Entscheider passen. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit gibt es unterschiedliche Methoden, die je nach Fragestellung oder Akteur sinnvoll anwendbar sind.

Zu Beginn einer Wirtschaftlichkeitsberechnung muss geklärt werden, welche Perspektive eingenommen und welche Berechnungsmethode verwendet werden soll. Die zur Verfügung stehenden Methoden haben unterschiedliche Anforderungen an die zu berücksichtigenden Eingangsgrößen (Erfassung von Aufwand bzw. Kosten und Nutzen bzw. Erträgen, vgl. Seite 8 ff.).

Auch die jeweils wesentlichen Randbedingungen sind nicht einheitlich (Betrachtungszeitraum, Zinssatz u. a., vgl. Seite 12 ff.). Dabei lassen sich grundsätzlich statische und dynamische Verfahren unterscheiden.

Statische versus dynamische Verfahren

Statische Verfahren berücksichtigen keine Zinseffekte. Bekannte statische Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind die

- Gewinnvergleichs- bzw. Kostenvergleichsrechnung,
- Rentabilitätsvergleichsrechnung und die
- statische Amortisationsrechnung.

Vorteile der statischen Verfahren sind in der einfachen Handhabung und im relativ geringen Informationsbedarf zu sehen. Entscheidungskriterium ist die (statische) Rentabilität (positiver Einnahmenüberschuss über Investitionsausgaben) bzw. die Amortisationszeit (Amortisation innerhalb des gewählten Betrachtungszeitraums bzw. der Lebens- oder Nutzungsdauer der Maßnahme).

Allerdings bieten diese Verfahren in der Regel keine ausreichende Basis zur Beurteilung von Investitionsentscheidungen, weil es sich bei Energieeinsparmaßnahmen im Gebäudebereich immer um langfristige Investitionen handelt. Hier müssen die zeitliche Abfolge der Ein- und Auszahlungen und entsprechende Zinseffekte berücksichtigt werden.

Das wesentliche Merkmal dynamischer Verfahren ist es, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Zahlungen mit Hilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt zu beziehen. Sie werden also ab- oder aufdiskontiert. Somit beeinflussen Einnahmen und Ausgaben nicht nur über ihren Betrag, sondern auch über den Zeitpunkt der Zahlung das Ergebnis. Zu den dynamischen Verfahren zählen

- die Kapitalwertmethode und
- die Annuitätenmethode.

Entscheidungskriterien sind in der Regel absolute oder relative Rentabilitätskennzahlen wie der Kapitalwert, die Höhe der positiven Annuität oder der interne Zinsfuß.

Interner Zinsfuß

Mit diesem Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung wird bei Investitionen mit Ein- und Auszahlungen im Zeitverlauf ein interner Zinssatz als theoretische mittlere jährliche Rendite ermittelt. Eine Investition gilt dann als wirtschaftlich, wenn der interne Zinsfuß über einer geforderten Mindestverzinsung liegt.

Amortisationsrechnung

Bei der Amortisationsrechnung wird die Zeitdauer (Amortisationszeit) ermittelt, innerhalb derer sich die energiebedingten Investitionen zurückzahlen (amortisieren). Der Amortisationszeitpunkt beschreibt dabei den Moment, ab dem die Kosten (energiebedingte Mehrkosten) durch die bis dahin eintretenden Energiekosteneinsparungen gerade gedeckt werden. Die Amortisationszeit kann sowohl statisch als auch dynamisch berechnet werden. Für die statische Berechnung werden neben den energiebedingten Mehrkosten und den jährlichen Energieeinsparungen noch Angaben zu den aktuellen Energiepreisen benötigt. Die so ermittelte (statische) Amortisationszeit kann mit der üblichen Lebens- oder Nutzungsdauer der untersuchten Maßnahmen verglichen werden und sollte kleiner als diese sein. Amortisationszeiten von 20–30 Jahren sind damit je nach Maßnahme noch hinnehmbar. Für die dynamische Berechnung sind zusätzlich noch der Kalkulationszins und die zukünftige Energiepreissteigerung festzulegen (vgl. Seite 12 ff.).

Äquivalenter Energiepreis

Das Beurteilungskriterium „Kosten der eingesparten Kilowattstunde Endenergie“ basiert auf der dynamischen Annuitätenmethode. Der Berechnungsansatz ist auch als „Äquivalenter Energiepreis“ bekannt. 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, ggf. auch Versicherungen) 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. Die Methode ist sehr anschaulich und benötigt nur Eingabedaten, die zum Zeitpunkt der Planung der Maßnahme bekannt sind (Einspareffekt, Preis und Finanzierungskonditionen für die Maßnahme).

Kapitalwert- und Annuitätenmethode

Die Kapitalwertmethode ist ein dynamisches Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung. Der sogenannte Kapitalwert wird ermittelt, indem alle Zahlungen, die nach dem Investitionszeitpunkt anfallen, mit dem Kalkulationszinssatz (Diskontsatz) abgezinst werden. Man erhält damit den Barwert der Aus- und Einzahlungsreihen, von dem die Anfangsinvestition subtrahiert wird. Ist der so ermittelte Kapitalwert der Investition größer als Null, dann ist die Investition „vorteilhaft“. Bei mehreren Investitionsalternativen ist diejenige mit dem höchsten Kapitalwert vorzuziehen.

Die Annuitätenmethode berücksichtigt den Kapitalwert nur mittelbar, nämlich in Form der sich daraus ergebenden Annuität. Sie ist interpretierbar als der durchschnittlich je Periode erzielbare Einzahlungsüberschuss – unter Berücksichtigung einer Verzinsung zum Kalkulationszinssatz. Die Annuität kann ermittelt werden, indem der Kapitalwert der Investition mit dem sogenannten Annuitätenfaktor multipliziert und damit auf die Nutzungsperioden der Investition verteilt wird. Bei gleichem Kalkulationszinssatz und gleicher Nutzungsdauer ist die Annuitätenmethode äquivalent zur Kapitalwertmethode.

Vollständiger Finanzplan

In der Immobilienwirtschaft werden häufig „Vollständige Finanzpläne“ (VoFi) verwendet. Auch sie zählen zu den dynamischen Verfahren und bilden alle mit einer Investition verbundenen Zahlungen periodenweise ab. Dadurch wird eine exakte und transparente Erfassung sämtlicher Zahlungsreihen und der sich ergebenden finanzwirtschaftlichen Konsequenzen von z. B. unterschiedlichen Steuersätzen und periodenweise variablen Zahlungsströmen ermöglicht. Als Entscheidungskriterien werden zumeist der Vermögensendwert und die Rendite auf das eingesetzte Eigenkapital (VoFi-Rendite) berechnet. Durch den Vergleich mit dem Vermögensendwert einer Investitionsalternative bzw. einer geforderten Mindestrendite lässt sich die relative oder die absolute Rentabilität bewerten.

Welche Methode für wen?

Die Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung eignen sich in unterschiedlicher Weise für einzelne Akteursgruppen und Fragestellungen.

Der äquivalente Energiepreis ist als dynamisches Kriterium einer Berechnung der (statischen) Amortisationszeit vorzuziehen, da er Zinseffekte grundsätzlich berücksichtigt. Für selbstnutzende Eigentümer stellt er ein transparentes Kriterium zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit dar. Auch zur Überprüfung des „Wirtschaftlichkeitsgebotes“ von Einzelmaßnahmen gemäß EnEG ist der äquivalente Energiepreis geeignet. Er eignet sich jedoch nicht für den Vergleich von Alternativen unter Optimierungsgesichtspunkten (relative Wirtschaftlichkeit), da die Variante mit dem geringsten äquivalenten Energiepreis nicht in jedem Fall auch die wirtschaftlich optimale Variante darstellt. In solchen Fällen sollte besser der Kapitalwert bzw. die Annuität ermittelt werden.

Die Kapitalwert- oder Annuitätenmethode sind Verfahren, die bei hinreichender Qualität der Eingabedaten zuverlässige Informationen über die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen liefern. Sie können sowohl aus der Perspektive von selbstnutzenden Eigentümern als auch von Vermietern durchgeführt werden. Besonders unter Optimierungsgesichtspunkten, also beim Vergleich von Alternativen, sind diese Verfahren zu empfehlen (vgl. Abb. 5). Jedoch wird die Datenbereitstellung damit anspruchsvoller.

Abb. 5 *Verschiedene Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung im Vergleich. Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU).*
** Zahl und Detaillierung von Eingangsgrößen und Randbedingungen*

	Art des Verfahrens	***Anforderungen****	***absolute Wirtschaftlichkeit***	***relative Wirtschaftlichkeit***	***Eignung für***
(Statische) Amortisation	*statisch*	*gering*	*eingeschränkt*	*nicht geeignet*	*Selbstnutzer*
Äquivalenter Energiepreis	*dynamisch*	*mittel*	*geeignet*	*nicht geeignet*	*Selbstnutzer, Staat*
Kapitalwert bzw. Annuität	*dynamisch*	*hoch*	*geeignet*	*geeignet*	*Selbstnutzer, Vermieter, Staat*
Vollständiger Finanzplan	*dynamisch*	*hoch*	*geeignet*	*geeignet*	*(professionelle) Vermieter*

Aufwand und Nutzen erfassen

Sollen Baukosten mit oder ohne Mehrwertsteuer erfasst und die Planungskosten zusätzlich berücksichtigt werden? Welcher finanzielle Nutzen und welche weiteren, den Immobilienwert beeinflussende Effekte entstehen für welche Akteure? Für die Klärung der Wirtschaftlichkeit ist eine umfassende Ermittlung von Aufwand und Nutzen entscheidend.

Um bei einer Investition Aufwand und Nutzen in geeigneter Weise erfassen zu können, müssen zunächst die relevanten Eingangsgrößen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung festgelegt und erfasst werden. Beim Thema Gebäude sind dies einerseits die Bau- und Nutzungskosten, die sich durch die geplanten Bau- oder Modernisierungsmaßnahmen ergeben. Andererseits spielen hier die zu erzielenden Erträge eine Rolle – beispielsweise durch Energieeinsparung vermiedene Kosten oder (zusätzlich) zu erzielende Mieterträge. Doch die Ermittlung von Aufwand und Nutzen ist nicht trivial. Denn welche Kosten sollen überhaupt berücksichtigt werden? Und wie hoch sind die tatsächlich resultierenden Energieeinsparungen? Wie entwickeln sich die Energiepreise? Und wie sehr honoriert der Markt eine gute energetische Qualität mit dauerhaft höheren Mieterträgen oder einer Wertsteigerung für die Immobilie?

Aufwände oder Kosten

• Investitionskosten:
Gemeint sind hier die Bau(werks-)kosten (Kostengruppen KG 300 und 400 nach DIN 276) sowie eventuell zusätzliche Planungskosten. Diese Kosten werden brutto, also mit Mehrwertsteuer ausgewiesen. Gemäß der Energieeinsparverordnung ist bei Maßnahmen im Gebäudebestand je nach betrachtetem Bauteil das „Kopplungsprinzip“ zu beachten. Das bedeutet, Maßnahmen zur Energieeinsparung sind nur für den Fall gesetzlich verpflichtend, wenn am Bauteil aus Gründen der Bauinstandhaltung bzw. Verkehrssicherungspflicht ohnehin größere Maßnahmen erforderlich werden. Als Folge dieses Kopplungsprinzips teilen sich die Vollkosten der Maßnahmen dann in „ohnehin“ entstehende Kosten der Instandsetzung und in „energiebedingte Mehrkosten“ auf.

Diese Differenzierung der Kosten ist nicht unumstritten. Bei einer Betrachtung von energiebedingten Mehrkosten handelt es sich aus Sicht der Autoren um eine ursachengerechte Aufteilung und Zuordnung. So stehen zur Finanzierung der Ohnehin-Kosten häufig Mittel aus der Instandhaltungsrücklage zur Verfügung. Die Aufteilung der Vollkosten in Ohnehin- und energiebedingte Mehrkosten ist damit vergleichbar mit der in der Wohnungswirtschaft erforderlichen Aufteilung zwischen Instandsetzungs- und Modernisierungskosten.

• Laufende Kosten:
Zu diesen gehören neben den Energiekosten (siehe unten) auch wiederkehrende Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungskosten, z. B. für die Anlagentechnik. Dabei sind auch mögliche Einsparungen in die Betrachtung mit einzubeziehen. Für den Vermietungsfall ist eine Unterscheidung zwischen laufenden Kosten, die auf die Mieter umgelegt werden können (z. B. Energiekosten, Kosten für die Wartung der Heizungsanlage), und nicht-umlagefähigen Kosten für Verwaltung und Instandsetzung notwendig.

• Steuerzahlungen:
Im Vermietungsfall sind Steuerzahlungen zu berücksichtigen. Sie ergeben sich aus dem Jahresüberschuss (Mieteinnahmen abzüglich Instandsetzungs- und Verwaltungskosten), den steuerlichen Absetzungsmöglichkeiten und dem möglichen Veräußerungserlös am Ende der Betrachtungsperiode.

• Weitere Folgekosten:
Kosten für Rückbau und Entsorgung oder Kosten für die Vergrößerung eines Dachüberstandes aufgrund einer Fassadendämmung können als Folgekosten entstehen. Und bei einer gesamtgesellschaftlichen Perspektive können externe Kosten zusätzlich berücksichtigt werden.

Nutzen oder Erträge

• Einsparungen an Energiekosten:
Die Energiekosten gehören grundsätzlich zu den laufenden Kosten (Nutzungskosten). Bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieeinsparmaßnahmen werden sie als Energiekosteneinsparungen häufig auf

	Zusatzdämmung der Außenwand	Zusatzdämmung der Decken (Keller-/obere Geschossdecken)	Austausch der Fenster	Austausch Heizung (z. B. neuer Brenner, neue Pumpen)	Wechsel Energieträger	Einsatz erneuerbarer Energie	Einsatz Lüftungsanlage
Einsparung an Endenergie	+	+	+	+			+/–*
Einsparung an Primärenergie, nicht erneuerbar[1]	+	+	+	+	+	+	+/–*
Reduzierung Emissionen an Klimagasen[2]	+	+	+	+	++	+++	+/–*
Reduzierung Emissionen an Luftschadstoffen[3]	+	+	+	++	++	+++	+/–*
Verbesserung thermischer Komfort im Winter	+	+	+				(+)
Verbesserung thermischer Komfort im Sommer	+	+	++				(+)
Verbesserung Lebensdauer der Hülle	(+)						
Einfluss auf gestalterische Qualität	+/–						
Verbesserung der Raumluftqualität (IAQ)							+
Reduzierung Tauwasser-/Schwarzschimmelrisiko	+	+	(–)[x]				+**

Abb. 6 *Welche Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität im Gebäudebestand bringen welchen Nutzen? Eine qualitative Übersicht. Quelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fachgebiet Immobilienwirtschaft*

* *Überdimensionierte Lüftungsanlagen können zu einer Zunahme des Stromverbrauchs führen*

** *Überdimensionierter Luftwechsel kann im Winter zu einer unerwünscht starken Reduzierung der Luftfeuchtigkeit führen*

x *Einbau dichter Fenster kann das Schimmelrisiko erhöhen*

1 *Beitrag zur Ressourcenschonung*

2 *Beitrag zum Klimaschutz*

3 *Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität am Standort*

Abb. 7 *Die Wohnungsbaugenossenschaft Märkische Scholle hat die Siedlung in Berlin-Lichterfelde energetisch anspruchsvoll saniert. Das Ziel der europäischen Union, für Wohngebäude bis 2050 einen jährlichen Primärenergieverbrauch von 30 kWh/m² zu erreichen, wird deutlich unterschritten.*
Quelle: eZeit Ingenieure GmbH. Foto: Sergey Kleptcha

Abb. 8 *Mit der Generalsanierung der Siedlung in Berlin-Lichterfelde wird der um 80 % reduzierte Heizenergiebedarf in der Jahresbilanz fast komplett regenerativ gedeckt. Dabei erhöhte sich die Warmmiete nur geringfügig. Quelle: eZeit Ingenieure GmbH. Foto: Sergey Kleptcha*

Transparenzgebot für Annahmen und Randbedingungen

Folgende Angaben sind für nachvollziehbare Wirtschaftlichkeitsanalysen und –gutachten notwendig. Sie sollten zumindest für mit öffentlichen Mitteln geförderte Studien und Gutachten explizit und gesondert ausgewiesen werden:

- *gewähltes Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsrechnung*
- *Kriterium zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit / Benchmark*
- *Betrachtungszeitraum*
- *Kalkulationszinssatz*
- *Nutzung realer oder nominaler Größen*
- *Art und Umfang berücksichtigter Kostenarten*
- *Verwendung des Vollkosten- oder Mehrkostenansatzes bei Angaben zu Investitionskosten*

Art und Umfang der Berücksichtigung von
- *Restwerten*
- *Ersatzinvestitionen*
- *Fördermitteln*

Angaben zu
- *aktuellen Energiepreisen je Energieträger (gemäß Tarifen)*
- *Teuerungsrate für Energiedienstleistungen*
- *Teuerungsrate für Wartungsarbeiten*
- *Teuerungsrate für Bauleistungen (Ersatzinvestitionen)*
- *Art und Intensität der Nutzung des Gebäudes*
- *Standortsituation und lokalem Klima*
- *Energiebedarf bzw. Energieeinsparung inkl. Berechnungsgrundlage*

Für vermietete Gebäude sollte zusätzlich angegeben werden
- *Kaltmiete im Ausgangszustand*
- *Kaltmiete im energetisch modernisierten Zustand*
- *Angabe zur Basis für die Mieterhöhung (z. B. §559 BGB)*
- *ortsübliche Vergleichsmiete für Gebäude im energetisch nicht sanierten versus sanierten Zustand*
- *Teuerungsrate der ortsüblichen Vergleichsmiete*
- *Leerstand vor und nach der energetischen Modernisierung*
- *Wertsteigerung des Gebäudes (Art und Umfang der Berücksichtigung)*
- *Steuerliche Effekte (Art und Umfang der Berücksichtigung)*

der Ertragsseite berücksichtigt. Um diese Kosteneinsparungen bestimmen zu können, müssen zunächst die Energieeinspareffekte ermittelt werden. Die Einsparung an Endenergie wird in Abhängigkeit von der Ausgangssituation und der gewählten Maßnahmen prognostiziert. Diese Ermittlung erfolgt unter normierten (standortneutralen) bzw. individuellen (standort- und nutzungskonkreten) Randbedingungen. Für eine realitätsnahe Betrachtung sind die individuellen Randbedingungen vorzuziehen. Im Ergebnis liegt die kalkulierte Einsparung an Endenergie in Kilowattstunden pro Jahr vor. Der zukünftige tatsächliche Energieverbrauch ist jedoch auch abhängig von den konkreten Bedingungen nach der Modernisierung, so auch von möglichen Änderungen im Nutzerverhalten und der realen Wetterlage.

Bei statischen Verfahren wird die Einsparung an Energiekosten durch Multiplikation der eingesparten Energie mit dem aktuellen Energiepreis (differenziert nach Energieträger und unter Beachtung der konkreten Tarife und Bezugsbedingungen oder als gewichteter Durchschnittspreis) ermittelt. Bei dynamischen Verfahren ist zudem die Angabe von (zukünftiger) Energiepreissteigerung, Betrachtungszeitraum und Kalkulationszinssatz erforderlich, um beispielsweise bei der Kapitalwertmethode den Barwert (heutiger Wert) der Energiekosteneinsparung über z. B. die nächsten 30 Jahre auszurechnen.

• Zusätzliche Einnahmen aus Vermietung:
Für Vermieter besteht ein Teil des Nutzens einer energetischen Sanierung in zusätzlichen Mieterträgen, die im Vergleich zum nicht sanierten Gebäude zu erzielen sind. Inwieweit mit einer energetischen Sanierung oder mit einem besonders energieeffizienten Neubau höhere Mieterträge erzielt werden können als mit einem unsanierten Gebäude oder einem gesetzeskonformen Neubau, entscheidet letztlich der Immobilienmarkt und das geltende Mietrecht. Bei Sanierungs-

projekten kann der Vermieter einen gesetzlich festgelegten Prozentsatz der umlagefähigen Modernisierungskosten auf die Jahresmiete aufschlagen. Alternativ kann die Miete auch angehoben werden, wenn ein örtlicher Mietspiegel vorliegt, der die energetische Qualität eines Gebäudes explizit auf Basis „energetischer Differenzierungsmerkmale“ ausweist.

In strukturschwachen Märkten mit hohen Leerstandsquoten kann ein zusätzlicher Ertrag auch in der Beseitigung oder Vermeidung von Leerständen durch energetische Sanierung bestehen. Ein weiterer Sonderfall ist die Vermeidung oder Aufhebung einer Mietminderung durch mangelnde energetische Qualität.

• Steuerliche Erträge:
In Abhängigkeit von den Abschreibungsmodalitäten können sich anstelle von Steuerzahlungen auch Steuererstattungen ergeben, die ertragsseitig zu berücksichtigen sind.

• Wertsteigerungen:
Seriöse Wirtschaftlichkeitsanalysen berücksichtigen am Ende des Betrachtungszeitraums den Restwert des Gebäudes bzw. Wertänderungen. Höhere Mieten wirken sich gemäß Ertragswertverfahren auf den Immobilienwert aus. Derartige Effekte können sich z. B. in höheren Verkaufserlösen für energetisch hochwertige Gebäude niederschlagen. Wertsteigerungen werden jedoch nur bei einem tatsächlichen Verkauf zahlungswirksam und ggf. zusätzliche Mieteinnahmen hängen vom betrachteten Standort und Markt ab. Wie die energetische Qualität in der Wertermittlung berücksichtigt werden kann, ist Gegenstand verschiedener Studien und Anleitungen, so beispielsweise im Leitfaden NUWEL (www.nuwel.ch). Die ImmobilienWertermittlungsVerordnung (ImmoWertV) sieht die Berücksichtigung der energetischen Beschaffenheit von Gebäuden ausdrücklich vor.

• Zusatznutzen für Eigentümer und Nutzer:
Energieeffiziente Gebäudekonzepte bringen zumeist einen höheren Wohn- oder Nutzerkomfort, 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 nicht unerheblichen Zusatznutzen dar, jedoch ist dieser nicht ohne weiteres zu quantifizieren oder in Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu monetarisieren. Dieser Zusatznutzen kann sich jedoch indirekt in der Werthaltigkeit der Immobilie ausdrücken. Für private oder institutionelle Eigentümer, die eine Immobilie selbst nutzen, können gerade die Aspekte des Zusatznutzens, beispielsweise thermischer Komfort oder Zufriedenheit und Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern, entscheidend für eine Investitionsentscheidung sein. Abb. 6 nennt Beispiele für positive oder auch negative Auswirkungen im Sinne von Chancen und Risiken bei der Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen. Weitere Hinweise zum Umgang mit dem Zusatznutzen einer energetischen Modernisierung liefert das Forschungsprojekt RentalCal (www.rentalcal.eu).

Aus der Praxis

Plusenergie Geschosswohnungsneubau in München

Im Nachhaltigkeitsbericht der GWG München werden regelmäßig die Fortschritte bei der energetischen Qualität des unternehmenseigenen Gebäudebestandes vorgestellt. Und zur Bewältigung des Zielkonfliktes zwischen Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit werden in Pilotprojekten technische und wirtschaftliche Lösungsmöglichkeiten erprobt. Diese werden teilweise zusätzlich nach dem System NaWoh – Nachhaltiger Wohnungsbau – bewertet, vgl. www.nawoh.de.

Beim Pilotprojekt „Sendling Westpark“ wird durch die Energiegewinne und –überschüsse der Photovoltaikanlage aus dem Primärenergiebedarf in Höhe von ca. 10,0 kWh/m²a ein Primärenergiegewinn von 7,08 kWh/m²a. Die Gebäudekosten liegen nach Informationen des Unternehmens inkl. Photovoltaikanlage mit 1.588 €/m²Wfl. (inkl. Sonderkosten, ohne Tiefgarage) (Preisstand IV/2012) unterhalb der zulässigen Förderhöchstgrenzen gemäß der eigentumsorientierten Förderung in Bayern (EOF).

Abb. 9 *Wohnungsunternehmen sanieren energetisch anspruchsvoll, weil das ökonomisch vorteilhaft sein kann: Siedlung Sendling Westpark in München. Quelle: beide Bilder: GWG München*

Standort	*Krüner Straße 74–80, 81373 München*
Eigentümer	*GWG München*
Architektur	*Franke Rössel Rieger Architekten*
Gebäudetyp	*Wohnungsbau, 4–5 Geschosse, 71 geförderte Mietwohnungen*
Energiekonzept	*KfW-Effizienzhaus 70, Thermische Kollektoranlage mit großem Pufferspeicher, Fernwärme, Fußbodenheizung mit Vorlauftemperatur 35°C, dezentrale, elektrische Warmwassererwärmung, LED-Beleuchtung, Photovoltaik-Anlage mit Einspeisung von Überschuss 21.400 kWh/a ins Netz*
Baukosten	*Baukonstruktion + technische Anlagen: 1.588 €/m²*

Einfluss von Annahmen und Randbedingungen

Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden stark durch die getroffenen Annahmen und geltenden Randbedingungen beeinflusst. Daher sollten diese immer transparent gemacht werden. Einheitliche Vorgaben und Konventionen sowie Sensitivitätsanalysen erleichtern die Vergleichbarkeit und die Interpretation der Ergebnisse.

Bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen müssen bestimmte Regeln, Konventionen und Standards beachtet werden. Alle weiteren Randbedingungen sind zu definieren. Dies sollte transparent angegeben und gegebenenfalls begründet werden. Bei der Festlegung der Randbedingungen wird unterschieden, ob möglichst allgemeingültige Aussagen zur Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen oder Konzepten gemacht werden sollen, beispielsweise bei der Diskussion gesetzlicher Anforderungen, oder ob die Wirtschaftlichkeit in einem konkreten Einzelfall untersucht wird. Annahmen und Randbedingungen haben unmittelbarem Einfluss auf den kalkulierten Energiebedarf (z. B. Klima und Nutzungsbedingungen), beschreiben den Zeithorizont der Akteure (Betrachtungszeitraum) oder sind ökonomisch wirksame Größen (Diskontierungszinssatz, Preissteigerungsraten, ggf. Mietpreistrends sowie Leerstandsquoten).

Klimadaten

Für die allgemeine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit werden durchschnittliche Klimaverhältnisse angenommen und vorgegeben, also ein Referenzklima an einem definierten Standort (früher Würzburg, heute Potsdam). Im Zuge des Klimawandels ist hier mit Veränderungen im Vergleich zum langjährigen Mittel zu rechnen. Für individuelle Betrachtungen sollte das lokale Klima berücksichtigt werden. Der Deutsche Wetterdienst hält hierfür seit kurzem auch lokale Daten vor, zudem gibt es weitere Dienstleister für Wetterdaten.

Definition der Gebäudenutzung

Festzulegen sind die Annahmen zur Anzahl (Nutzungsintensität) und zum Verhalten der Nutzer (Lüftungsverhalten, Präferenzen bei der Raumlufttemperatur, Warmwasserverbrauch etc.) sowie zur Ausstattung mit Geräten bzw. zu Art und Umfang nutzer- oder nutzungsspezifischer Prozesse (mit Konsequenzen für interne Wärmelasten und -gewinne). Unter realen Verhältnissen kann es zu erheblichen Abweichungen bei der Belegungsdichte, der Nutzungsintensität oder dem Nutzerverhalten von in der Planung ermittelten Werten kommen – mit Auswirkungen auf Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit.

Betrachtungszeitraum

Mit der Wahl eines Betrachtungszeitraums drücken die Akteure ihren Planungs- und Erwartungshorizont aus. Während in der Lebenszykluskostenrechnung (theoretisch) der vollständige Lebenszyklus berücksichtigt wird, schwanken die Angaben zum gewählten Betrachtungszeitraum zwischen 10 und 30 Jahren. Teilweise wird von 50 Jahren ausgegangen, beispielsweise in der Nachhaltigkeitsbewertung. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen zur Energieeinsparung sollte sich der Betrachtungszeitraum an der Lebensdauer der Bauteile und Systeme orientieren.

Ist der gewählte Betrachtungszeitraum kürzer als die technische oder wirtschaftliche Lebensdauer gewählter Maßnahmen, muss der Umgang mit einem Restwert für das Ende des Betrachtungszeitraums geklärt werden.

Diskontierungszinssatz

Die Wahl eines Diskontierungszinssatzes hat großen Einfluss auf das Ergebnis einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnung. Es handelt sich um den Zinssatz, der zur Abzinsung künftiger Zahlungen oder Beträge auf einen Gegenwartswert verwendet wird, auch Diskontsatz, Diskontrate, Diskontfaktor oder Kalkulationszins genannt. Dabei bestehen unterschiedliche Interpretationsmöglichkeiten. Der Diskontierungszinssatz kann sich an unterschiedlichen Parametern orientieren:

- **An einer gewünschten Rendite:**
  In deren Festlegung fließt neben anderen Teilgrößen ein risikoloser Zinssatz in Kombination mit einer Risikoprämie ein. Das ist ein betriebswirtschaftlicher Ansatz, der durch die Aufnahme von Risikoprämien tendenziell zu höheren Zinssätzen führt.

- **An aktuellen oder mittleren Finanzierungskonditionen:**
Das ist ein Ansatz, der sich für kredit- oder eigenkapitalfinanzierte Maßnahmen eignet.

- **An einem Interessensausgleich zwischen heutigen und künftigen Generationen:**
Die sogenannte soziale Diskontrate führt tendenziell zu sehr geringen Zinssätzen. Dieser Ansatz ist geeignet für volkswirtschaftliche Betrachtungen unter dem Aspekt der Generationengerechtigkeit.

Damit kann mit dem Diskontierungszinssatz auf die handelnden Akteure reagiert und mit der Wirtschaftlichkeitsanalyse deren Situation, Rahmenbedingungen und Ziele berücksichtigt werden. Beispielsweise verringern hohe Zinssätze die „Gewichtung“ zwischen dem heutigen finanziellen Aufwand und den künftigen Einsparungen an Energiekosten deutlich zu Ungunsten der Einsparung. Außerdem ist bei der Festlegung oder Übernahme von Diskontierungszinssätzen zwischen nominellen und realen Werten zu unterscheiden.

Die Autoren empfehlen für Wirtschaftlichkeitsrechnungen die Verwendung eines Diskontierungs- bzw. Kalkulationszinssatzes von real 3 % für marktwirtschaftliche Betrachtungen und von real 1 % für volkswirtschaftliche Betrachtungen.

Neue Hilfsmittel und Darstellungsformen – Monte-Carlo-Simulation

Bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung hängt das Ergebnis je nach verwendeter Methode von mehreren Eingangsgrößen ab. Jede dieser Eingangsgrößen kann mit Unsicherheiten verbunden sein. Es ist daher sinnvoll, für diese Eingangsgrößen eine Bandbreite und eine Verteilungsfunktion anzugeben. Da jeweils mehrere Eingangsgrößen in die Berechnung eingehen, ergeben sich eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten.

Ein Ansatz zur Lösung der Aufgabe ist eine Monte-Carlo-Simulation im Sinne einer stochastischen Szenarioanalyse. Innerhalb der vorgegebenen Bandbreiten werden für die Eingangsgrößen zufällige Werte gewählt und miteinander kombiniert. Durch eine große Anzahl von Berechnungsgängen (Durchläufen) wird eine hohe Anzahl von Berechnungsergebnissen erzeugt. Die Berechnungsdurchgänge werden so lange fortgesetzt, bis sich beim Ergebnis eine stabile Verteilung einstellt. Die Angabe einer Verteilung ist das Ergebnis der Simulation. Es kann abgelesen und interpretiert werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit unter den vorgegebenen Bedingungen ein Ergebnis (hier die absolute oder relative Wirtschaftlichkeit) eintritt. Dies ist eine alternative Form der Darstellung von Berechnungsergebnissen.

Die Monte-Carlo-Simulation ist keine Methode zur Wirtschaftlichkeitsrechnung sondern ein Hilfsmittel zum Umgang mit Unsicherheiten und Bandbreiten bei Eingangsgrößen. Es kann bei allen Vorgehensweisen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eingesetzt werden. Vgl. hierzu auch Abb. 18, Seite 18.

Preissteigerungsraten

Für die Prognose künftiger Zahlungen (Kosten) müssen bei dynamischer Betrachtung Preissteigerungsraten nicht nur für Energie sondern auch für Wartung, Instandsetzung, Ersatzinvestitionen und Rückbau festgelegt werden. Sowohl für einzelne Energieträger und -versorgungsarten als auch für verschiedene Gewerke und Dienstleistungsarten kommt es zu unterschiedlichen Preissteigerungsraten.

Fakten bzw. Annahmen zur Vermietungssituation

Im Falle einer vermieteten Immobilie hat die aktuelle und die voraussichtliche Vermietungssituation einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung. Zu klären oder zu definieren sind beispielsweise die Möglichkeiten einer Mieterhöhung und ihrer dauerhaften Durchsetzung im Markt, die Leerstandsquote sowie der durchschnittliche Zeitaufwand für eine Neu- oder Wiedervermietung.

Deklaration von Annahmen und Randbedingungen

Häufig sind Wirtschaftlichkeitsanalysen oder -studien nur bedingt nachvollziehbar. Einerseits werden unterschiedliche Methoden und Darstellungsformen genutzt. Andererseits werden selbst bei einheitlichen Methoden unterschiedliche Annahmen und Randbedingungen verwendet. Besonders bei Wirtschaftlichkeitsnachweisen ist es erforderlich, auch die Grundlagen und Ausgangspositionen prüfen zu können (vgl. InfoBox „Transparenzgebot von Annahmen und Randbedingungen“). Benötigt werden möglichst präzise Angaben. So ergeben sich z. B. große Unterschiede im Berechnungsergebnis, wenn mit einem nominalen oder realen Kalkulationszinssatz gerechnet wird. Dabei ist der Realzins in erster Näherung ein Zinssatz, der sich durch Abzug der Inflationsrate vom Nominalzins ergibt.

Variation von Randbedingungen

Das Verändern von Eingangsgrößen und Randbedingungen kann die Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsberechnungen merklich beeinflussen. Eine Sensitivitätsanalyse mit Variation der wesentlichen Parameter sollte daher immer ein Bestandteil der Wirtschaftlichkeitsanalyse sein. Bei Sensitivitätsanalysen werden einzelne Parameter wie z. B. die zukünftige Energiepreissteigerung schrittweise variiert, um den Einfluss dieser Änderungen auf das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnungen darzustellen. Auf diese Weise kann überprüft werden, wie stabil das Ergebnis bei einer anderen Wahl der Randbedingungen ist.

Es wird zunehmend anerkannt, dass es bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Blick auf die Eingangsgrößen Unsicherheiten gibt. Daher werden häufiger Bandbreiten statt feste Werte verwendet. Eine hierfür geeignete Vorgehensweise ist die Monte-Carlo-Simulation, siehe InfoBox „Neue Hilfsmittel und Darstellungsformen“.

Kostenkennwerte für Wohnbauten

Praxisnahe und fachlich fundierte Kostenkennwerte zur Betrachtung von Einzelmaßnahmen sind Mangelware – obwohl sie für grundlegende Entscheidungen in der frühen Planungsphase hilfreich wären. Doch es gibt Kennwerte für Wärmeschutzmaßnahmen und Anlagentechnik. Eine Berücksichtigung von Bandbreiten und Sensitivitätsanalysen helfen hier weiter.

Insbesondere in den frühen Phasen der Planung sind in der Literatur verfügbare Kostenkennwerte hilfreich und eine Alternative zum Einholen konkreter Angebote für Modernisierungsprojekte. Studien und gut dokumentierte Projektbeispiele sind hierfür geeignete Informationsquellen. Dabei ist jeweils zu prüfen, ob der aktuelle Preisstand (Quartal und Jahr der Erhebung der Kosten), der Umgang mit der Mehrwertsteuer, die Einbeziehung von Planungs- und Zusatzkosten, ggf. die Berücksichtigung regionaler oder konjunktureller Besonderheiten sowie die Bezugsgrößen zweifelsfrei beschrieben werden und dem geplanten Verwendungszweck entsprechen. Kostenkennwerte sollten nur publiziert bzw. genutzt werden mit diesem Set an Zusatzinformationen.

Kostendaten für die energetische Modernisierung

Für Maßnahmen zur energetischen Modernisierung wird zwischen Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten unterschieden. Im einer IWU-Studie von 2015 wurden für die Kosten „Bandbreiten“ angegeben und Vorschläge für „Rechenwerte“ im Sinne „typischer“ Kosten unterbreitet. Abb. 10 zeigt ausgewählte Ergebnisse aus der IWU-Studie für Arbeiten an der Gebäudehülle.

Auch für die Anlagentechnik können Kostenkennwerte angegeben werden. Der Bezug der Kosten für unterschiedliche Wärmeversorgungssysteme auf die Nennleistung der Kessel führt häufig zu keinen plausiblen Ergebnissen. Um Kosten miteinander vergleichbar zu machen, empfiehlt es sich, die Wohnfläche als Bezugsgröße zu verwenden. Abb. 11 zeigt ausgewählte Ergebnisse aus der IWU-Studie für anlagentechnische Maßnahmen.

Kostendaten für Neubauten

Bei neu zu errichtenden Wohnbauten geht es oftmals um die Frage, wie sich eine überdurchschnittliche energetische Qualität auf die Baukosten auswirkt. Häufig werden für Neubauten Kostenkennwerte aus den Untersuchungen der ARGE (Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel) oder aus der Datenbank des BKI (Baukosteninformationszentrums) herangezogen, die auf der Basis abgerechneter Projekte erstellt wurden. Sie liefern eine Orientierungsgrundlage, insbesondere für frühe Phasen der Planung.

Die in Abb. 12 dargestellten Mehrkosten für die besseren energetischen Standards wurden ausgehend von einer Basisvariante zum Gebäudeentwurf „additiv“ bestimmt, der Gebäudeentwurf und die Konstruktionsart der Bauteile bleiben hier unverändert. Die Praxis zeigt jedoch, dass insbesondere bei besonders energieeffizienten Neubauten (wie z. B. KfW55 und KfW40) die Mehrkosten durch einen angepassten Gebäudeentwurf und eine angepasste Bauteilkonstruktion deutlich reduziert werden können. Hier können die Möglichkeiten einer integralen Planung ausgeschöpft werden.

Die hier beispielhaft dargestellten Kostenkennwerte für Bestand und Neubau können als Eingangsgrößen in konkreten Wirtschaftlichkeitsberechnungen verwendet und mit dem zu erzielenden Nutzen verglichen werden (Einsparungen an Energiekosten, zusätzliche Mieterträge etc.). Erneut wird darauf verwiesen, dass für Eigentümer und Nutzer zusätzlich ein nicht immer direkt ökonomisch messbarer Zusatznutzen sowie Auswirkungen auf Marktwert und Wertentwicklung entstehen, die in eine Investitionsentscheidung einfließen sollten.

Hilfsmittel zum Umgang mit Bandbreiten

Abb. 15 stellt ein einfaches Hilfsmittel zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Modernisierungsmaßnahmen dar. Verwendet wird die Methode des Äquivalenten Energiepreises. Im Unterschied zu sonstigen „Wirtschaftlichkeitsrechnern“, vgl. Literatur- und Quellenhinweise Seite 24, die von unterschiedlichen Anbietern teilweise frei zugänglich im Internet angeboten werden, liefert die Tabelle in Abb. 15 die Möglichkeit, eine Bandbreite zur Beschreibung des finanziellen Aufwandes sowie zur Festlegung der Instandsetzungsanteile vorzugeben und zu berücksichtigen. Nach der Vorgabe eines Grenzwertes im

Maßnahme	***Bandbreite Vollkosten*** (€/m² Bauteil)	***davon: Bandbreite energiebedingte Mehrkosten*** (€/m² Bauteil)	***„typische" Vollkosten (Rechenwert)*** (€/m² Bauteil)	***davon: „typische" energiebedingte Mehrkosten (Rechenwert)*** (€/m² Bauteil)
Dämmung Außenwand 15 cm WDVS	*126–152*	*56–68*	*139*	*62*
Dämmung Steildach 18 cm	*174–228*	*46–61*	*201*	*54*
Dämmung Obergeschossdecke 20 cm	*53–74*	*53–74**	*64*	*64**
Dämmung Kellerdecke 8 cm (unterseitig)	*38–44*	*38–44**	*41*	*41**
Fenster mit 3-Scheiben-WSV (EFH&MFH)	*399–442*	*33–76* (geg. 2-Scheiben WSV**)	*420*	*54* (geg. 2-Scheiben WSV**)

Abb. 10 *Kostenkennwerte für verbesserten Wärmeschutz in €/m² Bauteilfläche. Kostenbereiche (Bandbreiten), typische Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten für ausgewählte Maßnahmen.*
Quelle: [IWU 2015] im Quellen- und Literaturverzeichnis, vgl. Seite 24

** Bei Obergeschossdecke und Kellerdecke wird in der Regel keine Instandsetzung erforderlich. Die energiebedingten Mehrkosten entsprechen daher den Vollkosten.*

*** Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung werden als Stand der Technik angesehen, bei dem keine energiebedingten Mehrkosten entstehen.*

Randbedingungen: Wärmeleitfähigkeit (λ) des Dämmstoffs: 0,035 W/mK; Preisstand: 1/2015; alle Angaben brutto, also inklusive 19 % Mehrwertsteuer; Kostengruppe (KG) 300 nach DIN 276.

Maßnahme	***Bandbreite Vollkosten*** (€)	***davon: Bandbreite energiebedingte Mehrkosten*** (€)	***„typische" Vollkosten (Rechenwert)*** (€)	***davon: „typische" energiebedingte Mehrkosten (Rechenwert)*** (€)
Gas-Brennwert-Kessel	*9.632–13.043*	*0**	*11.209*	*0**
Holz-Pellet-Kessel	*16.986–28.141*	*5.777–16.932* (geg. Gas-Brennwert-Kessel)	*21.863*	*10.654* (geg. Gas-Brennwert-Kessel)
Solaranlage (WW)	*5.746–9.150*	*5.746–9.150*	*7.251*	*7.251*
Lüftungsanlage mit WRG (zentral)	*8.373–13.394*	*5.005–10.026* geg. Abluftanlage	*10.590*	*7.222* geg. Abluftanlage

Abb. 11 *Kostenkennwerte Anlagentechnik in € für ein Vergleichsgebäude mit 185 m² Wohnfläche*
Quelle: [IWU 2015] im Quellen- und Literaturverzeichnis, vgl. Seite 24

** Gas-Brennwert-Kessel wird als Stand der Technik angesehen, bei dem keine energiebedingten Mehrkosten entstehen*

Randbedingungen: Preisstand: 1/2015; alle Angaben brutto, also inklusive 19 % Mehrwertsteuer, Kostengruppe (KG) 400 nach DIN 276.

Investive Mehrkosten im Neubau durch erhöhte energetische Anforderungen (gegenüber EnEV 2009/2014)	***EnEV 2016****	***KFW55***	***KFW40***
in €/m² Wohnfläche (Kostengruppen 300+400)	*ca. 30–75 €/m²*	*ca. 115 €/m²*	*ca. 150 €/m²*
in % (bezogen auf durchschnittliche Baukosten von 1.400 €/m²)	*ca. 2–5 %*	*ca. 8 %*	*ca. 11 %*

Abb. 12 *Investive Mehrkosten in €/m² Wohnfläche durch erhöhte energetische Anforderungen (brutto) im Neubau für den mehrgeschossigen Wohnungsbau (MFH) gegenüber EnEV 2009/2014.*
Quelle: [IWU 2011] im Quellen- und Literaturverzeichnis, vgl. Seite 24

In den Kostenkennwerten sind erhöhte Planungs- und Nachweiskosten nicht enthalten.
Umrechnung von Werten aus o. g. Quelle auf den Preisstand 2014.

** Das genaue Niveau der zukünftigen EnEV 2016 war zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie (2011) noch nicht bekannt. Es liegt zwischen dem Effizienzhaus 80 bzw. 70. Die angegebene Spanne der Kosten bezieht sich auf diese beiden Niveaus.*

Abb. 13 *Ein Wohngebäude in Darmstadt wird grundlegend und energetisch modernisiert*
Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

Abb. 14 *Maßarbeit: Das Wärmedämmverbundsystem wird am Gebäude angebracht*
Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

Abb. 15 *Beispiel für Hilfsmittel zur Ermittlung des äquivalenten Energiepreises für Maßnahmen zur Einsparung von Energie unter Angabe von Bandbreiten für Baukosten und Instandhaltungsanteile mit Kennzeichnung der als ökonomisch vorteilhaft zu betrachtenden Varianten (grün)*
Quelle: Thomas Lützkendorf und Andreas Enseling

Randbedingungen:
1 m² Außenwand; U-Wert$_{alt}$ = 1,0 W/m²K; Maßnahme = 12 cm WDVS; U-Wert$_{neu}$ = 0,23 W/m²K; Anforderungen der EnEV eingehalten; Betrachtungszeitraum 25 Jahre, Kalkulationszinssatz real = 3,5 %; mittlerer Energiepreis brutto = 8,8 €cent/kWh

Instandsetzungsanteil in €/m² Bauteilfläche	***Investitionskosten in €/m² gedämmte Bauteilfläche (brutto) für die genannte Maßnahme***						
	110	*120*	*130*	*140*	*150*	*160*	*170*
(Sowiesokosten: Putzsanierung)	***äquivalenter Energiepreis in Cent/kWh Endenergie unter genannten Randbedingungen***						
0	*10,42*	*11,37*	*12,31*	*13,26*	*14,21*	*15,16*	*16,10*
10	*9,47*	*10,42*	*11,37*	*12,31*	*13,26*	*14,21*	*15,16*
20	*8,53*	*9,47*	*10,42*	*11,37*	*12,31*	*13,26*	*14,21*
30	*7,58*	*8,53*	*9,47*	*10,42*	*11,37*	*12,31*	*13,26*
40	*6,63*	*7,58*	*8,53*	*9,47*	*10,42*	*11,37*	*12,31*
50	*5,68*	*6,63*	*7,58*	*8,53*	*9,47*	*10,42*	*11,37*
60	*4,74*	*5,68*	*6,63*	*7,58*	*8,53*	*9,47*	*10,42*
70	*3,79*	*4,74*	*5,68*	*6,63*	*7,58*	*8,53*	*9,47*
80	*2,84*	*3,79*	*4,74*	***5,68***	*6,63*	*7,58*	*8,53*
90	*1,89*	*2,84*	*3,79*	*4,74*	*5,68*	*6,63*	*7,58*
100	*0,95*	*1,89*	*2,84*	*3,79*	*4,74*	*5,68*	*6,63*
110	*0,00*	*0,95*	*1,89*	*2,84*	*3,79*	*4,74*	*5,68*

Ablesebeispiel: *Bei einer energetischen Verbesserung von 1 m² Außenwand mit einem Wärmedämmverbundsystem werden Investitionskosten in Höhe von 140 €/m² Außenwand angenommen (siehe blau markierte Spalte). Gleichzeitig wird unterstellt, dass als Ohnehin-Maßnahme im Rahmen einer Instandsetzung der Putz zu erneuern wäre – zu Kosten von 80 €/m² (siehe blau markierte Zeile). An der Schnittstelle von Spalte und Zeile kann der für diese Konstellation zutreffende äquivalente Energiepreis (die Kosten für eine eingesparte kWh Endenergie) abgelesen erden (hier fett). Der äquivalente Energiepreis ist mit 5,68 €cent/eingesparte kWh Endenergie kleiner als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum, der mit 8,8 €cent/verbrauchte kWh Endenergie anfallen würde. Damit ist die gewählte Lösung als wirtschaftlich zu betrachten. Dies entspricht dem Ablesen von „Außen nach Innen". Bei einem Ablesen „von Innen nach Außen" kann festgestellt werden, dass unter den genannten Randbedingungen auch Investitionskosten von 170 €/m² Außenwand noch zu einer wirtschaftlichen Lösung führen, wenn die Maßnahme mit der Erneuerung des stark beschädigten Putzes gekoppelt wird.*

Abb. 16 *Das Darmstädter Gebäude nach Abschluss der energetischen Modernisierungsarbeiten*
Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

Sinne einer Benchmark (hier der aktuelle oder mittlere künftige Energiepreis für einen ausgewählten Energieträger) werden die Kombinationen aus Baukosten und Instandhaltungsanteil grün markiert, die als ökonomisch vorteilhaft gelten. Mit dem Instandsetzungsanteil von 0,00 € kann eine Betrachtung von „Vollkosten“ erfolgen. In der Darstellung der Ergebnisse wird auch ablesbar, unter welchen Bedingungen eine Variante als noch vorteilhaft betrachtet werden kann. Insofern lassen sich auch Vorgaben (Zielwerte) für die Beschaffung von Bauleistungen erarbeiten. In der EXCEL-Version des Hilfsmittels lassen sich Betrachtungszeitraum, Diskontierungszinssatz und aktueller bzw. mittlerer künftiger Energiepreis wählen und damit variieren.

Das von den Autoren entwickelte EXCEL-Hilfsmittel ist im Internet kostenfrei zugänglich, vgl. Quellenhinweise Seite 24. Es eignet sich für die Betrachtung von Einzelmaßnahmen im baulichen Bereich und kann beispielsweise in der Energie- und Bauherrenberatung eingesetzt werden.

In wissenschaftlichen Studien und in der Politikberatung geht der Trend in Richtung Sensitivitätsanalyse und Monte-Carlo-Simulation. Abb. 18 zeigt beispielhaft die Ergebnisse einer Auswertung per Monte-Carlo-Simulation.

Damit geht es nicht allein um den Nachweis der Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsgebotes – auf der Basis weniger Rechenbeispiele und aus der Perspektive von Selbstnutzern. Mit den detaillierten Ergebnissen einer Monte-Carlo-Simulation kann für eine Politikberatung beispielsweise geprüft werden, in wie viel Prozent aller Fälle eine Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Randbedingungen, die nicht mehr wirtschaftlich sind, können identifiziert und darauf aufbauend Förderprogramme genauer angepasst werden.

Portfoliomanagement in der Wohnungswirtschaft

Entscheidungen über die energetische Qualität von Neu- und Bestandsbauten werden von Wohnungsunternehmen nicht isoliert getroffen, sondern immer mit Blick auf die

Aus der Forschung

Der Gebäudebereich hat mit Blick auf die Erschließung von Effizienzpotenzialen und die Integration erneuerbarer Energien im Wärmesektor eine Schlüsselrolle im Prozess der Energiewende. Gebäude und Städte übernehmen zunehmend einen wachsenden Anteil an der bedarfsnahen, dezentralen Bereitstellung von Wärme, Kälte und Strom. Dabei gewinnt das systemische Zusammenwirken von Gebäuden, Quartieren und Energieinfrastruktur an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund fasst das BMWi die Förderschwerpunkte im Bereich energieoptimierte Gebäude und Quartiere in der Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN zusammen, ***www.energiewendebauen.de****.*

ENERGIE WENDE BAUEN
Forschung für energieoptimierte Gebäude und Quartiere

ENERGIEWENDEBAUEN bündelt und vernetzt damit inhaltlich die Forschungsfelder Energieoptimiertes Bauen (EnOB), Energieeffiziente Stadt (EnEff:Stadt) und Energieeffiziente Wärme- und Kältenetze (EnEff:Wärme), thermische Energiespeicher und Niedertemperatur-Solarthermie sowie die Förderinitiativen Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt und EnEff.Gebäude.2050 unter einem Dach.

Die in dieser Veröffentlichung gezeigten immobilienwirtschaftlichen Analysen stammen aus dem Forschungsfeld Energieoptimiertes Bauen. In den Forschungsprojekten werden einzelne Gebäude oder Gebäudeensembles sowie Schnittstellen zu benachbarten Gebäuden und zum Quartier unter energetischen Gesichtspunkten betrachtet. Zudem ist in den Projekten auch die Kostenberechnung zu dokumentieren. Diese umfasst neben der Ermittlung der Baukosten (KG 300 und 400 nach DIN 276) auch ausgewählte Kostenarten der Nutzungskosten nach DIN 18960 sowie die Kosten für Ersatzinvestitionen im Betrachtungszeitraum. In der Begleitforschung in diesem Bereich gab es einen Schwerpunkt auf immobilienwirtschaftliche Analysen energieoptimierter Gebäude.

Abb. 17 *Nachhaltiges Unigebäude im klimaneutralen Campusverbund*
Quelle: Leuphana Universität Lüneburg

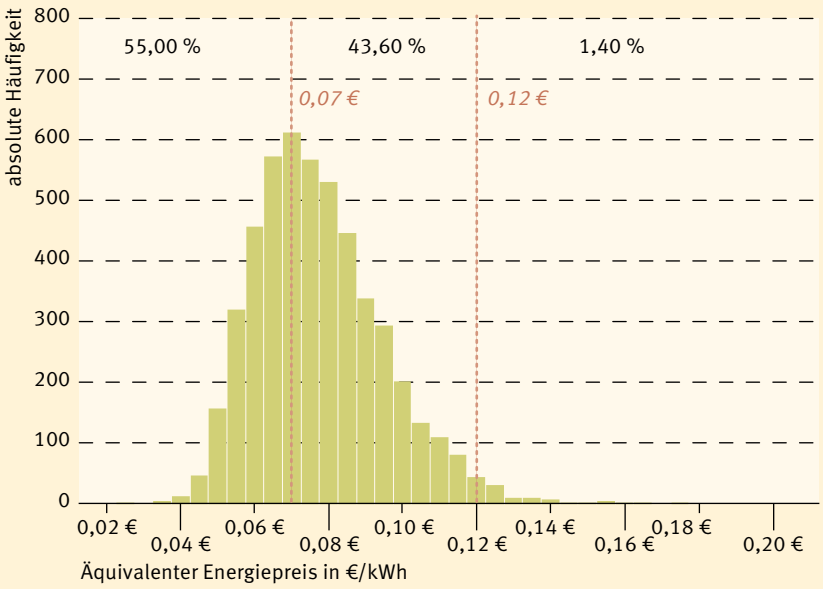
Markt- und Standortsituation sowie bei Bestandsbauten unter Einbeziehung von Objektmerkmalen und Bauzustand. Ein geeignetes Hilfsmittel ist hierbei die Portfolioanalyse, welche zunehmend um energetische Aspekte erweitert wird.

Der Prozess der Portfolioanalyse oder des Portfoliomanagements wird im Allgemeinen so unterteilt, dass handhabbare Module entstehen (in der Regel 8 bis 10 Module). Bei den meisten Modulen können energetische Fragestellungen integriert werden:

- Im Rahmen der strategischen Rahmensetzung (Modul 1) könnte die Definition von energiebezogenen Zielen, z. B. eines Energieeinsparziels bis 2030 oder eine freiwilligen Vereinbarung mit den betroffenen Kommunen zur CO_2-Reduktion, erfolgen.
- Die Messung der Produktleistung (Modul 2) umfasst die Vorbereitung der Energieausweiserstellung oder generell die Auswahl eines Verfahrens zur Bestimmung der energetischen Gebäudequalität.
- Daran schließt sich eine Marktanalyse (Modul 3) an, die z. B. auch Prognosen über die Entwicklung der Energiepreise und der Heizkosten enthält oder den Einfluss von Heizkosten und Behaglichkeit auf die Zufriedenheit und die Mietzahlungsbereitschaft bestimmter Zielgruppen abschätzt.
- Die Segmentierung des Wohnungsbestandes (Modul 4) kann mit der energetischen Qualität als zusätzlicher Dimension der sog. Portfoliomatrix oder als Unterkriterium einer bestehenden Dimension (z. B. der Objektqualität) erfolgen.
- Die Ableitung von Strategieempfehlungen (Modul 5) sollte anschließend spezifische Aussagen zur energetischen Modernisierung, wie z. B. bestimmte energetische Standards für bestimmte Zielgruppen oder Gebäudetypen sowie eine Kostenschätzung, enthalten.
- Beim Abklären des zur Verfügung stehenden Budgets und Aufstellung des Investitionsplans (Modul 6) sind alle Finanzierungsmöglichkeiten für die energetische Modernisierung (einschließlich Förderung) zu berücksichtigen.
- Analysen zur Wirtschaftlichkeit (Modul 7) unterschiedlicher Modernisierungsalternativen sollten ergänzend durchgeführt werden.
- Auf der operativen Ebene erfolgt im Rahmen der Projektvorbereitung und Projektdurchführung eine detaillierte Überprüfung und Ausarbeitung der empfohlenen Strategien auf der Objektebene (Modul 8).

Die Beurteilung der energetischen Qualität eines Gebäudebestandes sowie der gebäudebedingten Emissionen an Klimagasen sind bereits heute Bestandteil von Nachhaltigkeits- oder integrierten Geschäftsberichten von Wohnungsunternehmen. Diese können sich auf das Image und den Unternehmenswert auswirken – ein zusätzlicher Aspekt für eine erweiterte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Abb. 18 *Beispiel für eine Auswertung mit Monte-Carlo-Simulation. Variiert werden der basis- und dämmstoffabhängige Preis für das Wärmedämmverbundsystem, der Wirkungsgrad der Heizung, die Raumlufttemperatur (auch als Ausdruck des Nutzerverhaltens) und die Witterung in der Heizperiode innerhalb vorgegebener Bandbreiten. Ablesbar ist, wie wahrscheinlich die Wirtschaftlichkeit bestimmter Maßnahmen in Abhängigkeit von unsicheren Parametern ist.*
Quelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



Statistiken:
Minimum: 0,020 | Maximum: 0,168 | Mittelwert: 0,070 | Std.Abw.: 0,018

Ablesebeispiel: *Dargestellt wird das Ergebnis einer Monte-Carlo-Simulation zur Ermittlung des äquivalenten Energiepreises in €/kWh eingesparte Endenergie unter angegebenen Randbedingungen. Es ergibt sich eine Verteilung infolge der Berücksichtigung unsicherer Eingangsgrößen im Ergebnis von 5.000 Iterationen. Die horizontale Achse beschreibt den äquivalenten Energiepreis, aufgeteilt in Klassen, die vertikale Achse die absolute Häufigkeit der Ergebniswerte je Klasse. Die beiden eingetragenen Benchmarks (rote Linien) entsprechen dem 2,5 %- und dem 97,5 %-Perzentil des mittleren zukünftigen Energiepreises in 25 Jahren. Abgelesen werden kann, dass in 55 % aller Fälle eine Wirtschaftlichkeit gegeben ist, selbst wenn der Energiepreis künftig sehr niedrig bleibt (Bereich links von der linken roten Linie). In 1,4 % aller Fälle ist eine Wirtschaftlichkeit nicht gegeben, selbst wenn der Energiepreis stark steigt (Bereich rechts von der rechten roten Linie). Mit 95 %-iger Wahrscheinlichkeit wird der mittlere künftige Energiepreis zwischen den beiden Benchmarks (roten Linien) liegen. Wo dieser genau liegt, beeinflusst die Wirtschaftlichkeit. Diese ist jeweils für alle Fälle (Kombinationen von unsicheren Eingangsgrößen) links der jeweiligen Line des künftigen mittleren Energiepreises gegeben.*

Aus der Praxis

Industriehalle in Hannover wird zum Plusenergie-Gebäude saniert

Abb. 19 *Die grundlegend sanierte Industriehalle in Hannover erreicht trotz moderater Sanierungskosten Plusenergie-Niveau. Quelle: AS Solar GmbH, Tom Baerwald*

Ein Unternehmen der Solarbranche, AS Solar, hat eine abbruchreife Industriehalle zum multifunktionalen Plusenergie-Gebäude saniert. Der Bauherr nutzt das Gebäude in Hannover als Bürogebäude mit großzügigen Fertigungs- und Lagerbereichen. Es erzeugt in der Jahresbilanz 75 Prozent mehr Energie als es selbst verbraucht. Der Bürotrakt hat einen Wärmeschutz nach Passivhaus-Standard. Heizung und Klimatisierung des Gebäudes erfolgen vollständig durch Solarstrom, Solarthermie und Holzpellets.

Der Gebäudekomplex war Bestandteil von Werk II der Firma Telefunken, das 1959 erbaut worden war. Bis Anfang der 1980er Jahre wurden hier Fernsehgeräte produziert. Später beherbergte die Industriehalle eine Großdruckerei. Bis zum Jahr 2000 wurde sie dann von Speditionen als Lagerhalle und Parkplatz genutzt und stand seitdem leer. Das Gebäude war schließlich durch Vandalismus gezeichnet und eigentlich reif für den Abriss. Doch der Bauherr hatte andere Pläne für den Gebäudekomplex: Im Jahre 2010 wurde mit einer grundlegenden Sanierung des Gebäudes begonnen, um für eigene Zwecke Büro-, Fertigungs- und Lagerbereiche unterbringen zu können. Auf dem Dach ist eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 300 kWp installiert. Der erzeugte Strom wird so weit wie möglich im Gebäude genutzt. Im Juni 2011 bezog das Unternehmen seinen neuen Firmensitz an der Nenndorfer Chaussee in Hannover. Die 200 Mitarbeiter entwickeln und vertreiben von Hannover aus weltweit Produkte in den Bereichen Photovoltaik, Solarthermie und Pelletheizungen.

Mit einem begleitenden Forschungsprojekt sollte untersucht werden, wie bei diesem speziellen Gebäudetyp und den damit verbundenen ungünstigen Voraussetzungen (Zustand, Baukörper und Zonierung) dennoch hochwertige Energiestandards realisierbar sind. Dabei sollte das Zusammenspiel von Energiebereitstellung, Energiespeicherung und Wärmeübergabe in den Räumen mit Berücksichtigung des Nutzerverhaltens genauer untersucht werden. Die Gebäudeperformance wurde evaluiert und im laufenden Betrieb optimiert. Außerdem wurde auf Basis der gesammelten Erfahrungen ein Leitfaden für die Sanierung gewerblicher Gebäude nach dem Plusenergie-Standard publiziert.

Der erzeugte Solarstrom übersteigt in der Jahressumme den Bedarf der Nutzer sehr deutlich und der überschüssige Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Das Gebäude konnte relativ kostengünstig saniert werden, vgl. Sanierungskosten in untenstehender Tabelle.

Abb. 20 *Die alte Industriehalle wird inzwischen als Großraumbüro genutzt. Quelle: AS Solar GmbH*

Standort	*Nenndorfer Chaussee 9, 30453 Hannover*
Eigentümer	*AS Solar GmbH, ist zugleich Nutzer*
Architektur	*Dipl.- Ing. John M. Frank, Hannover*
Gebäudetyp	*Früher Industriehalle, jetzt 4-geschossiges Bürogebäude mit Produktions- und Lagerbereichen*
Energiekonzept	*Sanierung nach Passivhaus-Standard, thermische Kollektoranlage, Holzpellet-Heizkessel, 30 m³ Pufferspeicher, solarthermisch angetriebene Adsorptionskältemaschine, Photovoltaik-Anlage 300 kWp*
Sanierungskosten	*Baukonstruktion 409 €/m², netto/BGF Technische Anlagen 219 €/m², netto/BGF*

Nichtwohngebäude – Bau- und Nutzungskosten

Die in einem Forschungsprojekt erhobenen Daten zu modellhaft energieoptimierten Nichtwohngebäuden zeigen, dass mehr Energieeffizienz keineswegs höhere Kosten bedeuten muss. Vielmehr wird die besondere Bedeutung früher Planungsphasen deutlich. Hier werden viele Festlegungen getroffen, welche die späteren Bau- und Nutzungskosten entscheidend prägen.

Bereits in der Phase der Bedarfsplanung werden eine Fülle kostenrelevanter Anforderungen formuliert. So beispielsweise zu städtebaulichen, gestalterischen, funktionalen und technischen Qualitäten sowie zu sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekten. Die Abschätzung der Bauzeit sowie Überlegungen zur Finanzierung und zur Vermietung bzw. Vermarktung zählen hierzu ebenso wie Festlegungen zum energetischen Anforderungsniveau oder zur Verwendung erneuerbarer Energien. Zu den ökonomischen Anforderungen gehören ein durch den Bauherren vorgegebener Rahmen für die Bauwerkskosten und eine Abschätzung oder Begrenzung der Nutzungskosten.

Rahmen für Bauwerkskosten

Unter Bauwerkskosten wird hier der finanzielle Aufwand verstanden, der mit den Investitionen der Kostengruppe 300 (Baukonstruktion) und der Kostengruppe 400 (Technische Anlagen) gemäß DIN 276 entsteht. In der Bedarfsplanung kann ein Kostenrahmen für das Projekt definiert werden. Dieser Kostenrahmen, der typischerweise dem vergleichbarer Gebäude- und Nutzungsarten entspricht, wird nun zum Benchmark. Damit stellt sich bei allen wesentlichen Planungsentscheidungen die Frage, ob die Planung und Errichtung des Gebäudes auch in energetisch hochwertiger Ausführung unter Einhaltung des Kostenrahmens möglich ist – immer unter Nutzung aller Synergieeffekte und unter Anwendung von Prinzipien einer integralen Planung.

Energieeffizient = hohe Baukosten?

Dass in einem solchen Kostenrahmen durchaus überdurchschnittlich energieeffiziente Gebäude realisiert werden können, zeigen die im Rahmen eines Forschungsprojekts erhobenen Kennwerte für Bau- und Nutzungskosten energetisch ambitionierter Nichtwohngebäude. Die erfassten Gebäude wurden nach den Anforderungen der Forschungsinitiative EnOB (Forschung für energieoptimiertes Bauen) geplant und gebaut. Dabei wurde auf eine integrale Planung geachtet und es erfolgte eine wissenschaftliche Beratung und Projektbegleitung.

Abb. 21 veranschaulicht mit Kenndaten zu energieoptimierten Nichtwohngebäuden, dass außerordentlich energieeffiziente Gebäude in der Errichtung nicht unbedingt teurer sein müssen als durchschnittliche Gebäude. Auffällig ist eine starke Streuung der Baukosten. Das hat unterschiedliche Ursachen wie Baugrundverhältnisse, die Ausstattung sowie konjunkturelle und regionale Besonderheiten.

Es wird empfohlen, die Randbedingungen gemäß einer Einstufung in Standards nach BKI zu beschreiben. Weiterhin ist es erforderlich, bei Kostenkennwerten den Preisstand, den Umgang mit der Mehrwertsteuer, die Bezugsgröße sowie sonstige Besonderheiten zu prüfen bzw. transparent zu machen. So wird die Vergleichbarkeit der Objekte gewährleistet und zur Beurteilung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit kann eine Kostenvergleichsrechnung genutzt werden.

Die Höhe der Baukosten hat einen starken Einfluss auf die Lebenszykluskosten. Zunehmend werden diese zum eigentlichen Kriterium der Beurteilung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit.

Energieeffizient = hohe Wartungs- und Instandsetzungskosten?

Das Energiekonzept hat in Kombination mit der baulichen und haustechnischen Lösung einen Einfluss auf die Kosten in der Nutzungsphase. In der Planung sollten daher nicht nur die Höhe der zu erwartenden Energiekosten möglichst auf Basis einer Energiebedarfsrechnung und unter Anwendung lokaler Tarife ermittelt werden. Wichtig ist auch eine Analyse, wie sich Planungsentscheidungen auf weitere Kostenarten nach DIN 18960 auswirken. Aber eine Prognose der Kosten für Instandhaltung (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) und Ersatzinvestitionen (nach Ablauf der Lebens- oder Nutzungsdauer relevanter Bauteile) ist anspruchsvoll. Noch gibt es hierzu wenig publizierte Kostenkennwerte, die sich auf konkrete Gebäude mit modernen Haustechnikvarianten anwenden lassen. Deshalb wird die Einholung von Angeboten zu Wartungs-

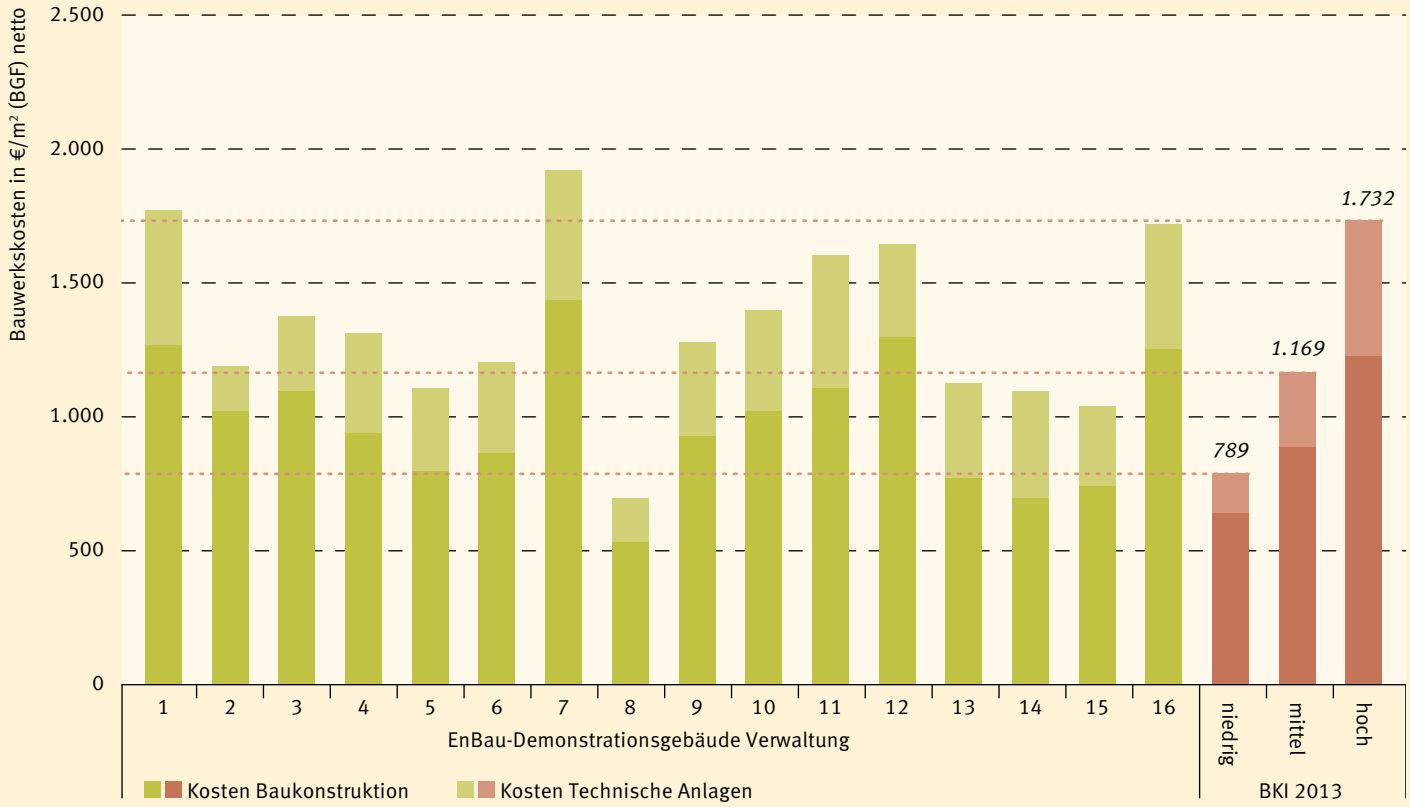


Abb. 21 *Baukostenvergleich von Verwaltungsneubauten mit Kostenstand 2013: Kostenkennwerte (€/m² BGF, netto) der EnOB-Demonstrationsgebäude und des BKI mit niedrigem bis hohem Gesamtstandard*
Quelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), ÖÖW und Uni Wuppertal, ÖPB

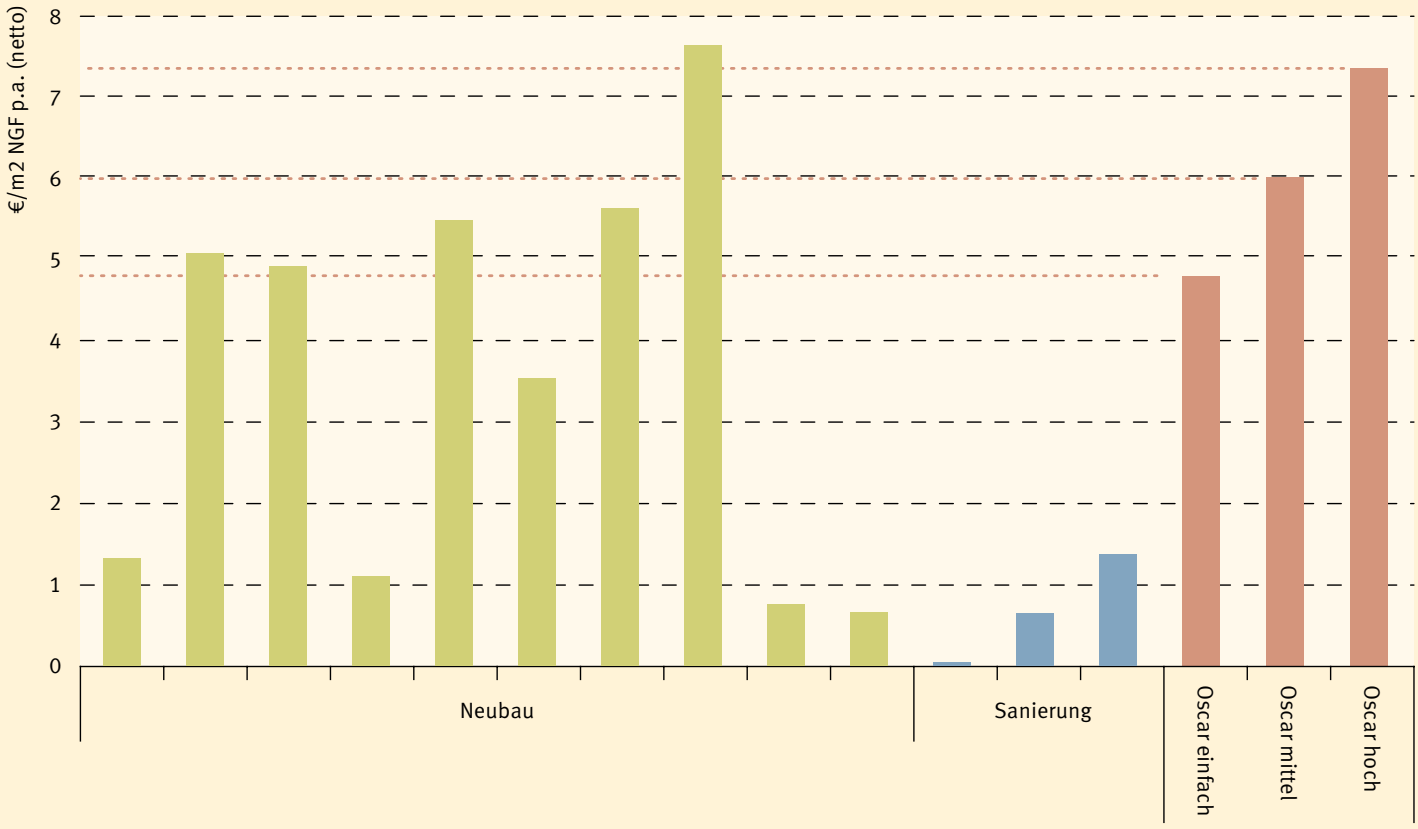


Abb. 22 *Kosten für Wartung und Inspektion im Kalenderjahr 2013: Kostenkennwerte (€/m² NGF, netto) der EnOB-Demonstrationsgebäude und nach dem Office Service Charge Analysis Report (OSCAR) von Jones Lang LaSalle*
Quelle: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), ÖÖW und Uni Wuppertal, ÖPB

Abb. 23 *Der 2013 fertiggestellte Neubau der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt ist Bestandteil der Internationalen Bauausstellung Hamburg (IBA). Der Gebäudekomplex soll beispielhaft energieeffizient, nachhaltig und zugleich kostengünstig sein. Quelle: Sprinkenhof GmbH. Foto: Franziska Glück*

Abb. 24 *Der Neubau in Hamburg setzt auf ein differenziertes Be- und Entlüftungskonzept mit der Option zur Nachtkühlung über Lüftungsklappen in der Fassade sowie Heizung und freie Kühlung über thermisch aktivierte Decken. Die effiziente Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sorgt für hohen Raumkomfort und geringe Energiekosten zugleich. Quelle: TU Hamburg-Harburg. Foto: Kristian Duus*

bzw. Vollwartungsverträgen im Zuge der Ausschreibung empfohlen. Verweise auf Kostenkennwerte – Bau- und Nutzungskosten – finden sich im Literatur- und Quellenverzeichnis, vgl. Seite 24.

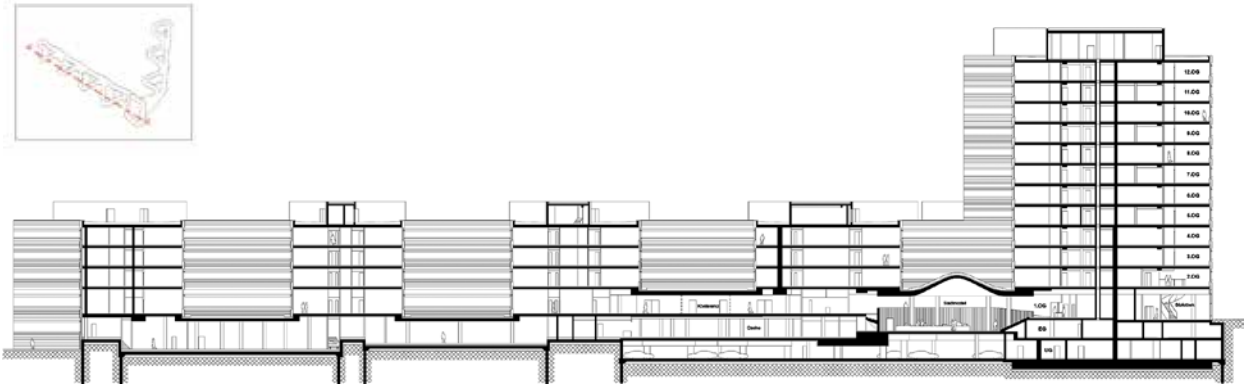
Abb. 22 stellt ausgewählte Kosten für die Inspektion und Wartung von energieoptimierten Modellprojekten, die nach der Inbetriebnahme wissenschaftlich evaluiert wurden, typischen Kennwerten aus der Immobilienwirtschaft gegenüber. Es wird deutlich, dass die Kosten für Inspektion und Wartung bei energieoptimierten Gebäuden nicht über den Werten für gewöhnliche Gebäude liegen müssen.

Bedeutung für Finanzierungskonditionen und Nachhaltigkeitsbewertung

Die energetische Qualität wirkt sich nicht nur auf die Bau- und Nutzungskosten und damit auf die Kosten im Lebenszyklus aus, die eine Grundlage für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen liefern. Zunehmend werden Angaben zu Energiebedarf, Energiekosten und entstehenden Emissionen bei der Beurteilung von Projektrisiken und des Beleihungswertes berücksichtigt. Dies kann sich auf die Finanzierungskonditionen auswirken. Es wird daher empfohlen, den Gutachtern und dem Finanzinstitut das Energiekonzept und den Energieausweis vorzulegen.

Die energetische Qualität und die Umweltverträglichkeit eines Gebäudes sowie die Lebenszykluskosten fließen auch in die Nachhaltigkeitsbewertung nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) oder gemäss dem Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. (DGNB) ein. Für Bauvorhaben der Wohnungswirtschaft existiert zusätzlich das Bewertungssystem Nachhaltiger Wohnungsbau (NaWoh). Auch das Ergebnis einer Nachhaltigkeitsbewertung kann sich auf die Vermiet- und Vermarktbarkeit von Immobilien und auf deren Wertstabilität auswirken. Entsprechende Zusammenhänge sollten stärker als bisher bei der Beurteilung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit von Lösungen berücksichtigt werden.

Abb. 25 *Das Gebäude ist das größte Hochbauprojekt der IBA Hamburg. Mit dreizehn Geschossen ragt der Hauptturm des geschwungenen Neubaus 54 Meter in die Höhe. Wellenförmig gehen von ihm zwei fünfgeschossige Flügelbauten ab. Quelle: Obermeyer Planen + Beraten GmbH*



Aus der Praxis

Kostengünstiges Bürogebäude mit geringem Primärenergiebedarf

Das „Z3“ der Ed. Züblin AG ist ein Bürogebäude mit innovativen Konzepten in Baukonstruktion und Gebäudetechnik. Das global agierende Bauunternehmen wollte mit dem Neubau mehr Raum für seine Mitarbeiter am Standort Stuttgart schaffen – und errichtete zugleich für das eigene Unternehmen ein Labor für nachhaltiges Bauen. Das Gebäude hat mit seiner Fassade in modularer Holzrahmenkonstruktion einen eigenständigen Auftritt.

Das kompakte Gebäude bezieht seine Energie fast vollständig über eigene Energiegewinne, beispielsweise über Solarstrom- und Abwärmenutzung. Sonnenlicht gelangt durch die Fassade und auch über das Dach via Lichtleiter ins Gebäudeinnere. Eine hybride Lüftung sowie eine Präsenzsteuerung von Licht, Sonnenschutz, Heizung und Kühlung tragen zur hohen Energieeffizienz bei. Der Neubau konnte relativ kostengünstig realisiert werden, trotz vergleichsweise aufwendigem Gebäude- und Energiekonzept.

Abb. 26 *Das Bürogebäude der Ed. Züblin AG soll zugleich als Labor für nachhaltiges Bauen dienen. Quelle: Ed. Züblin AG*

Standort	*Albstadtweg 5, 70567 Stuttgart*
Eigentümer	*Ed. Züblin AG, ist zugleich Nutzer*
Architektur	*MHM architects, Wien*
Gebäudetyp	*5-geschossiges Bürogebäude*
Energiekonzept	*Passivhaus-Standard, Abwärmenutzung aus benachbartem Rechenzentrum, passive und aktive Kühlung, Lüftung mit WRG, thermoaktive Bauteilsysteme, Solarstromanlage*
Primärenergiebedarf	*26,10 kWh/m²a*
Baukosten *in € netto/m² BGF*	*Baukonstruktion 820 €/m², Technische Anlagen 330 €/m²*

Standpunkte

Ist energieoptimiertes Bauen wirtschaftlich möglich?

Taco Holthuizen
Architekt und Geschäftsführer der eZeit Ingenieure GmbH – Die von seinem Büro geplante Sanierung einer Wohnsiedlung in Berlin-Lichterfelde deckt den um 80 Prozent reduzierten Heizenergiebedarf bilanziell fast komplett regenerativ.

Die realen Betriebskosten übersteigen heute die Planvorgaben oftmals bei Weitem! Fehlendes Monitoring gefährdet die Wirtschaftlichkeit energetisch fortschrittlicher Gebäude. Das verunsichert Gebäudeeigentümer und Mieter, die Sanierungsquote verharrt auf niedrigem Niveau. Gesetzliche Vorgaben oder Förderprogramme leisten dem Vorschub, indem nicht das Gesamtsystem Gebäude optimiert wird, sondern Anforderungen für einzelne Parameter gesetzt werden. So wird der Grenznutzen von Wärmedämmung ignoriert, was die Baukosten unnötig steigert. Das kommende Gebäudeenergiegesetz sollte hier einen Wechsel in Richtung Effizienz einleiten. Die Bauwirtschaft könnte damit Vorreiter der Energiewende werden.

Heute schon können wir die Primärenergiebedarf-Zielvorgabe der EU für 2050 sozialverträglich, das heißt nahezu warmmietenneutral, erreichen – mit einer ganzheitlichen Optimierung von Gebäudehülle und Haustechnik. Bei möglichst geringem Ressourcen- und Energieeinsatz werden sowohl die Bau- als auch die Betriebskosten reduziert. Eine intelligente Regelung überwacht in unseren Neubau- und Sanierungsprojekten die thermischen und elektrischen Energieflüsse, durch Optimierungsprozesse werden die prognostizierten Energieverbräuche deutlich unterschritten.

Frank Junker
Vorsitzender der Geschäftsführung der ABG FRANKFURT HOLDING – Seit vielen Jahren realisiert das Unternehmen bei allen Geschosswohnungsneubauten mindestens den Passivhausstandard – sowohl in klassischen Sozialwohnungen, im regulären Geschosswohnungsbau und auch bei nach dem Bauträgerprinzip vermarkteten Eigentumswohnungen.

Wir ermöglichen ressourcenschonendes und energieeffizientes Wohnen, weil wir Innovationen weniger als Risiken, sondern vielmehr als Chancen begreifen. Doch zugleich erzielen wir bei allen unseren Projekten eine Bruttoanfangsrendite von etwa 5 Prozent. Energieoptimierte Gebäude sind also wirtschaftlich machbar, und das sogar im sozialen Wohnungsbau: Mit klar definierten Zielen, mit einer integralen Planung von Anbeginn, mit einem straffen Controlling und einer Portion Kreativität. So vermeiden wir beispielsweise bei vielen Neubauten gesetzeskonform die Kosten für die Umlegung der ohnehin extrem geringen Heizkosten.

Mit dem Aktiv-Stadthaus zeigen wir, dass auch mehrgeschossige Gebäude im urbanen Kontext eine positive Energiebilanz und eine hochwertige Architektur haben können. Und dies ist wirtschaftlich – auch bei den Frankfurter Grundstückspreisen. Die Mieter erhalten zudem den am Gebäude erzeugten und im Batteriespeicher zwischengespeicherten Solarstrom über das Mieterstrommodell besonders günstig. Der nahezu emissionsfreie Solarstrom kann auch für Elektromobilität genutzt werden, was den Wert dieser Immobilie weiter steigert.

Ausblick

Die energetische Qualität von Gebäuden wird immer mehr zum Faktor für deren Vermiet- und Vermarktbarkeit. Gebäude mit hohem Energiebedarf werden in Zukunft wohl schwerer zu vermieten sein und Wertverluste hinnehmen müssen. Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen oder einer energetischen Optimierung in der Planung stellt sich mit Blick auf eine stabile Wertentwicklung von Liegenschaften neu.

Für Wohngebäude zeichnet sich ab, dass energetische Qualitätsmerkmale immer stärker in den Richtlinien zur Wertermittlung und in Mietspiegeln berücksichtigt werden. Sollte sich dieser Trend fortsetzen, steht den Sanierungskosten bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Wohnbauten nunmehr ein erweiterter finanzieller Nutzen gegenüber. Denn der energetische Zustand der Gebäude beeinflusst bei steigenden Energiekosten deren Verkehrswert und die erzielbare Kaltmiete.

Die Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsgebots wird sich künftig nicht mehr allein auf Basis weniger Berechnungsbeispiele und ausgewählter Fallkombinationen prüfen lassen. Der Trend geht hier zur Berücksichtigung von Bandbreiten und Unsicherheiten, beispielsweise nach der Monte-Carlo-Methode. Die Politik muss dann entscheiden, welcher Prozentsatz an Fällen mit erwiesener Wirtschaftlichkeit für bestimmte Maßnahmen der Energieoptimierung ausreichend ist, um sie in den Anforderungen der Energieeinsparverordnung als verbindlich festzuschreiben.

Bislang ist die wissenschaftliche Evaluierung von Gebäuden häufig auf die Phase der Planung, die Inbetriebnahme und Einregulierung sowie auf einen weiteren Zeitraum von bis zu drei Jahren Gebäudebetrieb ausgerichtet. Aus wissenschaftlicher Perspektive wird ein Langzeitmonitoring empfohlen, welches neben der Erfassung der Dauerhaftigkeit und technischen Zuverlässigkeit die Nutzungskosten (Kosten für Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Ersatzinvestitionen etc.) sowie Angaben zur Vermiet- und Vermarktbarkeit (Miethöhe, Leerstand, Wertentwicklung etc.) einschließt.

Parallel zur Wirtschaftlichkeitsrechnung wird man künftig für die Errichtung und den Betrieb von Gebäuden beurteilen müssen, welcher Aufwand an Ressourcen – insbesondere Primärenergie – investiert wird und welche resultierenden Belastungen für die Umwelt in Form von Klimagasen und Luftschadstoffen im Lebenszyklus entstehen. Die im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung enthaltenen Aussagen zum Klimaschutz im Gebäudebereich weisen in diese Richtung.

Impressum

Projektorganisation
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
11019 Berlin

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
10969 Berlin

Förderkennzeichen
0327431F

ISSN
1610-8302

Herausgeber
FIZ Karlsruhe · Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur GmbH
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Links und Literatur

- Zu diesem BINE-Themeninfo gibt es ein ausführliches Quellen- und Literaturverzeichnis unter www.bine.info/themeninfo_III_2017 (in der Randspalte)

Forschungsinitiative ENERGIEWENDEBAUEN

- ENERGIEWENDEBAUEN bündelt und vernetzt die Forschungsfelder Energieoptimiertes Bauen, Energieeffiziente Stadt und Energieeffiziente Wärme- und Kältenetze, thermische Energiespeicher und Niedertemperatur-Solarthermie sowie die Förderinitiativen Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt und EnEff.Gebäude.2050 unter einem Dach. Nachrichten, Publikationen und Projektinformationen unter www.energiewendebauen.de

Mehr vom BINE Informationsdienst

- Sonnenhäuser energetisch und ökonomisch bewertet. BINE-Projektinfo 9/2016
- Dieses Themeninfo gibt es auch digital unter www.bine.info/themeninfo_III_2017

BINE Informationsdienst berichtet aus Projekten der Energieforschung in seinen Broschürenreihen und dem Newsletter. Diese erhalten Sie im kostenlosen Abonnement unter www.bine.info/abo

Kontakt · Info

Fragen zu diesem Themeninfo?
Wir helfen Ihnen weiter:

0228 92379-44
kontakt@bine.info

BINE Informationsdienst
Energieforschung für die Praxis
Ein Service von FIZ Karlsruhe

Kaiserstraße 185-197
53113 Bonn
www.bine.info

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Konzept: iserundschmidt GmbH, Bonn · Satz und Gestaltung: KERSTIN CONRADI Mediengestaltung, Berlin