

**ECOFYS**

sustainable energy for everyone



**IWU**

Institut  
Wohnen und  
Umwelt



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG



## **Weiterentwicklung des bestehenden Instrumentariums für den Klimaschutz im Gebäudebereich**

AP 2: Elemente der Entwicklung eines  
gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans

### **Teil I Methodische Vorüberlegungen**

Ergänzend zu diesem Bericht liegt als Teil II ein Leitfaden für Energieberater vor.

**Heidelberg, Darmstadt, Köln, Bielefeld, den 13.9.2015**

## Hauptauftragnehmer:



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg  
Dr. Martin Pehnt (Projektleitung), Peter Mellwig, Markus Duscha,  
Dr. Amany von Oehsen  
Wilckensstraße 3  
D-69120 Heidelberg  
Tel: 06221 / 4767-0  
E-Mail: martin.pehnt@ifeu.de

## Unterauftragnehmer:



sustainable energy for everyone

Ecofys Germany GmbH  
Thomas Boermans, Kjell Bettgenhäuser  
Am Wassermann 36  
D-50829 Köln  
Tel: 0221 27070-151  
E-Mail: [t.boermans@ecofys.com](mailto:t.boermans@ecofys.com)



IWU Institut Wohnen und Umwelt GmbH  
Dr. Nikolaus Diefenbach, Dr. Andreas Enseling, Marc Großklos,  
Tobias Loga, Rolf Born  
Rheinstraße 65  
D-64295 Darmstadt  
Tel: 06151-2904-0  
E-Mail: n.diefenbach@iwu.de



Universität Bielefeld  
Prof. Dr. Markus Artz  
Fakultät für Rechtswissenschaft  
Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Europäisches Privatrecht, Handels-  
und Wirtschaftsrecht sowie Rechtsvergleichung  
Forschungsstelle für Immobilienrecht  
Universitätsstraße 25  
33615 Bielefeld  
Tel: 0521 / 106-6912 und -2666  
E-Mail: markus.artz@uni-bielefeld.de

## Inhalt

Zusammenfassung.....	5
Executive Summary .....	10
1 Einführung .....	13
2 IFEU-Wettbewerb Sanierungsfahrplan (AP 2.1 und AP 2.2) .....	14
2.1 Ausschreibung und Wettbewerbsbedingungen.....	14
2.2 Teilnehmer .....	14
2.3 Bewertung und Gewinner .....	14
3 Analyse von Elementen eines Sanierungsfahrplans in heutigen..... Beratungsinstrumenten (AP 2.2).....	17
4 Praxistest .....	19
4.1 Ziel des Praxistests .....	19
4.2 Auswahl der Energieberater .....	19
4.3 Durchführung des Praxistests.....	19
4.4 Ergebnisse des Praxistests.....	19
5 Methodische Vorüberlegungen zum Ziel und den „Prinzipien“ eines .....	
Sanierungsfahrplans (AP 2.6a, AP 2.5) .....	20
5.1 Ansatz .....	20
5.2 Zielvorgaben im gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan .....	20
5.2.1 Herausforderung bei der Definition von Zielvorgaben .....	20
5.2.2 Definition der Herangehensweise von Zielvorgaben: „So gut wie möglich-Prinzip“ und ambitionierte Einzelmaßnahmen.....	21
5.2.3 Rolle des Energieberaters bei der Bestimmung der Zielvorgaben.....	24
5.3 Vorschlag für einen groben Ablauf des Sanierungsfahrplans .....	24
6 Methodische Vorüberlegungen zur Darstellung von Kosten und Wirtschaftlichkeit .....	
im Sanierungsfahrplan (AP 2.3).....	26
6.1 Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Zielzustände .....	27
6.2 Ansatz des Wirtschaftlichkeitsvergleichs für die Zielzustände: „Zusammenziehen“ .....	
der Maßnahmen auf einen Zeitpunkt .....	31
6.3 Abschätzung von „Vorzieheffekten“ für die Zielzustände .....	33
6.4 Weitere Empfehlungen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Zielzustände .....	34
6.5 Beispielberechnung Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Zielzustände.....	37
6.6 Zusammenfassung.....	41
7 Methodische Vorüberlegungen zur Entwicklung eines energetischen .....	
Bewertungsmaßstabs und Zielvorgaben für den Sanierungsfahrplan (AP 2.4, AP 2.5) .....	43
7.1 Bedeutung einer transparenten Gebäudeklassifizierung und -bewertung.....	43
7.1.1 Struktur eines Gebäudebewertungssystems .....	43
7.1.2 Anwendung und Anforderungen an ein Gebäudebewertungssystem.....	43

7.2	Energie- und Emissionskennwerte als Ausgangspunkt für weiterentwickelte Bewertungsverfahren.....	45
7.3	Weiterentwicklung von aus Kennwerten abgeleiteten Bewertungsverfahren.....	47
7.3.1	Variante 1: Effizienzklassen auf Basis von Endenergie und Primärenergie.....	48
7.3.2	Variante 2: Effizienzklassen auf Basis von Erzeugernutzwärmeabgabe und Aufwandszahl .....	49
7.3.3	Variante 3: Primärenergie bzw. Treibhausgase und „Komponentenklassen“ .....	50
7.3.4	Exkurs: Von der Primärenergie zu Treibhausgasen.....	56
7.3.5	Exkurs: Weiterentwicklung des Komponenten-Ansatzes für Nichtwohngebäude .....	58
7.4	Vergleich der Bewertungsverfahren anhand von Beispielgebäuden.....	59
8	Methodische Überlegungen zur Analyse des Energieverbrauchs und Energiebedarfs im Sanierungsfahrplan .....	63
8.1	Grundsätzliche Überlegungen.....	63
8.1.1	Zuschnitt des Bilanzansatzes auf seine Funktion .....	63
8.2	Für den Sanierungsfahrplan vorgeschlagene Methodik .....	64
8.2.1	Ist-Zustand.....	66
8.2.2	Sanierungsschritte und Zielzustand .....	68
9	Literatur.....	72
10	Anhang.....	73
10.1	Details der Beispiele möglicher Elemente eines Sanierungsfahrplans in heutigen Beratungsinstrumenten (aus Wettbewerb und anderen Quellen).....	73
10.2	GEB-Artikel zum Abschluss des Wettbewerbs .....	85
10.3	Werte für die Kategorisierung in Tabelle 7-8.....	87
10.4	Material zu den Nichtwohngebäude-Teilenergiekennwerten .....	88
10.5	Protokoll des Workshops „Gebäudeindividueller Sanierungsfahrplan“ am 10.03.2015 .....	90

## Zusammenfassung

In diesem Arbeitspaket wird für den gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan (gSFP) ein umfassendes Konzept erarbeitet und an konkreten Einzelfällen erprobt. Die Aufgabe besteht darin, die Chancen, aber auch die Grenzen auszuloten, die mit dem Ansatz des gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans verbunden sind.

Beim gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan handelt es sich um die Erstellung eines langfristig tragfähigen Konzepts für die energetische Gebäudemodernisierung (Wärmeschutz und Wärmeversorgung) durch einen entsprechend qualifizierten Energieberater.

## Wettbewerb Sanierungsfahrplan und Synopse existierender Beratungsinstrumente

In einer ersten Phase der methodischen Vorarbeiten wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben, dessen Ziel eine Sammlung von bestehenden guten Beispielen aus der aktuellen Planungs- und Beratungstätigkeit von Architekten, Ingenieuren und Energieberatern und die Verbreiterung der empirischen Datenbasis für dieses Projekt war. Im Mittelpunkt des Wettbewerbs standen folgende Fragen: Wie müsste ein solcher Sanierungsfahrplan optimal aussehen, um für die Gebäudebesitzer verständlich und vermittelbar zu sein? Wie kann man die aktuelle Situation und Planung der Eigentümer mit den sehr langfristigen Zielen verbinden? Insgesamt erfolgten 16 Einreichungen, davon zehn mit konkreten Beratungsberichten sowie sechs mit Ideen, wie ein Sanierungsfahrplan rund um den Bericht unterstützt werden könnte. Erster Preisträger wurde daher ein methodisches Konzept, nämlich ein Konzept für schrittweise Sanierungen. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung einer Qualitätssicherung sowie eines Verfahrens zur Bewertung und Durchführung schrittweiser Sanierungen und dessen Integration in das Passivhausprojektierungspaket. Der zweite Preis ging an ein Konzept zur Flankierung von Vor-Ort-Beratung mit einer zentralen Internetseite, die eine Aktualisierung zeitvariabler Kenngrößen (Zinssätze, Primärenergiefaktoren, gesetzliche Grundlagen, Fördermittel) und Kalkulationshilfen anbietet. Den dritten Preis erhielt die Firma GreenTech/Architekt Werner Sobek für einen grafisch ansprechenden und zugleich konzeptionell durchdachten Beratungsbericht, der ein dreiteiliges Sanierungskonzept vorsieht.

Aus einer Literaturlauswertung wurden weitere didaktische, technische und umweltpsychologische Elemente eines Sanierungsfahrplans in heutigen Beratungsinstrumenten synoptisch zusammengestellt.

## Verfahren der Wirtschaftlichkeitsbewertung

Das Konzept für den gSFP geht davon aus, dass der notwendige Beratungsumfang über heutige Energieberatungskonzepte hinausgeht. Die **Methodik der Wirtschaftlichkeitsberechnung** muss sich in dieses Konzept einfügen und kann deshalb noch nicht in allen Details festgelegt sein. Gleichwohl muss die Wirtschaftlichkeitsberechnung gewissen Anforderungen genügen:

- die langfristige Ausrichtung muss berücksichtigt werden,
- Teilschritte müssen dargestellt werden können
- und sie muss für die Beratungsempfänger verständlich sein.

Grundsätzlich stehen statische und dynamische Verfahren der Investitionsrechnung zur Verfügung. Statische Verfahren haben den Vorteil, sehr einfach zu sein und mit wenigen Eingabegrößen Ergebnisse zu liefern. Da sie jedoch die zeitliche Struktur der Mittelströme nicht berücksichtigen können, sollten sie im Kontext des gSFP nicht eingesetzt werden. In dynamischen Verfahren werden die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Zahlungen mit Hilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt ab- oder aufdiskontiert.

Ein für den Vergleich von Investitionsalternativen geeignetes Wirtschaftlichkeitskriterium sind die dynamisch berechneten Gesamtkosten (Summe aus Investitionskosten, Energie- und Wartungs-

kosten über den Betrachtungszeitraum). Die Darstellung der Gesamtkosten sollte in Form der mittleren jährlichen (annuitätischen) Gesamtkosten über den Betrachtungszeitraum erfolgen, da sich hier in der Anschaulichkeit Vorteile gegenüber der ebenfalls möglichen Darstellung der barwertigen Gesamtkosten ergeben. Da es sich bei den Gesamtkosten um Vollkosten handelt, sollten als Vergleich immer auch die Gesamtkosten der Minimalvariante „Reine Instandsetzung“ (im Sinne einer „Ohnehin-Kosten-Variante“) mit angegeben werden.

Ein ebenfalls gut vermittelbares, dynamisches Wirtschaftlichkeitskriterium sind die „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ auf Basis eines Mehrkostenansatzes. Sie können unmittelbar mit dem erwarteten Preis für die alternativ einzukaufende kWh Endenergie verglichen werden. Allerdings ist das Verfahren bei einem Energieträgerwechsel nicht sinnvoll einsetzbar. Auch für den Vergleich mehrerer Investitionsalternativen ist es nicht geeignet, da die wirtschaftlich optimale Variante nicht immer die niedrigsten „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ aufweist.

Unabhängig vom Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird vorgeschlagen, die Investitionskosten, die zu erwartenden Energiekosten und die Fördermittel für jede Sanierungsstufe anzugeben, um den Gebäudebesitzern einen raschen Überblick zu geben. Um die dynamischen Verfahren zu vereinfachen und einen sinnvollen Umgang mit den nicht abzusehenden Rechengrößen (z.B. zukünftige Preissteigerung, Restwerte, genaue Sanierungszeitpunkte) zu finden, wird vorgeschlagen, beim Vergleich der langfristigen Endzustände des Gebäudes alle erforderlichen Investitionen auf einen Zeitpunkt zusammen zu ziehen.

Um bei Abweichungen vom Kopplungsprinzip die Wirtschaftlichkeit angemessen berücksichtigen zu können, wird ein Verfahren zur überschlägigen Berechnung von Vorzieheffekten auf Basis der entgangenen Zinsen vorgestellt.

Im Rahmen der Erstellung gebäudeindividueller Sanierungsfahrpläne wird empfohlen, mögliche - für den Gebäudeeigentümer relevante - „Co-Benefits“ (z.B. angenehmeres Raumklima) zu identifizieren und qualitativ als Ergänzung zu den Ergebnissen der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse darzustellen.

### Energetische Bewertung von Einzelgebäuden

Im Rahmen dieses Projekt werden mehrere energetische Kennzahlensysteme auf ihre Eignung für einen zukunftsorientierten Sanierungsfahrplan untersucht. Schwerpunkt ist die endkundenorientierte Kommunikation. So sollen Immobilieninteressenten verschiedene Immobilien rasch und intuitiv hinsichtlich der energetischen Qualität vergleichen können. Einen hohen Wiedererkennungswert hat hier die Darstellung in farblich und alphabetisch abgestuften Effizienzklassen nach dem europaweiten Energieeffizienz-Label, wobei eine alphabetische Abstufung von A bis G (EnEV: A+ bis H) besser verständlich ist als die zusätzlich eingeführten A+ bis A+++ Klassen. Die zweite wichtige Aufgabe eines Energielabels/Kennwertsystems ist die Information des Eigentümers über sinnvolle Modernisierungsmaßnahmen.

Insgesamt werden drei Kennwertsysteme analysiert. Um die verschiedenen Kennwerte gegenüberstellen zu können, wurden Musterrechnungen mit 71 Gebäuden durchgeführt.

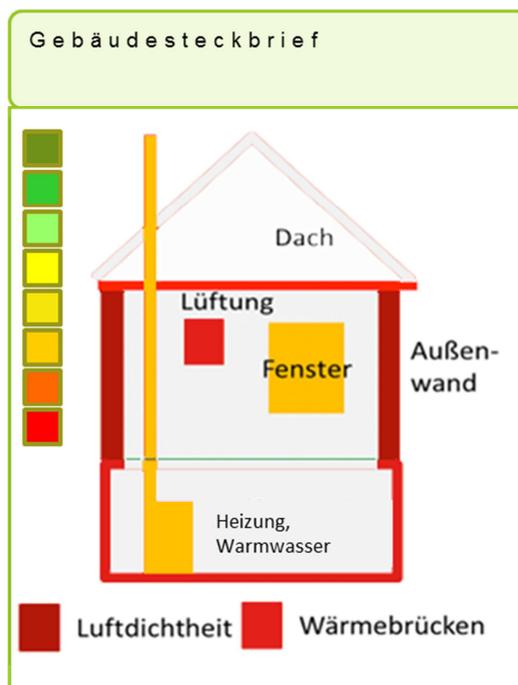
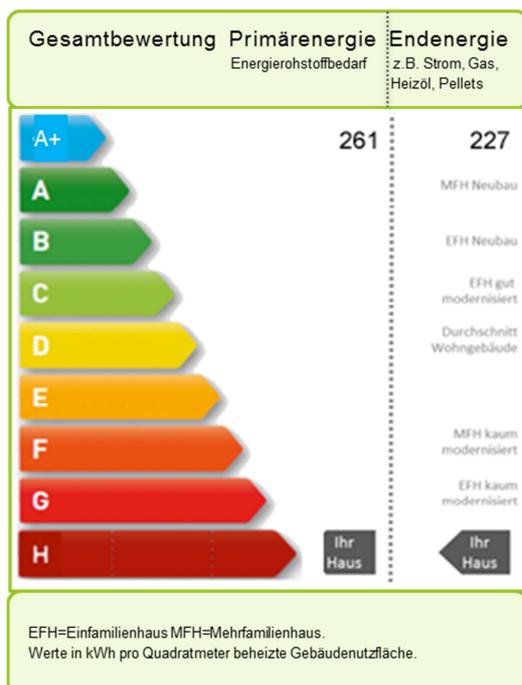
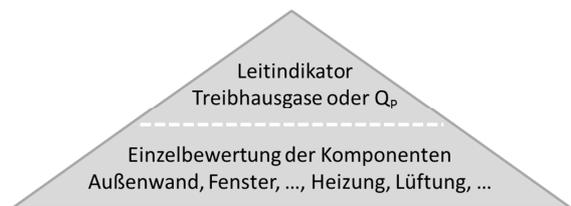
Endenergie	Primärenergie	kWh/m <sup>2</sup> a
A+	a+	<30
A	a	<50
B	b	<75
C	c	<100
D	d	<130
E	e	<160
F	f	<200
G	g	<250
H	h	≥250

Das erste Effizienzklassensystem bewertet die Gebäude *auf Basis von End- und Primärenergie* aufbauend auf dem Bewertungssystem der EnEV Anlage 10 ergänzt um eine analoge Primärenergiebedarfsbewertung. Die Festlegung der Effizienzklasse A für Primärenergie orientiert sich an dem Orientierungswert für das Ziel „Primärenergie -80%“ bzw. das „klimaneutrale“ Gebäude aus dem IWU-Zielerreichungsszenario (27 kWh/m<sup>2</sup>a).

Nachteile dieses Kennwertsystems liegen darin, dass die individuellen Gegebenheiten von Bestandsgebäuden nicht berücksichtigt werden können, wie z.B. ihre Kompaktheit, der Fensterflächenanteil oder etwaige Denkmalschutzvorgaben. Außerdem lassen die Kennwerte keine Rückschlüsse auf die Qualität einzelner Komponenten zu (z.B. Gebäudehülle oder Anlagentechnik). Im Vergleich der Bewertungsverfahren fällt auf, dass in diesem Verfahren beide Kennwerte oft die gleiche Klasse ausweisen. Abweichungen entstehen dort, wo der Primärenergiefaktor des Brennstoffs viel kleiner oder größer als „eins“ ist. So werden Wärmepumpen in der Endenergieklasse durchgängig mit A+ bewertet. Hier ist die Primärenergieklasse als „Nebenanforderung“ unabdingbar, um Fehlanreize zu vermeiden. Bei Pelletheizungen ist der umgekehrte Effekt zu erkennen.

*Effizienzklassen auf Basis von Erzeugernutzwärmeabgabe und Aufwandszahl.* Erzeugernutzwärmeabgabe und Aufwandszahl ergeben sich aus der Zerlegung des Primärenergiebedarfs in zwei Faktoren, von denen der erste (Erzeugernutzwärmeabgabe) eine grundsätzliche Aussage über die Gebäudehülle und die Energieeffizienz von Übergabe, Transport, Verteilung und Speicherung macht und der zweite (die Aufwandszahl) eine grundsätzliche Aussage über die primärenergetische Effizienz der Erzeugung. Auch wenn sie für Laien vereinfachend als „Gebäude“ und „Heizung“ vermittelbar sein könnten, so muss bei der Bewertung dieses Vorschlages berücksichtigt werden, dass die Aufwandszahl eine Funktion der Erzeugernutzwärmeabgabe ist und daher von dieser abhängt. Darüber hinaus gibt es hier keine übergreifende Bewertung für das Gesamtgebäude (Wärmeschutz und Wärmeversorgung). Diese könnte durch eine Gewichtung der beiden Effizienzklassen erfolgen.

*Primärenergie bzw. Treibhausgase und „Komponentenklassen“.* Die Gesamtgebäudebewertung (auf Basis der Primärenergie oder der Treibhausgasemissionen) wird mit einer ergänzenden Bewertung der Einzelkomponenten kombiniert. Für letztere wird in dieser Studie ein erster Vorschlag erarbeitet. Dieses muss auch bereits vorliegende Bewertungssysteme (etwa die Bewertung der Heizsysteme auf Basis der Labeling-Richtlinie und weiterer Aktivitäten zur Bewertung von Bestandsheizungen) berücksichtigen. Für den Endkunden darf es zu keiner „Verwirrung“ bezüglich der Kennzeichnungsvielfalt kommen.



Bewertung eines Gebäudes auf Basis Primärenergie, Endenergie und komponentenweiser Bewertung

Mit Hilfe einer grafisch unmittelbar einleuchtenden Darstellung kann die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen verbildlicht werden. Die Grundphilosophie ist, dass die Bauteilanforderungen der jetzigen KfW-Einzelmaßnahmen im wesentlichen Effizienzklasse A entsprechen, während die Bauteilanforderungen der EnEV Anlage 3 Tabelle 1 in Klasse B aufgehen.

Die Bewertung der Einzelkomponenten gibt einen guten Überblick über die Qualität von Bauteilen und Anlagen und ist damit insgesamt weiter ausdifferenziert als die beiden anderen Verfahren. In Verbindung mit dem Primärenergiebedarf könnte so eine Kombination aus einfacher Kenngröße und detaillierten, maßnahmenbezogenen Informationen geschaffen werden.

Das Verfahren kann grundsätzlich auch auf Nicht-Wohngebäude übertragen werden. Dazu ist ein verallgemeinerter Ansatz denkbar, der die Vielfalt der Nutzungen im Bereich der Nichtwohngebäude anhand von verschiedenen Standardnutzungsprofilen abbildet. Zur Bewertung von Nichtwohngebäuden gibt es aber geeignetere Vorschläge auf Basis vereinfachter Rechenverfahren, die ein energetisches Benchmarking erlauben, wie beispielsweise das „Teilenergiekennwerte-Verfahren“, in dem objektspezifische Teilenergiekennwerte des Istzustands eines Gebäudes mit sog. Referenz-Teilenergiekennwerten verglichen werden, um den Energieaufwand für verschiedene Gewerke in den unterschiedlichen Nutzungszonen zu bewerten.

### Konzept für den Sanierungsfahrplan

Der Energieberater soll den gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan in enger Zusammenarbeit mit dem Eigentümer erstellen. Der Sanierungsfahrplan muss herstellerneutral und gewerkeübergreifend sein, die Gebäudehülle und die Anlagentechnik gemeinsam betrachten, und er muss zukunftsorientiert sein. Dabei muss ein langfristiges „klimaneutrales“ Gebäudekonzept entwickelt werden, die kurzfristigen Maßnahmen sollen wie bei einer „normalen“ Energieberatung als erster Schritt enthalten sein.



Ablaufvorschlag eines gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans

Die **Bestandsaufnahme** entspricht zu weiten Teilen derjenigen in der bisherigen Beratungspraxis (z.B. Vor-Ort-Beratung). Zusätzlich zur Gebäudegeometrie, den Hüllflächenbauteilen und der Anlagentechnik muss auch die persönliche Situation des Eigentümers erfasst werden. Sie umfasst z.B. ohnehin geplante Umbaumaßnahmen, mögliche Verkaufsabsichten, geplante Nutzungsänderungen und die finanziellen Möglichkeiten. Auch die eigene Motivation des Eigentümers zu Sanierungen ist abzufragen.

Auf Basis der Bestandsaufnahme werden – unter Berücksichtigung der individuellen Situation und möglicher Restriktionen - „**ambitionierte**“ **Effizienzmaßnahmen** ausgewählt, die dem Grundsatz „**So gut wie möglich**“ entsprechen bzw. ihm möglichst nahekommen. Auch hier ist die Einbeziehung des Eigentümers wichtig. Das „So gut wie möglich“-Prinzip und ambitionierte Einzelmaßnahmen werden in diesem Gutachten ausführlich mit Bezug auf die Komponentenklassifizierung definiert. Wenn der Energieberater von ambitionierten Einzelmaßnahmen abweichen muss, muss er dies triftig begründen. Generell gilt, dass im Sanierungsfahrplan alle Entscheidungen gut nachvollziehbar begründet werden müssen, denn das Dokument soll langfristig Bestand haben und auch in späteren Jahren noch verständlich und von Nutzen sein.

Aufbauend hierauf wird ein **Gesamtkonzept** mit der Definition optimaler Sanierungsschritte und Anschlussdetails erstellt, das das Gebäude im Endzustand nach Durchführung aller Maßnahmen bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung darstellt. Hierzu gehört insbesondere die energetische Bilanzierung. Ziel ist es, die ausgewählten optimalen Maßnahmen auf die Erfüllung der langfristigen Zielvorgaben „klimaneutrales Gebäude“ gemäß dem gewählten Bewertungsmaßstab hin zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Die betrachteten Konzepte werden gemeinsam mit dem Eigentümer auf Basis der in den nächsten Jahren erforderlichen Instandhaltungen und eventueller Umbau-/Umnutzungspläne abgeglichen, um optimale Zeitpunkte für die verschiedenen Maßnahmen zu bestimmen. Es werden Teilschritte identifiziert, mit denen das Gesamtkonzept in Stufen umgesetzt werden kann.

Von entscheidender Bedeutung ist die ausführliche und didaktisch aufbereitete **Dokumentation** und Begründung der einzelnen Sanierungsschritte in einer für den Hauseigentümer verständlichen Weise: Der Fahrplan soll über lange Zeiträume Bestand haben, er muss dem Hauseigentümer auch dann noch von Nutzen sein, wenn er in vielen Jahren die Durchführung einer heute geplanten Maßnahme konkret angehen will.

## **Executive Summary**

In this work, the individual renovation roadmap is developed in terms of practice, content, and strategy. The aim of the work package is to map out the chances as well as the limitations of the individual renovation roadmap.

### **Competition rehabilitation schedule and synopsis of existing advisory tools**

As part of the first preparatory steps, IFEU announced a competition "renovation roadmap" amongst architects, engineers, and energy consultants to collect existing examples of good practice and to widen the empirical data for this project. The competition focused on the following issues: What should a renovation roadmap look like best in order to be understandable and communicable for building owners? How can the current situation and planning of the owner be connected with the very long-term goals? Among the 16 submissions, ten were concrete consulting reports and six contained ideas on how to support renovation roadmap reports. The submitted examples of concrete renovation roadmaps met only partly the requirements of the criteria of the competition. In particular, the majority of the submissions showed significant weaknesses with respect to an understandable mediation for the end user. The first winner is therefore a methodological concept for staged renovation. The focus is on the development of a quality assurance and implementation of the step-by-step renovation into the Passive House calculation tool. The second prize went to an energy consultant from Stuttgart that encouraged to accompany long-term energy consulting reports with a central website, allowing to take into account the long time horizon of the renovation roadmap (updates, changes in underlying data such as interest rates, energy prices, technical modifications etc.). The third prize was awarded for a graphically appealing, while conceptually thoughtful consultation report, which provides a three-part renovation concept.

A further step in this project was to analyze in how far targeted individual elements for building renovation roadmaps are available in today's consulting tools, and which can be considered as recommended for any future standards. The analysis shows that some useful elements for renovation roadmap can be found and must be integrated into a consistent format.

### **Methodology of economic assessments of individual renovation strategies**

The concept for the renovation roadmap assumes that the necessary advice extends well beyond today's energy consulting concepts. The methodology of economic calculations must be in line with this concept and therefore cannot be determined in all details.

To rate renovation measures with respect to their economic viability, basically, static and dynamic methods of investment calculations are available. Static methods have the advantage to be very simple and to deliver results with few input variables. However, since the long-term nature of the renovation plan is not mirrored, static methods should not be used in the context of building-individual renovation roadmap.

A suitable method for comparing investment alternatives are dynamically calculated total costs (sum of investment costs, energy and maintenance costs over the period under consideration). The representation of the total cost should be in the form of the mean annual annuity of the total cost over the period under consideration, since also possible representation of NPV total cost is probably less clear for the building owner. Since the representation of the total cost is based on the full costs, one must always consider the total costs that are occurring anyway in the benchmark option "Pure repair".

Another efficiency criterion are the "costs of saved kWh of final energy" based on an extra cost approach. They can be directly compared with the expected price of the alternatively purchased kWh final energy. However, the method is not to be used when a fuel switch occurs. For the comparison

of several investment alternatives, it is not suitable because the economically optimal variant does not always have the lowest "cost of saved kWh of final energy".

In addition, a method to take into account anticipatory effects is developed on the basis of lost interest revenues.

During the preparation of individual building renovation roadmaps, it is recommended that potential "co-benefits" (e. g. pleasant indoor climate) is documented as a supplement to the results of the cost and profitability analysis.

### **Energy performance of individual buildings**

In addition, this project examines several energetic labeling schemes regarding their suitability for a future-oriented renovation roadmap. Focus is on the end-customer-oriented communication, e. g. how to inform interested buyers of a property in terms of energy quality quickly and intuitively. The color representation with alphabetically graded efficiency classes according to the European energy efficiency label has a high recognition value, with an alphabetical scale from A to G (EnEV: A + to H) being better understood as the additionally introduced A + to A +++ classes.

A total of three energy indicator systems are analyzed. In order to analyze the various characteristics, calculations were carried out using 71 buildings from the database.

The first efficiency rating system assesses the building on the basis of final and primary energy based on the calculation procedure of the Energy Savings Ordinance. The determination of the efficiency class A for primary energy is based on the orientation value for the "primary energy -80%" or the "carbon neutral" building in the IWU achievement scenario (27 kWh / m<sup>2</sup>).

Disadvantages of this system are that the individual circumstances of existing buildings cannot be considered, such as their compactness, the share of window area or any requirements of protection of cultural heritage. In addition, the labels do not allow conclusions on the quality of individual components (e. g. building envelope). When analyzing the calculation results, it is striking that both final and primary energy label often have the same class. Deviations arise where the primary energy factor of the fuel is much smaller or larger than "one". So heat pumps in the final energy class are valued consistently with A +. Here, the primary energy class as a second label is essential to avoid perverse incentives.

Efficiency classes on the basis of the "Erzeugernutzwärmeabgabe"  $Q_{outg}$  and the coefficient of primary energy demand  $Q_p$  and  $Q_{outg}$  are the second analyzed label system. Whereas  $Q_{outg}$  makes a statement about the building envelope and the built-in technology (storage and distribution), the second characterizes the heating system and the energy balance of the required fuels. It can be considered a disadvantage that  $Q_{outg}$  is usually not measured. In addition, there is no overall label; this could be achieved by a weighting of the two performance classes. Also, the coefficient of  $Q_p$  and  $Q_{outg}$  is not independent from  $Q_{outg}$ .

The third variant combines the primary energy label with a label of the individual components (outer wall, windows, heating, ventilation, etc.). For the latter, in this study an initial proposal is developed, taking into account current labeling activities such as the labeling based on the Ecodesign Directive.

Using a graphical representation, the need for renovation measures can be made transparent. The basic philosophy is that the component requirements of the current KfW individual measures essentially correspond to efficiency class A, while the component requirements of the EnEV lead to Class B.

The assessment of the individual components gives a good overview of the quality of components and systems, making it more differentiated than the other two methods. In conjunction with the primary energy demand, a combination of a simple parameter and detailed, action-related information can be achieved.

The method can in principle also be applied to non-residential buildings. However, more appropriate systems such as the "Teilenergiekennwerte" method (a new benchmarking procedure) are recommended.

Finally, it is recommended to consider a transition from evaluating primary energy to GHG emissions as a key factor for climate protection. Thus, climate specific effects, such as the GHG emissions from coal, gas and biomass supply, could be taken into account.

### **Concept for the renovation roadmap**

The individual building renovation roadmap creates a long-term consulting approach for an individual building. It is produced by an appropriately qualified energy advisor. The renovation roadmap must be vendor-neutral and independent of any individual interest of craftsmen, consider the building envelope and heating system together, and take into account long-term developments and requirements, particularly the almost "climate neutral" building concept.

The **inventory (1., 2.)** corresponds to a large extent to that in the previous counseling practice (e.g. on-site consultation). In addition to building geometry, the building envelope, the heating (cooling/ventilation/AC) system must be recorded as well as the personal situation of the owner. It includes, for example, already planned reconstruction measures, possible plans to sell, planned use changes and the financial possibilities.

On the basis of the inventory "**ambitious**" **efficiency measures** are selected **(3.)**, corresponding to the principle "as ambitious as possible" as closely as possible. The "As ambitious as possible" principle and ambitious individual measures are defined in this report in detail with reference to the components classification and technical requirements. If the energy consultant must deviate from ambitious individual measures, he must justify this deviation. An overall concept is created based on the individual measures, which describes the transformation path to the future building, including the energy balance after the final renovation step.

The considered measures are split into useful step-by-step **renovation measure packages**, considering the renovation needed anyway in the coming years, maintenance and eventual conversion / re-development plans in order to determine optimal time points for the various measures.

To **optimally design** the staged renovation processes and individual measures are described in detail **(4.)**, interfaces and optimizations for intermediate states must be prepared, such as provisions for adjoining components, future installations etc. For this purpose, various matrix-like if-then-principles are provided ("If the roof is insulated, make sure that ..." etc.). The calculation of the performance after modernization **(5.)** shows the achievable degree of ambition.

Of crucial importance is the comprehensive and didactic **documentation (6.)** and justification of each of the renovation steps in a manner understandable to the homeowner: The roadmap is valid for long periods, therefore it must be the homeowner will still be useful when many years carrying wants to tackle a planned action concretely today.

## 1 Einführung

Laut Angebot wird in diesem Arbeitspaket der Sanierungsfahrplan „umfassend praktisch, inhaltlich und strategisch erarbeitet und an konkreten Einzelfällen erprobt. Idealerweise sollten Gebäude in einer einzigen, umfassenden Sanierungsmaßnahme auf das zukunftsweisende Niveau gebracht werden. Jedoch stehen diesem Ideal in der Praxis viele Hemmnisse gegenüber. Um zu gewährleisten, dass die einzelnen Sanierungsstufen technisch richtig aufeinander aufbauen, ist es zielführend, schon bei der ersten Maßnahme einen strategischen Gesamtplan für das Gebäude zu erstellen. Vor diesem Hintergrund liegt die Aufgabe im vorliegende Arbeitspaket darin, die Chancen, aber auch die Grenzen auszuloten, die mit dem Ansatz des gebäudeindividuelle Sanierungsfahrplans verbunden sind.“

Dieses Arbeitspaket besteht aus folgenden Teilarbeitspaketen:

- Durchführung und Auswertung eines Wettbewerbs Sanierungsfahrplan (Kapitel 2);
- Analyse der Praktikabilität von Elementen eines Sanierungsfahrplans in vorhandenen Beratungsinstrumenten einschließlich der Wettbewerbseinreichungen (Kapitel 3);
- Durchführung eines Praxistests mit drei Energieberatungen (Kapitel 4);
- methodische Analysen zu Zielvorgaben (Kapitel 5),
- Elementen einer wirtschaftlichen Bewertung im Rahmen eines gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans (Kapitel 6);
- Elemente einer energetischen Bewertung im Rahmen eines gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans (Kapitel 7); und
- der Analyse von Methoden zum Verbrauch- und Bedarfsabgleich (Kapitel 8).

Des Weiteren wird in diesem Arbeitspaket ein Entwurf eines **Leitfadens für Energieberater** erarbeitet, der als **separates** Dokument zur Verfügung steht.

## 2 IFEU-Wettbewerb Sanierungsfahrplan (AP 2.1 und AP 2.2)

In einem ersten Schritt des Projektes wurde ein deutschlandweiter Wettbewerb durchgeführt. Ziel des Wettbewerbs „Sanierungsfahrplan“, den das IFEU ausgeschrieben hat, war die Akquise von bestehenden guten Beispielen aus der Planungs- und Beratungstätigkeit von Architekten, Ingenieuren und Energieberatern und die Verbreiterung der empirischen Datenbasis für dieses Projekt. Die im Wettbewerb gefundenen guten Gestaltungsmerkmale sollten in Empfehlungen einfließen, wie gute Sanierungsfahrpläne in (anspruchsvolle) Sanierungs- und Energieberatungen integriert werden können.

### 2.1 Ausschreibung und Wettbewerbsbedingungen

Die Ausschreibung erschien im April 2014 in der Zeitschrift Gebäude-Energieberater und wurde zudem in mehr als 20 weiteren Medien bekannt gemacht. Im Mittelpunkt des Wettbewerbs standen folgende Fragen: Wie müsste ein solcher Sanierungsfahrplan optimal aussehen, um für die Gebäudebesitzer verständlich und vermittelbar zu sein? Wie kann man die aktuelle Situation und Planung der Eigentümer mit den sehr langfristigen Zielen verbinden?

Energieberater, Architekten, Ingenieure und Handwerker waren eingeladen, bestehende gute Beispiele für Sanierungsfahrpläne aus ihrer Planungs- und Beratungstätigkeit einzureichen. Auch gute Ideen rund um die Erstellung und Vermittlung solcher Sanierungsfahrpläne konnten berücksichtigt werden, beispielsweise Software zur Erstellung von Sanierungsfahrplänen.

Die eingereichten Sanierungsfahrpläne wurden von einer Jury bestehend aus IFEU, Ecofys und IWU nach folgenden Kriterien bewertet:

- Überzeugende Darstellung einer energetisch anspruchsvollen Langfristperspektive für das Gebäude
- Ableitung sinnvoller Sanierungsstufen
- Verständlichkeit der Darstellung
- Übersichtliche Struktur der Inhalte (Zusammenfassung ...)
- „Peppige“ Darstellungsidee
- Motivierende Informationen auch über energetische Vorteile hinaus
- Anknüpfen an die Informationsbedürfnisse und Lebenssituation der Beratenden.

### 2.2 Teilnehmer

16 Beiträge wurden eingereicht, davon zehn mit konkreten Beratungsberichten sowie sechs mit Ideen, wie ein Sanierungsfahrplan rund um den Bericht unterstützt werden könnte. Eingesendet wurden die Beiträge von Energieberatern, Ingenieurbüros sowie Forschungs-/Beratungseinrichtungen sowie einer Fachschule.

### 2.3 Bewertung und Gewinner

Im September 2014 wurden die Bewertungen der Einreichungen durchgeführt. Die eingereichten Beispiele für konkrete Sanierungsfahrpläne erfüllten nur bedingt die Anforderungen des o.g. Kriterienkatalogs. Insbesondere zeigte die Mehrzahl der Einreichungen Schwachstellen bzgl. einer verständlichen Vermittlung für die Endkunden. Aus diesem Grund wurden die ersten beiden Preise an Ideen zur konzeptionellen Unterstützung von gSFP vergeben.

Erster Preisträger ist das im Rahmen des europäischen Projektes *EuroPHit* vom Passivhaus-Institut in Darmstadt entwickelte Konzept für schrittweise Sanierungen. Im Mittelpunkt steht bei EuroPHit die Entwicklung einer Qualitätssicherung für schrittweise Modernisierungen. Für zukünftige Schritte werden in dem Konzept unter anderem schon die Lage der Dämmschicht und der luftdichten Ebene definiert, so dass Bauteilanschlüsse später luftdicht und wärmebrückenarm ausgeführt werden können.

nen. Eine Checkliste verpflichtet den Planer, Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Sanierungsschritten zu überprüfen. Wenn bereits moderate Sanierungsschritte erfolgt sind, so darf dies bei der Konzepterstellung durch einen angepassten Standard für diese Komponenten berücksichtigt werden. Hierzu erweitert das Passivhaus-Institut auch das verbreitete Auslegungsprogramm PHPP um eine für Modernisierungsschritte optimierte Fassung, die Mitte 2015 auf den Markt gebracht werden soll. Als Qualitätskriterien der Zertifizierung gelten dabei eine gegenüber den gesetzlichen Anforderungen deutlich verbesserte Energieeffizienz mit gleichzeitiger guter Wirtschaftlichkeit der Gesamtheit der Wärmeschutzmaßnahmen und Bauschadensfreiheit.

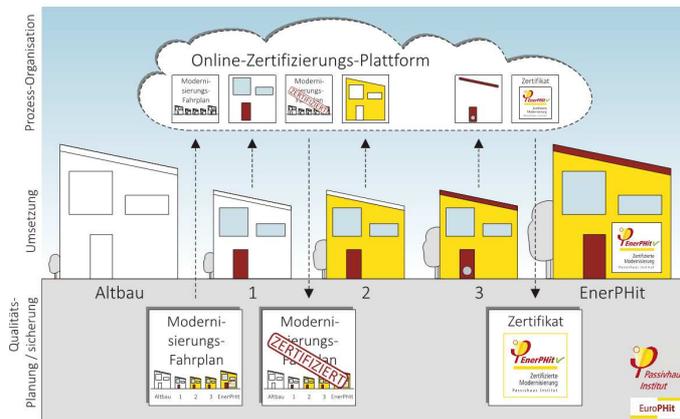


Abbildung 2-1: Zertifizierungsschema des Passivhaus-Instituts zum EuroPHit/EnerPHit-Label (Quelle: Passivhaus Institut)

Der zweite Preis ging an eine Energieberaterin aus Stuttgart, Inken Mende. Die Jury würdigte insbesondere ihre Anregung, langfristig orientierte Energieberatungsberichte mit einer zentralen Internetseite zu begleiten. „Die Bereitstellung eines Sanierungsfahrplans mit „langer Halbwertszeit“ durch Verknüpfung eines knappen Beratungsberichts mit einer individuellen Informationsseite“ sei ein wichtiger Beitrag zur Weiterentwicklung verlässlicher Sanierungsfahrpläne.

Hierdurch kann das Problem entschärft werden, dass ein Beratungsbericht nicht alle zukünftig erforderlichen Informationen enthalten kann. Durch die Eingabe wesentlicher gebäudespezifischer Informationen in einen geschützten Bereich könnten auch für spätere Zeitpunkte Aktualisierungen und Kalkulationshilfen (wie z.B. für veränderte Zinssätze), aber auch modifizierte technische Bewertungen (etwa durch sinkende Primärenergiefaktoren) angeboten werden. Im Idealfall wäre das sogar unabhängig vom Energieberater oder evtl. wechselndem Gebäudebesitzer machbar.

Zudem könnten Gebäudebesitzer interaktiv über Veränderungen speziell für sie relevanter gesetzlicher Grundlagen oder Förderprogramme informiert werden.

Ein Beratungsbericht, der in besonderer, grafisch ansprechender und zugleich konzeptionell durchdachter Weise ein dreiphasiges Sanierungskonzept für ein Sparkassengebäude entwickelte, erhielt den dritten Preis. Die Firma GreenTech plante in Zusammenarbeit mit Werner Sobek Frankfurt eine vollständige Sanierung unter Berücksichtigung städtebaulicher Aspekte, inklusive Fassade, HLS und Stromsparkonzept. Es werden ambitionierte und umfassende Maßnahmen für sowieso zu sanierende Bauteile vorgeschlagen, aufgeteilt in einzelne Gebäudemodule. Eine Lebenszykluskostenbetrachtung macht die langfristigen wirtschaftlichen Vorteile einer Sanierung deutlich. Hervorzuheben ist eine Handreichung für Nutzer und Mitarbeiter, die auf häufige Fragen und Vorurteile gegenüber einer energetischen Sanierung eingeht und die Bedeutung einer externen Qualitätskontrolle betont. Allerdings ist dieser Bericht in Umfang und Aufwand nicht auf private Wohngebäude übertragbar.

Viele der im Wettbewerb eingereichten Beratungsberichte enthielten bereits Elemente eines vorausschauenden Planens: Wenn ich jetzt die Fassade dämme, wie kann ich später ohne Beschädigung neue Fenster einbauen? Plane ich bei einer Dacherneuerung Dachüberstände für eine spätere Wärmedämmung ein? Sehe ich Anschlussleitungen für eine später zu installierende Solaranlage vor? Eine

Zusammenstellung verschiedener Anregungen für das Sanierungsfahrplankonzept enthält Tabelle 10-1 im Anhang.

Zugleich wird durch den Wettbewerb auch deutlich: ein ansprechender Bericht, der dem Gebäudeeigentümer individuelle Perspektiven aufzeigt, ist nach wie vor keine Selbstverständlichkeit. Zeit- und Kostendruck führen dazu, dass auch bei einigen der Einreichungen vorgefertigte Textblöcke und wenig angepasste Beratungsinhalte ein eher schematisches Bild zeichnen. Der Gedanke eines Sanierungsfahrplans muss sich bei den Beratern, aber auch bei den Softwareherstellern erst noch verbreiten.

Die Ergebnisse des Wettbewerbs wurden in der Zeitschrift GEB zusammenfassend veröffentlicht (Ausgabe Nov. 2014; siehe Artikel im Anhang).

### 3 Analyse von Elementen eines Sanierungsfahrplans in heutigen Beratungsinstrumenten (AP 2.2)

Ein Arbeitsschritt in diesem Projekt war die Analyse, inwieweit in heutigen Beratungsinstrumenten schon zielführende Elemente für gebäudeindividuelle Sanierungsfahrpläne vorhanden sind und welche davon als empfehlenswert für evtl. zukünftige Standards gelten können.<sup>1</sup>

Die Analyse zeigt, dass viele hilfreiche Elemente für gSFP schon heute in verschiedenen Beratungs- und Informationsinstrumenten zu finden sind, jedoch selten gebündelt und verständlich sowie zusammenfassend aufgegriffen werden. Die konkreten Anregungen sind in **Tabelle 10-1 im Anhang** sowohl für die Wettbewerbseinreichungen als auch für die weiteren ausgewerteten Materialien dokumentiert und werden im AP 2.6 bei der Konzeptionierung berücksichtigt. Tabelle 3-1 fasst die einzelnen Elemente zusammen.

Tabelle 3-1: Mögliche Elemente eines Sanierungsfahrplans in heutigen Beratungsinstrumenten

Aspekt	Baustein	Beispiel / Bemerkung
Generelle Grundlagenvermittlung	Sanierungsprocedere in Schritten, inkl. Begrifflichkeiten, Vorgehen und Ansprechpartner einer umfassenden energetischen Sanierung und Checklisten	Beispiel: „Sanierungsleitfaden Baden-Württemberg, Erfolgreich Sanieren in 10 Schritten“.
	Umfangreichere Dokumentation von Empfehlungen zur Gebäudesanierung	Beispiel: Stiftung Warentest / Ulrich Zink: Das gebrauchte Haus, Berlin 2014. (Auch als Wettbewerbsbeitrag Sanierungsfahrplan eingereicht.)
Aktualisierung des Langzeitplans	Internetseite begleitend zum gSFP	Vgl. 2. Preis des Wettbewerbs Sanierungsfahrplan
Informationsvermittlung über Energie-Aspekte hinaus	Ausführliche Beschreibung und monetäre Bewertung des Wertzuwachses durch die energetische Sanierung im Vergleich zu den nötigen Investitionen auf einer Seite	Musterenergiebericht der Firma Energetrium
	Ausführliche Beschreibung von Komfort- und Behaglichkeitsvorteilen durch die energetische Sanierung auf einer Seite	u.a. im Musterenergiebericht der Firma Energetrium, SFP Baden-Württemberg
	Langfristige finanzielle Auswirkungen auf Einsparungen bei steigendem Energiepreis (Szenario)	u.a. Musterenergiebericht der Firma Energetrium, SFP Baden-Württemberg
	„Die Energieberater müssen immer berücksichtigen, ob es Maßnahmen gibt, die weniger umfassend sind, kürzere Amortisationszeiten haben, geringere Investitionskosten oder die voraussichtlich mehr motivierend für den Hausbesitzer sind. Die Architektur des Gebäudes muss für alle Vorschläge beachtet werden.“	Vorgaben für die Ausstellung des dänischen Energieausweises (Energistyrelsen 2014)
Aufmerksamkeit für Langfristkosten steigern	Gesamtenergiekosten über die nächsten Dekaden darstellen	Energiepass Hessen
Gesamtsanierung in schrittweisen Einzelmaßnahmen	Vorgabe im Beratungsförderprogramm: „Die Zusammenfassung muss enthalten: ... Maßnahmenplan: Empfehlung für eine Gesamtsanierung in aufeinander abgestimmten Schritten (bei KfW-Effizienzhaus Angabe des erreichbaren Niveaus)“	Checkliste zur BAFA-Vor-Ort-Beratung (2014)
Hinweise auf Zu-	Genereller Hinweis: „Bei Einzelmaßnahmen immer	z.B. im Entwurf des gSFP – Baden-

<sup>1</sup> Ausgewertet wurden die Wettbewerbseinreichungen, Musterberatungsberichte der BAFA-VOB und des ESC Baden-Württemberg, verschiedene öffentlich verfügbare Beratungsberichte, der Entwurf zum Sanierungsfahrplan BW, der Passeport Energetique, der Hessische Energiepass, der dänische Musterenergieausweis sowie Fachliteratur (Zink 2014, Der Sanierungsleitfaden).

<p>sammenhänge zwischen Einzelmaßnahmen</p>	<p>die nächsten / folgenden Schritte bei der Planung schon berücksichtigen“ plus einer ergänzenden Konkretisierung bei Beschreibung der Einzelmaßnahmen („Der Dachüberstand soll vergrößert werden, um bei einer späteren Dämmung der Außenwände gut anschließen zu können. ... Rohrleitungen für Lüftungsanlage vorrüsten“)</p>	<p>Württemberg, IFEU / Econsult 2014</p>
<p>Zeitplanung</p>	<p>Empfehlung zur Bündelung von Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenkombinationen (z.B. „gleichzeitige Dämmung von Kellerdecke und der Kellerinnenwände im Treppenhaus und Austausch der Kellertür“)</p> <p>Hinweise auf sinnvolle Zeitfenster zur Umsetzung von Einzelmaßnahmen („Sobald umfangreiche Putzerneuerung erforderlich“, „Spätestens 2025“)</p>	<p>z.B. im BAFA-Musterbericht (Juni 2014), Datenbank im SFP Baden-Württemberg</p> <p>z.B. Verschiedene Einreichungen des Wettbewerbs Sanierungsfahrplan. Entwurf des gSFP-Baden-Württemberg; Entwurf eines französischen gSFP (<a href="http://www.passeport-efficacite-energetique.fr/">http://www.passeport-efficacite-energetique.fr/</a>)</p>
<p>Bewertung des energetischen Zustands des Gebäudes</p>	<p>Getrennte Bewertung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gesamtgebäude</li> <li>- Gebäudehülle</li> <li>- Heizungssystem</li> </ul> <p>im Ist-Zustand sowie nach einzelnen Sanierungsschritten: Hilft bei der schnellen Einschätzung der Effekte von Einzelschritten.</p>	<p>Entwurf des gSFP – Baden-Württemberg, IFEU / Econsult 2014; Energieausweis für Nicht-Wohngebäude in Luxemburg (2014); dort auch Ist-Bewertung einzelner Technologien über Gebäudehülle und Heizungssystem hinaus (z.B. Lüftung, Beleuchtung). Energiepass Hessen</p>
<p>Hinweise auf weiterführende / nächste Schritte</p>	<p>Vorgabe im Beratungsförderprogramm: „Die Zusammenfassung muss enthalten: Prognostizierte Einsparung des Endenergiebedarfs nach einer Gesamtsanierung in einem Zuge sowie nach Umsetzung der jeweiligen Sanierungsschritte unter Angabe des Ist-Endenergiebedarfs in kWh/a“</p> <p>Beschreibung und Empfehlung zur Begleitung der Umsetzung mit Beschreibung (möglicher) Vorteile</p>	<p>Checkliste zur BAFA-Vor-Ort-Beratung (2014)</p> <p>Musterenergiebericht der Firma Energetrium (o.J.)</p>

## 4 Praxistest

### 4.1 Ziel des Praxistests

Das vorläufige Konzept für den Sanierungsfahrplan, das im ersten Zwischenbericht des Projekts erarbeitet wurde, wurde in einem Praxistest erprobt. Der Schwerpunkt lag auf der Bewertung der Praxistauglichkeit sowohl des Gesamtkonzepts als auch der einzelnen Komponenten wie der Wirtschaftlichkeitsberechnung, der energetischen Bewertung und der Bewertung der persönlichen Situation der Beratungsempfänger. Darüber hinaus haben die Berater auch eigene neue Bewertungsansätze und Darstellungsoptionen in das Projekt eingebracht.

### 4.2 Auswahl der Energieberater

Für die Durchführung des Praxistests wurden drei versierte Energieberater/innen ausgewählt, die bereits über Vorerfahrungen mit der Erstellung ähnlicher Beratungsprodukte verfügen bzw. den Projektpartnern aus vorhergehenden Projekten als gute Kenner der Materie bekannt waren:

Tilla Pflaum ist eine Architektin und Energieberaterin aus Karlsruhe. Sie hat bereits in der Erprobungsphase des Sanierungsfahrplans für Baden-Württemberg mitgewirkt.

Carsten Herbert ist Diplom-Bauingenieur und Geschäftsführer des Beratungsbüros „Energie und Haus“ in Darmstadt. Er hat bereits in mehreren Projekten mit dem IWU zusammengearbeitet.

Martin Schindler ist Diplom-Ingenieur für Maschinenbau und Abteilungsleiter Energieberatung bei der Energetrium AG in Köln. Die Energetrium AG hat jüngst bereits ein eigenes Konzept für eine langfristig ausgerichtete, individuell zugeschnittene Beratung entwickelt.

### 4.3 Durchführung des Praxistests

Die ausgewählten Berater erhielten im Januar 2015 Materialien über die grundsätzliche Zielsetzung des Sanierungsfahrplans sowie die bereits erarbeiteten Vorschläge zur Wirtschaftlichkeitsberechnung und zur energetischen Bewertung (Grenzen der Effizienzklassen).

In einer Telefonkonferenz wurden die Zielsetzung des Praxistests sowie die Verwendung der zur Verfügung gestellten Materialien besprochen. Die Berater konnten eventuelle Fragen stellen.

Die Beratungen fanden im Februar 2015 statt. Auf einem Workshop im März 2015 wurden die Ergebnisse präsentiert. Nach dem Workshop gab es weitere inhaltliche Rückmeldungen der Berater.

### 4.4 Ergebnisse des Praxistests

Die Ergebnisse der Praxistests sind inhaltlich in die entsprechenden Kapitel der energetischen Bewertung, Wirtschaftlichkeitsbewertung und sonstigen Aspekte mit eingeflossen. Beispielsweise stellte sich heraus, dass den Energieberatern für die Umrechnung theoretischer Energiebedarfswerte in typische Verbrauchswerte nach Möglichkeit ein konkretes Handwerkszeug zur Verfügung gestellt werden sollte. Das vollständige Protokoll findet sich in Anhang 10.5. Die drei Beratungsberichte werden separat dokumentiert. Verschiedene Elemente der Beratungsberichte und Anregungen der Energieberater wurden auch im Leitfaden „Der gebäudeindividuelle Sanierungsfahrplan“ (Arbeitspaket 2 – Teil II) integriert. Insbesondere handelt es sich dabei um

- Detaildarstellungen zu Einzelmaßnahmen und weitere Gestaltungselemente aus dem Beratungsbericht von Carsten Herbert;
- Anregungen zu einer Überarbeitung der Effizienzklassen von Tilla Pflaum;
- Anregungen zum Bedarfs-/Verbrauchsabgleich von Martin Schindler.

## **5 Methodische Vorüberlegungen zum Ziel und den „Prinzipien“ eines Sanierungsfahrplans (AP 2.6a, AP 2.5)**

### **5.1 Ansatz**

Bei dem gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan handelt es sich um die Erstellung eines langfristig tragfähigen Konzepts für die energetische Gebäudemodernisierung durch einen entsprechend qualifizierten Energieberater. Gegenüber der üblichen Energieberatung wird die langfristige Entwicklung des Gebäudes besonders berücksichtigt: In den meisten Fällen lassen sich zukunftsweisende energetische Standards nicht sofort, sondern nur über längere Zeiträume erreichen. Angesichts der häufig sehr komplexen baulichen Situation bestehender Altbauten und vielfältiger Unwägbarkeiten im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung stellt die Erstellung eines Sanierungsfahrplans eine anspruchsvolle Aufgabe dar.

Gleichzeitig ist klar, dass der Fahrplan nicht alle Fragen der zukünftigen Maßnahmen im Detail und mit Sicherheit beantworten kann. Auch angesichts einer unsicheren Zukunft ist es aber wichtig, einen langfristig angelegten Plan zu verfolgen, denn bauliche Maßnahmen haben häufig langfristige Auswirkungen, und heutige Entscheidungen sollen langfristig tragfähige Lösungen nicht blockieren. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, dem Gebäudeeigentümer einen Experten an die Seite zu stellen, der für ihn und mit ihm gemeinsam ein solches Langfrist-Konzept erstellt.

Der Sanierungsfahrplan muss dieser Situation gerecht werden, indem er sichere („robuste“) von weniger sicheren Lösungsansätzen trennt und zukünftige Handlungsalternativen, also Übergänge von einem zu einem anderen Entwicklungspfad, darstellt. Eine wichtige und nicht einfach zu lösende Aufgabe liegt darin, in der Dokumentation die wesentlichen Bedingungen und Abhängigkeiten der verschiedenen Ansätze so zu beschreiben, dass sie für den Hauseigentümer verständlich sind und ihm eine Handlungsgrundlage für die spätere Umsetzung liefern.

Im Hinblick auf den Kontext des Sanierungsfahrplans wird davon ausgegangen, dass dieser zukünftig in das staatliche Energiesparinstrumentarium eingebunden ist, dass also beispielsweise Fördermittel für die Erstellung des Fahrplans in Anspruch genommen werden können. Diese Fördermittel können mit Bedingungen verknüpft werden, die einerseits den Umfang und die Qualität der Beratung und andererseits die thematische Ausrichtung betreffen. Ein wichtiges Motiv für die Förderung ist darin zu sehen, mit den Sanierungsfahrplänen in den betroffenen Gebäuden den Weg für die Umsetzung der für den Klimaschutz notwendigen Maßnahmen freizumachen.

### **5.2 Zielvorgaben im gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan**

#### **5.2.1 Herausforderung bei der Definition von Zielvorgaben**

Eine grundsätzliche Schwierigkeit des gebäudebezogenen Sanierungsfahrplans liegt in der Frage, ob und inwieweit im Rahmen des Bewertungsmaßstabs gebäudeindividuelle Zielwerte vorgegeben werden können, die dem individuellen Fall gerecht werden. Bei näherer Betrachtung lassen sich drei unterschiedliche Aspekte dieser Problematik unterscheiden:

1. Vorgegebene Gebäudegeometrie

Im Gebäudebestand ist die Größe und Lage der Gebäudehülle vorgegeben und, abgesehen von sehr umfangreichen Umbaumaßnahmen bzw. Anbauten, nicht mehr beeinflussbar. Die Geometrie und Kompaktheit des Gebäudes hat aber einen großen Einfluss auf Energieverbrauch und Energiekennwerte.

2. Unterschiedliche Restriktionen

Im Bestand gibt es eine große Zahl baulicher bzw. situationsbedingter Restriktionen, die die

Möglichkeit für die Durchführung von Wärmeschutz- und Wärmeversorgungsmaßnahmen einschränken können. Hierzu gehören beispielsweise nicht behebbare Wärmebrücken, kleine Fenster („Schießcharteneffekt“ bei Dämmung), fehlender Dachüberstand, Denkmalschutz, fehlende Sanierungsnotwendigkeit des Bauteils (kein Kopplungsprinzip), keine solar nutzbaren Dachflächen, keine Möglichkeit der Erdwärmennutzung über Wärmepumpen, keine Anschlussmöglichkeit an umweltfreundliche Nah- oder Fernwärme. Die Vielfalt dieser möglichen Restriktionen ist kaum überschaubar.

### 3. Unsicherheiten über zukünftige Bewertungen

Über den langfristigen Bestand heutiger, z. B. im Sanierungsfahrplan angewendeter, Bewertungsmaßstäbe bestehen erhebliche Unklarheiten. So ist nicht bekannt, welchen Änderungen die primärenergetische Bewertung von elektrischem Strom, Biomasse oder Fernwärme aus KWK zukünftig unterworfen sein wird. Die Berechnungsverfahren für Energiekennwerte können sich auch in anderen Parametern grundlegend ändern – im Hinblick auf den Umstand, dass Energiebedarfswerte heute im Allgemeinen keine realistischen Verbräuche widerspiegeln, sollte dies sogar dringend angestrebt werden. Auch die Bewertungsgrößen (Treibhausgase statt Primärenergie?) und die generellen Zielvorstellungen (notwendiger Beitrag des Gebäudebestandes zum Klimaschutz) können Änderungen unterworfen sein.

Eine Möglichkeit, die vorgegebene Gebäudegeometrie besser bei der Festlegung des Zielniveaus zu berücksichtigen, liegt hier in einem Referenzgebäudeansatz, wie er beispielsweise aktuell in der EnEV und bei der Definition der KfW-Effizienzhäuser verwendet wird. Dieser Ansatz, der im Neubau möglicherweise auch Nachteile mit sich bringt, da er keine Anreize für eine kompakte Bauweise bietet, erscheint für den Bestand besonders geeignet. Mit dem Ziel, eine möglichst große Kontinuität zu bestehenden Ansätzen herzustellen, wäre es beispielsweise denkbar, den primärenergiebezogenen Zielwert in Anlehnung an das KfW-Effizienzhaus zu definieren und bei der Endenergie weiterhin das vom Energieausweis vorgegebene Schema zu verwenden.

Im Hinblick auf den zweiten Aspekt – die unterschiedlichen denkbaren Restriktionen – gibt es bei der Zielfestlegung eventuell Möglichkeiten, individuelle Gegebenheiten durch Sonderregeln zu berücksichtigen. So könnte bei der Festlegung eines Referenzgebäudes in dem Fall, dass eine Außendämmung der Außenwand nicht möglich ist, stattdessen ein typischer U-Wert für eine Innendämmung vorgegeben werden. Wenn der Denkmalschutz auch eine Innendämmung unmöglich macht, würde die Wand auch im Referenzhaus in ihrem alten Zustand bleiben. Es ist allerdings abzusehen, dass solche Sonderregeln angesichts der Vielfalt möglicher Restriktionen nicht alle denkbaren Aspekte berücksichtigen könnte – ein solcher Ansatz also letztendlich einerseits sehr kompliziert ausfallen würde und dennoch Stückwerk bliebe.

Im Hinblick auf den dritten Aspekt – mögliche Änderungen in der Bewertung – erscheint grundsätzlich kein sicherer Lösungsansatz vorstellbar, da hier ja unvorhersehbare Entwicklungen angesprochen werden.

Vor diesem Hintergrund wird klar, dass die Formulierung von Zielwerten für das jeweilige Einzelgebäude keinen Anspruch auf Exaktheit und langfristige Allgemeingültigkeit haben kann. Vielmehr geht es darum, dem Hauseigentümer **Orientierungswerte** darüber zu geben, was aus heutiger Sicht nachhaltige und klimagerechte Ziele für sein Gebäude sein könnten.

## 5.2.2 Definition der Herangehensweise von Zielvorgaben: „So gut wie möglich-Prinzip“ und ambitionierte Einzelmaßnahmen

Insgesamt lautet die übergeordnete Zielvorgabe: Der Sanierungsfahrplan soll am Ende zu einem energetischen Gebäudezustand führen, der mit den langfristigen Erfordernissen der Energieeinsparung und des Klimaschutzes im Einklang steht. Mit der Erstellung des Sanierungsfahrplans ist also eine

Prüfungsaufgabe verbunden: Die Untersuchung des „Ob und Wie“ der Erreichung der gesetzten Vorgaben muss Bestandteil des Sanierungsfahrplans sein, damit er förderwürdig ist. Darüber hinaus kann der Sanierungsfahrplan durchaus verschiedene Alternativen darstellen und vergleichen. Eine davon muss aber als „Pflichtvariante“ bzw. „Zielerreichungsvariante“ die gesetzten Anforderungen erfüllen.

Die Erreichung der Zielvorgaben für diese „Pflichtvariante“ im Sanierungsfahrplan erfolgt dabei „zweigleisig“:

Zum Ersten sollen möglichst gute Energiekennwerte für das Gesamtgebäude erreicht werden. Diese Frage wird in Kapitel 0 diskutiert und es werden verschiedene Möglichkeiten verglichen. Für die konkrete Umsetzung wird ein Klassifizierungsschema für Primärenergie und Endenergie vorgeschlagen.

Zum Zweiten soll – unabhängig von der Gesamt-Energiebilanz – auch bei allen Einzelmaßnahmen der Grundsatz „**So gut wie möglich**“ verfolgt werden. Beispielsweise ist bei allen Wärmeschutz-Maßnahmen zunächst einmal zu prüfen, ob und wie sehr ambitionierte Lösungen umgesetzt werden können.

Durch diese bauteil- bzw. komponentenbezogene Sichtweise wird insbesondere sichergestellt, dass die vorhandenen energetischen Optimierungspotentiale auch tatsächlich genutzt werden und nicht etwa lediglich versucht wird, im Rahmen der Energiebilanz-Klassifizierung die jeweils erreichbare Klassengrenze gerade eben einzuhalten.

Anhaltspunkte für die Ausgestaltung des „So gut wie möglich“ mit Blick auf die Gesamtenergiebilanz sind in AP 1 zu finden, in dem verschiedene zielkompatible Szenarien gerechnet wurden. Verwiesen wird hier auf Kapitel 6.6 des Zwischenberichts von AP 1. Konkrete Hinweise für die Einzelmaßnahmen werden in den folgenden Abschnitten gegeben.

Bei **Wärmeschutzmaßnahmen** kann das Niveau der Effizienzklasse A+ in Tabelle 7-6 eine erste Orientierung für den Grundsatz „So gut wie möglich“ geben. Dies entspricht auch – mit kleineren Abweichungen – dem Sanierungsniveau 2 der Szenarioberechnungen in Arbeitspaket 1.

Falls ein solches Niveau, bei der Außenwand etwa ein U-Wert von  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , aufgrund technischer oder gestalterischer Restriktionen nicht umgesetzt werden kann, so ist im nächsten Schritt die bestmögliche Lösung zu ermitteln. Als weiterer Orientierungspunkt können z. B. die Bauteilanforderungen der KfW-Förderstandards (zzt.  $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  für die Außenwand) dienen. Erst wenn auch diese nicht umzusetzen sind, ist im Sanierungsfahrplan der Standard, wie er von der EnEV gefordert wird, vorzugeben ( $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ). In begründeten Einzelfällen mit besonderen Restriktionen kann – wie in der EnEV – auch dieser eventuell zu unterschreiten sein, bzw. es kommt eventuell beim Beispiel der Wand statt der Außendämmung eine Innendämmung in Frage, für die sich erneut die Frage nach einem sinnvollen maximalen Umfang stellt (nun unter besonderer Berücksichtigung bauphysikalischer Aspekte und der Frage der Wärmebrücken).

Während davon ausgegangen werden kann, dass beim Gebäudewärmeschutz die durchführbaren Maßnahmen sehr stark von der vorgegebenen baulichen Situation geprägt sind und daher die Empfehlungen zur etappenweisen Verbesserung des Wärmeschutzes im Rahmen des Sanierungsfahrplans auch tatsächlich langfristig Bestand haben können (jedenfalls solange unvorhergesehene und einschneidende bauliche oder Nutzungs-Änderungen nicht stattfinden), ist die Situation bei der **Wärmeversorgung** relativ unübersichtlich:

Für den gesamten Gebäudebestand erscheint es zwar als ziemlich sicher, dass die Klimaschutzziele nur dann erreicht werden können, wenn mit Blick auf die in den Gebäuden eingesetzten Haupt-Wärmeerzeuger ein Übergang von der heutigen Standardtechnologie Gas-/Öl-Heizkessel (inklusive

Brennwertkessel) hin zu neuen Technologien stattfindet (Wärmepumpe, KWK, Biomasse)<sup>2</sup>. Außerdem ist ergänzend die Nutzung von Solarenergie anzustreben – entweder direkt über Solarthermie oder über den Umweg Photovoltaik und Wärmepumpe. Ein Herunterbrechen dieser allgemeinen Zielvorgaben auf das Einzelgebäude ist aber mit Schwierigkeiten und Unwägbarkeiten verbunden – nicht zuletzt im Hinblick auf die Bewertung der Energieträger Strom und Biomasse sowie die Kraft-Wärme-Kopplung.

Immerhin kann festgehalten werden, dass der Grundsatz „So gut wie möglich“ mit Blick auf die Heizungstechnik aus heutiger Sicht Folgendes bedeutet:

- Der mit fossilen Brennstoffen betriebene Heizkessel, auch der Brennwertkessel, darf in der „Pflichtvariante“ als Haupt-Wärmeerzeuger nicht die erste Wahl sein, vielmehr ist in der Regel die Wärmeversorgung über effizientere bzw. erneuerbare Energien nutzende Systeme (Wärmepumpe, KWK, Biomasse, ggf. auch entsprechend erzeugte Nah-/Fernwärme) anzustreben.
- Auch wenn für die Haupt-Wärmeerzeugung solche zukunftsweisenden Systeme eingeplant sind, sollte zusätzlich die ergänzende Solarenergienutzung am Gebäude (Solarthermie, PV insbesondere in Kombination mit Wärmepumpe) Teil des im Sanierungsfahrplan angestrebten Zielzustands sein. Der Energieverbrauch im Sommer (Warmwasser) sollte möglichst vollständig durch Sonnenenergie abgedeckt werden, ein Einsatz fossiler Energien und der knappen Ressource Biomasse also möglichst vollständig vermieden werden.

Die Festlegung des tatsächlich optimalen Wärmeversorgungssystems für das Gebäude ist aber dennoch eine schwierige Aufgabe, denn sie ist stark von zukünftigen Entwicklungen und Bewertungen abhängig, die heute noch nicht sicher vorhergesagt werden können. Offen ist beispielsweise die Frage, wieviel Biomasse eigentlich auf lange Sicht für die Gebäude-Wärmeversorgung zur Verfügung steht, welcher Biomasse-Verbrauch des betrachteten Gebäudes also als langfristig vertretbar gilt. Die Bewertung der Wärmeversorgung über Wärmepumpen hängt stark von dem Strom-Mix und dem Anteil der (für diesen Anwendungszweck) nutzbaren erneuerbaren Energien ab – und zwar nicht heute, sondern auf lange Sicht gesehen in einer zukünftigen Energieversorgung. Bei Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen stellt sich bereits heute die Frage der angemessenen (primär)energetischen Bewertung aus Perspektive der Wärmeversorgung, erst Recht im Hinblick auf ein zukünftiges Zusammenspiel der KWK mit einer immer stärker regenerativen Stromversorgung.

Die Frage nach dem „richtigen“ Wärmeversorgungssystem lässt sich also heute auch von Experten häufig nicht eindeutig beantworten. Der Energieberater hat hier also in besonderem Maße die Rolle eines Wegweisers auf unsicherem Terrain. Seine Aufgabe besteht darin, dem Gebäudeeigentümer diese komplexe Entscheidungssituation transparent zu machen, im Rahmen des Sanierungsfahrplans verschiedene Varianten zu diskutieren und die getroffene Wahl zu begründen. Da sich die Einschätzung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme zukünftig auch ändern kann, sind dem Eigentümer auch Wege aufzuzeigen, wie zukünftig von der präferierten Variante zu einer anderen übergegangen werden kann.

Ein besonderes Augenmerk ist grundsätzlich auf das Zusammenspiel von Wärmeschutz und Wärmeversorgung zu legen. So ist zu bedenken, dass ggf. mehrere Erneuerungszyklen bei einzelnen Anlagenkomponenten stattfinden werden, bis die Maßnahmen an der Gebäudehülle abgeschlossen sind.

Darüber hinaus spielt auch die Frage der **Wärmeabgabe** eine Rolle: Sofern alte Heizkörper nicht weiter genutzt werden können, sollte als Option geprüft werden, gegebenenfalls – im Einklang mit dem Gesamtkonzept für das Gebäude – auf Flächenheizungen umzurüsten, da diese die Effizienz zukünftig

---

<sup>2</sup> vgl. IWU (2013): Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts im Gebäudebereich - Zielerreichungsszenario, BMVBS-Online-Publikation Nr. 03/2013

eingesetzter Wärmeerzeuger (insbesondere Wärmepumpen) deutlich erhöhen können. Andererseits stellt sich beispielsweise bei Gebäuden, in denen die Erreichung des Passivhausstandards angestrebt ist die Frage, ob eine Beheizbarkeit über die Lüftungsanlage erreicht werden kann.

Im Hinblick auf **Lüftungsanlagen** gilt vor dem Hintergrund des Prinzips „So gut wie möglich“ Folgendes: Der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sollte immer als eine mögliche Option abgeprüft werden, wobei natürlich die baulichen Gegebenheiten und die Möglichkeiten der Herstellung einer ausreichenden Luftdichtheit mit zu betrachten sind.

Grundsätzlich sollte der gebäudeindividuelle Sanierungsfahrplan im Rahmen der Vorschläge für Gebäudehülle und Anlagentechnik auch Vorschläge für eine zukunftsweisende Reduktion des **Hilfsstromverbrauchs** vorschlagen. Bei Mehrfamilienhäusern gilt dies, insofern der Hauseigentümer hierbei Zugriffsmöglichkeiten hat (Hilfsstrom, Gemeinstrom).

Auch das **Zusammenspiel der Einzellösungen** ist so gut wie möglich auszugestalten (z. B. Minimierung der Wärmebrücken).

### 5.2.3 Rolle des Energieberaters bei der Bestimmung der Zielvorgaben

Der Prüfauftrag zur Einhaltung bestimmter Energiekennwerte und zur Realisierung des Prinzips „So gut wie möglich“ stellt – auch wenn viele Betroffene sich mit diesen Zielen identifizieren werden – einen äußeren Eingriff in die Beziehung zwischen Energieberater und Hauseigentümer dar. Dies soll aber den eigentlichen Charakter der Energieberatung und das Vertrauensverhältnis zwischen Berater und Bauherrn nicht beeinträchtigen: Der Berater ist weiterhin und ausschließlich für den Hauseigentümer und nicht in staatlichem Auftrag tätig. Die Vorgabe, einen ehrgeizigen, an den Klimaschutzzielen orientierten Zukunftspfad in die Überlegungen einzubeziehen, bedeutet nicht, dass der Sanierungsfahrplan diesen Lösungsweg als einzigen enthalten darf. Vielmehr ist der Energieberater im Hinblick auf die inhaltlichen Aussagen und Bewertungen und den letztlich von ihm vorgeschlagenen Lösungsweg frei und selbst verantwortlich. Dabei sollte er auf die Situation und die Wünsche des Hauseigentümers soweit möglich eingehen, denn dieser ist sein Kunde und wird letztlich die Entscheidung über die durchgeführten Maßnahmen treffen. Er muss aber begründen, wenn er vom Vorschlag ambitionierter Maßnahmen abrückt.

Die Rolle des Energieberaters ist die eines Wegweisers für den Gebäudeeigentümer in einer schwer überschaubaren Situation: Er interpretiert und bewertet die langfristigen Anforderungen und Handlungsoptionen und übersetzt sie in eine für den Hauseigentümer verständliche Sprache.

Dabei kann am Ende der Fall eintreten, dass die „Zielerreichungsvariante“ aus heutiger Sicht des Energieberaters oder des Bauherrn nicht die bevorzugte Option darstellt. Dass diese als „Pflichtvariante“ im Sanierungsfahrplan dennoch dokumentiert werden muss, ist aber auch in diesem Fall sinnvoll, denn die Einschätzungen, die dem Sanierungsfahrplan zu Grunde liegen (z. B. angenommene Energiepreise, Kosten der einzusetzenden Technologien), können sich später auch ändern (oder ein neuer Hauseigentümer könnte andere Prioritäten setzen). Ein mit staatlichen Mitteln geförderter Sanierungsfahrplan muss daher in einem solchen Fall Handlungsmöglichkeiten für eine spätere Rückkehr auf den Zielpfad bzw. eine Annäherung daran beschreiben.

### 5.3 Vorschlag für einen groben Ablauf des Sanierungsfahrplans

Der Energieberater soll den gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan in enger Zusammenarbeit mit dem Eigentümer erstellen. Der Sanierungsfahrplan muss herstellerneutral und gewerkeübergreifend sein, die Gebäudehülle und die Anlagentechnik gemeinsam betrachten, und er muss zukunftsorientiert sein. Dabei muss ein langfristiges „klimaneutrales“ Gebäudekonzept entwickelt werden, die kurzfristigen Maßnahmen sollen wie bei einer „normalen“ Energieberatung aber ebenfalls als erster Schritt enthalten sein.

Das Konzept für den Sanierungsfahrplan kann nicht die zur Durchführung notwendigen Fachkenntnisse vermitteln und dient nicht dazu, die vielfältigen Detailschritte, die für die Erstellung des Sanierungsfahrplans notwendig sind (und je nach Einzelgebäude und Situation ganz unterschiedlich ausfallen können), im Einzelnen zu dokumentieren. Die Interpretation und praktische Umsetzung der Aufgabe liegt vielmehr beim Energieberater: Der gebäudeindividuelle Sanierungsfahrplan – so wie er hier aufgefasst wird – stellt erhöhte Anforderungen an die Qualifikation und das Wissen des Energieberaters und ist in der Regel aufwändiger und komplexer in der Erstellung als eine konventionelle Energieberatung.

Abbildung 5-1 verdeutlicht die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Erstellung eines gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplanes. Eine ausführliche Erläuterung der Schritte wird im **Leitfaden für Energieberater** dokumentiert.

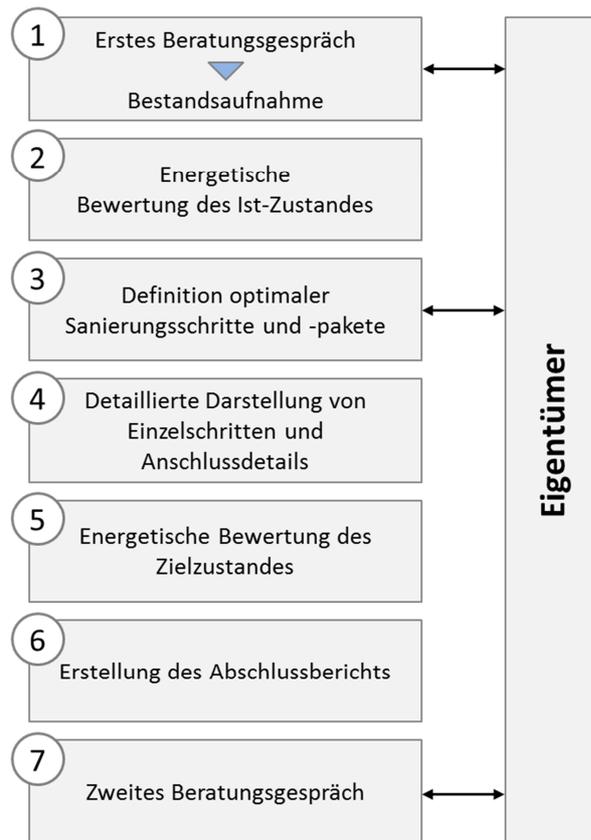


Abbildung 5-1: Ablaufvorschlag eines gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans

## 6 Methodische Vorüberlegungen zur Darstellung von Kosten und Wirtschaftlichkeit im Sanierungsfahrplan (AP 2.3)

Die Durchführung von Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen stellt im Rahmen eines Sanierungsfahrplans eine besondere Herausforderung dar, da die Maßnahmen in Einzelschritten über einen langen Zeitraum gestreckt durchgeführt werden können. Durch die Möglichkeit, die Maßnahmen unterschiedlich zu Teilpaketen zusammenzufassen und dabei eventuell (z. B. aus baupraktischen Gründen) bestimmte Maßnahmen bewusst auch vor den eigentlichen Instandhaltungszeitpunkt des jeweiligen Bauteils vorzuziehen, entsteht eine Vielfalt von Möglichkeiten. Die ökonomische Analyse der unterschiedlichen Optionen wird hierdurch ebenfalls sehr komplex, so dass eine vollständige (und gleichzeitig für den Hauseigentümer verständliche) Behandlung dieses Themas im Rahmen einer praxisorientierten Energieberatung kaum möglich erscheint. Darüber hinaus ist noch ganz wesentlich zu beachten, dass im Hinblick auf zukünftige Maßnahmenkosten, Energiepreise und Fördermöglichkeiten erhebliche Unsicherheiten bestehen.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass der Sanierungsfahrplan nicht das Versprechen erfüllen kann, den „wirtschaftlich optimalen“ Zukunftspfad für das Gebäude abzuleiten. Dennoch spielt die Frage von Kosten und Wirtschaftlichkeit natürlich für den Hauseigentümer eine wesentliche Rolle, die Entscheidungsfindung muss sich also auch an ökonomischen Überlegungen orientieren. Das vorliegende Kapitel soll dem Energieberater für die Bewältigung dieser Aufgabe eine Orientierung geben und ihm einen Weg aufzeigen, wie er auf möglichst praktikable Weise den gestellten Anforderungen gerecht werden kann.

Dabei sind zunächst einige Anmerkungen zur „Pflicht-“ bzw. „Zielerreichungsvariante“ notwendig, in der ja der Grundsatz „So gut wie möglich“ zu erfüllen ist: Dieser Leitsatz dient, wie oben erläutert, zur Orientierung in Richtung auf das Erreichbare und Mögliche. „So gut wie möglich“ heißt also nicht „Egal wie teuer“. Auch in der Pflichtvariante gibt es demnach Interpretationsspielraum: So sollen beispielsweise bei Wärmeschutzmaßnahmen zunächst einmal passivhaustaugliche Lösungen geprüft werden, wenn diese im vorliegenden Gebäude aber nur zu ungewöhnlich hohen Kosten möglich sind (oder aufgrund anderer Restriktionen nicht durchgeführt werden können), kann auch in der Pflichtvariante davon abgewichen werden. Andernfalls würde die Pflichtvariante ihre praktische Relevanz einbüßen.

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeitsanalysen im Sanierungsfahrplan werden drei verschiedene Betrachtungsebenen unterschieden:

### 1. Festlegung der Teilschritte im Sanierungsfahrplan

Bei der Festlegung, welche energetischen Modernisierungsschritte zu welchen Zeitpunkten durchgeführt werden, hat der Energieberater wahrscheinlich ein recht verworrenes Knäuel unterschiedlicher Abhängigkeiten zu entwirren. Ein Grundsatz der Wirtschaftlichkeit wird häufig einfach durch Beachtung des Kopplungsprinzips (Durchführung bei Ohnehin-Instandhaltung) gewährleistet sein, allerdings kann es auch notwendig sein, Maßnahmen vor den eigentlichen Instandhaltungszeitpunkt vorzuziehen. Ein einfaches Verfahren für die Abschätzung der dadurch entstehenden Mehrkosten wird weiter unten vorgestellt.

Ergebnis der Analysen ist ein Stufenplan für das Gebäude, der ausführlich zu dokumentieren ist. Diese Dokumentation sollte zumindest auch Angaben zu den zu erwartenden Investitionskosten und Energieverbräuchen sowie Energiekosten beinhalten.

### 2. Darstellung des ersten Teilschrittes

In aller Regel wird der Sanierungsfahrplan ein erstes Maßnahmenpaket vorsehen, das auch kurzfristig durchführbar ist (erster Teilschritt, Sofortmaßnahmen). Hier sind die äußeren Rahmenbedingungen (aktuelle Kosten und Fördermöglichkeiten) weitgehend bekannt. Der erste Teilschritt ist im Hinblick auf die Umsetzung besonders detailliert zu dokumentieren

und hier kann gegebenenfalls auch eine ausführliche Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden. Dieses Vorgehen unterscheidet sich nicht von einer „gewöhnlichen“ Energieberatung, deren Ziel ja auch die Darstellung und Begründung der kurzfristig durchführbaren Maßnahmen ist. Methodisch gesehen handelt es sich hier also um das Standardrepertoire des Energieberaters, das keiner weiteren Erläuterung bedarf.

### 3. Vergleich der Zielzustände

Hier liegt eine wesentliche Aufgabe der Wirtschaftlichkeitsanalyse, denn es handelt sich um denjenigen Punkt im Sanierungsfahrplan, an dem der Blick auf das Gebäude und seine Zukunftsentwicklung als Ganzes gerichtet wird. Gleichzeitig sind die oben genannten Schwierigkeiten (Komplexität, Unsicherheit über zukünftige Rahmenbedingungen) zu beachten. Ziel ist es, trotz der bestehenden Unwägbarkeiten eine aussagekräftige Darstellung zu erreichen, die dem Hauseigentümer eine Vorstellung davon gibt, wie die möglichen Zukunftspfade des Gebäudes ökonomisch zu bewerten sind, ob also der Weg, für den er sich entscheidet (möglicherweise die Zielerreichungsvariante), wirtschaftlich vernünftig ist.

Dabei ist festzuhalten, dass diese Gesamtbetrachtung im Rahmen des Sanierungsfahrplans eine Option, aber kein „Muss“ darstellt: Möglicherweise ist der Hauseigentümer an der ökonomischen Analyse von Maßnahmen, die weit in der Zukunft liegen, überhaupt nicht interessiert, weil er sich (mit einigem Recht) sagt, dass er über zukünftige Maßnahmenpakete erst dann konkret entscheiden muss, wenn der Zeitpunkt tatsächlich gekommen ist: Für eine genauere Analyse der Wirtschaftlichkeit ist es dann immer noch früh genug. Auf die Durchführung einer ausführlichen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann in einem solchen Fall auch verzichtet werden. Der „technische“ Teil des langfristigen Sanierungsfahrplans wird dennoch von Nutzen für den Hauseigentümer sein, denn er hat so eine konkrete Anleitung für mögliche zukünftige Maßnahmen an der Hand, auf die er später zurückgreifen kann.

Viele Eigentümer werden aber durchaus die Frage stellen, ob der langfristig anvisierte Zielzustand aus ökonomischer Sicht überhaupt sinnvoll und vertretbar ist. Die Unsicherheiten über zukünftige Entwicklungen, z. B. bei Maßnahmenkosten und Energiepreisen, wird nicht jeder als ausschlaggebend ansehen, nicht zuletzt, weil Investitionsentscheidungen (heutige und zukünftige) ohnehin immer mit Unwägbarkeiten verbunden sind und weil langfristige Konzepte ohnehin immer nur auf Basis der heute verfügbaren Informationen erstellt werden können. Dass ein langfristiges Gebäudekonzept aber angesichts der langfristigen Auswirkungen und technischen Abhängigkeiten der verschiedenen Bau- und Wärmeversorgungsmaßnahmen sowie der langfristigen Herausforderungen (Klimaschutz) insgesamt Sinn ergibt, ist der Grundansatz des Sanierungsfahrplans. In der Regel wird also auch eine Gesamtbetrachtung zur Wirtschaftlichkeit vom Eigentümer nachgefragt werden.

## 6.1 Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Zielzustände

In den Sanierungsfahrplänen werden langfristige Investitionsentscheidungen zur Erreichung bestimmter Zielzustände dargestellt. Diese Investitionsentscheidungen können mit bekannten Verfahren der Investitionsberechnung beurteilt werden (Vgl. IWU 2014b):

- Einfache Verfahren der Investitionsrechnung sind die sog. statischen Verfahren. Bekannte statische Verfahren der Investitionsrechnung sind z.B. die Gewinn- 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 keine ausreichende Basis zur Beurteilung von Investitionsentscheidungen, weil es sich bei Energiesparinvestitionen immer um mehrperiodische Entscheidungsprobleme handelt. Bei deren Beurteilung müssen die zeitliche Struktur der Ein- und Auszahlungsreihen und entsprechende Zinseffekte berücksichtigt

werden. Trotz der bestehenden Vorteile hinsichtlich der Handhabung und der Vermittelbarkeit sollten statische Verfahren daher in diesem Kontext nicht eingesetzt werden.

- Das wesentliche Merkmal von sog. dynamischen Verfahren ist es, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Zahlungen mit Hilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt ab- oder aufzudiskontieren. 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. Im Kontext gebäudeindividueller Sanierungsfahrpläne sollten daher grundsätzlich dynamische Verfahren zur Anwendung kommen.

Bei der Auswahl eines bestimmten dynamischen Verfahrens im Kontext gebäudeindividueller Sanierungsfahrpläne sind die Eignung dieser Verfahren für den Vergleich von mehreren Investitionsalternativen sowie die Kommunizierbarkeit des Kriteriums zu beachten. Wichtig ist, dass der Eigentümer die wesentlichen Entscheidungsinformationen erhält, ohne inhaltlich überfordert zu werden.

Ein für den Vergleich von Investitionsalternativen geeignetes Wirtschaftlichkeitskriterium sind die dynamisch berechneten **Gesamtkosten** (Summe aus Investitionskosten, Energie- und Wartungskosten über den Betrachtungszeitraum). In die Berechnung der Gesamtkosten gehen dabei nicht die energiebedingten Mehrkosten, sondern die Vollkosten der Maßnahmen ein (**Vollkostenansatz**). Die Gesamtkosten zeigen die Gesamtbelastung der Gebäudeeigentümer unter Berücksichtigung der Finanzierungskosten (Kreditkosten bzw. Opportunitätskosten des eingesetzten Eigenkapitals) und sind daher gut kommunizierbar. Die Darstellung der Gesamtkosten sollte in Form der mittleren jährlichen (annuitätischen) Gesamtkosten über den Betrachtungszeitraum erfolgen, da eine ebenfalls mögliche Darstellung der barwertigen Gesamtkosten wahrscheinlich im Hinblick auf die Berücksichtigung von Restwerten und Ersatzinvestitionen weniger anschaulich für den Gebäudeeigentümer wäre. Da die Darstellung der Gesamtkosten auf Basis der Vollkosten erfolgt, müssen bei Verwendung dieses Kriteriums für die Wirtschaftlichkeitsberechnung immer auch die Gesamtkosten der Minimalvariante „Reine Instandsetzung“ (im Sinne einer „Ohnehin Kosten-Variante“) mit angegeben werden. Die Differenz zwischen den Gesamtkosten der Variante „Reine Instandsetzung“ und den Gesamtkosten der energiesparenden Varianten entspricht dabei dem „annuitätischen Gewinn“, wenn die Wirtschaftlichkeitsberechnung auf der Basis eines Mehrkostenansatzes erfolgt, d.h. wenn nur die sog. energiebedingten Mehrkosten der Maßnahmen in die Berechnung eingehen (Vgl. IWU 2014b).

Abbildung 6-1 zeigt beispielhaft einen solchen Gesamtkostenvergleich zwischen einer Variante „Reine Instandsetzung“ und drei möglichen Maßnahmenpaketen, wobei mit dem letzten Maßnahmenpaket der angestrebte „Zielzustand“ erreicht wird. Alle Varianten liegen ungefähr auf dem gleichen Gesamtkostenniveau. Das Maßnahmenpaket 2 und das Maßnahmenpaket „Zielzustand“ weisen geringfügig niedrigere Gesamtkosten als die Vergleichsvariante „Reine Instandsetzung“ auf. Beide Pakete sind damit gegenüber der Vergleichsvariante „Reine Instandsetzung“ wirtschaftlich realisierbar.

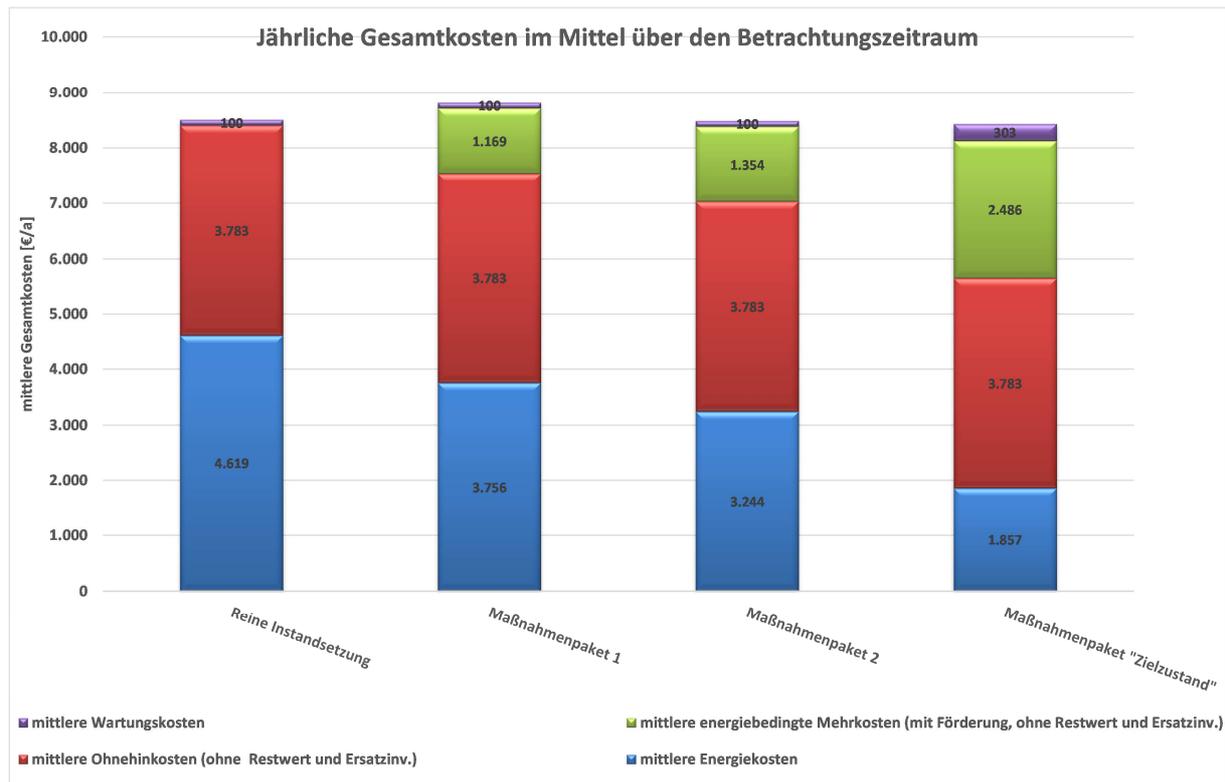


Abbildung 6-1: Gesamtkostenvergleich: Beispielwerte (Quelle: IWU)

Die Darstellung der (jährlichen) Gesamtkosten hat gegenüber einer Differenzbetrachtung (also einer Darstellung allein der Mehr- oder Minderkosten gegenüber einer Vergleichsvariante) den wesentlichen Vorteil, dass der Hauseigentümer nicht nur erkennen kann, welche Variante die kostengünstigste ist, sondern er kann die ablesbaren Kostendifferenzen direkt auch in Relation zu den Gesamtkosten setzen. Auf diese Weise ergibt sich ein „vollständigeres“ Bild als im Fall einer reinen Differenzkostenbetrachtung, bei der die Gefahr besteht, dass Kostenunterschiede überzeichnet werden. So kann es beispielsweise sein, dass bei einer Differenzkostenbetrachtung eine energiesparende Investitionsalternative scheinbar sehr schlecht dasteht, die Gesamtkostenbetrachtung dagegen zeigt, dass die Unterschiede eigentlich gar nicht gravierend sind.

Die Vergleichsvariante „Reine Instandsetzung“, in der nur die ohnehin notwendigen Instandhaltungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen berücksichtigt werden, sollte sorgfältig definiert werden. Es handelt sich hier um eine theoretische Variante mit minimalen Investitionskosten, bei der am Haus nur die nötigsten Instandhaltungsmaßnahmen ohne Energieeinsparmaßnahmen<sup>3</sup> durchgeführt werden. Für einen Hauseigentümer, der ohnehin gewillt ist, umfangreiche Energieeinsparungen durchzuführen, ist diese Variante eventuell nicht von Interesse, und in einem solchen Fall kann von der Darstellung auch abgesehen werden. Wenn der Hauseigentümer aber die Frage der Mehrkosten eines „Energiesparpfades“ für sein Gebäude geklärt haben möchte, ist die richtige Definition der Vergleichsvariante von Bedeutung. Wichtig ist, dass der ohnehin zu erwartende Instandhaltungsbedarf

<sup>3</sup> Teilweise ergeben sich auch hier automatisch Energieeinsparungen, z. B. beim Austausch alter Fenster oder beim Heizkesselaustausch, die natürlich zu beachten sind. Im Übrigen kann der Fall eintreten, dass bei einer solchen Vergleichsvariante auch EnEV-Vorgaben (z. B. Nachrüstpflichten, Pflicht zur Außenwanddämmung bei großflächiger Putzerneuerung) einzuhalten sind. Aus Veranschaulichungsgründen – um dem Hauseigentümer die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen klarzumachen - kann es eventuell dennoch sinnvoll sein, eine solche Vergleichsvariante auch ohne Beachtung der betroffenen EnEV-Vorgaben „durchzurechnen“. Es ist dann aber explizit darauf hinzuweisen, dass es sich um eine rein theoretische, nach heutigen Regeln nicht verordnungskonforme Variante handelt.

realitätsnah eingeschätzt wird. Dabei geht es nicht zuletzt darum, ein Verständnis dafür zu entwickeln, dass eine Variante „Nichts tun“ ohne jegliche Investitionen aufgrund des kontinuierlichen Instandhaltungsbedarfs von Gebäuden kaum jemals als realistische Option anzusehen sein dürfte.

Ein ebenfalls gut vermittelbares, dynamisches Wirtschaftlichkeitskriterium sind die „**Kosten der eingesparten kWh Endenergie**“. Im Gegensatz zu den auf Basis der Vollkosten berechneten Gesamtkosten werden die „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ auf Basis der energiebedingten Mehrkosten berechnet (**Mehrkostenansatz**). Die „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ können unmittelbar mit dem erwarteten Preis für die alternativ einzukaufende kWh Endenergie verglichen werden. Diesen kann der Gebäudeeigentümer auf Basis seiner eigenen Überlegungen frei wählen, da in die Berechnung der „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ Annahmen zur zukünftigen Energiepreissteigerung nicht eingehen. Allerdings liefert das Kriterium „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ bei einem Energieträgerwechsel (z.B. von Heizöl/Erdgas zu Biomasse oder Strom) keine sinnvollen Ergebnisse mehr. In diesen Fällen können zwar der „annuitätische Gewinn“ oder die wenig anschaulichen „Kosten der substituierten kWh Öl/Gas“ berechnet werden, dazu wären allerdings wieder Abschätzungen über die mittlere Energiepreisentwicklung notwendig. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ lediglich für die Beurteilung der einzelnen Investitionsalternative, aber nur eingeschränkt für den Vergleich von Alternativen geeignet sind. Die Variante mit den geringsten „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ ist nicht immer auch die wirtschaftlich optimale Variante (Vgl. IWU 2014b).

Abbildung 6-2 zeigt für die Dämmung einer Außenwand im Altbau den annuitätischen Gewinn sowie die Kosten der eingesparten kWh Endenergie für den Fall der Kopplung an Putzerneruerung. Der maximale annuitätische Gewinn wird bei  $U=0,235 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ca. 12 cm Dämmdicke) erreicht, die minimalen Kosten der eingesparten kWh Endenergie dagegen bei  $U=0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ca. 6 cm Dämmdicke). Ein Vergleich zwischen den beiden Alternativen (12 cm und 6 cm Dämmung) würde auf Basis des Kriteriums „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ zu einer suboptimalen Entscheidung für 6 cm Dämmdicke führen.

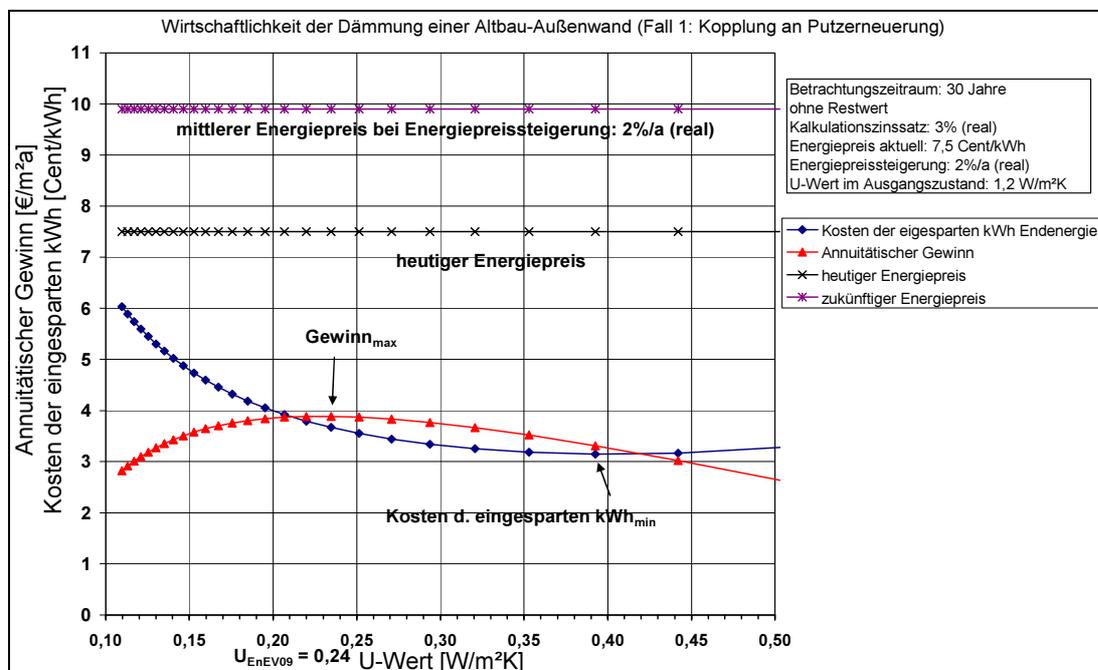


Abbildung 6-2: Vergleich annuitätischer Gewinn und Kosten der eingesparten kWh Endenergie<sup>4</sup> (Quelle: IWU)

<sup>4</sup> Die Abbildung dient lediglich zur Verdeutlichung der methodischen Überlegungen. Sie wird nicht in den gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplänen enthalten sein.

Über den Vergleich mit dem zukünftigen Energiepreis kann bei mehreren Alternativen über das Kriterium „Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ nur festgestellt werden, ob die Alternative wirtschaftlich ist oder nicht. Dazu müssen die Kosten der eingesparten kWh Endenergie mit dem mittleren zukünftigen Energiepreis verglichen werden. Sind die Kosten der eingesparten kWh Endenergie kleiner als der mittlere zukünftige Energiepreis, sind die Maßnahmen wirtschaftlich. In Abbildung 6-2 ist sowohl der aktuelle Energiepreis als auch der berechnete mittlere Energiepreis bei einer zukünftigen Energiepreissteigerung von 2%/a (real) dargestellt. In diesem Beispiel ist die Wirtschaftlichkeit der Außenwanddämmung selbst bei hohen Dämmdicken gegeben, da die Kosten der eingesparten kWh Endenergie immer unter dem mittleren zukünftigen Energiepreis liegen.

Es kann jedoch nicht quantifiziert werden, wie groß der damit verbundene Gewinn bzw. Verlust für den Gebäudeeigentümer ist. Da es bei der Erstellung gebäudeindividueller Sanierungsfahrpläne für den Gebäudeeigentümer häufig auch um diese Informationen geht, sind die „Kosten der eingesparten kWh“ als alleiniges Wirtschaftlichkeitskriterium für vergleichende Investitionsentscheidungen nur eingeschränkt geeignet. Sie könnten jedoch insbesondere für Selbstnutzer in Fällen ohne Energieträgerwechsel als ein für den Gebäudeeigentümer anschauliches Kriterium z.B. bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse des ersten Teilschritts oder beim Vergleich von Maßnahmenpaketen ergänzend eingesetzt werden.

Insgesamt gesehen wird für den Wirtschaftlichkeitsvergleich der Zielzustände das Kriterium der (annuitätischen) Gesamtkosten präferiert. Die Darstellung der (jährlichen) Gesamtkosten hat gegenüber einer Differenzbetrachtung auf Basis eines Mehrkostenansatzes den wesentlichen Vorteil, dass der Hauseigentümer nicht nur erkennen kann, welche Variante die kostengünstigste ist, sondern er kann die ablesbaren Kostendifferenzen direkt auch in Relation zu den Gesamtkosten setzen. Auf diese Weise ergibt sich ein „vollständigeres“ Bild als im Fall einer reinen Differenzkostenbetrachtung, bei der die Gefahr besteht, dass Kostenunterschiede überzeichnet werden. So kann es beispielsweise sein, dass bei einer Differenzkostenbetrachtung eine energiesparende Investitionsalternative scheinbar sehr schlecht dasteht, die Gesamtkostenbetrachtung dagegen zeigt, dass die Unterschiede eigentlich gar nicht gravierend sind.

## **6.2 Ansatz des Wirtschaftlichkeitsvergleichs für die Zielzustände: „Zusammenziehen“ der Maßnahmen auf einen Zeitpunkt**

Der Grundgedanke des vorgeschlagenen Wirtschaftlichkeitsvergleichs liegt darin, alle durchgeführten Maßnahmen der jeweils betrachteten Variante so zu behandeln, als würden sie zu einem Zeitpunkt durchgeführt. Dem Hauseigentümer soll so eine Möglichkeit gegeben werden zu erkennen, ob die vorgeschlagenen Zielvarianten „insgesamt gesehen wirtschaftlich vernünftig sind“. Diesem Ansatz liegt die Annahme zu Grunde, dass aus heutiger Sicht ein Maßnahmenpaket, dessen Durchführung in einem Zug „wirtschaftlich vernünftig“ ist, auch dann immer noch vernünftig ist, wenn es eben – aufgrund der tatsächlich gegebenen Situation – nicht in einem Zug, sondern nur schrittweise realisiert werden kann. Dies sollte jedenfalls dann gelten, wenn – wie im vorliegenden Fall – die schrittweise Durchführung bereits auf ihre Sinnhaftigkeit und Realisierbarkeit überprüft und vom Energieberater zur Umsetzung vorgeschlagen wurde. Natürlich ist gegenüber dem Hauseigentümer klarzustellen (auch in der schriftlichen Dokumentation), dass es sich hier um eine vereinfachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung handelt, die nur dem genannten Zweck dient und deren Aussagekraft – jedenfalls langfristig gesehen – auch Grenzen gesetzt sind.

Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit erfolgt über eine Darstellung der jährlichen Gesamtkosten für die jeweils betrachteten Zielvarianten. Investitionskosten von Energiesparmaßnahmen, aber auch von relevanten Instandhaltungsmaßnahmen, werden dabei in Annuitäten (also jährliche Kosten) umgerechnet.

Um zu gewährleisten, dass sich die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung trotz ihres vereinfachten Ansatzes möglichst eng an den Gegebenheiten des realen Gebäudes orientiert, ist Folgendes zu beachten:

- Bei **Teilmodernisierungen**, bei denen bestimmte Energiesparmaßnahmen entfallen (z. B. die Außenwanddämmung) ist unbedingt darauf zu achten, dass ohnehin fällige Instandsetzungsmaßnahmen an dem jeweiligen Bauteil trotzdem in den Gesamtkosten mit berücksichtigt werden. Nur wenn alle fälligen Instandsetzungsmaßnahmen berücksichtigt werden, ist ein objektiver Vergleich der Varianten möglich. Insbesondere gilt dies für die Minimalvariante „Reine Instandsetzung“, die hier nicht kostengünstiger erscheinen sollte, als sie tatsächlich ist.
- Umgekehrt bedeutet die vereinfachte und idealisierte Sichtweise des Wirtschaftlichkeitsvergleichs nicht, dass nun etwa „typische“ **Instandhaltungen** am Gebäude angesetzt würden, obwohl diese im vorliegenden Fall gar nicht geplant sind. Auch wenn also „typischerweise“ eine Außendämmung der Wand an eine Putzerneuerung gekoppelt wird, wäre es hier also falsch, in der Variante „Reine Instandsetzung“ die Kosten einer Putzerneuerung anzusetzen, wenn vorher festgestellt wurde, dass auf lange Sicht und im Betrachtungszeitraum des Sanierungsfahrplans überhaupt keine Putzerneuerung geplant ist. (Dagegen wird es aber normalerweise schon der Fall sein, dass eine verputzte Wand innerhalb des Betrachtungszeitraums mindestens einmal gestrichen werden muss).
- Ein spezielles Problem stellen dabei Vorzieheffekte dar, also die vorgezogene Durchführung von Maßnahmen, die eigentlich aus Kostengründen an den Instandsetzungszeitpunkt gekoppelt werden sollten mit dem Ziel, Energiesparmaßnahmen sinnvoll zu Paketen zusammenzufassen oder einfach die Energieeinsparungen bereits früher zu erreichen. Wenn in einer der betrachteten Varianten Maßnahmen vor ihren eigentlichen Instandsetzungszeitpunkt **vorgezogen** werden, so sind die Vorziehkosten  $K_V$  explizit als zusätzliche Kosten zu berücksichtigen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn eine Putzerneuerung im Betrachtungszeitraum zwar ansteht, die Außenwand aber laut Stufenplan nicht zu diesem Zeitpunkt, sondern bereits einige Jahre eher gedämmt wird. Ein Verfahren zur Behandlung der Vorzieheffekte wird in Kapitel 6.3 abgeleitet.
- Als Zeitpunkt für die hypothetische Durchführung aller Maßnahmen „in einem Zug“ bietet sich aus Gründen der Vereinfachung die **heutige Situation** an. Im Normalfall sind daher die heute typischen Investitionskosten für die betrachteten Maßnahmen anzusetzen. Allerdings ist es wie bereits erwähnt denkbar, dass die Annahme getroffen wird, dass bei einer bestimmten Maßnahme – die erst in vielen Jahren fällig ist – zukünftig mit geänderten Kosten zu rechnen ist (z. B. Kostensenkung wie bei Photovoltaik in der Vergangenheit). In diesem Fall wäre es sinnvoll, bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von vornherein die geänderten Kosten, die dieser Zukunftserwartung entsprechen, anzusetzen. Wichtig ist auch hier in besonderem Maße, dass solche unsicheren Annahme gegenüber dem Hauseigentümer transparent gemacht und in den Unterlagen dokumentiert werden.
- Ein besonderes Problem wirft die Frage auf, ob und wie **Fördermittel** beim Wirtschaftlichkeitsvergleich mit berücksichtigt werden können. Einerseits ist festzustellen, dass über die Fördermöglichkeiten zukünftiger Maßnahmen nichts bekannt ist. Andererseits ist es nicht unplausibel davon auszugehen, dass angesichts einer sich möglicherweise verschärfenden Energie- und Klimaproblematik auch zukünftig Fördermöglichkeiten bestehen. Vor diesem Hintergrund wird eine „zweigleisige“ Darstellung vorgeschlagen:  
Der Wirtschaftlichkeitsvergleich wird zuerst ohne Annahme von zukünftigen Fördergeldern durchgeführt. Allerdings können als sicher erscheinende Fördermittel für das erste Maßnahmenpaket („Sofortmaßnahmen“) auch hier mit berücksichtigt werden.  
In einer zweiten Darstellung werden Fördermittel auch für zukünftige Maßnahmen berücksichtigt, und zwar im einfachsten Fall auf heutigem Niveau der Förderung und für alle heute

förderfähigen Maßnahmen. Diese Darstellung geht von der (nicht völlig unplausiblen) Hypothese aus, dass heute vom Staat als sinnvoll erachtete Energiesparmaßnahmen auch zukünftig noch förderfähig sind. Natürlich ist es möglich, in dieser Variante auch konkretere Zukunftserwartungen des Energieberaters bzw. des Hauseigentümers einfließen zu lassen. Wenn beispielsweise erhebliche Zweifel bestehen, ob eine heute noch förderfähige Maßnahme auch zukünftig noch finanziell unterstützt werden wird, kann dieser Teil der Förderung in der Betrachtung natürlich auch weggelassen werden.

### 6.3 Abschätzung von „Vorzieheffekten“ für die Zielzustände

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen sollte bei den Sanierungsfahrplänen prinzipiell das Kopplungsprinzip angewendet werden d.h. innerhalb des Betrachtungszeitraums geplante Teilsanierungen sollten genau zu dem Zeitpunkt stattfinden, an dem auch die entsprechende Instandsetzungsmaßnahme notwendig wird. In der Praxis wird es jedoch Situationen geben, in denen Maßnahmen, die eigentlich aus Kostengründen an einen späteren Instandsetzungszeitpunkt gekoppelt werden sollten, zeitlich vorgezogen werden. Gründe dafür könnten sein, die Energiesparmaßnahmen sinnvoll zu Paketen zusammenzufassen (z.B. um die Baustellenbelastung für den Eigentümer zu reduzieren oder um Wärmebrücken besser vermeiden zu können) oder die gesamten Energieeinsparungen bereits früher zu erreichen. Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen verschlechtert sich durch das Auftreten von Vorzieheffekten, da die anrechenbaren Ohnehin-Kosten sinken bzw. die energiebedingten Mehrkosten steigen.

Im Fall, dass das Kopplungsprinzip eingehalten wird, ein Vorziehen also nicht stattfindet, lassen sich Wirtschaftlichkeitsanalysen durch Aufteilung der Vollkosten (also der gesamten Investitionskosten) in Ohnehin-Kosten (= Kosten der ohnehin notwendigen Instandsetzung) und energiebedingte Mehrkosten (= verbleibende Differenz zu den Gesamtkosten) durchführen. Um die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zu prüfen, können z. B. die energiebedingten Mehrkosten mit den Energieeinsparungen verglichen werden (Mehrkosten- bzw. Differenzkostenansatz).

Wenn das Kopplungsprinzip nicht eingehalten wird, müssen Vorzieheffekte berücksichtigt werden. Grundsätzlich ließe sich argumentieren, dass beim Vorziehen der Maßnahme ökonomisch gesehen die Vollkosten der Maßnahme als energiebedingte Mehrkosten anzusehen sind, da es zu diesem Zeitpunkt keine Ohnehin-Kosten gibt.<sup>5</sup> Eine solche Betrachtungsweise kann aber nur als extreme Obergrenze für die Kostenabschätzung gelten, sie erscheint insbesondere dann kaum gerechtfertigt, wenn eine sehr langlebige Maßnahme nur um einige Jahre vorgezogen wird.

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, die die zeitlich gestaffelte Abfolge von Teilsanierungen berücksichtigt, wäre prinzipiell möglich. Dazu müsste man zeitlich gestaffelte Investitionen z.B. in einen vollständigen Finanzplan mit einheitlichem Betrachtungshorizont integrieren und dann die Gesamtmaßnahme bewerten. Grundsätzlich müssten dazu zukünftige Kosten (Investitions- und Energiekosten) über Annahmen zur Preissteigerung abgeschätzt werden und auf einen gemeinsamen Zeitpunkt bezogen werden (z.B. durch Abdiskontieren auf  $t=0$ ). Dadurch könnte ein grundsätzlicher Vergleich zwischen z.B. Variante 1: „Gesamtsanierung heute“ und Variante 2: „Teilsanierungen“ (heute: Kellerdecke, in 10 Jahren: Außenwand und Fenster und in 20 Jahren: Kessel und Dach) möglich werden. Für Investitionen, die relativ kurz vor dem Ende des einheitlichen Betrachtungszeitraums getätigt werden, müssten in diesem Fall (hohe) Restwerte berücksichtigt werden. Der Aufwand für eine solche Berechnung ist jedoch aufgrund der Menge der festzulegenden Parameter und der damit

---

<sup>5</sup> Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass nun auch alle späteren Instandhaltungen / Instandsetzungen nach vorne gezogen werden müssen. Allerdings liegen diese Maßnahmen bei wiederholter Instandhaltung / Instandsetzung immer weiter in der Zukunft und damit irgendwann außerhalb jedes praktischen Betrachtungshorizonts.

einhergehenden Unsicherheit über die Rahmenbedingungen sehr hoch und im Rahmen einer qualifizierten Energieberatung nicht sinnvoll bzw. vertretbar.

Vor diesem Hintergrund wird hier im Sinne eines pragmatischen Ansatzes vorgeschlagen, als Zusatzkosten eines Vorziehens der Maßnahme den Zinseffekt einer verfrühten Finanzierung der Ohnehin-Kosten anzusehen:

$$\text{Ohnehin-Kosten bei Vorziehen} = \frac{1}{(1+z)^n} \times \text{Ohnehin-Kosten}$$

$$\text{Kosten des Vorzieheffekts (K}_V) = \text{Ohnehin-Kosten} - \text{Ohnehin-Kosten bei Vorziehen}$$

$$\Rightarrow K_V = \left(1 - \frac{1}{(1+z)^n}\right) \times \text{Ohnehin-Kosten}$$

mit:  $z$  = Kalkulationszins,  $n$  = Anzahl der vorgezogenen Jahre.

**Beispiel:** Außenwanddämmung bei Kopplung mit Putzerneuerung: Kosten = 129 €/m<sup>2</sup>, davon 80 €/m<sup>2</sup> Ohnehin-Kosten (= Kosten der Putzerneuerung ohne Dämmung) und 49 €/m<sup>2</sup> energiebedingte Mehrkosten. Kosten eines Vorziehens der Maßnahme um 10 Jahre vor den eigentlichen Zeitpunkt der Putzerneuerung (Kalkulationszinssatz 3 %):

$$\text{Kosten Vorzieheffekt (gerundet): } K_V = (1 - 1/1,03^{10}) \times 80 \text{ €/m}^2 = 20 \text{ €/m}^2$$

Die Ohnehin-Kosten betragen durch das 10jährige Vorziehen also nur noch (80-20) €/m<sup>2</sup> = 60 €/m<sup>2</sup>. Die energiebedingten Mehrkosten der Außenwanddämmung, die insgesamt weiterhin 129 €/m<sup>2</sup> kostet, erhöhen sich dagegen auf (49 + 20) €/m<sup>2</sup> = 69 €/m<sup>2</sup>.

Anschaulich kann man sich diesen Ansatz folgendermaßen klarmachen: Eine Finanzierung der notwendigen Instandhaltung von 80 €/m<sup>2</sup> kann dadurch erfolgen, dass der Hauseigentümer 10 Jahre früher 60 €/m<sup>2</sup> mit 3 % Verzinsung anlegt und aus dieser Anlage, die in 10 Jahren  $60 \times 1,03^{10} = 80$  €/m<sup>2</sup> wert ist, die Instandhaltung bezahlt. Die Ohnehin-Kosten betragen also 10 Jahre vor der notwendigen Maßnahme nur 60 €/m<sup>2</sup> und nicht 80 €/m<sup>2</sup>.

Generell ist zu beachten, dass auch andere Ansätze für die Abschätzung von Vorzieheffekten möglich sind<sup>6</sup>.

Die oben angegebene Formel kann auch beim Vergleich der Zielzustände im Rahmen der gebäudeindividuellen Sanierungsfahrpläne angewendet werden, allerdings ist bei der empfohlenen Berechnung der Gesamtkosten ein wesentlicher Unterschied zu beachten: Da es sich hier nicht um eine Mehrkostenbetrachtung handelt, sind die Kosten des Vorzieheffekts explizit als zusätzlicher Kostenblock zu den Gesamtkosten zu addieren und können nicht mit den Ohnehin-Kosten bzw. den „energiebedingten Mehrkosten“ verrechnet werden (s. Berechnungsbeispiel in Abbildung 6-4 auf S. 41).

#### 6.4 Weitere Empfehlungen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Zielzustände

Vor der Durchführung des Wirtschaftlichkeitsvergleichs sollten einige wesentliche Basisannahmen zur ökonomischen Analyse festgelegt und mit dem Hauseigentümer besprochen werden. Bestimmte

<sup>6</sup> Beispielsweise könnte man in dem genannten Beispiel auch argumentieren, dass bei einer angenommenen Lebensdauer eines Putzes von 40 Jahren ein Vorziehen um 10 Jahre bedeutet, dass  $10/40 = 1/4$  der Instandhaltungsmaßnahme „überflüssig“ waren, also Vorziehkosten in Höhe von  $K_V = 1/4 \times 80 \text{ €/m}^2 = 20 \text{ €/m}^2$  entstanden sind. Allgemein würden die Vorziehkosten also nach diesem Ansatz mit folgender Formel berechnet:  $K_V = (\text{Vorziehdauer} / \text{Gesamt-Nutzungsdauer}) \times \text{Ohnehinkosten}$ . Im angegebenen Beispiel führen beide Ansätze zufällig zu dem gleichen Ergebnis.

Fragen sind dabei gegebenenfalls schon zu einem frühen Zeitpunkt zu klären (z. B. reale/nominale Betrachtung, Energiepreise oder Kalkulationszinssatz), da sie nicht nur für den Vergleich der Zielkonzepte, sondern auch schon für die Darstellung der Kosten (Meilensteinplan) bzw. der Wirtschaftlichkeit des ersten Teilschrittes von Bedeutung sein können.

- **Betrachtung realer bzw. nominaler Kosten**

Es wird empfohlen, aus Gründen der Übersichtlichkeit und des langen Betrachtungszeitraums immer reale Kosten zu verwenden, also alle Kostenwerte auf Basis des heutigen Preisniveaus anzugeben. In diesem Fall ist zu beachten, dass Preissteigerungsraten und Zinssätze ebenfalls die realen Größen darstellen. In guter Näherung gilt:

Reale Preissteigerungsrate (bzw. realer Zinssatz)

= nominale (tatsächliche) Preissteigerungsrate (bzw. nominaler Zinssatz) - Inflationsrate

- **Festlegung des Kalkulationszinssatzes**

Als üblich kann ein Ansatz für den Realzins in der Größenordnung von 2-3 % gelten. Bei einer jährlichen Inflationsrate von 2 % entspricht beispielsweise ein Realzins von 2 % einem tatsächlichen (nominalen) Zinssatz von 4 %. Aus Gründen der Vereinfachung erscheint es sinnvoll, nur einen einzigen Kalkulationszinssatz zu verwenden, also nicht zwischen Eigenkapital- und Kreditverzinsung zu unterscheiden. Natürlich ist es theoretisch auch denkbar, Zinsgewinne außen vor zu lassen, also den Realzins zu Null zu setzen. Dies wäre gerechtfertigt, wenn der Hauseigentümer alle Maßnahmen mit Eigenkapital umsetzen und auf jeglichen Gewinn seines Kapitaleinsatzes verzichten will. Dieser Ansatz hätte noch den Vorteil besonderer Einfachheit und Transparenz, da zukünftige Geldflüsse nicht mehr auf den Startzeitpunkt abgezinst werden müssten: Wirtschaftlichkeitsabschätzungen können dann durch Vergleich der Investitionskosten (hier: energiebedingte Mehrkosten) mit den im Betrachtungszeitraum eingesparten Energiekosten einfach und transparent durchgeführt werden. Diese wirtschaftlichen Basisdaten sind z. B. im oben genannten Meilensteinplan dokumentiert. Allerdings ist der Verzicht auf eine Eigenkapitalverzinsung als unüblich anzusehen und bei Kreditfinanzierung träfe der Ansatz ebenfalls nicht mehr zu.

- **Umrechnung der Investitionskosten in Annuitäten**

Die zu einem bestimmten Zeitpunkt einmalig entstehenden Investitionskosten (I) können für den Vergleich mit den jährlich anfallenden Energie- und Wartungskosten in Annuitäten (jährliche Kosten) umgerechnet werden.

$$A = I \cdot \frac{z \cdot (1+z)^{n_{\text{nutz}}}}{(1+z)^{n_{\text{nutz}}} - 1}$$

mit:  $z$  = Kalkulationszins<sup>7</sup> und  $n_{\text{nutz}}$  = Nutzungsdauer der jeweiligen Maßnahme.

Die Kalkulationsansätze sollten für den Hauseigentümer transparent dargestellt werden. Die angesetzte Nutzungsdauer sollte sich an der tatsächlichen Nutzungsdauer der Maßnahmen orientieren. Insgesamt wird durch die Betrachtung von Annuitäten erreicht, dass aufwändige Betrachtungen zu Restwerten und Ersatzinvestitionen nicht notwendig werden<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Beispiel:  $z = 2\% \Rightarrow (1+z) = 1,02$

<sup>8</sup> Statt der Annuitäten könnten grundsätzlich auch Kapitalwerte betrachtet werden: In diesem Fall würden die im Nutzungszeitraum anfallenden jährlichen Energie- und Wartungskosten auf eine einmalige Zahlung zum Zeitpunkt der Investition umzurechnen. Bei Vergleich von Maßnahmen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer treten dabei aber methodische Schwierigkeiten auf, die die Betrachtung von Ersatzinvestitionen oder Restwerten notwendig machen. Diese Komplikationen entfallen hier im Fall der Annuitätenberechnung: Bei Betrachtung realer Kosten und unter der Annahme, dass auch eine zukünftige Erneuerung nach Ablauf der Nutzungsdauer wieder zu den gleichen (realen) Kosten erfolgen würde, bleiben die Annuitäten der Investitionsmaßnahme in jedem Jahr (ab der erstmaligen Durchführung) immer gleich.

- **Berechnung der Energiekosten**

Die jährlichen Energiekosten lassen sich berechnen, indem für jeden Energieträger der Energieverbrauch mit dem mittleren Energiepreis multipliziert wird.

Über die zukünftigen Energiepreise bestehen erhebliche Unsicherheiten. Sinnvoll ist hier in jedem Fall die Betrachtung verschiedener Varianten mit unterschiedlichen Preisentwicklungen. Ein sehr anschaulicher Ansatz (insbesondere bei realen Kosten) ist die Festlegung eines mittleren zukünftigen Energiepreises. Um hier zu einer Abschätzung zu gelangen, geht man üblicherweise vom heutigen Energiepreis aus und setzt für die Zukunft eine (konstante) jährliche Preissteigerungsrate an. Diese ist auch hier als reale Größe, also als Preisanstieg über die Inflationsrate hinaus, anzusehen. Die unten dargestellte Tabelle gibt die Mittelwertfaktoren an, mit denen der heutige Energiepreis multipliziert werden muss, um den mittleren zukünftigen Energiepreis zu erhalten. Außer vom Kalkulationszins und von der Energiepreissteigerungsrate hängt das Ergebnis auch noch wesentlich vom Betrachtungszeitraum ab.

- **Betrachtungszeitraum der Wirtschaftlichkeitsberechnung**

Prinzipiell sollte die Wirtschaftlichkeitsberechnung im Rahmen gebäudeindividueller Sanierungsfahrpläne eine langfristige Perspektive einnehmen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem Lebensalter der einzelnen Bauteile und dem Betrachtungszeitraum (Entscheidungshorizont) der Akteure. Insbesondere Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle haben eine Nutzungsdauer von einigen Jahrzehnten, wahrscheinlich 40 Jahren und mehr. Der Betrachtungshorizont der Wirtschaftlichkeitsrechnung könnte sich prinzipiell an dieser Lebensdauer orientieren. Der Ersatz von Bauteilen bzw. Elementen mit kürzerer Lebensdauer, z.B. der Anlagentechnik, müsste dann über Ersatzinvestitionen oder über die Umrechnung in Annuitäten (s.o.) berücksichtigt werden. Allerdings sind Betrachtungszeiträume von 40 Jahren und mehr für Akteure kaum mehr zu überblicken. Darüber hinaus sind Annahmen zu Preisen und Zinsen über sehr lange Zeiträume großen Unsicherheiten unterworfen. Standardberechnungen zur Wirtschaftlichkeit verwenden daher Betrachtungshorizonte von 25 Jahre bis 30 Jahren. In der „Cost-optimal methodology“ der EPBD wird z.B. für Wohngebäude ein Betrachtungszeitraum von 30 Jahren vorgegeben. Dies kann als noch überschaubarer Betrachtungshorizont für Akteure mit mittel- bis langfristiger Perspektive angesehen werden.

- **Darstellung nicht-monetärer Effekte:**

Die Frage, ob sich eine Investition „rechnet“, ist häufig das wesentliche Entscheidungskriterium bei der Beurteilung von energiesparenden Maßnahmen. Häufig spielen jedoch auch nicht-monetäre Kriterien bei Investitionsentscheidungen eine wesentliche Rolle. Diese können nur schwer bzw. überhaupt nicht im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung quantifiziert werden. Zu solchen möglichen „Co-Benefits“ von energiesparenden Maßnahmen zählen zum Beispiel Erhöhungen des Wohnkomforts (z. B. durch angenehmeres Raumklima oder erhöhten Schallschutz) oder Gesundheitskriterien (z. B. geringere Feinstaubbelastung durch kontrollierte Wohnraumlüftung). Im Rahmen der Erstellung gebäudeindividueller Sanierungsfahrpläne wird empfohlen, mögliche - für den Gebäudeeigentümer relevante - „Co-Benefits“ zu identifizieren und qualitativ als Ergänzung zu den Ergebnissen der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalyse darzustellen.

Tabelle 6-1: Beispiele für Mittelwertfaktoren zur Berechnung des mittleren Energiepreises

<b>Kapitalzins</b>												
<b>2%</b>												
Energiepreissteigerung		0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Nutzungsdauer (Jahre)	Annuität	Mittelwertfaktoren										
5	21,20%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,23	1,26	1,30	1,34
10	11,10%	1,00	1,05	1,11	1,18	1,24	1,31	1,38	1,46	1,55	1,63	1,73
12	9,50%	1,00	1,06	1,13	1,21	1,29	1,38	1,47	1,57	1,68	1,79	1,92
15	7,80%	1,00	1,08	1,17	1,26	1,37	1,48	1,61	1,75	1,90	2,07	2,25
18	6,70%	1,00	1,09	1,20	1,32	1,45	1,60	1,76	1,95	2,16	2,39	2,65
20	6,10%	1,00	1,10	1,22	1,36	1,51	1,68	1,88	2,10	2,35	2,64	2,97
25	5,10%	1,00	1,13	1,28	1,46	1,66	1,91	2,19	2,53	2,93	3,39	3,95
30	4,50%	1,00	1,15	1,34	1,56	1,84	2,17	2,57	3,06	3,66	4,40	5,30
<b>Kapitalzins</b>												
<b>3%</b>												
Energiepreissteigerung		0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Nutzungsdauer (Jahre)	Annuität	Mittelwertfaktoren										
5	21,80%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,23	1,26	1,30	1,34
10	11,70%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,24	1,31	1,38	1,45	1,54	1,62	1,71
12	10,00%	1,00	1,06	1,13	1,21	1,28	1,37	1,46	1,56	1,66	1,78	1,90
15	8,40%	1,00	1,08	1,16	1,26	1,36	1,47	1,59	1,73	1,87	2,04	2,21
18	7,30%	1,00	1,09	1,19	1,31	1,44	1,58	1,74	1,92	2,12	2,34	2,59
20	6,70%	1,00	1,10	1,22	1,34	1,49	1,66	1,84	2,05	2,29	2,57	2,88
25	5,70%	1,00	1,12	1,27	1,44	1,63	1,86	2,13	2,45	2,82	3,25	3,77
30	5,10%	1,00	1,15	1,32	1,53	1,78	2,09	2,46	2,92	3,47	4,14	4,96
<b>Kapitalzins</b>												
<b>4%</b>												
Energiepreissteigerung		0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Nutzungsdauer (Jahre)	Annuität	Mittelwertfaktoren										
5	22,50%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,22	1,26	1,30	1,33
10	12,30%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,23	1,30	1,37	1,45	1,53	1,61	1,70
12	10,70%	1,00	1,06	1,13	1,20	1,28	1,36	1,45	1,55	1,65	1,76	1,88
15	9,00%	1,00	1,08	1,16	1,25	1,35	1,46	1,58	1,71	1,85	2,00	2,18
18	7,90%	1,00	1,09	1,19	1,30	1,42	1,56	1,71	1,88	2,07	2,29	2,53
20	7,40%	1,00	1,10	1,21	1,33	1,47	1,63	1,81	2,01	2,24	2,50	2,79
25	6,40%	1,00	1,12	1,26	1,41	1,60	1,82	2,07	2,37	2,71	3,12	3,60
30	5,80%	1,00	1,14	1,30	1,50	1,73	2,02	2,36	2,78	3,28	3,90	4,64
<b>Kapitalzins</b>												
<b>5%</b>												
Energiepreissteigerung		0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Nutzungsdauer (Jahre)	Annuität	Mittelwertfaktoren										
5	23,10%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33
10	13,00%	1,00	1,05	1,11	1,17	1,23	1,30	1,36	1,44	1,52	1,60	1,69
12	11,30%	1,00	1,06	1,13	1,20	1,27	1,35	1,44	1,53	1,63	1,74	1,86
15	9,60%	1,00	1,07	1,16	1,24	1,34	1,45	1,56	1,69	1,82	1,97	2,14
18	8,60%	1,00	1,09	1,18	1,29	1,41	1,54	1,69	1,85	2,03	2,24	2,47
20	8,00%	1,00	1,09	1,20	1,32	1,45	1,60	1,78	1,97	2,19	2,43	2,71
25	7,10%	1,00	1,11	1,24	1,39	1,57	1,77	2,01	2,29	2,61	2,99	3,43
30	6,50%	1,00	1,13	1,28	1,47	1,69	1,95	2,27	2,65	3,11	3,67	4,35
<b>Kapitalzins</b>												
<b>6%</b>												
Energiepreissteigerung		0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Nutzungsdauer (Jahre)	Annuität	Mittelwertfaktoren										
5	23,70%	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,26	1,29	1,33
10	13,60%	1,00	1,05	1,11	1,16	1,23	1,29	1,36	1,43	1,51	1,59	1,68
12	11,90%	1,00	1,06	1,12	1,19	1,27	1,35	1,43	1,52	1,62	1,72	1,84
15	10,30%	1,00	1,07	1,15	1,24	1,33	1,43	1,54	1,67	1,80	1,94	2,10
18	9,20%	1,00	1,08	1,18	1,28	1,39	1,52	1,66	1,82	1,99	2,19	2,41
20	8,70%	1,00	1,09	1,19	1,31	1,44	1,58	1,74	1,93	2,13	2,37	2,63
25	7,80%	1,00	1,11	1,23	1,38	1,54	1,73	1,96	2,21	2,52	2,87	3,28
30	7,30%	1,00	1,12	1,27	1,44	1,64	1,89	2,18	2,53	2,95	3,46	4,07

(Quelle: Leitfaden zum Wirtschaftlichkeitsnachweis in der Hessischen Energiespar-Aktion, S. 13)

### 6.5 Beispielberechnung Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Zielzustände

#### Bestandsaufnahme

Bei dem untersuchten Beispielgebäude handelt es sich um ein fernwärmeversorgtes Einfamilienhaus aus der Baualterklasse 1967-1978 mit 206 m<sup>2</sup>/Wohnfläche (Wfl.). Der Endenergieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Hilfsstrom beträgt im Ausgangszustand 183 kWh/m<sup>2</sup>Wfl. Die energetische Analyse des Gebäudes hat ergeben, dass die Fenster und das Dach in etwa 10 Jahren saniert werden müssen. Die Außenwand muss voraussichtlich erst in etwa 20 Jahren saniert werden. Verbesserungen an der Haustechnik sind aus technischer Sicht derzeit nicht erforderlich.

## Definition von Einzelmaßnahmen / Erstellung Zielkonzept

Für die energetische Modernisierung werden drei mögliche Standards unterschieden: Umsetzung der bauteilbezogenen Mindestanforderungen der EnEV 2009/2014 („Mindestanforderungen EnEV<sup>9</sup>“), Umsetzung der derzeit gültigen Mindestanforderungen für Einzelmaßnahmen der KfW („Mindestanforderungen KfW“) und als zukunftsweisender Standard eine Sanierung mit Passivhauskomponenten („Zielstandard“). Bei allen Varianten werden Maßnahmen an den Bauteilen Außenwand, Dach, Kellerdecke und Fenster notwendig. Bei der Sanierung mit Passivhauskomponenten wird auch der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) berücksichtigt. Zusätzlich wird als Minimalvariante ein Paket „Reine Instandsetzung“ ausgewiesen, das einen neuen Fassadenanstrich ohne zusätzliche Dämmung, eine Dachneueindeckung ohne zusätzliche Dämmung sowie den Einbau von neuen Fenstern mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung enthält. Die Energiebedarfsberechnungen erfolgten nach dem TABULA-Verfahren.<sup>10</sup>

## Festlegung von Teilschritten / Optimierung Zwischenzustände

Basierend auf den vorangegangenen Schritten wurden drei Modernisierungsteilschritte identifiziert:

- Dämmung der Kellerdecke als sofort durchführbare Maßnahme (2014)
- Fensteraustausch in 10 Jahren (2024)
- Die Dachsanierung inklusive Dämmung wird ebenfalls in 10 Jahren durchgeführt (2024)
- Eine Sanierung und Dämmung der Außenwand erfolgt in 20 Jahren (2034)
- nur Variante „Zielstandard“: Lüftungsanlage mit WRG zusammen mit weiteren Verbesserungen an der Haustechnik (Verteilnetze, Warmwasserspeicher) in 20 Jahren (2034)

Da das Gebäude an den Fenstern, der Außenwand und dem Dach zu den geplanten Modernisierungszeitpunkten in 10 bzw. 20 Jahren voraussichtlich erheblichen Instandsetzungsbedarf aufweist, kann bei diesen Bauteilen das Kopplungsprinzip angewendet werden. Vorzieheffekte müssen nicht berücksichtigt werden. Die Kellerdecke kann prinzipiell unabhängig vom Instandsetzungszyklus modernisiert werden und ist daher als Sofortmaßnahme umsetzbar. Der Einbau der Lüftungsanlage mit WRG wird in diesem Beispiel ebenfalls unabhängig von ohnehin geplanten Maßnahmen betrachtet (nur „Zielstandard“)<sup>11</sup>. Die Kostendarstellungen erfolgen zu heutigen Preisen.

Auf Basis der heutigen Preise muss der Investor für das gesamte Maßnahmenpaket an seinem Gebäude insgesamt ca. 108.000 € (524 €/m<sup>2</sup>Wfl.) aufbringen bis der Zielzustand im Jahr 2034 erreicht ist. Davon sind ca. 55.000 € (268 €/m<sup>2</sup>Wfl.) energiebedingte Mehrkosten, der Rest entfällt auf ohnehin anstehende Kosten der Instandsetzung. Die Energiekosten können auf der Basis der heutigen Preise bei Erreichung des Zielzustandes von 3.264 €/a auf 1.245 €/a gesenkt werden. Die Wartungskosten erhöhen sich durch den Einbau der Lüftungsanlage mit WRG auf 303 €/a. Zusätzlich wird die heute mögliche KfW-Förderung in Form eines Investitionszuschusses angegeben. Die Förderung beträgt im Beispiel max. 15.000 € für die Sanierung mit Passivhauskomponenten. Dabei wurde unter-

---

<sup>9</sup> Bei der Dachsanierung wird dabei eine mögliche Zwischensparrendämmung mit U-Wert 0,41 W/(m<sup>2</sup>K) unterstellt.

<sup>10</sup> Da der berechnete Energiebedarf systematisch von realen Verbräuchen abweicht, wurde der mit Standardrandbedingungen berechnete Energiebedarf durch Anwendung eines pauschalen Faktors auf das typische Verbrauchsniveau kalibriert.  
([http://episcopo.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/DE\\_TABULA\\_TypologyBrochure\\_IWU.pdf](http://episcopo.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/DE_TABULA_TypologyBrochure_IWU.pdf))

<sup>11</sup> Im Sanierungsfahrplan könnte hier z. B. eine geplante Badsanierung mit mechanischer Belüftung als Anlass dienen. In diesem Fall könnten die Kosten der Belüftung als Ohnehin-Kosten betrachtet werden. Im vorliegenden Beispiel wird diese Situation aber nicht vorausgesetzt, und es werden daher keine Ohnehin-Kosten in Ansatz gebracht.

stellt, dass das Gebäude den Effizienzhaus-70-Standard der KfW erfüllt und eine Gesamtmodernisierung durchgeführt wurde. Bei der schrittweisen Durchführung von Maßnahmenpaketen wäre zu beachten, dass die Förderung von kombinierten Einzelmaßnahmen geringer ausfallen kann.

### **Wirtschaftlicher Vergleich der Zielzustände**

#### Definition der Rahmenbedingungen

Für den wirtschaftlichen Vergleich der Zielzustände (Gesamtpakete durch das „Zusammenziehen“ der Teilschritte auf den heutigen Zeitpunkt) wurden in Abstimmung mit dem Gebäudeeigentümer folgende Randbedingungen der Wirtschaftlichkeitsanalyse festgelegt:

- Länge des Betrachtungszeitraums: 25 Jahre
- Festlegung nominale oder reale Darstellung von Preisen und Zinsen: reale (inflationsbereinigte) Darstellung
- Kalkulationszinssatz: 3 % (real)
- Für die Bauteile Außenwand, Kellerdecke und Dach wird eine Nutzungsdauer (Lebensdauer) von 40 Jahren, für die Fenster von 30 Jahren festgelegt. Für die Anlagenkomponenten wird eine Nutzungsdauer (Lebensdauer) von 25 Jahren angenommen.
- Aktueller Energiepreis Fernwärme 8,0 Cent/kWh, aktueller Energiepreis Strom 20,0 Cent/kWh
- Wartungskosten: Fernwärme 100 €/a, zusätzliche Wartungskosten Lüftungsanlage mit WRG 2 %/a der Investition
- Zukünftige Energiepreissteigerung: 1,5 %/a (real) für Fernwärme und Strom
- Zukünftige Preissteigerung Wartungskosten: 0 %/a (real) d.h. Wartungskosten verteuern sich im Rahmen der allgemeinen Inflationsrate.
- Die Berechnung erfolgt sowohl ohne als auch mit Förderung in Höhe der aktuellen KfW-Konditionen in der Zuschussvariante.

#### Berechnung der Wirtschaftlichkeit

##### **Gesamtkosten**

Dargestellt werden mittleren jährlichen Gesamtkosten bei einem Kalkulationszinssatz von 3 % (real) und einer zukünftigen Energiepreissteigerung für Fernwärme und Strom von 1,5 %/a (real). Abbildung 6-3 zeigt,

- dass ohne Förderung alle Modernisierungsvarianten gegenüber der Minimalvariante „Reine Instandsetzung“ (Gesamtkosten 6.503 €/a) höhere Gesamtkosten aufweisen. Die Variante „Mindestanforderungen EnEV“ weist dabei von den Modernisierungsvarianten die geringsten Gesamtkosten auf.
- dass mit Berücksichtigung von Förderung die Gesamtkosten der Varianten „Mindestanforderungen KfW“ und „Zielstandard“ sinken. Die nicht förderfähige Variante „Mindestanforderungen EnEV“ weist jetzt die höchsten, die geförderte Variante „Zielstandard“ die geringsten Gesamtkosten auf.
- dass gegenüber der Minimalvariante „Reine Instandsetzung“ (Gesamtkosten 6.503 €/a) die nicht förderfähige Variante „Mindestanforderungen EnEV“ zu etwas höheren Gesamtkosten führt (6.630 €/a). Die geförderte Varianten „Mindestanforderungen KfW“ und „Zielstandard“ liegen dagegen mit Gesamtkosten in Höhe von 6.274 €/a bzw. 6.264 €/a deutlich unter dem Niveau der Minimalvariante „Reine Instandsetzung“. Sie sind damit unter diesen Voraussetzungen wirtschaftlich durchführbar.

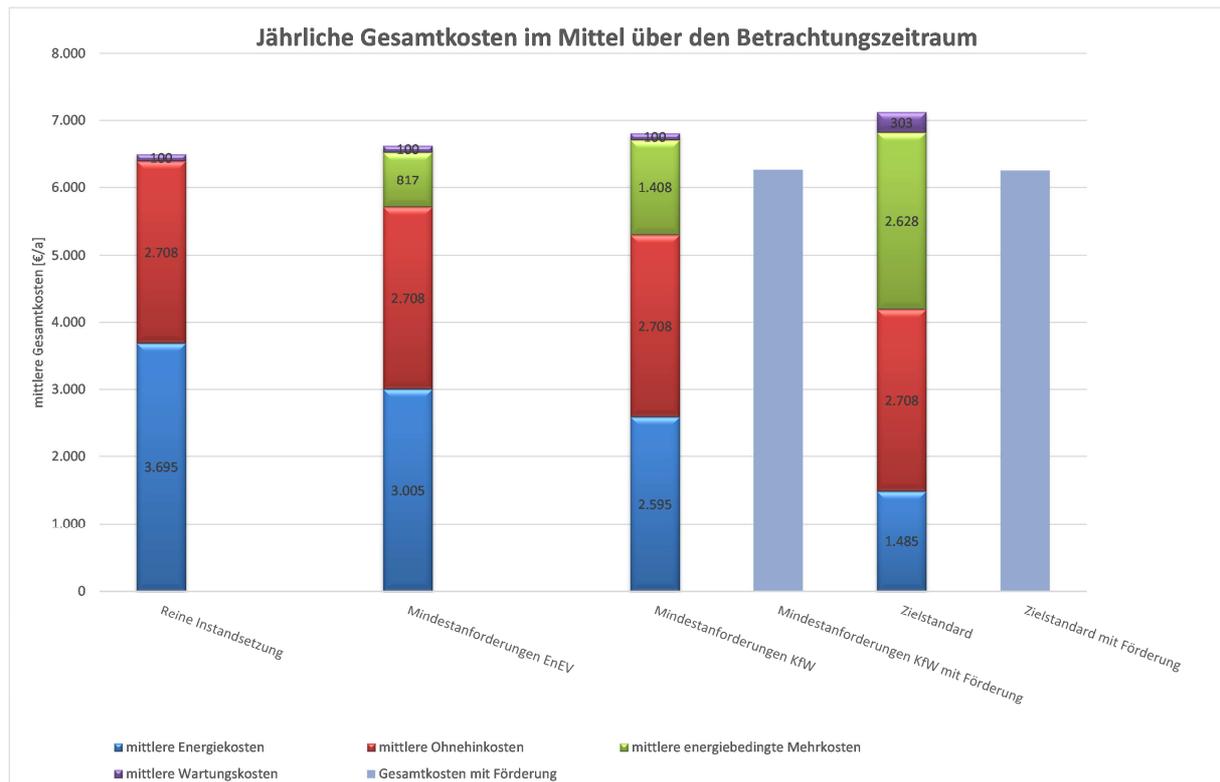


Abbildung 6-3: Gesamtkosten der Varianten (ohne und mit Förderung)

### Variation: Berücksichtigung von Vorzieheffekten

Im vorliegenden Beispiel könnte die Sanierung und Dämmung der Außenwand aus baupraktischen Gründen auch vorgezogen und gemeinsam mit der Dachsanierung und dem Einbau neuer Fenster im Jahr 2024 durchgeführt werden. Wenn die Dämmung der Außenwand 10 Jahre vorgezogen wird, müssen in der Wirtschaftlichkeitsberechnung Vorzieheffekte berücksichtigt werden. Die Vorziehkosten wurden zu 3.465 € abgeschätzt (ca. 20,4 €/m<sup>2</sup> Bauteilfläche bei einer Bauteilfläche von 170 m<sup>2</sup>, Verfahren siehe AP 2.6). Die berechneten Vorziehkosten für die Außenwand werden in mittlere jährliche Vorziehkosten (ca. 199 €/a, 3.465 € mal Annuitätenfaktor 5,74%) umgerechnet und als zusätzlicher Gesamtkostenblock bei den Modernisierungsvarianten ausgewiesen. Abbildung 6-4 zeigt, dass dadurch die Gesamtkosten bei allen Modernisierungsvarianten steigen, aber mit Förderung die Gesamtkosten der beiden Varianten „Mindestanforderungen KfW“ und „Zielstandard“ noch knapp unter den Gesamtkosten der Minimalvariante „Reine Instandsetzung“ liegen. Durch die Berücksichtigung von Vorziehkosten für die Außenwand verschlechtert sich die Wirtschaftlichkeit tendenziell, bleibt aber im geschilderten Fall für die beiden geförderten Varianten „Mindestanforderungen KfW“ und „Zielstandard“ immer noch gegeben (Gesamtkosten mit Förderung geringer als bei der Variante „Reine Instandsetzung“).

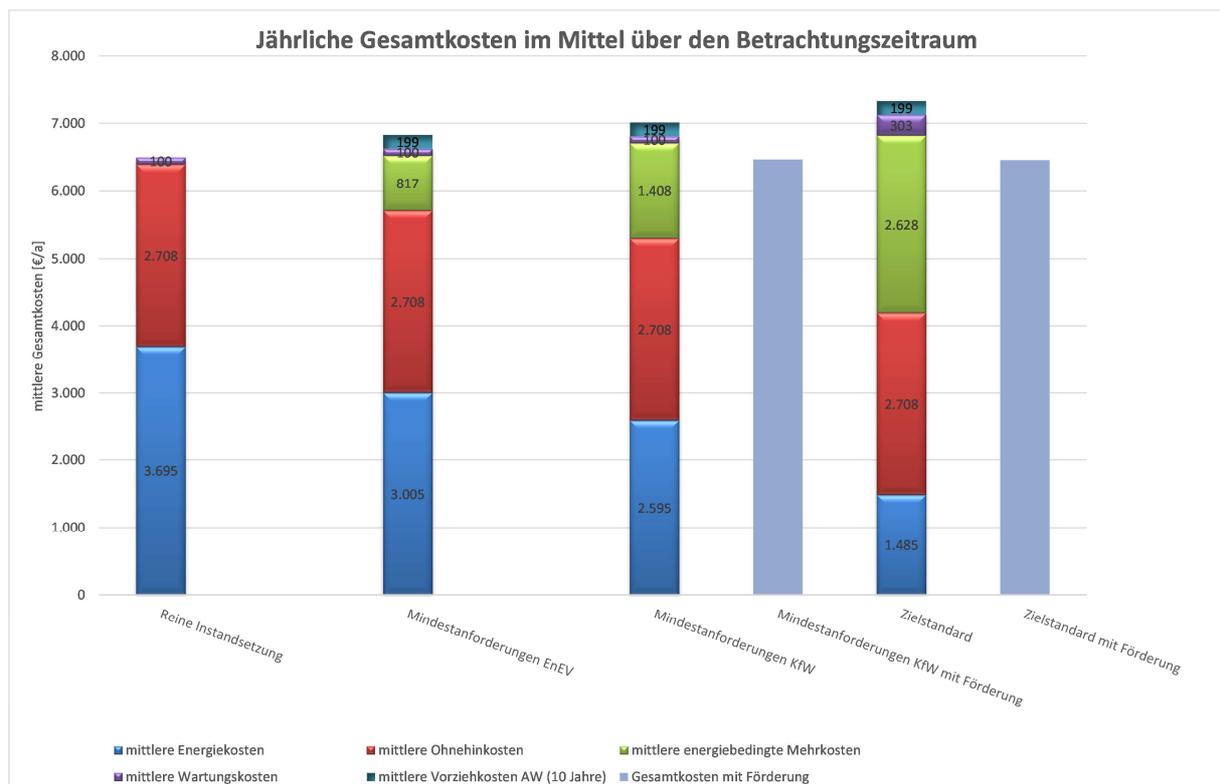


Abbildung 6-4: Gesamtkosten der Varianten (ohne und mit Förderung) mit Vorziehkosten Außenwand

## 6.6 Zusammenfassung

Der Sanierungsfahrplan sollte Angaben zu Kosten und Wirtschaftlichkeit in folgender Weise berücksichtigen:

- Bei der Dokumentation der Teilschritte im Sanierungsfahrplan sollten für jeden Schritt und das zugehörige Maßnahmenpaket die abgeschätzten Investitionskosten (aufgeschlüsselt nach Einzelmaßnahmen) sowie die zu erwartenden jährlichen Energiekosten (auf Basis einer Angabe des Energieverbrauchs nach Energieträgern) und weitere laufende Kosten (jährliche Betriebs-/Wartungskosten) dargestellt werden. Optional können hier auch Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit einfließen, für das jeweilige Maßnahmenpaket bzw. auch für die wichtigsten Einzelmaßnahmen. Dabei können (anders als beim Vergleich der Zielzustände im dritten Punkt) auch Differenzkostenbetrachtungen (Vergleich von energiebedingten Mehrkosten und Energiekosteneinsparungen) durchgeführt werden. Wenn dies sinnvoll ist, können hier beispielsweise die „Kosten der eingesparten Kilowattstunde herangezogen werden“.
- Wenn der erste Sanierungsschritt kurzfristig durchführbar ist („Sofortmaßnahmen“), so ist für diesen im Sinne einer üblichen Energieberatung eine ausführliche Darstellung der Angaben zu den Kosten und (optional) zur Wirtschaftlichkeit, durchzuführen. Insbesondere sind dabei die in Aussicht stehenden Fördermittel zu berücksichtigen.
- Für den Vergleich unterschiedlicher Zielzustände am Ende des Betrachtungszeitraums im Sanierungsfahrplan kann optional eine Gesamtkostenbetrachtung auf Basis der annuitätischen Kosten durchgeführt werden. Darin sind alle mit der Gebäudehülle und Heiztechnik zusammenhängenden Ohnehin-Kosten (insbesondere für Instandhaltungs-/Instandsetzungsmaßnahmen) zu berücksichtigen, die im Betrachtungszeitraum des Sanierungsfahrplans anfallen. Dies gilt insbesondere auch bei Darstellung einer „Minimalvariante“, in der ohne Rücksicht auf Energiesparziele nur die notwendigsten Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden

und die ggf. als Vergleichsvariante dienen sollte.

Bei der Gesamtkostenbetrachtung wird vereinfachend angenommen, dass alle Maßnahmen zu einem Zeitpunkt durchgeführt werden. Falls im tatsächlichen Ablauf des Sanierungsfahrplans Energiesparmaßnahmen, die üblicherweise an Sanierungsmaßnahmen gekoppelt werden (z. B. Wanddämmung bei Putzerneuerung), vor dem eigentlichen Sanierungszeitpunkt durchgeführt werden, so sind hierfür zusätzliche „Vorziehkosten“ anzusetzen (s. oben angegebene Formel).

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in einem Säulendiagramm (s. Beispiele im Text), und zwar zunächst ohne Ansatz von Fördermitteln. Die Auswirkung der Inanspruchnahme von Fördermitteln (nach heutigen Bedingungen) kann innerhalb des Diagramms ergänzend dargestellt werden.

## 7 Methodische Vorüberlegungen zur Entwicklung eines energetischen Bewertungsmaßstabs und Zielvorgaben für den Sanierungsfahrplan (AP 2.4, AP 2.5)

### 7.1 Bedeutung einer transparenten Gebäudeklassifizierung und -bewertung

Mit der EnEV 2014 wurden zwei wichtige Änderungen im Energieausweis-Konzept vorgenommen: Die Endenergie und die (nicht-erneuerbare) Primärenergie werden gleichzeitig ausgewiesen und zwar für beide Arten des Energieausweises (Bedarfs- und Verbrauchsausweis). Für die Endenergie wurde ein Effizienzklassensystem eingeführt.

In diesem Kapitel wird untersucht, in wieweit diese oder andere Kennzeichnungssysteme für einen zukunftsorientierten Sanierungsfahrplan zielführend sind. Der Schwerpunkt dieser Analyse ist die Entwicklung eines Kennzahlensystems, das sich im Rahmen eines gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans für die endkundenorientierte Kommunikation eignet, etwa für „die Bewertung der energetischen Qualität von Gebäuden für Gebäudeeigentümer wie auch Mieter und Miet- und Kaufinteressenten“ (Leistungsbeschreibung). Im Vordergrund steht hier nicht die Diskussion, welcher Kennwert sich als Anforderungswert etwa der EnEV eignet.

#### 7.1.1 Struktur eines Gebäudebewertungssystems

Ein Gebäudebewertungssystem besteht in der Regel aus einer oder mehreren **energetischen Kenngrößen** (etwa spezifischer Primärenergiebedarf,  $H_T'$ ), die in einer geeigneten Weise zur Klassifizierung angewendet werden. Als **Klassifizierungssysteme** werden beispielsweise angewendet:

- das Referenzgebäudeverfahren, in dem zulässigen Grenzwerte für  $q_p$  und  $H_T'$  mit Hilfe eines virtuellen Gebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung berechnet werden, die vom realen Gebäude unterschritten werden müssen;
- das „Effizienzhaussystem“, das aufbauend auf dem Referenzgebäudeverfahren beschreibt, um wie viel Prozent ein reales Gebäude die  $q_p$ - und  $H_T'$ -Anforderungswerten des Referenzgebäudes unterschreitet;
- Effizienzklassensysteme wie das in der EnEV 2014 neu eingeführte Klassifizierungsschema des Endenergiebedarfs bzw. -verbrauchs mit neun Stufen A+,...,H.
- Punktesysteme, die basierend auf Kenngrößen oder auch einer qualitativen Einschätzung der Gebäude (unsaniert/teilsaniert/saniert o.ä.) Punkte (oder andere Bewertungsparameter) vergeben.

#### 7.1.2 Anwendung und Anforderungen an ein Gebäudebewertungssystem

Eine Gebäudebewertung ist bei verschiedenen Anlässen wichtig. Eine umfangreiche Übersicht findet sich in Lützkendorf (2013).

Ein wichtiger Anlass ist der **Wechsel der Gebäudeeigentümer oder Mieter**, um dem potenziellen Käufer/Mieter einen Überblick über die fragliche Immobilie zu geben. Laut einer Evaluierung der EnEV-Energieausweise im Auftrag des BMVBS aus dem Jahr 2011 wird der energetische Aspekt beim Eigentümer- oder Mieterwechsel in der Praxis bisher von anderen Effekten deutlich überlagert. Die mit Abstand dominierenden Entscheidungsfaktoren, beim Eigentümer- wie beim Mieterwechsel, sind nach wie vor Marktpreis, Lage und Ausstattung der Immobilie. Um den energetischen Aspekt in der Situation des Eigentümer- bzw. Mieterwechsels von Immobilien hervorzuheben, sollte ein Energieausweis die wichtigen Informationen sehr einfach und grafisch anschaulich an die Interessenten übermitteln, da die zur Verfügung stehende Zeit in der Regel kurz ist und die Interessenten überwiegend Laien sind, denen sich komplexe energetische Sachverhalte nicht ohne Weiteres erschließen (BMVBS 2011). Kernkriterium ist in dieser Situation die **intuitive Vergleichbarkeit verschiedener Immobilien**. Eine relative Darstellung des energetischen Zustandes ist demnach von zentraler Bedeu-

tung: "Vergleichswerte sind wichtig, gehören unbedingt dazu, sonst versteht man den Wert überhaupt nicht" (BMVBS 2011). Von den Betroffenen wird die grafische Darstellung mit einer Farbskala von grün bis rot mit einer Einordnung des aktuellen Gebäudewertes als das mit Abstand wichtigste Informationsinstrument wahrgenommen, da sie auch bei geringen Vorkenntnissen eine intuitive Einordnung des Gebäudezustandes erlaubt. Einen hohen Wiedererkennungswert hat hier die Darstellung in farblich und alphabetisch abgestuften Effizienzklassen nach dem europaweiten Energieeffizienz-Label, wobei eine alphabetische Abstufung von A bis G/H besser verständlich ist als die zusätzlich eingeführten A+ bis A+++ Klassen (BMVBS 2011, London Economics 2014).

Die zweite wichtige Aufgabe eines Energielabels/Kennwertsystems ist die Anwendung bei der **Information des Eigentümers über sinnvolle Modernisierungsmaßnahmen**. Hier muss ein Energielabel deutlich detailliertere Informationen bereithalten. Selbstnutzer und private sowie gewerbliche Vermieter unterscheiden sich stark in ihrem Sanierungsverhalten und ihren Bedürfnissen an Modernisierungsempfehlungen. Wohnungsunternehmen folgen mehrheitlich ihren eigenen Sanierungszyklen nach betriebswirtschaftlicher Kalkulation, die zuständigen Mitarbeiter besitzen in der Regel ausreichende Fachkenntnisse. Ein Energielabel spielt bei letzteren im Modernisierungsprozess deshalb kaum eine Rolle (BMVBS 2011).

Anders sieht es bei privaten Vermietern und Eigentümern aus. Private Vermieter verfügen in der Regel über weniger Fachkompetenzen und unternehmerisch geprägte Abläufe, orientieren sich aber stark an betriebswirtschaftlichen Kalkulationen bei der Entscheidung für Modernisierungsmaßnahmen, die in aller Regel als Instandhaltungsmaßnahmen von externen Baufachkräften ohne direkten Bezug zur Energieeffizienz durchgeführt werden (Bartiaux et al. 2011, BMVBS 2011). Bei der Planung benötigen private Vermieter vor allem eine Übersicht über die Kosten, die Amortisation und Wertsteigerung der Immobilie durch verschiedene Sanierungsmaßnahmen. Ein Energieausweis/-Label, der die technischen Parameter der Bauteile (oder deren Bewertung) und die absoluten Werte des Endenergiebedarfs ausweist, kann hier eine solide Grundlage für Verhandlungen mit Bauunternehmen liefern und zudem als Informationsgrundlage für die Kommunikation mit den Mietern dienen, die nach aktueller Gesetzgebung in den Prozess eingebunden und einen Teil der Kosten über Mietsteigerungen auffangen müssen.

Auch bei **Privateigentümern** spielt Energieeffizienz bisher keine bedeutende Rolle als Auslöser von Renovierungsarbeiten, hier überwiegen Ansprüche an den Wohnkomfort oder die Ästhetik des Gebäudes. Die Sanierungstätigkeit schwankt entsprechend stark und findet nicht in festgelegten Rhythmen statt, der Anteil an selbst erbrachten Arbeiten ist hoch (Bartiaux et al. 2011). Effizienzmaßnahmen werden oft im Anschluss an den Kauf einer Immobilie oder kleinteiliger im Rahmen von Renovierungen durchgeführt, Energieeinsparungen werden mehrheitlich als „Bonus“ wahrgenommen und anhand ihres monetären Nutzens bewertet. Impulse zur Durchführung kommen häufig aus informellen Kanälen (Handwerker, Verwandte und Bekannte), aber auch institutionalisierte Informationsquellen wie Online-Rechner spielen zunehmend eine Rolle (Bartiaux et al. 2011).

Die Hauptanforderung an ein Energielabel ist wie bei privaten Vermietern eine nach Bauteilen gegliederte Darstellung des energetischen Zustandes, um im Falle geplanter Renovierungsarbeiten die jeweils richtigen Ansatzpunkte für Energieeffizienzmaßnahmen zu identifizieren. Eine anschauliche Darstellung einzelner Bauteile, mit farblichen Abstufungen und Vergleichswerten fördert die Rezeption des Ausweises (BMVBS 2011).

Tabelle 7-1 stellt die Anforderungen verschiedener Anlässe einer Gebäudebewertung und deren spezifischer Ausgestaltung zusammen. Ziel sollte es sein, ein Bewertungssystem zu finden, das möglichst viele dieser Anforderungen simultan erfüllt.

Tabelle 7-1: Anlässe einer Gebäudebewertung und daraus folgende Anforderungen an das Bewertungssystem

Anlass	Verständlichkeit	Methodische Robustheit, Transparenz	Zukunftssicherheit	Einfache Erhebung	Handlungsmotivation
Generelle Information	+	o	-	o	+
Eigentumsübergang					
Kauf	+	o	-	+	+
Immobilienanzeige	+	o	-	+	+
Makler	+	o	-	+	+
Erbschaft	+	o	-	+	+
Mieterwechsel	+	o	-	+	+
Energieausweis	+	+	-	o	+
Planung von Sanierungen, Energieberatung	+	o	+	o	+
Gesetzliche Anforderungen					
EnEV (Neubau)	-	+	+	-	o
EnEV (Bestand)	-	+	+	o	o
Sanierungsanforderungen	-	+	+	+	+
Mietspiegel	o	+	o	+	o
Förderbedingungen	+	o	o	+	o
Nationales Monitoring	-	+	o	+	o
Kommunales Monitoring, Gebäudekataster	-	+	o	+	o

+ große Bedeutung o mittlere Bedeutung - geringe Bedeutung

Zukunftssicherheit: Abhängigkeit der Empfehlungen von den zukünftigen Rahmenbedingungen (z. B. Stromfaktor).

Handlungsmotivation: gemeint ist die motivierende Wirkung durch den Kennwert selbst. EH: Effizienzhaus

Quelle: IFEU, eigene Zusammenstellung

Neben den in der Tabelle dargestellten Anforderungen sollten alle Gebäudekennwerte

- möglichst realistisch die energetische Situation des Gebäudes abbilden,
- technologieoffen sein und keinen Bias bzgl. einzelner Technologien aufweisen,
- den Schutzgütern (Klimaschutz, Ressourcenschutz, etc.) entsprechende Kennwert-Kriterien aufweisen und
- hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung robuste Aussagen liefern.

## 7.2 Energie- und Emissionskennwerte als Ausgangspunkt für weiterentwickelte Bewertungsverfahren

Die heutige Gebäudebewertung, die sich insbesondere im Energieausweis manifestiert, hebt auf den spezifischen Primärenergieverbrauch bzw. -bedarf und den spezifischen Endenergieverbrauch bzw. -bedarf ab, während das mit der EnEV 2014 eingeführte Effizienzklassensystem ausschließlich auf dem Endenergiebedarf (bzw. -verbrauch)  $q_E$  beruht.  $q_E$  beschreibt den gesamten Energiebedarf für die Konditionierung eines Gebäudes. Er umfasst die Gebäudeverluste, die Anlagenverluste und den Hilfsenergiebedarf. Seine Bilanzgrenze ist die Gebäudehülle, das heißt der Endenergiebedarf entspricht der gelieferten bzw. abgerechneten Energiemenge.

Dieses System hat den Vorteil, dass der Kennwert Endnutzern leicht vermittelbar ist und mit dem tatsächlichen Verbrauch verglichen werden kann.

Nachteilig ist hingegen, dass der Kennwert keine Aussage über die Umweltauswirkungen und Kosten der Gebäudekonditionierung macht. Ein Gebäude mit 50 kWh/m<sup>2</sup>a Stromverbrauch hat derzeit deutlich höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energiekosten als ein Gebäude mit 50 kWh/m<sup>2</sup>a Gasverbrauch.

Auf Grund der beschriebenen Nachteile und der in Kapitel 7.1 genannten Anforderungen werden weitere Kennzahlensysteme untersucht. Dabei musste eine Vorauswahl zielführend erscheinender Varianten vorgenommen werden.

Zunächst stellt sich die Frage, welche weiteren Gebäudekenngrößen herangezogen werden können, um aus diesen ein Gebäudebewertungssystem zu konfigurieren. Tabelle 7-1 listet eine Auswahl zusammen mit einer Bewertung von Vor- und Nachteilen der Kenngrößen auf, wenn diese einzeln zur Gebäudebewertung herangezogen werden können.

Tabelle 7-2: Beispiele für Kenngrößen (absolut bzw. auf die Gebäudewohn-/nutzfläche bezogen), die für die Gebäudebewertung herangezogen werden können

Kenngröße	Beschreibung	Vor- und Nachteile
<b>Übergeordnet</b>		
Nicht-erneuerbarer Primärenergiebedarf $Q_p$	Zentraler Kennwert der Energieeinsparverordnung (EnEV): umfasst den gesamten Energiebedarf zur Konditionierung eines Gebäudes inklusive der erforderlichen Hilfsenergie sowie der Vorketten für Exploration, Gewinnung, Aufbereitung und Transport der Energieträger.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Alle relevanten Einflüsse in diesem Kennwert abgebildet</li> <li>- bei heutiger Ausgestaltung Fehlbewertungen bzgl. Biomasse und KWK, Knappheit eines Energieträgers (Biomasse) müsste ggf. durch normativen <math>f_p</math> oder Biomasse-Budgetansatz abgebildet werden</li> <li>- Veränderung über die Zeit, insb. bei Strom, insb. durch wachsende Anteile EE</li> <li>- Mit den gegenwertigen <math>f_p</math> keine Unterscheidung zwischen Gas, Öl, Steinkohle trotz erheblicher Unterschiede bei CO<sub>2</sub>-Intensitäten</li> <li>- Keine Aussage über die energetische Qualität der einzelnen Komponenten</li> </ul>
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Gesamt-CO <sub>2</sub> -Emissionen des Gebäudes ( $Q_p \cdot \Gamma_{CO_2}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siehe <math>Q_p</math>, außer:</li> <li>+ Abbildung der CO<sub>2</sub>-Intensität der Brennstoffe</li> <li>+ Bezug zum Klimaschutzziel</li> </ul>
Endenergiebedarf $Q_e$	beschreibt den gesamten Energiebedarf für die Konditionierung eines Gebäudes. Er umfasst die Gebäudeverluste, die Anlagenverluste und den Hilfsenergiebedarf. Seine Bilanzgrenze ist die Gebäudehülle, das heißt der Endenergiebedarf entspricht der gelieferten bzw. abgerechneten Energiemenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Endnutzern leicht vermittelbar</li> <li>+ kann leicht mit dem tatsächlichen Verbrauch verglichen werden</li> <li>- Macht keine Aussage über die Umweltauswirkungen und Kosten der Gebäudekonditionierung. Durch die unterschiedlichen Umweltauswirkungen der verschiedenen Energieträger (bei gleichem Endenergiebedarf) besteht die Gefahr von Fehlanreizen durch missverständliche Ergebnisse</li> </ul>
Komponentenklassen	Basierend entweder auf o. g. oder weiteren Kenngrößen abgeleitete Güteklassen für einzelne Komponenten, beispielsweise Wand-/Dachdämmung/Fenster je nach U-Wert oder Heizgeräte nach Jahresnutzungsgrad (siehe Ökodesign-Kennzeichnung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ unmittelbare Auskunft über Qualität der einzelnen Komponenten</li> <li>- keine zusammenfassende Bewertung des Gebäudes, diese muss durch weitere Kenngrößen ergänzt werden</li> </ul>
Qualitative/semi-quantitative Bemessungsmerkmale	Beispielsweise cm Wärmedämmung oder „baualterstypischer Standard 1970“, „Verbundfenster“, „Wärmeerzeuger vor 1987“ oder ähnliches	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ einfache Erfassung ohne Berechnung oder Aufmaß</li> <li>- geringere Genauigkeit, vor allem für Anwendungen geeignet, in denen eine gröbere Einschätzung ausreicht</li> </ul>
<b>Fokus auf Gebäudehülle</b>		
Spezifischer Transmissionswärmeverlust $H_{T'}$	charakterisiert die Qualität der Gebäudedämmung (Summe aus flächengewichtetem U-Wert und Wärmebrückenverlusten)	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ klare Aussage über Qualität der Gebäudehülle</li> <li>+ eingeführte Kenngröße</li> <li>- Berücksichtigt lediglich Dämmeigenschaften der Gebäudehülle, Verglasungen werden gegenüber opaken Bauteilen schlechter bewertet. Weiterentwicklung zu einem äquivalenten <math>H_{T',eq}</math> unter Berücksichtigung solarer Gewinne möglich</li> <li>- Solare Gewinne, Orientierung, Kompaktheit, Dichtheit etc. fließen nicht ein → gerade bei zukünftigen Gebäudestandards zunehmend schwierige Kenngröße</li> <li>- Erschließt sich dem Endnutzer nicht, sondern ist erklärungsbedürftig.</li> </ul>

Kenngröße	Beschreibung	Vor- und Nachteile
Heizwärmebedarf	Der Heizwärmebedarf trifft eine Aussage über den zu deckenden Wärmebedarf. Er ist ein maßgebliches Kriterium für den baulichen Wärmeschutz und die Luftdichtheit. Wird bilanziert aus den Wärmeverlusten (Transmission und Lüftung) und –gewinnen (interne oder solare Gewinne, als Gutschriften aus den Speicher-, Verteil- und Übergabeverlusten sowie aus einer gegebenenfalls vorhandenen Wärmerückgewinnung eines Gebäudes).	+ Endnutzern leicht vermittelbar. - derzeit: Unterschiedliche Rechensystematik je nach Norm, insbesondere bei Wärmerückgewinnung und Wärmeeinträge über Anlagentechnik kann es zu stark abweichenden Ergebnissen kommen → Vereinheitlichung notwendig - Der Heizwärmebedarf wird beeinflusst durch die Anlagentechnik, das heißt er ändert sich, wenn die Anlagentechnik geändert wird. Somit trifft er keine eindeutige Aussage über die Gebäudehülle. - Kennwert beinhaltet nicht den Trinkwarmwasserbedarf
Erzeugernutzwärmeabgabe $Q_{outg}$	beschreibt den Wärmebedarf für Heiz- und Trinkwasserwärmebedarf (und ggf. Nutzenergiebedarf für Kühlung) sowie der Verluste für Speicherung, Verteilung und Übergabe. Damit charakterisiert es die „verbaute Technik“. Nach DIN V 4701-10: $q_{outg} := q^* = q_H^* + q_{TW}^*$ Nach DIN V 18599 (ohne Kühlung): $q_{outg} = (Q_{h,outg} + Q_{w,outg}) / A_N = Q_{outg} / A_N$	+ macht in etwa eine Aussage über den zu deckenden Gesamtbedarf. Er ist ein maßgebliches Kriterium für den baulichen Wärmeschutz und die Lüftungsverluste. + beinhaltet ggf. auch einen Teil der mit dem Gebäude eng und langfristig verbundenem Technik (Speicherung, Verteilung, Übergabe). + Deckungsanteil im Berechnungsverfahren des EEWärmeG bezieht sich auf diese Kenngrößen - wird derzeit häufig nicht gemessen
<b>Fokus auf Wärme-/Kälteerzeuger und Energieträger</b>		
Aufwandszahl	Maß für die Effizienz der Wärme- und Kälteerzeuger und für den nicht-erneuerbaren energetischen Ressourcenverbrauch bei Herstellung und Transport des Energieträgers, definiert als Verhältnis von Primärenergie zu Nutzenergie, hier: $e_{p,outg} = \frac{Q_p}{Q_{outg}}$ weiterentwickelt aus Anlagenaufwandszahl.	- Aufwandszahl ist eine Funktion der Erzeugernutzwärmeabgabe bzw. Nutzkälteabgabe - Effizienz der Erzeugung kann daher nicht unabhängig von der Erzeugernutzwärmeabgabe bzw. Nutzkälteabgabe bewertet werden
Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen des Wärmerzeugers bzw. CO <sub>2</sub> -basierte Anlagenaufwandszahl	beschreibt die spezifische CO <sub>2</sub> - (oder THG-) Belastung, die mit der Bereitstellung einer kWh Nutzwärme anfällt. <sup>12</sup>	Grundsätzlich ähnliche Vor- und Nachteile wie Aufwandszahl. Zusätzlich: + Berücksichtigung der CO <sub>2</sub> -Intensität der eingesetzten Endenergieträger

Quellen: eigene Bewertung IFEU, zudem (Maas, Erhorn et al. 2012; Pehnt, Herbert et al. 2011; Pehnt, Mellwig et al. 2012)

### 7.3 Weiterentwicklung von aus Kennwerten abgeleiteten Bewertungsverfahren

Durch eine Kombination der oben dargestellten Kenngrößen ergibt sich die Möglichkeit, ihre jeweiligen spezifischen Nachteile oder Begrenzungen durch Ergänzung weitere Informationen so zu überwinden, dass für den Informationsempfänger ein System entsteht, das den Anforderungen von Kapitel 7.1.2 entspricht. Im Folgenden werden hierfür drei Vorschläge unterbreitet, quantifiziert und vergleichend bewertet, die aus Sicht der Autoren grundsätzlich für einen Einsatz in einem gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan geeignet wären.

$$^{12} e_{CO_2} = \sum_i \left( \frac{q_E - q_{H,E}}{q_h + q_{TW}} * \alpha_{g,i} * \Gamma_{CO_2,i} \right) + \frac{q_{H,E}}{q_h + q_{TW}} * \Gamma_{CO_2,Strom}$$

- |              |   |                         |  |
|--------------|---|-------------------------|--|
| $e_{CO_2}$ : | CO <sub>2</sub> -basierte Anlagenaufwandszahl | $q_{TW}$ :              | Trinkwasserwärmebedarf                 |
| $q_E$ :      | Endenergiebedarf                              | $\alpha_{g,i}$ :        | Deckungsanteil des Energieträgers i    |
| $q_{H,E}$ :  | Endenergiebedarf Hilfsenergie (Strom)         | $\Gamma_{CO_2,i}$ :     | Emissionsfaktor für Energieträger i    |
| $q_h$ :      | Heizwärmebedarf                               | $\Gamma_{CO_2,Strom}$ : | Emissionsfaktor für elektrischen Strom |

### 7.3.1 Variante 1: Effizienzklassen auf Basis von Endenergie und Primärenergie

Mit der EnEV 2014 wurden Endenergie<sup>13</sup> und Primärenergie als Bewertungsgrößen in beiden Typen des Wohngebäude-Energieausweises – Energiebedarfsausweis und Energieverbrauchsausweis – gleichermaßen verankert. Damit ist grundsätzlich die Möglichkeit gegeben, in Kontinuität mit dem existierenden Energieausweiskonzept ein aussagekräftiges Bewertungsverfahren zu definieren.

Mit der gleichzeitigen Betrachtung von Endenergie und Primärenergie wird es – vorbehaltlich detaillierterer Untersuchungen – grundsätzlich möglich, Bewertungsschwierigkeiten und -Ungleichgewichte, die wie oben beschrieben zwischen den unterschiedlichen Energieträgern bestehen, beherrschbar zu machen. Es sind also – ähnlich wie bei der Haupt- und Nebenanforderung der EnEV – zwei Bedingungen gleichzeitig einzuhalten. Die größten Bewertungsprobleme können damit sinnvoll eingegrenzt werden:

- Im Fall von KWK und Biomasse sorgt die Bedingung an die Endenergie dafür, dass auch bei extrem niedrigen Primärenergiefaktoren der Verbrauch dieser Energieträger sinnvoll begrenzt wird (wobei zusätzlich Anpassungen an der Methodik der Primärenergiefaktoren gemacht werden können).
- Im Fall von elektrischem Strom sorgt die Bedingung an die Primärenergie dafür, dass die vorgelagerten Verluste der Strombereitstellung sinnvoll berücksichtigt werden.

Die genaue Ausgestaltung der beiden Bedingungen für Primär- und Endenergie verdient noch genauere Untersuchungen. Grundsätzlich ist es empfehlenswert, im Hinblick auf die Endenergie auf das eingeführte Buchstabenschema zurückzugreifen. Im Hinblick auf die Primärenergie könnte beispielsweise das Stufenschema der Endenergie auf die Primärenergie übertragen werden (Definition von parallelen Effizienzklassen a+, a, b,...h für die Primärenergie):

Tabelle 7-3: Mögliche Klassengrenzen für die Variante 1

Endenergie	Primärenergie	kWh/m²a
A+	a+	<30
A	a	<50
B	b	<75
C	c	<100
D	d	<130
E	e	<160
F	f	<200
G	g	<250
H	h	≥250

Quelle: eigener Vorschlag IWU, basierend auf EnEV-Klassengrenzen

Wenn Primär- und Endenergie in einer übergeordneten Effizienzklasse zusammengefasst werden, bietet es sich an, die dabei entstehenden Stufen zu nummerieren (und nicht in Buchstaben zu zählen), um eine Verwechslung mit den Kategorien des Energieausweises zu vermeiden. So könnte die erste Kategorie („Stufe 1“) mit der höchsten Effizienz also z. B. folgendermaßen definiert sein:

Tabelle 7-4: Mögliche Bildung einer übergeordneten Effizienzklasse

	Endenergie	Primärenergie
Stufe 1	max. A	max. a+
Stufe 2	max. B	max. a
Stufe 3	max. C	max. b
usw.		

Quelle: eigener Vorschlag IWU

<sup>13</sup> Die Endenergie im Sinne der Energieausweises berücksichtigt die „handelbaren“ Energieträger (Fernwärme, Gas, Öl, Kohle, Strom, Biomasse), Solar- und Umweltwärme sind dagegen nicht enthalten.

Die genaue Festlegung wäre noch zu untersuchen. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass der angenommene Grenzwert von 30 kWh/m<sup>2</sup>a (bezogen auf A<sub>N</sub>) in etwa dem Orientierungswert für das Ziel „Primärenergie -80%“ bzw. das „klimaneutrale“ Gebäude aus dem IWU-Zielerreichungsszenario entspricht (27 kWh/m<sup>2</sup>a), s. IWU (2013).

Als ein gewisser Nachteil für die Zielvorgabe bei Bestandsgebäuden kann der Umstand gelten, dass die Klasseneinteilung allein auf Basis des quadratmeterbezogenen Energieeinsatzes den Besonderheiten der verschiedenen Bestandsgebäude nicht gerecht wird. Beispielsweise gilt dies im Hinblick auf unterschiedliche A/V-Verhältnisse von Ein- und Mehrfamilienhäusern oder denkmalgeschützte Gebäude. Hier ist einerseits anzumerken, dass die Klasseneinteilung der „Eigenlogik“ des Energieausweises entspricht, welcher zunächst einmal Transparenz über den Energieeinsatz schaffen will (unabhängig davon, wie dieser begründet ist und wie aufwändig es wäre, ihn zu ändern). Im Fall der Energiekosten oder einer Energieabgabe würden die individuellen Gegebenheiten ebenfalls nicht berücksichtigt werden. Andererseits besteht die Möglichkeit, im Fall der Primärenergie statt der oben genannten Klasseneinteilung a+ bis h, die im Energieausweis anders als bei der Endenergie noch nicht vordefiniert ist, einen Referenzgebäudeansatz wie bei den KfW-Effizienzhäusern vorzusehen.

Wichtig für ein geschlossenes und stringentes Gesamtkonzept ist auch die Einheitlichkeit der Skalierung und Klasseneinteilung in beiden Arten des Energieausweises: Es wird hier deutlich gemacht, dass es nicht um unabhängige und parallele Konzepte geht, sondern dass mit dem Energiebedarf und dem Energieverbrauch vom Grundsatz her das Gleiche gemeint ist (nämlich der zu erwartende, „typische“ Energieeinsatz im Gebäude), so dass auch die Bewertung völlig gleich erfolgt. Allerdings wäre dafür auch notwendig, dass der berechnete Energiebedarf realistische Werte ergibt, also einem typischen durchschnittlichen Verbrauch entspricht (vgl. hierzu Kapitel 8).

### 7.3.2 Variante 2: Effizienzklassen auf Basis von Erzeugernutzwärmeabgabe und Aufwandszahl

Effizienzklassen auf Basis von End- und Primärenergie haben einen Nachteil. Sie trennen nicht scharf zwischen Hülle und Erzeuger. Vielmehr geht der Endenergiebedarf als ein Multiplikand in die Primärenergie ein. Eine Halbierung des Endenergiebedarfs halbiert also auch den Primärenergiebedarf. Damit werden beispielsweise Dämmmaßnahmen „ungedämpft“ auch in der Kenngröße Primärenergiebedarf abgebildet.

Ein alternativer Bewertungsentwurf wäre, Q<sub>p</sub> durch Zerlegung in zwei unabhängige Terme darzustellen, die näherungsweise das Gebäude und die Heizung/Energieträger bewerten sollen.

$$Q_p = Q_{\text{outg}} * (Q_p/Q_{\text{outg}}) = Q_{\text{outg}} * e_{p,\text{outg}}$$

Die Erzeugernutzwärmeabgabe Q<sub>outg</sub> beschreibt, mit Ausnahme der in der Regel geringeren Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung, den Bedarf des „gebauten“ Gebäudes, während e<sub>p,outg</sub> = Q<sub>p</sub>/Q<sub>outg</sub> die mit dem Wärmeerzeuger und dessen Energieträger verbundene Qualität beschreibt. Es ist damit auch jenseits der fachlichen Berechnung an den Laien vereinfachend als „Gebäude“ und „Heizung“ vermittelbar.

Im Unterschied zur Bewertung über Q<sub>E</sub>/Q<sub>p</sub> oder H<sub>T</sub>'/Q<sub>p</sub> soll die Verbesserung der Gebäudehülle nicht „doppelt gewichtet“ werden (in dem z. B. eine Verbesserung von H<sub>T</sub>' auch Q<sub>p</sub> verbessert). Zerlegt man die Aufwandszahl in ihre verschiedenen Bestandteile, so zeigt sich, dass die Aufwandszahl zwar noch von Q<sub>outg</sub> abhängig ist (in einem gut gedämmten Gebäude ist der Anteil der Terme 2-4 höher als in einem unsanierten Gebäude), aber diese Abhängigkeit ist nicht sehr groß. Der Wert für den Quotienten schwankt zwischen 0,3 (Biomasse-Heizung) und 2,4 (Nachtspeicherheizung):

$$Q_p/Q_{outg} = f_p * 1 + f_p * (Q_{h,g} + Q_{w,g}) / Q_{outg} - f_p * (Q_{h,reg} + Q_{w,reg}) / Q_{outg} + f_{p,strom} * W_f / Q_{outg}$$

Verluste der Vorkette
primärenergetisch bewertete prozentuale Verluste der Heizung
primärenergetisch bewertete regenerative Anteile aus Solarenergie und Umweltwärme
primärenergetisch bewerteter prozentualer Hilfsstrombedarf

$Q_{h,g}$ : Verluste der Erzeugung für das Heizsystem (analog:  $Q_{w,g}$  für Warmwasser etc.);  $Q_{h,reg}$ : eingesetzte regenerative Energie;  $Q_{h,b}$  Nutzwärmebedarf =  $Q_{sink} - \eta * Q_{source}$ ;  $Q_{h,ce}$  Verluste der Übergabe;  $Q_{h,d}$  Verluste der Verteilung;  $Q_{h,s}$  Verluste der Speicherung;  $W_f$  Endenergie für Hilfsenergien

Als nachteilig kann gelten, dass  $Q_{outg}$  in der Regel nicht gemessen wird und daher eine Erfolgskontrolle für keine der beiden Kenngrößen  $Q_{outg}$  und  $e_{p->outg} = Q_p/Q_{outg}$  durchgeführt werden kann<sup>14</sup>. Darüber hinaus gibt es nun keine übergreifende Bewertung mehr für das Gesamtgebäude (Wärmeschutz und Wärmeversorgung). Diese könnte durch eine Gewichtung der beiden Effizienzklassen erfolgen.

Tabelle 7-5: Mögliche Klassengrenzen für die Variante 2 (Quelle: eigener Vorschlag IFEU)

	qOutg	qP/qOutg
A+	30	0,4
A	45	0,7
B	60	1
C	85	1,1
D	115	1,2
E	145	1,3
F	170	1,5
G	220	1,6
H	>220	>1,6

### 7.3.3 Variante 3: Primärenergie bzw. Treibhausgase und „Komponentenklassen“

Neben einem zusammenfassenden Siegel für den energetischen Gesamtzustand kann eine Aufgliederung in Energieeffizienzklassen verschiedener Gebäudeteile (bspw. Außenwände, Dach, Heizungsanlage) erfolgen, die den Informationsmaterialien der Verkäufer oder einem Sanierungsfahrplan beigelegt werden können. Eine bauteilbezogene Denkweise hat eine eigenständige Berechtigung gerade im Zusammenhang mit einem Sanierungsfahrplan und im Gebäudebestand bei schrittweisen Sanierungsmaßnahmen.

Eine solche Denkweise könnte in einer weiteren Variante gestärkt werden, indem eine Kombination einer Gesamtgebäudebewertung (auf Basis der Primärenergie) mit einer ergänzenden Bewertung der Einzelkomponenten gewählt wird. Damit ergibt sich eine Bewertungspyramide, die einerseits einen zentralen Kennwert bereitstellt, der für Immobilienanzeigen, Wertermittlung, Mietspiegel etc. verwendet werden kann. Andererseits werden detaillierte Angaben zu einzelnen Gebäudekomponenten bereitgestellt, die für den Gebäudeeigentümer, aber auch den Planer wichtige Hinweise für Ansatzpunkte einer energetischen Optimierung ergeben.

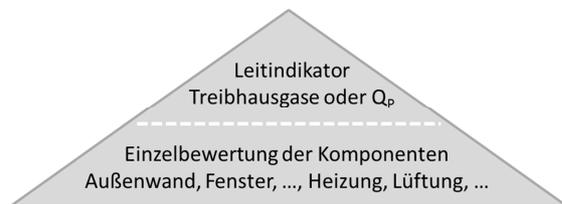


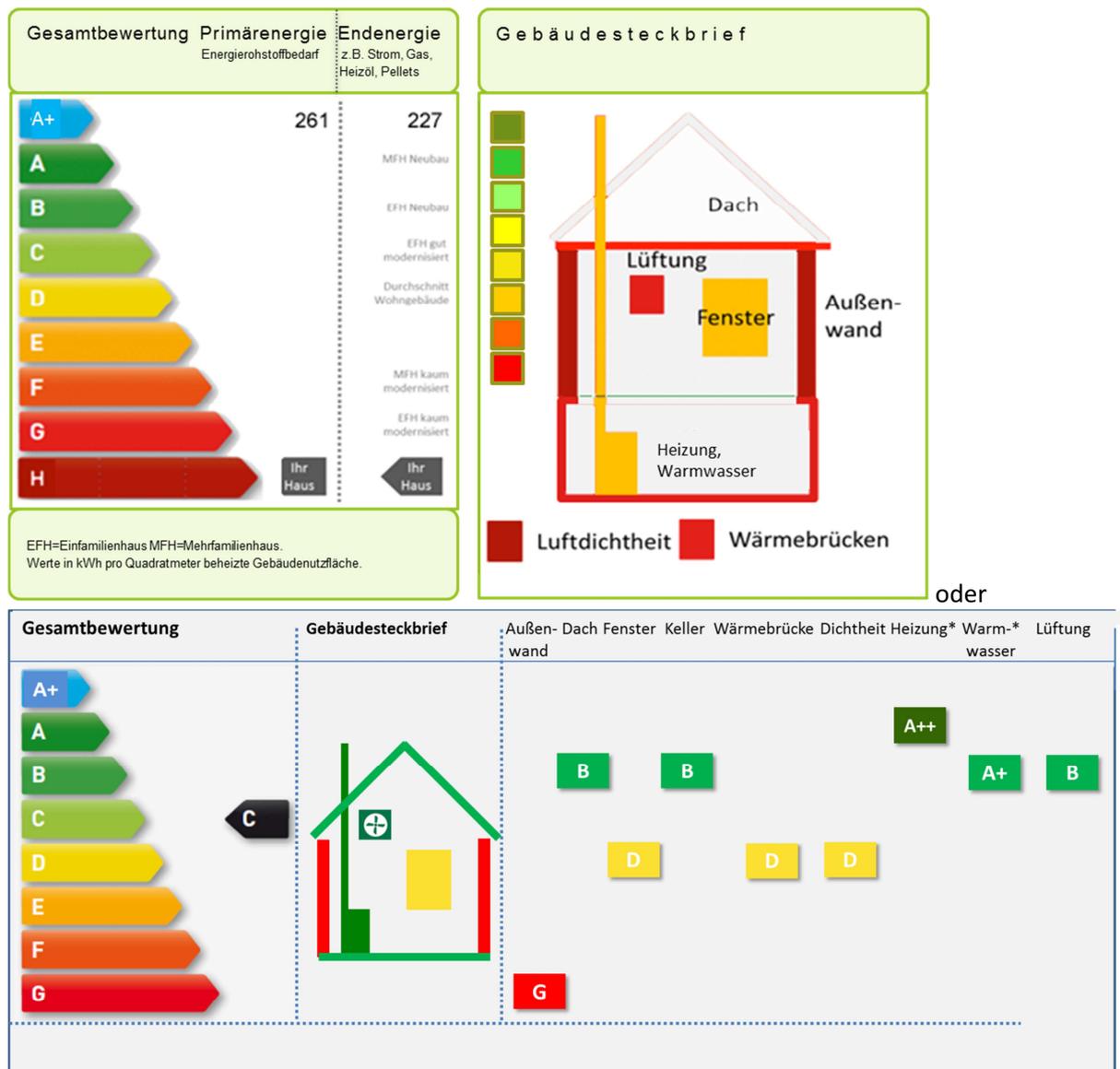
Abbildung 7-1: Pyramidenstruktur der Bewertung in Variante 3

<sup>14</sup> Dagegen liegen in der Regel Messwerte für den Endenergieverbrauch nach Energieträgern vor und lassen sich über bekannte Primärenergiefaktoren (und mit geringen Unsicherheiten/Korrekturannahmen im Hinblick auf den nicht explizit gemessenen Hilfsstromverbrauch) in den Primärenergieverbrauch umrechnen. Allerdings wäre es durch Einbau von Wärmemengenzählern grundsätzlich auch möglich,  $Q_{outg}$  zu messen.

Während die Gesamtbewertung für Primärenergie auf einem ähnlichen Verfahren wie in Kapitel 7.2 beschrieben beruhen kann – genauso können für die Gebäudebewertung auch die CO<sub>2</sub>- bzw. besser: Treibhausgasemissionen herangezogen werden (s. u.) –, muss für die einzelnen Komponenten ein Bewertungsverfahren erarbeitet werden. Dieses muss auch bereits vorliegende Bewertungssysteme (etwa die Bewertung der Heizsysteme auf Basis der Labeling-Richtlinie und weiterer Aktivitäten zur Bewertung von Bestandsheizungen) berücksichtigen. Für den Endkunden darf es zu keiner „Verwirrung“ bezüglich der Kennzeichnungsvielfalt kommen.

Dabei wäre eine zu prüfende Option, die Gesamtbewertung auf Primärenergie beruhen zu lassen, aber ggf. abzuwerten, wenn eine (oder mehrere) der Einzelkomponenten besonders schlecht abschneiden (siehe „Führt zur Abwertung“ bei Stiftung Warentest).

Mit Hilfe einer grafisch unmittelbar einleuchtenden Darstellung (Abbildung 7-2) kann die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen verbildlicht werden.



Quelle: Konzept und Darstellung: IFEU; für die Gesamtbewertung links wurde ein Grafikelement des VdZ verwendet

Abbildung 7-2: Bewertung eines Gebäudes auf Basis Primärenergie inkl. komponentenweiser Bewertung. Ggf. kann auch nur die vereinfachte Gebäudedarstellung gezeigt werden. Oben: Vorschlag für Wohngebäude. Unten: Vorschlag für Nichtwohngebäude

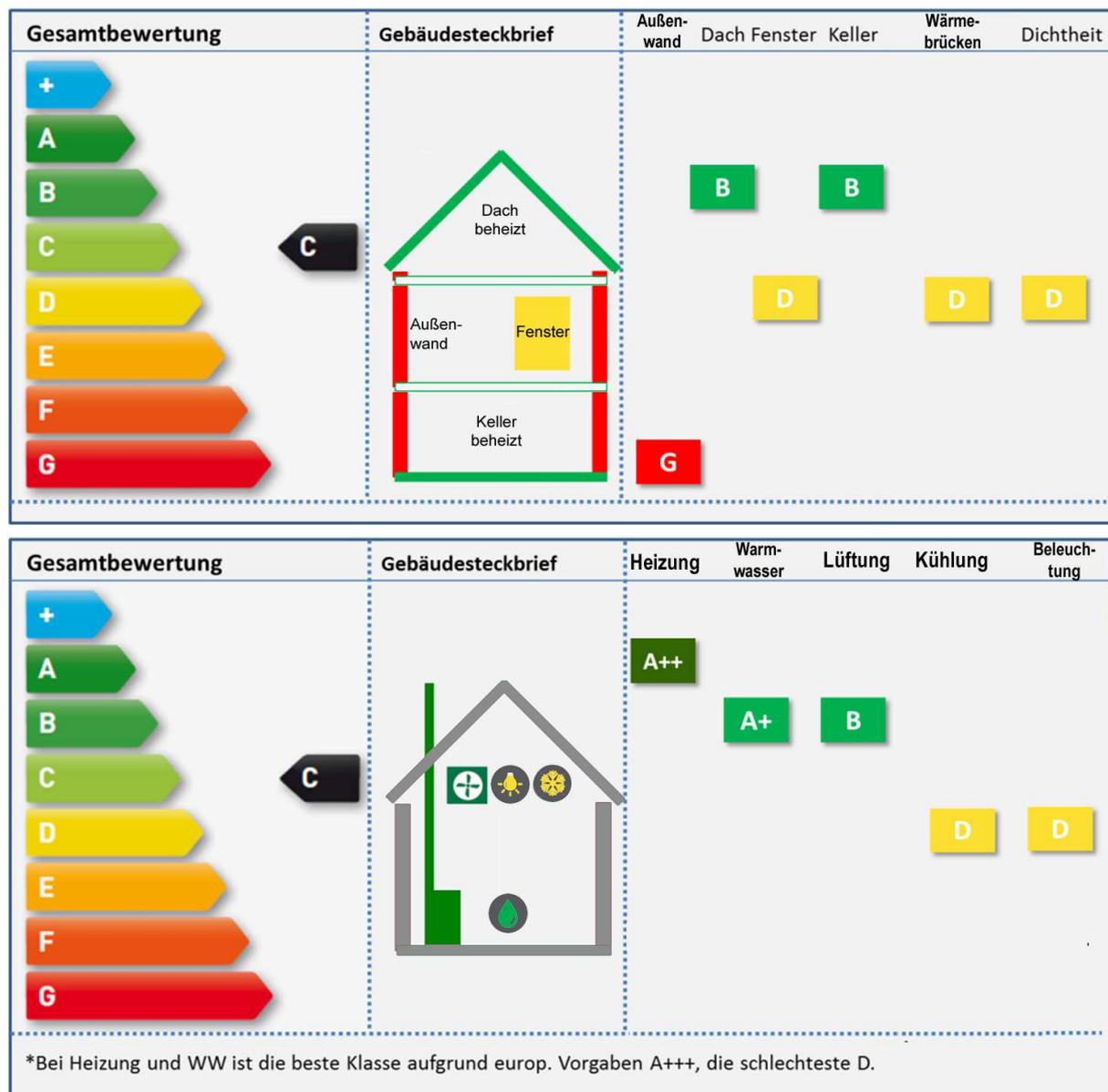


Abbildung 7-3: Bewertung von Nichtwohngebäuden auf Basis Primärenergie inkl. komponentenweiser Bewertung. Oben: Vorschlag für die Gebäudehülle. Unten: Vorschlag für die Anlagentechnik

Die Komponentenklassen könnten ihrerseits auch in anderem Kontext eingesetzt werden, z. B. zur Einführung einer differenzierten Einzelmaßnahmenförderung (beispielsweise „Bei Komponenten der Effizienzklasse A erhöht sich der Zuschuss um 50 %), wie im Zwischenbericht zu AP 3 beschrieben.

In der Realität müssten für die Erhebung der Effizienzklassen Gewichtungen vorgenommen werden (z. B. unterschiedliche Fensterqualitäten). Daran knüpfen sich Fragen wie die, ob nicht wiederum die unterschiedlichen Fensterqualitäten mit den entsprechenden Fensterorientierungen und damit solaren Gewinnen etc. berücksichtigt werden müssten. Um ein möglichst einfaches Verfahren zu gewährleisten, muss hiervon Abstand genommen werden. Wenn Komponenten unterschiedlicher Effizienzklassen auftreten, so ist der mit der Fläche gewichtete mittlere U-Wert zu bilden (beispielsweise: 100 m<sup>2</sup> Außenwand Klasse A, 130 m<sup>2</sup> Klasse B ergibt als Gesamtergebnis Klasse B).

Hilfreich wäre es, Energieberatern für die Klassifizierung im Bestand eine Übersetzungstabelle an die Hand zu geben, die die Klassengrenzen in Komponentenbeschreibungen übersetzt (z. B. „Fenster mit Holzrahmen und Einfachverglasung“; „Aluminiumrahmen mit 2-Scheiben-Isolierverglasung“, etc.).

Zu prüfen ist, wie eine Klassifizierung von Wärmebrücken zielführend gestaltet werden kann. Außerdem sollte geprüft werden, ob eine Kategorie „**Komfort**“ eingeführt wird. Diese könnte den sommerlichen Wärmeschutz, Temperaturasymmetrien und anderes bewerten. Eine Ausarbeitung ist nicht im Rahmen dieses Vorhabens möglich.

### Herleitung der Komponentenklassen für Wohngebäude

Im Folgenden wird ein Diskussionsvorschlag für solche Komponentengrenzen unterbreitet. Alle Vorschläge müssten in einem Experten-Diskussionsprozess erhartet und mit laufenden Entwicklungen im Zusammenhang mit der ErP-Richtlinie synchronisiert werden. Für Nicht-Wohngebäude ist ergänzend das Labeling von Klimatisierung, Beleuchtung und Betriebsführung zielführend. Die Entwicklung einer solchen Bewertung geht aber über den Rahmen dieses Projektes hinaus.

Die Grundphilosophie ist, dass die Bauteilanforderungen der jetzigen KfW-Einzelmaßnahmen i. w. Effizienzklasse B entsprechen, während die Bauteilanforderungen der EnEV Anlage 3 Tabelle 1 in Klasse C aufgehen.

Grundsätzlich ist zu entscheiden, ob in der (übersichtlichen) Systematik **A bis G** verblieben werden soll, oder ob es aus Gründen der Vereinheitlichung (auf Kosten der Eleganz) günstiger wäre, die **A+ bis H**-Systematik der EnEV zu übernehmen (zu den auftauchenden Skalierungsfragen s.u.).

Tabelle 7-6: Vorschlag für eine komponentenweise Gebäudebewertung:  
I. Gebäudehülle (Obergrenzen der Klassen)

Klasse	Außenwand	Dach	Fenster	Keller	Wärmebrücken	Luftdichtheit
		U-Wert ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) $\leq$			$\Delta U_{\text{WB}}$ ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) $\leq$	$n_{50}$ ( $\text{h}^{-1}$ )
<b>A+</b>	0,15	0,12	0,70	0,15	0,010	0,6*
<b>A</b>	0,20	0,14	0,95	0,25	0,025	1,0 *
<b>B</b>	0,24	0,24	1,3	0,30	0,035	1,5 *
<b>C</b>	0,35	0,35	1,5	0,35	0,05 (pauschal, Bbl. 2)	3,0 *
<b>D</b>	0,5	0,6	1,7	0,5	Ohne Nachweis normaler WB-Einfluss	Nicht luftdichtheitsgeprüft oder $n_{50} > 3,0$
<b>E</b>	0,7	0,9	2,1	0,7	Ohne Nachweis erhöhter WB-Einfluss	-
<b>F</b>	1	1,2	2,7	1	Ohne Nachweis Innendämmung mit $U > 0,6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	-
<b>G</b>	1,4	2,0	3,0	1,4	Ohne Nachweis Innendämmung mit $U \leq 0,6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ mit Randstreifen	Nicht luftdichtheitsgeprüft, Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z.B. offene Fugen in der Luftdichtheitschicht (beheiztes Luftvolumen $\geq 1.200 \text{ m}^3$ )
<b>H</b>	>1,4	>2,0	>3,0	>1,4	Ohne Nachweis Innendämmung mit $U \leq 0,6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ohne Randstreifen	Nicht luftdichtheitsgeprüft, Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z.B. offene Fugen in der Luftdichtheitschicht (beheiztes Luftvolumen $< 1.200 \text{ m}^3$ )

Quelle: eigene Festlegungen IFEU, Diskussion mit Auftraggeber. \* Nachweis durch Luftdichtheitstest.

## Dämmung

Die Klassengrenzen für die einzelnen Bauteile, Außenwand, Dach, Fenster und Keller, werden gemäß der Bandbreite der jeweiligen U-Werte festgelegt.

So beträgt zum Beispiel der Grenzwert für die Klasse A+ für Außenwände  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  und für Dächer  $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Damit wird berücksichtigt, dass hohe Dämmstärken in Dächern leichter zu realisieren sind. U-Werte von Passivhäusern sind damit in jedem Fall in Klasse A+ eingeteilt.

Die Komponentenklassen für Fenster orientieren sich an gängigen Fenstertypen im Gebäudebestand (Kastenfenster, Isolierglasfenster, Wärmeschutzverglasung 2- und 3-fach, PH-Fenster). Die U-Werte entsprechen den Werten, wie sie in Gebäudetypologien ausgewiesen werden.

Dieser vorläufige Vorschlag könnte in einer nächsten Stufe auf Basis vorliegender statistischer Verteilungen und historischer Betrachtungen (Niveaus der einzelnen Stufen der EnEV/WSchV etc.) vertieft untersucht werden.

## Luftdichtheit

Zur Ableitung eines einheitlichen Systems der Luftdichtheit wird auf verschiedene Kennzeichnungs- und Normensysteme zurückgegriffen. Klasse A+ ergibt sich aus den Anforderungen an Passivhäuser ( $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$ ). Ein  $n_{50}$ -Wert von  $1,0 \text{ h}^{-1}$ ,  $1,5 \text{ h}^{-1}$  bzw.  $3,0 \text{ h}^{-1}$  für die Klassen A, B und C ist die untere bzw. obere Grenze eines als „sehr dicht“ kategorisierten EFH gemäß DIN 4108-6. Die Werte ergeben sich aus einer Luftdichtheitsmessung. Wenn keine Luftdichtheitsmessung durchgeführt wurde oder der  $n_{50}$ -Wert größer als  $3,0 \text{ h}^{-1}$  ist, werden die Gebäude der Klasse D zugeordnet. Die Klassen E und F entfallen in der Kategorie Luftdichtheit, weil eine weitere Staffelung in diesem Bereich nicht erforderlich ist. Die Klassen G und H bezeichnen Gebäude mit offensichtlichen Undichtheiten. Hier findet zusätzlich eine Differenzierung nach der Gebäudegröße statt, weil die Undichtheiten in kleinen Gebäuden höhere Auswirkungen haben. Sollte es zu einer Umsetzung des Komponentenvorschlags kommen, wäre es empfehlenswert, vorab eine statistische Untersuchung der tatsächlichen Messwertverteilung vorzunehmen.

## Wärmebrücken

Eine Klassifizierung von Wärmebrücken ist noch zu diskutieren. Zwar nimmt die Bedeutung von Wärmebrücken für den hocheffizient sanierten Gebäudebestand zu. Allerdings stellt sich die Frage, mit welchem Aufwand der Energieberater die Quantifizierung von Wärmebrücken vornehmen muss. Einerseits sind Optimierungen der Bauteilanschlüsse und Wärmebrücken gerade eines der Ergebnisse, die im Sanierungsfahrplan einen bleibenden Wert versprechen. Sie sind wichtig zur Vermeidung von Fehlern, und die getroffenen Aussagen werden auch nicht so schnell veralten.

Andererseits sind hierfür vielleicht die qualitative Beschreibung der Anschlüsse mit aussagekräftiger Skizze und evtl. Foto wichtiger als die genaue Berechnung einer komplizierten Anschlusssituation. Eine Bedingung wäre daher ein Verweis auf einen übersichtlichen Wärmebrückenkatalog. Denkbar wäre auch eine qualitative bzw. semiquantitative Einschätzung des Energieberaters.

Als erster Ansatzpunkt könnten Wärmebrücken quantitativ bewertet werden, wenn die Klassengrenzen sich an der aktuellen Normung orientieren. Als Kriterium dient die Höhe des Wärmebrückenzuschlags nach DIN 4108-2. Wenn der geforderte Wärmebrückenzuschlag kleiner als  $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  ist, so impliziert dies einen detaillierten rechnerischen Nachweis. Die Anforderung für Klasse A+ entspricht der Empfehlung des Passivhausinstituts für wärmebrückenfreie Konstruktionen. Das Anforderungsniveau der einzelnen Klassen orientiert sich am Niveau der Klassen für Bauteile und Heizung. In Klasse C (Anforderungen gemäß Anlage 3 Tabelle 1, EnEV) sind die Anforderungen an die Wärmebrücken mit dem vereinfachten Nachweis nach Beiblatt 2 zu DIN 4108 zu erfüllen. In den Klassen D und

schlechter werden qualitative Kriterien formuliert. Hier sind den Ausstellern weitere Hilfen für die Beurteilung an die Hand zu geben.

### **Heizung und Warmwasser**

Die Energieeffizienzklasse des Wärmeerzeugers wird gemäß der Durchführungsvorschrift<sup>15</sup> berechnet und ab 26.09.2015 für Neuanlagen verbindlich eingeführt. Wenn das Brauchwasser im zentralen Heizkessel erwärmt wird, erhält sie dieselbe Effizienzklasse wie der Heizkessel. Gibt es einen getrennten Wärmeerzeuger für Brauchwasser, so ist dieser gemäß Durchführungsverordnung in eine eigene Klasse einzuordnen. Für die Berechnung der Effizienzklassen soll ab dem Frühjahr 2015 ein Online-Tool zur Verfügung stehen.

Die Orientierung an der ErP-Richtlinie (Energy related Products) ist empfehlenswert, um eine Verwirrung beim Verbraucher zu vermeiden. Bestehende Heizungsanlagen, die mehr als 15 Jahre alt sind, sollen künftig durch den Schornsteinfeger gelabelt werden. Dabei wird die Effizienzklasse nicht für die gesamte Verbundanlage vergeben, sondern nur für die Einzelkomponenten. Die Effizienzklassen hängen dabei nur von Fabrikat und Typ des Wärmeerzeugers ab. Ob solche Label ebenfalls in den Sanierungsfahrplan übernommen werden können, und wie darin etwaige Solarthermieanlagen berücksichtigt werden, ist noch zu diskutieren: Die Bewertung der ErP-Richtlinie ist für Neu- und Altanlagen nicht gleich. Dadurch könnte es im direkten Vergleich zu unplausiblen Aussagen kommen. Auch werden bei Altanlagen keine Wärmepumpen und Fernwärmeübergabestationen einbezogen. Für sie ist ggf. ein eigenes vereinfachtes Bewertungsschema (zum Beispiel nach DIN V 4701-10) zu entwickeln.

Allerdings ergibt sich bei einer gemeinsamen Darstellung von Heizungs- und Bauteilklassen auf einem Label ein Problem. Die Effizienzklassen des Labels beginnen bei A+++ und nicht wie die hier vorgeschlagenen bei A. Dies könnte durch eine geschickte optische Darstellung gelöst werden: Eine Heizung der besten Klasse A+++ erhält dieselbe Farbe (Dunkelgrün) wie die beste Dämmklasse A – in der Farbbox steht aber die „richtige“ Labelbezeichnung. Dies ist ein Kompromiss, der sich zwangsläufig aus der unterschiedlichen Systematik von Effizienzklassen von ErP-Richtlinie und Kennzeichnungsverordnung, EnEV und anderen Systematiken ergibt. Dieses Vorgehen dient hier nur der Illustration; wie mit dieser Skalierungsdiskrepanz umgegangen werden soll, ist noch zu klären, abhängig von der genauen Ausgestaltung von Klassengrenzen.

### **Warmwasser**

Der Wärmeerzeuger für die Trinkwassererwärmung orientiert sich ebenfalls eng am Bewertungsschema der ErP-Richtlinie. Um zusätzlich die Wärmeverteilverluste zu berücksichtigen, könnte erwogen werden, die Bewertung um eine Stufe zu verbessern, wenn kein Verteilsystem erforderlich ist (dezentrale Trinkwassererwärmung), und um eine Stufe zu verschlechtern, wenn ein schlecht gedämmtes Verteilsystem vorliegt.

### **Lüftung**

Die Klassengrenzen für das Lüftungssystem sind aus den verschiedenen Möglichkeiten der Wohnraumlüftung abgeleitet. Systeme mit Wärmerückgewinnung (WRG) können nach ihrem Wärmerückgewinnungsgrad klassifiziert werden. Auch bei Lüftungsanlagen ist ein Klassifizierungssystem in Erarbeitung, das zukünftig auf Verwendung geprüft werden muss.

---

<sup>15</sup> Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 813/2013 der Kommission zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumheizgeräten und Kombiheizgeräten (2014/C 207/02)

Tabelle 7-7: Vorschlag für eine komponentenweise Gebäudebewertung: II. Anlagentechnik (Obergrenzen der Klassen)

Klasse	Heizung	Warmwasser	Lüftung
<b>A+</b>	Analog ErP- Label, aber um zwei Stufen reskaliert (zumindest „farblich“)	Analog ErP-Label, aber um zwei Stufen reskaliert (zumindest „farblich“)	Analog ErP-Label (in Bearbeitung); bis Label vorliegt: Zu- und Abluft, 90% WRG
<b>A</b>			Zu- und Abluft, 80% WRG
<b>B</b>			Zu- und Abluft, 60% WRG
<b>C</b>			Außenluftdurchlässe (ALD) mit ob. Volumenstrombegrenzer
<b>D</b>			Fensterlüftung, ALD
<b>E</b>			Fensterlüftung, n50<3,0
<b>F</b>			Fensterlüftung, n50 unbekannt
<b>G</b>			Fensterlüftung, offensichtliche Undichtheiten

Quelle: eigene Festlegungen IFEU, Diskussion mit Auftraggeber, ErP-Anforderungen. Label für Lüftungsanlagen noch nicht bekannt.

### 7.3.4 Exkurs: Von der Primärenergie zu Treibhausgasen

Bisherige Leitgröße der EnEV und weiterer gebäudebezogener Instrumente ist die (nicht-erneuerbare) Primärenergie. Dieser Bezug weist jedoch einige Nachteile auf, wenn man das Gebäudeinstrumentarium auch als elementaren Bestandteil einer Klimaschutzstrategie auffasst:

- Die Formulierung des „nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes“ verwendet den Begriff „**klimaneutral**“, auch wenn dies in der technischen Zieldefinition über eine Absenkung des nicht-erneuerbaren Anteils der Primärenergie operationalisiert wird.
- Eine Umstellungsstrategie von Öl auf Gas, die bereits ohne Berücksichtigung höherer Nutzungsgrade von gasbasierten Technologien eine THG-Einsparung von 22 % bezogen auf die eingesetzte Endenergie erbringt, spiegelt sich in den Primärenergiefaktoren nicht wider. Ebenso ergeben sich bei biogenen Brennstoffen durch unterschiedliche Biomasse-Rohstoffe und Anbaumethoden deutlich unterschiedliche THG-Faktoren, die sich nicht in den PE-Faktoren widerspiegeln (Pehnt, Herbert et al. 2011). Andererseits ist zu beachten, dass das leitungsgebundene Erdgas nicht jedem Anwender zur Verfügung steht, so dass in der praktischen Anwendung durchaus auch Gründe für eine weitgehende Gleichsetzung der Bewertung mit Erdgas bestehen.
- Der Einsatz von fossilen, insbesondere Kohlekraftwerken im Kraftwerkspark – je nach energiepolitischen Rahmenbedingungen - macht sich beim Einsatz von stromverbrauchender Haustechnik in der Treibhausgas-Bilanz stärker bemerkbar als beim Primärenergiefaktor, insbesondere, wenn in sog. „Grenzbetrachtungen“ auch der zeitliche Verlauf der Stromerzeugung berücksichtigt wird. Diese Diskrepanz wirkt umso stärker, je mehr der Primärenergiefaktor für Strom in der EnEV bereits stark abgesenkt wird.

Erwogen werden könnte daher eine **Umstellung** der Kenngröße  $Q_p$  **auf Treibhausgasemissionen** als zentrale Leitgröße des Klimaschutzes. Durch diese Korrektur würden auch weitere mit der Energiebereitstellung zusammenhängende Effekte abgebildet, etwa der höhere spezifische THG-Faktor von Heizöl und Kohle, die Methanemissionen der Erdgas- und Steinkohle-Bereitstellung oder die Treibhausgase der landwirtschaftlichen Vorkette (z. B.  $N_2O$  aus Böden und Düngemittelherstellung; Methan aus Gärungsprozessen etc.), die vom IFEU im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung von Biokraft- und -brennstoffen ausführlich quantifiziert werden.

Im Rahmen einer solchen Umstellung könnte auch ein modifizierter  $f_p$ - bzw. THG-Faktor für **Biomasse** eingeführt werden. Durch Rückgriff auf den „nicht-erneuerbaren“ Anteil des PE-Faktors wird suggeriert, als ob erneuerbare, insbesondere biogene Brennstoffe „ökologisch nahezu umsonst“ wären. Normative Vorgaben für ressourcenbegrenzte erneuerbare Energieträger, insbesondere Biomasse, beispielsweise ein „politisch gesetzter“ Faktor 0,7 wie in der Schweiz (siehe Pehnt, Herbert et al. 2011, Maas, Erhorn et al. 2012) bzw. ein analoger Wert für THG-Emissionen, würden einen Ansatz schaffen, den Biomasseeinsatz zu optimieren. Alternativ wurde der Biomasse-Budgetansatz vorgeschlagen (Diefenbach 2002): bis zur Ausschöpfung dieses Budgets, der sich beispielsweise aus der Berechnung eines „nachhaltigen Biomasse-Potenzials“ errechnen ließe, würde der erneuerbare Primärenergie-Anteil der Biomasse wie bisher nur mit dem nicht-erneuerbaren Anteil auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes angerechnet. Für jede Kilowattstunde, um die das Budget überschritten wird, wird dann aber der gesamte Primärenergieinhalt (erneuerbar und nicht erneuerbar) angesetzt.

Schließlich müsste eine Korrektur der **Bewertungsmethode für KWK** vorgenommen werden, so dass nicht sehr niedrige Primärenergiefaktoren zu Bewertungs-Artefakten führen (für eine ausführliche Diskussion siehe Hertle und Pehnt 2013 und Diefenbach 2002).

In diesem Gutachten würde eine detaillierte Analyse der o. g. Umstellungen den Rahmen der Studie sprengen. Gleichwohl wären bezogen auf die Kenngrößen-Diskussion im Grundsatz alle o. g. Bewertungsverfahren auf Klimaschutz umstellbar:

- $Q_p$  als Anforderungsgröße in Variante 1 und 3 könnte ersetzt werden durch die Gesamt-THG-Emissionen des Objektes.
- Die vorgeschlagene Aufwandszahl  $Q_p/Q_{outg}$  in Variante 2 könnte ersetzt werden durch eine Klima-Aufwandszahl „ $e_{CO_2}$ “, die im Rahmen des Projektes „100 % Erneuerbare Wärme“ vorgeschlagen wurde (siehe Fußnote 12) (IFEU et al. 2014).

Allerdings sind dabei einige methodische Festlegungen zu treffen, die bei Treibhausgasen stärker zu Buche schlagen als bei Primärenergie:

- Ähnlich wie bei der nicht-erneuerbaren Primärenergie müsste durch Festlegungen sichergestellt werden, dass die Knappheit der Ressource Biomasse ebenfalls angemessen berücksichtigt wird.
- Bezüglich des Strommixes muss eine Festlegung bezüglich der Wahl des Strommixes (Zeitpunkt; Grenz- versus Durchschnittskraftwerkspark) getroffen werden. Es liegt nahe, hierzu einen festgelegten Durchschnittsfaktor anzusetzen, der für angemessene Zeiträume anzusetzen ist, z. B. für eine Dekade. Dabei ist zu beachten, dass die THG-Emissionen in den nächsten zwei Jahrzehnten bedingt durch den Ausstieg aus der Kernenergie weniger stark sinken als gelegentlich vermutet (siehe Bericht zum AP 1).

Zudem ist der Anforderungsrahmen der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD – Energy Performance of Buildings Directive) zu berücksichtigen, in dessen „Gemeinsamem allgemeinem Rahmen für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ eine Berücksichtigung von Treibhausgasemissionen nicht vorgesehen ist. „Vom Ansatz her spricht viel dafür, dass [eine Berücksichtigung von THG] möglich ist, weil der Gemeinsame Berechnungsrahmen von „mindestens“ zu berücksichtigenden Einflussfaktoren spricht und damit die Berücksichtigung weiterer für den Klimaschutz bedeutsamer Faktoren nicht ausschließt. Es wäre im Klimaschutzkontext sinnwidrig, anders zu verfahren.“ (Klinski und Pehnt 2013)

Zu bedenken ist allerdings noch, dass die Primärenergie in der praktischen Anwendung von Energiebilanzen im deutschen Gebäudesektor allgemein eingeführt ist (EnEV, Energieausweis, KfW-Effizienzhäuser): Es stellt sich hier die Frage, ob die (eventuellen) Vorteile einer Umstellung die Nachteile der Einführung einer weiteren neuen Bewertungsgröße – nicht zuletzt ein erhöhter Aufwand für die Anwender und eine Verkomplizierung auch für die Hauseigentümer – aufwiegen könnten.

In der folgenden Diskussion bleiben wir auf Grund der eingeführten Faktoren bei Primärenergie. Die Diskussion der technischen Aspekte der Bewertungsverfahren ist davon wie dargestellt weitgehend nicht betroffen.

### 7.3.5 Exkurs: Weiterentwicklung des Komponenten-Ansatzes für Nichtwohngebäude

Das in Kapitel 7.3.3 dargestellte Verfahren kann grundsätzlich auch auf Nicht-Wohngebäude übertragen werden. Dazu ist ein verallgemeinerter Ansatz denkbar, der die Vielfalt der Nutzungen im Bereich der Nichtwohngebäude anhand von verschiedenen Standardnutzungsprofilen abbildet und nicht nur ein Profil für ein ganzes Wohngebäude ansetzt. Auf diese Standardnutzungsprofile müsste dann beispielsweise eine Primärenergiebewertung aufsetzen.

Schwieriger gestaltet sich eine komponentenweise Bewertung. Während die Bewertung der Gebäudehülle noch analog Tabelle 7-6 und die Bewertung von Heizung und Warmwasser analog Tabelle 7-8 ausgestaltet werden könnte, wird schon die Kategorisierung raumlufttechnischer Anlagen schwieriger. Hier könnte auf eine Effizienzbewertung des RLT-Herstellersverbands zurückgegriffen werden (dieses Label bewertet die elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatorantriebe, die Wärmerückgewinnungsklasse und die mittlere Durchtrittsgeschwindigkeit in Anlehnung an DIN EN 13053 A1:2010) oder alternativ dem Energieeffizienzlabel nach Eurovent. Beide Verfahren haben jedoch Nachteile bei der Bewertung von Bestandsanlagen.

Für größere Klimaanlage, für Beleuchtungssysteme (jenseits der Bewertung der einzelnen Leuchtmittel) sowie die Nutzeroptimierung, -steuerung und -automatisierung gibt es nach Kenntnis der Autoren kein geeignetes Kategorisierungssystem. Dies wird erschwert dadurch, dass eine Vielzahl an Parametern die energetische Performance des Zusammenspiels der Komponenten bestimmt. Beispielsweise sind bei Beleuchtungssystemen neben der Lampenart (Glühlampe, Quecksilberdampf, Leuchtstofflampe mit verschiedenen Vorschaltgeräten, LED etc.) auch die Beleuchtungsart (direkt/indirekt), die Raumgeometrie, die Verschattung, die Steuerung etc. von Bedeutung (Grafe 2011). Zwar ist es möglich, Systeme zu definieren, die als sehr gut, gut, mittelmäßig etc. zu bezeichnen wären (siehe hierzu den Vorschlag in Tabelle 10-2); es gibt aber eine Vielfalt denkbarer Parameterkombinationen, die nicht in die Form einer einfachen tabellarischen Bewertung gebracht werden können, wie dies für Wohngebäude dargestellt wurde.

Zur Bewertung von Nichtwohngebäuden gibt es daher Vorschläge auf Basis vereinfachter Rechenverfahren, die ein energetisches Benchmarking erlauben, wie beispielsweise das „Teilenergiekennwerteverfahren“, in dem „objektspezifische Teilenergiekennwerte des Istzustands eines Gebäudes mit sog. Referenz-Teilenergiekennwerten verglichen [werden], um den Energieaufwand für verschiedene Gewerke in den unterschiedlichen Nutzungszonen zu bewerten“ (IWU 2014c). Dazu werden Referenzwerte für die Nutzungsprofile der DIN V 18599 und der verschiedenen Gewerke auf Basis festgelegter technischer Randbedingungen errechnet und tabelliert. Erfasst werden Teilenergiekennwerte für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Luftförderung, Kälte, Befeuchtung/Dampf und Arbeitshilfen. Für diese Anwendungen werden fünf Energieaufwandsklassen definiert. Die Einflüsse der Gebäudegeometrie, der Energieträger und der Nutzung werden über Anpassungen der Referenz-TEK berücksichtigt (z. B. Energieträger Strom für Beheizung mit einer Wärmepumpe, A/V-Verhältnis, Nutzungszeiten etc.).

Die gesamte Bewertung erfolgt auf Endenergieebene, also nicht anhand der vorliegenden technischen Eigenschaften der Komponenten. Dadurch kann durch flächengewichtete Addition von Teilenergiekennwerten von der energetischen Bewertung auf der Ebene von Nutzungszonen auch auf eine Bewertung des Gesamtgebäudes geschlossen werden. Die entsprechenden Anforderungen für das Referenzsystem sind im Anhang (Tabelle 10-2) dokumentiert.

Basierend auf diesem Verfahren wurden weitere, weiter vereinfachte Rechenverfahren entwickelt, etwa die Verbrauchsstrukturanalyse, die basierend auf den Teilenergiekennwerten von IWU (2014c) in sehr vereinfachter Form Strom- und Wärme-Bedarf eines Gebäudes auf Endenergieebene aus den Referenz-Teilenergiekennwerten für Heizung, TWW, Beleuchtung etc. zusammensetzt. Für die Gewerke Heizung und Beleuchtung, die bei der Mehrzahl der Nichtwohngebäude den Endenergiebedarf bestimmen, wurden dazu umfangreiche Parametervariationen durchgeführt. Der Einfluss der wichtigsten Parameter wurde über multiple Regressionsanalysen aus den Parametervariationen ermittelt. Dadurch kann man nun für beliebige Sets dieser Haupt-Einflussparameter die Energieaufwandsklasse und den zugehörigen Teilenergiekennwert bestimmen. Der Vorteil liegt darin, dass man nicht ein Gebäude im TEK-Tool komplett eingeben muss, sondern nur noch die wichtigsten Faktoren per Inaugenscheinnahme erfasst und so einen Schätzwert für den mutmaßlichen Energiebedarf dieses Gewerks erhält. Der Aufwand beträgt nach ersten Erfahrungen 2 bis 3 Stunden pro Gebäude mit Begehung vor Ort. Damit könnte man einer beliebigen Anlage oder einer Gebäudehülle – repräsentiert durch ein Set von Parametern – eine Energieaufwandsklasse zuweisen. Das Verfahren wurde allerdings noch nicht für Luftförderung, Klimatisierung und die diversen anderen Stromverbraucher in Nichtwohngebäuden übertragen.

Mit dieser Analyse würde es daher gelingen, sowohl einen Gesamtbenchmark als auch eine Teilbewertung der einzelnen Gewerke vorzunehmen. Daher erscheint es aus Gutachtersicht vorteilhafter, ein solches vereinfachtes Rechenverfahren einzusetzen, das die Vielfalt der Kombinationsmöglichkeiten angemessen berücksichtigt, als ein den Wohngebäuden analoges Komponentenverfahren.



Abbildung 7-4: Beispielhafte Ergebnisse der Verbrauchsstrukturanalyse (Grafe 2011)

### 7.4 Vergleich der Bewertungsverfahren anhand von Beispielgebäuden

Um die verschiedenen Kennwerte gegenüberstellen zu können, wurden Musterrechnungen mit 42 Gebäuden durchgeführt. Die Gebäude rekrutieren sich zum Teil aus der Gebäudetypologie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) und zum Teil aus realen Gebäuden der Beratungspraxis des IFEU (siehe Anhang). Alle Kennwerte sind nach ihrer Höhe farbig markiert, wobei grün einen niedrigen und rot einen hohen Wert symbolisiert. Dadurch ist leicht zu erkennen, wie die Kennwerte untereinander korrespondieren, wo auffällige Abweichungen entstehen und wie die Kennwerte das jeweilige Gebäude und seine anlagentechnische Ausstattung widerspiegeln.

Damit die drei Bewertungssysteme unmittelbar vergleichbar sind, musste für das Komponentenverfahren (Variante 3) eine Spreizung der Bewertung auf die Klassen A+ bis H durchgeführt werden, weil die EnEV-Skala ebenfalls von A+ bis H reicht. Die dabei zu Grunde gelegten Werte sind im Anhang dokumentiert. Dies dient aber nur der Vergleichbarkeit mit Variante 1 und 2. In der Praxis wird für Variante 3 vorgeschlagen, die Klassen nur von A bis G zu spreizen, dann aber analog auch für die Primärenergie.

Die Ergebnisse der Vergleichsrechnung dokumentiert Tabelle 7-8.

Tabelle 7-8: Vergleich der Bewertungsverfahren für Beispielgebäude. Quelle: eigene Berechnungen IFEU

Nr	Gebäudegröße	Baujahr	energ. Klasse	WRG vorh.	Energie-träger	Wärme-erzeuger Art	Solar-thermie Art	Spalte1	qE	qP (in Klassen gem. Anl. 10 EnEV)	qOutg	qP/qOutg	Komponenten						
													Außenwand	Dach	Fenster	Kellerdecke	Heizung	Warmwasser	Lüftung
1	ZFH	1970	EH 40	1	Erdgas	BW	TWW+Hzg	Sanierungsvariante zu Nr. 7	A+	A+	A+	B	A+	A+	A	A+	B	B	A+
2	ZFH	1970	EH 40	1	Strom	SW-WP		Sanierungsvariante zu Nr. 7	A+	A+	A+	B	A+	A+	A	A+	A	A	A+
3	ZFH	1970	EH 55		Heizöl	BW	TWW+Hzg	Sanierungsvariante zu Nr. 7	A+	A	A	B	A	A+	A	B	C	B	A+
4	ZFH	1970	EH 70	1	Erdgas	BW	TWW+Hzg	Sanierungsvariante zu Nr. 7	A	A	A	D	A	A+	B	B	B	B	A+
5	ZFH	1970	EH 85	1	Erdgas	BW		Sanierungsvariante zu Nr. 7	A	B	B	D	B	A+	B	C	D	C	A+
6	ZFH	1970	EH 100		Erdgas	BW	TWW	Sanierungsvariante zu Nr. 7, Referenzgebäude EnEV 2009	B	B	B	C	C	B	B	C	C	D	B
7	ZFH	1970	1970 teilsan.		Erdgas	BW	TWW	reales Gebäude, Zustand vor Sanierung	E	F	F	C	G	E	F	C	C	C	H
8	EFH	1900	EH 100		Strom	SW-WP		Sanierungsvariante zu Nr. 11	A	C	D	B	B	C	B	D	A	A	H
9	EFH	1900	EH 85		Pellet	NT		Sanierungsvariante zu Nr. 11	E	A	D	A+	B	C	B	D	B	B	H
10	EFH	1900	EH 100		Erdgas	BW		Sanierungsvariante zu Nr. 11, Referenzgebäude EnEV 2009	B	C	C	C	C	B	B	C	C	D	B
11	EFH	1900	1890 unsan.		Heizöl	NT		reales Gebäude, Zustand vor Sanierung	G	H	G	E	H	C	F	D	D	D	H
12	MFH	1957	EH 100		Erdgas + el.	BW		Sanierungsvariante zu Nr. 13, Referenzgebäude EnEV 2009	H	C	B	H	C	B	B	C	C	G	B
13	MFH	1957	1955 unsan.		Heizöl	NT		reales Gebäude, Zustand vor Sanierung	G	G	F	F	G	E	F	F	E	G	H
14	EFH	1918	1918 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	H	H	H	E	H	G	H	G	D	E	H
15	EFH	1918	1918 unsan.		Heizöl	NT		Variante zu Nr. 14, Berechnung mit DIN V 18599	H	H	H	F	H	G	H	G	D	E	H
16	EFH	1918	1918 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	H	H	H	E	H	H	F	G	D	E	H
17	EFH	1948	1948 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	H	H	H	E	H	F	H	G	D	E	H
18	EFH	1948	EH 115		Erdgas	BW	TWW	Sanierungsvariante zu Nr. 17	B	B	C	C	B	B	C	C	C	B	E
19	EFH	1948	EH 115		Erdgas	BW	TWW	Sanierungsvariante zu Nr. 17, Berechnung mit DIN V 18599	B	C	C	C	B	B	C	C	C	B	E
20	EFH	1948	EH 40	1	Erdgas	BW	TWW+Hzg	Sanierungsvariante zu Nr. 17	A+	A+	A+	B	A+	A+	A	A+	B	B	A+
21	EFH	1948	EH 55		Pellet	NT		Sanierungsvariante zu Nr. 17	C	A+	B	A+	A	A+	A	B	B	B	E
22	EFH	1948	EH 55		Pellet	NT		Sanierungsvariante zu Nr. 17, Berechnung mit DIN V 18599	D	A+	C	A+	A	A+	A	B	B	B	E
23	EFH	1948	EH 55	1	Erdgas	BW	TWW+Hzg	Sanierungsvariante zu Nr. 17	A+	A	A	B	A	A+	A	B	B	B	A+
24	EFH	1948	EH 55		Strom	SW-WP		Sanierungsvariante zu Nr. 17	A+	B	B	B	A	A+	A	B	A+	A+	H
25	EFH	1948	EH 55		Strom	SW-WP		Sanierungsvariante zu Nr. 17, Berechnung mit DIN V 18599	A+	B	C	B	A	A+	A	B	A+	A+	H
26	EFH	1948	EH 85		Erdgas	BW	TWW	Sanierungsvariante zu Nr. 17	A	B	B	B	A	A+	A	B	C	B	E
27	EFH	1957	1957 unsan.		Heizöl	NT		Sanierungsvariante zu Nr. 17	H	H	H	E	F	F	F	G	D	E	H
28	EFH	1957	EH 115		Erdgas	BW		Sanierungsvariante zu Nr. 27	D	D	D	E	A	B	B	B	C	C	H
29	EFH	1957	EH 115		Heizöl	BW		Sanierungsvariante zu Nr. 27	D	D	D	E	A	B	B	C	C	H	
30	EFH	1957	1957 teilsan.		Erdgas	NT		Sanierungsvariante zu Nr. 27	H	H	H	E	F	F	F	C	D	E	H
31	EFH	1957	1957 teilsan.		Strom	NSH		Sanierungsvariante zu Nr. 27	F	H	F	H	F	F	F	C	H	G	H
32	EFH	1957	1957 teilsan.		Heizöl	NT		Sanierungsvariante zu Nr. 27	H	H	H	E	F	F	F	C	D	E	H
33	EFH	1968	1968 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	H	H	H	E	H	F	G	F	D	E	H
34	EFH	1978	1978 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	H	H	H	E	G	E	F	F	D	E	H
35	EFH	1983	1983 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	H	H	H	E	F	D	F	F	D	E	H
36	EFH	1994	1994 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	F	G	F	E	E	C	F	E	D	E	H
37	EFH	2001	2001 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	G	G	G	F	D	B	D	C	D	E	H
38	EFH	2007	2007 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	D	E	D	F	C	B	D	D	D	E	H
39	GMH	1918	1918 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	G	G	G	E	H	G	G	G	D	E	H
40	GMH	1948	1948 unsan.		Heizöl	NT		Gebäude gemäß Typologie	G	G	G	E	H	E	F	G	D	E	H
41	GMH	1948	EH 115		Erdgas	BW		Sanierungsvariante zu Nr. 40	B	B	C	D	B	B	C	D	C	C	E
42	GMH	1948	EH 40	1	Erdgas	BW	TWW+Hzg	Sanierungsvariante zu Nr. 40	A+	A+	A+	B	A+	A+	A	A+	B	B	A+

Beobachtungen: Grundsätzlich geben alle drei gezeigten Kennwertssysteme die energetischen Eigenschaften der Beispielgebäude sinngemäß wieder.

### **Verfahren 1:**

Werden die Gebäude nur nach End- und Primärenergiebedarfsklasse bewertet, so fällt auf, dass beide Kennwerte oft die gleiche Klasse ausweisen. Abweichungen entstehen dort, wo der Primärenergiefaktor des Brennstoffs viel kleiner oder größer als „eins“ ist. So werden Wärmepumpen in der Endenergieklasse durchgängig mit A+ bewertet. Hier ist die Primärenergieklasse als „Nebenanforderung“ unabdingbar, um Fehlanreize zu vermeiden. Bei Pelletheizungen ist der umgekehrte Effekt zu erkennen.

Entsprechend der Definition des Bewertungsverfahrens ist die Bewertung aufgrund der Klasseneinteilung relativ grob und pauschal: Eine Kombination von End- und Primärenergieklasse gibt keinen Aufschluss über Verbesserungsmöglichkeiten im Gebäude, da beide Kennwerte nur das Gebäude als Ganzes abbilden. Der Vorteil des Verfahrens liegt in erster Linie darin, dass die Systematik des Energieausweises aufgegriffen wird, also eine Kontinuität zu diesem allgemein eingeführten Bewertungskonzept hergestellt wird. Differenziertere Aussagen zu den einzelnen Bauteilen und Komponenten des Gebäudes sind dagegen im Sanierungsfahrplan unabhängig von diesem Bewertungsmaßstab zu treffen.

### **Verfahren 2:**

Diese Variante erlaubt zunächst separate Aussagen zur energetischen Qualität der Gebäudehülle und zur Energieeffizienz der Wärmebereitstellung einerseits und zur Effizienz der Wärmeerzeugung andererseits. Dies wird auch bei Gebäude Nr. 42 suggeriert, wo die Erdgasheizung trotz EH 40 in Verfahren 2 mit Klasse B bewertet wird (und damit Verbesserungspotenziale deutlich werden); umgekehrt weist Gebäude Nr. 30 eine Wärmeerzeugerkategorie E auf, während in Verfahren 1 die Gebäudeklasse auch auf den Primärenergiebedarf „durchschlägt“.

Dass lediglich scheinbar separate Aussagen getroffen werden können, liegt u.a. an folgendem Sachverhalt: Wenn die Erzeugernutzwärmeabgabe, die im Nenner der Formel der Aufwandszahl steht, sehr klein wird, werden die Bereitstellungsverluste verhältnismäßig groß und die Aufwandszahl vergrößert sich. Zudem hängen die Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energien – und dementsprechend auch die Aufwandszahlen – insbesondere bei Solarthermie und Wärmepumpen von der Erzeugernutzwärmeabgabe ab. Hinzu kommt, dass auch die Erzeugernutzwärmeabgabe selbst vom Versorgungssystem abhängt (z.B. mit oder ohne Speicherung).

Darüber hinaus sind sie als Größen zur Bewertung der Beleuchtung komplett ungeeignet.

### **Verfahren 3:**

Die Bewertung der Einzelkomponenten gibt einen guten Überblick über die Qualität von Bauteilen und Anlagen und ist damit insgesamt weiter ausdifferenziert als die Verfahren 1 und 2. Vorteilhaft ist auch, dass Haustechnik und Energieträger separat bewertet werden, da eine Bewertung über eine Aufwandszahl für Energieberater, Planer etc. mitunter zu komplex ist.

Ein Komponentenbewertungsverfahren kann auch auf andere Instrumente angewendet werden; beispielsweise könnten Komponenten der Klasse A+ noch einen Förderbonus bei einer KfW-Einzelmaßnahmenförderung erhalten.

Ein Nachteil dieses Bewertungssystems ist, dass nur die Einzelkomponenten bewertet werden, aber nicht ihr Zusammenspiel. Das Gewicht der einzelnen Komponenten für das Gesamtergebnis kann nicht dargestellt werden. So gehen beispielsweise Fenster unterschiedlicher Orientierung bei einem reinen flächengewichteten U-Wert nicht gemäß ihrer energetischen Wirkung ein.

Die Komponenten können nicht ohne weiteres zu einem Ergebnis gemittelt werden. Dieser Nachteil entfällt jedoch, wenn ergänzend eine Gesamtbewertungsgröße (in unserem Vorschlag auf Basis  $Q_p$ ) verwendet wird. Diese Gesamtbewertungsgröße kann auch in Fällen angewendet werden, in denen es auf Vereinfachung ankommt (Immobilienanzeigen, Wertermittlung etc.).

Alternativ kämen konkrete Klassenreihen wie z.B. „ABACABAC“ in Frage. Diese würden die sämtliche Komponentenklassen in einer vorgegebenen Reihenfolge hintereinander abbilden. Auch ohne die Reihenfolge genau zu kennen, könnte ein Laie erkennen, ob die Komponenten sich in einem ähnlichen energetischen Zustand befinden oder ob es große Unterschiede zwischen ihnen gibt. Dieser Vorschlag wird allerdings erschwert durch die unterschiedlichen Skalen: Heizungen haben als beste Klasse A+++ , so dass sie nicht einfach in eine Klassenreihe eingefügt werden kann.

**Vorschlag für den gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplan:**

Die o. g. Analyse sowie die Rückmeldungen aus dem Praxistest führen zu dem Vorschlag, im Fahrplan-Dokument sowohl das Label bzgl. Primär- und Endenergie wie auch die Komponentenbewertung zu dokumentieren, siehe Abbildung 7-5.

Wichtig erscheint der Hinweis, dass ein Vertrauen in die getroffene Bewertung wahrscheinlich dann am besten wachsen kann, wenn die Bewertungsansätze möglichst viel Kontinuität aufweisen: Wenn Hauseigentümer und Energieberater sehen, dass nicht ständig ein Systemwechsel stattfindet, sondern einmal getroffene Grundsätze im Wesentlichen erhalten bleiben, bestehen gute Aussichten dafür, dass die Bedeutung, die die Anwender dem Bewertungssystem und den Orientierungswerten zumessen, immer mehr zunimmt.

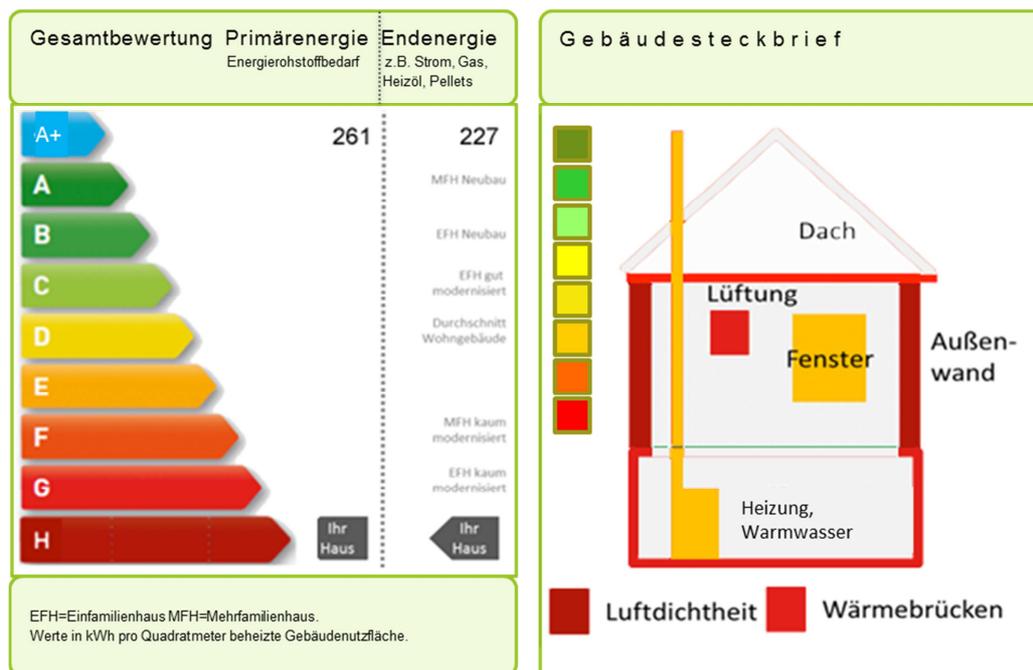


Abbildung 7-5: Vorschlag für eine Kombination aus Variante 1 und 3 für den Sanierungsfahrplan

## 8 Methodische Überlegungen zur Analyse des Energieverbrauchs und Energiebedarfs im Sanierungsfahrplan

### 8.1 Grundsätzliche Überlegungen

#### 8.1.1 Zuschnitt des Bilanzansatzes auf seine Funktion

Um ein Verfahren für den zukünftigen Sanierungsfahrplan zu definieren, muss zunächst Klarheit darüber geschaffen werden, welche Funktion das Verfahren übernehmen soll und welche Daten im Kontext der Erstellung zur Verfügung stehen. Da der Sanierungsfahrplan ja den Energieverbrauch hypothetischer zukünftiger Zustände von Gebäude und Anlagentechnik abschätzen und ausweisen soll, ist zunächst klar, dass neben der Darstellung des

##### ➤ **tatsächlichen Verbrauchs**

auch eine rechnerische Bilanzierung stattfinden muss. Dabei sind grundsätzlich verschiedene Vorgehensweisen möglich (vgl. [IWU 2001]):

##### ➤ **Bedarf nach "Norm-Berechnung"**

Die "Norm-Berechnung" wird mit Standard-Randbedingungen (Klima, Nutzer) durchgeführt und ist als behördlicher Nachweis gedacht (Nachweis energetischer Anforderungen nach Energieeinsparverordnung EnEV). Dabei werden die entsprechend den geltenden Normen und Vorschriften aus thermischer und hygienischer Sicht erforderlichen Randbedingungen angesetzt. Für den Fall, dass Eingangsgrößen der Bilanzierung unsicher sind, werden bei der Norm-Berechnung vereinfachte Ansätze getroffen, die tendenziell den Energiebedarf höher abschätzen, das Gebäude also nicht zu gut bewerten, und damit auf der sicheren Seite liegen. Damit sollen auch Anreize geschaffen werden, genauere Ermittlungen der Eingangsdaten bzw. Optimierungen (z.B. bei Wärmebrücken) vorzunehmen. Beim Vergleich der Energieeffizienz von Gebäuden stellt die "Norm-Berechnung" sicher, dass jeweils die gleichen thermischen (Innenraumtemperatur) und hygienischen (Luftwechsel) Bedingungen vorliegen. Der Anspruch der Vergleichbarkeit und des „Auf-der-sicheren-Seite-Liegens“ bringt es aber auch mit sich, dass sich die Ergebnisse der "Norm-Berechnung" deutlich von mittleren Verbrauchswerten unterscheiden und daher z. B. bei der Anwendung im Energiebedarfsausweis zu Irritationen führen.

##### ➤ **"Individuell angepasste Berechnung"**

Wird die energetische Bilanzierung im Kontext einer Energieberatung durchgeführt, so sind die Datengrundlage und die Herangehensweise traditionell deutlich anders: Um möglichst realitätsnahe Aussagen über die möglichen Einsparungen treffen zu können, orientieren sich die Randbedingungen der Berechnung soweit wie möglich an den realen Randbedingungen. Sind Eingangsgrößen nur unzureichend bekannt (Nutzungsbedingungen, U-Werte, Flächen, ...), verwenden Energieberater typische Werte bzw. Mittelwerte. Da es kaum empirische Grundlagen gibt (z. B. real gemessene U-Werte für eine größere Gebäudegesamtheit), werden in der Energieberatungspraxis diese Werte innerhalb des Unsicherheitsbereichs so angesetzt, dass der berechnete Bedarf möglichst nahe am gemessenen Verbrauch liegt. Bei der Wahl der Randbedingungen für die hypothetische Berechnung nach Modernisierung muss berücksichtigt werden, dass das winterliche Temperaturniveau in gut gedämmten Gebäuden im Winter höher liegt als in ungedämmten oder sich andere Änderungen der Nutzungsintensität nach Modernisierung ergeben können.

##### ➤ **Typischer Verbrauch / "Erwartungswert des Verbrauchs"**

Wird für ein einzelnes Gebäude eine realistische Abbildung der Energiebilanz vorgenommen und dabei nicht die individuelle Nutzung, sondern ein "durchschnittlicher Nutzer" angesetzt, so ergibt sich der "Erwartungswert des Verbrauchs". Dieser liefert eine Aussage darüber, welcher Ver-

brauch im Mittel für eine größere Anzahl von Gebäuden der gegebenen Größe, Bauweise und des Modernisierungsgrads zu erwarten sind. In der Praxis gibt es zwar Anhaltspunkte für das Verhalten durchschnittlicher Nutzer (z.B. für tatsächliche Raumtemperaturen in Mehrfamilienhäusern), jedoch reichen diese derzeit nicht aus, um den mittleren Energieverbrauch für Gebäude unterschiedlicher Größen und Modernisierungszustände vorhersagen zu können – insbesondere angesichts zusätzlicher Unsicherheiten bei der energetischen Qualität von Gebäude und Anlagentechnik. Daher ist – ähnlich wie bei der Energieberatung von Einzelgebäuden – eine Anpassung der unsicheren Größen notwendig, so dass die Ergebnisse der Energiebilanzberechnung mit statistisch erhobenen Verbrauchs-Benchmarks übereinstimmen. Im einfachsten Fall werden dabei alle berechneten Energieströme in gleicher Weise kalibriert (also mit einem Faktor multipliziert, so dass in der Summe der mittlere Verbrauch abgebildet wird, siehe Ansatz in [IWU 2015]).

In der Energieberatung können die "Erwartungswerte des Verbrauchs" in den Fällen nützlich sein, in denen individuelle Verbrauchswerte oder auch Informationen über die tatsächliche Nutzung nicht vorliegen. Die Aussagen über die erzielbare Energieeinsparung gelten dann für das gegebene Gebäude bei "typischer Nutzung".

Einen besonderen Stellenwert nimmt der Erwartungswert des Verbrauchs für modernisierte Gebäude ein. Denn dieser Wert stellt eine Vergleichsgröße dar, mit der der Gebäudeeigentümer die Zielerreichung nach Modernisierung auch kontrollieren kann (individuelles Verbrauchs-Monitoring). Eine Überschreitung liefert dabei den Anlass, die Funktionsweise der eingesetzten Techniken aber auch das Nutzerverhalten noch einmal in Augenschein zu nehmen.

Tabelle 8-1: Arten der energetischen Bilanzierung von Gebäuden

Bilanzierungsverfahren / Energiekennwert	Anwendung
<p><b>(1) Bedarf nach "Norm-Berechnung"</b></p> <p>Standard-Randbedingungen bei unsicherer Datenlage Ansätze auf der sicheren Seite</p>	<p>Behördlicher Nachweis der Einhaltung von Vorgaben für die energetische Qualität / Vergleich von Gebäuden unter Ansatz gleicher Randbedingungen</p>
<p><b>(2) "Individuell angepasste Berechnung"</b></p> <p>Anpassung der Eingangsgrößen der Berechnung innerhalb der bestehenden Unsicherheiten, um den gemessenen Verbrauch im Ist-Zustand abzubilden</p>	<p>Energieberatung: Abschätzung der für das konkrete Gebäude bei Umsetzung von bestimmten Maßnahmen zu erwartenden Energieeinsparung</p>
<p><b>(3) Typischer Verbrauch / Erwartungswert des Verbrauchs“:</b></p> <p>Abbildung des typischen Energieverbrauchs</p> <p>Abgleich der Energiebilanzberechnung mit statistisch erhobenen Verbrauchs-Benchmarks</p>	<p>Energieberatung: realistische Aussagen, für den Fall, dass der individuelle Verbrauchswert im Ist-Zustand nicht bekannt ist oder eine Nutzungsänderung stattfindet</p> <p>Erwarteter Kennwert nach Modernisierung: Vergleichsgröße für Verbrauchs-Monitoring</p>

## 8.2 Für den Sanierungsfahrplan vorgeschlagene Methodik

Im Sanierungsfahrplan können sich die Angaben zu Energiekennwerten entweder an den (Norm-)Energiebedarf oder an verbrauchsorientierte Werte (auf Basis des tatsächlichen bzw. des realistisch zu erwartenden Verbrauchs) anlehnen. Dies sind der spezifische Energiebedarf/verbrauch, die Ener-

giekosten, die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Effizienzklasse. Um die Aussagekraft von Sanierungsfahrplänen zu erhalten, bedarf es gewisser Festlegungen, auf welcher Basis die Kennwerte zu bestimmen sind.

Die Anforderungen, die an die Kennwerte im Sanierungsfahrplan gestellt werden, führen zu einem Zielkonflikt zwischen

- rechtlicher Richtigkeit: Die Effizienzklassen im Energieausweis müssen EnEV-konform sein - also für bestimmte Altbauten bedarfsbasiert. Das Gleiche gilt für die in der KfW-Förderung festgelegten Effizienzhausstandards.
- technisch/wirtschaftlicher Richtigkeit: Die Angaben zu Energieverbrauch und -kosten müssen möglichst realitätsnah sein - also verbrauchs-basiert.
- Verständlichkeit: Wenn Kennwerte und Effizienzklassen sowohl bedarfs- als auch verbrauchs-basiert dargestellt werden, kann das zu Verwirrung bei Beratern und Beratungsempfängern führen.

Die Verständlichkeit erscheint als das am besten zu behandelnde Problem, deshalb sollen im Sanierungsfahrplan sowohl Bedarfs- als auch Verbrauchswerte angegeben werden. Jedoch sollten sie - ähnlich wie im Energieausweis - auf separaten Seiten gezeigt werden.

Die Variante einer „individuell angepassten“ Variante mit individuell festgelegten Eingangsparametern der Berechnung wird dabei als ein grundsätzlich sinnvoller Ansatz erachtet, der aber im Detail viele unterschiedliche Herangehensweisen und auch Unsicherheiten beinhaltet. Im Folgenden wird diese Variante daher nicht konkret weiterverfolgt. Dennoch gibt es verschiedene Kombinationsmöglichkeiten zwischen tatsächlichem Verbrauch, typischem Verbrauch und berechnetem Bedarf, die in Tabelle 8-2 gegenübergestellt sind.

Tabelle 8-2: Varianten für die Berechnung der Kennwerte im Sanierungsfahrplan

	Ist-Zustand	Sanierungsschritte	Pro	Kontra
<b>Variante 1</b>	Tatsächlicher Verbrauch	typischer Verbrauch mit zusätzlicher Anpassung an den tatsächlichen Verbrauch im Ist-Zustand	Konsistenz des Energieverbrauchs und der Energiekosten mit der Realität	<p>Für kleine und alte Gebäude muss die Effizienzklasse in Energieausweis auf Basis des Norm-Energiebedarfs gerechnet werden: unterschiedliche Berechnungsverfahren, Werte nicht miteinander vergleichbar</p> <p>ggf. Diskrepanz zwischen Effizienzklasse (Bedarf) und Verbrauchswert</p> <p>tatsächlicher Verbrauch kann durch ungewöhnliche Nutzung für den Vergleich verschiedener Gebäude irreführend sein</p> <p>tatsächlicher Verbrauch liegt nicht für alle Gebäude vor</p>
<b>Variante 2</b>	Typischer Verbrauch	typischer Verbrauch	<p>Konsistenz des Energieverbrauchs und der Energiekosten mit der Realität nicht vollständig gegeben, aber systematisch besser als Bedarfsangabe</p> <p>gleiche Berechnungsmethode für alle Gebäude</p>	aus dem typischen Verbrauch kann keine Effizienzklasse abgeleitet werden, da nicht ö.r. verankert - die Effizienzklasse wäre im Ist-Zustand nicht valide
<b>Variante 3</b>	Bedarf	Bedarf	<p>Effizienzklasse im Ist-Zustand entspricht für alle Gebäude den ö. r. Vorgaben - keine Unterscheidung nach Gebäudegröße und -alter erforderlich</p> <p>Bedarf und Verbrauch nähern sich bei höheren Effizienzen an (Fehler wird kleiner)</p> <p>gleiche Berechnungsmethode für alle Gebäude</p>	unrealistische Zahlen bei schlechter Effizienz insbesondere im Ist-Zustand, falsche Wirtschaftlichkeit, Glaubwürdigkeitsproblem
<b>Variante 4</b>	Bedarf	typischer Verbrauch	<p>Effizienzklasse im Ist-Zustand entspricht für alle Gebäude den ö. r. Vorgaben - keine Unterscheidung nach Gebäudegröße und -alter erforderlich</p> <p>Effizienzklassen und Effizienzhausklassen in den Sanierungsschritten müssen nicht exakt richtig sein</p> <p>gleiche Berechnungsmethode für alle Gebäude</p>	Anschluss von Ist-Zustand zu Sanierungsschritten bekommt eine Stufe
<b>Variante 5</b>	Bedarf und Verbrauch (wenn bekannt tatsächlicher Verbrauch, sonst typischer Verbrauch)	wenn tatsächlicher Verbrauch bekannt, typischer Verbrauch mit zusätzlicher Anpassung an den tatsächlichen Verbrauch im Ist-Zustand, sonst typischer Verbrauch	richtige Darstellung der Effizienzklassen und richtige Darstellung von Verbrauch und Energiekosten	<p>erhöhter Aufwand für Aussteller durch mehrere unterschiedliche Berechnungsverfahren,</p> <p>Diskrepanzen zwischen Verbrauch und Bedarf für den Beratungsempfänger erklärungsbedürftig</p>

Im Folgenden wird der Vorschlag des Projektteams bezüglich der Verbrauchs-/Bedarfsberechnung dargestellt:

### 8.2.1 Ist-Zustand

Wenn vorhanden, werden sowohl bedarfs- wie auch verbrauchsorientierte Angaben gemacht, mit einem erklärenden Text dazu. Ein Beispiel ist im separaten Dokument „Leitfaden für Energieberater“ dargestellt.

#### 8.2.1.1 Bedarfsbasierte Angaben

Der spezifische Primär- und Endenergiebedarf werden mit den Standardrandbedingungen nach EnEV berechnet und im Sanierungsfahrplan ausgewiesen. Sie werden gemäß Anlage 10 EnEV in Klassen eingeteilt und in ein Effizienzlabel eingetragen. Im Ist-Zustand ist ein Verzicht auf diese Kennwerte bei Gebäuden, für die ein Energiebedarfsausweis vorgesehen ist, nicht sinnvoll, da ein aussagekräftiger Bezug zwischen Sanierungsfahrplan und Energieausweis (der wahrscheinlich gleichzeitig erstellt wird) erreicht werden muss. Die Bedarfs-Kennwerte sollten deutlich abgesetzt und als Norm-Energiebedarf gekennzeichnet werden. Optisch kann der Zusammenhang mit dem Energiebedarfsausweis nach EnEV durch Verwendung des entsprechenden Layouts der Effizienzklassen hergestellt

werden. In Fällen, in denen statt einem Energiebedarfs- ein Energieverbrauchsausweis erstellt wird, sind die bedarfsbasierten Angaben allerdings verzichtbar – ebenso bei der Darstellung zukünftiger Modernisierungsschritte im Sanierungsfahrplan (s. Kap. 8.2.2).

### 8.2.1.2 Verbrauchsorientierte Angaben

Wenn der **tatsächliche Verbrauch** verfügbar ist, wird er gemäß der „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand vom 30. Juli 2009“ um Klimaeinflüsse und Leerstand bereinigt und als spezifischer Endenergieverbrauch angegeben. Liegt der tatsächliche Verbrauch nicht vor, wird der **typische Verbrauch** für den Ist-Zustand angegeben.

Bei diesem Ansatz werden die Randbedingungen der Energiebilanz nicht angepasst – es wird nur unter Verwendung von Standardwerten bilanziert. In einem zweiten Schritt wird die gesamte Energiebilanz des Gebäudes mit einem Faktor kalibriert. Dabei wird der berechnete Endenergiebedarf so angepasst, dass er typischen Werten für den Verbrauch (Verbrauchsbenchmarks, siehe oben unter „Erwartungswerte des Verbrauchs“) von Gebäuden ähnlicher Art, Nutzung und energetischer Qualität entspricht.

Der Verbrauchsfaktor für die Umrechnung des berechneten Energiebedarfs in einen typischen Verbrauchswert kann mit der folgenden Formel berechnet werden. Sie wurde hergeleitet durch eine Analyse des Verhältnisses von Bedarf und Verbrauch für 1702 Gebäude (Daten aus: IWU 2006b) für Zentralheizungen mit Energieträger Erdgas, Heizöl und Fernwärme (siehe Abbildung 8-1). Sie gilt vereinfachend für alle Gebäudegrößen.

$$f_1 = -0,2 + 1,44 / (1 + q_{ber} / 425)$$

mit  $f_1$ : Faktor zur Anpassung an typische Verbräuche,  $q_{ber}$ : berechneter Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser<sup>16</sup>: Wert in kWh/m<sup>2</sup><sub>ANa</sub>. Außerdem gilt:  $0,5 \leq f_1 \leq 1,1$ . Das heißt: Niedrigere Werte als 0,5 werden auf  $f_1=0,5$  gesetzt, höhere als 1,1 auf  $f_1 = 1,1$ .

Daraus ergibt sich der typische Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser  $q_{typ}$  mit

$$q_{typ} = q_{ber} * f_1$$

Eine analoge Anpassung sollte auch für Gebäude mit elektrischer Beheizung oder mit Einzelöfen vorgenommen werden. Im Fall der elektrischen Wärmepumpe könnte die Formel ebenfalls angewendet werden, nur sollte sie sich hier auf die durch die Wärmepumpe produzierte Wärme beziehen. Für Elektro-Direktheizung müsste ein zusätzlicher Faktor verwendet werden, der das durch hohe Heizkosten anzunehmende sparsamere Verhalten berücksichtigt (dabei Unterscheidung zwischen Sondertarif und Normaltarif). Ein ähnlicher Reduktionsfaktor würde im Fall von Einzelöfen den höheren Aufwand für die Beschickung der Öfen durch sparsameres Heizverhalten berücksichtigen.

Da die oben genannte Untersuchung schon etwas älter ist und auch keine komplett modernisierten Gebäude umfasste, sollte der Zusammenhang zwischen dem mittleren Verbrauchsniveau und der energetischen Qualität bzw. dem Norm-Energiebedarf in möglichst naher Zukunft noch einmal für eine größere Stichprobe aus dem deutschen Wohngebäudebestand validiert werden.

Als Methode für die „Standard-Berechnung“ zur Ermittlung von  $q_{ber}$  ist zunächst einmal das im EU-Projekt TABULA entwickelte Verfahren vorgesehen (vgl. IWU 2015). Näherungsweise kann aber

<sup>16</sup> Die hier verwendete Variante bezieht sich auf den Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser. Der Verlauf der Kurve stimmt mit den Stützstellen der Anpassungsfaktoren des TABULA-Verfahrens für die zentralbeheizten deutschen Wohngebäude überein (vgl. IWU (2015)). Zusätzlich wird in der oben angegebenen Formel berücksichtigt, dass Energiekennwerte im Sanierungsfahrplan (anders als im TABULA-Verfahren) auf die Gebäudenutzfläche  $A_N$  nach EnEV bezogen werden.

auch der Norm-Nachweis nach EnEV verwendet werden. Die Standard-Energiekennwerte können dann direkt für die Nachweise nach EnEV bzw. KfW-Effizienzhaus verwendet werden.

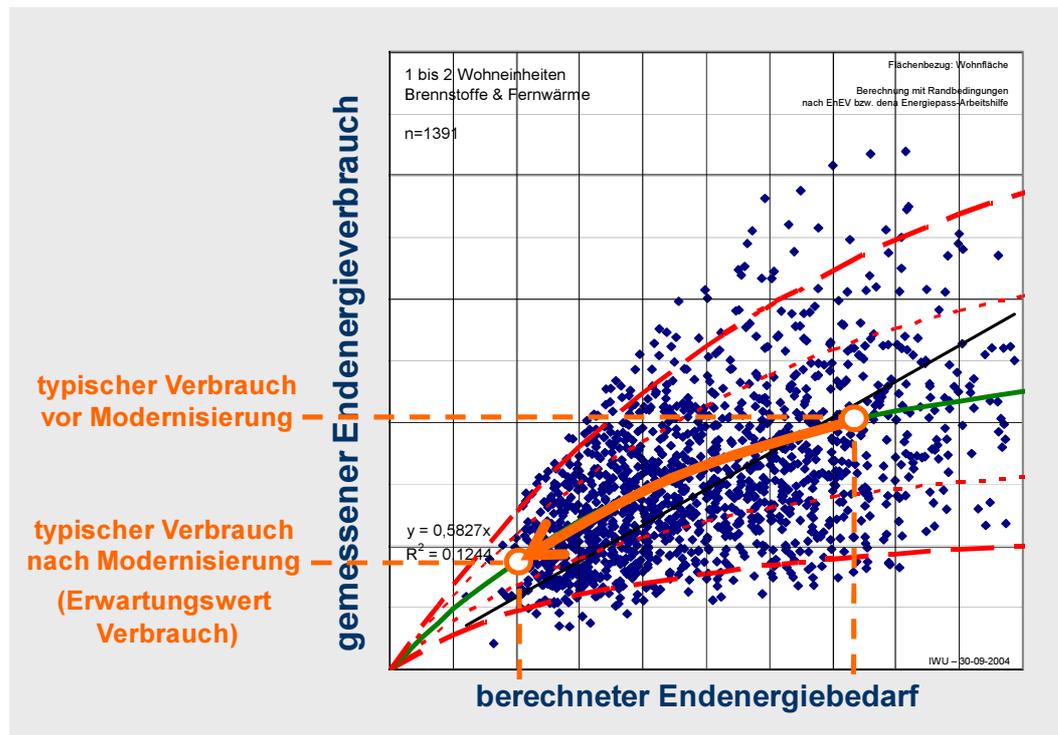


Abbildung 8-1: Kalibrierung der Einsparungsberechnung, wenn kein Verbrauchswert vorliegt: Abgleich mit Durchschnittswerten des Verbrauchs

Da der Sanierungsfahrplan in erster Linie als Beratungsinstrument angelegt ist, wird für die betroffenen Gebäude über die EnEV hinaus (vgl. 8.2.1.1) auch verbrauchsorientiert gerechnet. Die Beratungsempfänger sollten an geeigneter Stelle darauf hingewiesen werden, dass in diesem Fall weder Energiekennzahl noch Effizienzklasse in Immobilienanzeigen übertragen werden können und auch nicht für Verkauf, Vermietung und Verpachtung valide sind. Der Vorteil ist jedoch, dass den Beratungsempfängern plausible Werte angegeben werden, die sich auf die tatsächliche Situation des Gebäudes beziehen und die einen Vergleich mit anderen Gebäuden ermöglichen. Auch die Fortschreibung der Werte in den folgenden Sanierungsschritten ist in diesem System konsistent möglich. Da die in beiden Energieausweisen verwendete Skala gleich ist und die Vergleichswerte Endenergie (z. B. „EFH energetisch nicht wesentlich modernisiert“) sich mittlerweile an Verbrauchsbenchmarks orientieren, wäre anzustreben, dass auch seitens des Gesetzgebers mittelfristig nur noch auf typisches Verbrauchsniveau kalibrierte Bedarfswerte für den Bedarfsausweis vorgesehen werden, die Norm-Berechnung also an die Erwartungswerte des Energieverbrauchs angeglichen wird.

## 8.2.2 Sanierungsschritte und Zielzustand

Die Werte werden verbrauchsorientiert ermittelt. Wenn der tatsächliche Verbrauch im Ist-Zustand vorliegt, sollen die Werte für die Sanierungsschritte daraus berechnet werden. Aufbauend auf der Berechnung des Endenergiebedarfs  $q_{\text{ber}}$  und des typischen Verbrauchs  $q_{\text{typ}}$  für den Ist-Zustand wird ein Kalibrierungsfaktor  $f_2$  errechnet, der den Quotienten aus dem tatsächlich gemessenen Verbrauch ( $q_{\text{indiv}}$ ) des individuellen Gebäudes und typischem Verbrauch für den Ist-Zustand charakterisiert:

$$f_2 = q_{\text{indiv}} / q_{\text{typ}}$$

Bei der späteren Anwendung von  $f_2$  sind die weiter unten genannten Bedingungen und Grenzen ( $0,75 \leq f_2 \leq 1,25$ ) zu beachten.

Liegt der individuelle Verbrauch  $q_{\text{indiv}}$  – in Anlehnung an den Energieverbrauchsausweis wird hier ein auf Grund von Klimadaten und Leerstand korrigierter Wert verwendet – z.B. 10% über dem Erwartungswert im Ist-Zustand, würde ein entsprechender Faktor 1,1 auch für die Ermittlung des voraussichtlichen Verbrauchs nach Modernisierung angesetzt werden. Dieser würde dann auf einen Wert von 10% über dem Erwartungswert für die entsprechende Gebäudequalität geschätzt.

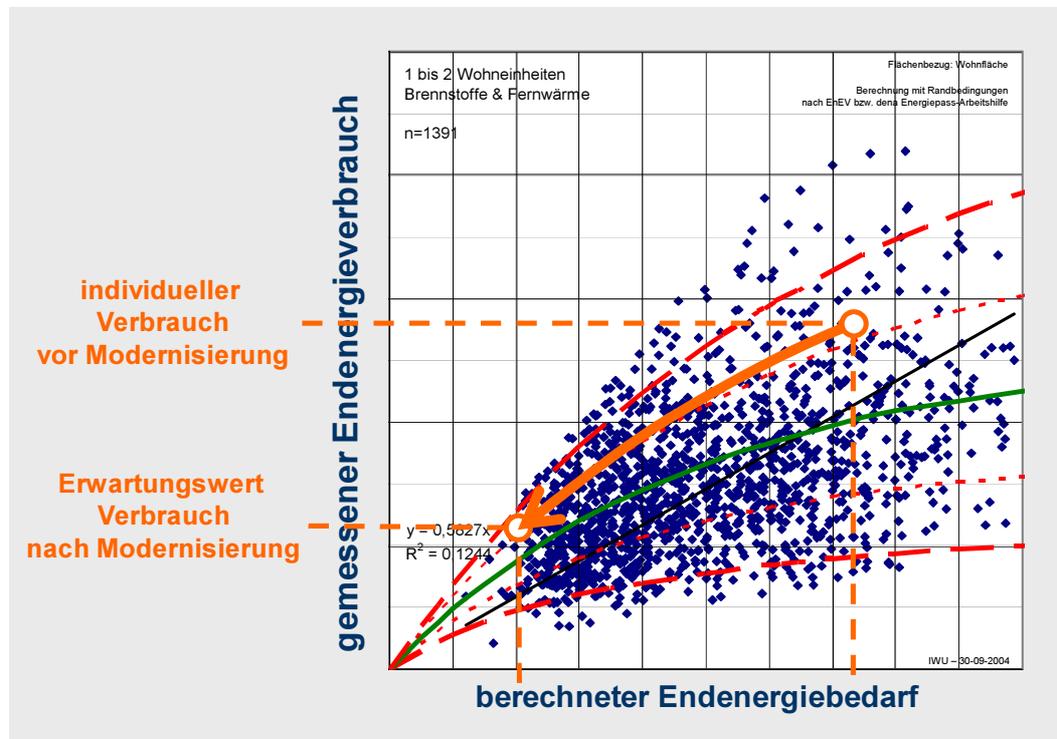


Abbildung 8-2: Kalibrierung der Einsparungsberechnung bei Vorliegen jährlicher Verbrauchswerte: Beibehaltung der Nutzungsintensität

Für die Bewertung der zukünftigen Sanierungsschritte wird ein an das individuelle Verbrauchsniveau angepasster Endenergieverbrauch  $q_{\text{indiv}}$  so berechnet, dass er zweifach korrigiert wird:

- Berechnung des Bedarfs für den Sanierungszustand  $q_{\text{ber, san}}$
- Korrektur um die typische Abweichung zwischen Verbrauch und Bedarf mittels Berechnung des typischen Verbrauchs für den Sanierungszustand aus dem Bedarf mit dem Faktor  $f_{1, \text{san}}$ :  
 $f_{1, \text{san}} = -0,2 + 1,44 / (1 + q_{\text{ber, san}} / 425)$ , mit:  $0,5 \leq f_{1, \text{san}} \leq 1,1$
- Korrektur um die im konkreten Objekt gegebene Abweichung zwischen typischem Verbrauch und tatsächlichem Verbrauch basierend auf dem Ist-Zustand mit dem Faktor  $f_2$ .

Damit ergibt sich insgesamt:  $q_{\text{indiv, san}} = q_{\text{ber, san}} * f_{1, \text{san}} * f_2$ .

Wenn der tatsächliche Verbrauch im Ist-Zustand nicht vorliegt, wird mit dem typischen Verbrauch gerechnet ( $f_2 = 1$ ).

Die Verwendung des Korrekturfaktor  $f_2$  bei der Berechnung des Erwartungswerts für den Energieverbrauch des modernisierten Gebäude basiert auf der Annahme, dass heutige prozentuale Abweichungen von typischen Verbrauchswerten auch in Zukunft in dieser Höhe auftreten werden. Hier liegt der Gedanke zu Grunde, dass eine Norm-Berechnung inklusive Korrektur auf ein typisches Verbrauchsniveau natürlich immer noch zu grob ist, um der individuellen Situation gerecht zu werden und dass systematische Abweichungen der groben Berechnung ohne nähere Kenntnisse der Ursachen besser mit einem pauschalen Faktor  $f_2$  als gar nicht ausgeglichen werden.

Andererseits sind Korrekturen mit einem solchen Faktor nicht in jedem Fall und nicht in beliebiger Höhe sinnvoll: Wenn beispielsweise ein besonders niedriger individueller Verbrauch durch eine ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes bedingt ist, erscheint es nicht unbedingt als gerechtfertigt, diese individuelle Besonderheit in die Abschätzung des zukünftigen Energieverbrauchs nach Modernisierung einfließen zu lassen. Außerdem ist davon auszugehen, dass diese individuellen Besonderheiten in vielen Jahren (am Ende des Sanierungsfahrplans) häufig gar nicht mehr zutreffen werden. Typische Beispiele wären hier etwa eine regelmäßige Abwesenheit der Gebäudenutzer (Bewohner wohnen an Werktagen in der Stadt und am Wochenende auf dem Land oder machen regelmäßig ungewöhnlich lange Winterurlaube) oder eine stark eingeschränkte Beheizung (Großes Einfamilienhaus wird von einer Person<sup>17</sup> bewohnt, nur wenige Zimmer werden beheizt).

Vor diesem Hintergrund werden folgende Regeln für die Festlegung und Anwendung des Faktors  $f_2$  getroffen, wenn dieser bei der ursprünglichen Berechnung aus tatsächlichem und typischem Verbrauch vom Wert „1“ abweicht:

- Der Energieberater sollte – insbesondere bei deutlichen Abweichungen vom Wert 1 – nach möglichen Gründen für die Diskrepanzen suchen und diese im Bericht dokumentieren.
- Wenn als ausschlaggebender Grund in erster Linie ein ungewöhnliches Nutzerverhalten festgestellt wird (s. oben genannte Beispiele) und gleichzeitig davon auszugehen ist, dass dieses in ferner Zukunft (am Ende des Sanierungsfahrplans) nicht mehr auftritt, so wird  $f_2 = 1$  festgelegt.
- In allen anderen Fällen kann der ursprünglich berechnete Wert von  $f_2$  angesetzt werden, falls er zwischen 0,75 und 1,25 liegt. Liegt er niedriger, so wird er auf 0,75 festgelegt. Liegt er höher, so wird ein Wert von 1,25 angesetzt.

Auf längere Sicht wäre zu prüfen, ob es dauerhaft sinnvoll ist, für die Klassifizierung im Sanierungsfahrplan den individuellen Verbrauch (im Ist-Zustand) und die individuelle Verbrauchskorrektur mit dem Faktor  $f_2$  (im modernisierten Zustand) zu verwenden, oder ob nicht besser in beiden Fällen der typische Verbrauch ( $q_{\text{typ,h}}$  bzw.  $q_{\text{typ,h,san}}$ ) herangezogen werden sollte. Dies wäre insbesondere dann zu überlegen, wenn die Energiebedarfsberechnung im Energieausweis zukünftig auf typische Werte normiert wäre und damit die Dopplung der Energiebilanz an dieser Stelle (vgl. 8.2.1.1 und 8.2.1.2) aufgehoben würde.

Für den Einstieg in den Sanierungsfahrplan ist das hier gewählte Konzept wahrscheinlich praktikabler, da auf diese Weise eine für den Hauseigentümer verwirrende Vielgleisigkeit der Energiebilanz (Norm-Bedarfsberechnung, typischer Verbrauch und individueller Verbrauch im Ist-Zustand) vermieden wird. Durch die Beschränkung des Korrekturfaktors  $f_2$  auf das festgelegte Intervall ( $0,75 \leq f_2 \leq 1,25$ ) wird gleichzeitig ein Übersteuern der individuellen Verbrauchsanpassung für das modernisierte Gebäude verhindert.

Die Berechnung kann mit einer Energieberatungssoftware durchgeführt werden. Die Randbedingungen sind nach Anlage 1 EnEV anzusetzen. Die Umrechnung der so erzeugten Bedarfswerte in typische Verbrauchswerte wird nachträglich mit der angegebenen Formel vorgenommen. Auch die Hochrechnung von tatsächlichen Verbräuchen für einzelne Sanierungsschritte erfolgt letztendlich auf Basis des Energiebedarfs. Die Softwarehersteller sind aufgerufen, diese Berechnungsschritte in ihre Programme zu übernehmen.

Insgesamt lautet der Grundsatz bei der Darstellung der Energiekennwerte im Zeitverlauf – vom Ist- bis zum Ziel-Zustand: Alle Zahlenangaben und die Effizienzklassen sind verbrauchs basiert – entweder vom tatsächlichen Verbrauch abgeleitet oder typische Verbräuche. Nur die Effizienzhausklassen

---

<sup>17</sup> In diesem Fall wäre nach Dämmung der Gebäudehülle selbst bei gleichbleibendem Nutzerverhalten mit einer deutlichen Reduzierung des Effekts der räumlichen Teilbeheizung zu rechnen.

gemäß KfW-Definition werden bedarfsbasiert berechnet<sup>18</sup>. Das Konzept zielt darauf ab, für den Beratungsempfänger realistische und verständliche Energieverbräuche darzustellen, eine Mehrgleisigkeit der Energiebilanz weitgehend zu vermeiden, und es ist formal an die Prinzipien des Verbrauchsausweises angelehnt.

	Kennwert	Berechnungsverfahren	
Ist-Zustand	Endenergiebedarf	Angabe des spezifischen Endenergiebedarfs für Heizung und Trinkwarmwasser gem. § 18 EnEV	
	Primärenergiebedarf	Angabe des spezifischen Primärenergiebedarfs für Heizung und Trinkwarmwasser gem. § 18 EnEV	
	Endenergie-Effizienzklasse	Klassifizierung gem. Anlage 10 EnEV nach dem spezifischen Endenergiebedarf	
	Primärenergie-Effizienzklasse	Klassifizierung nach dem spezifischen Primärenergiebedarf	
		<b>tatsächlicher Verbrauch liegt vor</b>	<b>tatsächlicher Verbrauch liegt nicht vor</b>
	Endenergieverbrauch	Angabe des tatsächlichen spezifischen Verbrauchs, bereinigt um Klima und Leerstand in der Einheit kWh/m²a gem. § 19 EnEV  Für Gebäude mit weniger als 5 Wohneinheiten, die nicht die Wärmeschutzverordnung 1978 einhalten, muss angemerkt werden, dass dieser Wert nicht als Energieverbrauchs-kennwert im Sinne der EnEV gültig ist.	Angabe des typischen Verbrauchs. Berechnung gemäß EnEV und Korrektur mit einem bedarfsabhängigen Faktor $f_1 = -0,2+1,44/(1+qE/425)$ (gem. IWU 2015, TABULA) in der Einheit kWh/m²a;  Es muss angemerkt werden, dass dieser Wert nicht als Energiekennwert gültig ist (z.B. für Immobilienanzeigen).
	Primärenergieverbrauch	Berechnung aus dem bereinigten, tatsächlichen spezifischen Verbrauch	Berechnung aus dem typischen Verbrauch
	Brennstoffkosten	Berechnung aus dem bereinigten, tatsächlichen spezifischen Verbrauch	Berechnung aus dem typischen Verbrauch
	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Berechnung aus dem bereinigten, tatsächlichen spezifischen Verbrauch	Berechnung aus dem typischen Verbrauch
	Effizienzklasse	Klassifizierung nach dem bereinigten, tatsächlichen spezifischen Verbrauch  Für Gebäude mit weniger als 5 Wohneinheiten, die nicht die Wärmeschutzverordnung 1978 einhalten, muss angemerkt werden, dass dieser Wert nicht als Energiekennwert gültig ist (z.B. für Immobilienanzeigen).	Klassifizierung nach dem typischen spezifischen Verbrauch  Es muss angemerkt werden, dass dieser Wert nicht als Energiekennwert gültig ist (z.B. für Immobilienanzeigen).
Effizienzhausklasse	Die Effizienzhausklasse wird in der Form "EH 70, EH 55, ..." angegeben. Sie wird immer bedarfsbasiert angegeben, jedoch wird der spez. Primärenergiebedarf nicht als Zahl ausgewiesen (bzw. nur in einem Expertenanhang), um den Beratungsempfänger nicht zu verwirren.		
Sanierungsschritte + Zielzustand	Endenergieverbrauch	Angabe eines hochgerechneten Verbrauchs. Dieser wird berechnet als Bedarfswert nach EnEV für diesen Sanierungsschritt und mit einem Verbrauchsfaktor $f_1$ in einen typischen Verbrauch umgerechnet. Dieser wird wiederum korrigiert mit dem Verhältnis von tatsächlichem zu typischen Verbrauch aus dem Ist-Zustand.	Angabe des typischen Verbrauchs. Berechnung gemäß EnEV und Korrektur mit einem bedarfsabhängigen Faktor $f_1 = -0,2+1,44/(1+qE/425)$ (gem. IWU 2015, TABULA) in der Einheit kWh/m²a
	Effizienzklasse	Klassifizierung nach dem hochgerechneten spezifischen Verbrauch	Klassifizierung nach dem typischen spezifischen Verbrauch
	Effizienzhausklasse	Die Effizienzhausklasse wird in der Form "EH 70, EH 55, ..." angegeben. Sie wird immer bedarfsbasiert angegeben, jedoch wird der spez. Primärenergiebedarf nicht als Zahl ausgewiesen (bzw. nur in einem Expertenanhang), um den Beratungsempfänger nicht zu verwirren.	
zusätzlich nur im Zielzustand	Primärenergieverbrauch	Berechnung aus dem hochgerechneten Verbrauch	Berechnung aus dem typischen Verbrauch
	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Berechnung aus dem hochgerechneten Verbrauch	Berechnung aus dem typischen Verbrauch
	Brennstoffkosten	Berechnung aus dem hochgerechneten Verbrauch	Berechnung aus dem typischen Verbrauch

Abbildung 8-3: Kennwerte und Berechnungsverfahren im Sanierungsfahrplan

Die praktische Umsetzung eines solchen Verfahrens ist im Leitfaden für Berater dargestellt.

<sup>18</sup>

Im SFP wird nur die Effizienzhausklasse dargestellt (z.B. EH 70, EH 55). Der Energiebedarfswert wird nicht (bzw. nur in einem Datenanhang für Experten) gezeigt, um den Beratungsempfänger nicht durch verschiedene Werte zu verwirren.

## 9 Literatur

- Bartiaux F., K. Gram-Hanssen, P. Fonseca, L. Ozolina, T. Haunstrup Christensen (2011). A practice-theory based analysis of energy renovations in four European countries. Proc. ECEEE Summer Study, Nizza 2011
- BMVBS (Hrsg.) (2011): Evaluierung ausgestellter Energieausweise für Wohngebäude nach EnEV 2007. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 01/2011. [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL\\_ON012011.pdf?\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON012011.pdf?_blob=publicationFile&v=2) (Zugriff 14.01.2014).
- Diefenbach, N. (2002). Bewertung der Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen und Biomasse-Heizsystemen. Darmstadt, Institut Wohnen Umwelt.
- Energetrium (o.J.): MyEnergetrium, Mein Energiesparplan, Musterberatungsbericht, Köln
- Energistyrelsen (2014): Håndbog for energikonsulenter. Online verfügbar unter <https://translate.google.de/translate?hl=de&sl=da&tl=en&u=https%3A%2F%2Fwww.retsinformation.dk%2FForms%2FR0710.aspx%3Fid%3D161845>.
- Grafe, M. (2013): Verbrauchsstrukturanalyse, objektspezifische Benchmarks für Nichtwohngebäude im Bestand, Vortrag auf dem 47. AKE Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden, IWU Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2011.
- Hertle, H. und M. Pehnt 2013 Allokationsverfahren. Vorbereitungspapier für AGFW-Sitzung, Mai 2013, IFEU Heidelberg.
- IFEU und Econsult (2014): Konzeptionelle Vorarbeiten für den Sanierungsfahrplan Baden-Württemberg. Unveröffentlichte Dokumente. Heidelberg, Rottenburg
- IFEU et al. (2014): Forschungsprojekt „100 % Wärme aus erneuerbaren Energien? Auf dem Weg zum Niedrigstenergiehaus im Gebäudebestand“ FKZ 0325358A. Ifeu, BU Wuppertal, Ecofys, Dena, TU Darmstadt 2014. Endbericht in Bearbeitung.
- IWU (2001): Loga, Tobias; Born, Rolf; Großklos, Marc; Bially, Matthias: Energiebilanz-Toolbox. Arbeitshilfe und Ergänzungen zum Energiepass Heizung / Warmwasser; IWU Darmstadt, Dez. 2001
- IWU (2011): Loga, Tobias; Diefenbach, Nikolaus; Born, Rolf: Deutsche Gebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden; Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt 2011
- IWU (2013): Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts im Gebäudebereich – Zielerreichungsszenario, BMVBS-Online-Publikation Nr. 03/2013
- IWU (2014a): Energetische Stadtsanierung - Integriertes Quartierskonzept Mainz-Lerchenberg, Darmstadt 2014
- IWU (2014b): Methodik der Wirtschaftlichkeitsberechnung im Rahmen des EnEG bzw. der EU-Gebäude-Richtlinie, in der Fassung vom 09.10.2014 (unveröffentlicht)
- IWU (2014c): Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK), Berechnungsgrundlagen des TEK-Tools Version TEK 6.2M. Hörner, J. Knissel et al. IWU Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt. Gefördert vom BMWi.
- IWU (2015): Loga, Tobias; Diefenbach, Nikolaus; Born, Rolf: Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden; zweite Auflage; IWU, Darmstadt 2015
- Klinski, S., M. Pehnt (2013): AP 3 Politische Instrumente. Arbeitspapier im Rahmen von IFEU et al. (2014).
- London Economics u.a. (2014): Study on the impact of the energy label – and potential changes to it – on consumer understanding and on purchase decisions. Interim Report (vertraulich).

Lützkendorf, T. (2013). Kennwerte zur energetischen und ökologischen Qualität von Bauwerken in der Nutzungsphase. Begriffe und methodische Grundlagen. Karlsruhe, KIT.

Maas, A., H. Erhorn, et al. (2012). Untersuchung zur weiteren Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit der EnEV 2012 – Anforderungsmethodik, Regelwerk und Wirtschaftlichkeit. BMVBS-Online-Publikation 05/2012. Kassel, Dresden, Hamburg, Stuttgart, Ingenieurbüro Dr. Hauser, Fraunhofer Institut für Bauphysik, ITG, Schiller Engineering.

Pehnt, M., F. Herbert, et al. (2011). Primärenergiefaktoren von biogenen Energieträgern, Abwärmequellen und Müllverbrennungsanlagen. Studie im Auftrag des BBSR. Heidelberg, ifeu, eta Energieberatung, ECONCONSULT Lambrecht Jungmann Partnerschaft.

Pehnt, M., P. Mellwig, et al. (2012). Strategie für eine wirkungsvolle Sanierung des deutschen Gebäudebestandes, Diskussionsschrift. Berlin, Heidelberg.

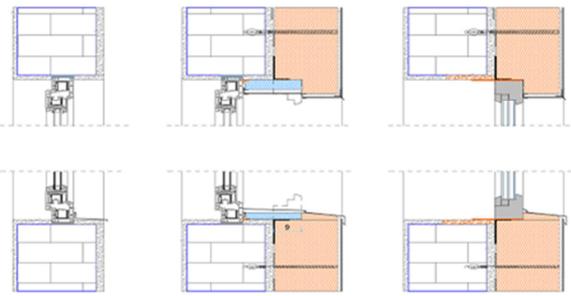
## **10 Anhang**

### **10.1 Details der Beispiele möglicher Elemente eines Sanierungsfahrplans in heutigen Beratungsinstrumenten (aus Wettbewerb und anderen Quellen)**

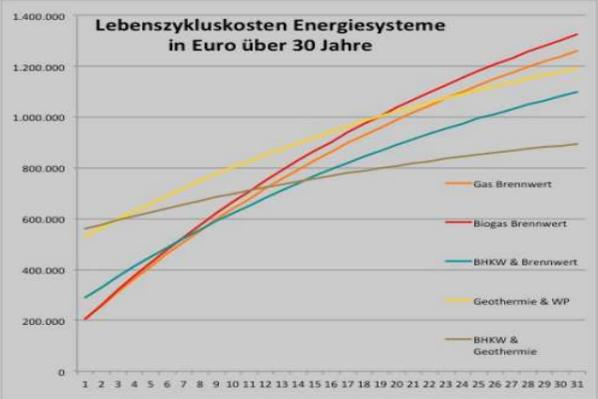
Tabelle 10-1: Anregungen aus den Einreichungen des Wettbewerbs

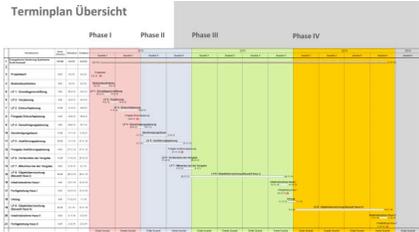
Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																																																																																																																														
1	Grafische Datenerfassung der Gebäudehülle und der Anlagentechnik	<p>Oberste Geschossdecken (auch Fußboden gegen außen, z. B. über Durchfahrten)</p> <p>zusätzliche, nachträglich angebrachte Dämmung in cm</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> bis 1968 massive Decke</td> <td>0-3</td> <td>4-7</td> <td>8-11</td> <td>12-15</td> <td>16-19</td> <td>20-23</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> bis 1968 Holzbalkendecke</td> <td>0-1</td> <td>2-3</td> <td>4-7</td> <td>8-11</td> <td>12-19</td> <td>20-25</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1969-1983 Holzbalkendecke</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1969-1978 massive Decke</td> <td>0-1</td> <td>2-5</td> <td>6-9</td> <td>10-19</td> <td>20-25</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ab 1984 Holzbalkendecke</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ab 1979 massive Decke</td> <td>0-1</td> <td>2-7</td> <td>8-19</td> <td>20-30</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Außenwand (auch Wände zum Erdreich und zu unbeheizten Räumen, z. B. im Keller)</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> bis 1968 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> bis 1968 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)</td> <td>0-2</td> <td>3-3</td> <td>4-7</td> <td>8-11</td> <td>12-17</td> <td>18-20</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1969-1983 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)</td> <td>0-2</td> <td>3</td> <td>2-5</td> <td>6-9</td> <td>10-17</td> <td>18-20</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1969-1983 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ab 1984 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)</td> <td>0-1</td> <td>2-3</td> <td>4-7</td> <td>8-17</td> <td>18-20</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ab 1984 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0-1</td> <td>2-9</td> <td>10-20</td> </tr> </table> <p>Kellerdecke (Bauteile gegen Erdreich oder Keller)</p> <table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> bis 1957 massive Bauteile</td> <td>0-2</td> <td>3-3</td> <td>4-7</td> <td>8-11</td> <td>12-17</td> <td>18-25</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> bis 1957 Holzbalkendecke</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1958-1983 massive Bauteile</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2-5</td> <td>6-9</td> <td>10-17</td> <td>18-25</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1958-1983 Holzbalkendecke</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ab 1984 massive Bauteile</td> <td>0-1</td> <td>2-3</td> <td>4-7</td> <td>8-17</td> <td>18-25</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> ab 1984 Holzbalkendecke</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0-1</td> <td>2-9</td> <td>10-20</td> </tr> </table> <p>Dito für alle Komponenten</p>	<input type="checkbox"/> bis 1968 massive Decke	0-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	<input type="checkbox"/> bis 1968 Holzbalkendecke	0-1	2-3	4-7	8-11	12-19	20-25	<input type="checkbox"/> 1969-1983 Holzbalkendecke							<input type="checkbox"/> 1969-1978 massive Decke	0-1	2-5	6-9	10-19	20-25		<input type="checkbox"/> ab 1984 Holzbalkendecke							<input type="checkbox"/> ab 1979 massive Decke	0-1	2-7	8-19	20-30			<input type="checkbox"/> bis 1968 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)							<input type="checkbox"/> bis 1968 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)	0-2	3-3	4-7	8-11	12-17	18-20	<input type="checkbox"/> 1969-1983 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)	0-2	3	2-5	6-9	10-17	18-20	<input type="checkbox"/> 1969-1983 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)							<input type="checkbox"/> ab 1984 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)	0-1	2-3	4-7	8-17	18-20		<input type="checkbox"/> ab 1984 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)				0-1	2-9	10-20	<input type="checkbox"/> bis 1957 massive Bauteile	0-2	3-3	4-7	8-11	12-17	18-25	<input type="checkbox"/> bis 1957 Holzbalkendecke							<input type="checkbox"/> 1958-1983 massive Bauteile	0	1	2-5	6-9	10-17	18-25	<input type="checkbox"/> 1958-1983 Holzbalkendecke							<input type="checkbox"/> ab 1984 massive Bauteile	0-1	2-3	4-7	8-17	18-25		<input type="checkbox"/> ab 1984 Holzbalkendecke				0-1	2-9	10-20	Datenaufnahmeblatt der DBU „Haus sanieren – profitieren“; Elemente hiervon können auf Komponentenbewertung übertragen werden
<input type="checkbox"/> bis 1968 massive Decke	0-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> bis 1968 Holzbalkendecke	0-1	2-3	4-7	8-11	12-19	20-25																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> 1969-1983 Holzbalkendecke																																																																																																																																	
<input type="checkbox"/> 1969-1978 massive Decke	0-1	2-5	6-9	10-19	20-25																																																																																																																												
<input type="checkbox"/> ab 1984 Holzbalkendecke																																																																																																																																	
<input type="checkbox"/> ab 1979 massive Decke	0-1	2-7	8-19	20-30																																																																																																																													
<input type="checkbox"/> bis 1968 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)																																																																																																																																	
<input type="checkbox"/> bis 1968 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)	0-2	3-3	4-7	8-11	12-17	18-20																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> 1969-1983 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)	0-2	3	2-5	6-9	10-17	18-20																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> 1969-1983 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)																																																																																																																																	
<input type="checkbox"/> ab 1984 massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, etc.)	0-1	2-3	4-7	8-17	18-20																																																																																																																												
<input type="checkbox"/> ab 1984 Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, etc.)				0-1	2-9	10-20																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> bis 1957 massive Bauteile	0-2	3-3	4-7	8-11	12-17	18-25																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> bis 1957 Holzbalkendecke																																																																																																																																	
<input type="checkbox"/> 1958-1983 massive Bauteile	0	1	2-5	6-9	10-17	18-25																																																																																																																											
<input type="checkbox"/> 1958-1983 Holzbalkendecke																																																																																																																																	
<input type="checkbox"/> ab 1984 massive Bauteile	0-1	2-3	4-7	8-17	18-25																																																																																																																												
<input type="checkbox"/> ab 1984 Holzbalkendecke				0-1	2-9	10-20																																																																																																																											
2	Hinweis auf zukünftige Entwicklung der Wirtschaftlichkeit	<p>Die Heizkostensumme für Ihr Haus beträgt in den nächsten 25 Jahren 293.991 EUR</p>	Aus hessischem Energiepass übernommen																																																																																																																														

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																																																																																																									
2	Analyse von Ohnehin-Maßnahmen	<p>Nutzen Sie ohnehin anstehende Arbeiten als günstige Gelegenheit zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen.</p> <table border="1" data-bbox="584 355 1368 871"> <thead> <tr> <th>Die Gelegenheiten</th> <th>Die Maßnahmen</th> <th>Außenwand - dämmung von außen</th> <th>Außenwand - dämmung von innen</th> <th>Dachdämmung</th> <th>Dämmung von oberster Geschloßdecke/Spitzboden</th> <th>Dämmung der Kellerdecke</th> <th>Wärmeschutzverglasung</th> <th>Brennwertheizung</th> <th>Verbesserung des Heizungssystems</th> <th>Brennstoffwechsel</th> <th>Thermostatventile und Ausstemperaturregelung</th> <th>Isolierung der Warmwasser - und Heizungsrohre</th> <th>Uhr für Zirkulationspumpe Reduzierte Pumpenleistung</th> <th>Solar Kollektoranlage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sofort</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fassadenrenovierung (Anstrich, Putz)</td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schimmelprobleme - Feuchteschäden</td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mieterwechsel</td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wohnungsrenovierung Heizkörpererneuerung</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dachausbau</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> <td>●</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Die Gelegenheiten	Die Maßnahmen	Außenwand - dämmung von außen	Außenwand - dämmung von innen	Dachdämmung	Dämmung von oberster Geschloßdecke/Spitzboden	Dämmung der Kellerdecke	Wärmeschutzverglasung	Brennwertheizung	Verbesserung des Heizungssystems	Brennstoffwechsel	Thermostatventile und Ausstemperaturregelung	Isolierung der Warmwasser - und Heizungsrohre	Uhr für Zirkulationspumpe Reduzierte Pumpenleistung	Solar Kollektoranlage	sofort					●	●					●	●	●		Fassadenrenovierung (Anstrich, Putz)	●														Schimmelprobleme - Feuchteschäden	●	●													Mieterwechsel			●						●			●			Wohnungsrenovierung Heizkörpererneuerung							●				●	●			Dachausbau				●	●		●								Aus hessischem Energiepass übernommen
Die Gelegenheiten	Die Maßnahmen	Außenwand - dämmung von außen	Außenwand - dämmung von innen	Dachdämmung	Dämmung von oberster Geschloßdecke/Spitzboden	Dämmung der Kellerdecke	Wärmeschutzverglasung	Brennwertheizung	Verbesserung des Heizungssystems	Brennstoffwechsel	Thermostatventile und Ausstemperaturregelung	Isolierung der Warmwasser - und Heizungsrohre	Uhr für Zirkulationspumpe Reduzierte Pumpenleistung	Solar Kollektoranlage																																																																																														
sofort					●	●					●	●	●																																																																																															
Fassadenrenovierung (Anstrich, Putz)	●																																																																																																											
Schimmelprobleme - Feuchteschäden	●	●																																																																																																										
Mieterwechsel			●						●			●																																																																																																
Wohnungsrenovierung Heizkörpererneuerung							●				●	●																																																																																																
Dachausbau				●	●		●																																																																																																					
2	Negativ-Beispiel Maßnahmen- bewertung	<table border="1" data-bbox="539 887 1301 1153"> <thead> <tr> <th>Vorteile</th> <th>Nachteile</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei sorgfältiger Umsetzung bauphysikalisch unbedenkliche Konstruktion</li> <li>• Speichermasse der Wand bleibt wirksam (für sommerliches Raumklima)</li> <li>• geringe Nutzungsbeeinträchtigung während der Bauphase</li> <li>• kostengünstiger Aufbau</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Abstandsflächen</li> <li>• Untergrund muss ggf. vorbereitet werden &gt; Kosten</li> <li>• keine Eigenleistung möglich</li> <li>• bei denkmalgeschützten Fassaden ist eine Außendämmung oft nicht möglich</li> <li>• ggf. Algenbildung an der Außenoberfläche aufgrund geringer Oberflächentemperaturen (Abhängig von Orientierung, Farbe und Außenputz)</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Vorteile	Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei sorgfältiger Umsetzung bauphysikalisch unbedenkliche Konstruktion</li> <li>• Speichermasse der Wand bleibt wirksam (für sommerliches Raumklima)</li> <li>• geringe Nutzungsbeeinträchtigung während der Bauphase</li> <li>• kostengünstiger Aufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Abstandsflächen</li> <li>• Untergrund muss ggf. vorbereitet werden &gt; Kosten</li> <li>• keine Eigenleistung möglich</li> <li>• bei denkmalgeschützten Fassaden ist eine Außendämmung oft nicht möglich</li> <li>• ggf. Algenbildung an der Außenoberfläche aufgrund geringer Oberflächentemperaturen (Abhängig von Orientierung, Farbe und Außenputz)</li> </ul>	„ggf.“: Die Bewertung wurde nicht auf das Objekt angepasst. Dies ist in einigen der eingereichten Beratungsberichte der Fall.																																																																																																					
Vorteile	Nachteile																																																																																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei sorgfältiger Umsetzung bauphysikalisch unbedenkliche Konstruktion</li> <li>• Speichermasse der Wand bleibt wirksam (für sommerliches Raumklima)</li> <li>• geringe Nutzungsbeeinträchtigung während der Bauphase</li> <li>• kostengünstiger Aufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ggf. Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Abstandsflächen</li> <li>• Untergrund muss ggf. vorbereitet werden &gt; Kosten</li> <li>• keine Eigenleistung möglich</li> <li>• bei denkmalgeschützten Fassaden ist eine Außendämmung oft nicht möglich</li> <li>• ggf. Algenbildung an der Außenoberfläche aufgrund geringer Oberflächentemperaturen (Abhängig von Orientierung, Farbe und Außenputz)</li> </ul>																																																																																																											

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung
3	Bauteildetails: Fassadendämmung und späterer Wechsel der Fenster ohne Beschädigung außen	<p style="text-align: center;">CS10/ D01</p>  <p style="text-align: center;">EXISTING SITUATION      STEP 1: NEW EXTERNAL INSULATION      STEP 2: NEW WINDOWS</p> <p style="text-align: right;"><small>EnEffect</small></p> <p style="text-align: center;"><small>Figure 6: D01 - Connection: windows- external wall</small></p>	
4	Aufzählung von Vorteilen auch über energetische Aspekte hinaus	<p><b>Vorteile der energetischen Sanierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energiekosten können bis zu 90% reduziert werden</li> <li>▪ Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen</li> <li>▪ Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temperaturverteilung im Raum, Vermeidung von Fußkälte</li> <li>▪ Verbesserter sommerlicher Wärmeschutz</li> <li>▪ Verbesserter Schallschutz durch neue Fenster und Verglasungen</li> <li>▪ Gewährleistung der Vermietbarkeit durch höheren Wohnstandard</li> <li>▪ Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen</li> <li>▪ Wertsicherung des Gebäudes durch Investitionen statt Energiekosten</li> <li>▪ Beitrag zum Klima und Umweltschutz durch ein umweltfreundliches Gebäude</li> </ul>	Ließe sich noch spezifischer auf das untersuchte Objekte zuschneiden

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung												
4	Aufzeigen von Zusammenhängen von Maßnahmen	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="533 357 757 400">Beschreibung des Bauteils im Istzustand</th> <th data-bbox="757 357 1048 400">Kurzbeschreibung einer Modernisierungsmaßnahme</th> <th data-bbox="1048 357 1435 400">Reihenfolge und Wechselwirkungen/Bewertung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="533 416 757 507"> <b>Außenwand</b>                      Die aus Ziegeln gemauerte Außenwand ist 24 cm stark und beidseitig verputzt.                 </td> <td data-bbox="757 416 1048 507">                     Wärmedämmverbundsystem                      Die Außenwand wird mit einer 16 cm starken Wärmedämmung gedämmt. WLS 035                 </td> <td data-bbox="1048 416 1435 507">                     3 Wirkungsvolle Maßnahme. Sinnvoll mit Fensteraustausch zu Verbinden                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="533 517 757 619"> <b>Fenster</b>                      Überwiegend Holzverbundfenster, 2 Fenster sind mit Isolierverglasung ausgestattet                 </td> <td data-bbox="757 517 1048 619">                     Ersatz der alten Fenster mit einer 3 ScheibenWärmeschutzverglasung im Holz- oder Kunststoffrahmen  <math>U_{w} \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}</math> </td> <td data-bbox="1048 517 1435 619">                     4 Bei gleichzeitiger Fassadendämmung kann die Lage des Fensters an die Dämmebene angepasst werden.                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="533 628 757 715"> <b>Dach –Steildach</b>                      Das Satteldach ist mit Ziegeln gedeckt und baujahrstypisch ausgestattet.                 </td> <td data-bbox="757 628 1048 778">                     Dämmung des Daches  <math>U\text{-Wert } 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}</math>                      z.B. Kombination einer Zwischensparrendämmung aus Mineralfasermatten und einer Aufsparrendämmung aus Holzwoleleichtbauplatten                 </td> <td data-bbox="1048 628 1435 778">                     1 Wirkungsvolle Maßnahme! Hinweise zur Lüftung und Luftdichtigkeit beachten. ggf. mit Dachausbau bzw Dachumbau verbinden. Dachüberstände für spätere Wärmedämmung vorsehen.                 </td> </tr> </tbody> </table>	Beschreibung des Bauteils im Istzustand	Kurzbeschreibung einer Modernisierungsmaßnahme	Reihenfolge und Wechselwirkungen/Bewertung	<b>Außenwand</b> Die aus Ziegeln gemauerte Außenwand ist 24 cm stark und beidseitig verputzt.	Wärmedämmverbundsystem Die Außenwand wird mit einer 16 cm starken Wärmedämmung gedämmt. WLS 035	3 Wirkungsvolle Maßnahme. Sinnvoll mit Fensteraustausch zu Verbinden	<b>Fenster</b> Überwiegend Holzverbundfenster, 2 Fenster sind mit Isolierverglasung ausgestattet	Ersatz der alten Fenster mit einer 3 ScheibenWärmeschutzverglasung im Holz- oder Kunststoffrahmen $U_{w} \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	4 Bei gleichzeitiger Fassadendämmung kann die Lage des Fensters an die Dämmebene angepasst werden.	<b>Dach –Steildach</b> Das Satteldach ist mit Ziegeln gedeckt und baujahrstypisch ausgestattet.	Dämmung des Daches $U\text{-Wert } 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ z.B. Kombination einer Zwischensparrendämmung aus Mineralfasermatten und einer Aufsparrendämmung aus Holzwoleleichtbauplatten	1 Wirkungsvolle Maßnahme! Hinweise zur Lüftung und Luftdichtigkeit beachten. ggf. mit Dachausbau bzw Dachumbau verbinden. Dachüberstände für spätere Wärmedämmung vorsehen.	
Beschreibung des Bauteils im Istzustand	Kurzbeschreibung einer Modernisierungsmaßnahme	Reihenfolge und Wechselwirkungen/Bewertung													
<b>Außenwand</b> Die aus Ziegeln gemauerte Außenwand ist 24 cm stark und beidseitig verputzt.	Wärmedämmverbundsystem Die Außenwand wird mit einer 16 cm starken Wärmedämmung gedämmt. WLS 035	3 Wirkungsvolle Maßnahme. Sinnvoll mit Fensteraustausch zu Verbinden													
<b>Fenster</b> Überwiegend Holzverbundfenster, 2 Fenster sind mit Isolierverglasung ausgestattet	Ersatz der alten Fenster mit einer 3 ScheibenWärmeschutzverglasung im Holz- oder Kunststoffrahmen $U_{w} \leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	4 Bei gleichzeitiger Fassadendämmung kann die Lage des Fensters an die Dämmebene angepasst werden.													
<b>Dach –Steildach</b> Das Satteldach ist mit Ziegeln gedeckt und baujahrstypisch ausgestattet.	Dämmung des Daches $U\text{-Wert } 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ z.B. Kombination einer Zwischensparrendämmung aus Mineralfasermatten und einer Aufsparrendämmung aus Holzwoleleichtbauplatten	1 Wirkungsvolle Maßnahme! Hinweise zur Lüftung und Luftdichtigkeit beachten. ggf. mit Dachausbau bzw Dachumbau verbinden. Dachüberstände für spätere Wärmedämmung vorsehen.													
5	Ausblick auf zukünftige anspruchsvolle gesetzliche Standards	<p><b>EU Richtlinie 2020 „Nearly Zero Energy Building“</b></p> <p>Die EU hat beschlossen: „Alle Neubauten in Europa sollen annähernd Nullenergie-Gebäude sein. Der fast bei Null liegende Energieverbrauch soll zu einem ganz wesentlichen Teil durch erneuerbare Energien, die am Standort oder in der Nähe erzeugt werden, gedeckt werden.</p> <p>Das kostenoptimale Niveau liegt in dem Bereich des Gesamtenergieeffizienzniveaus, in dem über die geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer berechnete Kosten-Nutzen-Analyse (Investition, Instandhaltung, Betrieb) positiv ausfällt“</p>													

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung
5	Langfristige Lebenszykluskostenbetrachtung	 <p>Vergleich von Energieversorgungssystemen</p>	
5	Verständliche Zusammenfassung wesentlicher Defizite (auch über Energie hinaus)	<p><b>Defizite Gebäude Eins</b>                  Städtebauliche Unmasstäblichkeit, negative Fernwirkung, keine Dachgestaltung, Renovierungsbedürftige Fassade, Ungünstiges Image, Zu geringe Wärmedämmung und Luftdichtigkeit, Nicht alle Räume werden be- und entlüftet, zu wenig Sauerstoff, Geringer Komfort, Überhitzung, Zugscheinungen, kalten Aussenwände, Sehr unterschiedliche Ausbaustandards in den Geschossen, Heizung ist 30 Jahre alt und sollte ausgetauscht werden, Zu hoher Verbrauch</p>	
5	Zertifizierungsperspektiven von vornherein mitdenken	<p>Unabhängig davon kann eine Zertifizierung des Gebäudes angestrebt werden oder nicht. Aber auch diese Zielsetzung sollte von Anfang an festgelegt werden, da es im Nachhinein sehr viel schwieriger ist, die einzelnen Qualitäten zu erreichen und Nachweise zu rekonstruieren.</p>	i. w. für NWG geeignet

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																																																																																																																																																									
5	Erstellung eines ausführlichen Sanierungszeitplans		i. w. für NWG geeignet																																																																																																																																																									
6	Stufen der Sanierung mit Zeitraster	<table border="1" data-bbox="548 608 1115 938"> <thead> <tr> <th>Step No.</th> <th>Year</th> <th>Measures</th> <th>Specific Heating demand [kWh/(m<sup>2</sup>K)]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1954</td> <td>Existing building</td> <td>235</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2014</td> <td>Lower floor &amp; roof insulation</td> <td>111</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2016 (?)</td> <td>Windows exchange &amp; MVHR instal.</td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2020 (?)</td> <td>Upper floor facade insulation</td> <td>17<sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2020 (?)</td> <td>Possible addition of PV and/or solar thermal system</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Step No.	Year	Measures	Specific Heating demand [kWh/(m <sup>2</sup> K)]	0	1954	Existing building	235	1	2014	Lower floor & roof insulation	111	2	2016 (?)	Windows exchange & MVHR instal.	71	3	2020 (?)	Upper floor facade insulation	17 <sup>1)</sup>	4	2020 (?)	Possible addition of PV and/or solar thermal system	-																																																																																																																																		
Step No.	Year	Measures	Specific Heating demand [kWh/(m <sup>2</sup> K)]																																																																																																																																																									
0	1954	Existing building	235																																																																																																																																																									
1	2014	Lower floor & roof insulation	111																																																																																																																																																									
2	2016 (?)	Windows exchange & MVHR instal.	71																																																																																																																																																									
3	2020 (?)	Upper floor facade insulation	17 <sup>1)</sup>																																																																																																																																																									
4	2020 (?)	Possible addition of PV and/or solar thermal system	-																																																																																																																																																									
9	Negativ-Beispiel: Kompakte IST-Bewertung	<p data-bbox="555 962 750 978">Name: SSP-131210-1</p> <p data-bbox="958 962 1182 978">Schwächen - Stärken - Profil ®</p> <table border="1" data-bbox="611 978 1417 1217"> <thead> <tr> <th rowspan="2">A</th> <th rowspan="2">Abdichten / Feuchtigkeit</th> <th rowspan="2">Wicht.</th> <th colspan="5">Schwächen</th> <th colspan="5">Stärken</th> <th rowspan="2">Risiko</th> <th rowspan="2">Bemerkung</th> </tr> <tr> <th>5</th> <th>4</th> <th>3</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>5</th> <th>4</th> <th>3</th> <th>2</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A01</td> <td>Dachdeckung</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>Steildach und Flachdach</td> </tr> <tr> <td>A02</td> <td>Schornstein</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A03</td> <td>Dachrinne/ Fallrohr</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A04</td> <td>Fassade-Oberfläche/Verkleidung</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A05</td> <td>Balkon/Terrasse</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A06</td> <td>Fenster</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A07</td> <td>Türen</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A08</td> <td>Erdberührte Bauteile</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	A	Abdichten / Feuchtigkeit	Wicht.	Schwächen					Stärken					Risiko	Bemerkung	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	A01	Dachdeckung	1				2								1	Steildach und Flachdach	A02	Schornstein					2										A03	Dachrinne/ Fallrohr					1										A04	Fassade-Oberfläche/Verkleidung	3				2								2		A05	Balkon/Terrasse	4				2								4		A06	Fenster	2				1				2				1		A07	Türen					1				2						A08	Erdberührte Bauteile	3				1								2		zu komplex für Laien
A	Abdichten / Feuchtigkeit	Wicht.				Schwächen					Stärken							Risiko	Bemerkung																																																																																																																																									
			5	4	3	2	1	5	4	3	2	1																																																																																																																																																
A01	Dachdeckung	1				2								1	Steildach und Flachdach																																																																																																																																													
A02	Schornstein					2																																																																																																																																																						
A03	Dachrinne/ Fallrohr					1																																																																																																																																																						
A04	Fassade-Oberfläche/Verkleidung	3				2								2																																																																																																																																														
A05	Balkon/Terrasse	4				2								4																																																																																																																																														
A06	Fenster	2				1				2				1																																																																																																																																														
A07	Türen					1				2																																																																																																																																																		
A08	Erdberührte Bauteile	3				1								2																																																																																																																																														

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																												
9	Integration auch von nicht-energetischen Maßnahmen in den Bericht (Zusammenhänge mit anderen Maßnahmen)	<p><b>Maßnahmen</b> Kurzbeschreibung der möglichen Maßnahmen Energetische Maßnahmen siehe auch Energiebericht</p> <p>01. <b>Trockenlegung der Außenwände</b> <span style="color: purple;">Energie</span></p> <p>02. <b>Teiltrockenlegung der Innenwände im UG</b> <span style="color: purple;">Energie</span></p> <p>03. <b>Sanierung Stahlträger UG Decke</b></p> <p>04. <b>Pumpensumpf wegen Grundwasserstand</b></p> <p>05. <b>Treppe zum Keller Sanierung</b></p>																													
9	Negativ-Beispiel: Widersprüchliche Aussagen/ Empfehlungen	<p>Einschätzung: Schornstein überarbeiten, Kaminkopf und Anschlüsse überarbeiten, Querschnittsüberprüfung erforderlich, Schadensgrad bis 25%</p> <p>Bemerkung/Zustandsbeschreibung: derzeit keine Angaben</p> <p>Maßnahmenempfehlungen: derzeit keine Angaben</p>																													
Sanierungsleitfaden Baden-Württemberg, Erfolgreich Sanieren in 10 Schritten	Checklisten zur einfachen ersten energetischen Bewertung der Gebäudesubstanz	<p><b>In welchem energetischen Zustand befindet sich Ihr Gebäude?</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Außenwand:</td> <td><input type="checkbox"/> ungedämmt</td> <td><input type="checkbox"/> 4-8 cm gedämmt</td> <td><input type="checkbox"/> gut gedämmt</td> </tr> <tr> <td>Fenster:</td> <td><input type="checkbox"/> älter als 25 Jahre</td> <td><input type="checkbox"/> 10-25 Jahre</td> <td><input type="checkbox"/> bis 10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>Dach:</td> <td><input type="checkbox"/> ungedämmt</td> <td><input type="checkbox"/> 5-10 cm gedämmt</td> <td><input type="checkbox"/> gut gedämmt</td> </tr> <tr> <td>Kellerdecke:</td> <td><input type="checkbox"/> ungedämmt</td> <td><input type="checkbox"/> 2-4 cm gedämmt</td> <td><input type="checkbox"/> gut gedämmt</td> </tr> <tr> <td>Heizkessel:</td> <td><input type="checkbox"/> älter als 25 Jahre</td> <td><input type="checkbox"/> 10-25 Jahre</td> <td><input type="checkbox"/> bis 10 Jahre</td> </tr> <tr> <td>Fazit:</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Handlungsbedarf</td> <td>groß</td> <td>mittel</td> <td>gering</td> </tr> </table>	Außenwand:	<input type="checkbox"/> ungedämmt	<input type="checkbox"/> 4-8 cm gedämmt	<input type="checkbox"/> gut gedämmt	Fenster:	<input type="checkbox"/> älter als 25 Jahre	<input type="checkbox"/> 10-25 Jahre	<input type="checkbox"/> bis 10 Jahre	Dach:	<input type="checkbox"/> ungedämmt	<input type="checkbox"/> 5-10 cm gedämmt	<input type="checkbox"/> gut gedämmt	Kellerdecke:	<input type="checkbox"/> ungedämmt	<input type="checkbox"/> 2-4 cm gedämmt	<input type="checkbox"/> gut gedämmt	Heizkessel:	<input type="checkbox"/> älter als 25 Jahre	<input type="checkbox"/> 10-25 Jahre	<input type="checkbox"/> bis 10 Jahre	Fazit:				Handlungsbedarf	groß	mittel	gering	
Außenwand:	<input type="checkbox"/> ungedämmt	<input type="checkbox"/> 4-8 cm gedämmt	<input type="checkbox"/> gut gedämmt																												
Fenster:	<input type="checkbox"/> älter als 25 Jahre	<input type="checkbox"/> 10-25 Jahre	<input type="checkbox"/> bis 10 Jahre																												
Dach:	<input type="checkbox"/> ungedämmt	<input type="checkbox"/> 5-10 cm gedämmt	<input type="checkbox"/> gut gedämmt																												
Kellerdecke:	<input type="checkbox"/> ungedämmt	<input type="checkbox"/> 2-4 cm gedämmt	<input type="checkbox"/> gut gedämmt																												
Heizkessel:	<input type="checkbox"/> älter als 25 Jahre	<input type="checkbox"/> 10-25 Jahre	<input type="checkbox"/> bis 10 Jahre																												
Fazit:																															
Handlungsbedarf	groß	mittel	gering																												

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																
Sanierungs- leitfaden Baden- Württemberg, Erfolgreich Sanieren in 10 Schrit- ten	Grundlagenerläute- rung von Zusam- menhängen ver- schiedener Maß- nahmen bei Sanie- rungen	Werden neue Fenster eingebaut, lohnt es sich, die <b>Belichtung</b> der Räume zu hinterfragen. Gibt es zu dunkle Räume, können Sie prüfen, ob eine Vergrößerung der Fenster umsetzbar ist. Beim Austausch der Fenster empfiehlt es sich auch, die ungedämmten Rollladenkästen zu ersetzen. Da neue Rollläden in der Regel kleiner als die bisherigen sind, werden die Fenster und damit der Lichteinfall größer. Schiebe- oder Klapppläden können eine Alternative zu den Rollläden sein.																	
Stiftung Warentest / Ulrich Zink: Das ge- brauchte Haus, Berlin 2014	Vermittlung von durchschnittlichen Lebensdauern von Bauteilen als Pla- nungshilfe für schrittweise Sanie- rungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="539 699 1189 735"><b>Durchschnittliche Lebensdauern von Bauteilen</b></th> </tr> <tr> <th colspan="2" data-bbox="539 735 1189 778"><b>Dach</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="539 778 987 821">Dachpfannen aus Beton</td> <td data-bbox="987 778 1189 821">60 Jahre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 821 987 865">Pappdach</td> <td data-bbox="987 821 1189 865">20 Jahre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 865 987 908">Zinkblecheindeckung</td> <td data-bbox="987 865 1189 908">25 Jahre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 908 987 951">Kupferblechabdeckungen</td> <td data-bbox="987 908 1189 951">80 Jahre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 951 987 994">Schornsteinköpfe</td> <td data-bbox="987 951 1189 994">30 Jahre</td> </tr> <tr> <td data-bbox="539 994 987 1027">Tragende Dachkonstruktion</td> <td data-bbox="987 994 1189 1027">100 Jahre</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Durchschnittliche Lebensdauern von Bauteilen</b>		<b>Dach</b>		Dachpfannen aus Beton	60 Jahre	Pappdach	20 Jahre	Zinkblecheindeckung	25 Jahre	Kupferblechabdeckungen	80 Jahre	Schornsteinköpfe	30 Jahre	Tragende Dachkonstruktion	100 Jahre	
<b>Durchschnittliche Lebensdauern von Bauteilen</b>																			
<b>Dach</b>																			
Dachpfannen aus Beton	60 Jahre																		
Pappdach	20 Jahre																		
Zinkblecheindeckung	25 Jahre																		
Kupferblechabdeckungen	80 Jahre																		
Schornsteinköpfe	30 Jahre																		
Tragende Dachkonstruktion	100 Jahre																		
Muster- energiebe- richt der Firma Ener- ge-trium	Monetäre Schätzung zur Angabe der Wertsteigerung eines Gebäudes durch energetische Sanie- rungsschritte	<b>Wertsteigerung in Anlehnung an ImmowertV:</b> <b>79.908,78 €</b> <b>Wertsteigerung nach Einzelmaßnahmen:</b> <b>65.316,39 €</b> <b>Mittelwert:</b> <b>72.612,59 €</b>	Hier berechnet nach verschiedenen Verfahren und gemittelt																

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																														
Entwurf des gebäudeindividuellen Sanierungsfahrplans – Baden-Württemberg, IFEU / Econsult 2014	Getrennte Bewertung von Gesamtgebäude, Gebäudehülle und Heizungssystem im Ist-Zustand	<p><b>Energetische Bewertung Ihres Gebäudes</b></p> <table border="1" data-bbox="1075 391 1344 798"> <thead> <tr> <th></th> <th>Bewertung Gebäude</th> <th>Bewertung Wärmeerzeuger</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A+</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F</td><td>Ihr Haus</td><td></td></tr> <tr><td>G</td><td></td><td>Ihr Haus</td></tr> <tr><td>H</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Bewertung Gebäude	Bewertung Wärmeerzeuger	A+			A			B			C			D			E			F	Ihr Haus		G		Ihr Haus	H			An anderer Stelle in gleicher Quelle vergleichbare Bewertung auch nach einzelnen vorgeschlagenen Sanierungsschritten
	Bewertung Gebäude	Bewertung Wärmeerzeuger																															
A+																																	
A																																	
B																																	
C																																	
D																																	
E																																	
F	Ihr Haus																																
G		Ihr Haus																															
H																																	

Quelle (einfache Nr. = Wett- bewerbs- beitrag)	Element	Details	Bemerkung																																																							
	<p>Zentrales Fahrplan- bild mit Reihenfolge, wesentlichen Kosten- informationen, Vor- her-Nachher- Energiekosten, ikoni- sierte Darstellung</p>	<p><b>ÜBERBLICK</b> (Alle Zahlen nur beispielhaft)</p> <p><b>HEUTE</b></p> <table border="1"> <tr> <td><b>Jährliche Energiekosten</b></td> <td>Errechnet</td> <td>1.800 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aktueller Verbrauch (letzte 3 Jahre)</td> <td>1.600 €</td> </tr> <tr> <td><b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen</b></td> <td></td> <td>9.100 kg</td> </tr> </table> <p><b>Sanierung in einem Zug</b> Sie können die Sanierung in einem Zug umsetzen. Dies erspart mehrfache Kosten für Baustelleneinrichtung, vereinfacht die Schnittstellen und Bauausführung und ermöglicht eine optimale Ausnutzung von Fördermitteln. Allerdings müssen einzelne Bauteile vor Ende der Lebensdauer erneuert werden. Sie erhalten dann eine Gesamtförderung von xx.000 Euro.</p> <p><b>Schrittweise Sanierung</b> Sie können die Sanierung schrittweise in Maßnahmenpaketen durchführen. Hier schlagen wir Ihnen eine optimale Reihenfolge vor. Auf S. 4 und 5 lesen Sie, was Sie dabei beachten müssen.</p> <table border="1"> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>E</b></td> <td><b>Gas-Brennwertkessel mit Biogas-Anteil, Kleinmaßnahmen</b></td> <td>Investition/ davon für Energiesparmaßnahmen</td> <td>15.000 €/9.500 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Förderung</td> <td>1.000 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Empfohlener Zeitraum</td> <td>2015-2018</td> </tr> <tr> <td><b>2</b></td> <td><b>C</b></td> <td><b>Dachdämmung, Solaranlage, Kleinmaßnahmen</b></td> <td>Investition/ davon für Energiesparmaßnahmen</td> <td>44.500 €/25.500 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Förderung</td> <td>3.000 €</td> </tr> </table> <p>....</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td><b>+</b></td> <td></td> <td>Empfohlener Zeitraum</td> <td>möglichst bald</td> </tr> </table> <p><b>ZIEL</b></p> <table border="1"> <tr> <td><b>A</b></td> <td><b>Jährliche Energiekosten Ziel (ohne Preissteigerung)</b></td> <td>Errechnet</td> <td>400 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Einsparung gegenüber heute</td> <td>500 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>Jährliche Energiekosten Ziel (mit 5 % Preissteigerung, 2050)</b></td> <td></td> <td>500 €</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit heutigem Strommix)</b></td> <td></td> <td>1.400 kg</td> </tr> </table> <p><b>ZIEL</b></p>	<b>Jährliche Energiekosten</b>	Errechnet	1.800 €		Aktueller Verbrauch (letzte 3 Jahre)	1.600 €	<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>		9.100 kg	<b>1</b>	<b>E</b>	<b>Gas-Brennwertkessel mit Biogas-Anteil, Kleinmaßnahmen</b>	Investition/ davon für Energiesparmaßnahmen	15.000 €/9.500 €				Förderung	1.000 €				Empfohlener Zeitraum	2015-2018	<b>2</b>	<b>C</b>	<b>Dachdämmung, Solaranlage, Kleinmaßnahmen</b>	Investition/ davon für Energiesparmaßnahmen	44.500 €/25.500 €				Förderung	3.000 €		<b>+</b>		Empfohlener Zeitraum	möglichst bald	<b>A</b>	<b>Jährliche Energiekosten Ziel (ohne Preissteigerung)</b>	Errechnet	400 €			Einsparung gegenüber heute	500 €		<b>Jährliche Energiekosten Ziel (mit 5 % Preissteigerung, 2050)</b>		500 €		<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit heutigem Strommix)</b>		1.400 kg	
<b>Jährliche Energiekosten</b>	Errechnet	1.800 €																																																								
	Aktueller Verbrauch (letzte 3 Jahre)	1.600 €																																																								
<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>		9.100 kg																																																								
<b>1</b>	<b>E</b>	<b>Gas-Brennwertkessel mit Biogas-Anteil, Kleinmaßnahmen</b>	Investition/ davon für Energiesparmaßnahmen	15.000 €/9.500 €																																																						
			Förderung	1.000 €																																																						
			Empfohlener Zeitraum	2015-2018																																																						
<b>2</b>	<b>C</b>	<b>Dachdämmung, Solaranlage, Kleinmaßnahmen</b>	Investition/ davon für Energiesparmaßnahmen	44.500 €/25.500 €																																																						
			Förderung	3.000 €																																																						
	<b>+</b>		Empfohlener Zeitraum	möglichst bald																																																						
<b>A</b>	<b>Jährliche Energiekosten Ziel (ohne Preissteigerung)</b>	Errechnet	400 €																																																							
		Einsparung gegenüber heute	500 €																																																							
	<b>Jährliche Energiekosten Ziel (mit 5 % Preissteigerung, 2050)</b>		500 €																																																							
	<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen (mit heutigem Strommix)</b>		1.400 kg																																																							



## 10.2 GEB-Artikel zum Abschluss des Wettbewerbs

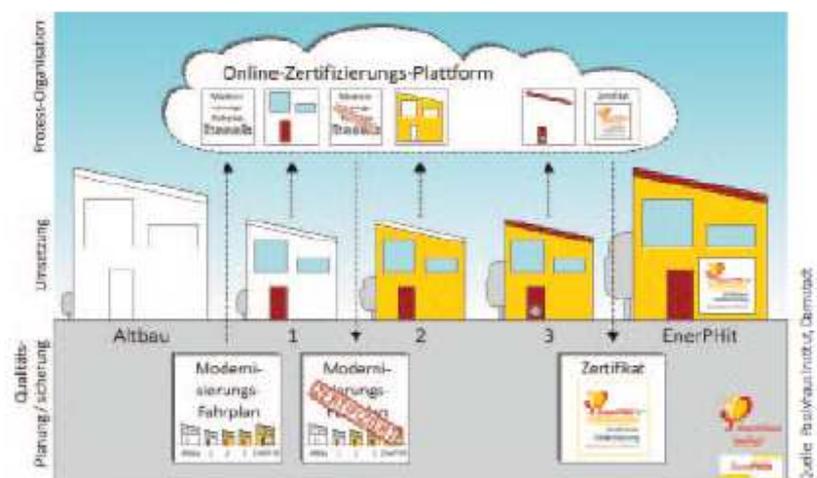
FACHWISSEN Thema

# Die Zukunft im Blick

**ERGEBNISSE DES WETTBEWERBS SANIERUNGSFAHRPLAN** Das Institut für Energie- und Umweltforschung In Heidelberg (ifeu) schrieb im April diesen Jahres den „Wettbewerb Sanierungsfahrplan“ aus. Es ging um clevere Ideen, wie durch Energieberatung eine anspruchsvolle Langfristperspektive für einzelne Gebäude vermittelt werden kann. Nun stehen die Gewinner fest. Markus Duscha, Martin Pehnt (ifeu Institut)

Das ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg entwickelt neue Ansätze für Sanierungsfahrpläne. Im Frühjahr hat das Institut in Kooperation mit der Fachzeitschrift Gebäude-Energieberater zum „Wettbewerb Sanierungsfahrplan“ aufgerufen. Eingereicht werden sollten gute Beispiele für Sanierungsfahrpläne aus der Planungs- und Beratungstätigkeit von Architekten, Ingenieuren, Handwerkern und Energieberatern, die nach Verständlichkeit, Übersichtlichkeit sowie einer ansprechenden und überzeugenden Darstellung einer energetisch anspruchsvollen Langfristperspektive beurteilt wurden.

16 Einreichungen, davon zehn mit konkreten Beratungsberichten, sowie sechs Konzeptvorschläge nahmen am Wettbewerb teil. Bewertet wurden die Einreichungen von einer Jury dreier erfahrener Forschungsinstitute: IFEU Heidelberg, Institut Wohnen und Umwelt (IWU, Darmstadt) und Ecofys (Köln).



Das Konzept für schrittweise Sanierungen, das vom Passivhaus-Institut in Darmstadt im Rahmen des europäischen Projektes EuroPHit entwickelt wurde, erhielt den ersten Preis.

### Erster Preis: Rezept für schrittweises Sanieren

Der erste Preis ging an ein Konzept für schrittweise Sanierungen, das vom Passivhaus-Institut in Darmstadt im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Projektes EuroPHit (Improving the energy performance of step-by-step refurbishment and integration of renewable energies, www.europhit.eu) entwickelt wurde. „Schrittweise Sanierungen sind die häufigste Sanierungsform. EuroPHit trägt dazu bei, dass trotz kleiner Schritte am Ende ein ambitionierter Standard – EnerPHit genannt – erreicht wird“, so das Juryvotum.

Im Mittelpunkt steht bei EuroPHit die Qualitätssicherung für schrittweise Modernisierungen. In dem Konzept wird z.B. schon die Lage der Dämmschicht und der luftdichten Ebene definiert, so dass Bauteilanschlüsse später luftdicht und wärmebrückenarm ausgeführt werden können. Eine Checkliste verpflichtet den Planer, Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Sanierungsschritten zu überprüfen. Alle Dokumente und Nachweise werden auf eine Zertifizierungsplattform hochgeladen, wo sie für spätere Schritte verfügbar sind. Die Plattform

„Ich möchte einen Vorschlag vorlegen, der möglichst **prägnant und kurz** den Istzustand dokumentiert, die wesentlichen Grundlagen erklärt und Vorschläge zu Sanierungsmöglichkeiten macht. [...] Für mich ist der Sanierungsfahrplan der optimale **Einstieg in eine fortlaufende Beratung mit unterschiedlichen Beratungsmodulen**, die **niederschwellig** (Internet/Telefon) angeboten werden können. Darüber hinaus sollte der Sanierungsfahrplan leicht zu aktualisieren sein, wenn sich Änderungen oder Verbesserungen am Gebäude ergeben haben.“

**Motivation und Idee der zweiten Preisträgerin Inken Mende. Für die Idee der Energieberaterin, einen knappen Energieberatungsbericht mit einer individuellen Informationsseite im Internet zu verknüpfen, vergab die Jury den zweiten Preis.**

40 GEB 11 2014



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Werner Sobek Frankfurt und SchmidtPlocker architekten / Planungsgesellschaft mbH

Das dreiphasige Sanierungskonzept für ein Sparkassengebäude (links: Bestandsgebäude, rechts: Modell nach Sanierung) wurde mit dem Sonderpreis ausgezeichnet, weil es grafisch besonders ansprechend und zugleich konzeptionell durchdacht war.

befindet sich in Entwicklung und soll im Laufe des kommenden Jahres freigeschaltet werden. Das Passivhaus-Institut will Ende 2014 auch das Auslegungsprogramm PHPP für Modernisierungsschritte erweitert anbieten.

### Zweiter Preis: Energieberatungs-Halbwertszeit verlängern

Der zweite Preis ging an die Energieberaterin Inken Mende aus Stuttgart. Sie reichte einen kompakten Beratungsbericht ein, der auf das besondere Erscheinungsbild des Gebäudes abhebt und zugleich sinnvolle und ehrgeizige Sanierungsmaßnahmen und -reihenfolgen definiert. Zudem schlug sie vor, wie Energieberatungen zukünftig ausgestaltet werden können.

Die Jury würdigte insbesondere ihre Anregung, langfristig orientierte Energieberatungsberichte mit einer zentralen Internetseite zu begleiten. „Die Bereitstellung eines Sanierungsfahrplans mit „langer Halbwertszeit“ durch Verknüpfung eines knappen Beratungsberichts mit einer individuellen Informationsseite“ sei ein wichtiger Beitrag zur Weiterentwicklung verlässlicher Sanierungsfahrpläne.

meinschaft mit dem Frankfurter Architekturbüro schmidtPlocker planungsgesellschaft mbH eine vollständige Sanierung unter Berücksichtigung städtebaulicher Aspekte, inklusive Fassade, HLS und Stromsparkonzept. Nach dem Leitsatz „Wenn schon, denn schon“ wurden ambitionierte Maßnahmen für sowieso zu sanierende Bauteile vorgeschlagen, aufgeteilt in einzelne Gebäudemodule.

Hervorzuheben ist ein Handbuch für Nutzer und Mitarbeiter, die auf häufige Fragen und Vorurteile gegenüber einer energetischen Sanierung eingeht und die Bedeutung einer externen Qualitätskontrolle betont.

### Fazit: Sanierungsfahrpläne noch zu wenig in den Köpfen

Viele der im Wettbewerb eingereichten Beratungsberichte enthielten bereits Elemente eines vorausschauenden Plans: Wenn ich jetzt die Fassade dämme, wie kann ich später ohne Beschädigung neue Fenster einbauen? Plane ich bei einer Dacherneuerung Dachüberstände für eine spätere Wärmedämmung ein? Zugleich wurde durch den Wettbewerb aber

So könnte berücksichtigt werden, dass ein Beratungsbericht nicht alle Informationen enthalten kann, die zukünftig erforderlich sind. Durch die Eingabe wesentlicher gebäudespezifischer Informationen in einen geschützten Bereich könnten auch für spätere Zeitpunkte Aktualisierungen und Kalkulationshilfen (wie z.B. für veränderte Zinssätze), aber auch modifizierte technische Bewertungen – etwa durch sinkende Primärenergiefaktoren – angeboten werden. Im Idealfall wäre das sogar unabhängig vom Energieberater oder evtl. wechselndem Gebäudebesitzer machbar. Zudem könnten sich Gebäudebesitzer auf diese Weise bedarfsgerecht über Veränderungen gesetzlicher Grundlagen oder Förderprogramme informieren – leider eine bislang noch nicht umgesetzte Idee.

### Sonderpreis: Dreiphasiges Sanierungskonzept für Sparkasse

Der Anspruch des Wettbewerbs, eine „überzeugende Darstellung einer energetisch anspruchsvollen Langfristperspektive für das Gebäude“ zu bieten und zugleich verständlich und motivierend den Beratungsempfänger über sinnvolle Sanierungsschritte zu informieren, war hoch.

Ein Beratungsbericht erhielt den Sonderpreis, der in grafisch besonders ansprechender und zugleich konzeptionell durchdachter Weise ein dreiphasiges Sanierungskonzept für ein Sparkassengebäude entwickelte. Stefan Oehler, Leiter von Green-Tech im Büro Werner Sobek Frankfurt plante in Arbeitsge-

auch deutlich, dass ein ansprechender Bericht, der dem Gebäudeeigentümer individuelle Perspektiven aufzeigt, nach wie vor keine Selbstverständlichkeit ist. Zeit- und Kostendruck führten dazu, dass auch bei einigen Einreichungen vorgefertigte Textblöcke und wenig angepasste Beratungsinhalte ein eher schematisches Bild lieferten. Neben den beschriebenen guten Beispielen zeigte der Wettbewerb deshalb auch: Der Gedanke eines Sanierungsfahrplans muss sich bei den Beratern, aber auch bei den Softwareherstellern erst noch verbreiten. ■

### Ausführliche Unterlagen der Preisträger aus dem Wettbewerb Sanierungsfahrplan

Die prämierten Einreichungen können unter [www.geb-info.de](http://www.geb-info.de) mit **WERCODE XXXX** eingesehen werden. Dort finden sich:

- Erster Preis: „Hilfsmittel und Qualitätssicherung für Gesamtkonzepte zur schrittweise durchgeführten Modernisierung mit Passivhaus-Komponenten“
- Zweiter Preis: Vorschläge und Anregungen zum Sanierungsfahrplan von Inken Mende.
- Konzept, Leistungsbilder und Nutzerhandbuch der Preisträger für den Sonderpreis Sparkassengebäude Dieburg.

### 10.3 Werte für die Kategorisierung in Tabelle 7-8

Skala aus Kompatibilitätsgründen mit der EnEV-Tabelle gestreckt auf A+ bis H.

Klasse	Außenwand	Dach	Fenster	Keller	Lüftung
		U-Wert (W/m <sup>2</sup> K) <			
A+	0,15	0,14	0,70	0,15	Zu- und Abluft, 90% WRG
A	0,2	0,18	0,96	0,2	Zu- und Abluft, 80% WRG
B	0,25	0,25	1,30	0,25	Zu- und Abluft, 60% WRG
C	0,35	0,35	1,5	0,35	ALD mit ob. Vol.-str.-begr.
D	0,5	0,6	1,7	0,5	Fensterlüftung, ALD
E	0,7	0,9	2,1	0,7	Fensterlüftung, n50<3,0
F	1	1,2	2,7	1	Fensterlüftung, n50 n.b.
G	1,4	2,0	3,0	1,4	Fensterlüftung, offensichtliche Undichtheiten
H	>1,4	>2,0	>3,0	>1,4	

Klasse	Außenwand	Dach	Fenster	Keller	Wärmebrücken	Luftdichtheit
		U-Wert (W/m <sup>2</sup> K) ≤			ΔU <sub>WB</sub> (W/m <sup>2</sup> K) ≤	n <sub>50</sub> (h <sup>-1</sup> )
A+	0,15	0,13	0,70	0,15	0,010	0,6*
A	0,20	0,14	0,95	0,25	0,025	1,0*
B	0,24	0,24	1,3	0,30	0,035	1,5*
C	0,35	0,35	1,5	0,35	0,05 (pauschal, Bbl. 2)	3,0*
D	0,5	0,6	1,7	0,5	Ohne Nachweis normaler WB-Einfluss	Nicht luftdichtheitsgeprüft oder n50 > 3,0
E	0,7	0,9	2,1	0,7	Ohne Nachweis erhöhter WB-Einfluss	-
F	1	1,2	2,7	1	Ohne Nachweis Innendämmung mit U > 0,6 W/m <sup>2</sup> K	-
G	1,4	2,0	3,0	1,4	Ohne Nachweis Innendämmung mit U ≤ 0,6 W/m <sup>2</sup> K mit Randstreifen	Nicht luftdichtheitsgeprüft, Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z.B. offene Fugen in der Luftdichtheits-schicht (beheiztes Luftvolumen ≥ 1.200 m <sup>3</sup> )
H	>1,4	>2,0	>3,0	>1,4	Ohne Nachweis Innendämmung mit U ≤ 0,6 W/m <sup>2</sup> K ohne Randstreifen	Nicht luftdichtheitsgeprüft, Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z.B. offene Fugen in der Luftdichtheits-schicht (beheiztes Luftvolumen < 1.200 m <sup>3</sup> )

### 10.4 Material zu den Nichtwohngebäude-Teilenergiekennwerten

Tabelle 10-2: Randbedingungen zur Berechnung der technischen Referenz-TEK gemäß IWU (2014c)

		sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
<b>Baukörper - U-Wert</b>						
Außenwand	W/(m²K)	0,12	0,28	0,60	1,00	1,40
Dach	W/(m²K)	0,10	0,20	0,50	1,00	2,10
Kellerdecke	W/(m²K)	0,15	0,35	0,80	1,00	1,50
Fenster O,S,W	W/(m²K)	0,86	1,44	2,49	3,72	3,72
Fenster N	W/(m²K)	0,86	1,44	2,49	3,72	3,72
<b>Baukörper - g_tot-Wert</b>						
Fenster O,S,W	-	0,07	0,09	0,29	0,78	0,78
Fenster N	-	0,30	0,47	0,78	0,78	0,78
<b>Baukörper - sonstige Angaben</b>						
Sonnenschutz – Steuerung		strahlungsab.	man. od. Zeit	man. od. Zeit	man. od. Zeit	man. od. Zeit
Bauschwere	-	mittelschwer	mittelschwer	mittelschwer	leicht	leicht
Luftdichtheit	-	Neubau, n50-Test und RLT	Neubau, n50-Test ohne RLT	Bestand, ohne n50-Test	Bestand, ohne n50-Test	Bestand, undicht
Wärmebrückenzuschlag	W/(m²K)	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15
<b>Heizungsanlage</b>						
Erzeugerart		BWK verb.	BWK ab 95	NTK ab 95	NTK vor 95	KTK ab 95
Baualter Verteilung (Dämmstandard)		ab 1995	ab 1995	1980 - 1994	bis 1979	bis 1979
Lage horizontale Verteilung		beheizt	unbeheizt	unbeheizt	unbeheizt	unbeheizt
Heizungsbetrieb Nachts		Abschaltung	reduziert	reduziert	reduziert	durchgehend
Heizungsbetrieb Wochenende		Abschaltung	reduziert	reduziert	reduziert	durchgehend
<b>Beleuchtungsanlage</b>						
Lampenart		Lsl stab - EVG	Lsl stab - EVG	Lsl kmp -ex EVG	Lsl kmp -ex KVG	Halogenl.
Beleuchtungsart		direkt	direkt / indirekt	direkt / indirekt	indirekt	direkt
Steuerung		dim - aus	manuell	manuell	manuell	manuell
Präsenzmelder		ja	ja	nein	nein	nein
Blendschutz - Steuerung		lichtlenkend	manuell	manuell	manuell	manuell
<b>RLT-Anlage Büro-ähnlich</b>						
Vol.-Regelung		bedarfsabh.	konstant	konstant	konstant	konstant
Dimensionierungsfaktor	% von hyg. Mind.-Vol.	100%	100%	125%	150%	200%
spez. Ventilatorleistung	kW/(m³s)	ZL 1,0° AL 0,7	ZL 1,5° AL 1,0	ZL 2,1' AL 1,5	ZL 2,7 AL 1,9	ZL 3,4 AL 2,4
WRG - Typ		Wär. + Feuch.	Wärme	Wärme	Wärme	keine
Rückgewinnungsgrad		75%	60%	45%	45%	-
Feuchteanforderung		mit Toleranz	mit Toleranz	mit Toleranz	mit Toleranz	mit Toleranz

RLT-Anlage		Sonstige (mit Konditionierung)				
Vol.-Regelung		bedarfsabh. <sup>8</sup>	Konstant oder Variabel (Zeit, Nutzung)	Konstant oder Variabel (Zeit, Nutzung) <sup>9</sup>	konstant	konstant
Dimensionierungsfaktor	% von hyg. Mind.-Vol.	100%	100%	125%	150%	200%
spez. Ventilatorleistung	kW/(m <sup>3</sup> s)	ZL 1,0 AL 0,7	ZL 1,5 AL 1,0	ZL 2,1 AL 1,5	ZL 2,7 AL 1,9	ZL 3,4 AL 2,4
WRG - Typ		Wär. + Feuch.	Wärme	Wärme	Wärme	keine
Rückgewinnungsgrad		75%	60%	45%	45%	-
Feuchteanforderung		mit Toleranz	mit Toleranz	mit Toleranz <sup>10</sup>	mit Toleranz	mit Toleranz
RLT-Anlage		Sonstige (ohne Konditionierung: Parkhaus privat und öffentlich)				
Vol.-Regelung		bedarfsabh.	Variabel (Zeit, Nutzung)	Variabel (Zeit, Nutzung)	konstant	konstant
Dimensionierungsfaktor	% von hyg. Mind.-Vol.	100%	100%	125%	150%	200%
spez. Ventilatorleistung	kW/(m <sup>3</sup> s)	ZL 0,43 AL 0,39	ZL 0,77 AL 0,68	ZL 1,33 AL 1,15	ZL 1,66 AL 1,43	ZL 2,01 AL 1,78
WRG - Typ		keine	keine	keine	keine	keine
Rückgewinnungsgrad		-	-	-	-	-
Feuchteanforderung		-	-	-	-	-
Hilfsenergie Kälte						
Effizienz der Kälteverteilung		gering	gering	mittel	mittel	hoch
Kälteerzeugung						
Wärmeabfuhr Kältemaschine (Kondensator)	Wassergekühlt (Primärkreis) durch Rückkühlwerk (bei unbekannt)					
Verdichterart / Teillastregelung	Wassergekühlt - Kolben-/Scrollverdichter - mehrstufig		Wassergekühlt - Kolben-/Scrollverdichter - ein/aus (bei unbekannt)		Wassergekühlt - Kolbenverdichter - Zylinderabschaltung	
Kaltwassertemperatur Kältemaschine	variabel (moderne Anlagen; Verdichter u. Expansionsventil geregelt)		konstant (bei unbekannt)			
Kaltwasser-Austritt Kältemaschine	14°C		6 °C (bei unbekannt)			
Rückkühlwerk (bei wassergekühlt)	Verdunstungsrückkühler - geschlossener Kreislauf		Trockenrückkühler (bei unbekannt)			
Jahresprofil der Kältelast	saisonale Kälte- und Bandlast (z.B. Einzelhandel mit Kühlprodukten)					

## 10.5 Protokoll des Workshops „Gebäudeindividueller Sanierungsfahrplan“ am 10.03.2015

### Gebäudeindividueller Sanierungsfahrplan

#### Ergebnisse des Experten-Workshops am 10.03.2015

Teilnehmer/innen:

Hr. Roger Worm, BMWi

Hr. Martin Schindler, Energieberater, energetrium

Frau Ann-Catrin Borsch, BfEE

Fr. Tilla Pflaum, Energieberaterin

Tobias Loga, IWU

Carsten Herbert, Energieberater, Energie und Haus

Martin Pehnt, ifeu

Peter Mellwig, ifeu

## Grundbewertung des Sanierungsfahrplanansatzes

Ein didaktisch aufbereiteter, verschlankter Bericht, der nicht zu viele für den Beratungsempfänger oftmals verwirrende Varianten enthält, wird von den Teilnehmern sehr begrüßt. Der bisherige VOB-Bericht wird als zu komplex angesehen. Die Herangehensweise, schrittweise Sanierungen systematisch beratend zu begleiten, wird begrüßt.

## Bewertung der Wirtschaftlichkeit

*Leitfrage: Wie Wirtschaftlichkeit abbilden? Was braucht der Beratungsempfänger?*

Grundsätzlich ist die Wirtschaftlichkeit in Beratungsprodukten nur informativ für den Beratungsempfänger und kein Kriterium i.S.d. §5 EnEG. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung soll mindestens folgende Informationen zeigen:

- Gesamtkosten der Maßnahmen
- Energiebedingte Mehrkosten der Maßnahmen
- Fördermittel
- Kosten des Energieverbrauchs im Ist-Zustand
- Kosten des Energieverbrauchs im Zielzustand bei konstanten Energiepreisen
- Kosten des Energieverbrauchs im Zielzustand bei steigenden Energiepreisen

Die Kostenangaben werden nicht auf einen Bezugszeitpunkt diskontiert, da hierzu eine genaue Angabe der Sanierungszeitpunkte erforderlich wäre. Stattdessen werden alle Kosten und Zuschüsse auf Basis des heutigen Niveaus angegeben. Nur die Kosten des Energieverbrauchs im Zielzustand werden zusätzlich inklusive der zu erwartenden Preissteigerung angegeben.

Eine **Wirtschaftlichkeitsbewertung von Einzelmaßnahmen** sollte eher nicht vorgenommen werden (Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit von der Reihenfolge, Unwirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen, die aber im Paket wirtschaftlich sind).

Das Verfahren des IWU zur Berechnung der **annuisierten Gesamtkosten** des Zielzustandes und eines virtuellen Vergleichszustands wird grundsätzlich befürwortet (Zusammenziehen auf einen Zeitpunkt, Kostensituation heute, Bewertung von Vorzieheffekten durch Zinseffekt). Allerdings wird darauf hingewiesen, dass eine solche Betrachtung vielfach auch demotivierend ist, weil sie in vielen Fällen auch die Unwirtschaftlichkeit der Maßnahmen zeigt. Außerdem ist es ein aufwändiger Rechengang.

Es wird geäußert, dass eine Wirtschaftlichkeitsberechnung eine Menge von Variablen beinhaltet, die zu großen Unsicherheiten beim Ergebnis führen können. Sie bildet die Realität nur eingeschränkt ab und kann für den Beratungsempfänger eine Orientierung für seine Entscheidung geben, die jedoch noch durch diverse andere Faktoren beeinflusst wird. Sie sollte eher einfach und klar sein. Je mehr Aspekte einfließen, umso mehr Annahmen müssen vom Energieberater getroffen werden, umso unübersichtlicher können die Ergebnisse werden.

Daher wird diskutiert, ob die Berücksichtigung von Vorzieheffekten bei einem Sanierungsfahrplan erforderlich ist, und in welchen Fällen eine Variante „Mindestanforderungen EnEV“ sinnvoll ist.

Insbesondere für Selbstnutzer werden darüber hinaus aus zusätzliche Informationsgröße die **Kosten der eingesparten Kilowattstunde** als sinnvolle Ergänzung gesehen. Diese Größe ist nicht für alle Maßnahmen geeignet (z.B. nicht für Heizungstausch). Zudem wird auch diese Größe bei Maßnahmen, die in der Abfolge weiter hinten stehen, unattraktiv. Damit besteht die Gefahr, die Beratungsempfänger zu demotivieren. Alternativ kann die Größe nur für das erste Maßnahmenpaket oder für die Gesamtheit aller Maßnahmen angegeben werden.

Die Wärmekosten der vorgeschlagenen Maßnahmen können berechnet werden auf Basis des

- Energiebedarfs mit Standardrandbedingungen
- oder des Energieverbrauchs.

Die bedarfsbasierte Berechnung birgt insbesondere die Gefahr, Sanierungsmaßnahmen zu positiv zu bewerten.

Der Energieverbrauch kann berechnet werden

- auf Grundlage des tatsächlich gemessenen Verbrauchs des konkreten Beratungsempfänger in dem konkreten Gebäude. Dabei soll berücksichtigt werden, dass das Verhältnis von Energieverbrauch zu –bedarf sich mit fortschreitender Sanierungstätigkeit ändert. Dazu können z.B. die Raumtemperaturen nach jedem Sanierungsschritt angehoben werden, bis sie im Zielstand ein definiertes Niveau erreichen. Dafür soll ein eindeutiges Rechenverfahren bereitgestellt werden.
- Wenn keine Verbrauchsdaten vorliegen, soll der Verbrauch mithilfe von empirisch ermittelten Verbrauchsfaktoren aus dem Energiebedarf berechnet werden. Dabei ist ebenfalls das sich ändernde Verhältnis von Verbrauch zu Bedarf einzubeziehen.

Es wird zu bedenken gegeben, dass die Ansätze und Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung vielfältig sind und noch größer die Wahlmöglichkeiten, die der Energieberater bei der Festlegung der Eingabewerte hat. Zu nennen sind:

- Schätzung der Kosten und Aufteilung in Ohnehin- und energetisch bedingte Mehrkosten
- Auswahl der aktuellen Höhe der Energiepreise
- Annahme von Preissteigerungen und Kapitalverzinsung
- Berechnungsweise der Energiemengen der Varianten (Bedarf, Verbrauch)
- Zeitpunkte der Maßnahmendurchführung usw.

Ein einfaches und klar strukturiertes, eventuell sogar standardisiertes Vorgehen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung in der Energieberatung würde begrüßt.

Vereinbarung zur Wirtschaftlichkeitsberechnung: Angabe der Mindestinformationen (siehe oben); zusätzlich eine (evtl. fakultative) Wirtschaftlichkeitsberechnung nach IWU-Verfahren. Dazu sollte der Vorzieheffekt in die Software (dies kann auch das DENA-Tool sein) eingebaut werden.

### **Energetische Bewertung**

*Leitfrage: wie werden die vorgeschlagenen Kennwerte beurteilt?*

Primärenergiebedarf und Transmissionswärmeverlust sind die zentralen Kennwerte der EnEV. Sie werden seit der Novelle 2014 ergänzt durch eine Endenergieklasse. Primärenergiebedarf spiegelt (in Grenzen) Umweltwirkungen wieder, ist aber schwerer kommunizierbar und enthält politische Festlegungen. Endenergie ist eine gut kommunizierbare Größe, Endenergieverbrauch kennt der Kunde („das kaufe ich ein“), jedoch trifft sie keine Aussage über die Umweltwirkung oder die Förderfähigkeit von Maßnahmen. Die Berater waren daher unterschiedlicher Auffassung, welche Kenngrößen vorrangig zu verwenden sind.

Die Kennwerte können auf Verbrauchs- oder Bedarfsbasis berechnet werden. Bedarfsbasierte Kennwerte haben folgende Vorteile

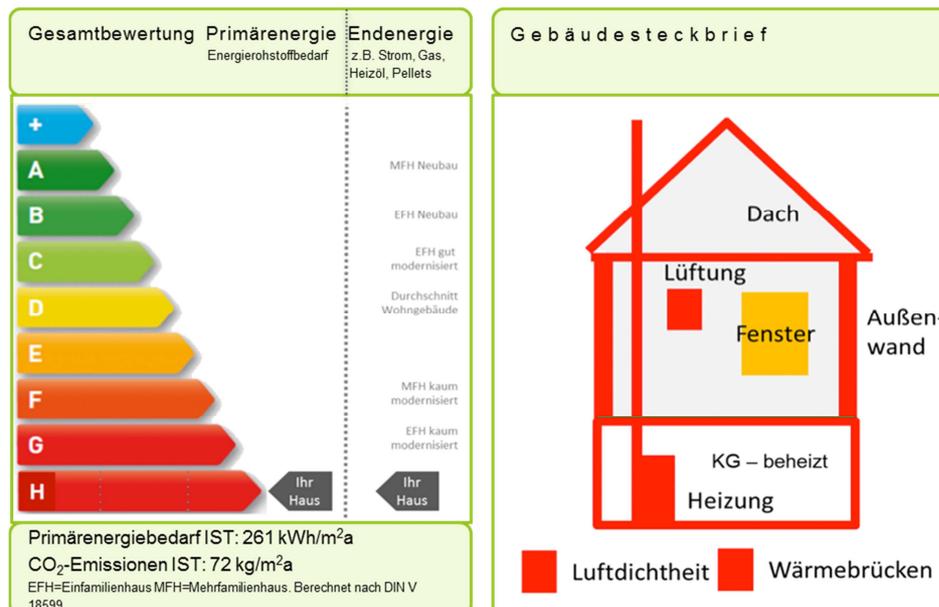
- Beurteilung der Gebäudeeigenschaften unabhängig vom Nutzereinfluss (insbesondere bei Nutzerwechsel)
- Darstellung der Effizienzklasse entspricht in allen Fällen den EnEV-Anforderungen
- Prüfung ob bzw. in welcher Stufe KfW-Effizienzhaus-Standards erfüllt werden

Nachteilig ist, dass die Berechnung zweigleisig erfolgen muss. Es wird ein Kompromiss angestrebt: Für zukünftige Maßnahmen Bewertung auf Basis des Bedarfs mit Verbrauchskorrektur/Praxiskorrektur, etwa durch schrittweise Erhöhung der mittleren Raumtemperaturen oder durch Anwendung der IWU-Formel zur Verbrauchskorrektur.

Das Komponentenbewertungsverfahren (Außenwand, Fenster, etc.) wird von den Beratern als sehr positiv hervorgehoben. Der Bewertungsvorschlag wird grundsätzlich als sehr positiv erachtet. Kleinere Veränderungsvorschläge betreffen eine Anpassung der U-Werte, siehe Anhang.

Es wird darauf hingewiesen, dass für alle Bauteile der Gebäudehülle eine Klasse vergeben werden muss; diese Klassen können dann gewichtet für eine Bauteilkategorie zusammengefasst werden. Dies sollte die Software bereits implementieren.

**Vorschlag für SFP:** Dokumentation beider Kenngrößen (PE und EE) wie im Bandtacho. Zugleich sollten die Rechenverfahren für QP verändert werden (Biomasse, KWK, Strom). Außerdem Darstellung der Komponentenbewertung.



## **Bewertung der persönlichen Situation der Beratungsempfänger**

*Leitfrage: Wie kann man die Lebenssituation der Beratungsempfänger berücksichtigen?*

Die Berater berücksichtigen die Lebenssituation der Beratungsempfänger häufig eher unbewusst und nicht strukturiert. Kommunikative Fähigkeiten – besonders bei der Vermittlung technischer Zusammenhänge – sind i.d.R. nicht Teil der Ausbildung. In der Beratungspraxis wird der Beratungsempfänger häufig von den Informationen überfordert. Hier soll den Beratern eine Hilfestellung gegeben werden, um diesen sehr wichtigen Teil der Beratung zu stärken; z.B. in Form von

- Kommunikationsschulungen (hier sollten auch motivierende Elemente gezielt gefördert werden, „Solar macht Spaß“)
- Leitfäden
- Checklisten (allerdings werden die umfangreichen Checklisten der Dena als unpraktikabel eingestuft)
- Fragebögen (z.B. von energetrium zu Budgetgrenzen und Lebensplanung)

Beim ersten Termin mit dem Beratungsempfänger ist es neben der Aufnahme technischer Daten sehr wichtig, die Ziele und Wünsche des Beratungsempfängers (mit diesem gemeinsam) zu eruieren. Sie sind dem Beratungsempfänger häufig selbst nicht bewusst. Der erste Vor-Ort-Termin dauert damit etwa drei Stunden für ein EFH/ZFH. Dies soll den Beratern kommuniziert werden, um die Bedeutung dieser **Zielfindung** zu unterstreichen.

Die Berater sollen technologieoffen beraten können und keine Vorgaben über einzelne zu verwendenden Technologien (wie bisher in der Vor-Ort-Beratung) einhalten müssen.

Häufig bekommen die Beratungsempfänger nach der Übergabe und Erläuterung des Berichts weitere Ideen und Planungsansätze. Um diese im Sinne einer integralen Planung aufzugreifen, ist ein **weitere Vor-Ort-Treffen** (nicht telefonisch!) mit dem Beratungsempfänger sinnvoll.

## **Anbindung des Sanierungsfahrplans an vorhandene Produkte und Tools**

Der Sanierungsfahrplan soll in eine eindeutige äußere Struktur eingebettet sein:

- Das Sanierungsfahrplandokument  
klare, vorgegebene Gliederung, verdichtete Informationen als Zusammenfassung der Beratung, formularhafter Aufbau. Die Berater verweisen auf den bereits sehr kompakten Entwurf für den Sanierungsfahrplan BW. Ein zweiter alternativer Entwurf ist im Anhang dokumentiert.)
- Ein weiteres ergänzendes Dokument mit ausführlicher Beschreibung oder Dokumentation. MYenergetrium setzt auf zwei ergänzende Dokumente, eines, das für Laien (auch Banken) verständlich ist, eines mit technischen Daten für Planer und Handwerker als Grundlage für die Planung und Umsetzung der Maßnahmenpakete.
- Ggf. Standard-Glossar mit Erklärung von Begriffen (könnte zentral bereitgestellt werden)

Das dena-Tool zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist für die Berechnungen im Sanierungsfahrplan geeignet (ergänzt um vorgezogene Sanierungseffekte). Seine Nutzung soll aber nicht vorgeschrieben werden.

Ein Tool zur vereinfachten Abschätzung des Wärmebrückeneinflusses würde den Beratern helfen, die Effizienzhausstandards rechnerisch zu erreichen, ohne eine aufwändige detaillierte Wärmebrückenberechnung machen zu müssen. Ein solches Tool ist zurzeit nicht verfügbar.

Die Checklisten der dena zur Energieberatung sind sehr umfangreich. Es steht den Beratern frei sie zu nutzen. Die Praktikabilität wird z. T. skeptisch bewertet.

Als **Hilfe für die Berater** sollen Checklisten mit den Anforderungen des Sanierungsfahrplans erstellt werden (ähnlich der Checkliste Sanierungsfahrplan im Rahmen der BAFA Vor-Ort-Beratung). Zusätzlich werden Beispieltexthe für Bauteilanschlüsse, die bei zeitlich versetzten Maßnahmen zu beachten sind, zur Verfügung gestellt.

Der Sanierungsfahrplan soll von den Anbietern von Energieberatungssoftware in die Programme übernommen werden, so dass Kennwerte, Effizienzklassen und Kostendarstellungen aus den Berechnungsergebnissen in ein bereitgestelltes Formular übertragen werden. Aus Sicht der Berater wäre es besonders hilfreich, wenn die Effizienzklassen und KfW-Effizienzhaus-Anforderungen nach dem Energiebedarf berechnet werden, während gleichzeitig der Energieverbrauch und seine Kosten verbrauchsbasiert ermittelt werden. Auf diese Weise könnte die oben beschriebene Zweigleisigkeit der Berechnung vermieden werden.

Vorschlag für adaptierte Klassengrenzen bei Kategorisierung von A+ bis H.

Klasse	Außenwand <sup>1)</sup>	Dach <sup>2)</sup>	Fenster	Keller <sup>3)</sup>	Lüftung
U-Wert (W/m <sup>2</sup> K) ≤					
<b>A+</b>	0,15	0,13	0,70	0,15	Zu- und Abluft, 90% WRG
<b>A</b>	0,2	0,14	0,95	0,25	Zu- und Abluft, 80% WRG
<b>B</b>	0,24	0,24	1,30	0,30	Zu- und Abluft, 60% WRG
<b>C</b>	0,35	0,35	1,5	0,35	ALD mit ob. Vol.-str.-begr.
<b>D</b>	0,5	0,6	1,7	0,5	Fensterlüftung, ALD
<b>E</b>	0,7	0,9	2,1	0,7	Fensterlüftung, n50<3,0
<b>F</b>	1	1,2	2,7	1	Fensterlüftung, n50 n.b.
<b>G</b>	1,4	2,0	3,0	1,4	Fensterlüftung, offensichtliche Undichtheiten
<b>H</b>	>1,4	>2,0	>3,0	>1,4	