

Eberhard Hinz | Andreas Enseling

# Leitfaden Energietechnische Portfolio-Analyse in Wohnungsunternehmen



Fraunhofer IRB  Verlag

 **IWU** Institut  
Wohnen und  
Umwelt

## Portfolio-Analyse

---

- in der Finanzmarkttheorie ein mathematisch-statistisches Modell zur Risikobetrachtung von Aktienportfolios (siehe Portfolio-Selection von Markowitz)
- in der strategischen Unternehmensplanung ein Instrument zur Visualisierung der gegenwärtigen Situation von Teilbereichen und zur Ableitung von Strategien (siehe Portfolio-Matrix)
- übertragen auf Immobilienbestände ein Instrument, um die Objekt-, Markt- und Standortattraktivität einzelner Bestandssegmente zu bewerten und den gesamten Prozess des Bestandsmanagements zu steuern (siehe Portfolio-Management)
- muss um energierelevante Informationen und Fragestellungen erweitert werden siehe energietechnisches Portfolio-Management bzw. energietechnische Portfolio-Analyse.

# Kurzbezeichnungen

18 <sub>G</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1860 bis 1918, Energieträger Erdgas
57 <sub>KWKf</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1949 bis 1957, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (fossil)
57 <sub>SANdez</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1949 bis 1957, umfassend saniert, dezentrale Energieversorgung
68 <sub>KWKf</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1958 bis 1968, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (fossil)
78 <sub>SANG</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1860 bis 1918, umfassend saniert, Energieträger Erdgas
83 <sub>KWKe</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1979 bis 1983, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (erneuerbar)
95 <sub>Öl</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1860 bis 1918, Energieträger Heizöl
NEU <sub>KWKe</sub>	Neubau ab 2002 bis heute, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (erneuerbar)
KfW <sub>55</sub>	Maßnahmenpaket gemäß Standard KfW-Effizienzhaus 55
KfW <sub>Bt</sub>	Maßnahmenpaket gemäß KfW bauteilbezogene Mindestanforderungen an Einzelmaßnahmen
18 <sub>G-55</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1860 bis 1918, Energieträger Erdgas, Sanierung gemäß KfW-Effizienzhaus 55
57 <sub>KWKf-55</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1949 bis 1957, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (fossil), Sanierung gemäß KfW-Effizienzhaus 55
68 <sub>KWKf-55</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1958 bis 1968, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (fossil), Sanierung gemäß KfW-Effizienzhaus 55
83 <sub>KWKe-55</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1979 bis 1983, Fernwärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (erneuerbar), Sanierung gemäß KfW-Effizienzhaus 55
95 <sub>Öl-55</sub>	Gebäude Baualtersklasse 1860 bis 1918, Energieträger Heizöl, Sanierung gemäß KfW-Effizienzhaus 55
dez	dezentrale Einzelöfen bzw. Etagenheizung
zen	Zentralheizungen
FW	Fernwärme
BW	Brennwertkessel
HKW	Heizkraftwerk
BHKW	Blockheizkraftwerk
Strom	Endenergieträger Strom
G	Endenergieträger Erdgas
Öl	Endenergieträger Heizöl
f	fossiler Endenergieträger
e	erneuerbarer Endenergieträger

Eberhard Hinz | Andreas Enseling

**Leitfaden**  
**Energetische Portfolio-Analyse**  
**in Wohnungsunternehmen**



Eberhard Hinz | Andreas Enseling

# **Leitfaden Energietechnische Portfolio-Analyse in Wohnungsunternehmen**

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-7388-0516-1

ISBN (E-Book): 978-3-7388-0517-8

Herstellung und Satz: Angelika Schmid

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Druckerei & Verlag Steinmeier GmbH & Co. KG, Deiningen

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2021

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-2500

Telefax +49 7 11 970-2508

[irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	7
<b>1 Einleitung</b>	9
1.1 Klimaschutzpolitische Zielsetzungen	9
1.2 Potenziale der CO <sub>2</sub> -Einsparung im Wohngebäudebestand	9
1.3 Die Besonderheiten der Zielgruppe Wohnungsunternehmen	10
1.4 Energietechnisches Portfoliomanagement im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung	10
<b>2 Energietechnische Portfolio-Analyse</b>	15
2.1 Wohngebäudetypologie	17
2.1.1 Gebäudearten und Baupochen	17
2.1.2 Bau- und energietechnische Kennwerte	20
2.1.3 Gebäudesteckbriefe	24
2.2 Bewertung des Ist-Zustands	29
2.2.1 Verbrauchsbenchmark	29
2.2.2 Kosten-Benchmark	32
2.2.3 Zusammenfassung	34
2.3 Energiebilanzberechnungen	34
2.3.1 Die Problematik der Datenaufnahme	35
2.3.2 Eingangsdaten der Energiebilanzberechnungen	37
2.3.3 Endenergiebedarf	41
2.3.4 Portfoliobetrachtung	44
2.3.5 Zusammenfassung	47
2.4 Technische Potenziale	48
2.4.1 Energietechnische Standards	48
2.4.2 Kennwerte mit heutigen primärenergie- und CO <sub>2</sub> -äquivalenten Faktoren	49
2.4.3 Kennwerte mit zukünftigen primärenergie- und CO <sub>2</sub> -äquivalenten Faktoren	53
2.4.4 Zusammenfassung	55
2.5 Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten	56
2.5.1 Das Kopplungsprinzip	57
2.5.2 Investitionsvolumen bei flächenbezogenen Kosten der energietechnischen Standards	61
2.5.3 Budgetplanung – jährliche Kosten unter Berücksichtigung der Modernisierungsrate	63
2.5.4 Zusammenfassung	64



2.6	Wirtschaftliche Potenziale . . . . .	65
2.6.1	Grundlagen der ökonomischen Bewertung . . . . .	65
2.6.2	Wesentliche normative Rahmenbedingungen . . . . .	67
2.6.3	Break-Even und Energiekostensparnis . . . . .	72
2.6.4	Detailauswertung des Standards KfW <sub>55</sub> . . . . .	73
2.6.5	Detailauswertung: Standard KfW <sub>Bt</sub> . . . . .	76
2.6.6	Zusammenfassung . . . . .	77
2.7	Risikomessung . . . . .	78
2.7.1	Quantitative Verfahren deterministischer Natur . . . . .	79
2.7.2	Stochastische Verfahren – Monte-Carlo-Simulation . . . . .	80
2.7.3	Zusammenfassung . . . . .	84
2.8	Handlungsempfehlungen und Berichterstattung . . . . .	85
<b>3</b>	<b>Von der energietechnischen Potenzialanalyse zur nachhaltigen Entwicklung des Unternehmens . . . . .</b>	<b>89</b>
	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis . . . . .</b>	<b>95</b>
	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>97</b>
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>99</b>

# Vorwort

Die Stabilisierung des Klimas erfordert eine drastische Minderung der Treibhausgasemissionen. Dem entsprechend hat die Bundesregierung als Ziel für die Energiewende im Gebäudebereich den »nahezu klimaneutralen Gebäudebestand« ausgegeben. Das bedeutet: Innerhalb eines vergleichsweise kurzen Zeitraums müssen der Wärmebedarf der Gebäude deutlich gesenkt und der Anteil regenerativer Energieträger erheblich gesteigert werden.

Wohnungsunternehmen kommt in diesem Zusammenhang eine besondere Rolle zu, denn sie bewirtschaften einen Großteil der Wohnungsbestände in kleinen und großen Mehrfamilienhäusern. Darüber hinaus weisen sie im Vergleich zu Privateigentümern eine bessere Kapitalausstattung und eine professionelle Organisationsstruktur auf.

Gleichzeitig sehen sich die Wohnungsunternehmen jedoch erheblichen Zielkonflikten gegenüber. Einerseits wird von ihnen erwartet, einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz zu leisten. Andererseits sollen insbesondere kommunale Wohnungsunternehmen auch eine sozialpolitische Verantwortung übernehmen, Wohnen soll für die jeweiligen Zielgruppen bezahlbar bleiben. Für Wohnungsunternehmen bedeuten diese klima- und sozialpolitischen Rahmenbedingungen, zukünftige ökonomische, ökologische und soziale Entwicklungen rechtzeitig zu erkennen und entsprechend das Immobilienportfolio zielgerichtet zu entwickeln.

Ein Teil dieser gezielten Entwicklung ist ein »energietechnisches Portfoliomanagement«. Für die Unternehmen der Wohnungswirtschaft bedeutet der Aufbau eines umfassenden energietechnischen Portfoliomanagements jedoch häufig einen erheblichen Aufwand. In einem ersten Schritt kann dieser über ein Energiekataster, das die energietechnische Bewertung des Immobilienportfolios für den heutigen Ist-Zustand über Benchmarks ermöglicht, erheblich verringert werden. Die dazu erforderliche Segmentierung des Immobilienportfolios erfolgt in der Regel über eine Wohngebäudetypologie. Hierfür werden nur wenige immobilienwirtschaftliche Grunddaten benötigt, die mit vertretbarem Aufwand erhoben werden können. Daran anschließend können technische und wirtschaftliche Einsparpotenziale und die damit verbundenen Kosten für den Wohngebäudebestand ermittelt werden. Dieser pragmatische Einstieg in eine gezielte Entwicklung wird **energietechnische Potenzialanalyse** genannt und im Buch am Beispiel eines fiktiven Wohnungsunternehmens dargestellt.

Darauf aufbauend wird der Übergang von der energietechnischen Potenzialanalyse zu einem systematischen **energietechnischen Portfoliomanagement** beschrieben. Hier geht es um langfristige Strategien für die Entwicklung der Gebäudebestände. Die damit verbundenen strategischen Entscheidungen müssen für die Umsetzung am Objekt in konkrete Handlungsanweisungen übersetzt werden. Im Zuge einer Rückkopplung müssen die Erfahrungen aus der Umsetzung idealerweise wieder in die Entwicklung bzw. Überprüfung der Strategien einfließen. Das energietechnische Portfoliomanagement ermöglicht es, diesen Informationsfluss zu strukturieren und darauf aufbauend vor dem Hintergrund der klima- und sozialpolitischen Anforderungen die Bestände und damit das Unternehmen zielgerichtet zu entwickeln.

Das energietechnische Portfoliomanagement ist nach den Erfahrungen der Autoren insbesondere für kommunale Wohnungsunternehmen sinnvoll, um z. B. im Vorfeld von Verhandlungen mit den (kommunalen) Stakeholdern die Auswirkungen energiepolitischer Entscheidungen sowohl auf die ökonomische Entwicklung als auch auf die sozialpolitischen Aufgaben des Unternehmens abschätzen zu können. Damit wendet sich das Buch sich in erster Linie an das Management von (kommunalen) Wohnungsunternehmen, aber auch an Akteure auf (kommunal-)politischer Ebene, die mit entsprechenden Vorgaben die Entwicklung des Unternehmens wesentlich beeinflussen können.

Die Autoren des Buches sind als wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut Wohnen und Umwelt (IWU) seit vielen Jahren mit dem Thema der Wirtschaftlichkeit energiesparender Investitionen in Wohngebäuden, insbesondere unter Beachtung der besonderen Rahmenbedingungen der Wohnungswirtschaft und dem Thema energietechnischer Portfolioanalysen befasst.

Darmstadt, November 2020

Dr. Eberhard Hinz  
Dr. Andreas Enseling  
Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

# 1 Einleitung

## 1.1 Klimaschutzpolitische Zielsetzungen

Um das Weltklima zu stabilisieren, müssen die Treibhausgas-Emissionen drastisch gemindert werden. Dazu sind auch im Gebäudesektor umfangreiche Anstrengungen notwendig. Innerhalb eines vergleichsweise kurzen Zeitraums müssen der Wärmebedarf der Gebäude deutlich gesenkt und der Anteil regenerativer Energieträger erheblich gesteigert werden. Die Bundesregierung hat als Ziel für die Energiewende im Gebäudebereich den »nahezu klimaneutralen Gebäudebestand« ausgegeben. Das bedeutet, dass der Primärenergiebedarf durch eine Kombination aus Energieeinsparung und dem Einsatz erneuerbarer Energien bis 2050 in der Größenordnung von 80 % gegenüber 2008 zu senken ist [Bundesregierung; 2015]. Damit würde im Gebäudebereich ein wichtiger Beitrag zum zentralen Ziel geleistet werden, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % im Vergleich zum Basisjahr 1990 zu senken, wie es die Bundesregierung 2015 im Klimaschutzabkommen von Paris zugesichert hat [IWU; 2018].

## 1.2 Potenziale der CO<sub>2</sub>-Einsparung im Wohngebäudebestand

Szenarioanalysen zeigen, dass es möglich ist, die gesteckten Ziele der CO<sub>2</sub>-Einsparung im Wohngebäudebereich zu erreichen [IWU; 2018]. Notwendig ist ein weitgehend »klimaneutraler« Neubau, der mittelfristig etwa dem heutigen Standard des geförderten KfW-Effizienzhauses 40 entspricht. Neben dem Neubau kommt insbesondere dem Wohngebäudebestand eine zentrale Bedeutung zu. Durch nachträgliche Wärmedämmung an Außenwand, Dach bzw. oberster Geschossdecke und Fußboden bzw. Kellerdecke sowie den Austausch von Fenstern kann der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung in bestehenden Gebäuden deutlich gesenkt werden. Entscheidend sind dabei Qualität und Frequenz der Maßnahmen der energie-technischen Modernisierungen. Aktuell wird pro Jahr etwa 1 % der Gebäudehüllflächen im Wohngebäudebestand energetisch verbessert [Cischinsky/Diefenbach; 2018]. Um die Klimaschutzziele zu erfüllen, ist eine Verdoppelung der energetischen Modernisierungsrate beim Wärmeschutz notwendig. Bei der Wärmeversorgung im Bestand liegen die Raten der Heizungsmodernisierung aktuell bereits in der Größenordnung von ca. 3 % p. a. [Cischinsky/Diefenbach; 2018]. Eine Erhöhung der Raten ist hier nicht geboten, aber es

sollte die Wärmeversorgungsstruktur verstärkt auf erneuerbare Energien ausgerichtet werden. Die künftig angestrebte Wärmeversorgungsstruktur muss daher schon heute bei der Erneuerung der Wärmeversorgung umgesetzt werden. Dies verlangt auch einen Wechsel der Energieträger. Möglicherweise werden später (d. h. nach 2020 und den Folgejahren) eingebaute Wärmeerzeuger zu einem Großteil bis 2050 nicht mehr ausgetauscht [IWU; 2018]. Die Biomasse als regenerative Energiequelle wird künftig nur noch begrenzt eingesetzt werden – ihre Möglichkeiten werden im Wohngebäudesektor heute bereits ausgeschöpft. Entscheidend ist daher eine Wärmeerzeugung, die weitestgehend auf Wind- und Solarenergie basiert [Diefenbach et al.; 2019].

### **1.3 Die Besonderheiten der Zielgruppe Wohnungsunternehmen**

Wohnungsunternehmen kommt bei der Umsetzung der Klimaschutzziele im Wohngebäudebestand eine besondere Rolle zu. Sie halten zusammen mit Privateigentümern und Wohnungseigentümergeinschaften einen Großteil der Wohnungsbestände in kleinen und großen Mehrfamilienhäusern. Darüber hinaus weisen sie im Vergleich zu Privateigentümern eine bessere Kapitalausstattung und eine professionelle Organisationsstruktur auf. Gleichzeitig sehen sich Wohnungsunternehmen jedoch erheblichen Zielkonflikten gegenüber. Einerseits wird von ihnen erwartet, einen erheblichen Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz zu leisten, andererseits soll Wohnen für die jeweiligen Zielgruppen bezahlbar bleiben. Insbesondere kommunale Wohnungsunternehmen sehen sich folglich mit Anforderungen konfrontiert, die ökologische, ökonomische, soziale und kulturelle Dimensionen der Nachhaltigkeit betreffen und im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung thematisiert werden können.

### **1.4 Energietechnisches Portfoliomanagement im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung**

Im Januar 2015 hat der Rat für Nachhaltige Entwicklung den »Deutschen Nachhaltigkeitskodex« (DNK) vorgelegt [DNK; 2015]. Ziel des Kodex ist, Nachhaltigkeitsleistungen von Unternehmen transparent und vergleichbar zu machen und letztlich die Honorierung entsprechender Leistungen am Markt zu verbessern. In diesem Sinne bietet der Kodex mit seinen 20 allgemein formulierten Kriterien Unternehmen eine Orientierung für ihre strategische Ausrichtung und definiert Standards für die Nachhaltigkeitsberichterstattung. In Kooperation mit dem

Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GDW) und der Arbeitsgemeinschaft großer Wohnungsunternehmen (AGW) wurden die Kriterien des DNK insbesondere für solche kleineren und mittleren Unternehmen der Wohnungswirtschaft konkretisiert, die keine umfassende Nachhaltigkeitsberichterstattung durchführen [GDW; 2014]. Abbildung 1-1 zeigt eine Auswahl der Kriterien, die insbesondere im Kontext der energietechnischen Modernisierung im Wohngebäudebestand relevant sind.



**Abb. 1-1** Auswahl von Kriterien zur Nachhaltigkeitsberichterstattung aus der branchenspezifischen Ergänzung zum DNK

- Die ersten vier Kriterien beziehen sich auf strategische Analysen: In der branchenspezifischen Ergänzung zum DNK wird hier insbesondere auf die Analyse der Chancen und Risiken aufgrund des energietechnischen Zustands der Gebäude hingewiesen. Auf dieser Basis können Strategien zur energietechnischen Modernisierung entwickelt werden, bei denen die Nutzung erneuerbarer Energien eingebunden wird. Es wird empfohlen, konkrete energietechnische Sanierungsziele (Sanierungsfahrplan/CO<sub>2</sub>-Einsparziele) zu benennen.
- Die beiden folgenden Kriterien beziehen sich auf das Prozessmanagement: Konkret sollte in diesem Zusammenhang beschrieben werden, wie die Nachhaltigkeitsstrategie z. B. in den Bereichen Bestandsmanagement und Portfoliomanagement umgesetzt wird. Hier wird die Rolle von messbaren Kennzahlen betont. Für die ökonomische Dimension bedeutet dies die messbare Werterhaltung und Werterhöhung des Immobilienbestands und des Unternehmens. Unter der sozialen Dimension wird hier unter anderem auf das Angebot an zielgruppengerechtem und bezahlbarem Wohnraum hingewiesen. Darüber hinaus wird unter dem Aspekt des Prozessmanagements auch auf die Beteiligung von Anspruchsgruppen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung hingewiesen.
- Die drei letzten Kriterien beziehen sich auf die Kategorie der Umwelt: Die Unternehmen sollen quantitativ und qualitativ offenlegen, in welchem Umfang natürliche Ressourcen für ihre Geschäftstätigkeit in Anspruch genommen werden. Dazu zählen Aussagen zur Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen und zu klimarelevanten Emissionen, aber auch zum heutigen und angestrebten zukünftigen Wasser- und Energieverbrauch oder zum Abfallaufkommen.

Orientiert man sich an diesen Kriterien, können künftige ökonomische, ökologische und soziale Entwicklungen erkannt und entsprechend das Immobilienportfolio entwickelt werden. Ein solches Management erfordert einen prozessorientierten Ansatz, bei dem von der Einzelobjekt- zur Portfolio-betrachtung gewechselt wird. Daher wird in der wohnungswirtschaftlichen Ergänzung zum DNK unter den Erläuterungen zu den Kriterien des Prozessmanagements explizit auf das »Portfoliomanagement« hingewiesen, das ein Element der nachhaltigen Entwicklung von Gebäudebeständen und letztlich der Unternehmen darstellt ([GDW; 2014, S. 8], [GDW; 2015]).

Der prozessorientierte Ansatz mit dem Übergang von der Einzelobjekt-zur Portfoliobetrachtung im Kontext einer Nachhaltigkeitsberichterstattung bedeutet für die Unternehmen der Wohnungswirtschaft häufig einen erheblichen Aufwand. In einem ersten Schritt kann über ein Energiekataster, das die energietechnische Bewertung des Immobilienportfolios für den heutigen

Ist-Zustand über Benchmarks ermöglicht, der Aufwand erheblich verringert werden. Die dazu erforderliche Segmentierung des Immobilienportfolios erfolgt in der Regel über eine Wohngebäudetypologie. Hierfür werden nur wenige immobilienwirtschaftliche Grunddaten benötigt, die mit vertretbarem Aufwand erhoben werden können. Daran anschließend können technische und wirtschaftliche Einsparpotenziale und die damit verbundenen Kosten für den Wohngebäudebestand ermittelt werden. Dieser pragmatische Einstieg in eine (energietechnische) Nachhaltigkeitsberichterstattung wird im Folgenden **energietechnische Potenzialanalyse** genannt und in Kapitel 2 am Beispiel des fiktiven Wohnungsunternehmens »Wohnstadt« dargestellt.

In Kapitel 3 des Buches wird in Form eines Ausblicks der Übergang von einer energietechnischen Potenzialanalyse zu einem energietechnischen Portfoliomanagement skizziert. Beim Prozess des energietechnischen Portfoliomanagements geht es um übergeordnete Strategien für die Entwicklung ganzer Gebäudebestände und des Unternehmens. Diese Strategien müssen für die Umsetzung am Objekt in konkrete Handlungsanweisungen übersetzt werden. Im Zuge einer Rückkopplung müssen die Erfahrungen aus der Umsetzung idealerweise wieder in die Entwicklung bzw. Überprüfung der Strategien einfließen.





## 2 Energietechnische Portfolio-Analyse

Mit der energietechnischen Portfolio-Analyse wird der Schritt von der objektbezogenen zur portfoliobezogenen Bewertung energietechnischer Maßnahmen und Standards gegangen. In diesem Kapitel wird am Beispiel eines fiktiven Wohnungsunternehmens »Wohnstadt« gezeigt, wie vor dem Hintergrund der zentralen Fragestellungen eine energietechnische Portfolio-Analyse durchgeführt werden kann.

### Zentrale Fragestellungen

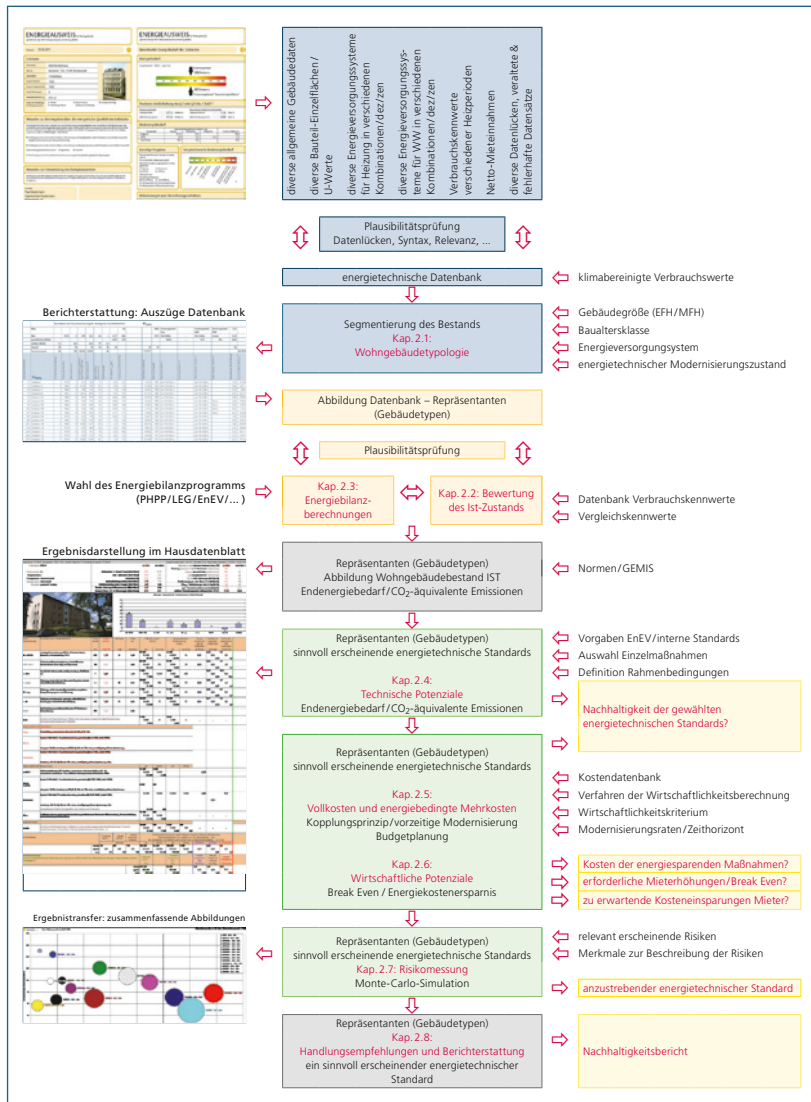
Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Entwicklung engagiert sich »Wohnstadt« seit vielen Jahren im Bereich der energietechnischen Modernisierung des Wohngebäudeportfolios. Dabei ist eine unternehmensinterne Datenbank mit allen relevanten bau- und anlagentechnischen Daten erstellt worden, um Energiebedarfsausweise zu erstellen. Zudem liegen Energieverbrauchs-kennwerte aus Heizkostenabrechnungen über mehrere Jahre vor. Auf Basis der umfangreichen Erfahrungen stellen sich nun folgende Fragen:

- Wie ist der aktuelle energietechnische Zustand des gesamten Wohngebäudeportfolios zu bewerten?
- Wie erfolgreich waren die bisherigen Bemühungen um die Einsparung von Endenergie und CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen im Wohngebäudebestand?
- Welche energietechnischen Modernisierungsmaßnahmen bzw. -maßnahmenpakete sind vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Entwicklung des Wohngebäudebestands sinnvoll?
- Welche weiteren Potenziale können durch die energetische Modernisierung erschlossen werden?
- Welche Kosten ergeben sich daraus?
- Welche Mieterhöhungen sind zur Refinanzierung der Kosten erforderlich und welche Energiekosteneinsparungen sind aufseiten der Mieter zu erwarten?

Als Ergebnis sollen auf Basis dieser Fragen Standards definiert werden, die bei der energietechnischen Modernisierung im Wohngebäudebestand des Unternehmens unter Beachtung ökologischer, ökonomischer und sozialer Kriterien zu realisieren sind.

Der Prozess einer energietechnischen Portfolio-Analyse kann in acht Schritte unterteilt werden, die am folgenden Beispiel des fiktiven Wohnungsunternehmens »Wohnstadt« beschrieben werden. Dabei veranschaulicht Abbildung 2-1 die Komplexität der Aufgabe. Die näher beschriebenen Schritte der energie-

technischen Portfolio-Analyse sind in der Abbildung mit einem Verweis auf die entsprechenden Kapitel rot gekennzeichnet.



**Abb. 2-1** Ablaufschema einer energetischen Portfolio-Analyse

**Hinweis:** Vergrößerte Tabelle, siehe hintere Umschlagklappe.

## 2.1 Wohngebäudetypologie

Die sogenannte Wohngebäudetypologie bildet eine Basis für die energietechnische Segmentierung des Wohngebäudebestands. Dazu wird der gesamte Wohngebäudebestand einzelnen Gebäudetypen zugeordnet, für die mit hinreichender Genauigkeit einheitliche bauliche und energietechnische Verhältnisse vorliegen. Eine erste Wohngebäudetypologie wurde 1990 erstellt und im Rahmen von Energieberatungsaktionen und Szenarioanalysen eingesetzt.<sup>1</sup> Die Gebäudetypologie wurde im Laufe der Jahre bis heute kontinuierlich weiterentwickelt. Auf eine tiefer gehende Beschreibung der Anwendung und die Erklärung von Grundlegendem der Gebäudetypologien wird an dieser Stelle verzichtet und stattdessen auf weiterführende Literatur verwiesen.<sup>2</sup> Hier werden lediglich wesentliche Grundlagen zur Erstellung von Gebäudetypologien kurz erläutert.

### 2.1.1 Gebäudearten und Bauepochen

Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale in Wohngebäudetypologien sind die Gebäudeart, die Bauepoche, die Struktur der Wärmeerzeugung und -versorgung sowie zwischenzeitlich durchgeführte energietechnische Modernisierungen. An diesen Unterscheidungsmerkmalen orientiert sich auch die Nomenklatur zur Kennzeichnung der einzelnen Gebäudetypen.

#### Gebäudeart

Der Wohngebäudebestand kann in Gebäudearten eingeteilt werden wie z. B. frei stehende Ein-/Zweifamilienhäuser (»EFH/ZFH«), Reihenhäuser (»RH«), kleine Mehrfamilienhäuser (»KMFH«), große Mehrfamilienhäuser (»GMFH«) oder Hochhäuser (»HH«). Zudem können Sonderformen (»Son«) definiert werden, die für das Erscheinungsbild des Unternehmens von Relevanz sind.

#### Bauepochen

Baukonstruktionen hängen weitestgehend von Bauepochen ab, die häufig deckungsgleich mit historischen politischen Epochen sind. Entsprechend lässt

- 1 Ebel et al.; »Energiesparpotential im Gebäudebestand«; Institut Wohnen und Umwelt; Darmstadt; 1990
- 2 Z.B. Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. 2. erw. Aufl. Darmstadt, 2015

sich der Wohngebäudebestand in verschiedene Altersklassen mit charakteristischen Eigenschaften einteilen:

- **bis 1859:** vorindustrielle Phase: handwerklich geprägte Bautechniken aufbauend auf Erfahrungen, kaum gesetzliche Regelungen, Verwendung von lokal verfügbaren Materialien; dominante Bauweisen: Fachwerk mit Strohlehmausfachung, monolithische Wände aus Natursteinen oder Vollziegel, Holzbalkendecken; diskontinuierliche Beheizung über offene Feuerstellen oder Öfen in einzelnen Wohnräumen und offene Herdstellen oder geschlossene Herde in der Küche; kein fließend Kalt- oder Warmwasser, Toiletten außerhalb des Gebäudes
- **1860 bis 1918:** Gründerzeit, Ausdehnung der Städte und einsetzende Industrialisierung: Standardisierung und Normung der Bauweisen mit stark regionaler Prägung; Dominanz von Mauerwerksbauten, im ländlichen Bereich auch Fachwerk mit Mauerwerksausfachung; häufig erhaltenswerte Gestaltung der Straßenfassaden (Stuck, Sandstein, Klinker); Holzbalkendecken, häufig massive Kellerdecken; diskontinuierliche Beheizung mit Öfen in einzelnen Wohnräumen und Holz-/Kohleherden in der Küche; kein fließend Warmwasser, keine Badezimmer, Toiletten innerhalb des Gebäudes, z. B. im Treppenhaus
- **1919 bis 1948:** Gebäude aus der Zeit der Weimarer Republik bis zur Nachkriegszeit: zunehmende Industrialisierung der Baustoffherstellung, Verwendung kostengünstiger und einfacher Materialien sowie materialsparender Konstruktionen, nationale Standardisierung und Normung; Dominanz von ein- und zweischaligen Mauerwerksbauten, massive Kellerdecken, leicht verbesserter Wärmeschutz durch den Einsatz von Bauelementen mit Luftkammern (zweischalige Bauweise, Hohlkörperdecken); diskontinuierliche Beheizung über Öfen, bisweilen auch schon Kohle-Zentralheizungen, Kohle- oder Gasherde in der Küche; Toiletten und Badezimmer in den Wohnungen
- **1949 bis 1957:** Gründung der Bundesrepublik und Wiederaufbau: einfache Bauweisen der Nachkriegszeit mit dünnen tragenden Wänden (11,5 cm, zulässig nach Mauerwerks-DIN bis 1956, danach: 17,5 cm), häufig mit Trümmernmaterialien; Weiterentwicklung der Normung, Einführung von Anforderungen für den sozialen Wohnungsbau; überwiegend Mauerwerksbau, Holzbalkendecken nur noch in Einfamilienhäusern; im Geschosswohnungsbau der DDR ab Anfang der 1950er Jahre auch Bauten in vorgefertigter Block- oder Streifenbauweise; verstärkter Einbau von Zentralheizungen (Koks, Gas, Öl), Gas-Etagenheizungen anstelle von Feststofföfen; in der DDR Verbreitung von Fernwärme; Neubauten haben damit im Winter ein kontinuierlich höheres Temperaturniveau.

- **1958 bis 1968:** Zeit des Wirtschaftswunders, wirtschaftlicher Aufschwung: Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz nach DIN 4108 (Wärmeschutz im Hochbau) sind erstmalig einzuhalten; im Geschosswohnungsbau erste Hochhaussiedlungen, statisch wird Stahlbeton in vielen Variationen bestimmend, Zunahme konstruktiver Wärmebrücken (insbesondere auskragende Betonbauteile), in der DDR Plattenbauweise in Großserien; Kohle-, Öl- oder Gaszentralheizungen sowie Fernwärme sind Standard, fließend Warmwasser; 1986 Gebäude- und Wohnungszählung mit umfangreichem Datenmaterial zur Gebäudestruktur
- **1969 bis 1978:** neue industrielle Bauweisen (Sandwich-Konstruktionen), Fertighauskonzept im Einfamilienhausbau; am Ende der Epoche erste Ölkrise
- **1979 bis 1983:** die Erste Wärmeschutzverordnung von 1977 zeigt bei den ersten Wohngebäuden ihre Auswirkungen; auch in der DDR verbesserte wärmeschutztechnische Anforderungen (Rationalisierungsstufe II); bei monolithischen Wänden immer kleinere Luftkammern bzw. porosierte Materialien, aber auch von außen gedämmte Mauerwerksbauten (erste Wärmedämmverbundsysteme)
- **1984 bis 1994:** Zweite Wärmeschutzverordnung bzw. Rationalisierungsstufe III in der DDR; erste Niedrigenergiehäuser, teilweise gefördert durch regionale Programme oder Landesprogramme
- **1995 bis 2001:** Dritte Wärmeschutzverordnung
- **2002 bis heute:** Neubauten entsprechend den jeweils gültigen Energieeinsparverordnungen, Förderung für KfW-Energiesparhäuser

## **Modernisierungszustände – energietechnisch umfassend modernisierte Gebäude**

Wie dargestellt, kann für jede Bauepoche von bestimmten typischen energietechnischen Qualitäten der Gebäudehülle zum Zeitpunkt der Erbauung ausgegangen werden. Infolge zwischenzeitlich durchgeführter energietechnischer Modernisierungen entsprechen viele Wohngebäude aus den einzelnen Bauepochen jedoch nicht mehr ihrem ursprünglichen Zustand.

Aus Gründen der Praktikabilität müssen bei der Zuordnung der einzelnen Gebäude zu Gebäudetypen jedoch Vereinfachungen getroffen werden. Dies bedeutet für die Praxis, dass die verbliebenen energietechnisch nicht modernisierten Gebäude mit den energietechnisch teilmodernisierten Gebäuden aus dem Bestand zusammengefasst werden müssen. Wurden dagegen Gebäude aus dem Altbestand energietechnisch umfassend modernisiert, dann können diese zu einem weiteren Wohngebäudetyp (»SAN«) zusammengefasst werden.

## Struktur der Wärmeerzeugung und Wärmeversorgung

Weitere Merkmale zum Aufbau einer Gebäudetypologie leiten sich aus der Energieversorgungsstruktur für Heizung und Warmwasser ab, die über entsprechende Kürzel definiert werden. So können Gebäude z. B. über dezentrale Einzelöfen bzw. Etagenheizung (»dez«), Zentralheizungen (»zen«) oder Fernwärme (»FW«), über verschiedene Wärmeerzeugungssysteme wie Brennwärtekessel (»BW«), Heizkraftwerk (»HKW«), Blockheizkraftwerk (»BHKW«), Endenergieträger wie Strom (»Strom«), Erdgas (»G«), Heizöl (»Öl«) oder fossile (»f«) bzw. erneuerbare (»e«) Endenergieträger versorgt werden.

### 2.1.2 Bau- und energietechnische Kennwerte

Die »Wohnstadt« hat für das gesamte Immobilienportfolio Energiebedarfsausweise nach EnEV ausgestellt. Die Eingangsdaten für die Energiebedarfsausweise werden über das Property-Management kontinuierlich in einer zentralen Datenbank gepflegt und sind aktuell. Die einzelnen Teilflächen der thermischen Hülle, U-Werte, durchgeführte energietechnische Modernisierungen und die Energieversorgungsstruktur sind somit im Detail dokumentiert. Zudem werden jährliche Energieverbrauchswerte klimabereinigt und kontinuierlich in der zentralen Datenbank erfasst.

Auf Grundlage dieser aktuellen Datenbank wurden die strategischen Geschäftseinheiten entsprechend der oben dargestellten Systematik gebildet. Als Beispiel ist ein Auszug aus der Datenbank für die strategische Geschäftseinheit 83<sub>KWKe</sub> in Tabelle 2-1 dargestellt. Die strategische Geschäftseinheit wird aus insgesamt 16 einzelnen Gebäuden gebildet, alle aus der Baupopoche zwischen 1979 bis 1983. Die einzelnen Gebäude haben durchschnittlich acht Wohneinheiten auf drei Geschossen. Die durchschnittliche Wohnfläche beträgt 78 m<sup>2</sup> je Wohneinheit und ist damit vergleichsweise groß. Die spezifischen Transmissionswärmeverluste der Gebäude liegen zwischen 0,77 W/(m<sup>2</sup><sub>Hüllfläche</sub>K) und 1,19 W/(m<sup>2</sup><sub>Hüllfläche</sub>K), im flächengewichteten Mittel bei 0,97 W/(m<sup>2</sup><sub>Hüllfläche</sub>K). Der gemessene und klimabereinigte Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser liegt zwischen 106 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wf</sub>a) und 152 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wf</sub>a), im flächengewichteten Mittel bei 125 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wf</sub>a). Die Heizungsanlagen befinden sich im Wesentlichen noch im Originalzustand. Die Gebäude sind über Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung mit erneuerbaren Energien beheizt und fast ausschließlich entsprechend mit Warmwasser versorgt. In vier Gebäuden erfolgt die Warmwasserbereitung dezentral über elektrische Durchlauferhitzer. Die Nettomiete beträgt im flächengewichteten Mittel 6,4 €/m<sup>2</sup><sub>Wf</sub>Mon).

## **Zusammenfassung wesentlicher energierelevanter Daten**

Wesentliche statistische Daten zu den acht Gebäudetypen, die das Portfolio an Wohngebäuden der »Wohnstadt« repräsentieren, sind in Tabelle 2-2 zusammenfassend dargestellt. Die Tabelle beruht auf Angaben aus der unternehmensinternen Datenbank, die im Rahmen des Property-Managements kontinuierlich gepflegt und aktualisiert wird. Demnach zählen insgesamt 133 Wohngebäude mit nahezu 110 000 m<sup>2</sup> Wohnfläche, durchschnittlich etwa drei Geschossen, knapp zwölf Wohneinheiten je Wohngebäude und etwa 70 m<sup>2</sup> Wohnfläche je Wohneinheit zum Wohngebäudebestand der »Wohnstadt«.



Kenndaten und Zusammenfassung für strategische Geschäftseinheit:											
	Max		1983	15	1486	1239	116	4	1,19	152	
	Min		1979	3	195	163	60	2	0,77	106	
	gewichtetes Mittel								0,97	125	
	arithm. Mittel	1,9		8,0		625	78	3,0			
	Anzahl	16		16		16	16	16	16		
	Summenwerte	30		128	12 000	10 000		49			
Verwaltungseinheit	<b>83<sub>KWKe</sub></b>	Anzahl Hauseingänge	Gebäude Baujahr	Wohneinheiten	Energiebezugsfläche nach EnEV [m <sup>2</sup> AN]	Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]	Wohnfläche/ Wohneinheit	Geschosszahl	HT <sup>+</sup> [W/(m <sup>2</sup> H <sub>0</sub> )]	Verbrauch [kWh/ (m <sup>2</sup> a)]	
11	Gebäude 1	1	1979	7	631	526	77	3	1,02	145	
12	Gebäude 22	3	1980	12	1 164	970	81	4	1,08	120	
45	Gebäude 73	1	1980	3	195	163	64	3	1,19	129	
15	Gebäude 88	3	1981	12	1 002	835	72	4	1,02	145	
16	Gebäude 101	2	1983	8	663	553	69	3	0,80	109	
24	Gebäude 102	2	1983	6	500	417	69	2	0,80	111	
28	Gebäude 103	2	1983	6	540	450	75	2	0,85	138	
124	Gebäude 104	1	1983	3	216	180	60	2	0,83	152	
157	Gebäude 105	2	1983	8	759	633	79	3	0,77	111	
158	Gebäude 106	1	1979	6	503	419	70	3	0,90	110	
188	Gebäude 109	2	1982	9	739	616	68	3	1,18	152	
201	Gebäude 118	2	1983	10	1 389	1 157	116	4	1,13	144	
214	Gebäude 120	1	1979	7	659	549	80	3	1,02	106	
254	Gebäude 121	3	1979	10	913	761	74	3	1,05	106	
268	Gebäude 122	2	1979	7	639	533	78	3	1,02	121	
278	Gebäude 123	2	1979	15	1 486	1 239	81	4	1,10	116	

**Tab.2-1** Auszug aus der Datenbank von »Wohnstadt« Property-Management

Gebäudetyp	18 <sub>G</sub>	57 <sub>KWKf</sub>	57 <sub>SANdez</sub>
Baualtersklasse von ... bis	1900–1918	1919–1957	1919–1957
Anzahl Gebäude als Basis für die Modellgebäude	12	34	12
Anzahl Gebäude in % vom Bestand	9	26	9
durchschnittliche Wohnfläche je Gebäude	654	979	486
gesamte Wohnfläche je Gebäudetyp	7 848	33 286	5 832
Wohnfläche des Gebäudetyps in % vom Bestand	7	30	5
Anzahl Wohneinheiten von ... bis	3–30	3–30	3–30
durchschnittliche Anzahl Wohneinheiten	6,0	14,3	8,3
Wohnfläche / Wohneinheit [m <sup>2</sup> ]	109	68	59
durchschnittliche Geschosszahl	3,1	2,7	3,8

**Tab.2-2** Statistische Grunddaten der Gebäudetypen


83 <sub>KWKe</sub>								
		1996	Deckungsanteil Hzg		Deckungsanteil WW	Deckungsanteil WW	7,22	
		1979	FW KWKe	–	FW KWKe	Strom	5,25	
			100%	–	97%	3%	6,44	
	16	16					16	
	1 253 972							64 359
Verbrauch [kWh/a]	Heizung Baujahr	Heizung System 1	Heizung System 2	Warmwasser System 1	Warmwasser System 2	Nettomiete [€/ (m <sup>2</sup> Mon)]	Summe Miete [€/ Mon]	
76 262	1991	zen FW KWK e		zen FW KWK e		5,74	3 020	
115 986	1980	zen FW KWK e		zen FW KWK e		5,62	5 451	
20 942	1996	zen FW KWK e		zen FW KWK e		5,25	855	
121 241	1981	zen FW KWK e		zen FW KWK e		6,97	5 817	
60 134	1983	zen FW KWK e		zen FW KWK e		6,69	3 696	
46 416	1983	zen FW KWK e		zen FW KWK e	Strom	6,69	2 786	
61 895	1983	zen FW KWK e		zen FW KWK e	Strom	6,90	3 102	
27 322	1983	zen FW KWK e		zen FW KWK e	Strom	6,81	1 226	
70 208	1983	zen FW KWK e		zen FW KWK e	Strom	6,37	4 028	
46 237	1991	zen FW KWK e		zen FW KWK e		7,22	3 030	
93 659	1982	zen FW KWK e		zen FW KWK e		5,76	3 552	
166 416	1983	zen FW KWK e		zen FW KWK e		7,20	8 333	
58 405	1979	zen FW KWK e		zen FW KWK e		6,32	3 469	
80 483	1979	zen FW KWK e		zen FW KWK e		6,32	4 811	
64 568	1979	zen FW KWK e		zen FW KWK e		6,32	3 367	
143 798	1979	zen FW KWK e		zen FW KWK e		6,31	7 815	

68 <sub>KWkf</sub>	78 <sub>SANG</sub>	83 <sub>KWKe</sub>	95 <sub>OI</sub>	NEU <sub>KWKe</sub>	Alle
1958–1968	1969–1978	1979–1983	1984–1995	1996–2018	1900–2018
16	27	16	9	7	133
12	20	12	7	5	100
1912	354	625	820	758	826
30 592	9 558	10 000	7 380	5 306	109 802
28	9	9	7	5	100
3–30	3–30	3–30	3–30	3–30	
28,8	4,0	8,0	12,0	11,2	11,6
66	89	78	68	68	71
4,7	2,0	3,0	3,0	3,3	3,0

Der Bestand der »Wohnstadt« wird im Wesentlichen durch die energie-technisch nicht modernisierten Gebäudetypen 57<sub>KWKf</sub> und 68<sub>KWKf</sub> repräsentiert, der zusammen etwa zwei Drittel der gesamten Wohnfläche im Portfolio der »Wohnstadt« ausmachen.


### 2.1.3 Gebäudesteckbriefe

In den folgenden Tabellen sind wesentliche Kenndaten der einzelnen Gebäudetypen zusammengefasst. Bezugsgröße der Kennwerte ist immer die Wohnfläche. Die Tabellen zeigen neben der Kennzeichnung des Gebäudetyps die Baualtersklasse, die durchschnittliche Wohnfläche eines Gebäudes bzw. die gesamte Wohnfläche aus dem Wohngebäudebestand der »Wohnstadt« die durch diesen Gebäudetyp repräsentiert wird. Zudem werden die eingesetzten Endenergieträger, deren jeweiliger Deckungsanteil und der Endenergieverbrauch, die derzeit erzielte Nettomiete, die ortsübliche Vergleichsmiete, der aktuelle Leerstand, die aktuelle Instandhaltungspauschale und die Betriebskosten ohne Energie sowie die aktuellen Energiekosten dargestellt.

Modellgebäude 18 <sub>G</sub>		
Baupoeche	vor 1918	
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	12	
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	654 m <sup>2</sup>	
Wohnfläche im Bestand	7848 m <sup>2</sup>	
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	6,0	
Energieträger Erdgas, Deckungsanteile	Heizung	WW
System 1	100 %	100 %
System 2	0 %	0 %
System 3	0 %	0 %
Endenergieverbrauch	192 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete	6,25 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete	6,45 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand	2,00 %	
Instandhaltungspauschale	1,16 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie	1,67 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom	1,83 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche		




**Tab.2-3** Steckbrief Gebäudetyp 18<sub>G</sub>


Modellgebäude 57 <sub>KWKf</sub>		
Baupoeche	1950–1957	
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	34	
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	979 m <sup>2</sup>	
Wohnfläche im Bestand	33 286 m <sup>2</sup>	
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	14,3	
Energieträger FW KWKf, Deckungsanteile	Heizung	WW
System 1	100 %	100 %
System 2	0 %	0 %
System 3	0 %	0 %
Endenergieverbrauch	196 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete	6,08 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete	6,58 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand	2,00 %	
Instandhaltungspauschale	1,16 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie	1,82 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom	2,26 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche		




**Tab.2-4** Steckbrief Gebäudetyp 57<sub>KWKf</sub>

Modellgebäude 57 <sub>SANdez</sub>			
Bauepoche	1950–1957		
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	12		
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	486 m <sup>2</sup>		
Wohnfläche im Bestand	5823 m <sup>2</sup>		
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	8,3		
Energieträger Strom, Deckungsanteile		Heizung	WW
System 1		100 %	100 %
System 2		0 %	0 %
System 3		0 %	0 %
Endenergieverbrauch		72 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete		8,78 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete		8,78 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand		2,00 %	
Instandhaltungspauschale		1,16 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie		1,82 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom		1,84 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche			

**Tab.2-5** Steckbrief Gebäudetyp 57<sub>SANdez</sub>


Modellgebäude 68 <sub>KWKf</sub>			
Bauepoche	1958–1968		
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	16		
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	1912 m <sup>2</sup>		
Wohnfläche im Bestand	30592 m <sup>2</sup>		
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	28,8		
Energieträger FW KWKf, Deckungsanteile		Heizung	WW
System 1		100 %	100 %
System 2		0 %	0 %
System 3		0 %	0 %
Endenergieverbrauch		184 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete		7,25 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete		7,25 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand		2,00 %	
Instandhaltungspauschale		1,16 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie		1,82 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom		2,16 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche			

**Tab.2-6** Steckbrief Gebäudetyp 68<sub>KWKf</sub>

Modellgebäude 78 <sub>SANG</sub>		
Baupoeche	1969–1978	
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	27	
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	354 m <sup>2</sup>	
Wohnfläche im Bestand	9 558 m <sup>2</sup>	
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	4,0	
Energieträger Erdgas, Deckungsanteile	Heizung	WW
System 1	100 %	100 %
System 2	0 %	0 %
System 3	0 %	0 %
Endenergieverbrauch	104 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete	8,43 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete	8,43 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand	2,00 %	
Instandhaltungspauschale	1,16 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie	1,82 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom	1,33 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche		




**Tab.2-7** Steckbrief Gebäudetyp 78<sub>SANG</sub>

Modellgebäude 83 <sub>KWke</sub>		
Baupoeche	1979–1983	
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	16	
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	625 m <sup>2</sup>	
Wohnfläche im Bestand	10 000 m <sup>2</sup>	
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	8,0	
Energieträger FW KWke, Deckungsanteile	Heizung	
System 1	100 %	100 %
System 2	0 %	0 %
System 3	0 %	0 %
Endenergieverbrauch	125 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete	6,44 €/m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete	5,91 €/m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand	2,00 %	
Instandhaltungspauschale	0,72 €/m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie	1,82 €/m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom	1,69 €/m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche		




**Tab.2-8** Steckbrief Gebäudetyp 83<sub>KWKe</sub>

Modellgebäude 95öi			
Bauepoche	1984–1995		
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	9		
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	820 m <sup>2</sup>		
Wohnfläche im Bestand	7 380 m <sup>2</sup>		
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	12,0		
Energieträger Heizöl, Deckungsanteile		Heizung	WW
System 1		100 %	100 %
System 2		0 %	0 %
System 3		0 %	0 %
Endenergieverbrauch		130 kWh/(m <sup>2</sup> a)	
Nettomiete		8,22 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
ortsübliche Vergleichsmiete		8,62 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktueller Leerstand		2,00 %	
Instandhaltungspauschale		0,72 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
Betriebskosten ohne Energie		1,82 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom		1,33 €/ (m <sup>2</sup> Mon)	
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche			



**Tab.2-9** Steckbrief Gebäudetyp 95<sub>ÖI</sub>

Modellgebäude NEU <sub>KWKe</sub>			
Bauepoche	1996–2003		
stellvertretend für Anzahl Wohngebäude im Bestand	7		
durchschn. Wohnfläche je Gebäude	758 m <sup>2</sup>		
Wohnfläche im Bestand	5 306 m <sup>2</sup>		
durchschn. Anzahl Wohneinheiten	11,2		
Energieträger FW KWKe, Deckungsanteile		Heizung	WW
System 1		100 %	100 %
System 2		0 %	0 %
Energieträger Sonne, Deckungsanteile		Heizung	WW
System 3		0 %	48 %
Endenergieverbrauch	75 kWh/(m <sup>2</sup> a)		
Nettomiete	10,39 €/ (m <sup>2</sup> Mon)		
ortsübliche Vergleichsmiete	10,39 €/ (m <sup>2</sup> Mon)		
aktueller Leerstand	2,00 %		
Instandhaltungspauschale	0,72 €/ (m <sup>2</sup> Mon)		
Betriebskosten ohne Energie	1,82 €/ (m <sup>2</sup> Mon)		
aktuelle Energiekosten inkl. HH-Strom	1,28 €/ (m <sup>2</sup> Mon)		
alle Kennwerte bezogen auf m <sup>2</sup> Wohnfläche			



**Tab.2-10** Steckbrief Gebäudetyp NEU<sub>KWKe</sub>

## 2.2 Bewertung des Ist-Zustands

Eine energietechnische Bewertung des heutigen Ist-Zustands des Portfolios kann durch Energieverbrauchs- oder auch Energiekosten-Benchmarks erfolgen.

### 2.2.1 Verbrauchsbenchmark

Eine Möglichkeit zur Bewertung bietet die Verbrauchsbenchmark wie in Abbildung 2-2 dargestellt. Auf der Ordinate sind die flächengewichteten Mittelwerte des Endenergieverbrauchs der acht für das Immobilienportfolio repräsentativen Gebäudetypen der »Wohnstadt« als rote Balken mit Farbverlauf dargestellt. Der letzte rote Balken beschreibt mit  $161 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Wf}})$  den flächengewichteten Mittelwert des Endenergieverbrauchs des gesamten Immobilienportfolios, wobei der Verbrauch der dezentral mit Strom beheizten Gebäude aus dem Gebäudetyp 57<sub>SANdez</sub> geschätzt wurde.

#### Benchmark »kommunaler Heizspiegel«

In der Verbrauchsbenchmark wird der heutige Endenergieverbrauch eines Gebäudetyps einer Benchmark gegenübergestellt. Dies können z. B. Energieverbrauchskennwerte aus kommunalen Heizspiegeln sein. Für Heizspiegel wird der erfasste Wohngebäudebestand in die Gebäudeklassen Einfamilienhäuser ( $100 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$  bis  $250 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$ ) sowie kleine ( $251 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$  bis  $500 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$ ), mittlere ( $501 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$  bis  $1000 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$ ) und größere Mehrfamilienhäuser (über  $1000 \text{ m}^2_{\text{Wf}}$ ) eingeteilt [Heizspiegel Deutschland; 2019]. Die Gebäude werden anschließend entsprechend des ermittelten, nicht klimabereinigten Endenergieverbrauchskennwerts einzelnen Perzentilen zugeordnet.<sup>3</sup> Bei dieser Klassenbildung werden die energietechnischen Eigenschaften der einzelnen Gebäude explizit nicht berücksichtigt.

Abbildung 2-2 zeigt als Benchmarks entsprechende Verbrauchskennwerte aus dem Heizspiegel 2019: Die dunkelgrünen Balken beschreiben die Grenze zum 90 %-Perzentil der Verbrauchskennwerte nach Heizspiegel als »zu hoch«, die hellgrünen Balken die Grenze zum 10 %-Perzentil der Verbrauchskennwerte nach Heizspiegel als niedrige Verbrauchskennwerte. Die Bereiche dazwischen kennzeichnen Verbrauchskennwerte als niedrig bis mittel, mittel und mittel bis zu hoch. Energieverbrauchskennwerte aus Heizspiegeln liegen für dezentrale beheizte Gebäude nicht vor. Entsprechend fehlt diese

3 Für die hier und im Folgenden dargestellten Ergebnisse wurden die Kennwerte des Heizspiegels 2019 klimabereinigt.



Benchmark in Abbildung 2-2 für den Gebäudetyp 57<sub>SANdez</sub>, der ausschließlich mit elektrischen Speicheröfen beheizt wird. Auch die Warmwasserbereitung erfolgt in diesen Gebäuden ausschließlich elektrisch.<sup>4</sup>

Erkennbar ist, dass vor allem die Gebäudetypen 18<sub>G</sub>, 57<sub>KWKf</sub> und 68<sub>KWKf</sub> vergleichsweise hohe Verbrauchskennwerte aufweisen, die Gebäudetypen 78<sub>SANG</sub> und NEU<sub>KWKe</sub> dagegen vergleichsweise niedrige. Der am Übergang vom mittleren zum hohen Verbrauch liegende flächengewichtete Mittelwert von 161 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) für den Bestand der »Wohnstadt« resultiert im Wesentlichen aus den Gebäudetypen 57<sub>KWKf</sub> und 68<sub>KWKf</sub>, die energietechnisch nicht modernisiert sind und zusammen nahezu zwei Drittel der gesamten Wohnfläche im Portfolio der »Wohnstadt« repräsentieren.

---

4 Die Benchmarks des Heizspiegels gelten ausschließlich für Gebäude, die vollständig zentral mit Wärme und Warmwasser versorgt und komplett als Wohngebäude genutzt werden. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden. In der Praxis finden sich im Bestand von Wohnungsunternehmen jedoch immer wieder Gebäude mit Anteilen dezentraler Energieversorgung.

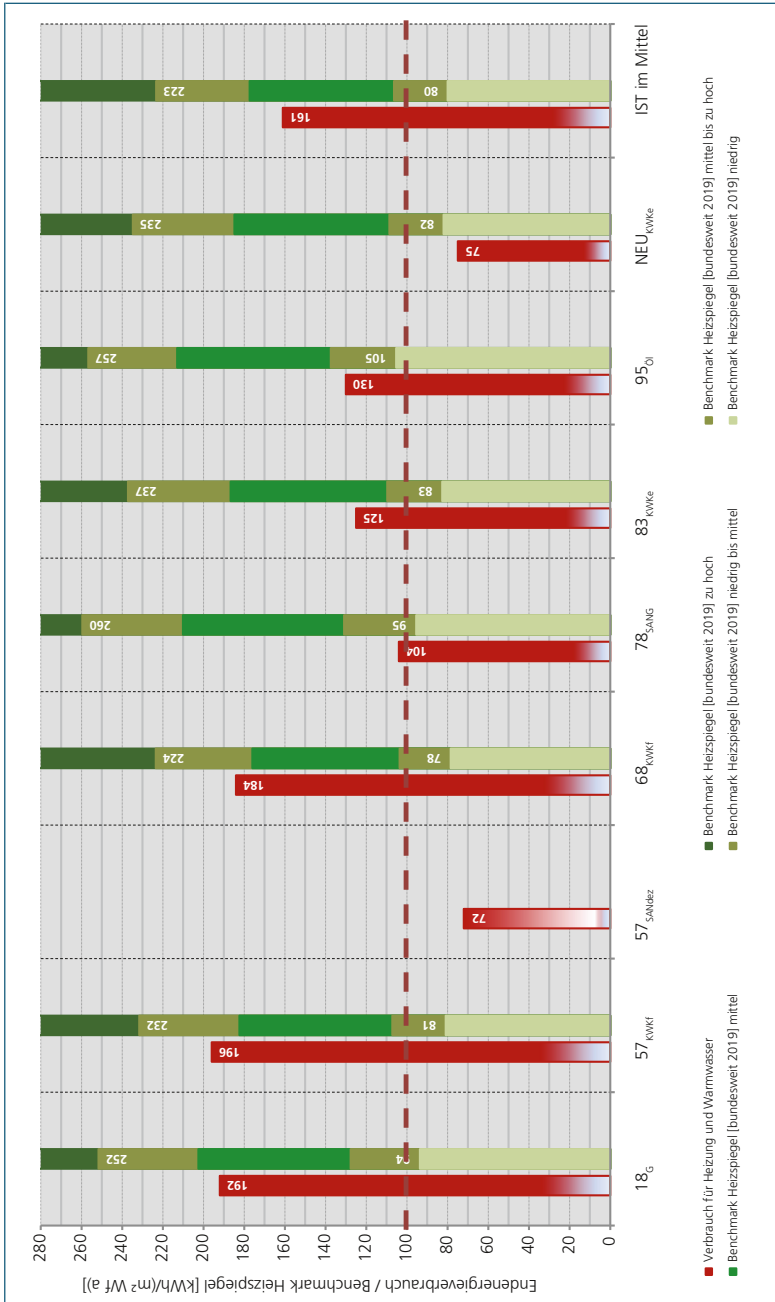


Abb.2-2 Verbrauchsbenchmark

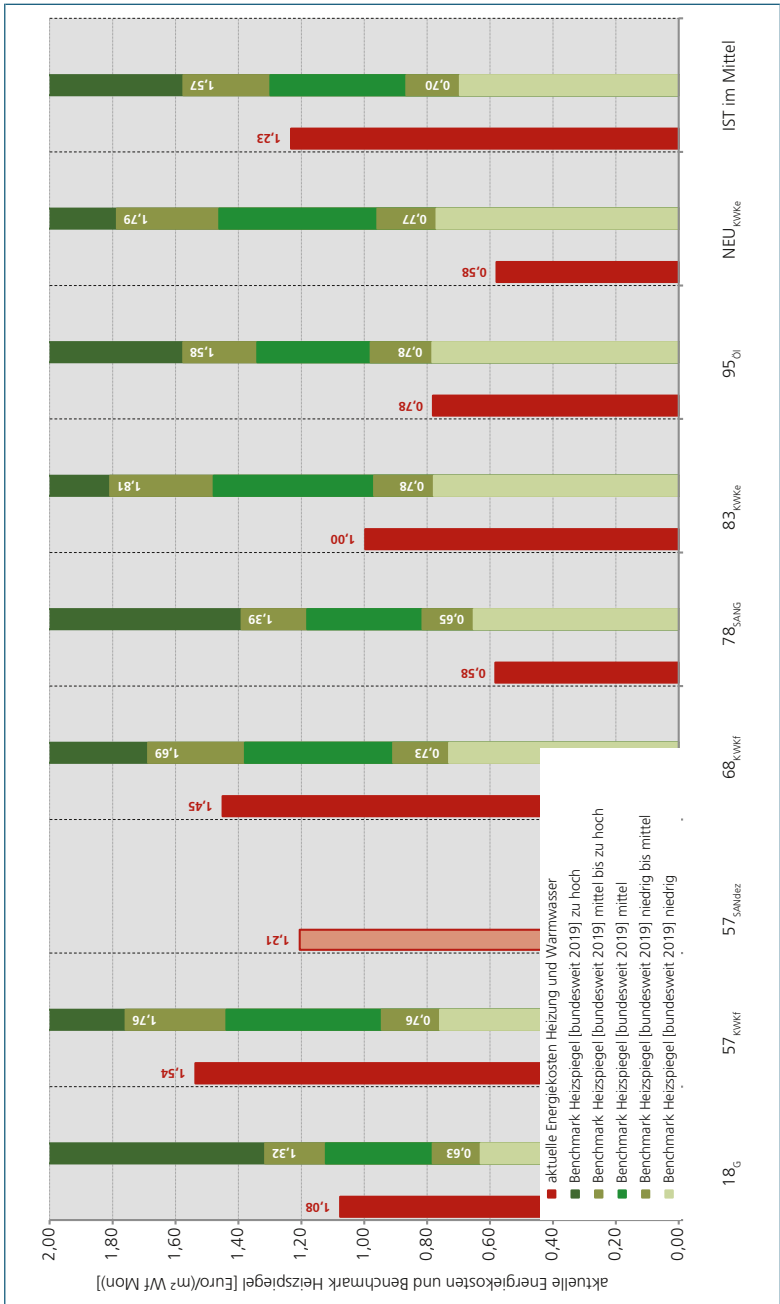
## Benchmark 10-Liter-Haus

Benchmarks können auch Kennwerte sein, die als langfristige Zielwerte für die Weiterentwicklung des Portfolios definiert sind. Plakativ könnte dies z. B. das 10-Liter-Haus im Bestand sein, das als rot gestrichelte Linie in Abbildung 2-2 dargestellt ist. Für das 10-Liter-Haus im Bestand muss der heutige Verbrauch um etwa  $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Wf}}\text{a})$  reduziert werden.

### 2.2.2 Kosten-Benchmark

Eine Ergänzung zur Verbrauchsbenchmark ist die Kosten-Benchmark. Darin werden heutige Energiekosten entsprechenden Benchmarks gegenübergestellt. Dies können Energiekostenkennwerte aus kommunalen Heizspiegeln sein. Im Rahmen einer energietechnischen Portfolio-Analyse ermöglicht die Kosten-Benchmark die Bewertung der Energiekosten der Mieter vor dem Hintergrund typischer Energiekosten von Mietern in der gleichen Kommune. Damit werden die Auswertungen um einen Aspekt erweitert, der unmittelbar die Interessen der Mieter betrifft.

Abbildung 2-3 zeigt die Kosten-Benchmark für die »Wohnstadt«. Im flächengewichteten Mittel über alle Gebäudetypen liegen die Energiekosten mit  $1,23 \text{ €/}(\text{m}^2_{\text{Wf}}\text{Mon})$  im oberen Bereich der mittleren Energiekosten für Heizung und Warmwasser (ohne Haushaltsstrom). Im Detail sind jedoch auch hier große Abweichungen zu erkennen. So sind die aktuellen Energiekosten in den Gebäudetypen  $57_{\text{KWKf}}$  mit  $1,54 \text{ €/}(\text{m}^2_{\text{Wf}}\text{Mon})$  und  $68_{\text{KWKf}}$  mit  $1,45 \text{ €/}(\text{m}^2_{\text{Wf}}\text{Mon})$  mehr als doppelt so hoch als in den modernisierten Altbauten  $78_{\text{SANG}}$  oder den Neubauten  $\text{NEU}_{\text{KWKe}}$  mit jeweils  $0,58 \text{ €/}(\text{m}^2_{\text{Wf}}\text{Mon})$ .



y Kosten-Benchmark

## 2.2.3 Zusammenfassung

Die energietechnische Beschreibung des Wohngebäudeportfolios im Sinne eines Status quo ist über eine vereinfachte Wohngebäudetypologie möglich. Der hierzu erforderliche Umfang an Daten kann ohne großen zusätzlichen Aufwand im Alltagsgeschäft der Unternehmen erhoben werden. Benötigt werden lediglich wenige wohnungswirtschaftliche Grunddaten und objektbezogene Verbrauchswerte. Benchmarks liefern z. B. kommunale Heizspiegel mit typischen Verbrauchs- und Kostenkennwerten. Damit kann eine zentrale Fragestellung der energietechnischen Potenzialanalyse nach der Bewertung des aktuellen energietechnischen Zustands des Portfolios im Sinne eines Flottenverbrauchs beantwortet werden. Darüber hinaus können über die Definition des Gebäudetyps »SAN« Erfolge bisheriger energietechnischer Modernisierungen quantitativ abgebildet werden. Damit ist ein pragmatischer Einstieg in das Thema der Nachhaltigkeitsberichterstattung möglich. Der grundlegende Nachteil ist jedoch, dass die Ergebnisse nicht in einen dynamischen Managementprozess eingebunden werden können, denn es kann aus der Analyse lediglich ein heutiger Status quo beschrieben werden. Es fehlt die Perspektive einer sinnvoll erscheinenden energietechnischen Entwicklung vor dem Hintergrund einer Unternehmensphilosophie und unter Berücksichtigung immobilienwirtschaftlicher Risiken. Diese weitergehenden Analysen erfordern objektbezogene (energietechnische) Datensätze zum Aufbau einer Gebäudetypologie sowie Energiebilanzberechnungen und damit einen deutlich höheren Aufwand.

## 2.3 Energiebilanzberechnungen

Um die Effekte von Maßnahmen oder Maßnahmenpaketen zur energietechnischen Modernisierung, daraus resultierende technische und wirtschaftliche Vorteile sowie die Einsparung CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen einordnen und quantifizieren zu können, müssen Energiebilanzberechnungen durchgeführt werden. Bei solchen Berechnungen stellt sich jedoch immer wieder die Frage, inwiefern berechnete Einsparungen in der Praxis auch erzielt werden, denn gemessene Verbrauchswerte und berechnete Bedarfswerte weichen häufig deutlich voneinander ab. Im Einzelfall sind solche Abweichungen durch die Unschärfe der baulichen (z. B. Wärmeleitfähigkeiten der Baumaterialien), der anlagentechnischen (z. B. Verluste von Rohrleitungen), aber auch der nutzerspezifischen Randbedingungen (Prebound- und Reboundeffekte) oder auch durch die Wahl des Energiebilanzverfahrens selbst zu begründen. So werden nach den Algorithmen der Energieeinsparverordnung (EnEV) für Altbauten

im Bestand systematisch zu hohe Bedarfskennwerte berechnet, mögliche Einsparpotenziale werden deutlich überschätzt.

### **Leitfaden »Energiebewusste Gebäudeplanung«**

Ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung realistischer Energieeinsparungen, insbesondere für Wohngebäude aus dem Altbau Bestand, zeigt der Leitfaden »Energiebewusste Gebäudeplanung« (LEG) auf. Zwar wird nach diesem Verfahren der Jahresheizenergiebedarf ebenfalls mit Randbedingungen in Anlehnung an DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 aus einem Heizperiodenverfahren berechnet. Allerdings wird hier mit angepassten mittleren Raumtemperaturen vor und nach der Modernisierung gerechnet, denn in der Praxis werden z. B. einzelne Räume wie Schlafzimmer oder Flure in Wohnungen häufig nicht durchgehend beheizt. Unter anderem daraus folgt eine Reduktion der mittleren Temperaturdifferenz zwischen dem beheizten Gebäude und der Umgebung. Dieser Effekt wirkt sich prinzipiell umso stärker aus, je schlechter der Wärmeschutzstandard eines Gebäudes und je größer die Wohnungen selbst sind.

In den Energiebilanzberechnungen nach dem LEG werden diese Effekte über eine räumliche und zeitliche Teilbeheizung des Gebäudes und über eine Nacht- und Wochenendabsenkung berücksichtigt. Gleichzeitig werden in dem Energiebilanzmodell die empirisch nachgewiesenen Pre- und Reboundeffekte relativ niedriger mittlerer Raumtemperaturen in ungedämmten Altbauten und relativ hoher Raumtemperaturen in energietechnisch modernisierten Altbauten bzw. Neubauten abgebildet. Die so berechneten Energiebedarfskennwerte stimmen im Vergleich zu den Ergebnissen nach EnEV deutlich besser mit gemessenen Energieverbrauchskennwerten überein, mögliche Einsparungen werden realistischer abgeschätzt.

## **2.3.1 Die Problematik der Datenaufnahme**

Unabhängig vom gewählten Energiebilanzprogramm ist eine gewissenhafte Datenaufnahme die Grundlage für eine zuverlässige Berechnung möglicher Energieeinsparungen. Hier stellt die Deutsche Energie-Agentur (dena) mit der Reihe »Leitfaden Energieausweis« Fachleuten ein Handbuch für die detaillierte Datenerhebung und die Ausstellung von Energieausweisen zur Verfügung. Der erste Teil der Reihe beschreibt eine sinnvolle Vorgehensweise bei der

Datenaufnahme als Basis für Energiebilanzberechnungen. Darüber hinaus werden praxisrelevante Tipps für die Datenaufnahme vor Ort gegeben.<sup>5</sup>

### Kurzverfahren Energieprofil

Liegen die benötigten Daten zur Berechnung der Energiebilanz nur unzureichend vor, können diese auch mit wenig Aufwand, aber hinreichend genau über das »Kurzverfahren Energieprofil« erhoben werden. Dieses umfasst neben der Datenaufnahme auch die Dokumentation zwischenzeitlich durchgeführter energietechnischer Maßnahmen sowie gemessener Verbrauchswerte. Das Kurzverfahren ist ein geeignetes Tool zum Aufbau einer objektbezogenen Datenbank für energietechnische Portfolio-Analysen und wird hier in wenigen Grundzügen kurz vorgestellt.<sup>6</sup>

- **Teil I – Flächenschätzverfahren:** Durch die statistische Analyse einer Gebäudestichprobe von mehr als 4000 Wohngebäuden wurde ein einfaches Verfahren zur Abschätzung der Bauteilflächen (Außenwand, Fenster, Dach etc.) entwickelt. Mithilfe dieses Flächenschätzverfahrens kann die thermische Hüllfläche von Bestandsgebäuden mit einer für viele Anwendungen ausreichenden Genauigkeit ermittelt werden. Die Genauigkeit des Verfahrens wurde durch Anwendung auf eine Gebäudestichprobe quantifiziert: Werden die Transmissionswärmeverluste auf der Basis der geschätzten Flächen bestimmt, so liegt die Standardabweichung bei etwa 15 % (bezogen auf die mit realen Flächen bestimmten Transmissionswärmeverluste). Für die Flächenschätzung werden nur wenige, in der Regel leicht zu ermittelnde Daten benötigt. Gegenüber der Bestimmung der Flächen per Aufmaß oder aus Plänen, ist der Zeitaufwand erheblich geringer. Zwar weist das Verfahren grundsätzlich eine gewisse Unschärfe auf – andererseits wird jedoch das Risiko von Fehlern bei der Flächenermittlung reduziert (Fehler beim Aufmaß, Doppeltrechnen oder Vergessen von Flächen).
- **Teil II – Pauschale U-Werte:** Auf der Basis verschiedener Quellen wurden Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) abgeleitet, die – ausgehend von leicht zu ermittelnden Merkmalen – eine grobe Bewertung der thermischen Hülle von Bestandsgebäuden erlauben.

5 Für weitergehende Informationen sei an dieser Stelle auf den genannten dena-Leitfaden verwiesen: <https://shop.dena.de/sortiment/detail/produkt/leitfaden-energieausweis-teil-1-energiebedarfsausweis-datenaufnahme-wohngebäude-download/>

6 Weiterführende Informationen, eine Auflistung zu praktischen Anwendungen des Verfahrens sowie zur Umsetzung in Software-Lösungen findet sich unter: [www.iwu.de/forschung/energie/laufend/kurzverfahren-energieprofil](http://www.iwu.de/forschung/energie/laufend/kurzverfahren-energieprofil)

- **Teil III – Pauschalwerte Anlagentechnik:** Auf Basis vorliegender Normen zur Anlagentechnik und ergänzender Quellen wurden Pauschalwerte für die Teilsysteme Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung abgeleitet, die in Kombination mit einem einfachen Fragebogen eine näherungsweise Bewertung der Anlagen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung von Bestands-Wohngebäuden erlauben. Ausgehend von diesen tabellierten Pauschalwerten erfolgt die Berechnung der Anlagenverluste und des zugehörigen Primärenergieaufwands. Das Berechnungsschema entspricht dem Tabellenverfahren der DIN V 4701-10 Anhang C.

### 2.3.2 Eingangsdaten der Energiebilanzberechnungen

In Tabelle 2-11 sind die wesentlichen energietechnischen Daten der Gebäudetypen für die Berechnung der Energiebilanzen dargestellt. Ebenso wie die Daten aus Tabelle 2-2 beruhen die Daten aus Tabelle 2-11 auf Angaben aus der unternehmensinternen Datenbank, die im Rahmen des Property-Managements der »Wohnstadt« kontinuierlich gepflegt und aktualisiert wird. Alternativ könnten diese energietechnischen Daten auch über das »Kurzverfahren Energieprofil« mit den darin hinterlegten Algorithmen näherungsweise abgeschätzt werden.



Flächen und Anlagentechnik				
Gebäudetyp	18 <sub>G</sub>	57 <sub>KWKf</sub>	57 <sub>SANdez</sub>	
Fassade [m <sup>2</sup> ]	476	618	475	
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,50	1,30	1,40	
Fenster [m <sup>2</sup> ]	131	196	97	
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	3,00	2,80	1,30	
Hauseingänge [m <sup>2</sup> ]	3,70	7,20	7,40	
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	3,00	3,00	1,80	
Steildach/Flachdach [m <sup>2</sup> ]	476	618	475	
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	2,60	1,40	0,00	
oberste Geschossdecke [m <sup>2</sup> ]	125	213	170	
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,00	0,80	0,80	
Keller [m <sup>2</sup> ]	248	423	170	
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,20	1,50	1,50	
gesamte thermische Hülle [m <sup>2</sup> ]	1 054	1 696	919	
Warmwasser – Endenergieträger – Heizsystem und Deckungsanteil	– Erdgas – Niedertemperatur- kessel 70/55 °C außerhalb therm. Hülle (Bj: 1987 bis 1994, Anteil: 100 %)	– FW KWKf – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: ab 1995, Anteil: 100 %)	– Strom – Elektro-Speicher- heizung (Bj: ab 1995, Anteil: 100 %)	
Warmwasser – Endenergieträger – Heizsystem und Deckungsanteil	– Erdgas – Niedertemperatur- kessel (Bj: 1987 bis 1994, Anteil: 100 %)	– FW KWKf – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: ab 1995, Anteil: 100 %)	– Strom – Durchlauferhitzer (Bj: ab 1995, Anteil: 100 %)	
Lüftung	Fensterlüftung	Fensterlüftung	Fensterlüftung	

**Tab.2-11** Thermische Hüllfläche und energierelevante Anlagentechnik zu den Gebäudetypen der »Wohnstadt«

	<b>68<sub>KWKf</sub></b>	<b>78<sub>SANG</sub></b>	<b>83<sub>KWKe</sub></b>	<b>95<sub>Öl</sub></b>
	1 097	300	403	522
	1,30	1,00	0,82	0,55
	382	71	125	164
	3,00	0,95	2,60	1,30
	14,60	7,40	7,30	7,40
	3,00	1,80	2,40	2,00
	1.097	300	403	522
	2,00	0,80	0,46	0,38
	0	0	0	0
	0,00	0,00	0,00	0,00
	547	171	302	364
	1,00	1,00	0,85	0,58
	2 588	742	1 178	1 421
	– FW KWKf – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: ab 1995, Anteil: 100 %)	– Erdgas – Niedertemperatur- kessel 70/55°C außerhalb therm. Hülle (Bj: 1978 bis 1986, Anteil: 100 %)	– FW KWKe – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: 1978 bis 1986, Anteil: 100 %)	– Heizöl – Niedertemperatur- kessel 70/55°C, außerhalb therm. Hülle (Bj: 1987 bis 1994, Anteil: 100 %)
	– FW KWKf – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: ab 1995, Anteil: 100 %)	– Erdgas – Niedertemperatur- kessel (Bj: 1978 bis 1986, Anteil: 100 %)	– FW KWKe – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: 1978 bis 1986, Anteil: 100 %)	– Heizöl – Konstanttemperatur- kessel (Bj: 1987 bis 1994, Anteil: 100 %)
	Fensterlüftung	einfache Abluftanlage, DC-Ventilator	Fensterlüftung	Fensterlüftung

– Fortsetzung Tabelle mit Gebäudetyp *NEU<sub>KWKe</sub>* siehe nächste Seite –

– Fortsetzung Tabelle –

Flächen und Anlagentechnik		
Gebäudetyp	NEU <sub>KWKe</sub>	Alle
Fassade [m <sup>2</sup> ]	503	72 743
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,28	1,03
Fenster [m <sup>2</sup> ]	152	21 969
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,30	2,19
Hauseingänge [m <sup>2</sup> ]	11,10	1 073
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,80	2,24
Steildach/Flachdach [m <sup>2</sup> ]	503	72 743
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,20	1,06
oberste Geschossdecke [m <sup>2</sup> ]	0	10 782
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,00	0,70
Keller [m <sup>2</sup> ]	305	43 10
mittlerer U-Wert (flächengewichtet) [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,35	1,03
gesamte thermische Hülle [m <sup>2</sup> ]	1 276	183 351
Warmwasser – Endenergieträger – Heizsystem und Deckungsanteil	– FW KWKe – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: –, Anteil: 100 %)	–
Warmwasser – Endenergieträger – Heizsystem und Deckungsanteil	– FW KWKe – Fern-/Nahwärme- Übergabestation (Bj: EnEV 2002 , Anteil: 52%) – Sonne – thermische Solar- anlage zur Unterstützung der WW-Bereitung (Bj: EnEV 2002, Anteil: 48 %)	–
Lüftung	einfache Abluftanlage, DC-Ventilator	–

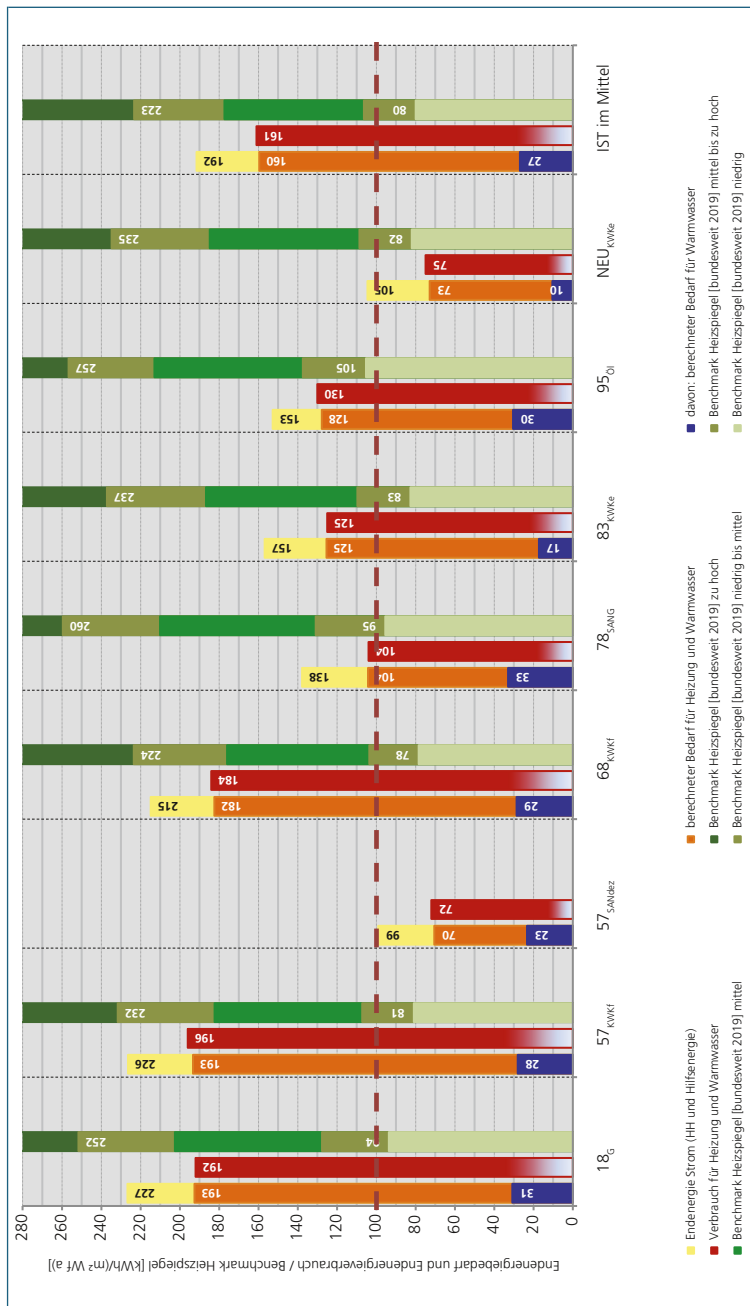
**Tab.2-11** Thermische Hüllfläche und energierelevante Anlagentechnik zu den Gebäudetypen der »Wohnstadt«

### 2.3.3 Endenergiebedarf

Auf Basis der Daten aus Tabelle 2-2 und Tabelle 2-11 können mit dem LEG Energiebilanzen für die Gebäudetypen berechnet werden, mit denen der heutige energietechnische Ist-Zustand der Gebäudetypen und somit des Wohngebäudeportfolios des Unternehmens abgebildet werden kann. Die Plausibilität der Energiebilanzberechnungen muss jedoch über einen Abgleich zwischen dem gemessenen Verbrauch und dem berechneten Bedarf überprüft werden. Für diesen Abgleich zeigt Abbildung 2-4 sowohl den nach LEG berechneten Endenergiebedarfskennwert für Heizung und Warmwasser als auch den aus gemessenen Verbräuchen ermittelten Endenergieverbrauchs-kennwert (vgl. Abbildung 2-2) für die acht Gebäudetypen und als flächengewichtetes Mittel über das gesamte Wohngebäudeportfolio der »Wohnstadt«.

Zusätzlich sind in Abbildung 2-4 auch die Bedarfskennwerte für Strom (Haushalt und Hilfsenergie-Heizung) abgebildet, die sich aus den angesetzten Standardnutzungsbedingungen ergeben. Diese Kennwerte sind hier ergänzend abgebildet, weil aus dem Stromverbrauch zusätzliche Kosten für die Nutzer sowie zusätzliche Emissionen aus der Nutzung der Gebäude entstehen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden in den folgenden Tabellen und Abbildungen alle spezifischen energietechnischen Kenndaten nicht auf die Gebäudenutzfläche nach EnEV, sondern auf die beheizte Wohnfläche bezogen. Damit können die Ergebnisse unmittelbar für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen genutzt und auch der Vergleich zu Heizkostenabrechnungen hergestellt werden.



**Abb.2-4** Vergleich: Berechneter Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser unter angepassten Rahmenbedingungen und gemessener Verbrauch

## Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser

Abbildung 2-4 zeigt, dass die berechneten Bedarfskennwerte für Heizung und Warmwasser und die aus Messungen ermittelten Verbrauchskennwerte gut übereinstimmen. An dieser Stelle sei auf einige Details zu den Energiebilanzberechnungen hingewiesen:

- In Ermangelung detaillierter Verbrauchsmesswerte wurden für die Energiebilanzrechnungen die anlagentechnischen Parameter der Heizanlagen in plausiblen Grenzen so eingestellt, dass sich Endenergiebedarfskennwerte für Warmwasser von etwa  $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  in den energietechnisch nicht modernisierten Altbauten ergeben. Dabei wurden Zirkulationsverluste im Rohrleitungssystem berücksichtigt.
- Deutlich geringere Endenergiebedarfskennwerte für Warmwasser ergeben sich mit  $23 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  für den Gebäudetyp 57<sub>SANdez</sub>. Er verfügt über dezentrale elektrische Durchlauferhitzer für Warmwasser. Ebenso ergeben sich geringere Endenergiebedarfskennwerte für die Neubauten NEU<sub>KWKe</sub> mit lediglich  $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  mit solarthermischen Anlagen zur Unterstützung der Warmwasserbereitung und gut gedämmten Verteilungen im Haus.
- Der Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser liegt bei den energietechnisch nicht modernisierten Altbauten vor 1978 bei etwa  $190 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$ .
- Mit den steigenden energietechnischen Anforderungen an neu errichtete Gebäude nach 1977 verringert sich der Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser von etwa  $130 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  für den Gebäudetyp 83<sub>KWKe</sub> auf etwa  $75 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  bei den Neubauten.
- Für die energietechnisch modernisierten Gebäude 78<sub>SANG</sub> aus dem Wohngebäudebestand ergibt sich ein Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser von etwa  $105 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$ . Hier zeigen sich deutlich die Erfolge der bereits durchgeführten energietechnischen Modernisierungen im Bestand.
- Der durchschnittliche Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser liegt über das gesamte Wohngebäudeportfolio flächengewichtet bei  $160 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$ .
- Zum Stromverbrauch (ohne Heizung und Warmwasser) in den einzelnen Wohnungen liegen der »Wohnstadt« keine Verbrauchswerte vor. Daher wird der Stromverbrauch für Haushaltsgeräte und Anlagentechnik (Heizung und Lüftung) entsprechend üblichen Ansätzen in Mehrfamilienhäusern durchschnittlich mit  $32 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  angesetzt. Unter Berücksichtigung der Personenbelegung je Wohneinheit resultieren daraus Stromverbräuche von etwa  $1500 \text{ kWh/a/WE}$  im Gebäudetyp 95<sub>Öl</sub> mit

durchschnittlich 1,5 Pers/WE bis zu etwa 3 100 kWh/a/WE im Gebäudetyp 18<sub>G</sub> mit durchschnittlich 3,1 Pers/WE. Diese Werte entsprechen durchschnittlichen Stromverbräuchen in Mehrfamilienhäusern<sup>7</sup>.

Aus dem Vergleich der Kennwerte für Heizung und Warmwasser sowie für den Haushaltsstrom wird ersichtlich, dass der Strombedarf insbesondere bei den energietechnisch guten Gebäuden deutlich zum Gesamtenergiebedarf der Gebäude beiträgt und bei der Bewertung von damit verbundenen Kosten und Emissionen berücksichtigt werden muss.

- Um die gute Übereinstimmung zwischen berechneten und gemessenen Werten zu erzielen, mussten die Rahmenbedingungen der Energiebilanzberechnungen in plausiblen Grenzen angepasst werden. Dies erfolgte vor allem über die Variation der Raumsolltemperatur.

Mit dem Abgleich der berechneten Bedarfskennwerte mit Verbrauchskennwerten für Heizung und Warmwasser ist sichergestellt, dass über die Gebäudetypen, die letztlich modellhaft in ihrer Summe das gesamte Wohngebäudeportfolio repräsentieren, der heutige energietechnische Zustand des Portfolios über die Energiebilanzen realitätsnah abgebildet wird. Dies ist eine Voraussetzung, um die zu erwartenden Effekte energietechnischer Modernisierungen plausibel abbilden und bewerten zu können.

### **Anmerkung zu den Verbrauchswerten**

In der wohnungswirtschaftlichen Praxis sind zentral gemessene Verbrauchswerte vorsichtig zu interpretieren: So können z. B. gemessene Verbrauchswerte, die tatsächlich den gesamten Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser erfassen, lediglich für solche Gebäude vorliegen, die vollständig zentral beheizt werden. Wird das Warmwasser z. B. über dezentrale elektrische Geräte erzeugt, dann erfasst der zentral gemessene Verbrauchswert nicht den gesamten Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser. Die Benchmark »zentral gemessener Verbrauchswert« ist somit für Gebäude mit teilweise dezentraler Versorgungsstruktur zu gering. Darauf ist bei der Ermittlung der Verbrauchskennwerte und dem Abgleich zwischen gemessenem Verbrauch und berechnetem Bedarf zu achten.

### **2.3.4 Portfoliobetrachtung**

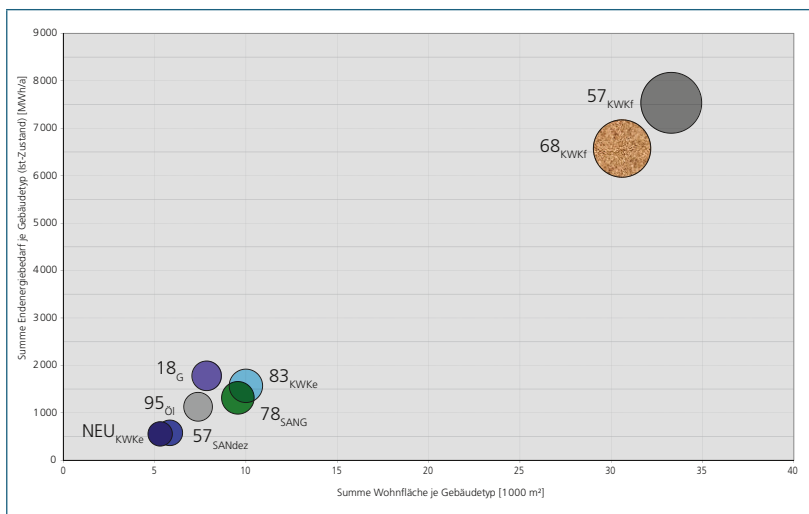
In Abbildung 2-4 sind wohnflächenbezogene Energiebedarfskennwerte für die einzelnen Gebäudetypen dargestellt. Diese beschreiben eine energie-

---

<sup>7</sup> Siehe »Stromspiegel für Deutschland 2017« unter [www.stromspiegel.de](http://www.stromspiegel.de)

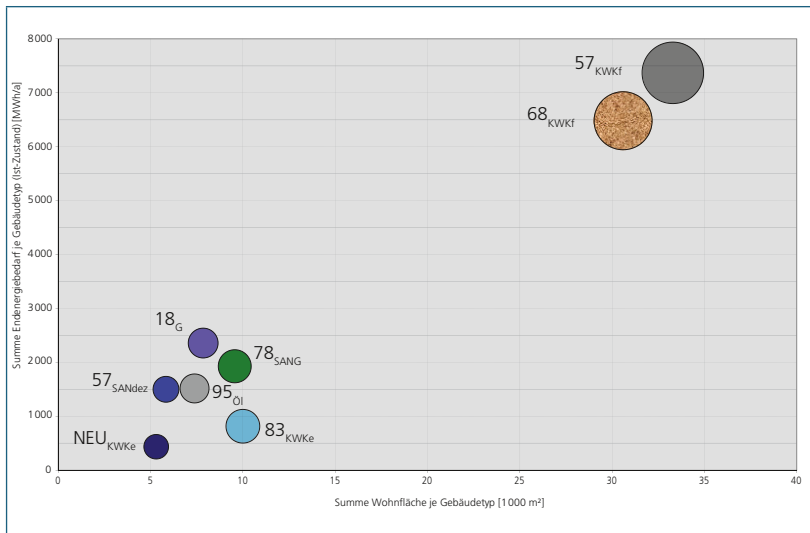
technische Qualität der Gebäude, jedoch lassen sie keine Rückschlüsse auf Effekte möglicher energietechnischer Modernisierungen auf den verbleibenden Endenergiebedarf des gesamten Portfolios zu.

Um im Kontext einer Portfoliobetrachtung den Einfluss solcher Modernisierungen abzuschätzen, ist in Abbildung 2-5 der absolute Endenergiebedarf je Gebäudotyp dargestellt. In der Abbildung beschreibt die Größe der Blasen zudem die anteilige Wohnfläche des Gebäudetyps an der gesamten Wohnfläche im Portfolio. Hier zeigt sich, dass die Gebäudetypen 68<sub>KWKf</sub> und 57<sub>KWKf</sub> mit ihrem großen Wohnflächenanteil und einem Bedarf von 6 500 bis 7 500 MWh wesentlich den Endenergiebedarf im gesamten Portfolio des Unternehmens bestimmen. Alle weiteren Gebäudetypen tragen dagegen vergleichsweise wenig zum gesamten Endenergiebedarf des Wohngebäudeportfolios bei. Die wesentlichen Potenziale der Endenergieeinsparung liegen somit in den Gebäudetypen 68<sub>KWKf</sub> und 57<sub>KWKf</sub>.



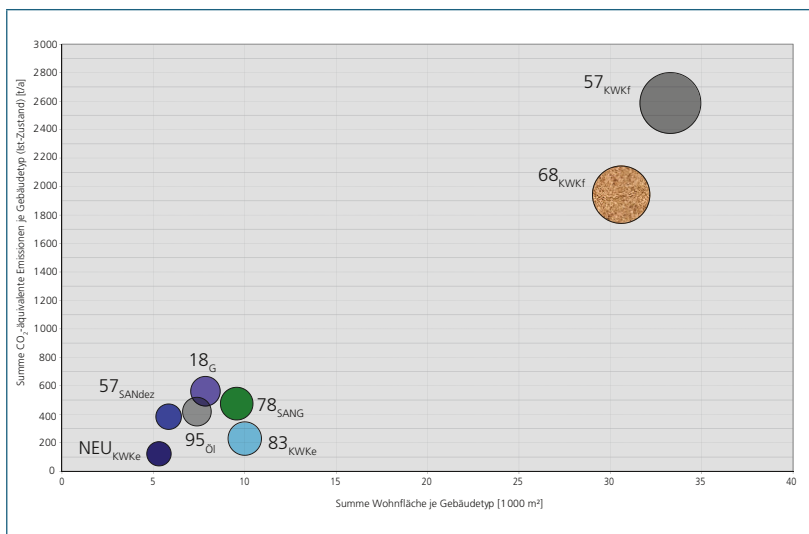
**Abb. 2-5** Summe des Endenergiebedarfs je Gebäudotyp für Heizung, Warmwasser und Strom (Haushalt und Hilfsenergie)





**Abb. 2-6** Summe Primärenergiebedarf je Gebäudetyp für Heizung, Warmwasser und Strom (Haushalt und Hilfsenergie)

Ergänzend sind in Abbildung 2-6 und Abbildung 2-7 der entsprechende Primärenergiebedarf und die resultierenden CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen dargestellt. Auch hier zeigt sich der große Einfluss der fossil beheizten und energietechnisch nicht modernisierten Gebäudetypen 57<sub>KWKe</sub> und 58<sub>KWKe</sub> aus dem Altbaubestand der »Wohnstadt« auf den gesamten Primärenergiebedarf und die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen. Erkennbar ist zudem, dass die energietechnisch guten Neubauten NEU<sub>KWKe</sub>, die in Kraft-Wärme-Kopplung aus erneuerbaren Energien mit Wärme und Warmwasser versorgt werden, nur vergleichsweise geringe CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen verursachen. Auffällig ist auch, dass der Gebäudetyp 83<sub>KWKe</sub> mit spezifischen Transmissionswärmeverlusten von 0,90 W/(m<sup>2</sup>K) bei ähnlicher Gesamtfläche ähnlich dem Gebäudetyp 78<sub>SANG</sub> aufgrund der Beheizung in Kraft-Wärme-Kopplung aus erneuerbaren Energien deutlich geringere CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen verursacht als die mit Erdgas beheizten Gebäude 78<sub>SANG</sub>, obwohl diese energietechnisch modernisierten Gebäude mit spezifischen Transmissionswärmeverlusten von 0,30 W/(m<sup>2</sup>K) einen deutlich besseren baulichen Wärmeschutz aufweisen. Ähnliches gilt auch für den Vergleich der Gebäudetypen 57<sub>SANdez</sub> und Neu<sub>KWKe</sub>.



**Abb.2-7** Summe der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen je Gebäudetyp für Heizung, Warmwasser und Strom (Haushalt und Hilfsenergie)

### 2.3.5 Zusammenfassung

Der Leitfaden »Energiebewusste Gebäudeplanung« ermöglicht es durch die Variation wesentlicher energierelevanter Parameter, berechnete Endenergiebedarfskennwerte an Kennwerte anzupassen, die aus dem gemessenen Verbrauch ermittelt wurden. Damit kann anhand der Energiebilanzen zu den Gebäudetypen der Status quo des Wohngebäudebestands der »Wohnstadt« energietechnisch hinreichend genau beschrieben werden.

In der Praxis stellt diese Modellbildung jedoch hohe Anforderungen an die laufende, objektbezogene Erfassung von Verbrauchswerten. Ebenso müssen die energietechnisch relevanten bau- und anlagentechnischen Daten eine hohe Qualität aufweisen, damit Gebäudetypen herausgearbeitet werden können, die bestimmte Segmente der Gebäudeportfolios repräsentieren. Je detaillierter und zuverlässiger diese grundlegenden energierelevanten Daten aus dem Property-Management vorliegen, desto besser kann das Portfolio energietechnisch modellhaft abgebildet werden.

Mit der energietechnischen Beschreibung der acht Gebäudetypen und dem Abgleich zwischen dem gemessenen Verbrauch und dem berechneten Bedarf wird sichergestellt, den heutigen energietechnischen Ist-Zustand des Portfolios hinreichend genau abzubilden. Vor diesem Hintergrund ist nun davon auszugehen, dass mögliche Einsparungen durch eine energie-

technische Modernisierung anhand von Energiebilanzberechnungen ebenfalls realitätsnah ermittelt werden können. Damit kann im folgenden Kapitel die zentrale Frage nach den technischen Potenzialen energietechnischer Modernisierungen beantwortet werden.

## 2.4 Technische Potenziale

Um technische Potenziale bei der Energieeinsparung zu ermitteln, werden zunächst sinnvolle energietechnische Standards für die Gebäudetypen definiert. Auf dieser Basis werden über Energiebilanzberechnungen die jeweils erschließbaren technischen Potenziale quantifiziert.

### 2.4.1 Energietechnische Standards

Da im Rahmen der angestrebten energietechnischen Modernisierungen möglichst auf Fördermittel zurückgegriffen werden soll, orientieren sich die gewählten energietechnischen Standards an den Vorgaben der KfW-Programme 151/152 (Stand: April 2018). In den Richtlinien zu diesen Förderprogrammen werden Mindestanforderungen an die energietechnische Modernisierung von Gebäuden definiert, die sich für die Effizienzhäuser wiederum aus den entsprechenden Referenzgebäuden nach EnEV ableiten. Darüber hinaus können auch bau- und anlagentechnische Einzelmaßnahmen gefördert werden, sofern diese bestimmten energietechnischen Mindestanforderungen entsprechen. Dies betrifft unter anderem den Ersatz alter bestehender Heizanlagen durch Brennwertkessel oder den Erstanschluss an Nah- und Fernwärme (inkl. der Kosten für die Wärmeübergabestation), die Optimierung der Heizanlage (hydraulischer Abgleich, Maßnahmen in der Heizungsperipherie) und den nachträglichen Einbau von energieeffizienten Lüftungsanlagen (unter anderem bedarfsgerechte zentrale Abluftsysteme, zentrale Anlagen mit Wärmerückgewinnung). Zudem werden energierelevante Baunebenkosten gefördert (unter anderem Planung, Baubegleitung und Abnahme, Baustelleneinrichtung, Rüstarbeiten, Baustoffuntersuchungen, bautechnische Voruntersuchungen, Entsorgung von Baustoffen).<sup>8</sup> Orientiert an den genannten Förderprogrammen der KfW zeigt Tabelle 2-12 im Überblick die beiden im Folgenden berechneten energietechnischen Standards der Modernisierung.

<sup>8</sup> Detaillierte Informationen zu den aktuellen Förderrichtlinien unter [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

<b>KfW<sub>Bt</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfüllung der bau- und anlagentechnischen Mindestanforderungen nach dem KfW-Förderprogramm 152 (Einzelmaßnahmen). Daraus ergeben sich die folgenden Anforderungen an den U-Wert der modernisierten Bauteile: <math>U_{\text{Außenwand}} = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>, <math>U_{\text{Fenster}} = 0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>, <math>U_{\text{Hauseingangstür}} = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>, <math>U_{\text{Kellerdecke}} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>, <math>U_{\text{Steildach}} = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>, <math>U_{\text{Oberst Geschossdecke}} = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math>, <math>U_{\text{Flachdach}} = 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math></li> <li>• Ersatz alter bestehender Heizanlagen durch Brennwertkessel</li> <li>• Erneuerung Übergabestation Fernwärme</li> <li>• Erstanschluss an Nah- und Fernwärme inkl. Wärmeübergabestation</li> <li>• Optimierung der Heizanlage (hydraulischer Abgleich, Maßnahmen in der Heizungsperipherie)</li> <li>• nachträglicher Einbau von energieeffizienten Lüftungsanlagen (bedarfsgerechte zentrale Abluftsysteme bzw. zentrale Anlagen mit Wärmerückgewinnung)</li> </ul> <p>Mit diesen Modernisierungsmaßnahmen wird in der Regel ein energietechnischer Standard erreicht, der zwischen dem KfW-Effizienzhaus KfW<sub>70</sub> und KfW<sub>85</sub> liegt.</p>
<b>KfW<sub>55</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die erforderlichen Maßnahmen leiten sich unter anderem von Referenzgebäuden nach EnEV ab (ohne den ab 01.01.2016 gültigen Reduktionsfaktor für <math>Q_p</math>). Die für das Referenzgebäude nach EnEV geltenden Mindestanforderungen an den baulichen Wärmeschutz (<math>H'</math>) sind um 30 % zu unterschreiten; die Mindestanforderungen an den Primärenergiebedarf sind um 45 % zu unterschreiten.</li> <li>• Im Bereich der Lüftungstechnik wird für diesen Standard der wohnungsweise nachträgliche Einbau von energieeffizienten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung vorgesehen. Eine thermische Solaranlage unterstützt die Warmwassererwärmung.</li> <li>• In der Regel ist zudem die Modernisierung vorhandener Heizanlagen erforderlich, um die energietechnischen Anforderungen zu erfüllen.</li> </ul>

**Tab. 2-12** Untersuchte energietechnische Standards

## 2.4.2 Kennwerte mit heutigen primärenergie- und CO<sub>2</sub>-äquivalenten Faktoren

In Abbildung 2-8 sind zusammenfassend wesentliche Energiekennwerte als Ergebnis der Energiebilanzberechnungen dargestellt. Sie gelten für den Ist-Zustand des gesamten Wohngebäudeportfolios der »Wohnstadt« und für den Zustand des Portfolios nach einer Modernisierung auf die energietechnischen Standards KfW<sub>55</sub> und KfW<sub>Bt</sub>. Dabei wird von der Prämisse ausgegangen, dass die bereits modernisierten Gebäudetypen 57<sub>SANdez</sub>, 78<sub>SANf</sub> und die Neubauten Neu<sub>KWKe</sub> über den gewählten Betrachtungszeitraum von 30 Jahren energietechnisch nicht weiter modernisiert werden. Diese drei Gebäudetypen stehen für 18,85 % der gesamten Wohnfläche der »Wohnstadt«. Damit verbleiben 81,15 % der gesamten Wohnfläche der »Wohnstadt«, die theoretisch im Laufe der 30 Jahre energietechnisch modernisiert werden können. Zukünftiger Neubau und Abriss werden nicht betrachtet.

## Endenergie

Der durchschnittliche Endenergiebedarf heute von  $192 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  kann unter den oben dargestellten Prämissen bei einer Modernisierung auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> nach 30 Jahren auf  $112 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  reduziert werden. Beim energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> werden hochwertiger baulicher Wärmeschutz, Lüftungsanlagen mit effizienter Wärmerückgewinnung und modernisierte Heizungsanlagen unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate von 2 %/a (bezogen auf die Wohnfläche) vorausgesetzt. Wird dieser Wohngebäudebestand vollständig auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> modernisiert, kann der Endenergiekennwerte theoretisch auf  $85 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  reduziert werden (jährliche Modernisierungsrate von 81,5 %/a). Das theoretisch erreichbare Potenzial der Endenergieeinsparung beträgt somit  $107 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{a}})$  bzw. 56 % gegenüber heute. Für den Standard KfW<sub>Bt</sub> beträgt das theoretisch erreichbare Potenzial der Endenergieeinsparung dagegen lediglich  $93 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{a}})$  bzw. 48 % gegenüber heute.

Diese Ergebnisse gelten, wie oben dargestellt, unter der Prämisse, dass die Gebäudetypen 57<sub>SANdez</sub>, 78<sub>SANf</sub> und die Neubauten Neu<sub>KWK<sub>e</sub></sub> energietechnisch nicht weiter modernisiert werden.

## Primärenergie

Abbildung 2-8 zeigt zudem die Primärenergiekennwerte für den Ist-Zustand des gesamten Portfolios der »Wohnstadt« und für die verschiedenen Varianten der energietechnischen Modernisierung, jeweils mit heutigen Primärenergiefaktoren.

Der Primärenergiekennwert kann von heute  $207 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  unter den oben dargestellten Prämissen bei der Modernisierung auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> und unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate von 2 %/a nach 30 Jahren auf  $149 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  reduziert werden. Wird dieser Wohngebäudebestand vollständig auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> modernisiert, kann der Primärenergiekennwert theoretisch auf  $129 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  reduziert werden. Das theoretisch erreichbare Potenzial der Endenergieeinsparung beträgt somit  $78 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{a}})$  bzw. 28 % gegenüber heute.

Gegenüber der theoretisch möglichen Endenergieeinsparung von  $107 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  ist die theoretisch mögliche Primärenergieeinsparung mit  $78 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  deutlich geringer. Das liegt im Wesentlichen daran, dass die beiden Gebäudetypen 57<sub>KWKf</sub> und 68<sub>KWKf</sub> über fossile Energieträger aus Kraft-Wärme-Kopplung mit Wärme und Warmwasser versorgt werden. Bei dem angesetzten Primärenergiefaktor von 0,7 für die Kraft-Wärme-

Kopplung fällt die Primärenergieeinsparung entsprechend geringer aus als die Endenergieeinsparung.

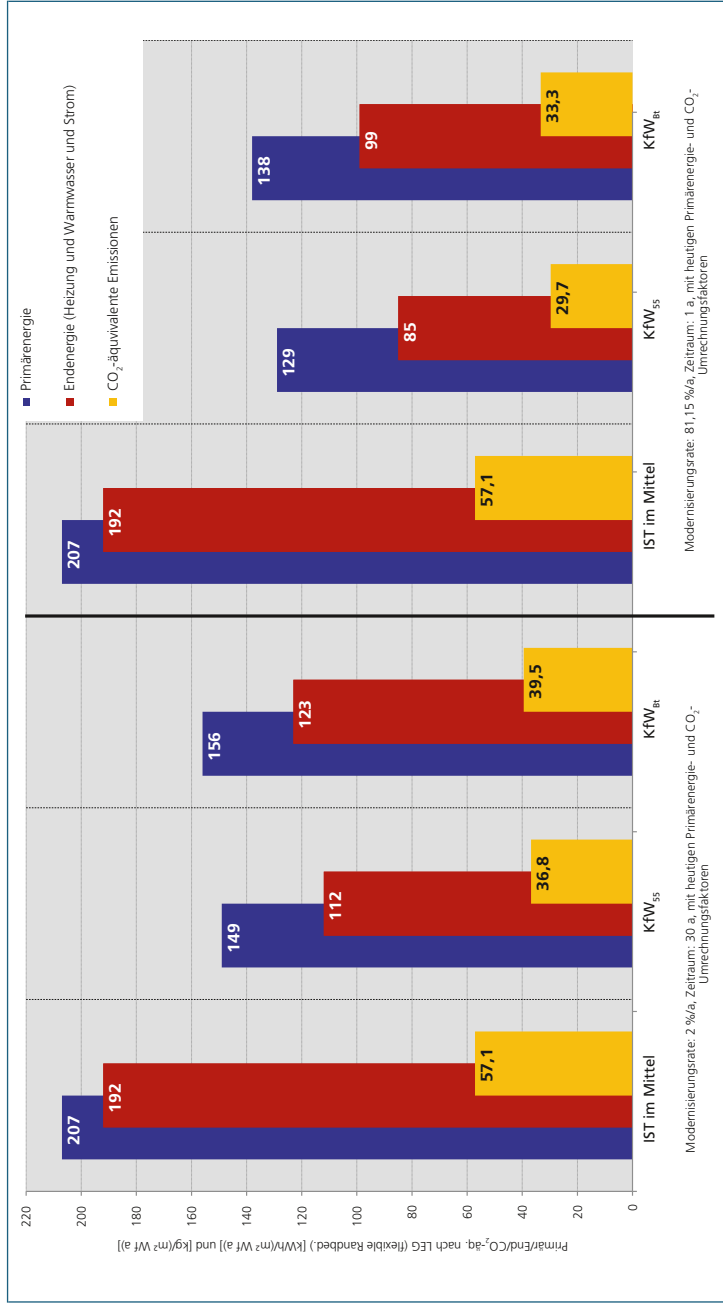
## CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen

Abbildung 2-8 zeigt auch die Kennwerte für die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen im Ist-Zustand und für die verschiedenen Varianten der energietechnischen Modernisierung, jeweils mit heutigen Umrechnungsfaktoren.

Die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen können von heute 57,1 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) unter den oben dargestellten Prämissen bei der Modernisierung auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> und unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate von 2 %/a nach 30 Jahren auf 36,8 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) reduziert werden, bei vollständiger Modernisierung theoretisch auf 29,7 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>). Das theoretisch erreichbare Potenzial der Einsparung an Emissionen beträgt somit 27,4 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) bzw. 36 % gegenüber heute.

Dabei resultieren bei dem angesetzten heutigen Umrechnungsfaktor für die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen von 0,537 kg<sub>CO2</sub>/kWh<sub>End</sub> für Haushaltsstrom und dem angesetzten durchschnittlichen Haushaltsstrombedarf von 32 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) etwa 17 kg<sub>CO2</sub>/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) aus dem Endenergiebedarf Haushaltsstrom. Diese CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen bleiben bei den hier diskutierten Varianten der energietechnischen Modernisierungen jeweils unverändert und bilden somit gleichsam einen Sockel der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen bei den verschiedenen Varianten.

Die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen können auch personenbezogen ausgewiesen werden: Bei einer durchschnittlichen Belegungsdichte von 35,6 m<sup>2</sup>/Person in den Wohnungen der »Wohnstadt« entsprechend dem bundesdeutschen Durchschnitt für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern, können die personenbezogenen CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom von heute 2 032 kg/(Pers · a) durch die energietechnischen Modernisierungen unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate von 2 %/a nach 30 Jahren auf 1 310 kg/(Pers · a) bzw. theoretisch auf 1 057 kg/(Pers · a) verringert werden.



**Abb. 2-8** Primär- und Endenergiebedarf, CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom (heutige Umrchnungsfaktoren für Primärenergie und CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen) für verschiedene energietechnische Standards unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate.

### 2.4.3 Kennwerte mit zukünftigen primärenergie- und CO<sub>2</sub>-äquivalenten Faktoren

In Abbildung 2-9 werden die Ergebnisse der Berechnungen mit zukünftigen Umrechnungsfaktoren für Primärenergie und für die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen dargestellt. Für die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen für Haushaltsstrom wurden hier 20 g/kWh<sub>el</sub> (anstelle von 537 g/kWh<sub>el</sub>) angesetzt, für den Primärenergiefaktor 0,05 KWh<sub>primär</sub>/kWh<sub>el</sub> (anstelle von 2,60 KWh<sub>primär</sub>/kWh<sub>el</sub>). Diese Umrechnungsfaktoren für Strom sind bis 2050 in etwa anzustreben, um die Klimaschutzziele der Bundesrepublik erreichen zu können. Damit verbunden ist eine grundlegende Umstrukturierung des bundesdeutschen Kraftwerkparcs [Fritsche / Greß; 2019]. In Kraftwerken heute noch eingesetzte fossile und nukleare Energieträger müssten im Wesentlichen durch regenerative Energieträger ersetzt werden. Heute noch vorhandene Ölheizungen müssten durch Gasheizungen ausgetauscht werden.

#### Primärenergie

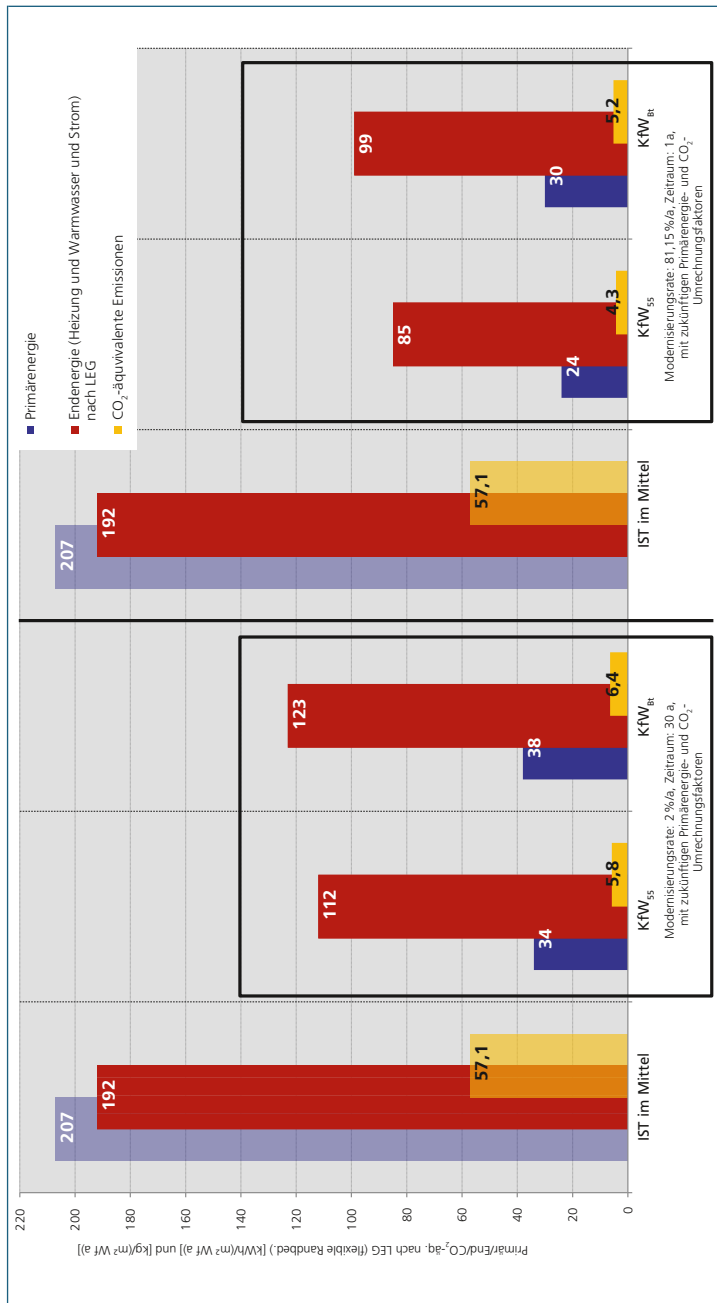
Unter diesen Prämissen kann der Primärenergiebedarf von derzeit 207 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) (gerechnet mit heutigen Umrechnungsfaktoren und heutiger Energieversorgungsstruktur) bei vollständiger energietechnischer Modernisierung des Wohngebäudebestands auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> auf theoretisch 24 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) reduziert werden (berechnet mit zukünftigen Umrechnungsfaktoren und zukünftiger Energieversorgungsstruktur). Das theoretisch mögliche Potenzial der Primärenergieeinsparung beträgt 183 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>). Das entspricht einer Primärenergieeinsparung von 88 % gegenüber heute.

#### CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen

Die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen können theoretisch von derzeit 57,1 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) bei der vollständigen Modernisierung auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> auf 4,3 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) reduziert werden. Das theoretisch erreichbare Einsparpotenzial der energietechnischen Modernisierung beträgt somit 52,8 kg/(m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>). Das entspricht einer Verringerung der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen von 92 % gegenüber heute.

Bei einer durchschnittlichen Belegungsdichte von 35,6 m<sup>2</sup>/Person in den Wohnungen der »Wohnstadt« können damit die personenbezogenen CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom von heute 2 032 kg/(Pers · a) auf 153 kg/(Pers · a) verringert werden.





**Abb. 2-9** Primär- und Endenergiebedarf, CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom (mit zukünftigen Umrechnungsfaktoren für Primärenergie und CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen) für verschiedene energietechnische Standards unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate.

## 2.4.4 Zusammenfassung

Orientiert an den Förderprogrammen der KfW wurden zwei Standards der energietechnischen Modernisierung definiert, die vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Entwicklung des Wohngebäudebestands als sinnvoll erachtet wurden. Mit dem energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> kann unter Berücksichtigung einer energietechnischen Vollmodernisierungsrate von 2 %/a bis 2050 (30 Jahre) der Endenergiebedarf des gesamten Wohngebäudebestands um 42 % gegenüber heute reduziert werden.

Damit verbunden sind Einsparungen an CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen von etwa 36 % gegenüber heute. Die personenbezogenen CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen für den Bedarf an Heizung, Warmwasser und Strom sinken von derzeit 2033 kg/(Pers·a) auf 1310 kg/(Pers·a). Diese Werte gelten unter der Prämisse heutiger Energieversorgungsstrukturen und heutiger Umrechnungsfaktoren für die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen.

Tatsächlich ist der deutsche Kraftwerkspark in einem grundlegenden Wandel. Berücksichtigt man diesen Wandel in der Abschätzung der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen für das Jahr 2050, dann können die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen der Haushalte für den Bedarf an Heizung, Warmwasser und Strom von derzeit 2033 kg/(Pers·a) unter Berücksichtigung einer energietechnischen Vollmodernisierungsrate von 2 %/a bis 2050 (30 Jahre) auf sehr niedrige 153 kg/(Pers·a) reduziert werden. Die Kombination aus der hochwertigen energietechnischen Modernisierung des Wohngebäudebestands und dem grundlegenden Umbau der Energieversorgungsstruktur kann somit zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen um mehr als den Faktor 10 führen. Die technischen Potenziale für eine nachhaltige Entwicklung des Unternehmens scheinen somit realisierbar.

Während der Umbau der Energieversorgungsstruktur eine energiepolitische Aufgabe ist, stellt sich für das Wohnungsunternehmen die Frage, mit welchen Kosten die energietechnische Modernisierung auf den Standard KfW<sub>55</sub> verbunden ist, welche Mieterhöhungen zur Refinanzierung erforderlich sind und in welchem Verhältnis diese Mieterhöhungen zu den erwarteten Energiekosteneinsparungen aufseiten der Mieter stehen. Letztlich geht es um die Frage, ob die technischen Potenziale wirtschaftlich und sozial verträglich erschlossen werden können. Dazu gilt es, zunächst die Kosten der Maßnahmen abzuschätzen.

## 2.5 Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten

Die Frage nach den Kosten und wer diese trägt führt im Kontext der energietechnischen Modernisierung immer wieder zu kontroversen Diskussionen, denn die Kosten einer Modernisierung dürfen im Gegensatz zu den Kosten für eine Instandsetzung auf die Mieter umgelegt werden. Daher werden in diesem Kapitel und als Grundlage für das Verständnis der nachfolgenden Berechnungen und Bewertungen zunächst die grundlegenden Begrifflichkeiten der Modernisierung und der Instandsetzung definiert. Vor diesem Hintergrund werden die Kosten für energietechnische Modernisierungen unterteilt in solche, die im Zuge einer erforderlichen Instandsetzung ohnehin anfallen und solche, die zusätzlich aus der energietechnischen Modernisierung entstehen. Davon zu trennen sind die Kosten, die im Zuge einer umfangreichen Instandsetzung und Modernisierung aus weiteren wohnwertverbessernden Maßnahmen resultieren.

Aus Sicht eines Vermieters als Investor ist die Zuordnung der Kosten nach Modernisierungsmaßnahmen einerseits und Instandsetzungs- bzw. Instandhaltungsmaßnahmen andererseits von großer Bedeutung in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen. Aber auch aus Sicht der Mieter ist diese Zuordnung von großer Bedeutung, denn aus der möglichen Umlage der Kosten wird die Höhe des Mietzuschlags als Folge der energietechnischen Modernisierung bestimmt. Bezüglich der Aufteilung der Kosten geben die mietrechtlichen Regelungen nach § 555BGB eine Orientierung:

### Modernisierungsmaßnahmen

Als Modernisierungsmaßnahmen werden nach § 555bBGB unter anderem bauliche und anlagentechnische Maßnahmen bezeichnet, durch die in Bezug auf die Mietsache Endenergie oder nicht erneuerbare Primärenergie nachhaltig eingespart oder das Klima nachhaltig geschützt wird. Diese Modernisierungsmaßnahmen erhöhen im Sinne von § 555bBGB den Gebrauchswert der Mietsache nachhaltig und verbessern die allgemeinen Wohnverhältnisse auf Dauer. Dazu zählen z. B. die nachträgliche Dämmung von Dach, Außenwand und Keller, der Austausch alter Türen oder Fenster oder auch der Austausch einer alten gegen eine moderne energieeffiziente Heizungsanlage. Als Modernisierung gelten darüber hinaus auch Maßnahmen, durch die der Wasserverbrauch nachhaltig reduziert wird. Dazu zählt z. B. der nachträgliche wohnungsweise Einbau von Wasseruhren. Aber auch Maßnahmen, die aufgrund von Umständen durchgeführt werden, die der Vermieter nicht zu vertreten hat und keine Erhaltungsmaßnahmen nach § 555aBGB sind, gelten als Modernisierung. Dazu zählt z. B. die bedingte Verpflichtung aus den Anforderungen aus der EnEV, zugängliche oberste Geschossdecken nachträglich

zu dämmen. Modernisierungsmaßnahmen steigern somit den Wert einer Wohnung oder Immobilie und können daher zu einer Mieterhöhung führen.

### **Instandsetzung und Instandhaltung**

Dagegen werden Reparaturen und Wartungen als Instandsetzungs- bzw. Instandhaltungsmaßnahmen definiert. Instandsetzungsarbeiten müssen dagegen durchgeführt werden, um Schäden vom Haus abzuwenden oder der Abnutzung entgegenzuwirken und das Gebäude letztlich in einem vertragsgemäßen Zustand zu halten. In Abgrenzung zur Modernisierung wird bei diesen Arbeiten etwas bereits Bestehendes instand gehalten oder gesetzt oder Bestehendes zeitgemäß modernisiert. Daher kann der Vermieter eine Mieterhöhung aufgrund von Instandsetzungsarbeiten nicht verlangen.

### **Sonstige, den Wohnwert verbessernde Maßnahmen**

Umfassende energietechnische Modernisierungen von Wohngebäuden werden häufig im Kontext ohnehin geplanter sonstiger den Wohnwert verbessernde Maßnahmen durchgeführt. Dazu zählen z. B. Aus- und Umbauten (Wohnflächenenerweiterungen), neue Wohnungsgrundrisse und neu gesetzte Maueröffnungen für Fenster und Türen, Balkonanbauten, moderne Sanitär-einrichtungen, Eingangsbereiche und Treppenhäuser, Kellereinbauten (Fahrradkeller), neue Elektroinstallationen, neu gestaltete Außenanlagen und Ähnliches. Diese sonstigen den Wohnwert verbessernden Maßnahmen sind in der Regel nicht energierelevant, erhöhen aber den Gebrauchswert der Mietsache nachhaltig und verbessern die Wohnverhältnisse auf Dauer. Die Maßnahmen können daher als Modernisierungen angesehen werden und dienen letztlich dazu, den aktuellen Anforderungen des Wohnungsmarkts gerecht zu werden und so die langfristige Vermietbarkeit der Wohnungen zu sichern.

## **2.5.1 Das Kopplungsprinzip**

Bei der Durchführung energietechnischer Modernisierungen sollte grundsätzlich das sogenannte Kopplungsprinzip beachtet werden: Dieses besagt, dass Maßnahmen zur Energieeinsparung aus ökonomischer Sicht dann sinnvoll erscheinen, wenn am Bauteil aus Gründen der Instandhaltung bzw. Instandsetzung ohnehin größere Maßnahmen erforderlich werden. Unter Beachtung des Kopplungsprinzips teilen sich die Vollkosten der Maßnahmen in ohnehin erforderliche Kosten der Instandsetzung und sogenannte energiebedingte Mehrkosten auf. Dies wird am Beispiel der nachträglichen Dämmung einer Außenwand und eines Steildachs erläutert:

- **Außenwand:** Erfolgt die nachträgliche Wärmedämmung der Außenwand im Kontext einer ohnehin erforderlichen umfangreichen Putzsanierung zur Instandsetzung, dann lassen sich die Vollkosten der nachträglichen Wärmedämmung wie folgt aufteilen: Die Kosten der Putzsanierung als ohnehin erforderliche Instandhaltung sind vom Vermieter zu tragen, denn die Maßnahme stellt keine Modernisierung dar. Die darüber hinausgehenden Kosten für die nachträgliche Wärmedämmung der Fassade sind dagegen als energiebedingte Mehrkosten Folge einer Modernisierung und können entsprechend den Regelungen des BGB auf die Miete umgelegt werden.
- **Steildach:** Wird die nachträgliche Dämmung des Steildaches von außen an eine aus Gründen der Instandsetzung ohnehin notwendigen Erneuerung der Dacheindeckung gekoppelt, dann sind die Kosten für die Neueindeckung, für die in der Regel damit verbundene Erneuerung der Unterkonstruktion (Unterdach), neue Dachanschlüsse oder die Baustelleneinrichtung und das Baugerüst als Kosten für ohnehin anstehende Instandsetzungen vom Vermieter zu tragen. Die darüber hinausgehenden zusätzlichen Kosten für die nachträgliche Wärmedämmung des Daches resultieren dagegen aus der Modernisierung und können entsprechend den Regelungen des BGB auf die Miete umgelegt werden.

Diese Aufteilung der Kosten in solche für (energie technische) Modernisierungen und solche für Instandsetzungen erscheint in sich schlüssig und plausibel. Es gibt jedoch Grenzfälle, die immer wieder zu Diskussionen zwischen Vermietern und Mietern führen:

- **Fenster:** Werden alte bzw. defekte isolierverglaste Fenster durch neue isolierverglaste Fenster ersetzt, ist dies eine Instandhaltung. Insofern ist dieser Fensteraustausch als eine Instandhaltungsmaßnahme anzusehen. Die Kosten sind folglich vom Vermieter zu tragen. Isolierverglaste Fenster werden jedoch nicht mehr hergestellt. Der zeitgemäße Standard sind Fenster mit 2-Scheiben Wärmeschutzverglasung oder zunehmend inzwischen sogar 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen. Mit solchen Fenstern wird eine nachhaltige Einsparung von Energie erzielt. Zudem verbessern sich die Behaglichkeit und der thermische Komfort in den Wohnungen. Der Fensteraustausch ist somit auch eine Modernisierung. Entsprechend können die Kosten für den Fensteraustausch auf die Miete umgelegt werden.
- **Heizanlage:** In der gleichen Systematik wie beim Fenster können auch die Kosten für den Austausch einer alten Heizanlage mit z. B. einem Niedertemperaturkessel durch eine Heizanlage mit einem modernen Brennwertkessel zugeordnet werden. Neue Niedertemperaturkessel sind

heute am Markt nicht mehr verfügbar. Stand der Technik sind Heizanlagen mit Brennwerttechnik. Durch die Erneuerung der Heizanlage mit einem Brennwertkessel wird das Gebäude auf einen zeitgemäßen Standard angehoben. Insofern ist die Maßnahme eine Instandhaltung, deren Kosten vom Vermieter zu tragen sind. Gleichzeitig wird durch die neue energieeffiziente Heizanlage aber auch eine nachhaltige Einsparung von Energie erzielt. Insofern kann die Erneuerung der Heizanlage auch als Modernisierung angesehen werden, deren Kosten auf die Miete umgelegt werden können. Wird die Effizienz einer Heizanlage durch den nachträglichen Einbau einer solarthermischen Anlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung und Eventuell auch der Raumheizung weiter verbessert, dann sind die gesamten zusätzlichen Kosten für die solarthermische Anlage als energietechnische Modernisierung mietrelevant.

Es gibt aber auch energietechnisch relevante Maßnahmen, deren Durchführung nicht an ein Kopplungsprinzip gebunden ist, weil davon auszugehen ist, dass eine grundlegende Instandsetzung der Bauteile über den Lebenszyklus des Gebäudes nicht ansteht oder Anlagen nachträglich eingebaut werden:

- **Kellerdecke und oberste Geschosdecke:** Für diese Bauteile ist in der Regel über die Lebensdauer des Gebäudes keine grundlegende Instandsetzung erforderlich. Die Aufteilung der Kosten in solche für die energietechnische Modernisierung und eine ohnehin erforderliche Instandsetzung entfällt somit. Vielmehr sind die Gesamtkosten der Maßnahme vollständig der energietechnischen Modernisierung anzurechnen und sind somit für eine Mieterhöhung nach den Regelungen des BGB relevant.
- **Lüftungsanlagen:** Der nachträgliche Einbau einer Abluftanlage in Wohngebäuden ist eine Maßnahme zur Sicherstellung einer zeitgemäßen Raumluftqualität. Eine Energieeinsparung ist mit solchen Anlagen in der Regel nicht verbunden. Die Kosten für solche Abluftanlagen können daher als Instandsetzungsinvestitionen angesehen werden. Werden dagegen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eingesetzt, dann tragen diese neben einem verbesserten Wohnkomfort auch zu einer nachhaltigen Einsparung von Energie bei. Der nachträgliche Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung stellt insofern eine Modernisierung dar. Die mit der Maßnahme verbundenen energiebedingten Mehrkosten gegenüber der einfachen Abluftanlage sind von den Mietern zu tragen.

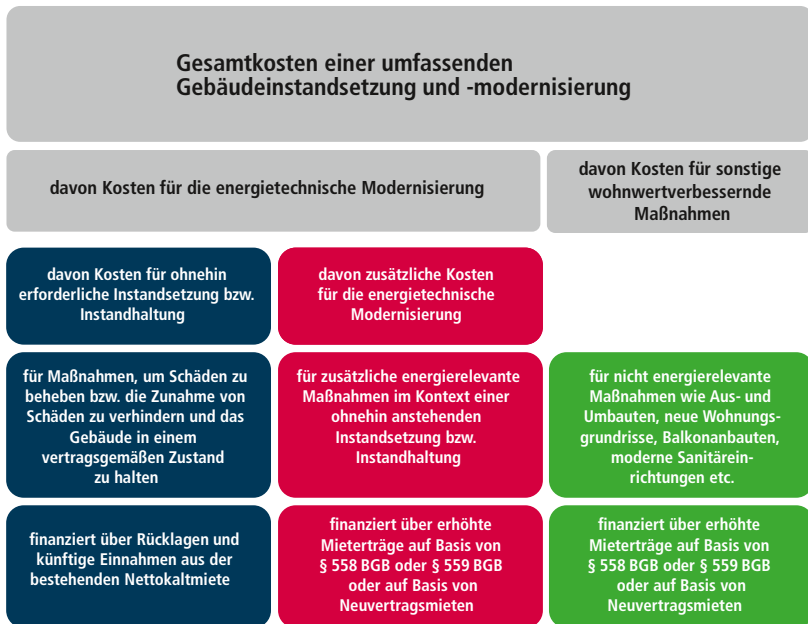
Darüber hinaus können im Zuge einer umfangreichen energietechnischen Modernisierung weitere Kosten entstehen, die bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt werden müssen:

- **Architekten- und Energieberatungsleistungen:** Hierunter werden alle Kosten für Leistungen zusammengefasst, die infolge einer umfangreichen energietechnischen Modernisierung deutlich über das Übliche hinausgehen. Darunter fällt z.B. ein erheblicher zusätzlicher Aufwand bei der (energietechnischen) Bauplanung, der Kontrolle der (energietechnischen) Bauausführung und der (energietechnischen) Qualitätskontrolle. Dazu gehören aber auch zusätzliche Energieberatungsleistungen für Förderanträge, EnEV-Berechnungen oder detaillierte Wärmebrückenberechnungen.
- **Wärmebrücken:** Die umfassenden Modernisierungen bestehender Altbauten auf ein energietechnisches hochwertiges Niveau bedingt in der Regel zusätzliche bauliche Maßnahmen, um Wärmebrücken zu vermeiden. Die Kosten für diese Maßnahmen sind als energiebedingte Mehrkosten anzusehen.

Die zeitliche Verknüpfung einer energietechnischen Modernisierung mit ohnehin erforderlichen Instandsetzungen und darüber hinaus sonstigen Maßnahmen zur Wohnwertverbesserung bedeutet, dass zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen die Gesamtkosten anteilig aufgeteilt werden müssen. Abbildung 2-10 zeigt die Zuordnung der Gesamtkosten einer umfassenden Gebäudeinstandsetzung und -modernisierung, die zunächst zu unterscheiden sind in die Kosten für die energietechnische Modernisierung und für sonstige wohnwertverbessernde Maßnahmen. Die Kosten für sonstige wohnwertverbessernde Maßnahmen sind in der Regel nicht energierelevant und somit im Kontext der Diskussion, um die Wirtschaftlichkeit energietechnischer Modernisierungen nicht zu berücksichtigen.

Die verbleibenden Kosten für eine energietechnische Modernisierung sind weiter zu unterteilen in ohnehin entstehende Kosten für ohnehin erforderliche Instandsetzungen und Instandhaltungen sowie in zusätzliche Kosten, die aus der zusätzlichen energietechnischen Modernisierung resultieren:

- Die Kosten für die ohnehin erforderlichen Maßnahmen der Instandsetzung bzw. Instandhaltung stellen keine Modernisierung dar, sind nicht mietrelevant und müssen über Rücklagen und künftige Erträge finanziert werden.
- Die zusätzlichen Kosten aus der energietechnischen Modernisierung sind dagegen mietrelevant und müssen auf Basis von Neuvertragsmieten oder innerhalb bestehender Mietverhältnisse über Mieterhöhungsspielräume auf Basis von § 558BGB und § 559BGB refinanziert werden.



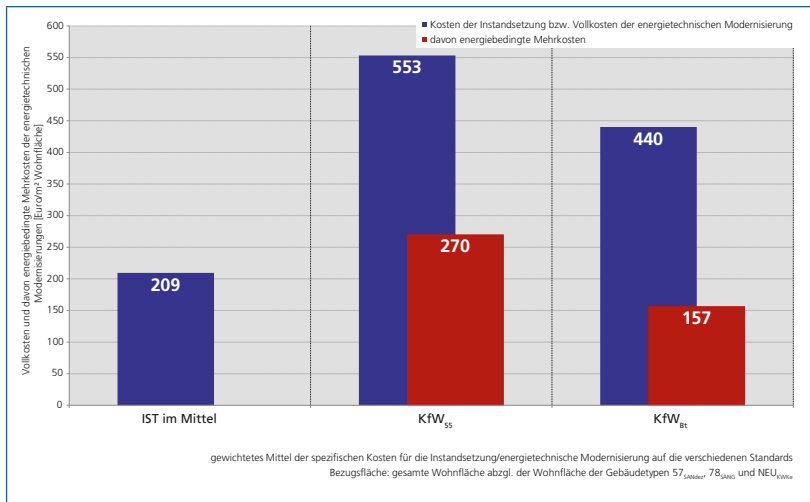
**Abb.2-10** Struktur der Zuordnung von Kosten bei der energietechnischen Modernisierung von Wohngebäuden, frei nach [dena; 2010]

## 2.5.2 Investitionsvolumen bei flächenbezogenen Kosten der energietechnischen Standards

In einer umfangreichen Studie des IWU wurden auf Basis abgerechneter Kosten für energiesparende Maßnahmen von Wohngebäuden statistisch abgesicherte Kostenfunktionen abgeleitet. Aus ihnen können die Vollkosten und (als Teil davon) energiebedingte Mehrkosten im Zuge energietechnischer Modernisierungen von Wohngebäuden berechnet werden [IWU; 2015]. Auf die Darstellung der Systematik der Studie in Bezug auf die Zuordnung der Vollkosten und der energiebedingten Mehrkosten wird an dieser Stelle verzichtet und stattdessen auf die Studie verwiesen. Eine kurze Einführung in die Systematik findet sich auch in [IRB; 2018].

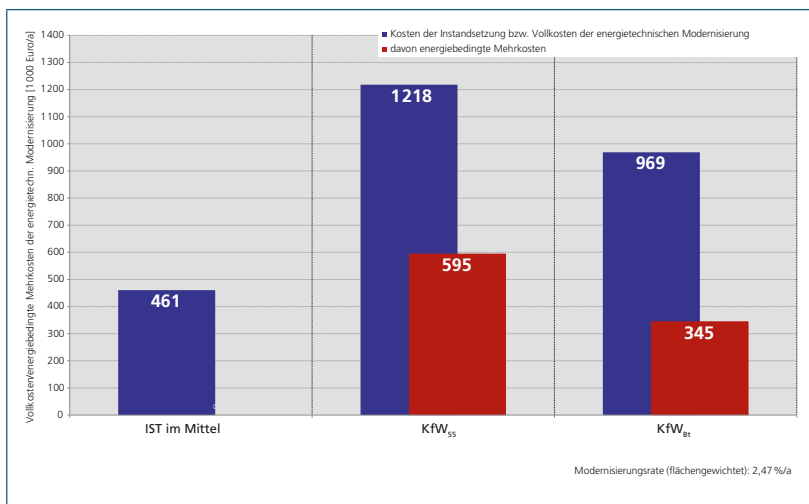
Für die folgenden Berechnungen wurde auf die Kostenfunktionen der Studie zurückgegriffen. Dabei wurden die aus den Kostenfunktionen (Basisjahr 2015) berechneten Kosten um 25 % angehoben, um die zwischenzeitlichen Kostensteigerungen zu berücksichtigen.





**Abb. 2-11** Vollkosten und als Teil davon: energiebedingte Mehrkosten für die Modernisierung auf die verschiedenen energietechnischen Standards (vollständige energietechnische Modernisierung des Wohngebäudebestands ohne die Gebäudetypen 57<sub>SANDEZ</sub>, 78<sub>SANG</sub> und Neu<sub>KWKE</sub>).

Abbildung 2-11 zeigt für die beiden energietechnischen Standards die Vollkosten und als Teil davon die energiebedingten Mehrkosten der energietechnischen Modernisierungen unter Beachtung des oben beschriebenen Kopplungsprinzips. Bezugsfläche ist die Wohnfläche der modernisierten Gebäudetypen. Für den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> müssen unter Beachtung des Kopplungsprinzips etwa 50 % der Vollkosten als energiebedingte Mehrkosten angesetzt werden. Beim weniger anspruchsvollen Standard KfW<sub>8t</sub> sind dies lediglich 40 %. Das liegt vor allem daran, dass für den Standard KfW<sub>8t</sub> in der Regel keine Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und solarthermischen Anlagen eingesetzt werden. Der linke blaue Balken in Abbildung 2-11 zeigt die Kosten ohnehin erforderlicher Instandsetzungen, sollten diese ohne zusätzliche energietechnische Modernisierungen durchgeführt werden.



**Abb.2-12** Jährliche Vollkosten und davon energiebedingte Mehrkosten für verschiedene energietechnische Standards

### 2.5.3 Budgetplanung – jährliche Kosten unter Berücksichtigung der Modernisierungsrate

Abbildung 2-12 zeigt die jährlichen Vollkosten und als Teil davon die jährlichen energiebedingten Mehrkosten der Modernisierungen auf die beiden energietechnischen Standards. Dabei wird von einer Modernisierungsrate von 2 %/a ausgegangen, bezogen auf die gesamte Wohnfläche der »Wohnstadt«. Rechnet man von dieser Bezugsfläche die Wohnfläche der bereits modernisierten Gebäudetypen 57<sub>SANDez</sub>, 78<sub>SANG</sub> und der Neubauten NEU<sub>KWKe</sub> heraus, dann wird eine energietechnische Modernisierungsrate von 2,47 %/a erforderlich, um die angestrebte Rate von 2 %/a, bezogen auf die gesamte Wohnfläche, zu realisieren. Dieser Wert ist in Abbildung 2-12 ausgewiesen.

Mit der angestrebten Modernisierungsrate von 2 %/a, bezogen auf die gesamte Wohnfläche der »Wohnstadt«, müssen im Rahmen der Budgetplanung Kosten für die Modernisierungen auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> von 1,22 Mio. €/a eingeplant werden. Von diesen Kosten können etwa 0,60 Mio. €/a als mietrelevante Kosten für die energietechnische Modernisierung angesetzt werden. Die entsprechenden Kosten für den Standard KfW<sub>Bt</sub> liegen etwa 0,25 Mio. €/a niedriger. Der linke blaue

Balken in Abbildung 2-12 zeigt wieder die Kosten ohnehin erforderlicher Instandsetzungen, sollten diese ohne zusätzliche energietechnische Modernisierungen durchgeführt werden.

Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass die genannten Kosten sich ausschließlich auf die energietechnische Modernisierung beziehen. Kosten für sonstige Instandsetzungen oder den Wohnwert verbessernde Modernisierungen sind darin nicht enthalten, sind aber in der Budgetplanung zu berücksichtigen.

#### **2.5.4 Zusammenfassung**

Auf Basis statistisch abgesicherter Kostenfunktionen können die Kosten energierelevanter Maßnahmen in Wohngebäuden abgeschätzt werden. In der Praxis sind diese Kostenansätze mit Kostenfeststellungen von durchgeführten energietechnischen Modernisierungen im Unternehmen abzugleichen. Damit liegen die Vollkosten energietechnischer Modernisierungsmaßnahmen als eine wesentliche Grundlage für die Budgetplanung und für Wirtschaftlichkeitsberechnungen vor. Diese Vollkosten sind weitestgehend unabhängig davon, ob die Maßnahmen unter Beachtung des Kopplungsprinzips durchgeführt werden oder nicht.

Die Beachtung des Kopplungsprinzips und damit für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist jedoch entscheidend für die energiebedingten Mehrkosten als Teil der Vollkosten. Wird z. B. ein Wärmedämmverbundsystem unter Missachtung des Kopplungsprinzips auf einen intakten Altputz aufgebracht, dann müssen die Kosten für den neuen Deckputz zumindest anteilig den energiebedingten Mehrkosten zugerechnet werden, denn eine Putzsanierung war zum Zeitpunkt der Maßnahme nicht erforderlich. Diese anteilige Zuordnung kann z. B. über einen Restwert des Altputzes zum Zeitpunkt der Maßnahme in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen berücksichtigt werden. Das führt dazu, dass die Kosten für die energietechnische Modernisierung steigen.

Darüber hinaus stellen sich weitere grundlegende Fragen bei der Abschätzung wirtschaftlicher Potenziale und der ökonomischen Bewertung der Maßnahmen. Diese Fragestellungen werden im folgenden Kapitel untersucht.

## 2.6 Wirtschaftliche Potenziale

Für das Unternehmen von zentraler Bedeutung ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit energietechnischer Modernisierungen. Zur Beantwortung dieser Frage müssen die erforderlichen zusätzlichen Mieterträge zur Refinanzierung der Maßnahmen ermittelt werden. Diese Ermittlung baut auf der modellhaften Abbildung des Wohngebäudebestands, der Analyse des heutigen Verbrauchs und realitätsnaher Energiebilanzberechnungen und auf die zu erwartenden Investitionskosten für die energietechnischen Modernisierungen auf. Abschließend stellt sich die Frage, ob diese zusätzlichen Mieterträge vor dem Hintergrund immobilienwirtschaftlicher Risiken im Markt tatsächlich realisiert werden können.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind entsprechend komplex. Zum besseren Verständnis der in diesem Kapitel dargestellten Berechnungen werden daher zunächst die wesentlichen Grundlagen zur ökonomischen Bewertung von energiesparenden Maßnahmen in (vermieteten) Wohngebäuden erläutert.

### 2.6.1 Grundlagen der ökonomischen Bewertung

In der Diskussion um die Wirtschaftlichkeit haben die Rahmenbedingungen einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Ergebnis. Dazu zählen bereits die Wahl des Verfahrens der Wirtschaftlichkeitsberechnung, die damit zusammenhängende Festlegung von bestimmten Parametern sowie die Berücksichtigung weiterer Kosten- bzw. Erlöskategorien.

#### Verfahren zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit

Energetische Gebäudemodernisierungen sind kostenintensiv. Sie sollen dazu beitragen, dass zukünftig notwendige finanzielle Aufwendungen reduziert werden. Unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtet können sie daher als Investitionen bezeichnet werden. Zur Entscheidungsfindung stellt die betriebswirtschaftliche Investitionstheorie eine Reihe von Verfahren zur Verfügung. Grundsätzlich lassen sich diese in statische und dynamische Verfahren unterteilen.<sup>9</sup>

9 Im Folgenden werden diese Verfahren mit ihren Vor- und Nachteilen im Kontext der Bewertung energietechnischer Modernisierungen kurz beschrieben. Für weitergehende Informationen sei an dieser Stelle z. B. auf [PHI; 2013] verwiesen.

- **Statische und dynamische Verfahren**

Bekannte statische Verfahren der Investitionstheorie sind die Gewinnvergleichs- bzw. Kostenvergleichsrechnung, die Rentabilitätsvergleichsrechnung und die statische Amortisationsrechnung. Vorteile der statischen Verfahren sind in der einfachen Handhabung und im relativ geringen Informationsbedarf zu sehen. Allerdings bieten diese Verfahren in der Regel keine ausreichende Basis zur Beurteilung von Investitionsentscheidungen, weil es sich bei Energiesparinvestitionen im Gebäudereich immer um Entscheidungsprobleme handelt, die mehrere Perioden betreffen. Bei deren Beurteilung müssen 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 zum Beispiel die Kapitalwert- und die Annuitätenmethode.

- **Kapitalwertmethode/Annuitätenmethode**

Ein bekanntes dynamisches Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Kapitalwertmethode. Entscheidungsrelevant ist dabei der sogenannte Kapitalwert. Um ihn zu ermitteln, werden alle Zahlungen, die nach dem Investitionszeitpunkt anfallen, mit dem Kalkulationszinssatz (Diskontsatz) abgezinst. Man erhält so den Barwert der Aus- und Einzahlungsreihen, von dem die Anfangsinvestition abgezogen wird. Ist der so erhaltene Kapitalwert der Investition größer als Null, ist die Investition vorteilhaft. Bei mehreren Investitionsalternativen ist die Alternative mit dem höchsten Kapitalwert vorzuziehen.

Die Annuitätenmethode berücksichtigt als Entscheidungskriterium nicht die Höhe des Kapitalwerts, sondern die Höhe der sich daraus ergebenden *Annuität*. Die Annuität kann ermittelt werden, indem der Kapitalwert der Investition mit dem sogenannten Annuitätenfaktor multipliziert und so auf die einzelnen Nutzungsperioden der Investition verteilt wird. Bei gleichem Kalkulationszinssatz und gleicher Nutzungsdauer ist die Annuitätenmethode mit der Kapitalwertmethode vollkommen äquivalent.

Aus Sicht des vermietenden Wohnungsunternehmens ist eine Energiesparmaßnahme nach der Kapitalwert- bzw. Annuitätenmethode dann als wirtschaftlich anzusehen, wenn die barwertigen bzw. annuitätischen zusätzlichen Mieterträge und weitere sonstige Einsparungen als Folge der energietechnischen Modernisierungen größer sind als die barwertigen

bzw. annuitätischen energiebedingten Mehrkosten der energietechnischen Modernisierungen. Der Kapitalwert bzw. die Annuität ist dann größer als Null, d.h. es ergibt sich ein barwertiger bzw. annuitätischer Gewinn. Bei mehreren Investitionsalternativen ist die Alternative mit dem höchsten Kapitalwert bzw. der höchsten Annuität vorzuziehen.

- **Break-Even-Mieterhöhung**

Vor dem Hintergrund der nachhaltigen Entwicklung des Wohnungsbestands ist die Warmmietenneutralität der energietechnischen Modernisierungen von großer Bedeutung. Zur Beurteilung der Warmmietenneutralität muss der Mehr-Mietertrag, der zur Refinanzierung der energietechnischen Modernisierungen erforderlich ist, der zu erwartenden Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter gegenübergestellt werden. Auf Basis der Kapitalwertmethode kann hierzu eine sogenannte Break-Even-Mieterhöhung in  $[\text{€}/(\text{m}^2\text{Mon})]$  berechnet werden, um unter Beachtung der ökonomischen Mindestanforderungen des Investors die zusätzlichen Aufwendungen für energiesparende Investitionen gerade zu erwirtschaften. Der Break-Even ist dabei als ein dauerhaft zu erzielender Mehr-Mietertrag gegenüber einem energietechnisch nicht modernisierten Gebäude zu verstehen und führt zu einem Kapitalwert gleich Null.

- **Amortisationszeit**

Die häufig als Wirtschaftlichkeitskriterium verwendete Amortisationszeit kann sowohl statisch als auch dynamisch berechnet werden. In beiden Fällen ist die Amortisationszeit als Wirtschaftlichkeitskriterium jedoch wenig geeignet, da sie die Nutzungsdauer der Investition nicht berücksichtigt und keine Aussagen über die Höhe der Gewinne bis bzw. nach Ablauf der Amortisationszeit macht. Daher kann es beim Vergleich von Investitionsalternativen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern zu falschen Schlussfolgerungen kommen. Vor diesem Hintergrund erfüllt das Kriterium Amortisationszeit kaum die Anforderungen, die an Wirtschaftlichkeitsberechnungen für langfristige Investitionen im Gebäudebereich gestellt werden.

## 2.6.2 Wesentliche normative Rahmenbedingungen

Neben dem Verfahren selbst bestimmen die normativ gesetzten Rahmenbedingungen wesentlich das Ergebnis von Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Diese für die Beurteilung von energiesparenden Maßnahmen im Wohngebäudebestand wesentlichen Rahmenbedingungen werden im Folgenden nochmals kurz aufgezählt und diskutiert.

- **Betrachtungszeitraum**

Energietechnische Gebäudeinvestitionen sind in der Regel langfristige Investitionen in langlebige Wirtschaftsgüter. Der Betrachtungszeitraum sollte bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung daher mit 25 bis 30 Jahren ebenfalls langfristig sein und der durchschnittlichen technischen Lebensdauer der meisten Bauteile entsprechen.

- **Festlegung von Real- bzw. Nominalzins**

Wirtschaftlichkeitsberechnungen können mit nominalen Preisen und Zinsen oder mit Realpreisen und -zinsen, d. h. inflationsbereinigt durchgeführt werden. Für die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung ist es unerheblich, ob real oder nominal gerechnet wird. Ein Realansatz ist manchmal zweckmäßig, um von unsicheren Schwankungen der allgemeinen Inflation abzusehen. Bei einem Realansatz muss man eine allgemeine Inflationsrate (z. B. 2 %/a gemäß der langfristigen Zielsetzung der Europäischen Zentralbank) festlegen und neben realen Preissteigerungsraten auch den Realzins verwenden. Wenn Inflationsrate und Zinsen gering sind, ist der Realzins in erster Näherung die Differenz zwischen nominalem Zinssatz und der Inflationsrate (z. B. 5 %/a bis 2 %/a = 3 %/a).

- **Kalkulationszinssatz**

Der Kalkulationszinssatz bestimmt bei den dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung in welchem Maße zukünftige Energiekosteneinsparungen und zukünftige Kosten in die Berechnung einfließen. Ein hoher Kalkulationszinssatz gewichtet zukünftige Erlöse und Kosten weniger stark als ein niedriger Kalkulationszinssatz und führt zu einer schlechteren Bewertung einer auf lange Frist angelegten energietechnischen Modernisierung. Ein hoher Kalkulationszinssatz berücksichtigt somit eher kurzfristige Interessen. Der Kalkulationszinssatz kann sich an Finanzierungsbedingungen (Kosten für Eigen- und Fremdkapital) orientieren oder eine gewünschte Mindestverzinsung des Investors ausdrücken.

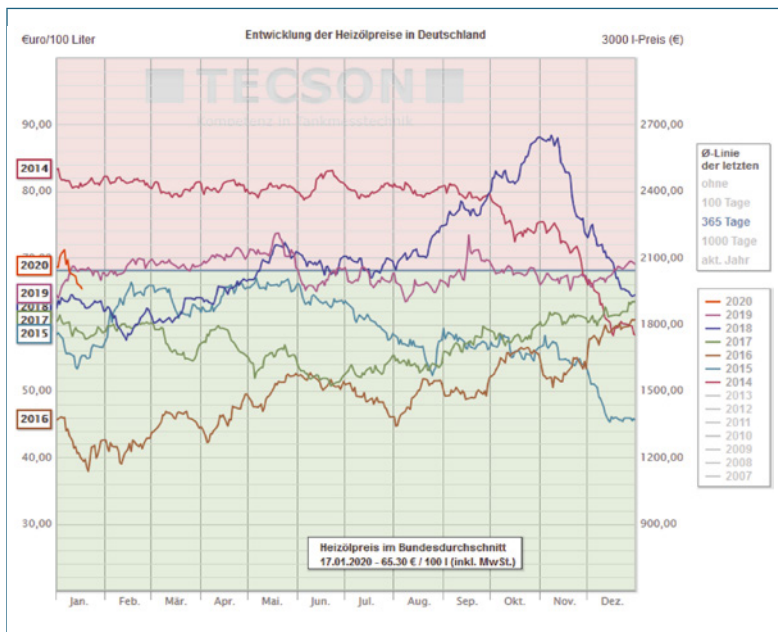
Der Kalkulationszinssatz ist zum Zeitpunkt der Berechnungen auf Basis verfügbarer Marktdaten festzulegen. Europäische Vorgaben zur Ermittlung des kostenoptimalen Niveaus von Energieeffizienzmaßnahmen sehen die Verwendung eines Kalkulationszinssatzes von 3,0 % real vor. Angesichts der anhaltenden Niedrigzinsphase können derzeit für selbstnutzende Eigentümer auch niedrigere Kalkulationszinssätze empfohlen werden (z. B. 2,0 % real). Studien und Forschungsarbeiten zur Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen im Wohngebäudebestand arbeiten teilweise mit deutlich unterschiedlichen Kalkulationszinssätzen.<sup>10</sup> Diese unterschiedlichen normativen Vorgaben wirken sich signifikant auf das Ergebnis aus.

---

10 vgl. z. B. [PHI; 2013] und [Pfnür; 2013]

- **Heutiger Energiepreis**

Die Festlegung des heutigen Energiepreises als Ausgangsbasis hat einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der zukünftigen Energiekosteneinsparungen. Das Problem ist, dass Energiepreise einer sehr großen Volatilität unterliegen. Abbildung 2-13 zeigt am Beispiel des Energieträgers Heizöl die stark volatile Energiepreisentwicklung: Ausgehend von einem über das Jahr nahezu konstanten Heizölpreis von über 8 ct/kWh im Jahr 2014 fiel der Heizölpreis rasant bis auf kurzzeitig unter 4 ct/kWh im Jahr 2016, um im Oktober 2018 fast einen Preis von 9 ct/kWh zu erreichen. Danach stürzte der Heizölpreis in zwei Monaten auf etwa 6,5 ct/kWh ab und pendelte anschließend das gesamte Jahr 2019 um einen Preis von etwa 6,8 ct/kWh. Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen stellt sich somit die Frage, welcher »aktuelle« Energiepreis anzusetzen ist.



**Abb. 2-13** Entwicklung der Heizölpreise in Deutschland von 2014 bis 2020  
[www.Tecson.de]

- **Preissteigerungsraten**

Neben einer Annahme zum heutigen Energiepreis muss in der Wirtschaftlichkeitsberechnung eine Annahme zur Entwicklung des zukünftigen Energiepreises der einzelnen Energieträger gemacht werden. Dies erfolgt



in der Regel durch Festlegung einer jährlichen Steigerungsrate über den Betrachtungszeitraum ( $x\%/a$ ). Auch wenn exakte Prognosen über die weitere Entwicklung der Energiepreise aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren schwierig sind (z.B. Entwicklung des Angebots und der Nachfrage, politische Entwicklungen, Besteuerung, Spekulationen auf den Rohstoffmärkten), so besteht doch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass es langfristig zu weiter steigenden Preisen für die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas kommen wird. Es empfiehlt sich dabei von einem mittleren Energiepreisszenario auszugehen (z.B. Steigerungsrate  $2,0\%/a$  real) und alternativ ein hohes und ein niedriges Energiepreisszenario zu betrachten (z.B.  $3,0\%/a$  real und  $1,0\%/a$  real).

- **Externe Kosten**

Bei einer gesamtgesellschaftlichen Perspektive der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung können externe Kosten der Umweltbelastung zusätzlich berücksichtigt werden. Mit der Methodenkonvention 3.0 des Umweltbundesamts liegen Daten für solche Umweltkosten (hier die durch Treibhausgasemissionen verursachten Schadenskosten) vor. Sie betragen z.B. bei einer Zeitpräferenzrate von  $1\%$  bezogen auf das Jahr 2016  $180\text{ €}$  pro Tonne  $\text{CO}_2$  [Umweltbundesamt; 2019]. Ein Teil dieser externen Kosten wird direkt zahlungswirksam und kann bei den Energiekosten berücksichtigt werden, wenn eine  $\text{CO}_2$ -Bepreisung – wie z.B. im Klimapaket der Bundesregierung – eingeführt wird: Die bis 2022 vorgesehene erste Stufe mit  $25\text{ €}$  pro Tonne  $\text{CO}_2$  entspricht einer Preiserhöhung von rund  $0,50\text{ ct/kWh}$  bzw.  $0,65\text{ ct/kWh}$  (bezogen auf die direkten  $\text{CO}_2$ -Emissionen und den Heizwert von Erdgas bzw. Heizöl) [IWU; 2020]. Zusätzliche externe Kosten, die mit dem  $\text{CO}_2$ -Preis nicht abgedeckt sind, können darüber hinaus in Ansatz gebracht werden.

- **Restwerte**

Ist der gewählte Betrachtungszeitraum kürzer als die Lebensdauer eines Bauteils können Restwerte von einzelnen langlebigen Bauteilen am Ende des Betrachtungszeitraums berücksichtigt werden. Sie können beispielsweise durch lineare Abschreibung ermittelt werden.

Die technische Lebensdauer der Maßnahmen zur Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes ist in der Regel länger als der für die hier vorliegenden Berechnungen angesetzte Betrachtungszeitraum von 25 Jahren. Somit wird in den Berechnungen ein Restwert zum Ende des Betrachtungszeitraums berücksichtigt, der die Wirtschaftlichkeit der energiesparenden Maßnahmen verbessert. Im Kontext der angestrebten hohen energietechnischen Modernisierungsrate kommt es aber, abweichend vom Kopplungsprinzip, auch zu vorzeitigen energietechnischen Modernisierungen. Diese vorzeitigen Modernisierungen verteuern die Kosten

für die nachträgliche Wärmedämmung. Auch dieser Effekt wurde bei den hier vorliegenden Berechnungen für die nachträgliche Dämmung der Fassaden berücksichtigt.

- **Wertsteigerung der Immobilie (»Green Value«)**

Eine Wertsteigerung durch die verbesserte energetische Qualität und den erhöhten thermischen Komfort eines Gebäudes kann im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden. Dazu wird im Allgemeinen angenommen, dass die Immobilie am Ende Betrachtungszeitraums verkauft wird. Der sogenannte Green Value ist allerdings stark abhängig von Markt- und Standortfaktoren und daher schwer zu quantifizieren.

- **Förderung**

Die Förderung stellt eine weitere zusätzliche Erlöskategorie dar. Bei vielen Maßnahmen bzw. Maßnahmenpaketen der energietechnischen Gebäudemodernisierung ist grundsätzlich eine Förderung durch die KfW möglich. Diese Förderung wird derzeit wahlweise als direkter Zuschuss oder als zinsverbilligter Kredit mit Tilgungszuschuss gewährt. Der Barwert der investiven Förderung (zinsverbilligter Kredit etc.) kann prinzipiell berechnet werden. Daneben kann Förderung auch als konstante Einspeisevergütung (z. B. Photovoltaik, Biogas-BHKW) in der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden.

- **Kosten für Wartung und Instandhaltung**

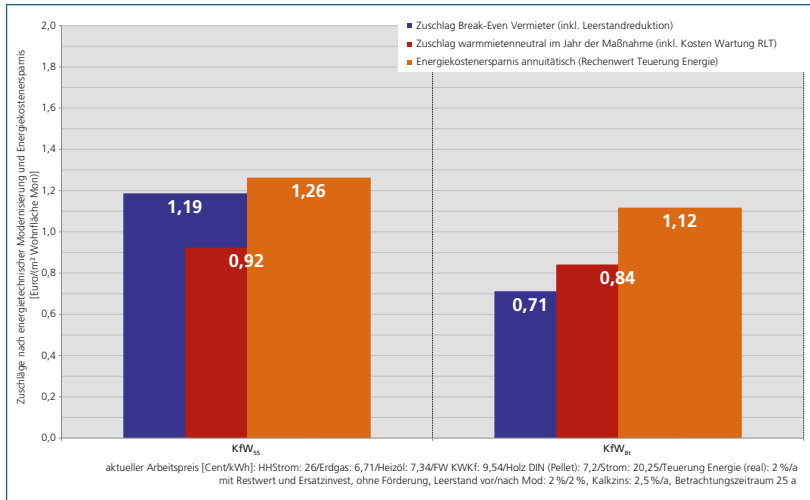
Durch den erstmaligen Einbau von neuen Komponenten der Anlagentechnik (z. B. Solar- oder Lüftungsanlagen) können zusätzlich Kosten für Wartung und Instandhaltung entstehen. Jährliche Kosten für Wartung und Instandhaltung (in der Regel für die Anlagentechnik) können als Prozentsatz der Anfangsinvestition berücksichtigt werden. Anhaltspunkte für diese Werte sind in DIN EN 15459 zu finden.

- **Ersatzinvestitionen**

Ist der gewählte Betrachtungszeitraum länger als die Lebensdauer eines Bauteils können Ersatzinvestitionen berücksichtigt werden. Im Rahmen der Annuitätenmethode können diese beispielsweise über einen Ersatzinvestitionsfaktor berücksichtigt werden.

- **Entsorgungskosten**

Entsorgungskosten von Bauteilen können in der Wirtschaftlichkeitsberechnung optional berücksichtigt werden. Beim Austausch von Bauteilen sind die Kosten für die Demontage und den Abtransport (Bauschutt, alte Fenster, Kessel) und gegebenenfalls weitere Entsorgungskosten (Sondermüll) in den verwendeten Kostenfunktionen berücksichtigt.



**Abb. 2-14** Break-Even und Energiekostensparnis im Vergleich

### 2.6.3 Break-Even und Energiekostensparnis

Als Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigt Abbildung 2-14 den im flächengewichteten Mittel erforderlichen Break-Even im Sinne eines dauerhaft zu erzielenden Mehr-Mietertrags gegenüber energietechnisch nicht modernisierten Gebäuden und bei der Modernisierung der Gebäudetypen auf den jeweiligen energietechnischen Standard. Vergleichend zeigt die Abbildung die zu erwartende Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter bei heutigen sowie annuitätischen Energiepreisen. Die Bezugsfläche ist die energietechnisch modernisierte Wohnfläche. Damit sollen die Erträge zur Refinanzierung der Mehrkosten infolge der energietechnischen Modernisierungen vollständig aus den modernisierten Gebäuden erwirtschaftet werden.

Für die Dämmung der Fassaden wird abweichend vom Kopplungsprinzip eine vorzeitige Modernisierung angesetzt. Der Fassade wird daher ein Restwert von 30 % der Investitionskosten für das Wärmedämmverbundsystem zugerechnet. Dieser Restwert wird als zusätzliche energiebedingte Mehrkosten berücksichtigt. Ferner wird bei einer technischen Lebensdauer von 40 Jahren nach Ablauf des Betrachtungszeitraums von 25 Jahren der Fassade ein Restwert zugeschrieben. Ein Effekt möglicher Vermeidung von heutigem oder zukünftigem Leerstand infolge der energietechnischen Modernisierungen wird nicht berücksichtigt. Der Leerstand vor und nach Modernisierung wird

entsprechend mit 2 % angesetzt. Die weiteren wesentlichen Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind im unteren Bereich von Abbildung 2-14 zusammengefasst.

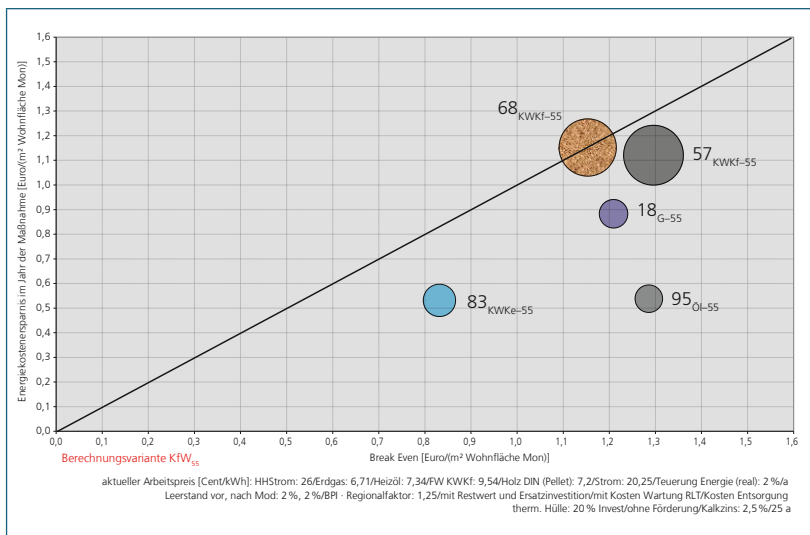
Der erforderliche Break-Even als dauerhafter Mehr-Mietertrag beträgt beim Standard KfW<sub>55</sub> 1,19 €/m<sup>2</sup>Mon). Die zu erwartende Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter im Jahr der Maßnahme beträgt dagegen lediglich 0,92 €/m<sup>2</sup>Mon). Damit können die Maßnahmen bei heutigen Energiepreisen nicht warmmietenneutral umgesetzt werden. Allerdings kann für diesen Standard eine Förderung durch die KfW erfolgen, die hier nicht berücksichtigt ist. Auf lange Sicht, d. h. unter Berücksichtigung der annuitätischen Energiekosteneinsparung von 1,26 €/m<sup>2</sup>Mon), werden die Maßnahmen auch ohne Förderung vorteilhaft für die Mieter.

Der Break-Even beim energietechnischen Standard KfW<sub>Bt</sub> beträgt dagegen lediglich 0,71 €/m<sup>2</sup>Mon) und ist damit deutlich niedriger als die zu erwartende Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter im Jahr der Maßnahme mit 0,84 €/m<sup>2</sup>Mon). Damit kann dieser energietechnische Standard bei heutigen Energiepreisen ohne Förderung warmmietenneutral umgesetzt werden.

Die Berücksichtigung eines Restwerts der Fassade am Ende des Betrachtungszeitraums kann in Cashflow-orientierten Wirtschaftlichkeitsberechnungen einen Zahlungsstrom auslösen. Dies ist möglich, wenn das Gebäude am Ende des Betrachtungszeitraums verkauft wird (als Teil des »Green Value«) oder wenn die Maßnahmen steuerrechtlich aktiviert wurden und dementsprechende steuerliche Effekte (z. B. steuerliche Erstattungen) nach sich ziehen [Enseling/Lützkendorf; 2017]. Wird im vorliegenden Fall kein Restwert der Fassade am Ende des Betrachtungszeitraums angenommen, steigt der Break-Even bei beiden Varianten um etwa 5 ct/m<sup>2</sup>Mon). Die grundlegenden Aussagen für die Standards KfW<sub>55</sub> und KfW<sub>Bt</sub> bleiben dadurch jedoch unverändert.

#### 2.6.4 Detailauswertung des Standards KfW<sub>55</sub>

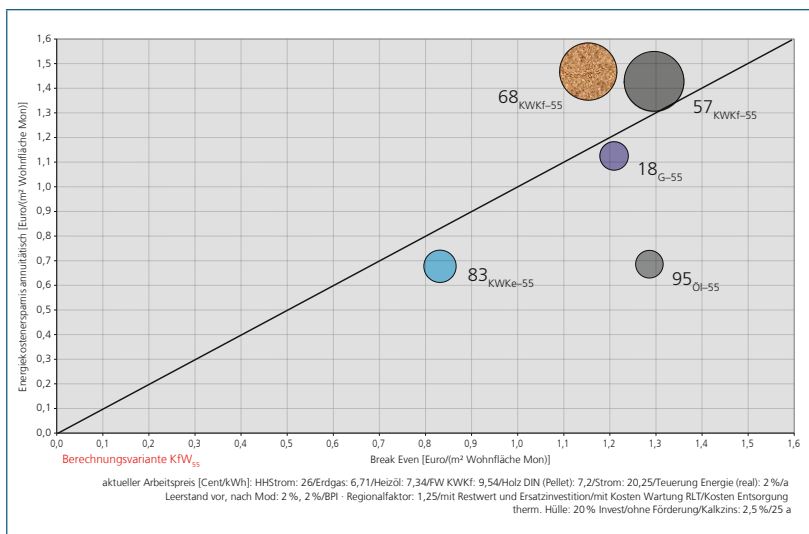
Abbildung 2-15 und Abbildung 2-16 zeigen die Ergebnisse für die einzelnen Gebäudetypen bei der Modernisierung auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> im Detail. Die Gebäudetypen sind über Kreisflächen abgebildet, wobei die Größe der Kreisfläche dem Anteil des Gebäudetyps an der gesamten Wohnfläche der »Wohnstadt« entspricht. Die Kreisflächen für die Gebäudetypen 57<sub>SANdez</sub>, 78<sub>SANG</sub> und Neu<sub>KWKe</sub> sind nicht abgebildet, da diese Gebäudetypen energietechnisch bereits modernisiert sind bzw. Neubauten repräsentieren.



**Abb. 2-15** Break-Even und Energiekostensparnis bei heutigen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW<sub>55</sub>

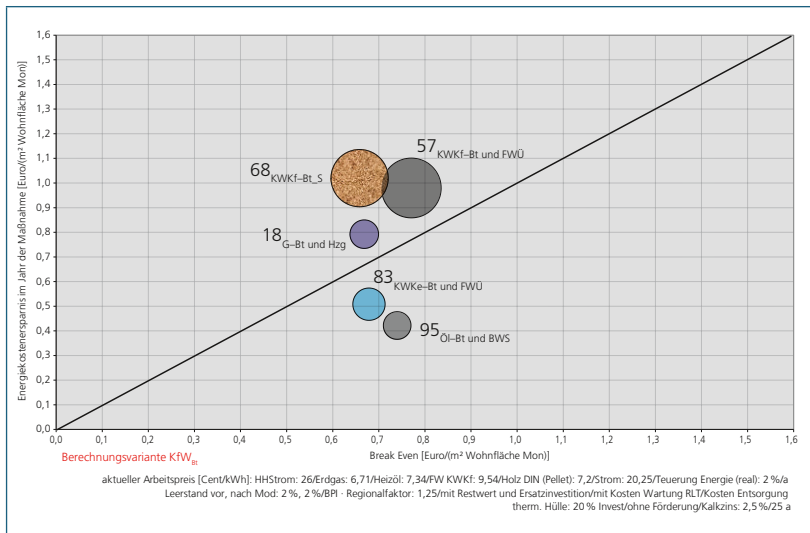
In den Abbildungen ist auf der Ordinate die zu erwartende Energiekostensparnis aufseiten der Mieter im Jahr der Maßnahme (Abbildung 2-15) bzw. als annuitätische Energiekosteneinsparung als Mittel über den Betrachtungszeitraum (Abbildung 2-16) aufgetragen. Auf der Abszisse ist der erforderliche Break-Even der energietechnischen Modernisierung dargestellt.

Durch den Bezug auf heutige Energiepreise orientiert sich die Bewertung der Maßnahmen in Abbildung 2-15 an einer kurzfristigen Perspektive aus Sicht der Mieter, die die Beeinträchtigungen infolge der energietechnischen Modernisierungen während der Bauphase erdulden und zudem den zusätzlichen Break-Even zahlen müssen. Diese Sichtweise ist für den Investor von Bedeutung, weil aus dem Verhältnis der zu erwartenden Energiekostensparnis und dem erforderlichen Break-Even ein Risiko in Bezug auf die Umsetzung der Maßnahmen erwächst. Mit Ausnahme des Gebäudetyps 68<sub>KWKf</sub> liegen alle Kreise unterhalb der Winkelhalbierenden. Damit sind die Maßnahmen für diese Gebäudetypen unter den gewählten Rahmenbedingungen mit heutigen Energiepreisen und ohne Förderung warmmietenneutral nicht zu realisieren. Besonders ungünstig stellen sich die Maßnahmen für den Gebäudetyp 95<sub>Öl</sub> dar.



**Abb.2-16** Break-Even und Energiekostensparnis bei annuitätischen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW<sub>55</sub>

Abbildung 2-16 zeigt die entsprechenden Ergebnisse unter Beachtung annuitätischer Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter. Diese Sichtweise entspricht eher einer strategischen Ausrichtung, da hier die langfristig zu erwartende Energiekostenentwicklung berücksichtigt ist. Im Vergleich zu Abbildung 2-15 verschieben sich die Kreisflächen parallel zur Ordinate nach oben. Unter Berücksichtigung annuitätischer Energiekosteneinsparungen lassen sich die Gebäudetypen 68<sub>KWkf</sub> und 57<sub>KWkf</sub> warmmietenneutral ohne Förderung modernisieren. Diese beiden Gebäudetypen decken mit einer Wohnfläche von annähernd 64 000 m<sup>2</sup> etwa 60 % der gesamten Wohnfläche der »Wohnstadt« ab. Die Gebäudetypen 83<sub>KWKe</sub>, 95<sub>Ol</sub> und 18<sub>G</sub> können jedoch auch unter Berücksichtigung annuitätischer Energiepreise nicht warmmietenneutral auf den energietechnischen Standard KfW<sub>55</sub> modernisiert werden. Die Wohnflächen dieser Gebäudetypen sind jedoch vergleichsweise gering, sodass im flächengewichteten Mittel der Standard KfW<sub>55</sub> bei annuitätischen Energiepreisen ohne Förderung warmmietenneutral realisiert werden kann (vgl. Abbildung 2-14).

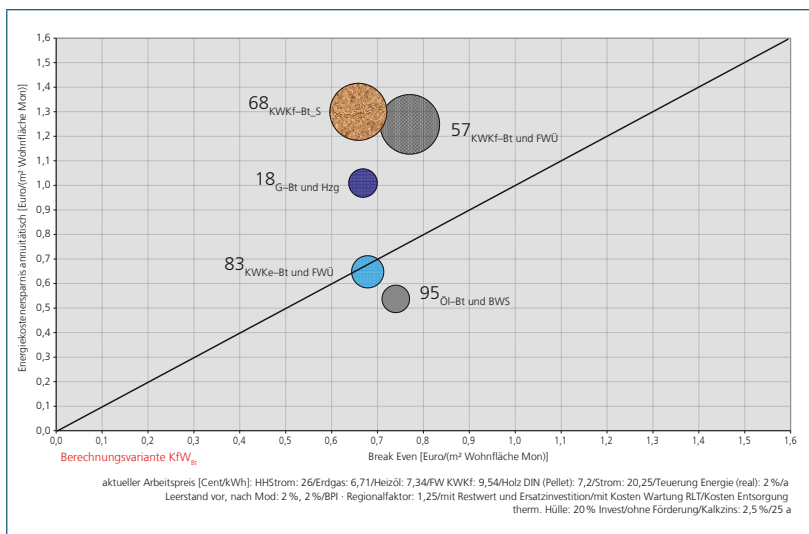


**Abb. 2-17** Break-Even und Energiekostensparnis bei heutigen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW<sub>Bt</sub>

## 2.6.5 Detailauswertung: Standard KfW<sub>Bt</sub>

Abbildung 2-17 zeigt die entsprechenden Ergebnisse für heutige Energiepreise und den energietechnischen Standard KfW<sub>Bt</sub>. Die drei Gebäudetypen 68<sub>KWKf</sub>, 57<sub>KWKf</sub> und 18<sub>G</sub> liegen oberhalb der Winkelhalbierenden. Damit sind die Maßnahmen entsprechend dem Standard KfW<sub>Bt</sub> für diese Gebäudetypen unter den gewählten Rahmenbedingungen bei heutigen Energiepreisen wärmemietenneutral zu realisieren. Im flächengewichteten Mittel aller Modernisierungen auf diesen Standard können die Maßnahmen mit heutigen Energiepreisen wärmemietenneutral realisiert werden (vgl. Abbildung 2-14).

Abbildung 2-18 stellt die entsprechenden Ergebnisse unter Beachtung annuitätischer Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter dar. Diese Sichtweise entspricht eher einer strategischen Ausrichtung, da hier die langfristig zu erwartende Energiekostenentwicklung berücksichtigt ist. Im Vergleich zu Abbildung 2-17 verschieben sich die Kreisflächen parallel zur Ordinate nach oben. Die beiden Gebäudetypen 83<sub>KWKe</sub> und 95<sub>Öl</sub> rücken näher an die Winkelhalbierende. Die Maßnahmen werden somit auf lange Sicht auch für die Mieter in diesen Gebäuden annähernd vorteilhaft.



**Abb.2-18** Break-Even und Energiekostensparnis bei annuitätischen Energiepreisen ohne Förderung, Standard  $KfW_{Bt}$

## 2.6.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden einleitend die Grundlagen zur ökonomischen Bewertung energiesparender Investitionen dargestellt. Dabei kann schon die Auswahl eines Verfahrens das Ergebnis der Bewertung maßgeblich beeinflussen. Letztlich eignen sich lediglich die dynamischen Verfahren, um energiesparende Investitionen in Wohngebäuden zu beurteilen.

Als wesentliches Ergebnis der dynamischen Wirtschaftlichkeitsberechnung kann ein Break-Even berechnet werden, der im Sinne eines dauerhaft zu erzielenden Mehr-Mietertrags erforderlich ist, um die energiesparenden Maßnahmen refinanzieren zu können.

Als Maßstab zur Bewertung kann der Break-Even einer zu erwartenden Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter gegenübergestellt werden. Aus dem Vergleich dieser beiden Kenngrößen kann sowohl eine Aussage über die ökonomische Sinnhaftigkeit als auch über die soziale Verträglichkeit im Sinne einer Warmmietenneutralität getroffen werden.

Unter den hier gewählten Rahmenbedingungen hat sich für das Portfolio der »Wohnstadt« gezeigt, dass sich die energietechnische Modernisierung auf den Standard  $KfW_{55}$  bei heutigen Energiepreisen ohne Förderung nicht warmmietenneutral realisieren lässt: Der erforderliche Break-Even zur



Refinanzierung der Maßnahmen ist höher als die zu erwartende Energiekostensparnis aufseiten der Mieter.

Werden die Ergebnisse der Berechnungen allerdings vor dem Hintergrund einer langfristigen strategischen Entwicklung des Unternehmens betrachtet, dann können die annuitätischen Energiepreise über den Betrachtungszeitraum ermittelt und mit dem Break-Even verglichen werden. Hier zeigt sich, dass das Immobilienportfolio der »Wohnstadt« langfristig zum Vorteil der Mieter als auch zum Vorteil des Unternehmens energietechnisch auf den Standard KfW<sub>55</sub> modernisiert werden kann, denn der erforderliche Break-Even ist geringer als die langfristig zu erwartende Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter.

Im Detail zeigen sich jedoch große Unterschiede bei den einzelnen Gebäudetypen. Während die beiden Gebäudetypen 68<sub>KWKf</sub> und 57<sub>KWKf</sub>, die bezogen auf die Wohnfläche den wesentlichen Anteil des Immobilienportfolios darstellen, unter Berücksichtigung annuitätischer Energiepreise ohne eine Förderung warmmietenneutral auf den Standard KfW<sub>55</sub> modernisiert werden können, liegen bei den weiteren drei Gebäudetypen die annuitätischen Energiekosteneinsparungen unter dem erforderlichen Break-Even. Dennoch stellt sich dieser Standard aus lange Sicht für das Unternehmen vorteilhaft dar, denn diese drei Gebäudetypen repräsentieren letztlich nur eine insgesamt geringe Wohnfläche. Die Ergebnisse fallen jedoch nicht so eindeutig aus wie beim Standard KfW<sub>Bt</sub>.

Eine strategische Festlegung auf den Standard KfW<sub>55</sub> als Vorgabe für zukünftige energietechnische Modernisierungen bringt also Risiken mit sich, denn zukünftige Entwicklungen wurden schlicht als Erwartungswerte definiert, die so auch eintreten werden. Risiken aus einer in der Realität vorliegenden mehr oder weniger großen Abweichung von diesen Erwartungswerten wurden methodisch nicht abgebildet. Es stellt sich somit die Frage, inwieweit Abweichungen von den normativ festgelegten Rahmenbedingungen die Ergebnisse der Berechnungen grundlegend verändern. Wie eine solche Risikomessung im Kontext einer energietechnischen Portfolio-Analyse erfolgen kann, wird im folgenden Kapitel gezeigt.

## 2.7 Risikomessung

Durch Risikomessungen wird auf der Basis verfügbarer Informationen untersucht, wie stark sich Risiken auf die Ergebnisse der Berechnungen auswirken. Dabei kann der Begriff »Risiko« allgemein als das Gegenteil von Sicherheit aufgefasst werden – als Chance oder Gefahr. Der Begriff »Risiko« wird daher synonym verwendet für das negative und das positive Potenzial einer

Unternehmung. Kennzeichnend für ein Risiko ist zudem, dass es mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintritt. Das Risiko lässt sich somit quantifizieren. Dagegen gibt es bei einem Wagnis keine Information über die Eintrittswahrscheinlichkeit und somit keine Quantifizierbarkeit [Union Invest; 2012, S. 7].

## **2.7.1 Quantitative Verfahren deterministischer Natur**

Risikomessungen können sowohl qualitativ als auch quantitativ sein. Für die weitreichenden strategischen Entscheidungen im energietechnischen Portfoliomanagement stellen qualitative Verfahren keine Basis dar. Üblich sind quantitative Verfahren deterministischer Natur.

### **Deterministische Sensitivitätsanalysen**

Ein methodisch einfacher Ansatz zur Bewertung von Risiken sind deterministische Sensitivitätsanalysen. Dazu werden einzelne Merkmale zur Beschreibung von Risiken in ihrer Ausprägung diskret variiert, um deren Einfluss auf das Ergebnis abzubilden. Alle weiteren Einflussgrößen bleiben dabei unverändert (Ceteris-Paribus-Annahme). Entsprechende Analysen zielen darauf ab, die Relevanz einzelner Risiken und deren Einfluss auf das Ergebnis zu erkennen.

In Kapitel 2.6 wurden die relevant erscheinenden Einflussgrößen im Sinne eines wahrscheinlich erscheinenden Trends normativ festgelegt. So wurde z. B. für die Energiepreissteigerung ein Erwartungswert von 2 %/a normativ festgelegt. Auf dieser Basis wurde ein einzelnes Szenario berechnet. Dieses eine Szenario könnte nun durch eine Vielzahl weiterer Szenarien ergänzt werden, indem jeweils eine oder mehrere Einflussgrößen wie z.B. der Betrachtungszeitraum, die Investitionskosten, oder der Kalkulationszins sprunghaft verändert werden. Darüber hinaus könnten auch Risiken in den Berechnungen unberücksichtigt bleiben, indem z. B. mit oder ohne Restwerte und Ersatzinvestitionen gerechnet wird.

### **Deterministische Szenarioanalysen**

Die Szenarien stellen mögliche Bandbreiten zukünftiger Entwicklungen unter veränderten Annahmen dar. Die Streuung der Szenarien ist ein Maß für das Risiko der Entscheidung. Zumeist werden hierfür deterministische Szenarien im Sinne von »Best Case« als vorteilhafteste Entwicklung, »Trend« als eine Fortschreibung der bisherigen Entwicklung und »Worst Case« als unvorteilhafteste Entwicklung angenommen. Die Bandbreite der Ergebnisse liefert

einen Zielerreichungskorridor, innerhalb dessen realistisch erscheinende Entwicklungen liegen werden.

Derartige Szenarien sind ein wirkungsvolles Instrument, um der Interpretation von Analysen im Sinne einfacher Kausalketten entgegenzuwirken. Die Erfahrung zeigt, dass die Darstellung möglicher Entwicklungen mit den dahinter liegenden Annahmen zur vorsichtigen Interpretation von Analysen beiträgt [Fischer; 2009, S. 90].

### **Grenzen der deterministischen Verfahren**

Vor dem Hintergrund der Komplexität immobilienwirtschaftlicher Zusammenhänge muss berücksichtigt werden, dass die Wirkungen einzelner Risiken nicht losgelöst voneinander beurteilt werden können, sondern sich durch positive und negative Rückkopplungen untereinander beeinflussen. Diese Effekte können in den deterministischen Verfahren der Risikomessung nur sehr bedingt abgebildet werden, denn es besteht die Gefahr, den Überblick über die einzelnen Szenarien zu verlieren. Zudem kann auf Basis der deterministischen Verfahren keine Aussage darüber getroffen werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Szenario eintreten wird.

### **2.7.2 Stochastische Verfahren – Monte-Carlo-Simulation**

Stochastische Verfahren der Risikomessung beruhen auf dem »Gesetz der großen Zahlen«. Das »Gesetz der großen Zahlen« besagt in seiner einfachsten Form, dass sich die relative Häufigkeit eines Zufallsergebnisses in der Regel um die theoretische Wahrscheinlichkeit eines Zufallsergebnisses stabilisiert, wenn das zugrunde liegende Zufallsexperiment immer wieder unter denselben Voraussetzungen durchgeführt wird. Dies ist der methodische Ansatz der stochastischen Risikomessung oder auch der sogenannten Monte-Carlo-Simulation.

Bei einer Monte-Carlo-Simulation werden durch Zufallszahlen stochastische Stichproben möglicher Szenarien erzeugt. Es wird quasi eine repräsentative Stichprobe aller möglichen Risikoszenarien generiert und ausgewertet. Die Analyse liefert nicht nur eine Aussage darüber, welches Ergebnis sich einstellen wird, sondern auch mit welcher Wahrscheinlichkeit. Die Monte-Carlo-Simulation basiert auf der Aggregation von Einzelrisiken mit ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit und unterscheidet sich somit grundlegend vom Ergebnis deterministischer Verfahren zur Risikomessung, die methodisch nicht mit Eintrittswahrscheinlichkeiten rechnen.

Die Monte-Carlo-Simulation setzt voraus, dass die relevanten Einzelrisiken stochastischer Natur sind oder durch stochastische Modelle beschrieben

werden können. Ein solches stochastisches Modell ist die Normalverteilung als eine der häufigsten Wahrscheinlichkeitsverteilungen.<sup>11</sup> Eine Normalverteilung ist symmetrisch. Positive wie negative Abweichungen von Erwartungswert sind gleich wahrscheinlich. Ein Beispiel: Der Energieverbrauch eines Gebäudes wird über das individuelle Nutzerverhalten bestimmt, das sich z. B. im individuellen Haushaltsstromverbrauch abbildet. Sind in einem großen Mehrfamilienhaus viele Wohnungen bewohnt und ist der individuelle Haushaltsstromverbrauch der Nutzer voneinander unabhängig, dann ist der Haushaltsstromverbrauch in den Wohnungen normalverteilt um den Erwartungswert.

Ein Vorteil der Monte-Carlo-Simulation liegt darin, dass sich das Verfahren für beliebige Arten von Wahrscheinlichkeitsverteilungen durchführen lässt. So kann in der Praxis auch eine asymmetrische Verteilung wie die Log-Normalverteilung relevant sein. Zum Beispiel wird bei zunehmender Erfahrung mit hochwertigen energietechnischen Modernisierungen tendenziell ein Absinken der Kosten wahrscheinlicher als ein Kostenanstieg. Dieser Effekt kann zu einer asymmetrischen Verteilung führen.

Für die in dargestellten Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation wurden beispielhaft zu den folgenden Merkmalen Erwartungswerte und Standardabweichungen festgelegt. Die Erwartungswerte entsprechen dabei den in Kapitel 2.6.2 definierten Rahmenbedingungen; die Standardabweichungen wurden von den Autoren festgelegt. Vereinfachend wurden alle Ausprägungen der Merkmale als normalverteilt angesehen.

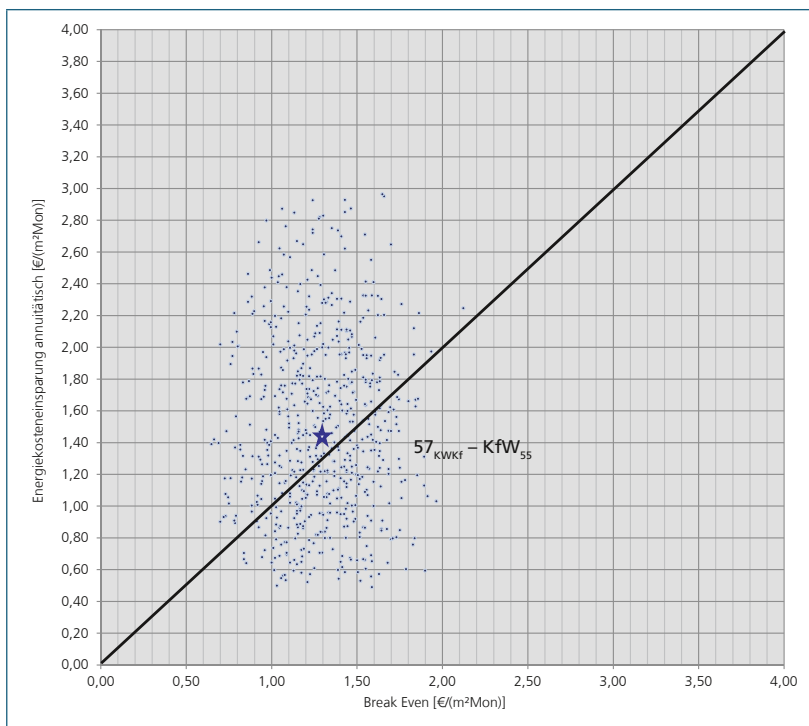
- Da sich über den langfristigen Betrachtungszeitraum die Bedingungen für die Finanzierung der Maßnahmen ändern können, wurde für den Kalkulationszinssatz eine Standardabweichung von 0,5 %/a vom Erwartungswert 2 %/a angenommen.
- Stark volatil ist die Energiepreisentwicklung. Um diesen Effekt zu berücksichtigen, wurde ausgehend von einem Erwartungswert von 2 %/a eine große Standardabweichung von 1 %/a angesetzt.

11 Die Normalverteilung wird angegeben durch die Parameter Erwartungswert  $\mu$  und die Standardabweichung  $\sigma$ . Die Normalverteilung besitzt die Eigenschaft, dass ca. 68,3 % aller Beobachtungswerte im Bereich von  $\mu \pm 1 \cdot \sigma$  und ca. 95,5 % aller Beobachtungswerte im Bereich von  $\mu \pm 2 \cdot \sigma$  liegen. Die Standardabweichung hat (im Gegensatz zur Varianz) die gleiche Dimension wie der Erwartungswert und kann daher leicht interpretiert werden: Die Standardabweichung ist ein Maß für das Risiko im Sinne einer Abweichung vom Erwartungswert und quantifiziert das Ausmaß der Schwankung einer risikobehafteten Größe. Sie ist ein Volatilitätsmaß. Der Erwartungswert ist dagegen ein Maß für das Zentrum der Verteilung.

- Für den stark volatilen aktuellen Arbeitspreis für Energie wurde eine Standardabweichung um 20 % vom Erwartungswert angenommen.
- Ein Risiko resultiert aus dem Verfehlen des angestrebten Endenergiebedarfs nach der energietechnischen Modernisierung. Daher wird der rechnerisch ermittelte Endenergiebedarf für die Beheizung nach der energietechnischen Modernisierung mit einer Standardabweichung von 15 % um den Erwartungswert variiert.
- Normalverteilte Risiken aus Abweichungen von den erwarteten Kosten wurden über die Standardabweichung von 0,25 zum Regionalfaktor von 1,25 berücksichtigt.

Abbildung 2-19 zeigt die Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation auf Basis von 680 Iterationen für die Gebäudetypen  $57_{\text{KWKf}}$  bei der Modernisierung auf den energietechnischen Standard  $\text{KfW}_{55}$ . Auf der Ordinate ist die zu erwartende annuitätische Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter aufgetragen. Da die Analysen als eine Basis für die langfristige strategische Ausrichtung des Unternehmens herangezogen werden sollen, wird hier bewusst nicht die zu erwartende Energiekosteneinsparung bei heutigen Energiepreisen als Maßstab herangezogen. Der Grund liegt darin, dass Risiken aus zukünftig wahrscheinlich erscheinenden Entwicklungen in Bezug auf den Energiepreis dann nicht berücksichtigt wären. Als Vergleich ist auf der Abszisse der erforderliche Break-Even zur Refinanzierung der Maßnahmen dargestellt. Der blaue Stern entspricht dem Ergebnis der Berechnungen aus der »klassischen« Wirtschaftlichkeitsberechnung nach Kapitel 2.6.4, Abbildung 2-16, für den Gebäudetyp  $57_{\text{KWKf}}$ .

Abbildung 2-19 zeigt anschaulich die Streuung der zu erwartenden Ergebnisse unter Berücksichtigung der hier beispielhaft als relevant erachteten normalverteilten Risiken. Es zeigt sich, dass unter Berücksichtigung dieser Risiken die Modernisierung auf den energietechnischen Standard  $\text{KfW}_{55}$  für den Gebäudetyp  $57_{\text{KWKf}}$  in großer Mehrzahl der Fälle warmmietenneutral realisiert werden kann, sofern die annuitätische Energiekosteneinsparnis als Maßstab genommen wird. Die entsprechenden Wertepaare liegen in ihrer Mehrheit oberhalb der Winkelhalbierenden, die zu erwartende annuitätische Energiekosteneinsparung ist zumeist größer als der erforderliche Break-Even. Es gibt aber auch viele Konstellationen von Risiken, die dazu führen, dass die energietechnischen Modernisierungen nicht warmmietenneutral realisiert werden können. Die entsprechenden Wertepaare liegen unterhalb der Winkelhalbierenden.



**Abb.2-19** Ergebnisse einer Monte-Carlo-Simulation ( $n = 680$ ), Gebäudetyp:  $57_{KWKf}$ , energietechnischer Standard:  $KfW_{55}$

Aufgrund der großen Risiken aus den Energiepreisen und deren Entwicklung variiert die mögliche annuitätische Energiekosteneinsparung in einem großen Intervall. Vergleichsweise geringer sind die Risiken auf den Break-Even.<sup>12</sup> Diese Effekte führen letztlich zu einer Streckung der Punktwolke über die Ordinate.

Insgesamt fällt die große Streuung der Punktwolke auf. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass aus dem Ergebnis einer Modernisierung nicht auf die Wirtschaftlichkeit einer anderen Modernisierung geschlossen werden kann. Vielmehr entsteht erst aus einer Vielzahl durchgeführter Modernisierungen

12 Dabei sind jedoch die in der Praxis tatsächlich zu erwartenden größeren Kostenrisiken aus dem umfangreichen Eingriff in die Gebäudesubstanz für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung zu beachten. Zudem entstehen Risiken aus der unzureichenden Datenbasis. So besteht z. B. ein Fehler aus dem Flächenschätzverfahren in Bezug auf die tatsächlichen zu modernisierenden Bauteilflächen von etwa  $\pm 15\%$  (vgl. Kapitel 2.3.1).

ein Gesamtbild, das eine Aussage über die ökonomische Sinnhaftigkeit der Maßnahme zulässt.

### 2.7.3 Zusammenfassung

Die Risikomessung im Kontext energietechnischer Modernisierungen erfolgt in der Regel über deterministische Sensitivitätsanalysen, um den Einfluss einzelner Risiken einzuschätzen, oder über deterministische Szenarioanalysen, um Korridore der Entwicklungen im Sinne von Best Case, Trend und Worst Case abzubilden. Die dargestellten Ergebnisse der deterministischen Analysen auf Basis normativ festgelegter Rahmenbedingungen berücksichtigen jedoch nicht die Vielzahl wohnungswirtschaftlicher Risiken und deren Interdependenzen. Vielmehr resultieren die Ergebnisse aus einer stark vereinfachten Abbildung der immobilienwirtschaftlichen Realität.

Ergänzend wurde hier daher auf das Erkenntnispotenzial aus stochastischen Risikomessungen hingewiesen. Der große Vorteil dieser Analysen liegt in der anschaulichen Darstellung von möglichen Ergebniszuständen unter Berücksichtigung von Risiken und deren Interdependenzen. Die Darstellungen der Ergebniszustände als Punktwolke bildet die Realität weitaus besser ab als die Dokumentation von definierten Einzelergebnissen auf Basis normativ festgelegter Rahmenbedingungen im Kontext deterministischer Analysen. Grundlage für deterministische oder stochastische Verfahren der Risikomessungen ist jedoch eine systematische und umfassende Risikoanalyse, um für eine realistischere Abbildung der Realität relevant erscheinende immobilienwirtschaftliche Risiken tatsächlich zu erkennen und bestehende Interdependenzen in den Analysen berücksichtigen zu können. Es stellt sich somit die Frage, ob für die Risikomessung im Kontext energietechnischer Modernisierungen tatsächlich alle relevanten Risiken erfasst wurden. So liegt es nahe, dass aus schwer quantifizierbaren Parametern Risiken im Sinne von Chancen oder Gefahren auf die langfristige Nutzung von Wohngebäuden erwachsen. Solche schwer quantifizierbaren Parameter können zum Beispiel das Raumklima (thermische Behaglichkeit), der Komfort (Bedienung der Anlagentechnik), Sicherheitsaspekte (Versorgungssicherheit) oder Umweltkriterien (lokale Emission und damit Schutz der menschlichen Gesundheit und der betroffenen Ökosysteme) sein. Diese Risiken wurden bis hierher in der Portfolio-Analyse nicht berücksichtigt, denn die quantitative Beschreibung dieser Risiken im Kontext energietechnischer Portfolio-Analysen erfordert eine umfangreiche Datenbasis, die in den meisten Unternehmen der Wohnungswirtschaft nicht vorliegt.

## 2.8 Handlungsempfehlungen und Berichterstattung

Nachhaltigkeit impliziert ein ausgewogenes Verhältnis zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien.

- Die Empfehlungen als Ergebnis einer energietechnischen Portfolio-Analyse müssen wirtschaftlich darstellbar sein. Dies bedeutet unter anderem, dass die erforderlichen Mieterhöhungen am Markt durchzusetzen sind.
- Gleichzeitig müssen die Kostenbelastungen für die Mieter zumutbar bleiben. Damit sollten die Energiekosteneinsparungen für die Mieter in einem ausgewogenen Verhältnis zu Mieterhöhungen infolge der (energiebedingten) Modernisierung stehen.
- Zudem müssen die energietechnischen Standards Klimaschutzpolitischen Herausforderungen genügen.

### Handlungsempfehlungen

Eine nachhaltige Strategie der energietechnischen Modernisierung bedeutet, diese unterschiedlichen Aspekte der Nachhaltigkeit in einem ausgewogenen Verhältnis zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund können die Ergebnisse der Analysen wie folgt zusammengefasst werden:

- **Endenergieverbrauch und Energiekosten**  
Der durchschnittliche Endenergieverbrauch der Wohngebäude der »Wohnstadt« liegt mit derzeit  $161 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  für Heizung und Warmwasser etwas über dem durchschnittlichen Verbrauch vergleichbarer Gebäude. Gleiches gilt für die Energiekosten für Heizung und Warmwasser von durchschnittlich  $1,23 \text{ €/}(\text{m}^2_{\text{WfA}}\text{Mon})$ . Besonders hoch sind der Energieverbrauch und die Kosten jedoch in den Gebäudetypen  $57_{\text{KWKf}}$  und  $68_{\text{KWKf}}$ , die zusammen etwa zwei Drittel der Wohnfläche der »Wohnstadt« abdecken.
- **Erfolge bisheriger energietechnischer Modernisierungen**  
Mit den bisher durchgeführten energietechnischen Modernisierungen konnte der Energieverbrauch gegenüber den energietechnisch nicht modernisierten Gebäuden von etwa  $190 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  auf  $104 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WfA}})$  deutlich reduziert werden.
- **Empfehlungen zum übergeordneten Standard der energietechnischen Modernisierung**  
Ohne Inanspruchnahme einer Förderung kann im Bereich der umfassenden energietechnischen Modernisierung ein Niveau entsprechend dem Förderstandard »KfW-Effizienzhaus 55« nach dem KfW-Förderprogramm 430



»Energieeffizient Sanieren« (Stand 04/2018) als nachhaltig angesehen werden. Das bedeutet, dass die energietechnische Modernisierung vor dem Hintergrund der klimapolitischen Erfordernisse ökologisch vertretbar, unter den gewählten Rahmenbedingungen auch ohne Förderung ökonomisch sinnvoll für das Unternehmen und für die Mieter im Sinne einer langfristig zu erwartenden Warmmietenneutralität sozial verträglich ist. Weitere Potenziale können darüber hinaus durch den grundlegenden Umbau des Energieversorgungssystems erschlossen werden.

- **Einsparpotenziale**

Gegenüber dem heutigen Endenergiebedarf für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom kann bei einer energietechnischen Vollmodernisierungsrate von 2 %/a (bezogen auf die Wohnfläche) der Endenergiebedarf im Verlauf von 30 Jahren von heute 192 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wfla</sub>) auf 112 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Wfla</sub>) gesenkt werden. Besonders hoch sind die Einsparpotenziale in den Gebäudetypen 57<sub>KWKf</sub> und 68<sub>KWKf</sub>.

Die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen können von derzeit 57,1 g/(m<sup>2</sup><sub>Wfla</sub>) auf 36,8 kg/(m<sup>2</sup><sub>Wfla</sub>) verringert werden, sofern heutige CO<sub>2</sub>-Faktoren zugrunde gelegt werden. Unter Berücksichtigung zukünftiger CO<sub>2</sub>-Faktoren können diese sogar auf 5,8 kg/(m<sup>2</sup><sub>Wfla</sub>) reduziert werden. Dies bedingt jedoch den vollständigen Umbau des derzeitigen Kraftwerkparks hin zu regenerativen Energieträgern.

- **Kosten der energietechnischen Modernisierung**

Die mit der energietechnischen Modernisierung verbundenen Vollkosten betragen bei der angesetzten energietechnischen Vollmodernisierungsrate von 2 %/a (bezogen auf die Wohnfläche) etwa 1,17 Mio. €/a. Darin enthalten sind energiebedingte Kosten der Modernisierung von etwa 0,59 Mio. €/a.

In diesen Kosten sind die Kosten für zusätzliche den Wohnwert steigernde Maßnahmen nicht enthalten. In der Praxis werden jedoch energietechnische Maßnahmen zur baulichen und anlagentechnischen Instandsetzung bzw. Modernisierung häufig mit weiteren Wohnwert verbessernden Maßnahmen verknüpft. Dies bedeutet, dass für das Unternehmen zum Zeitpunkt der energietechnischen Modernisierung neben den energierelevanten Kosten weitere Kosten entstehen, die finanziert werden müssen.

- **Break-Even und Energiekosteneinsparung**

Der erforderliche Break-Even zur Refinanzierung der Kosten aus der energietechnischen Modernisierung beträgt unter Berücksichtigung von Restwerten am Ende des Betrachtungszeitraums 1,19 €/m<sup>2</sup>Mon), bezogen auf die energietechnisch modernisierte Wohnfläche. Die Erträge zur Refinanzierung der energiebedingten Mehrkosten sollen somit vollständig aus den energietechnisch modernisierten Gebäuden erwirtschaftet werden.

Werden Restwerte am Ende des Betrachtungszeitraums nicht berücksichtigt, so steigt der erforderliche Break-Even auf 1,24 €/m<sup>2</sup>Mon). Eine mögliche investive Förderung der Maßnahmen ist bei den Berechnungen nicht berücksichtigt. Die mit den Maßnahmen verbundene Energiekosteneinsparung aufseiten der Mieter beträgt im flächengewichteten Mittel bei heutigen Energiepreisen 0,93 €/m<sup>2</sup>Mon) und bei annuitätischen Energiepreisen 1,27 €/m<sup>2</sup>Mon).

- **Risikomessung**

Die Wirkung immobilienwirtschaftlicher Risiken kann nicht losgelöst voneinander beurteilt werden, denn Risiken können sich durch positive oder auch negative Rückkopplungen untereinander verstärken. Diese Effekte können über deterministische Verfahren der Risikomessung nur bedingt abgebildet werden.

Um der Komplexität immobilienwirtschaftlicher Zusammenhänge gerecht zu werden, sollte die Risikomessung auf Basis stochastischer Verfahren erfolgen. Der große Vorteil dieser Verfahren liegt in der anschaulichen Darstellung möglicher Ergebniszustände als Punktwolke, mit der die Realität weitaus besser abgebildet werden kann. Grundlage ist jedoch eine systematische und umfassende Risikoanalyse, um relevante Risiken tatsächlich zu erkennen und bestehende Interdependenzen in der Analyse berücksichtigen zu können.

## **Berichterstattung**

In Kapitel 1.4 wurden Kriterien einer Nachhaltigkeitsberichterstattung entsprechend den branchenspezifischen Ergänzungen zum DNK vorgestellt.

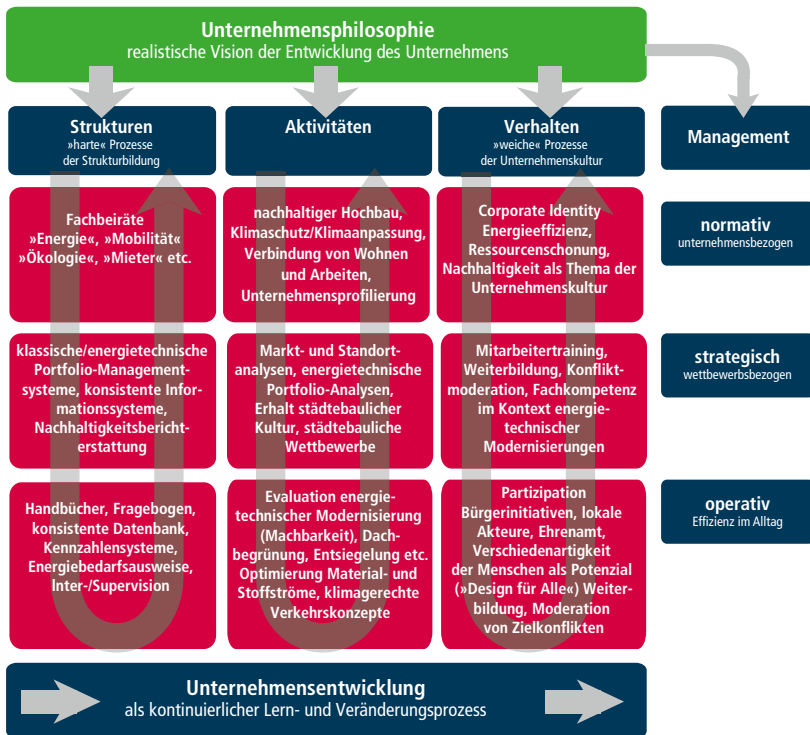
- Die ersten vier der in Abbildung 1-1 dargestellten Kriterien beziehen sich auf strategische Analysen. Es wird empfohlen, konkrete energietechnische Sanierungsziele zu benennen. Mit dem hier vorgestellten Prozedere können diese Sanierungsziele als Ergebnis der energietechnischen Portfolio-Analyse quantitativ benannt werden.
- Die letzten drei der in Abbildung 1-1 dargestellten Kriterien beziehen sich auf die Kategorie Umwelt. Hier soll qualitativ und quantitativ dargestellt werden, in welchem Umfang natürliche Ressourcen in Anspruch genommen werden. Dies betrifft z.B. Aussagen zum heutigen und zukünftigen Wasser- und Energieverbrauch oder auch zum Abfallaufkommen. Grundsätzlich ist es möglich, die Datenbasis der hier vorgestellten energietechnischen Portfolio-Analyse so zu erweitern, dass die entsprechenden Kennzahlen für die Nachhaltigkeitsberichterstattung ermittelt werden können.

Darüber hinaus wird im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichterstattung nach Kriterien gefragt, die sich auf das Prozessmanagement beziehen. Es gilt zu beschreiben, wie eine Nachhaltigkeitsstrategie z.B. in den Bereichen Bestandsmanagement und Portfoliomanagement umgesetzt wird und wie in diesem Zusammenhang Anspruchsgruppen beteiligt werden.

Diese Fragestellungen gehen weit über die hier vorgestellte energietechnische Portfolio-Analyse hinaus. Die Frage ist letztlich: Wie kann der als Ergebnis einer statischen energietechnischen Portfolio-Analyse empfohlene Standard der energietechnischen Modernisierung in konkrete Handlungsempfehlungen für das operative Geschäft übersetzt werden und wie können die Erfahrungen aus dem operativen Geschäft zur Validierung der empfohlenen Standards auf strategischer Ebene genutzt werden? Es gilt, die energietechnische Portfolio-Analyse in den dynamischen Prozess eines umfassenden energietechnischen Portfoliomanagements unter Beteiligung der Anspruchsgruppen in die bestehenden Strukturen des Unternehmens zu integrieren. Im abschließenden Kapitel des Leitfadens wird im Sinne eines Ausblicks hierzu ein Lösungsansatz skizziert.

### 3 Von der energietechnischen Potenzialanalyse zur nachhaltigen Entwicklung des Unternehmens

Neben einem strukturierten Managementprozess gibt es weitere Determinanten auf die Entwicklung des Unternehmens wie z.B. das Verhalten der unternehmensinternen und externen Beteiligten oder die unternehmensinternen Strukturen. Diese und andere Determinanten können in der Struktur des St. Galler Management-Konzepts abgebildet werden.



**Abb.3-1** Stark vereinfachte Abbildung des St. Galler Management-Konzepts; die energierelevanten Prozesse werden in den roten Feldern dargestellt

## Das St. Galler Management-Konzept

Die Entwicklung des St. Galler Management-Konzepts begann in den 1980er-Jahren entwickelt und kommt aus der systemorientierten Managementlehre. Es begreift ein Unternehmen als ein System von Prozessen zwischen einer Unternehmensphilosophie und der Unternehmensentwicklung. Dabei sind Prozesse routinemäßige Abläufe im Alltagsgeschehen einer Unternehmung. Das St. Galler-Management-Konzept bietet einen ganzheitlichen Orientierungsrahmen zu den Abläufen in einem Unternehmen und dem Zusammenspiel der Unternehmensbereiche. Eine stark vereinfachte Struktur des St. Galler Management-Konzepts ist in Abbildung 3-1 dargestellt.<sup>13</sup>

Die Unternehmensphilosophie ist die Basis für die Entwicklung des Unternehmens. Hier wird beschrieben, welchen grundlegenden Werten, Normen und Idealen sich das Unternehmen verpflichtet fühlt. Die Unternehmensphilosophie ist die grundlegende Richtschnur oder Vision für das Management, die auch als regulative Idee bezeichnet werden kann.<sup>14</sup> Im St. Galler Management-Konzept können die Beziehungen der Prozesse untereinander strukturiert dargestellt werden. Dazu werden die Prozesse drei Säulen zugeordnet:

- In der Säule der Aktivitäten wird die Unternehmensphilosophie konkretisiert zu einer Unternehmenspolitik mit dem Ziel, externe Einflüsse wie z. B. die Gesetzgebung oder die Bedürfnisse der Stakeholder des Unternehmens mit der Vision der Unternehmensphilosophie in Einklang zu bringen. Diese Unternehmenspolitik bildet sich in strategischen Programmen zur gezielten Entwicklung von Erfolgspotenzialen ab, die zu Aufträgen auf operativer Ebene führen.
- Die Säule der Strukturen konkretisiert die Unternehmensphilosophie zu einer »harten« normativen Unternehmensverfassung. Hier wird z. B. die Rechtsform des Unternehmens festgeschrieben. Über Satzungen und Statuten werden die Aufgaben wesentlicher Organe des Unternehmens beschrieben. Angepasste Managementsysteme stellen die erforderlichen Informationen bereit und unterstützen die gerichtete Entwicklung des Unternehmens durch klare Strukturen und Organisationsprozesse.
- In der Säule des Verhaltens wird die Unternehmenspolitik vor dem Hintergrund der Unternehmensphilosophie konkretisiert zu einer Unternehmenskultur, die sich in eher weichen Prozessen abbildet. Die Unternehmenskultur

13 Das St. Galler Management-Konzept wird hier sehr vereinfacht in seiner grundlegenden Struktur erläutert. Für weitergehenden Informationen sei auf die umfangreich vorliegende Literatur verwiesen, z. B. [Rüegg-Stürm; 2004]]

14 [Carnau; 2011, S. 17]

ist gleichsam der Gegenpol zur eher harten Unternehmensverfassung. Diese Unternehmenskultur zeigt sich sowohl im Problemlösungsverhalten bei der Entwicklung übergeordneter Strategien als auch beim Leistungs- und Kooperationsverhalten. Über eine entsprechende Unternehmenskultur werden auf der Grundlage des im Unternehmen vorhandenen Wissens, der Fähigkeiten und der Einstellungen der Beteiligten Normen und Erfahrungen aus der Vergangenheit in die Zukunft transformiert (Stichwort: Corporate Identity). Diesen Prozess zu unterstützen ist eine Aufgabe der Unternehmenspolitik durch die Formulierung entsprechender Leitideen. Über die Säule des Verhaltens wird so der anthropozentrische Aspekt des St. Galler Management-Konzepts betont, das neben harten Strukturen explizit auch die weichen Erfolgsdeterminanten einer nachhaltigen Entwicklung erfasst.

Vor dem Hintergrund der Unternehmensphilosophie kann die Entwicklung des Unternehmens weiter in drei vertikale Ebenen untergliedert werden.

- Auf der Ebene des normativen Managements wird das Selbstverständnis des Unternehmens konkretisiert. Dieses normative Management ist vorwiegend unternehmensbezogen. Diese Ebene wird stark von externen Einflüssen tangiert, aber auch über Wertvorstellungen und Haltungen des internen Personals. Letztlich münden die Vorgaben aus dem normativen und strategischen Management in konkrete Maßnahmen auf operativer Ebene, die von handelnden Personen vor Ort realisiert werden müssen. Hier geht es somit um Prozesse, die grundlegend eine Richtung der energietechnischen bzw. nachhaltigen Entwicklung beschreiben. In der Säule des Verhaltens wäre das z.B. eine Corporate Identity, in der die grundlegenden Einstellungen zum Umgang mit der Thematik Energie- und Ressourcenschonung beschrieben sind. Beim normativen Management geht es aber auch um Satzungen und Statuten für Fachbeiräte und Arbeitsgruppen, die in der Säule der Strukturen verankert werden können. Die Säule der Aktivitäten betreffen beispielsweise grundlegende Festlegungen zur nachhaltigen Entwicklung von Gebäuden oder Quartieren und das Setzen von Rahmenbedingungen für die Verbindung von Wohnen und Arbeiten.
- Auf der Ebene des strategischen Managements geht es um das Erkennen von Risiken im Wettbewerb mit Konkurrenten. Das strategische Management ist somit vorwiegend wettbewerbsbezogen. Hier geht es in der Säule der Strukturen z. B. um Informationssysteme für das klassische und das energietechnische Portfoliomanagement oder die Nachhaltigkeitsberichterstattung. In die Säule der Aktivitäten können

Prozesse wie klassische Markt- und Standortanalysen oder energietechnische Portfolio- und Risikoanalysen eingeordnet werden. Hier kann es aber auch um die Profilierung des Unternehmens im Kontext städtebaulicher Maßnahmen oder Wettbewerbe gehen. In der Säule des Verhaltens geht es z. B. um die Bereitschaft zur Weiterbildung im Kontext der energietechnischen Modernisierung.

- Die Vorgaben aus dem normativen und strategischen Management münden in konkrete Maßnahmen auf operativer Ebene, die von handelnden Personen vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen realisiert werden müssen. Das operative Management zielt darauf ab, diese Prozesse im Alltagsgeschäft effizient zu gestalten.

In der Säule der Strukturen geht es z. B. um den Aufbau und die kontinuierliche Pflege konsistenter Datenbanken oder Kennzahlensysteme als Basis für klassische oder auch energietechnische Portfolio-Analysen. In der Säule der Aktivitäten geht es z. B. um den Prozess der Evaluation energietechnischer Modernisierungen oder um Basisinformationen für stochastische Risikomessungen. Im Kontext des Wohnens kann es hier aber auch um die Mitwirkung bei der Entwicklung klimagerechter Verkehrskonzepte gehen. In der Säule des Verhaltens geht es z. B. um den Umgang mit externen Stakeholdern wie Mietern oder auch Bauprozessbeteiligten und die Moderation von Zielkonflikten.

Die Unternehmensentwicklung im Zeitverlauf kann als eine dynamische Dimension des Ansatzes interpretiert werden, denn der iterative Managementprozess auf normativer, strategischer und operativer Ebene ist mit einem kontinuierlichen Lernprozess verbunden, der auf die einzelnen Prozesse verändernd wirkt. Eine nachhaltige Entwicklung ist in diesem Sinne ein dauerhafter und kontinuierlicher Veränderungs- und Verbesserungsprozess, der sich im Laufe der Zeit sowohl im Verhalten der Unternehmensangehörigen als auch in den Strukturen des Unternehmens widerspiegelt.

Die Harmonisierung der Module innerhalb der jeweiligen Dimension ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Unternehmensführung. Um die Tatsache zu unterstreichen, dass es sich beim St. Galler-Management-Konzept nicht um einen hierarchischen Top-down-Ansatz handelt, sind die Beziehungen zwischen den Dimensionen in Abbildung 3-1 als Feedback-Schleifen dargestellt.

## **Nachhaltige Entwicklung als Lernprozess**

Während das normative und das strategische Management übergreifend gestaltend wirken, ist es Aufgabe des operativen Managements, die normativen und strategischen Vorgaben in die Praxis umzusetzen. Insofern stellen

das normative, strategische und operative Management Elemente eines integrierten Gesamtkonzepts dar. Denn die konzeptionellen Vorgaben des normativen und strategischen Managements sind einerseits wegweisend für das operative Management. Andererseits können sich unvorhergesehene Ereignisse im Unternehmensalltag als relevante Hindernisse für die geplante Umsetzung in die Praxis erweisen und zwangsläufig zu Änderungen der Vorgaben und Strategien führen. Diese Erkenntnisse ergeben sich in der Regel erst aus der praktischen Erfahrung im Umgang mit der konkreten Problemstellung des betrieblichen Alltags auf der operativen Ebene. Zwischen der Konzeption von Strategien und der operativen Entwicklung von Problemlösungen besteht daher eine enge Wechselbeziehung.

Ein wesentliches Merkmal des Lernens ist es, den unternehmensspezifischen Veränderungs- und Lernprozess auf normativer, strategischer und operativer Ebene zu berücksichtigen. Die nachhaltige Entwicklung eines Unternehmens geht entsprechend nicht ohne die enge Verknüpfung von gestaltendem normativem und strategischem Management mit dem umsetzenden operativen Management im Rahmen eines integrativen Nachhaltigkeitsmanagements.<sup>15</sup> Insofern ist auch das St. Galler-Management-Konzept prozessorientiert angelegt. Feedback-Schleifen sind ein wesentliches Element des Lernens und der kontinuierlichen Entwicklung. In der Folge werden Strukturen und Arbeitsabläufe auf Basis gewonnener Erfahrungen verändert und sukzessive optimiert. Dieser kontinuierliche Veränderungs- und Lernprozess zeigt sich sowohl im Verhalten und der fachlichen Kompetenz der beteiligten Akteure als auch in der Organisationsstruktur des Unternehmens und kann im Laufe der Entwicklung zu veränderten normativen Vorgaben und einer modifizierten Unternehmensphilosophie führen.

In der Praxis führt dieser kontinuierliche Prozess des Lernens letztlich zu einer Neuordnung der Befugnisse und ist häufig mit Konflikten verbunden. Hier greifen die weichen Faktoren in der Säule des Verhaltens im St. Galler-Management-Konzept flankierend zu den harten strukturellen Fakten. Der Veränderungsprozess muss die Befindlichkeiten der Betroffenen durch weiche Maßnahmen berücksichtigen. Dazu gehören als Elemente einer Unternehmenskultur z. B. Maßnahmen zur Moderation von Interessens- und Zielkonflikten oder Angebote zur Weiterbildung.

## **Nachhaltige Entwicklung als langfristiger Veränderungsprozess**

Die nachhaltige Unternehmensentwicklung ist somit ein dauerhafter kontinuierlicher Verbesserungs- und Veränderungsprozess, der sich im Laufe der Zeit sowohl im Verhalten der Unternehmensangehörigen als auch in der

---

<sup>15</sup> nach [Carnau; 2011, S. 32]



Organisation des Unternehmens niederschlägt. Für den Weg dorthin lassen sich lediglich grundlegende Ansätze aber keine verbindlichen Handlungsempfehlungen darstellen, denn dafür ist die Aufgabenstellung einerseits zu komplex, andererseits zu sehr vom Einzelfall abhängig.

*»Es kann jedoch keine verbindlichen Handlungsanweisungen für den Aufbau und die Anwendung eines Nachhaltigkeits-Management-Systems geben, in denen bereits alles weitgehend geregelt ist. Dafür ist die Aufgabenstellung einerseits zu undifferenziert komplex, andererseits zu sehr vom Einzelfall abhängig. Denn jedes Unternehmen geht von einer unterschiedlichen Basis und Zielvorstellung aus. Es muss seinen individuellen Weg zu einem passenden Management-System finden und konsequent gehen. Hier können lediglich Ideen skizziert werden, die unternehmensspezifisch modifiziert, konkretisiert und umgesetzt werden müssen.«* [Carnau; 2011, S. 361]

Nach der Erfahrung der Autoren bedeutet eine nachhaltige Entwicklung eines Unternehmens, einen jahrelangen Weg aus kleinen Fortschritten und Veränderungen zu gehen. Dies erfordert Ausdauer und Engagement zentraler Akteure, die zudem in der Lage sind, andere für diesen Weg zu begeistern. Dies setzt aber auch bei allen Beteiligten die Bereitschaft für notwendige Veränderungen voraus, die vor dem Hintergrund der Unternehmensphilosophie sowohl in der Unternehmensverfassung, der Unternehmenskultur als auch in der Unternehmenspolitik zum Ausdruck kommen muss. Entsprechend muss der Weg der nachhaltigen Entwicklung des Unternehmens und seines Umfelds auf Basis der Unternehmensphilosophie über das normative Management vorgezeichnet werden. Organisatorische Voraussetzungen müssen geschaffen werden, um die Entwicklung über strategische Vorgaben zu konkretisieren.

In diesem Sinne zeigt der Leitfaden »Energietechnische Portfolio-Analyse« lediglich einen Weg auf, eine qualifizierte Grundlage für die nachhaltige Entwicklung von Unternehmen angesichts aktueller klimapolitischer Herausforderungen zu schaffen. Es gilt, die Ergebnisse der Portfolio-Analyse vor dem Hintergrund der Unternehmensphilosophie zu bewerten und gegebenenfalls in die Prozesse des Unternehmens auf normativer, strategischer Ebene und im operativen Geschäft entsprechend anzupassen.

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1-1	Auswahl von Kriterien zur Nachhaltigkeitsberichterstattung aus der branchenspezifischen Ergänzung zum DNK	Seite 11
Abb. 2-1	Ablaufschema einer energietechnischen Portfolio-Analyse	Seite 16
Abb. 2-2	Verbrauchsbenchmark	Seite 31
Abb. 2-3	Kosten-Benchmark	Seite 33
Abb. 2-4	Vergleich: Berechneter Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser unter angepassten Rahmenbedingungen und gemessener Verbrauch	Seite 42
Abb. 2-5	Summe des Endenergiebedarfs je Gebäudetyp für Heizung, Warmwasser und Strom (Haushalt und Hilfsenergie)	Seite 45
Abb. 2-6	Summe Primärenergiebedarf je Gebäudetyp für Heizung, Warmwasser und Strom (Haushalt und Hilfsenergie)	Seite 46
Abb. 2-7	Summe der CO <sub>2</sub> -äquivalenten Emissionen je Gebäudetyp für Heizung, Warmwasser und Strom (Haushalt und Hilfsenergie)	Seite 47
Abb. 2-8	Primär- und Endenergiebedarf, CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom (heutige Umrechnungsfaktoren für Primärenergie und CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen) für verschiedene energietechnische Standards unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate.	Seite 52
Abb. 2-9	Primär- und Endenergiebedarf, CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom (mit zukünftigen Umrechnungsfaktoren für Primärenergie und CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen) für verschiedene energietechnische Standards unter Berücksichtigung einer jährlichen Modernisierungsrate.	Seite 54
Abb. 2-10	Struktur der Zuordnung von Kosten bei der energietechnischen Modernisierung von Wohngebäuden, frei nach [dena; 2010]	Seite 61
Abb. 2-11	Vollkosten und als Teil davon: energiebedingte Mehrkosten für die Modernisierung auf die verschiedenen energietechnischen Standards (vollständige energietechnische Modernisierung des Wohngebäudebestands ohne die Gebäudetypen 57 <sub>SANDez</sub> , 78 <sub>SANG</sub> und Neu <sub>KWKe</sub> ).	Seite 62

Abb. 2-12	Jährliche Vollkosten und davon energiebedingte Mehrkosten für verschiedene energietechnische Standards	Seite 63
Abb. 2-13	Entwicklung der Heizölpreise in Deutschland von 2014 bis 2020 [www.Tecson.de]	Seite 69
Abb. 2-14	Break-Even und Energiekostensparnis im Vergleich	Seite 72
Abb. 2-15	Break-Even und Energiekostensparnis bei heutigen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW <sub>55</sub>	Seite 74
Abb. 2-16	Break-Even und Energiekostensparnis bei annuitätischen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW <sub>55</sub>	Seite 75
Abb. 2-17	Break-Even und Energiekostensparnis bei heutigen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW <sub>Bt</sub>	Seite 76
Abb. 2-18	Break-Even und Energiekostensparnis bei annuitätischen Energiepreisen ohne Förderung, Standard KfW <sub>Bt</sub>	Seite 77
Abb. 2-19	Ergebnisse einer Monte-Carlo-Simulation (n = 680), Gebäudetyp: 57 <sub>KWKf</sub> , energietechnischer Standard: KfW <sub>55</sub>	Seite 83
Abb. 3-1	Stark vereinfachte Abbildung des St. Galler Management-Konzepts; die energierelevanten Prozesse werden in den roten Feldern dargestellt	Seite 89

Tab. 2-1	Auszug aus der Datenbank von »Wohnstadt« Property-Management	S. 22–23
Tab. 2-2	Statistische Grunddaten der Gebäudetypen	S. 22–23
Tab. 2-3	Steckbrief Gebäudetyp 18 <sub>G</sub>	Seite 25
Tab. 2-4	Steckbrief Gebäudetyp 57 <sub>KWKf</sub>	Seite 25
Tab. 2-5	Steckbrief Gebäudetyp 57 <sub>SANdez</sub>	Seite 26
Tab. 2-6	Steckbrief Gebäudetyp 68 <sub>KWKf</sub>	Seite 26
Tab. 2-7	Steckbrief Gebäudetyp 78 <sub>SANG</sub>	Seite 27
Tab. 2-8	Steckbrief Gebäudetyp 83 <sub>KWKe</sub>	Seite 27
Tab. 2-9	Steckbrief Gebäudetyp 95 <sub>Öl</sub>	Seite 28
Tab. 2-10	Steckbrief Gebäudetyp NEU <sub>KWKe</sub>	Seite 28
Tab. 2-11	Thermische Hüllfläche und energierelevante Anlagentechnik zu den Gebäudetypen der »Wohnstadt«	S. 38–40
Tab. 2-12	Untersuchte energietechnische Standards	Seite 49

# Literaturverzeichnis

- [Bundesregierung; 2015] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.): Energieeffizienzstrategie Gebäude. Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, Stand: 18.11.2015, S. 9.
- [Carnau; 2011] Carnau: Nachhaltigkeitsethik; Rainer Hampp Verlag; München; 2011
- [Cischinsky/Diefenbach; 2018] Cischinsky, Holger; Diefenbach, Nikolaus: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016. Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018 (Forschungsinitiative ZukunftBau, F 3080).
- [dena; 2010] dena – Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.): Discher, Henning; Hinz, Eberhard; Enseling, Andreas: dena-Sanierungsstudie. Teil 1: Wirtschaftlichkeit energetischer Modernisierung im Mietwohnungsbestand. Begleitforschung zum dena-Projekt »Niedrigenergiehaus im Bestand«. Berlin, 08.12.2010.
- [Diefenbach et al.; 2019] Diefenbach, Nikolaus; Großklos, Marc; Müller, André; Grafe, Michael; Swiderek, Stefan; Rupert, Hann et al.: Analyse der Energieversorgungsstruktur für den Wohngebäudektor zur Erreichung der Klimaschutzziele 2050. Endbericht Teil 1 im Projekt »Energieeffizienz und zukünftige Energieversorgung im Wohngebäudektor: Analyse des zeitlichen Ausgleichs von Energieangebot und -nachfrage (EE-GebäudeZukunft)« Darmstadt: IWU, 2019.
- [DNK; 2015] Rat für Nachhaltige Entwicklung: Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex. Maßstab für nachhaltiges Wirtschaften. 2., komplett überarbeitete Fassung. Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung (Texte/Rat für Nachhaltige Entwicklung, Nr. 47) Januar 2015).
- [GDW; 2014] GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen: Wohnungswirtschaftliche branchenspezifische Ergänzung des Deutschen Nachhaltigkeitskodex (DNK). Berlin, September 2014.
- [GDW; 2015] GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. (Hrsg.): Rat für Nachhaltige Entwicklung: Leitfaden zur branchenspezifischen Ergänzung des Deutschen Nachhaltigkeitskodex. Orientierungshilfe für Wohnungsunternehmen. Berlin: GdW, 2015.
- [Enseling/Lützkendorf; 2017] Enseling, Andreas; Lützkendorf, Thomas: Wirtschaftlichkeit energieoptimierter Gebäude. Berechnungsmethoden und Benchmarks für Wohnungsbau und Immobilienwirtschaft (BINE Informationsdienst; Energieforschung kompakt, Themeninfo III/2017).
- [Fischer; 2009] Fischer Dirk: Controlling. Balanced Scorecard, Kennzahlen, Prozess- und Risikomanagement – Ein Handbuch für die erfolgreiche Praxis. München, Verlag Franz Vahlen; München; 2009.
- [Fritsche/Greß; 2019] Fritsche, Uwe; Greß, Hans-Werner: Der nicht erneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2018 sowie Ausblicke auf 2020 und 2050. Darmstadt: Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien GmbH, 2019.

- [Heizspiegel Deutschland; 2019] co2online gemeinnützige GmbH (Hrsg.): Heizspiegel für Deutschland 2019. Berlin, Oktober 2019.
- [IRB; 2018] Hinz, Eberhard; Enseling, Andreas: Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Gebäudemodernisierung. Unvereinbarer Widerspruch oder eine Frage der Sichtweise? Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2018.
- [IWU; 2015] Hinz, Eberhard: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten. Endbericht. 1. Auflage. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt. Online verfügbar unter <https://edocs.tib.eu/files/e01fb16/86223493X.pdf>.
- [IWU; 2018] Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt (Hrsg.); Loga, Tobias; Müller, André; Hörner, Michael: Wärmewende jetzt – Der Weg zu einer drastischen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor. In: IWU-Schlaglicht 02, 2018.
- [IWU; 2020] Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt (Hrsg.); Enseling, Andreas; Hacke, Ulrike: Energietechnische Gebäudemodernisierung – (wie) rechnet sich das? In: IWU-Schlaglicht 01, 2020.
- [Pfnür; 2013] Pfnür, Andreas; Müller, Nikolas: Energetische Gebäudesanierung in Deutschland. Studie Teil II ; Prognose der Kosten alternativer Sanierungsfahrpläne und Analyse der finanziellen Belastung für Eigentümer und Mieter bis 2050. (Arbeitspapiere zur immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis) TU Darmstadt, Forschungszentrum Betriebliche Immobilienwirtschaft, 2013. Online verfügbar unter [www.real-estate.bwl.tu-darmstadt.de/media/bwl9/dateien/arbeitspapiere/Energetische\\_Gebauudesanierung\\_in\\_Deutschland\\_Teil\\_2\\_2.pdf](http://www.real-estate.bwl.tu-darmstadt.de/media/bwl9/dateien/arbeitspapiere/Energetische_Gebauudesanierung_in_Deutschland_Teil_2_2.pdf).
- [PHI; 2013] Schnieders, Jürgen; Feist, Wolfgang: Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser. Phase V ; 2009–2012; Arbeitskreis 40 bis 48 ; Strategien für Passivhaus-Nichtwohngebäude; Wirtschaftlichkeitsbewertung und Feldmessung; Erdwärmennutzung; Nachhaltigkeit; Abschlussbericht zu AK 40 bis 48. Darmstadt: Passiv Haus Institut, 2013.
- [Rüegg-Stürm; 2004] Rüegg-Stürm, Johannes: Das neue St. Galler Management-Modell. Grundkategorien einer integrierten Managementlehre. Der HSG-Ansatz. 2., durchges. Aufl. Bern etc.: P. Haupt, 2003.
- [Umweltbundesamt; 2019] Umweltbundesamt (Hrsg.); Büniger, Björn; Matthey, Astrid: Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze. Dessau-Roßlau: Februar 2019. Online verfügbar unter [www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/methodenkonvention-30-zur-ermittlung-von)
- [Union Invest; 2012] Edition Risikomanagement 3.2. Risikomanagement bei Immobilieninvestitionen; Union Invest Institutional GmbH; Frankfurt; 2012

# Stichwortverzeichnis

## A

Altbauten 32  
Amortisationszeit 67  
Analyse, strategisch 12  
Anlagentechnik 37  
Annuität 66  
Annuitätenmethode 66  
Außenwand 58

## B

Baualtersklasse 24  
Bauepoche 17  
Bedarfwert 34  
Benchmark 13  
Bestandsmanagement 12  
Betrachtungszeitraum 68  
Break-Even-Mieterhöhung 67  
Budgetplanung 64

## C

CO<sub>2</sub>  
– Einsparung 9  
– Einsparziel 12  
Corporate Identity 91

## D

Datenbank 15  
DNK – Deutscher Nachhaltigkeitskodex 10

## E

Effekt, steuerlich 73  
Effizienzhaus 48  
Emissionen, CO<sub>2</sub>-äquivalent 46  
Endenergie 15  
Endenergiebedarf, Heizung und Warmwasser 43  
Endenergeträger 24

Endenergieverbrauch, Heizung und Warmwasser 20  
Energiebedarfsausweis 15  
Energiebilanzberechnung 34  
Energiekataster 12  
Energiekosten 24  
– einsparung 15  
Energiepreis 69  
Energiepreisentwicklung 69  
Energieverbrauchs-kennwert 15, 29  
Energieversorgungsstruktur, Heizung und Warmwasser 20  
Energiewende 9  
EnEV – Energieeinsparverordnung 34  
Erneuerbare Energien 10  
Ersatzinvestition 71  
Erwartungswert 81

## F

Fenster 58  
Flächenschätzverfahren 36  
Flottenverbrauch 34  
Fördermittel 48

## G

Gebäudeart 17  
Gebäudenutzfläche, nach EnEV 41  
Gebäudesektor 9  
Gebäudetyp 17  
Geschäftseinheit, strategisch 20  
Geschossdecke, oberste 59  
Green Value 71

## H

Heizanlage 58  
Heizspiegel, kommunal 29  
Heizung 41  
Hülle, thermisch 20  
Hüllfläche, thermisch 36

## I

Immobilienportfolio 12, 78  
Informationssystem 91  
Instandsetzung 56  
Investitionstheorie 66  
Ist-Zustand 49

## J

Jahresheizenergiebedarf 35

## K

Kalkulationszinssatz 68  
Kapitalwert 66  
Kapitalwertmethode 66  
Kellerdecke 59  
Kennzahlen 12  
Klimaschutzziele 9  
Kopplungsprinzip 57  
Kosten 15  
– Entsorgung 71  
– extern 70  
– ohnehin erforderlich 57  
– Wartung und Instandhaltung 71  
Kosten-Benchmark 82  
Kostenfunktion 64  
Kurzverfahren Energieprofil 36

## L

Lebensdauer 70  
Leerstand 24

LEG – Energiebewusste  
Gebäudeplanung 35  
Lüftungsanlage 48, 59

## M

Marktfaktor 71  
Mehrfamilienhaus 10  
Mehrkosten, energie-  
bedingt 57  
Mieter 15  
Mietertrag 65  
Modernisierung 45, 56  
– energietechnisch 9  
– energietechnische  
Standards 48  
– vorzeitig 72  
Modernisierungsrate,  
energetisch 9  
Modernisierungszustand 19  
Monte-Carlo-Simulation 80

## N

Nachhaltigkeit 10  
Nachhaltigkeitsbericht-  
erstattung 10  
Nachhaltigkeitsstrategie 12  
Nettomiete 24  
Neubauten 32  
Nominalzins 68  
Normalverteilung 81

## P

Portfoliomanagement 12  
Potenzialanalyse,  
energietechnisch 13  
Preissteigerungsrate 69  
Primärenergiebedarf 9,  
46  
Primärenergiefaktor 50  
Property-Management 20  
Prozessmanagement 12

## R

Rahmenbedingung 67  
Realzins 68  
Refinanzierung 65  
Restwert 70  
Risiko 78  
– immobilienwirtschaftlich 34  
Risikoanalyse 87  
Risikomessung 78

## S

Sanierungsfahrplan 12  
Sanierungsziel 12  
Sensitivitätsanalyse,  
deterministisch 79  
Stakeholder 92  
Standard 15  
– energietechnisch 55  
Standardabweichung 81  
Standortfaktor 71  
Steildach 58  
St. Galler Management-  
Konzept 90  
Streuung 82  
Stromverbrauch 43  
Szenarioanalyse 9  
– deterministisch 79

## T

Transmissionswärmeverlust 20  
Treibhausgas-Emissionen 9

## U

Umrechnungsfaktor 53  
Unternehmensentwicklung, nachhaltig 93  
Unternehmenskultur 90  
Unternehmensphilosophie 34, 90  
Unternehmenspolitik 91  
Unternehmensverfassung 94  
U-Wert 20

## V

Verfahren  
– dynamisch 66  
– statisch 66  
– stochastisch 80  
Vergleichsmiete,  
ortsüblich 24  
Verträglichkeit, sozial 77  
Vollkosten 57

## W

Wahrscheinlichkeit 80  
Wärmedämmung 9  
Wärmedurchgangskoeffizient 36  
Wärmeversorgungsstruktur 10  
warmmietenneutral 74  
Warmmietenneutralität 86  
Warmwasser 41  
Wertsteigerung der  
Immobilie 71  
Wirtschaftlichkeit 60, 65  
Wirtschaftlichkeitsberechnung 41  
Wohneinheit 21  
Wohnfläche 21  
– beheizt 41  
Wohngebäude  
– bestand 9, 10  
– portfolio 15  
– typologie 13  
Wohnungsunternehmen,  
kommunal 10  
Wohnungswirtschaft 12

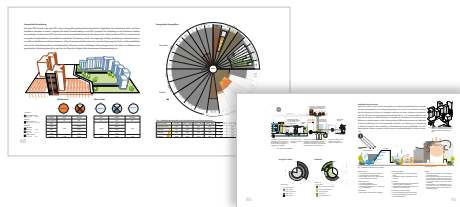
## Potenziale und Defizite von Stadtraumtypen



### **Energetische Stadtraumtypen** Strukturelle und energetische Kennwerte von Stadträumen

Ein schonender Umgang mit Ressourcen ist bei der Bau- und Stadtplanung heutzutage grundlegend wichtig. Vor dem Hintergrund der »Suffizienz« betrachten die Autoren energetische Bedarfe sowie Potenziale typischer Siedlungsformen. Prägnante Steckbriefe und Kennwerte geben Auskunft über Siedlungen mit Wohnbebauung, Gewerbe oder Mischnutzung. Erstmals werden auch die stadtklimatischen Potenziale und Defizite der verschiedenen Stadtraumtypen miteinbezogen. In der zweiten Auflage werden u.a. ergänzend typische Anlagentechniken beschrieben, mit denen regenerative Energien bereitgestellt werden können.

**Hrsg.: Jörg Dettmar, Christoph Drebes, Sandra Sieber,**  
22., überarb. u. erw. Aufl. 2020, 232 Seiten, 136 Abb.,  
101 Graf. u. 18 Tab., Softcover  
ISBN 978-3-7388-0342-6, E-Book und BuchPlus verfügbar



**Direkt online bestellen:**

**[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)**

Nobelstraße 12 ■ 70569 Stuttgart ■ [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) ■ [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)



## Die Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen in der Diskussion

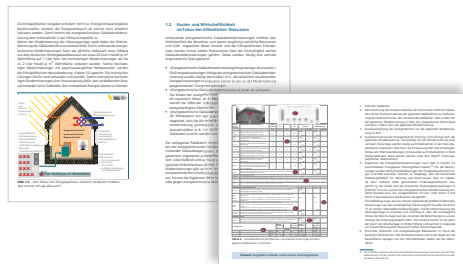


### Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Gebäudemodernisierung

Unvereinbarer Widerspruch oder eine Frage der Sichtweise?

Vor dem Hintergrund und aus der Erfahrung vieler kontroverser Diskussionen um die Wirtschaftlichkeit energietechnischer Modernisierungen ist dieses Buch entstanden, das sich in erster Linie an private Investoren wendet und auf verständliche Weise das Thema der Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen in selbstgenutzten Wohngebäuden erläutert. Das Buch vermittelt das Wissen, um die kontroverse Diskussion um die Wirtschaftlichkeit zu verstehen und die eigene Investitionsentscheidung abzusichern.

**Eberhard Hinz, Andreas Enseling**, 2018, 104 Seiten,  
24 Abb. u. 4 Tab., Softcover  
ISBN 978-3-7388-0130-9, E-Book und BuchPlus verfügbar



Direkt online bestellen:  
**www.baufachinformation.de**

Nobelstraße 12 ■ 70569 Stuttgart ■ [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) ■ [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

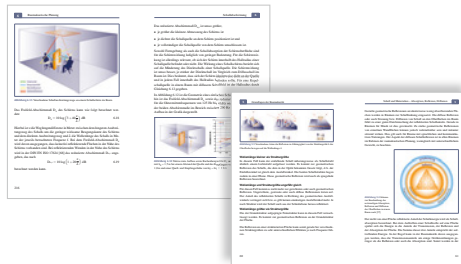
## Akustische Bedingungen optimieren



### Raumakustik im Alltag Hören – Planen – Verstehen

Wie gelingt es gutes Hören für alle Menschen an jedem Ort zu ermöglichen? Der Autor vermittelt das Verständnis für die Zusammenhänge der Raumakustik. Neben den raumakustischen Grundlagen und Gestaltungsmöglichkeiten beschreibt er, wie z.B. in Schulen, Büros, Restaurants oder Mehrzweckhallen, durch wirksame Maßnahmen die akustischen Bedingungen optimiert werden können. Ein Leitfaden mit vielen Beispielen und Empfehlungen aus der Praxis. Die überarbeitete Neuauflage jetzt mit der neuen DIN 18041 (2016), VDI 2569 (2019) und ASR A3.7 (2018) sowie weiteren Projektbeispielen.

**Christian Nocke**, 2., überarb. u. erw. Aufl. 2019,  
348 Seiten, 118 Abb., 47 Tab., Hörbsp. als MP3-Dateien,  
Hardcover  
ISBN 978-3-8167-9896-5, E-Book und BuchPlus verfügbar



Direkt online bestellen:

**[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)**

Nobelstraße 12 ■ 70569 Stuttgart ■ [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) ■ [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

## Baumanagement leicht gemacht



### Handbuch Projektsteuerung – Baumanagement Ein praxisorientierter Leitfaden mit zahlreichen Hilfsmitteln und Arbeitsunterlagen

Die Komplexität von Bauprojekten erfordert den Einsatz moderner Managementmethoden. Die Autoren geben in der 6. Auflage ihres Grundlagenwerks Strategien und Organisationskonzepte an die Hand, die eine effiziente und erfolgreiche Projektabwicklung gewährleisten. Mithilfe von Grafiken werden die Workflows in allen Leistungsphasen veranschaulicht. Arbeitshilfen zum Herunterladen ergänzen die Erläuterungen im Buch und machen es zusätzlich zum zentralen Projektmanagementinstrument für die Praxis.

**Hansjörg Ahrens, Klemens Bastian, Lucian Muchowski**, 6., vollst. überarb. Aufl. 2020, 555 Seiten, zahlr. Checklisten und Arbeitsunterlagen zum Download, Hardcover ISBN 978-3-7388-0298-6, E-Book und BuchPlus verfügbar

Direkt online bestellen:  
**[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)**

Nobelstraße 12 ■ 70569 Stuttgart ■ [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) ■ [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

diverse Bauteil-Einflächen/  
U-Werte  
diverse Energieversorgungssysteme  
für Heizung in verschiedenen  
Kombinationen/dez./zen  
diverse Energieversorgungssysteme  
für WW in verschiedenen  
Kombinationen/dez./zen  
Verbrauchsdatenwerte  
verschiedener Heizperioden  
Netto-Mieteinnahmen  
diverse Datenlücken, veraltete &  
fehlerhafte Datensätze

Plausibilitätsprüfung  
Datenlücken, Syntax, Relevanz, ...

energetechnische Datenbank

← Klimabereinigte Verbrauchswerte

Berichterstattung: Auszüge Datenbank

Segmentierung des Bestands  
Kap. 2.1:  
Wohngebäudetypologie

← Gebäudegröße (EFH/MFH)

← Baualtersklasse

← Energieversorgungssystem

← energetechnischer Modernisierungszustand

Abbildung Datenbank – Repräsentanten  
(Gebäudetypen)

Plausibilitätsprüfung

Wahl des Energiebilanzprogramms  
(PHPP/LEG/EnEV/...)

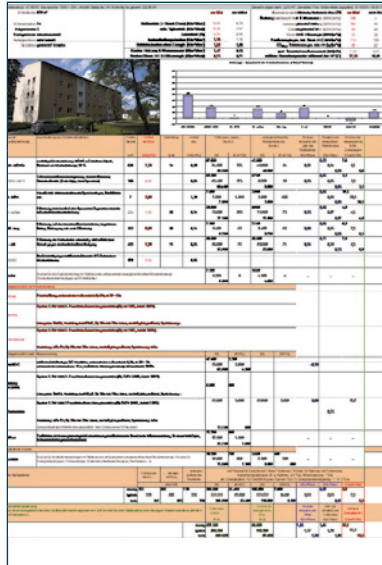
Kap. 2.3:  
Energiebilanz-  
berechnungen

Kap. 2.2: Bewertung  
des Ist-Zustands

← Datenbank Verbrauchskennwerte

← Vergleichskennwerte

Ergebnisdarstellung im Hausdatenblatt



Repräsentanten (Gebäudetypen)  
Abbildung Wohngebäudebestand IST  
Endenergiebedarf/CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen

← Normen/GEMIS

Repräsentanten (Gebäudetypen)  
sinnvoll erscheinende energetechnische Standards  
Kap. 2.4:  
Technische Potenziale  
Endenergiebedarf/CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen

← Vorgaben EnEV/interne Standards

← Auswahl Einzelmaßnahmen

← Definition Rahmenbedingungen

→ Nachhaltigkeit der gewählten  
energetechnischen Standards?

Repräsentanten (Gebäudetypen)  
sinnvoll erscheinende energetechnische Standards  
Kap. 2.5:  
Vollkosten und energiebedingte Mehrkosten  
Kopplungsprinzip/vorzeitige Modernisierung  
Budgetplanung

← Kostendatenbank

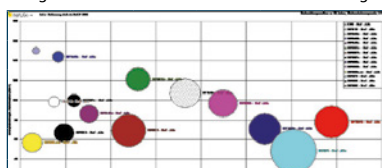
← Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung

← Wirtschaftlichkeitskriterium

← Modernisierungsraten/Zeithorizont

→ Kosten der energiesparenden Maßnahmen?  
→ erforderliche Mieterhöhungen/Break Even?  
→ zu erwartende Kosteneinsparungen Mieter?

Ergebnistransfer: zusammenfassende Abbildungen



Repräsentanten (Gebäudetypen)  
sinnvoll erscheinende energetechnische Standards  
Kap. 2.7: Risikomesung  
Monte-Carlo-Simulation

← relevant erscheinende Risiken

← Merkmale zur Beschreibung der Risiken

→ anzustrebender energetechnischer Standard

Repräsentanten (Gebäudetypen)  
Kap. 2.8:  
Handlungsempfehlungen und Berichterstattung  
ein sinnvoll erscheinender energetechnischer  
Standard

→ Nachhaltigkeitsbericht

Abb. 2-1 Ablaufschema einer energetechnischen Portfolio-Analyse (vergrößerte Tabelle)

## Die Autoren

### Dr.-Ing Eberhard Hinz

leitet Pilot- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der energietechnischen Bestandssanierung, führt Fortbildungs- und Informationsvorhaben (Impulsprogramm) durch und engagiert sich im kommunalen Energiemanagement. Seit 1998 beschäftigt er sich im IWU mit der Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen in Wohngebäuden und der nachhaltigen Entwicklung von Wohnungsunternehmen, seit 2019 ist er als freiberuflicher Ingenieur tätig.

### Dr. Andreas Enseling

studierte Volkswirtschaftslehre mit den Schwerpunkten Umweltökonomie und Wirtschaftsgeschichte, ist seit 2000 am IWU tätig und beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energiesparmaßnahmen im Gebäudereich sowie mit strategischen Managementsystemen für Wohnungsunternehmen.

# Leitfaden Energietechnische Portfolio-Analyse in Wohnungsunternehmen

Aus Klimaschutzgründen sollen Städte möglichst »klimaneutral« werden. Neben Maßnahmen im Verkehrsbereich rücken daher auch Wohngebäude in den Fokus der Aufmerksamkeit. Insbesondere (kommunale) Wohnungsunternehmen sehen sich mit der Anforderung konfrontiert, dass ihre Gebäudebestände zukünftig ambitionierten Klimaschutzanforderungen gerecht werden sollen.

In einem ersten Schritt sollte dazu der gegenwärtige energietechnische Zustand des Wohngebäudebestands bekannt sein und transparent erfasst werden können. Die Unternehmen stehen vor der Herausforderung, die z. B. durch Energieausweise gewonnenen Daten sowie weitere energierelevante Informationen in ihren Managementprozess – insbesondere das Portfoliomanagement – zu integrieren.

Erfolgt die Integration von energierelevanten Informationen bzw. Fragestellungen systematisch, kann von einem »energietechnischen Portfoliomanagement« gesprochen werden. Ein pragmatischer Einstieg in das energietechnische Portfoliomanagement über ein Energiekataster und eine Gebäudetypologie zur Identifikation technischer und wirtschaftlicher Einsparpotenziale wird energietechnische Potenzialanalyse genannt und im Buch am Beispiel eines fiktiven Wohnungsunternehmens dargestellt.

Das Buch wendet sich in erster Linie an das Management von (kommunalen) Wohnungsunternehmen, aber auch an Akteure auf (kommunal-)politischer Ebene, die mit entsprechenden Vorgaben die Entwicklung des Unternehmens wesentlich beeinflussen können.

Die Autoren beschäftigen sich am Institut Wohnen und Umwelt (IWU) seit vielen Jahren mit dem Thema der Wirtschaftlichkeit energiesparender Investitionen in Wohngebäuden, insbesondere unter Beachtung der besonderen Rahmenbedingungen der Wohnungswirtschaft und dem Thema energietechnischer Portfolioanalysen befasst.

ISBN 978-3-7388-0516-1



9 783738 805161