



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung

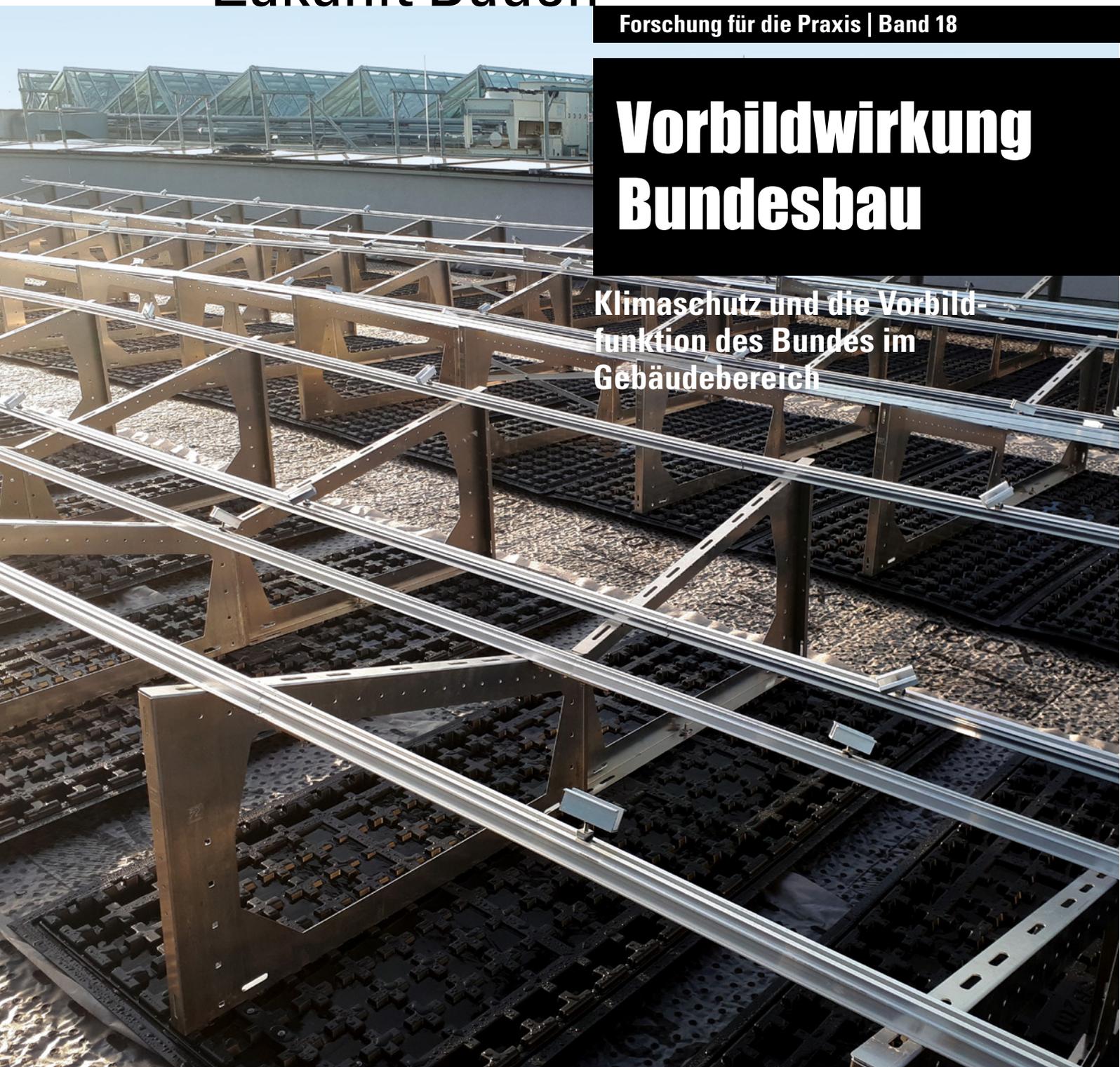


Zukunft Bauen

Forschung für die Praxis | Band 18

Vorbildwirkung Bundesbau

Klimaschutz und die Vorbild-
funktion des Bundes im
Gebäudebereich



Gender-Hinweis

In dieser Broschüre wurde zur besseren Lesbarkeit und Optik sowie aus Platzgründen lediglich die männliche Form eines Begriffs („Nutzer“, „Planer“ etc.) verwendet. Selbstverständlich bezieht sich der jeweilige Begriff auf weibliche und männliche Personen.

Nutzungshinweis/Haftungsausschluss

Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Die Verantwortlichkeit für die konkrete Planung und die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik liegt im Einzelfall allein beim Planer. Ein Vertragsverhältnis oder vertragsähnliches Verhältnis wird durch diese Broschüre nicht geschlossen. Für die Inhalte der Sekundärquellen sind die Autorinnen, Autoren und der Herausgeber nicht verantwortlich.



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Zukunft Bauen

Forschung für die Praxis | Band 18

Vorbildwirkung Bundesbau

**Klimaschutz und die Vorbild-
funktion des Bundes im
Gebäudebereich**

Im Auftrag vom



Bundesministerium
des Innern, für Bau
und Heimat

FORSCHUNGSINITIATIVE
Zukunft BAU

Ein Projekt der Forschungsinitiative Zukunft Bau des
Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat
(BMI), betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und
Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und
Raumordnung (BBR) mit dem
Aktenzeichen SWD-10.08.17.7-15.08 und 16.16

Grußwort



© privat

Liebe Leserinnen und Leser,

Interessenkonflikte zwischen den Klimaschutzpolitischen Zielen der Bundesregierung und haushaltsrechtlichen Vorgaben wie der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit haben in der Vergangenheit die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen bei Bundesbauten gebremst – sowohl im Neubau als auch im Bestand. Zwei Forschungsvorhaben zeigen am Beispiel des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“, wie öffentliche Bauherren den Spielraum für energetische Maßnahmen an Gebäuden stärker als bisher ausschöpfen können.

Denn im Hinblick auf die ambitionierten Ziele für den Gebäudebereich im Klimaschutzplan der Bundesregierung zeigen sich die Grenzen einer rein wirtschaftlichen Betrachtung möglicher energetischer Verschärfungen. Demzufolge wird untersucht, inwiefern im Rahmen einer Nutzwert- bzw. Kosten-Nutzen-Analyse der Mehrwert von Energieeffizienzmaßnahmen in Bezug auf eine nachhaltige, klimaschonende Entwicklung dargestellt werden kann.

Die Ergebnisse dienen als Grundlage für eine mögliche Novellierung des Erlasses. Darüber hinaus geben sie Orientierungswerte für energetisch ambitionierte Büro- und Verwaltungsbauten im privatwirtschaftlichen Baubereich.

Die Projekte wurden im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau gefördert. Ausgewählte Projektergebnisse aus der Auftrags- und Antragsforschung stellen wir in der Reihe „Zukunft Bauen, Forschung für die Praxis“ vor.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

Dr. Robert Kaltenbrunner

Stellvertretender Leiter
des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn

Inhalt

| | |
|--|------------|
| Grußwort | 5 |
| Klimaschutzziele und Vorbildwirkung des Bundes im Gebäudebereich | 8 |
| Vereinbarkeit von Haushaltsrecht und Klimaschutzzielen | 10 |
| Klimaschutz und Energieeffizienzvorgaben für den öffentlichen Gebäudebestand | 10 |
| Haushaltsrecht und Wirtschaftlichkeitsgebot | 14 |
| Inhalt und Reichweite des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots | 18 |
| Konkretisierung des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots | 22 |
| Untersuchungsmethode zur Ermittlung der energetischen Gebäudesanierung des Bundes anhand des ESB | 28 |
| Zusammenfassung | 30 |
| Energetische Vorbildfunktion von Bundesbauten | 32 |
| Methodik und Untersuchungsrahmen | 32 |
| Verfahren zur Bewertung der unterschiedlichen Gebäudevarianten | 49 |
| Durchgeführte Untersuchungen | 59 |
| Ergebnisdarstellung | 94 |
| Anhang | 100 |
| Literatur | 101 |
| Abbildungen | 102 |
| Tabellen | 104 |
| Literaturhinweise des Herausgebers | 106 |
| Impressum | 107 |

Klimaschutzziele und Vorbildwirkung des Bundes im Gebäudebereich

Die klimaschutzpolitischen Ziele und Grundsätze der Bundesregierung sind im Klimaschutzplan 2050 beschrieben. Dabei enthält der Plan keine starren Vorgaben, sondern gibt in Bezug auf den Zielerreichungsprozess eine inhaltliche Orientierung für alle Handlungsfelder – so auch für den Gebäudebereich. Damit ist er Grundlage und Leitlinie für die weitere inhaltliche Ausgestaltung.

Da Gebäude in Deutschland für einen großen Teil der nationalen Treibhausgasemissionen verantwortlich sind, kann dieser Sektor einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele leisten. Deshalb soll der Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 klimaneutral werden. Hierfür bedarf es massiver Anstrengungen zum weiteren Absenken der Energiebedarfe und zum Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien. Bei der Ausgestaltung konkreter Strategien gilt es natürlich auch die sozialen und ökonomischen Implikationen zu berücksichtigen.

Der Klimaschutzplan bekräftigt auch die Vorbildfunktion und Vorbildwirkung des Bundes. Zum einen können durch die Aktivitäten des Bundes auch andere Marktteilnehmer motiviert werden, verstärkt in Maßnahmen für den Klimaschutz zu investieren. Zum anderen leisten die durchgeführten Bundesmaßnahmen selbst einen Beitrag zur Erreichung der deutschen Klimaschutzziele.

Verschiedene Maßnahmenprogramme konkretisieren das Vorgehen zum Erreichen der Ziele aus dem Klimaschutzplan. Die Ziele für eine Vorbildfunktion der öffentlichen Hand in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung der Bundesrepublik sind erstmalig bereits 2010 im „Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit“ definiert und zuletzt im Beschluss des Staatssekretärsausschusses für nachhaltige Entwicklung vom 30. März 2015 bekräftigt worden. Demnach strebt die Bundesregierung einen vorbildhaften, energieeffizienten Neubau und die Verbesserung des energetischen Zustands von bestehenden Dienstliegenschaften des Bundes an. Insgesamt verfolgt die Bundesregierung das Ziel, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Zur Unterstützung dieses Ziels ist seit Juni 2014 der aktuelle Erlass zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ (AZ: B13-8133.2/3) in Kraft. Darin werden Vorgaben für den Bundesbau zur Unterschreitung der Anforderungen aus der

Energieeinsparverordnung 2013 (EnEV 2013) gemacht. So sollen beispielsweise bestehende Bundesbauten den nach EnEV zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf um mindestens 20% unterschreiten. Beim mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten sind es sogar 30%. Gleiches galt für Neubauten, für die die Wirkung dieses Erlasses aber bis zum Inkrafttreten der erhöhten EnEV-Anforderungen am 1. Januar 2016 befristet war.

Angesichts der laufenden Novellierung der EnEV zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) und der Zielsetzungen aus dem Klimaschutzplan sind die energetischen Anforderungen an Bundesbauten – sowohl für Neubauten als auch Bestandssanierungen – neu zu justieren. Mit dem Klimaschutzplan kommt dabei eine wesentliche Neuerung hinzu. Diese besteht darin, dass es nun nicht mehr nur darum geht, die gesetzlichen Mindestanforderungen zu unterschreiten, sondern darum, eine erforderliche energetische Qualität des gesamten Gebäudebestandes bis zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erhalten. Als strategisches Instrument hierfür wird ein „Energetischer Sanierungsfahrplan für Bundesliegenschaften“ (ESB) erarbeitet.

Der vorliegende 18. Band aus der Reihe „Zukunft Bauen, Forschung für die Praxis“ fasst zwei Forschungsprojekte der Forschungsinitiative Zukunft Bau zusammen, die den Spielraum für eine mögliche Verschärfung des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ für Neubauten und Bestandssanierungen untersucht haben:

- „Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Fortschreibung des EnEV-Erlasses bezüglich der energetischen Vorbildfunktion von neu zu errichtenden Bundesbauten“ (Zukunft Bau Projekt 15.08)
- „Klimaschutz und Bestandssanierung im Bereich öffentlicher Liegenschaften“ (Zukunft Bau Projekt 16.16)

Die Untersuchung unterschiedlicher energetischer Standards und deren Wirtschaftlichkeit wurde vom Institut Wohnen und Umwelt aus Darmstadt anhand zweier für den Bundesbau repräsentativer Modellgebäude durchgeführt. Die Energiebedarfe wurden nach der Methodik der aktuellen EnEV bilanziert und die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nach den Vorgaben des Leitfadens für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU) bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes bewertet.

Im Hinblick auf die ambitionierten Ziele des Klimaschutzplans zeigten sich dabei die Grenzen einer rein wirtschaftlichen Betrachtung der Verschärfung des energetischen Standards für den Neubau und die Bestandssanierung. Demzufolge wurde ergänzend untersucht, inwiefern eine auf mehreren Bewertungskriterien fußende, gesamtwirtschaftlich orientierte Nutzwert- oder Kosten-Nutzen-Analyse den Mehrwert von Energieeffizienzmaßnahmen in Bezug auf eine nachhaltige, klimaschonende Entwicklung darstellen kann.

Diese Fragestellung war ebenfalls Gegenstand der juristischen Untersuchung der Kanzlei von Bredow Valentin Herz aus Berlin (vBVH), die im ersten Kapitel dieser Broschüre zunächst die Vereinbarkeit der Bundeshaushaltsordnung (BHO) mit den Klimaschutzzielen der Bundesregierung erörtert. Der dargestellte Diskurs betrifft unmittelbar die vom Institut Wohnen und Umwelt durchgeführte Untersuchung zur Verschärfung des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ für Neubauten und Bestandssanierungen. So erscheinen das in der BHO verankerte Gebot der Wirtschaftlichkeit und die Klimaschutzziele der Bundesregierung nicht unmittelbar miteinander konkurrierend, wenn eine gesamtwirtschaftliche bzw. systemische Bewertung der Zweck-Mittel-Relation durchgeführt wird und die Auslegung der relevanten Gesetze, Verordnungen und Anwendungsempfehlungen nicht ausschließlich nach ökonomischen Gesichtspunkten erfolgt, sondern auch auf übergeordnete Ziele – wie eine langfristige, nachhaltige Entwicklung – Bezug nimmt.

Vereinbarkeit von Haushaltsrecht und Klimaschutzzielen

Dr. Bettina Hennig

Rechtsanwältin, Kanzlei von Bredow
Valentin Herz, Berlin

Dr. Steffen Herz

Rechtsanwalt, Kanzlei von Bredow
Valentin Herz, Berlin

Julia Rawe

Rechtsanwältin, Kanzlei von Bredow
Valentin Herz, Berlin

Ziel des folgenden Kapitels ist es, das rechtliche Verhältnis der Klimaschutz- und Energieeffizienzvorgaben der Bundesregierung und des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots bezogen auf die energieeffiziente Sanierung bzw. den Neubau öffentlicher Gebäude systematisch aufzuarbeiten und zu bewerten. Dabei soll aus juristischer Perspektive überprüft werden, ob und inwieweit sich aus dem haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebot, wie es in § 7 Bundeshaushaltsordnung (BHO) und dessen konkretisierenden Verwaltungsvorschriften kodifiziert ist, Beschränkungen bei der energieeffizienten Sanierung bzw. dem Neubau von öffentlichen Liegenschaften durch die öffentliche Hand ergeben. Dabei soll schwerpunktmäßig das Verhältnis des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots zu den Klimaschutz- und Energieeffizienzzielen der Bundesregierung und deren Umsetzung in verschiedenen, für die hiesige Fragestellung einschlägigen Strategieprogrammen und Rechtsnormen untersucht werden. Zu diesem Zweck erfolgt zunächst eine erste Herleitung der zu untersuchenden gesetzgeberischen Ziele, eine Sichtung und Systematisierung des normativen und programmatischen Bestands und die nähere Eingrenzung des projektrelevanten Anforderungsprofils aus den Politikbereichen „Klimaschutz und Effizienzvorgaben“ sowie „Haushaltsrecht und Wirtschaftlichkeitsgebot“.

Klimaschutz und Energieeffizienzvorgaben für den öffentlichen Gebäudebestand

Verfassungs- und völkerrechtliche Anknüpfung

In rechtlicher Hinsicht findet sich die primäre Anknüpfung für nachhaltigkeits- und klimapolitische Zielvorgaben im Kern in den – sowohl verfassungsrechtlich als auch gerechtigkeitsrechtlich – herzuleitenden dauerhaft und global garantierten Menschenrechten, die vielfach kodifiziert die staatliche wie globale Politik binden und auf ihre Berücksichtigung bzw. Effektivierung verpflichten. Insbesondere lassen sich im deutschen Rechtsraum hier etwa die klassischen Freiheitsgrundrechte und dort insbesondere das Recht auf Leben, Gesundheit und Existenzminimum (Art. 2 Abs. 2 GG) als unmittelbarer Anknüpfungspunkt nennen. Welches Maß an Klimaschutz dabei im Einzelnen normativ geboten ist, ist im Rahmen des politischen Diskurses eine gesetzgeberisch zu entscheidende Abwägungsfrage, wobei zwingende Mindeststandards und Abwägungsregeln zu berücksichtigen sind. Häufig wird als normative Anknüpfung für klimaschutzpolitische Ziele im deutschen Rechtsraum auch die Staatszielbestimmung in Artikel 20a

Grundgesetz (GG) genannt, wobei die normative Herleitung unmittelbar aus den Grundrechten insgesamt überzeugender erscheint.¹

Ein hieraus abgeleitetes und in Form bindender Rechtssetzung kodifiziertes Gesamtklimaschutzziel der Bundesregierung existiert bislang nicht. Jedoch hat die Bundesregierung das zwischenzeitlich in Kraft getretene sogenannte Übereinkommen von Paris (auch: Pariser Klimaschutzabkommen)² ratifiziert, das völkerrechtlich bindend festschreibt, dass die Staatengemeinschaft zum Zwecke der Verbesserung der Umsetzung der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf „deutlich unter 2°C über dem vorindustriellen Niveau“, wenn möglich sogar auf 1,5° über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen hat, um die Risiken und Auswirkungen des Klimawandels signifikant zu reduzieren (Art. 2 Abs. 2 lit. a des Paris-Abkommens). In Art. 4 Abs. 1 des Paris-Abkommens findet sich außerdem die Vorgabe, dass in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts eine Balance zwischen dem THG-Ausstoß der Menschheit und der Bindung dieser Emissionen in Senken erreicht werden soll. Letztlich wird hier also eine treibhausgas- bzw. klimaneutrale Lebens- und Wirtschaftsweise statuiert. Insbesondere die Klimagrenze von „deutlich unter 2°C“ verpflichtet dabei die Industriestaaten, wie Deutschland, zu ganz erheblichen und auch kurzfristigen Treibhausgasreduktionen.

Europarechtliche Anknüpfung: Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude in der Energieeffizienzrichtlinie

Grundsätzlich verpflichtet die derzeit in der Fortschreibung befindliche Energieeffizienzrichtlinie³ der EU die Mitgliedstaaten, Gebäude, die sich im Eigentum der jeweiligen Zentralregierung befinden und von ihr genutzt werden, bis 2020 mindestens nach den Vorgaben der Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie⁴ energetisch zu sanieren oder alternative Maßnahmen zur entsprechenden Energieeinsparung bei diesen Gebäuden durchzuführen. Hiermit soll der „Vorbildcharakter der Gebäude öffentlicher Einrichtungen“ (Art. 5 Energieeffizienzrichtlinie) im Energieeffizienzbereich verwirklicht werden:

- „Konkret stellt die EU-Energieeffizienzrichtlinie in Artikel 5 folgende Hauptanforderungen:
- Ab dem 1. Januar 2014 sind jährlich 3% der Gesamtfläche beheizter und/oder gekühlter Gebäude, die sich im Eigentum der Zentralregierung befinden und von ihr genutzt werden, mindestens nach den Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz gemäß EU-Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie zu renovieren.
 - Bis zum 31. Dezember 2013 ist ein Inventar der beheizten und/oder gekühlten Gebäude, die sich im Eigentum der Zentralregierung befinden und eine Gesamtnutzfläche von mehr als 500 m² bzw. ab 9. Juli 2015 von mehr als 250 m² aufweisen, zu erstellen.
 - Anstelle der 3%igen Sanierungsquote auf dem Niveau der Mindestanforderungen erlaubt die Richtlinie alternative Maßnahmen, die nachweislich zu Einsparungen mindestens im gleichen Umfang führen.“⁵

Programmatische Umsetzung auf Bundesebene: Klimaschutzplan 2050

Bereits seit 2010 besteht die Zielvorgabe der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 % zu reduzieren. Dieses Ziel wurde nunmehr in Anpassung an den Paris-Prozess im sogenannten Klimaschutzplan 2050 in eine langfristige Strategie mit Zwischenzielen und Maßnahmenpaketen überführt.

1 Eingehend hierzu und zum Folgenden m. w. N. Ekarde, Felix: Theorie der Nachhaltigkeit, 2. Auflage 2016, dort insb. § 3 F. und G., § 4, § 5 C. kürzer etwa ders., ZUR 2015, 579 ff.

2 Abrufbar unter: https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2016/09/2016-09-22-uebereinkommen-von-paris.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

3 Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG, ABl. EU v. 14.11.2012, Nr. L 315/1.

4 Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), ABl. EU v. 18.06.2010, Nr. L 153/13. 3% der Gebäudefläche, die nicht dem nationalen Mindeststandard entspricht, sollen jährlich saniert werden.

5 Untersuchung zur Umsetzung der Verpflichtungen gemäß Artikel 5 der Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU), Endbericht, S. 1.

Der Klimaschutzplan 2050 soll dabei die übergeordnete klimapolitische Strategie der Bundesregierung darstellen, in der die Einzelstrategien aus den verschiedenen Handlungsfeldern Energiewirtschaft, Gebäudebereich, Mobilität, Industrie und Wirtschaft, Landwirtschaft sowie Landnutzung und Forstwirtschaft zusammengeführt werden. Im Jahr 2018 soll der Klimaschutzplan 2050 mit einem quantifizierenden Maßnahmenprogramm unterlegt werden, das sicherstellen soll, dass die Zwischenziele für 2030 fortlaufend evaluiert, ggf. mit weiteren Meilenstein-Zielen untersetzt und so auch tatsächlich erreicht werden. Sofern erforderlich, werden einzelne dieser konkreten Maßnahmen dann in Gesetzes- oder Verordnungsform umgesetzt.

Insgesamt orientiert sich die deutsche Klimapolitik an dem Leitbild einer weitgehenden Treibhausgasneutralität bis 2050. Als programmatisches Zwischenziel wird vorgegeben, dass die Treibhausgasemissionen bis spätestens 2030 um mindestens 55 % gegenüber 1990 abgesenkt werden sollen. Bis spätestens 2040 soll eine Reduktion von mindestens 70 % erreicht werden.⁶

Vorgaben des Klimaschutzplans für den Gebäudebereich sowie bisherige normative und programmatische Ausgestaltung (EnEV, ESG, EnEV-Erlass, ESB)

Das allgemeine Ziel einer Treibhausgasreduktion wird im Klimaschutzplan 2050 auf die verschiedenen Handlungsfelder heruntergebrochen und mit konkreten Etappenzielen untersetzt. So soll konkret im Gebäudebereich bis 2030 eine Treibhausgasreduzierung gegenüber 1990 von 67 bis 66 % erreicht werden.⁷ Klimapolitisches Gesamtziel der Bundesregierung im Gebäudebereich ist es dabei, bis 2050 einen „nahezu klimaneutralen Gebäudebestand“ zu erreichen.⁸

Dieses Ziel wird auch in § 1 Absatz 1 der Energieeinsparverordnung (EnEV) festgeschrieben: „Zweck dieser Verordnung ist die Einsparung von Energie in Gebäuden. In diesem Rahmen und unter Beachtung des gesetzlichen Grundsatzes der wirtschaftlichen Vertretbarkeit soll die Verordnung dazu beitragen, dass die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand bis zum Jahr 2050, erreicht werden. Neben den Festlegungen in der Verordnung soll dieses Ziel auch mit anderen Instrumenten, insbesondere mit einer Modernisierungsoffensive für Gebäude, Anreizen durch die Förderpolitik und einem Sanierungsfahrplan, verfolgt werden. Im Rahmen der dafür noch festzulegenden Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Niedrigstenergiegebäuden wird die Bundesregierung in diesem Zusammenhang auch eine grundlegende Vereinfachung und Zusammenführung der Instrumente, die die Energieeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energien in Gebäuden regeln, anstreben, um dadurch die energetische und ökonomische Optimierung von Gebäuden zu erleichtern.“

Jedoch stellt der Klimaschutzplan 2050 hinsichtlich des diesbezüglichen Zielerreichungspfadest fest:

„Um langfristig einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, muss deutlich schneller in die energetische Optimierung des heutigen Bestands investiert werden. Spätestens im Jahr 2030 müssen die politischen Rahmenbedingungen so ausgestaltet sein, dass die energetische Sanierung von Gebäuden dem Anspruch eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands weitgehend genügt. [...] Das geltende Wirtschaftlichkeitsgebot wird dadurch nicht infrage gestellt.“⁹

Als übergeordnete Maßnahme wird im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung explizit auch die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand angesprochen und in diesem Zusammenhang insbesondere auf das bestehende „Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit“ der

6 Klimaschutzplan 2050, S. 21.

7 Klimaschutzplan 2050, S. 23.

8 Klimaschutzplan 2050, S. 37 ff.

9 Klimaschutzplan 2050, S. 42.

Bundesregierung für die Bundesverwaltung hingewiesen.¹⁰ In diesem Zusammenhang hat sich die Bundesregierung neben anderen insbesondere auch das Ziel gesetzt, einen „Energetischen Sanierungsfahrplan Bundesliegenschaften“ (ESB) zu erstellen und bei der künftigen Bautätigkeit zu berücksichtigen.¹¹ Als wesentlichen Anforderungshorizont des ESB nennt die Bundesregierung dabei aber – wie für alle Einzelmaßnahmen des Maßnahmenprogramms Nachhaltigkeit – wiederum die Wahrung des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots.¹² Der ESB wird derzeit erarbeitet, ist aber bislang noch nicht als Beschlussfassung veröffentlicht worden.

Bereits 2015 wurde zudem die „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ (ESG) beschlossen, die im Wesentlichen aufzeigen soll, wie das Ziel eines treibhausgasneutralen Gebäudebestands durch Kombinationen von Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energien erreicht werden kann. In der ESG wird im Zusammenhang mit den Aktivitäten der öffentlichen Hand ebenfalls auf den geplanten ESB und die damit verfolgten Ziele hingewiesen:

„Ziele sind die Reduzierung des Wärmebedarfs bis zum Jahr 2020 um 20 Prozent und die Minderung des Primärenergiebedarfs um ca. 80 Prozent bis zum Jahr 2050 (Bezugsjahre: 2010). [...] Im ESB werden daher im Wege einer ganzheitlichen Betrachtung alle Maßnahmen (Optimierung des Betriebs, Modernisierung der Gebäudetechnik, Sanierung der Gebäudehülle, Einsatz erneuerbarer Energien) zur Reduktion des Endenergieverbrauchs berücksichtigt. Die Erreichung dieser Ziele durch wirtschaftliche Maßnahmen steht im Fokus des ESB.“¹³

Der Monitoringbericht 2015 zum Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit der Bundesregierung stellte jedoch fest, dass im Rahmen der Erarbeitung des ESB erste Ergebnisse zeigten, „dass die energetische Gebäudequalität der Dienstliegenschaften größtenteils besser ist, und damit die energetischen Einsparpotentiale geringer sind, als ursprünglich angenommen. Damit zeichnet sich ab, dass die von der Bundesregierung gesetzten Ziele unter Einhaltung des haushaltsrechtlichen Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit (BHO) nicht erreicht werden. Modellrechnungen ergeben, dass mit wirtschaftlichen Maßnahmen bis 2020 maximal 16 Prozent des Endenergiebedarfs und bis 2050 maximal 66 Prozent des Primärenergiebedarfs eingespart werden können.“¹⁴

Eine weitere wichtige Säule bei den Aktivitäten der öffentlichen Hand im Bereich Klimaschutzziele im Gebäudebestand ist der sogenannte EnEV-Erlass 2014.¹⁵ Kern des Erlasses ist dabei die Vorgabe, dass im Bundesbau bestimmte Anforderungen aus der auf dem Energieeinsparungsgesetz (EnEG) beruhenden Energieeinsparverordnung (EnEV) unterschritten werden müssen. Insbesondere muss der zulässige Primärenergiebedarf bei allen Neubauten (nur bis zum 31. Dezember 2015) sowie im Falle von Änderung, Erweiterung und Ausbau von Bestandsgebäuden um mindestens 20 % unterschritten werden, und die energetische Qualität der Gebäudehülle (Wärmedämmung, Fenster) muss sogar um 30 % besser sein als zulässig.¹⁶ Im Zuge der steigenden Anforderungen der EnEV für Neubauten wird derzeit die Fortentwicklung des EnEV-Erlasses eruiert.

10 Nachhaltigkeit konkret im Verwaltungshandeln umsetzen – Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit, Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung, Beschluss vom 6. Dezember 2010; neuere Fassung vom 30. März 2015.

11 Vgl. Klimaschutzplan 2050, S. 79; Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit, Maßnahme Nr. 4. Der ESB soll auch der Umsetzung von Art. 5 der europäischen Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU dienen.

12 Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit 2010, S. 7 bzw. 2015, S. 16.

13 ESG, S. 65.

14 Monitoringbericht 2015, S. 8.

15 Erlass B13-8133-2/3 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit vom 10. Juni 2014 zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten – Vorgaben zur Unterschreitung der Anforderungen zur Energieeinsparverordnung 2013“.

16 ESG, S. 64.

Haushaltsrecht und Wirtschaftlichkeitsgebot

Das Wirtschaftlichkeitsgebot ist in einer Vielzahl von Regelungen auf allen Ebenen der Normenhierarchie verankert.

Europarechtliche Anknüpfung

Der haushaltsrechtliche Grundsatz der Wirtschaftlichkeit ist Teil der Haushaltsgrundsätze der EU (Art. 6 der EU-Haushaltsordnung¹⁷):

„Für die Aufstellung und Ausführung des Haushaltsplans gelten nach Maßgabe dieser Verordnung die Grundsätze der Einheit, der Haushaltswahrheit, der Jährlichkeit, des Haushaltsausgleichs, der Rechnungseinheit, der Gesamtdeckung, der Spezialität, der **Wirtschaftlichkeit der Haushaltsführung**, die eine wirksame und effiziente interne Kontrolle erforderlich macht, und der Transparenz.“

Zudem konkretisiert das Kapitel 7 der EU-Haushaltsordnung den Grundsatz der Wirtschaftlichkeit dahingehend, dass die zur Verfügung stehenden Mittel „im Einklang mit den Grundsätzen der Sparsamkeit, der Wirtschaftlichkeit und der Wirksamkeit, zu verwenden“ sind (Art. 30 Abs. 1 EU-Haushaltsordnung).

Dazu stellt Art. 30 Abs. 2 EU-Haushaltsverordnung klar:

„Der Grundsatz der Sparsamkeit erfordert, dass die Ressourcen, die von dem betreffenden Organ bei ihren Tätigkeiten eingesetzt werden, zum richtigen Zeitpunkt, in ausreichender Menge und angemessener Qualität sowie mit dem geringstmöglichen Kostenaufwand bereitgestellt werden.

Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit betrifft die optimale Relation zwischen den eingesetzten Mitteln und den erzielten Ergebnissen.

Der Grundsatz der Wirksamkeit betrifft das Erreichen bestimmter gesetzter Ziele und angestrebter Ergebnisse.“

Die EU-Haushaltsordnung verwendet den Begriff des Wirtschaftlichkeitsgrundsatzes also einmal im weiteren Sinne (umfassend auch den Grundsatz der Sparsamkeit und Wirksamkeit) und einmal im engeren Sinne (bestmögliche Mittel-Ergebnis-Relation).¹⁸

Verfassungsrechtliche Anknüpfung

Das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot ist in Artikel 114 Absatz 2 GG festgeschrieben. Aus diesem folgt der Grundsatz der Ordnungsmäßigkeit und der Wirtschaftlichkeit der öffentlichen Verwaltung:

„Art. 114“

- (1) Der Bundesminister der Finanzen hat dem Bundestage und dem Bundesrate über alle Einnahmen und Ausgaben sowie über das Vermögen und die Schulden im Laufe des nächsten Rechnungsjahres zur Entlastung der Bundesregierung Rechnung zu legen.
- (2) Der Bundesrechnungshof, dessen Mitglieder richterliche Unabhängigkeit besitzen, prüft die Rechnung sowie die Wirtschaftlichkeit und Ordnungsmäßigkeit der Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes. Zum Zweck der Prüfung nach Satz 1 kann der Bundesrechnungshof auch bei Stellen außerhalb der Bundesverwaltung Erhebungen vornehmen; dies gilt auch in den Fällen, in denen der Bund den Ländern zweckgebundene Finanzierungsmittel zur Erfüllung von Länderaufgaben zuweist. Er hat außer der Bundesregierung unmittelbar dem Bundestage und dem Bundesrate jährlich zu berichten. Im Übrigen werden die Befugnisse des Bundesrechnungshofes durch Bundesgesetz geregelt.“

17 Verordnung (EU, Euratom) Nr. 966/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 über die Haushaltsordnung für den Gesamthaushaltsplan der Union und zur Aufhebung der Verordnung (EG, Euratom) Nr. 1605/2002 des Rates, ABl. EU v. 26.10.2012, Nr. L 298/1.

18 Hierzu kurz auch Cuny, in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 145 f.

Artikel 114 Absatz 2 GG verpflichtet letztlich die staatlichen Exekutivbereiche auf die allgemeine Handlungsmaxime, dass der Einsatz öffentlicher Mittel (also der eingesetzte Aufwand an Zeit, Arbeitskraft und Finanzmitteln) stets im Verhältnis zu den damit erreichten Zielen für das Gemeinwohl stehen muss. Zudem darf das gleiche Ziel nicht auch mit geringerem Aufwand erreicht werden können. Oder anders gesagt:

„Die Verwaltung soll politische Ziele mit einem möglichst geringen Aufwand an Haushaltsmitteln erreichen (Kostenminimierung) bzw. mit einem bestimmten Mitteleinsatz das bestmögliche Ergebnis erzielen (Nutzenmaximierung), kurz: Sie soll kosteneffizient arbeiten.“¹⁹

Entscheidend ist dabei, dass sich der Wirkanspruch des Wirtschaftlichkeitsgebots als Rechtsprinzip auf das Haushaltsrecht bzw. noch enger auf die Verwendung öffentlicher Haushaltsmittel des Bundes beschränkt. Nicht etwa bindet es den die grundrechtlichen Abwägungsentscheidungen treffenden Gesetzgeber insgesamt oder bietet eine Handlungsanleitung für jegliches staatliches Handeln.²⁰

Konkretisierung durch § 7 BHO

Konkretisiert wird das Wirtschaftlichkeitsgebot durch die Regelungen der Bundeshaushaltsordnung (BHO). Für den hiesigen Untersuchungsgegenstand zentral ist dabei § 7 BHO („Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit, Kosten- und Leistungsrechnung“):

- „(1) Bei Aufstellung und Ausführung des Haushaltsplans sind die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit zu beachten. Diese Grundsätze verpflichten zur Prüfung, inwieweit staatliche Aufgaben oder öffentlichen Zwecken dienende wirtschaftliche Tätigkeiten durch Ausgliederung und Entstaatlichung oder Privatisierung erfüllt werden können.
- (2) Für alle finanzwirksamen Maßnahmen sind angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchzuführen. Dabei ist auch die mit den Maßnahmen verbundene Risikoverteilung zu berücksichtigen. In geeigneten Fällen ist privaten Anbietern die Möglichkeit zu geben darzulegen, ob und inwieweit sie staatliche Aufgaben oder öffentlichen Zwecken dienende wirtschaftliche Tätigkeiten nicht ebenso gut oder besser erbringen können (Interessenbekundungsverfahren).
- (3) In geeigneten Bereichen ist eine Kosten- und Leistungsrechnung einzuführen.“

Der in § 7 Abs. 1 Satz 1 BHO festgeschriebene Grundsatz der Wirtschaftlichkeit umfasst dabei das sogenannte Sparsamkeits- und das Ergiebigkeitsprinzip. Das sogenannte Sparsamkeitsprinzip (Minimalprinzip) verlangt, dass ein bestimmtes Ergebnis mit einem möglichst geringen Mitteleinsatz erzielt wird. Das sogenannte Ergiebigkeitsprinzip (Maximalprinzip) besagt demgegenüber, dass mit einem bestimmten Mitteleinsatz das bestmögliche Ergebnis zu erzielen ist.²¹

Die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nach § 7 Abs. 2 BHO soll dabei gewährleisten, dass Haushaltsmittel in diesem Sinne wirtschaftlich eingesetzt werden können:

„Sie dienen der systematischen Klärung, ob eine vorgesehene finanzwirksame Maßnahme ein politisches oder gesellschaftliches Ziel erreicht, ob die dabei eingesetzten Ressourcen und das Ergebnis in einem vorteilhaften Verhältnis zueinander stehen und ob sich der Mitteleinsatz auf ein Minimum beschränkt.“²²

19 Martini: Der Markt als Instrument hoheitlicher Verteilungslenkung, Mohr Siebeck 2008, S. 203.

20 Ebenda und m. w. N., S. 203 f.; zum Verfassungsrang des Wirtschaftlichkeitsgebots auch „Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach § 7 Bundeshaushaltsordnung“ – Empfehlungen des Präsidenten des Bundesrechnungshofes als Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit und Verwaltung, Verlag W. Kohlhammer 2013, S. 17 f.

21 Näher hierzu weiter unten, S. 18 ff.

22 „Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach § 7 Bundeshaushaltsordnung“ – Empfehlungen des Präsidenten des Bundesrechnungshofes als Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit und Verwaltung, Verlag W. Kohlhammer 2013, S. 74.

Ergänzung durch die VV-BHO und die Arbeitsanleitung des BMF

Die Vorgaben der BHO werden durch Verwaltungsvorschriften (VV-BHO) ergänzt und wiederum näher konkretisiert. Diese binden als verwaltungsinterne Vorgaben lediglich die von der Regelung adressierte Bundesverwaltung und entfalten mangels Rechtsnormcharakter keine unmittelbare Außenwirkung. Für die adressierte Bundesverwaltung sind solche Verwaltungsvorschriften jedoch grundsätzlich verbindlich. Die VV-BHO zu § 7 BHO konkretisieren dabei den Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und enthalten Festlegungen zu den gemäß § 7 Abs. 2 BHO erforderlichen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen.

Im Einzelnen treffen die VV-BHO konkretisierende Erläuterungen zu den folgenden Punkten:

- Grundsatz der Wirtschaftlichkeit, VV Nr. 1 zu § 7 BHO
- Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (Grundlagen, Methoden, Verfahrensvorschriften), VV Nr. 2 zu § 7 BHO
- Interessenbekundungsverfahren, VV Nr. 3 zu § 7 BHO
- Kosten- und Leistungsberechnung, VV Nr. 4 zu § 7 BHO

Von besonderem Interesse sind vorliegend die VV Nr. 1 und 2 zu § 7 BHO. Zur Umsetzung der VV Nr. 2.3 zu § 7 BHO („Methoden [Verfahren] der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“) wurde zudem die „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“ des Bundesministeriums der Finanzen (BMF) erlassen. Die Arbeitsanleitung erläutert im Wesentlichen die Schritte einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung im Sinne des § 7 BHO und soll so der Umsetzung des Wirtschaftlichkeitsgebots dienen. Sie ist selbst allerdings nicht Teil der – zumindest verwaltungsintern bindenden – VV-BHO, sondern stellt lediglich eine Empfehlung an die Verwaltung zur qualitativen Verbesserung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen dar.

Zudem existieren für einzelne spezielle Bereiche ergänzende Vorschriften zu der Arbeitsanleitung, die bei entsprechenden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zusätzlich herangezogen werden können. Diese werden in Abschnitt E der Arbeitsanleitung des BMF aufgeführt, etwa der Leitfaden des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes vom 2. Mai 2012.

Verhältnis zu energieeffizienzrechtlichen Wirtschaftlichkeits- und Kosteneffizienzpostulaten

Das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot ist dabei grundsätzlich von anderen Wirtschaftlichkeitspostulaten abzugrenzen und von diesen erst einmal unabhängig. Spezialgesetzliche Wirtschaftlichkeitspostulate werden durch das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot grundsätzlich also weder infrage gestellt noch verdrängt – und umgekehrt. Vielmehr sind die jeweiligen Anwendungsbereiche und spezifischen rechtlichen Vorgaben zu berücksichtigen, wobei diese auch – je nach Anwendungsbereich – nebeneinander und unabhängig voneinander bestehen können. Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist dabei das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot und seine konkrete Ausprägung im Hinblick auf die energetische Gebäudesanierung und der Neubautätigkeit des Bundes, weswegen im Folgenden die spezialgesetzlichen Wirtschaftlichkeitspostulate sowie die europarechtlichen Vorgaben des Energieeffizienzrechts keine vertiefte Betrachtung erfahren, sondern lediglich im Folgenden kurz überblicksartig skizziert werden.

So finden sich auch in den energieeffizienzrechtlichen Regelungen an verschiedenen Stellen Anknüpfungen zur „wirtschaftlichen Vertretbarkeit“ (vgl. § 1 Abs. 1 EnEV und § 5 Abs. 1 Satz 2 EnEG sowie etwa § 1 Abs. 2 EEWärmeG²³), zur „Kosteneffizienz“ (vgl. Art. 1 Abs. 1

23 Hier bringt der Einschub zur Wirtschaftlichkeit beispielsweise deklaratorisch zum Ausdruck, dass der Gesetzgeber sich bei der Ausgestaltung der Pflichten, Ersatzmaßnahmen und Ausnahmen im EEWärmeG darum bemüht hat, insgesamt die wirtschaftliche Vertretbarkeit zu bewahren – wobei nicht jede dem Bauherren überlassene Technologieoption in diesem Sinne wirtschaftlich vertretbar sein muss (vgl. auch BT-Drs. 16/8149, S. 21). Ob im Einzelfall aber die gesetzlich vorgegebene Nutzungspflicht des EEWärmeG entfällt, richtet sich hingegen ausschließlich nach den im Gesetz selbst festgelegten Ausnahmen. Der Verweis auf das Gebot der wirtschaftlichen Vertretbarkeit ist also auch hier nicht als absolute Grenze der gesetzlichen Verpflichtungen gemeint, sondern als Hinweis darauf, auf welchem Weg der Gesetzgeber die mit dem Gesetz verfolgten materiellen (Klimaschutz-)Ziele zu erreichen gedenkt. Vgl. hierzu auch etwa Müller, in: Müller/Oschmann/Wustlich, EEWärmeG, § 1 Rn. 38.

Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie) oder zum „kostenoptimalen Niveau“ der entsprechenden rechtlichen Effizienzvorgaben (vgl. Art. 4 Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie). Die Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie macht darüber hinaus auch detaillierte Vorgaben zur Berechnung der entsprechenden „kostenoptimalen Niveaus“ (vgl. Art. 5 und Anhang III der Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie), die durch die entsprechenden Umsetzungsakte der Europäischen Kommission²⁴ weiter konkretisiert wurden.²⁵

Die dortigen Vorgaben haben allerdings eine grundsätzlich andere Ausrichtung als das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot: Geht es beim haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebot – grob gesagt – um die Frage, wie die öffentliche Hand bei der Erfüllung ihrer Aufgaben mit den ihr dafür zur Verfügung stehenden öffentlichen Mitteln umzugehen hat, geht es bei den energieeffizienzrechtlichen Wirtschaftlichkeitspostulaten – ebenfalls grob gesagt – letztlich um den Schutz des einzelnen Bauherrn vor einer übermäßigen wirtschaftlichen Belastung durch die energetischen Effizienzvorgaben im Gebäudebereich.

So wollte der Gesetzgeber bei der Umsetzung seiner energiepolitischen Ziele vermeiden, dass der einzelne Bauherr wirtschaftlich überfordert wird, weil er aufgrund des Gesetzes zu Investitionen jenseits der Rentabilitätsschwelle gezwungen werden würde.²⁶ Aber nicht nur der einzelne Bauherr werde bei Überspannung der energetischen Anforderungen überfordert, auch gesamtwirtschaftlich würden extreme Anforderungen zu einer unproduktiven Bindung von Produktionsfaktoren und damit zu Wachstumsverlusten führen.²⁷ Daher machen etwa die genannten europarechtlichen Rechtssätze Vorgaben dazu, unter welchen wirtschaftlichen und berechnungsmethodischen Prämissen die Mitgliedstaaten ihr Energieeffizienzrecht weiterzuentwickeln haben.

Demgemäß berücksichtigt der Gesetz- und Verordnungsgeber bei der konkreten rechtlichen Ausgestaltung der energetischen Effizienzvorgaben die entsprechenden europä- und nationalrechtlichen Wirtschaftlichkeitsvorgaben fortlaufend bei der Anpassung der entsprechenden rechtlichen Vorgaben.²⁸ Dabei ergeben sich natürlich auch weitere Verpflichtungen etwa aus den völker- und europarechtlichen Klimaschutzrechtlichen Vorgaben, die insgesamt ebenfalls bei der konkreten Ausgestaltung der entsprechenden Regelungen zu berücksichtigen sind – wobei dem Gesetzgeber freilich insgesamt ein weiter Abwägungs- und Ausgestaltungsspielraum zusteht.

24 Delegierte Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten, ABl. EU v. 21.03.2012, Nr. L 81/18; Leitlinien zur delegierten Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten (2012/C 115/01), ABl. EU v. 19.04.2012, Nr. C 115/1.

25 Das Konzept des „kostenoptimalen Niveaus“ richtet sich dabei nicht an die jeweiligen Investoren, sondern an die Mitgliedstaaten und wird nicht in jedem Einzelfall, sondern im Hinblick auf die Festlegung allgemeingültiger Regelungen auf nationaler Ebene berechnet. Gemäß der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten dabei die geforderten Kostenoptimalitätsberechnungen sowohl auf makroökonomischer als auch auf „finanzieller“ Ebene durchführen. Dabei besteht etwa auch die Möglichkeit, „neben der Bepreisung von Kohlenstoffemissionen im Rahmen der ‚Gesamtkosten‘ weitere externe Kosten (z. B. Umwelt- oder Gesundheitskosten) in die Berechnung des makroökonomischen Kostenoptimums auf[zun]ehmen.“ Vgl. Leitlinien der Kommission, S. 3.

26 Frenz/Lülsdorf, in: Frenz/Lülsdorf, EnEG EnEV, 2015, § 5 EnEG, Rn. 5. Diese Grundausrichtung wird insbesondere auch durch die Härtefallklausel in § 5 Abs. 2 EnEG deutlich.

27 Begründung zum ersten Energieeinspargesetz 1976, BT-Drs. 7/4575, S. 8.

28 Eingehend hierzu etwa die Begründung der Bundesregierung zu der EnEV-Novelle 2013, BT-Drs. BR-Drs. 113/13 (Grunddrucksache), S. 67 f.

Dabei ist im Hinblick auf die für die öffentliche Hand geltenden Vorgaben freilich zu berücksichtigen, dass hier zusätzlich weitere Anforderungen und Spezifika gelten. So ist der Bund etwa unmittelbar dem effizienzrechtlichen Gebot des Vorbildcharakters der Gebäude öffentlicher Einrichtungen aus Art. 5 der Energieeffizienzrichtlinie unterworfen (siehe oben). Auch das Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit des Staatssekretärsausschusses für nachhaltige Entwicklung und – unter Bezugnahme hierauf – der Klimaschutzplan 2050 betonen ausdrücklich die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand und in diesem Zusammenhang auch die Erstellung des ESB (siehe oben). Dabei kann insgesamt eine solche Vorbildfunktion bereits begriffsinhärent nur dann sinnvoll ausgefüllt werden, wenn ihre Umsetzung „überobligatorische“ Leistungen des Verpflichteten beinhaltet. Denn sofern nur solche Maßnahmen ergriffen werden, die ohnehin bereits gesetzlich festgeschrieben worden sind, kann schwerlich von einem „Vorbild“ gesprochen werden, das die Gesamtgesellschaft ebenfalls zu den erwünschten überobligatorischen Anstrengungen anreizt. Vielmehr kann von einem Vorbild nur dann gesprochen werden, wenn die Anforderungen quasi „übererfüllt“ werden, um einen realen Anreiz für die Gesellschaft zu setzen, es der öffentlichen Hand gleichzutun.²⁹

Hiervon zunächst einmal unabhängig beurteilt sich allerdings die – vorliegend zu prüfende – Frage, ob und inwieweit das allgemeine **haushaltsrechtliche** Wirtschaftlichkeitsgebot gilt und welche Vorgaben es im Einzelnen konkret macht. Das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot gilt dabei grundsätzlich bei allen finanzwirksamen Maßnahmen des Bundes.

Inhalt und Reichweite des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots

Bedeutung und Inhalt des Wirtschaftlichkeitsgebots

Mit dem Maßstab der „Wirtschaftlichkeit“ in Art. 114 Abs. 2 GG wird ein ökonomisches Prinzip zum Bewertungsmaßstab für das Handeln der Exekutive erhoben.³⁰

Eine gesetzliche Definition dessen, was „Wirtschaftlichkeit“ im Rechtssinne bedeutet, ist im Grundgesetz oder in dem spezielleren § 7 BHO jedoch nicht ausdrücklich geregelt. Die VV Nr. 1 zu § 7 BHO enthält aber die folgende Regelung:

„Nach dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit ist bei allen Maßnahmen des Bundes einschließlich solcher organisatorischer oder verfahrensmäßiger Art die günstigste Relation zwischen dem verfolgten Zweck und den einzusetzenden Mitteln anzustreben. Die günstigste Zweck-Mittel-Relation besteht darin, dass entweder:

- ein bestimmtes Ergebnis mit möglichst geringem Einsatz von Mitteln oder
- mit einem bestimmten Einsatz von Mitteln das bestmögliche Ergebnis erzielt wird.“

29 Insbesondere sollen Ausnahmen von allgemeinen Umweltstandards nur im Bereich des Ordnungsrechts (bspw. „Kein Lärmschutz gegen Feuerwehirsirenen“) in Betracht kommen. Anders hingegen ist die Situation im Bereich der Risikoversorge, gerade bei großen Summationsschäden wie dem Klimawandel: Die Risikoversorge ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, sie setzt die Zusammenarbeit aller betroffenen Kräfte voraus. Dem Staat kommt dabei – nicht zuletzt auch aufgrund seiner Verantwortung zur Sicherung des Gemeinwohls – eine Führungsaufgabe zu. Nur so kann erwartet werden, dass auch die übrigen Mitverursacher Beiträge zur Risikominimierung leisten, vgl. etwa Wustlich, in: ZUR 2011, Heft 3, 113 (114). Infolgedessen ist es insbesondere Aufgabe der öffentlichen Hand, im Umweltschutz vorbildlich voranzuschreiten und auch entsprechende Zusatzleistungen zu erbringen.

30 von Arnim: Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip, Duncker & Humblot 1988, S. 67.

Im Einklang mit dieser Definition ist allgemein anerkannt, dass das Wirtschaftlichkeitsprinzip aus zwei Bestandteilen besteht:

- dem „Minimalprinzip“ oder dem „Prinzip der Kostenminimierung“ und
- dem „Maximalprinzip“ oder dem „Prinzip der Nutzenmaximierung“.³¹

Das Minimalprinzip kann etwa so umgesetzt werden, dass ein bestimmtes Ziel sowie die es unterlegenden Maßnahmen politisch präzise festgelegt sind und dann seitens der Exekutive mit den geringstmöglichen Ausgaben bzw. dem geringstmöglichen Aufwand erreicht werden sollen. Das Maximalprinzip ist dann von besonderer Relevanz, wenn eine Verwaltungseinheit für ein Ziel mit einem festen Budget ausgestattet wird und mit diesem die bestmögliche Zielerreichung zu gewährleisten hat („inputorientierte Haushaltssteuerung“³²).³³

Beide Prinzipien sind also letztlich auf eine Optimierung des Verhältnisses zwischen Aufwand und Ertrag bzw. Kosten und Nutzen ausgelegt. Wirtschaftlich handelt demnach, wer versucht, die ihm zur Verfügung stehenden begrenzten Mittel so zweckmäßig wie möglich einzusetzen.

Das Minimalprinzip

Nach dem Minimalprinzip ist stets die Frage zu stellen, ob und wie ein bestimmtes Ziel mit dem geringsten finanziellen Mittelaufwand erreicht werden kann. Inhaltlich stimmt das Minimalprinzip damit mit dem Minimierungsgrundsatz des Sparsamkeitsgebots überein.³⁴ Das Sparsamkeitsprinzip besagt, dass bei einem bereits festgelegten Zweck die Mittel, die zu seiner Erreichung beitragen sollen, zu minimieren sind.³⁵ Bei der Ausführung des Haushaltsplans steht der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit in seiner Ausprägung als Sparsamkeitsprinzip im Vordergrund.³⁶

Die BHO formuliert das Minimalprinzip dergestalt, dass Unwirtschaftlichkeit dann vorliege, wenn eine bestimmte Aufgabe „mit geringerem Personal- oder Sachaufwand erfüllt werden kann“, vgl. § 90 Nr. 4 BHO. Somit lässt sich dem Wirtschaftlichkeitsgebot ohne Zweifel die Verpflichtung zur Sparsamkeit entnehmen.

Es ist aber zugleich mehr als das Gebot einer bloßen Kostenminimierung. Versteht man das Problem der Wirtschaftlichkeit als die Frage nach der Angemessenheit des Verhältnisses von Kosten und Nutzen, so lässt dies zwar einerseits grundsätzlich einen erheblichen Gestaltungs- und Beurteilungsspielraum zu, ohne dass allerdings die Prüfung nach „freiem Ermessen“ erfolgen kann. Andererseits führt der Umstand, dass sich Kosten und – vor allem – Nutzen staatlicher Maßnahmen nur eingeschränkt eindeutig bestimmen lassen, nicht etwa dazu, dass das Wirtschaftlichkeitsgebot in Art. 114 Abs. 2 GG seine rechtliche Verbindlichkeit verlöre.³⁷

31 Vgl. nur etwa Heun, in: Dreier (Hrsg.): Grundgesetz Kommentar, 2. Auflage 2008, Art. 114, Rn. 29; Schwarz, in: Starck (Hrsg.): Kommentar zum Grundgesetz, 6. Auflage, Art. 114, Rn. 87; von Arnim: Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip, Duncker & Humblot 1988, S. 19; Mühlkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 3 ff.; Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 21 f.

32 So Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 21.

33 Mühlkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 4 f.

34 Grupp, Steuerung des Verwaltungshandelns durch Wirtschaftlichkeitskontrolle?, in: Die Öffentliche Verwaltung, August 1983 – Heft 16, S. 662.

35 Heun, in: Dreier (Hrsg.): Grundgesetz Kommentar, 2. Auflage 2008, Art. 114 Rn. 2.

36 Reus/Mühlhausen: Haushaltsrecht in Bund und Ländern. Planung, Ausführung, Prüfung, S. 1231, Rn. 568.

37 Schwarz, in: Starck (Hrsg.): Kommentar zum Grundgesetz, 6. Auflage, Art. 114 Rn. 89.

Das Maximalprinzip

Nach dem Maximalprinzip ist die Frage zu stellen, ob und wie ein Ziel mit den zur Verfügung stehenden Mitteln bestmöglich verwirklicht werden kann. Oder anders: Mit den gegebenen Mitteln ist der größtmögliche Nutzen zu erreichen.³⁸ Auch dies ergibt sich wiederum aus § 90 Nr. 4 BHO, wonach Unwirtschaftlichkeit im Sinne des Maximalprinzips dann vorliegt, wenn eine Aufgabe mit gleichem Aufwand „wirksamer“, d. h. ergiebiger, erfüllt werden kann.

Im Vergleich zum Minimalprinzip bzw. zum Sparsamkeitsgrundsatz sind bei der Anwendung des Maximalprinzips die finanziellen Mittel bereits vorgegeben. Mit diesen zur Verfügung stehenden Mitteln soll dann der gewünschte Erfolg maximiert werden.

Zusammenfassung

Da das Wirtschaftlichkeitsprinzip somit letztlich verlangt, die jeweilige Zweck-Mittel-Relation bei der Erreichung eines gegebenen Ziels zu optimieren, kann es bei der Berufung auf das Gebot gerade nicht (allein) darum gehen, den Mitteleinsatz ohne Rücksicht auf das Ergebnis zu minimieren. Auch besagt es nicht, dass das Ergebnis ohne Rücksicht auf die vorhandenen Mittel zu maximieren sei oder gar, dass das eigentlich zu erreichende Ergebnis zu minimieren sei, um dieses an geringere vorhandene Mittel anzupassen.³⁹

Zwischen verschiedenen Möglichkeiten ist also nicht stets – unabhängig von ihrer Effektivität für die Erreichung eines gesetzten Ziels – die billigste zu wählen, um dem Wirtschaftlichkeitsgebot gerecht zu werden.

Vielmehr sagt das Wirtschaftlichkeitsgebot etwas darüber aus, auf welchem Pfad ein bestimmtes gegebenes Ziel erreicht werden soll, nämlich – vereinfacht gesagt – auf dem kosteneffizientesten. Die angestrebte Zielerreichung oder gar das Ziel selbst werden durch das Wirtschaftlichkeitsgebot jedoch nicht hinterfragt bzw. berührt (näher hierzu sogleich).

Reichweite des Wirtschaftlichkeitsgebots: das Wirtschaftlichkeitsgebot als Zweckmäßigkeitsskontrolle

Im Rahmen der durch das Wirtschaftlichkeitsgebot vorgeschriebenen Zweckmäßigkeitsskontrolle sind nur die zur Zielverwirklichung durchgeführten bzw. zur Verfügung stehenden Maßnahmen, nicht aber die Ziele selbst Gegenstand der Wirtschaftlichkeitsüberprüfung. Auch lassen sich Angemessenheits- oder Brauchbarkeitsvorbehalte im Hinblick auf ein formuliertes und möglichst wirtschaftlich zu erreichendes Ziel nicht mit dem Gedanken einer Wirtschaftlichkeitsprüfung in diesem Sinne vereinbaren.

Eine Begrenzung der Wirtschaftlichkeitsprüfung auf haushaltsrechtliche Zweckmäßigkeitsskontrollen folgt zudem aus dem Gedanken, dass eine umfassende Gemeinwohlprüfung oder die Festlegung politischer Zielstellungen nicht Aufgabe des Bundesrechnungshofes ist, dem nach Art. 114 GG letztlich die Wirtschaftlichkeitskontrolle obliegt. Vor diesem Hintergrund erweist sich jede Wirtschaftlichkeitsprüfung zunächst als eine am bereits (durch die Politik) festgelegten Ergebnis orientierte Zweckmäßigkeitsskontrolle.⁴⁰ Teilweise wird das Wirtschaftlichkeitsgebot gar als „formales, inhaltsarmes und offenes Optimierungsgebot“⁴¹ verstanden, welches aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten, dieses Gebot mit Leben zu füllen, als uferlos angesehen wird, sodass eine trennscharfe Unterscheidung von politischen Wertungen stellenweise gar nicht möglich sei.

Die Offenheit des Prinzips zeigt sich insbesondere auch an dem folgenden Gedankengang: Da das Wirtschaftlichkeitsprinzip verlangt, Entscheidungsalternativen zu vergleichen, ihre

38 Grupp, *Steuerung des Verwaltungshandelns durch Wirtschaftlichkeitskontrolle?*, in: *Die Öffentliche Verwaltung*, August 1983 – Heft 16, S. 662.

39 Vgl. etwa von Arnim: *Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip*, Duncker & Humblot 1988, S. 19.

40 Schwarz, in: Starck (Hrsg.) *Kommentar zum Grundgesetz*, 6. Auflage, Art. 114, Rn. 87.

41 Heun, in: Dreier (Hrsg.) *Grundgesetz Kommentar*, 2. Auflage 2008, Art. 114 Rn. 29; von Arnim: *Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip*, Duncker & Humblot 1988, S. 19; Gröpl, in: *BHO/LHO: Staatliches Haushaltsrecht*, C.H. Beck, München 2011, § 7 BHO Rn. 10.

voraussichtlichen Folgen zu ermitteln und zu bewerten und die relativ beste Alternative auszuwählen, erfordert die Anwendung im Grunde genommen ein Schätzurteil. Diese Schätzurteile ergeben sich wiederum aus der Ermittlung der voraussichtlichen Folgen der möglichen Alternativen und Werturteile (Bewertung der Alternativen). Darüber, wie die Schätzurteile zu gewinnen und welche Werte der Bewertung zugrunde zu legen sind, sagt das Wirtschaftlichkeitsprinzip selbst nichts aus. Da der Kern des Wirtschaftlichkeitsprinzips in der Abschätzung und Bewertung der Folgen der zur Wahl stehenden Entscheidungsalternativen besteht, kann man auch von einer folgenorientierten Entscheidungsmethode sprechen.⁴²

Das Gebot der Wirtschaftlichkeit ist somit selbst kein Rechtsprinzip, denn es sagt nicht, was optimiert werden soll, sondern dass optimiert werden soll. Es sagt nichts über die Zwecke, die durch seine Anwendung optimal realisiert werden sollen – weil es sich mit allen denkbaren Zwecken verbinden lässt:

„Es sagt nichts darüber aus, welche Ziele/Aufgaben bzw. Outputs/Outcomes zu verfolgen sind. Anders formuliert: Das Wirtschaftlichkeitsprinzip kann grundsätzlich auf jede Zielsetzung angewandt werden. Unterschiedliche Zielsetzungen bzw. Perspektiven führen leicht zu unterschiedlichen Wirtschaftlichkeitsbeurteilungen. So kann z. B. eine Maßnahme aus einzelwirtschaftlicher Sicht positiv sein, während sie aus gesellschaftlicher Sicht unvorteilhaft ist. Die Formulierung von Zielen ist politischer Natur.“⁴³

„Wirtschaftlichkeit“ ist daher ein unbestimmter Rechtsbegriff mit Beurteilungsspielraum⁴⁴ und bedeutet – kurz gesagt – eine optimale Relation zwischen den eingesetzten Ressourcen und den erzielten Ergebnissen. Daher ist der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit auch kein statisches Prinzip. Es muss für jeden Einzelfall anhand der Ziele – die mit einer bestimmten kostenverursachenden Maßnahme verfolgt werden – geprüft werden, mit welchen Maßnahmen vorhandene Ressourcen bestmöglich eingesetzt werden und was „Wirtschaftlichkeit“ insofern bedeutet.

Dabei ist zu beachten, dass es dem Wirtschaftlichkeitsprinzip im Kern um Effizienz geht. Effizienz und Effektivität einer Maßnahme sind jedoch nicht zwangsläufig kongruent: Eine Maßnahme kann sehr wohl (kosten-)effizient, aber nicht effektiv sein bzw. effektiv, aber nicht effizient. Oder anders: „Es ist durchaus möglich, hocheffizient am Ziel vorbeizuschießen.“⁴⁵ Daher ist es von hervorgehobener Bedeutung, die (potenzielle) Effektivität einer untersuchten Maßnahme in einem ersten Schritt unabhängig von ihrer (potenziellen) Wirtschaftlichkeit bzw. Kosteneffizienz zu prüfen. Erst wenn geklärt ist, mit welchen Maßnahmen sich ein politisch festgesetztes Ziel überhaupt effektiv erreichen lässt, kann das Wirtschaftlichkeitsgebot angewendet werden, um die effizienteste dieser Maßnahmen zu ermitteln.⁴⁶

Trotz der unbestreitbaren Verbindlichkeit des Wirtschaftlichkeitsgebotes bleibt dieses doch ein unbestimmter Rechtsbegriff, der nicht in allen Fällen eindeutige Schlussfolgerungen zulässt, zumal es sich – dem Namen entsprechend – bei Wirtschaftlichkeitsprognosen meist in der Tat um Prognosen handelt, mit denen zukünftige Gegebenheiten eingeschätzt werden sollen. Den zuständigen Stellen muss daher bei der Einschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme ein gewisser Spielraum zugestanden werden. So soll § 7 Abs. 1 BHO so lange und so weit nicht verletzt sein, als die zugrunde liegende Entscheidung vertretbar erscheint.⁴⁷

42 von Arnim: Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip, Duncker & Humblot 1988, S. 33.

43 Mühlkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 10.

44 So auch Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 21.

45 Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 22.

46 So auch Mühlkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 14 f. und insb. Fußnote 27. Vgl. hierzu auch unten Abschnitt 3.3.4.1.

47 Gröpl, in: BHO/LHO: Staatliches Haushaltsrecht, C.H. Beck, München 2011, § 7 BHO Rn. 19.

Grenzen des Wirtschaftlichkeitsgebots: Wirtschaftlichkeitsprinzip und sonstige Rechtsnormen

Das Wirtschaftlichkeitsgebot bindet die Exekutive. Genauso wird diese aber auch von sonstigen Rechtsnormen, die legislativ materielle politische Zielstellungen umsetzen, gebunden. Es stellt sich daher die Frage, ob im Kollisionsfall das Wirtschaftlichkeitsprinzip dem positiven Recht vorgeht oder umgekehrt. Spannungsfelder sind im Rahmen der vorliegend zu untersuchenden Fragen insbesondere denkbar, wenn beispielsweise rechtsverbindliche völker-, europa- und nationalrechtliche Regelungen wie das Pariser Klimaschutzabkommen, die Gebäude- oder Energieeffizienzrichtlinie oder EnEG/EnEV rechtlich verbindlich bestimmte Zielvorgaben vorgeben, die zu erreichen sind.

Wenn Regeln bestehen, unter die ein gewisser Sachverhalt subsumiert werden kann, so müssen diese Regelungen jedoch grundsätzlich dem haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebot vorgehen.⁴⁸ Das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot kann und darf daher nur im Rahmen dieser Regeln gelten. Ein der Rechtsnorm Unterworfener muss zunächst die Regel einhalten, bevor er das Wirtschaftlichkeitsgebot bei der Anwendung eben dieser konkreten Regelung berücksichtigen kann. Steht dann das Wirtschaftlichkeitsgebot der Ausführung der Regelung entgegen, so darf es nicht etwa unter Verletzung der jeweiligen Norm durchgesetzt werden.

Das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot kann somit grundsätzlich nur im Rahmen der Rechtsnormen gelten. So gesehen, begrenzt das Recht im engeren Sinne die Anwendbarkeit des Wirtschaftlichkeitsprinzips. Soweit es um das Verhalten des Anwenders der Regeln geht, sind die Regeln nicht Gegenstand des Wirtschaftlichkeitsprinzips, sondern Rahmen für die Anwendung des Wirtschaftlichkeitsprinzips. Das Prinzip entfaltet daher insbesondere in den Bereichen Wirkung, in denen den Regelanwendern ein Ermessensspielraum zusteht.⁴⁹

Dementsprechend genießt das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsprinzip nicht etwa Vorrang gegenüber anderen Verfassungsprinzipien (vgl. Art. 1 Abs. 3 GG Art. 20 GG) oder verdrängt gar die Abwägungsprärogative des parlamentarischen Gesetzgebers (Art. 20 Abs. 3 Halbsatz 1 GG). Auch die Exekutive sowie die Rechtsprechung ist prioritär an Gesetz und Recht gebunden (Art. 20 Abs. 3 Halbsatz 2, Art. 97 Abs. 1 GG). Wirtschaftlichkeitsabwägungen darf sie aber dennoch anstellen, soweit diese gesetzlich normiert sind und insoweit bei der Gesetzesauslegung zu berücksichtigen sind.⁵⁰

Im Ergebnis bleibt es dabei, dass das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot nicht unmittelbar in „materieller“ Konkurrenz zu gesetzgeberischen oder exekutiven Entscheidungen steht. Vielmehr gibt es vor, wie diese insgesamt zu erreichen und konkret auszugestalten sind.

Konkretisierung des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebots

Angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen

Der haushaltsrechtliche Grundsatz der Wirtschaftlichkeit ist bei allen Maßnahmen des Bundes, die die Einnahmen und Ausgaben des Bundeshaushalts unmittelbar oder mittelbar beeinflussen, zu beachten. Dies sind auch etwa Sanierungsvorhaben öffentlicher Einrichtungen und Gebäude oder entsprechende Neubauten.⁵¹

48 von Arnim: Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip, Duncker & Humblot 1988, S. 93.

49 von Arnim: Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip, Duncker & Humblot 1988, S. 94.

50 Gröpl, in: BHO/LHO: Staatliches Haushaltsrecht, C.H. Beck, München 2011, § 7 BHO Rn. 17.

51 So beispielhaft auch etwa Mühlenkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 1.

Dabei müssen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Maßnahmen angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nach den haushaltsrechtlichen Vorgaben durchgeführt werden (siehe oben). Dies betrifft sowohl Maßnahmen, die nach einzelwirtschaftlichen Kriterien (z. B. Beschaffungen für den eigenen Verwaltungsbereich und Organisationsänderungen in der eigenen Verwaltung), als auch Maßnahmen, die nach gesamtwirtschaftlichen Kriterien (z. B. Investitionsvorhaben im Verkehrsbereich, Subventionen und Maßnahmen der Sozial- und Steuerpolitik), zu beurteilen sind. Unter die zu beurteilenden Maßnahmen fallen dabei grundsätzlich auch Gesetzgebungsvorhaben.⁵²

Dabei muss allerdings insgesamt sichergestellt sein, dass der Informationsnutzen mit den Informationskosten in einem angemessenen Verhältnis steht und aus einer Vielzahl möglicher Bewertungsverfahren die angemessene und geeignete Methode für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung genutzt wird, oder anders: Auch die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung selbst muss wirtschaftlich sein.⁵³ Zudem sollte der Aufwand auch der Bedeutung der zu untersuchenden Maßnahme entsprechen, die sich insbesondere nach dem Investitionsvolumen, der Haushaltsbelastung und der Gesamtdauer des Projekts bemisst.⁵⁴

Dabei bleibt es insgesamt bei dem vorstehenden Befund aus den Abschnitten 3.3.2 und 3.3.3, dass das Wirtschaftlichkeitsgebot selbst und damit auch die es konkretisierenden Untersuchungen grundsätzlich keinen eigenständigen Beitrag zur materiellen politischen Zielfindung leisten, sondern lediglich der Bestimmung des unter mehreren auszuwählenden „Zielerreichungspfaden“ dienen (Unterstreichungen im Original):

„Es besteht weitgehender Konsens darüber, dass Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nicht die politische Entscheidung ersetzen, sondern die Daten- bzw. Informationsbasis für politische Entscheidungen verbessern sollen. Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen haben darüber hinaus die Aufgabe, die Transparenz politischer Beschlüsse zu steigern.“⁵⁵

Anderorts ist die Rede davon, Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen erforderten „in planvoller und systematischer Vorgehensweise die Herstellung und Aufbereitung einer Datengrundlage zur Durchführung einer absoluten [...] oder einer komparativen [...] Bewertung, die mit der Festlegung der Vorteilhaftigkeit der bzw. einer Lösung als Grundlage einer (eigenen oder durch andere getroffenen) Entscheidung endet.“⁵⁶

Der typische „Standort“ der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen eines legislativen und exekutiven Entscheidungsprozesses wird im Schrifttum dementsprechend etwa wie folgt dargestellt:

52 Vgl. Nr. 1 VV-BHO zu § 7 BHO; Reus/Mühlhausen: Haushaltsrecht in Bund und Ländern. Planung, Ausführung, Prüfung, S. 123, Rn. 569.

53 Vgl. hierzu kurz etwa Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 24.

54 Vgl. hierzu etwa Sieg, in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 44 f.

55 Mühlkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 16 m. w. N.

56 Windoffer: Verfahren der Folgenabschätzung als Instrument zur rechtlichen Sicherung von Nachhaltigkeit, Mohr Siebeck 2011, S. 261.

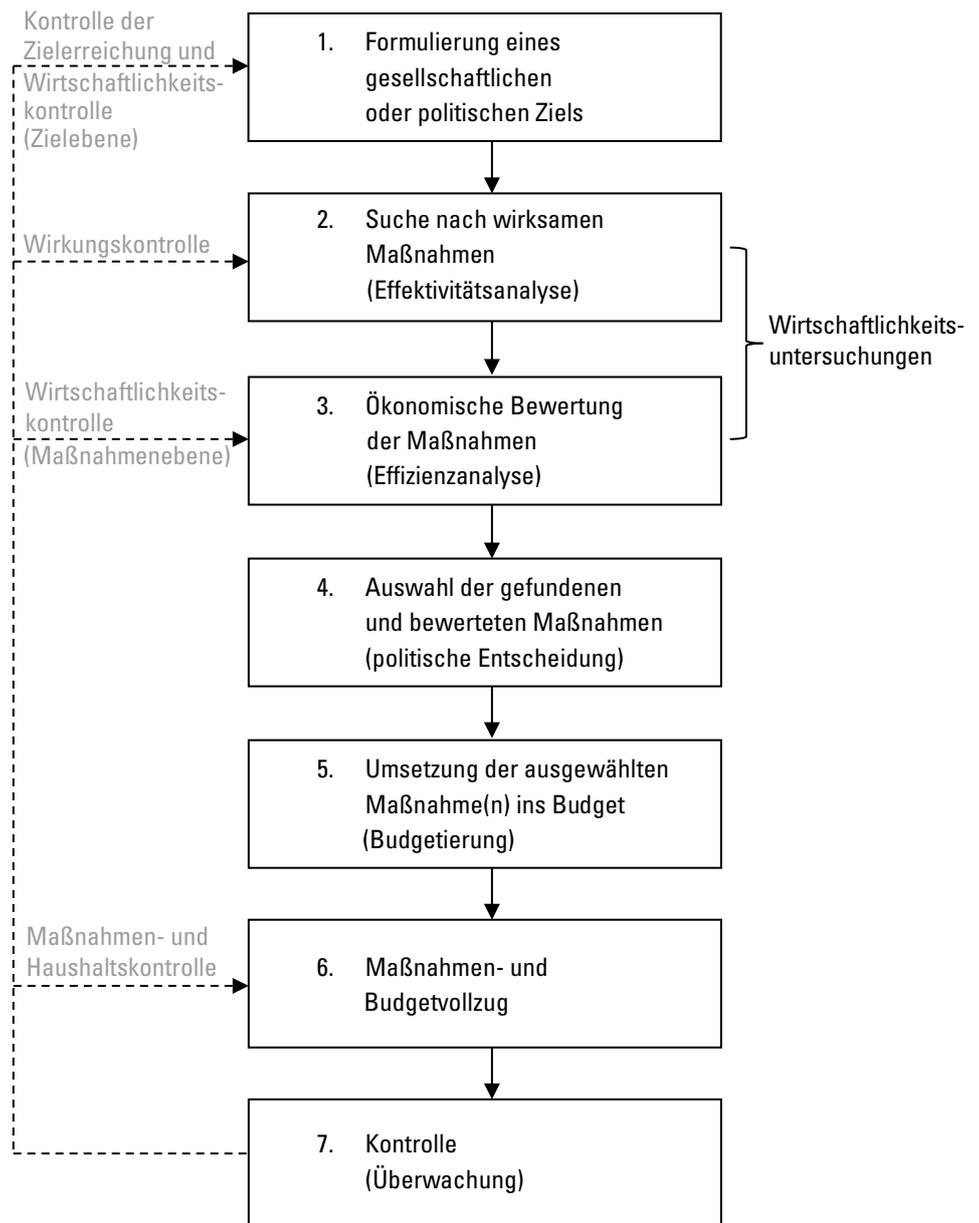


Abbildung 1:

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen eines legislativen und exekutiven Entscheidungsprozesses*

*Mühlenkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 14.

Die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sind demnach – kongruent mit dem oben dargestellten Verständnis der rechtlichen Einordnung des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsprinzips – erst dann heranzuziehen, wenn die zur Zielerreichung geeigneten (weil potenziell effektiven) Maßnahmen bestimmt sind. Unter diesen – und nur diesen – ist die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung dann zu nutzen, um die effizienteste auszuwählen. Denn solche Maßnahmen, die angesichts des politisch vorgegebenen Ziels von vornherein als ineffektiv zu bewerten sind, „leisten definitionsgemäß keinen Beitrag zur Aufgaben- oder Problemlösung, verursachen aber unter realistischen Umständen Kosten bzw. verbrauchen Ressourcen. Daher können ineffektive Maßnahmen niemals effizient in Hinblick auf die Zielerreichung sein“.⁵⁷

57 Mühlenkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 14 f. und insb. Fußnote 27.

Zur Ergebnisaufbereitung und Entscheidungsfindung enthält die „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“ des BMF die Vorgabe, dass jede haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung mit dem Ergebnis auch einen Entscheidungsvorschlag unterbreiten muss. Dabei ist die Frage zu beantworten, ob das beabsichtigte Ziel erreicht werden kann und wenn ja, mit welcher wirtschaftlichsten Handlungsalternative. Dabei enthält die Arbeitsanleitung auch klare Vorgaben dazu, wie zu verfahren sein soll, wenn die bestmöglich wirksame und gleichzeitig kosteneffizienteste (also die wirtschaftlichste) Lösung bislang nicht ausreichend budgetiert ist:

„Stellt sich heraus, dass die wirtschaftlichste Handlungsalternative aufgrund von fehlenden Haushaltsmitteln nicht verfolgt werden kann, so ist dem im Rahmen der haushaltsrechtlichen Möglichkeiten durch Umschichtung von Haushaltsmitteln oder durch zeitliche Priorisierung der Maßnahmen zu begegnen.“⁵⁸

Einzel- und gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen

Die durch die haushaltsrechtlichen Vorgaben vorgeschriebenen (siehe oben) Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen können dabei nach unterschiedlichen Verfahren und Methoden vorgenommen werden. Zur Auswahl stehen dabei grundsätzlich Verfahren und Methoden der einzel- sowie der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung.⁵⁹

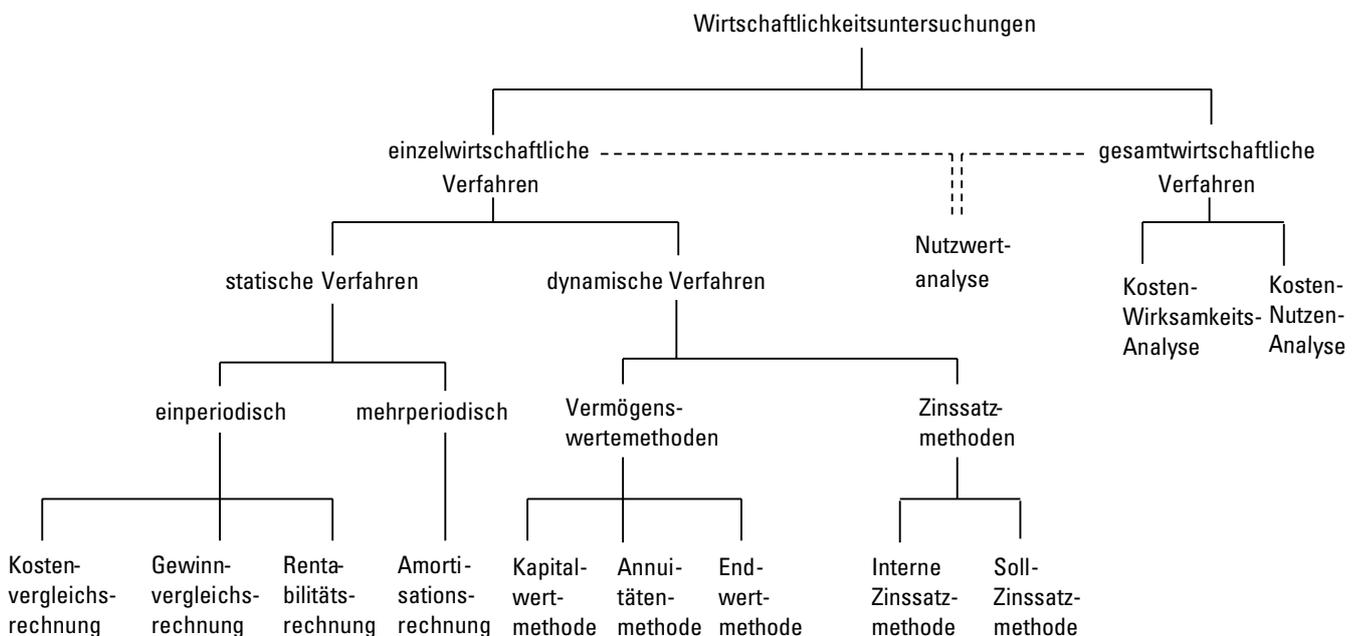


Abbildung 2:

Methoden der einzel- sowie der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung*

*Mühlenkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 20.

Wann eine Maßnahme für die Überprüfung ihrer Vereinbarkeit mit dem haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsgebot einzelwirtschaftlich und wann gesamtwirtschaftlich zu betrachten ist und welche Methoden hierbei regelmäßig zur Anwendung kommen sollen, ergibt sich aus Nr. 2.3.1 und Nr. 2.3.2 zu § 7 VV-BHO.

58 Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 28.

59 Ausführlich zu den verschiedenen Verfahren und Methoden etwa (m.w.N.) Mühlenkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 18 ff.; überblicksartig auch Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 24 ff.

Nach Nr. 2.3.1 VV-BHO sind

„gesamtwirtschaftlich orientierte Verfahren [...] für alle Maßnahmen mit erheblichen gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen geeignet. Einzelwirtschaftlich orientierte Verfahren sind geeignet für Maßnahmen, die sich in erster Linie auf den betrachteten Verwaltungsbereich (z. B. Ministerium, Behörde) beziehen.“

Darüber hinaus regelt Nr. 2.3.2 VV-BHO, wie einzelwirtschaftliche Verfahren durchzuführen sind:

„Für Maßnahmen mit nur geringen und damit zu vernachlässigenden gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sind grundsätzlich die finanzmathematischen Methoden der Investitionsrechnung (Kapitalwertmethode) zu verwenden. Nicht monetär fassbare Einflussfaktoren können durch eine Nutzwertanalyse berücksichtigt werden.

Für Maßnahmen mit nur geringer finanzieller Bedeutung ohne langfristige Auswirkungen können auch Hilfsverfahren (z. B. Kostenvergleichsrechnungen, Angebotsvergleiche) durchgeführt werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung selbst, d. h. der Umfang sowie der Erstellungsaufwand, in einem angemessenen Verhältnis zur finanzwirksamen Maßnahme steht.“

Demgegenüber sind für „Maßnahmen, die nicht zu vernachlässigende gesamtwirtschaftliche Auswirkungen haben, gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (z. B. Kosten-Nutzen-Analyse) durchzuführen.“ Beispiele: Investitionsvorhaben im Verkehrsreich, Subventionen und Maßnahmen der Sozial- und Steuerpolitik.⁶⁰

In Nr. 2.4 VV-BHO ist geregelt, dass die entsprechenden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen grundsätzlich von der Organisationseinheit durchzuführen sind, die mit der Maßnahme befasst ist. Alle Arbeitsschritte einschließlich Annahmen, Datenherkunft und Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung sind nachvollziehbar zu dokumentieren und zu den Akten zu nehmen. Bei Maßnahmen mit nur geringer finanzieller Bedeutung kann von diesem Dokumentationsumfang abgesehen werden. Denn auch die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung selber muss wirtschaftlich sein.⁶¹ § 7 Abs. 2 BHO fordert lediglich „angemessene“ Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen.

Die bis hier dargestellten Merkmale des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsprinzips zugrunde gelegt, bestimmt sich das anzuwendende Verfahren (einzel- oder gesamtwirtschaftliche Betrachtung) nach:⁶²

- Art der Maßnahme,
- dem mit der Maßnahme verfolgten Ziel und
- den mit der Maßnahme verbundenen Auswirkungen.⁶³

Naheliegenderweise bestimmt die Auswahl der Untersuchungsmethode die Aussagefähigkeit einer Untersuchung und damit über ihre Eignung als Entscheidungsgrundlage.⁶⁴ Daher ist die Auswahl des Bewertungsverfahrens von entscheidender Bedeutung für Aussagen über die Wirtschaftlichkeit einer untersuchten Maßnahme: Denn die gewählte Betrachtungsperspektive kann insgesamt erheblichen Einfluss auf die Beurteilung

60 „Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach § 7 Bundeshaushaltsordnung“ – Empfehlungen des Präsidenten des Bundesrechnungshofes als Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit und Verwaltung, Verlag W. Kohlhammer 2013, S. 48.

61 Vgl. 2.3.2 Abs. 3 VV zu § 7 BHO.

62 Mühlkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyerer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 83 ff., schlägt als „Determinanten der Methodenauswahl“ demgegenüber den Informationsbedarf der Entscheidungsträger sowie die Projekteigenschaften („Wirkungreichweite, Projektgröße, Wirkungsvielfalt und Dauer“) vor.

63 Vgl. auch Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen, S. 5 f.

64 „Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach § 7 Bundeshaushaltsordnung“ – Empfehlungen des Präsidenten des Bundesrechnungshofes als Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit und Verwaltung, Verlag W. Kohlhammer 2013, S. 48.

der Wirtschaftlichkeit von finanzwirksamen Maßnahmen haben, da eine zu enge Betrachtungsperspektive zu verzerrten Ergebnissen führen kann. Bei erheblichen gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sollte die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung dabei in einem gesamtwirtschaftlich orientierten Verfahren mit einer entsprechenden Betrachtung durchgeführt werden.⁶⁵

Bei der einzelwirtschaftlichen Betrachtung, also für solche Maßnahmen, die sich in erster Linie auf den betrachteten Verwaltungsbereich (Behörde, Ministerium) beziehen, sind grundsätzlich, weil diese meist nur mit geringen und damit zu vernachlässigenden gesamtwirtschaftlichen Nutzen und Kosten verbunden sind, die finanzmathematischen Methoden der Investitionsrechnung (z. B. die sogenannte Kapitalwertmethode) zu verwenden.⁶⁶

Die Kapitalwertmethode soll als die „im Regelfall zweckmäßigste“⁶⁷ einzelwirtschaftliche Methode nachfolgend kurz skizziert werden:

Die Kapitalwertmethode bietet sich bei größeren Vorhaben und insbesondere zur Beurteilung der optimalen Finanzierung einer Maßnahme an. Die Kapitalwertmethode beschränkt sich dabei auf die Betrachtung der Kostendaten der periodisch anfallenden Kosten. Es werden hierbei alle künftigen Ein- und Ausnahmen auf den gleichen Zeitpunkt abgezinst⁶⁸ und damit als sogenannte Kapitalwerte vergleichbar gemacht. Bezugszeitpunkt soll dabei der Entscheidungszeitpunkt sein. Für die Berechnung des Kapitalwertes sind alle voraussichtlichen Ein- und Auszahlungen im gesamten Betrachtungsraum der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zu ermitteln. Annahmen zu Preisentwicklungen, die z. B. über die Ableitung von Indizes des Statistischen Bundesamts ermittelt werden, sind in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung explizit auszuweisen.⁶⁹ Die Einzahlungen sollten positiv und die Auszahlungen negativ dargestellt werden. Zahlungen, die vor dem Bezugszeitpunkt fällig sind, müssen entsprechend aufgezinst werden. Bereits getätigte Zahlungen, die nicht entscheidungsrelevant sind, werden nicht einbezogen. Sofern die laufenden Zahlungen nicht zum Ende des Jahres fällig sind, kann dies durch Multiplikation des Barwerts mit einem Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Wenn es absehbar entscheidungsrelevant ist, können die Abzinsungen noch genauer (monatlich oder noch präziser) vorgenommen werden.⁷⁰

Ergänzend kann aber auch für nicht monetarisierbare Bewertungsaspekte bei einer einzelwirtschaftlichen Betrachtung ergänzend die qualitativ ausgelegte Methode der Nutzwertanalyse herangezogen werden.⁷¹

Gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen werden am häufigsten mit der Kosten-Nutzen-Analyse betrachtet.⁷² Dies ist das umfassendste Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung.⁷³ Sie erfasst sämtliche mit der Maßnahme bzw. den Alternativen verbundenen Kosten und stellt diese dem Nutzen gegenüber. Anders als bei den einzelwirtschaftlichen Verfahren findet im Allgemeinen eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung statt, d. h., alle positiven wie negativen Wirkungen der Maßnahme sind in Ansatz zu bringen, unabhängig davon, wo und bei wem sie anfallen.

65 Ebenda, S. 50 sowie insgesamt auch S. 27 f.

66 Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 76 ff.

67 Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 15.

68 Abzinsen: Finanzwirtschaftliche Methode, bei der der Wert einer zukünftigen Zahlung für einen Zeitpunkt, der vor dem der Zahlung liegt, berechnet wird.

69 Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 15.

70 Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 16.

71 Kurz zur Methode etwa Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 19 f.

72 Vgl. zu weiteren Methoden der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung (insb. Kosten-Wirksamkeits-Analyse oder Kosten-Nutzwert-Analyse) m.w.N. überblicksartig etwa Mühlenkamp: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011, S. 50 ff.

73 Vgl. hierzu und zum Folgenden Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, Rundschreiben d. BMF v. 31. August 1995 – II A 3 – H 1005 – 23/95 – (GMBI 1995, S. 764), S. 21.

Je nach dem Grad der Erfassbarkeit und der Möglichkeit zur Monetarisierung lassen sich die aufzunehmenden Positionen gliedern in:

- direkte Kosten bzw. Nutzen, die aufgrund verfügbarer Marktpreise direkt ermittelbar sind (z. B. die Investitionskosten beim Autobahnbau),
- indirekte Kosten/Nutzen, die erst über Vergleichsabschätzungen monetär zu ermitteln sind (z. B. die Lärmbelästigung durch eine Autobahn) und
- nicht monetarisierbare Kosten/Nutzen, die nicht über eine Vorteils-/Nachteilsdarstellung oder eine Nutzwertanalyse zu bewerten sind (z. B. die Veränderung des Landschaftsbildes).

Nach der „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“ des BMF ist es zudem Voraussetzung für den Einsatz der Kosten-Nutzen-Analyse, dass eine für den Fachbereich spezifizierte Vorgabe vorliegt, welche die Ziele, die zu erfassenden Maßnahmenwirkungen und Bewertungsmaßstäbe enthält, um die Erstellung einer Kosten-Nutzen-Analyse zu vereinfachen und eine übergreifende Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Tabelle 1:

Überblick über Verfahren und Methoden der einzel- und gesamtwirtschaftlichen Betrachtung*

| Verfahren | Einzelwirtschaftliche Betrachtung | Gesamtwirtschaftliche Betrachtung |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|
| monetäre Bewertung | Kapitalwertmethode | Kosten-Nutzen-Analyse |
| nicht monetäre Bewertung | Nutzwertanalyse | Nutzwertanalyse im Rahmen der Kosten-Nutzen-Analyse |

*Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen des Bundesministeriums der Finanzen, S. 5.

Untersuchungsmethode zur Ermittlung der energetischen Gebäudesanierung des Bundes anhand des ESB

Aus den dargelegten Grundsätzen über die Inhalte und Analysemethoden sowohl der einzel- als auch gesamtwirtschaftlichen Verfahren lassen sich Erkenntnisse darüber ableiten, welche der Untersuchungsmethoden für den Bereich der energetischen Gebäudesanierung der Bundesliegenschaften nach dem zu erstellenden ESB der Vorzug zu geben ist.

Welches Verfahren – einzel- oder gesamtwirtschaftliche Methode – anwendbar ist, bestimmt sich wie bereits dargelegt nach der Art der Maßnahme, dem mit ihr verfolgten Zweck und den mit der Maßnahme verbundenen Auswirkungen. Die Art, Dauer und Komplexität der Maßnahme – Sanierung von Bundesliegenschaften – ist bereits in ihrer grundsätzlichen Ausrichtung eher mit einem umfangreicheren Infrastrukturvorhaben vergleichbar als etwa mit punktuellen Beschaffungsmaßnahmen des eigenen Verwaltungsbereiches. Zudem verfolgen die in Rede stehenden Maßnahmen insgesamt den Zweck des Klima- und Ressourcenschutzes, der ersichtlich von übergeordneter und überragender gesamtgesellschaftlicher Bedeutung ist. Zuletzt haben umfangreiche Sanierungsvorhaben auf Bundesebene weitreichende Auswirkungen, beispielsweise auf Handwerk, Handel, Innovationen neuer Technologien, wirtschaftliche Investitionen, den Arbeitsmarkt und die Umwelt. Darüber hinaus müssen die Maßnahmen mit den sozialen und wirtschaftlichen Gegebenheiten so in Einklang gebracht werden, dass die notwendigen Investitionen vorgenommen werden, um hinreichend wirksame Effizienz- bzw. Klimaschutzeffekte zu generieren und ohne die Maßnahme unverhältnismäßig zu verteuern und negative soziale Effekte zu generieren. Überdies spielen auch Aspekte wie die Gebäudegestaltung und -nutzung eine Rolle. All dies erfordert einen nicht unerheblichen Aufwand und hat zudem erhebliche wirtschaftliche und finanzielle Auswirkungen.

Wie bereits dargelegt, soll die gewählte Form der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung – und damit die für die Frage nach der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme einzubeziehenden Parameter – in Methodik und Aufwand immer in einem angemessenen Verhältnis zur finanzwirksamen Maßnahme stehen. Auch die Zusammenfassung einer Vielzahl von finanzwirksamen Maßnahmen in einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung kann je nach Zieldefinition angemessen sein. Der Aufwand wird im Wesentlichen durch die Komplexität der Aufgabe sowie durch Auswirkungen auf bzw. Abhängigkeiten bei der Aufgabenwahrnehmung bestimmt.

Vor diesem Hintergrund sprechen nach Ansicht der Verfasser vorliegend die überwiegenden Argumente dafür, dass insbesondere das Vorhaben der energetischen Gebäudesanierung des Bundes gemäß dem ESB insgesamt als Maßnahme zu betrachten ist, bei der ein gesamtwirtschaftliches Verfahren anzuwenden ist, um Aussagen über die Wirtschaftlichkeit zu treffen.

Hierfür sprechen insbesondere die folgenden Faktoren:

- Nach ihrer Art ist die energetische Gebäudesanierung eine Maßnahme, die eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung rechtfertigt (siehe oben). Hierfür spricht auch bereits die breite und „ressortübergreifende“ Ausrichtung auf Bundesebene, die über nur einen betrachteten Verwaltungsbereich hinausgeht.
- Gegenstand des energetischen Sanierungsfahrplans der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben sind ca. 2.200 energierelevante Liegenschaften mit einer beheizten Nettogrundfläche von über 22 Mio. m².⁷⁴ Eine „nur geringe finanzielle Bedeutung ohne langfristige Auswirkungen“ dürfte damit nur schwerlich vereinbar sein.
- Die energetische Gebäudesanierung hat insgesamt erhebliche finanzielle Auswirkungen sowie darüber hinaus, insbesondere auch im Hinblick auf den Zweck der Maßnahme (Klima- und Ressourcenschutz), langfristige, auch nicht monetäre Auswirkungen (siehe oben). Die energetische Gebäudesanierung des Bundes hat damit an sich bereits gesamtwirtschaftliche Auswirkungen und steht im Kontext solcher rechtlich-politischer Zielstellungen. Wenn gesamtwirtschaftliche Auswirkungen mit einer Maßnahme verbunden sind, ist die Betrachtungsperspektive jedoch regelmäßig auf eine gesamtwirtschaftliche Sicht zu erweitern, da die in der Arbeitsanleitung des BMF schwerpunktmäßig genannten einzelwirtschaftlichen Betrachtungen in diesem Fall nicht geeignet wären.⁷⁵

Gerade für umfangreiche Vorhaben wie das vorliegende bietet eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, die zumindest auch die gesamtwirtschaftlichen Aspekte der Maßnahme berücksichtigt, eine belastbare Entscheidungsgrundlage. Einzelwirtschaftliche Betrachtungen scheinen im methodischen Ansatz hierfür nicht ausreichend breit anzusetzen. So müssen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen alle Parameter der jeweiligen Entscheidungssituation berücksichtigen. Der Bewertende hat hierbei das gesamte relevante Entscheidungsumfeld des Sachverhalts zu analysieren. Basieren Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen aber auf einer unvollständigen Datenlage oder wurden entscheidungsrelevante Faktoren bei der Berechnung nicht berücksichtigt, so ist demgegenüber sehr wahrscheinlich, dass das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung falsch ist.⁷⁶

Insbesondere spricht auch der Wortlaut der oben zitierten allgemeinen Verwaltungsvorschriften, vornehmlich Nr. 2.3.3 VV-BHO zu § 7 BHO, dafür, dass für die Betrachtung der Gebäudesanierung einer gesamtwirtschaftlichen Analyse der Vorzug zu geben ist. Hiernach sind, wie oben dargestellt, für „Maßnahmen, die nicht zu vernachlässigende gesamt

⁷⁴ Bundesanstalt für Immobilienaufgaben: <https://www.bundesimmobilien.de/7397157/energetische-sanierung-energetisches-bauen>, zuletzt abgerufen am 29. September 2017.

⁷⁵ Vgl. „Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach § 7 Bundeshaushaltsordnung“ – Empfehlungen des Präsidenten des Bundesrechnungshofes als Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit und Verwaltung, Verlag W. Kohlhammer 2013, S. 27 f.

⁷⁶ Nowak/Keilmann et al., in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 26.

wirtschaftliche Auswirkungen haben, gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (z. B. Kosten-Nutzen-Analyse) durchzuführen. Beispiele: Investitionsvorhaben im Verkehrsbereich, Subventionen und Maßnahmen der Sozial- und Steuerpolitik.“⁷⁷

Für die adressierte Bundesverwaltung sind solche Verwaltungsvorschriften dabei grundsätzlich verbindlich. Ein Ermessen räumen die Vorschriften den Normadressaten bezüglich der anzuwendenden Methode nach dem Wortlaut hierbei nicht ein. Hat die Maßnahme gesamtwirtschaftliche Auswirkungen, sind grundsätzlich gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchzuführen.

Zuletzt mag auch die folgende ergänzende Vergleichsüberlegung verdeutlichen, dass vorliegend ein gesamtwirtschaftliches Bewertungsverfahren zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit naheliegend ist: In anderen Bereichen, in denen entsprechende Wirtschaftlichkeitsberechnungen vorgenommen werden, sind gelegentlich Grenzwerte vorgesehen, nach denen sich die wirtschaftliche Bedeutung und damit auch die anzuwendende Methodik beurteilt. Zieht man diese vorliegend heran, wird deutlich, dass in der Gesamtbewertung allein eine einzelwirtschaftliche Betrachtung nicht angezeigt scheint. So enthalten etwa die Vorschriften zur Förderung von Großprojekten aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und des Kohäsionsfonds weitgehende und detaillierte Regelungen bezüglich notwendiger umfassender Kosten-Nutzen-Analysen (einschließlich Wirtschaftlichkeitsanalysen⁷⁸). Die diesbezüglichen Verordnungen enthalten ein sehr detailliertes Regelwerk mit methodischen Anleitungen und genauen Vorgaben, welche Methoden zu welchen Zwecken einzusetzen sind. Ein Großprojekt in diesem Sinne, das eine entsprechende umfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erforderlich macht, liegt vor, wenn die Gesamtkosten mehr als 50 Mio. €, im Verkehrsbereich mehr als 70 Mio. € betragen. Im Schrifttum wird vor diesem Hintergrund sogar gelegentlich vorgeschlagen, dass entsprechende Wirtschaftlichkeitsanalysen – wenn auch mit angepasstem, reduziertem Aufwand – ebenso für Projekte anzuwenden sein könnten, die unterhalb der Schwellenwerte liegen, und auch für Projekte, in die gar keine EU-Mittel fließen, sondern die aus rein nationalen Mitteln unterstützt werden.⁷⁹

Zusammenfassung

- › In der Gesamtschau ist festzuhalten, dass das haushaltsrechtliche Gebot der Wirtschaftlichkeit nach hiesiger Auffassung nicht per se geeignet ist, Klimaschutzrechtlich oder anderweitig rechtlich kodifizierte Zielstellungen grundsätzlich zu hinterfragen oder ihre Umsetzung zu hindern. Vielmehr obliegt die Festlegung entsprechender politischer Ziele sowie deren rechtlich verbindliche Regelung dem parlamentarischen Gesetzgeber bzw. den entsprechenden Exekutivorganen. Dabei sind freilich bestehende völker- und europarechtliche Verpflichtungen und Zielstellungen zu berücksichtigen, ebenso wie der bindende verfassungsrechtlich bestimmte Abwägungsrahmen des nationalen Gesetzgebers.
- › Auch kann anhand des haushaltsrechtlichen Wirtschaftlichkeitsprinzips nicht bewertet werden, welche Maßnahmen – etwa der Gebäudesanierung des Bundes – effektiv zur Erreichung der Effizienz- und Klimaschutzziele beitragen oder nicht und aufgrund dessen ggf. grundsätzlich zu verwerfen oder weiterzuverfolgen sind.

77 „Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach § 7 Bundeshaushaltsordnung“ – Empfehlungen des Präsidenten des Bundesrechnungshofes als Bundesbeauftragter für Wirtschaftlichkeit und Verwaltung, Verlag W. Kohlhammer 2013, S. 48.

78 Diese entsprechen im nationalrechtlichen Sprachgebrauch der „gesamtwirtschaftlichen Analyse (z. B. Kosten-Nutzen-Analyse)“; vgl. hierzu Cuny, in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 155 f.

79 Cuny, in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt 2016, S. 165.

- › Vielmehr trifft das haushaltsrechtliche Wirtschaftlichkeitsgebot lediglich dazu eine Aussage, wie mehrere zur Zielerreichung potenziell effektive Maßnahmen untereinander zu gewichten sind, welche dieser Maßnahmen also die effizienteste und damit unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten vorzugswürdige ist.
- › Nach hiesigem Verständnis kann dabei insbesondere eine ersichtlich zur Erreichung eines politischen Ziels nicht effektive Maßnahme auch nicht wirtschaftlich im haushaltsrechtlichen Sinne sein, weil sie in diesem Falle schon nicht zur Zielerreichung dient und dennoch Kosten verursacht.
- › Für die Frage, wie die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme nach den haushaltsrechtlichen Vorgaben im Einzelnen zu untersuchen und zu bewerten ist, kommt es auf Art, Zweck und Auswirkungen der jeweiligen Maßnahme an. In Betracht kommen dabei einzel- und gesamtwirtschaftliche Untersuchungsverfahren.
- › Im Ergebnis sprechen nach hiesiger Auffassung die weit besseren Argumente dafür, dass im Hinblick auf die energetische Sanierung des Gebäudebestandes des Bundes nach dem zu erstellenden ESB insgesamt gesamtwirtschaftliche Untersuchungs- und Bewertungsverfahren anzuwenden sind. Dabei sind nach dem vorstehend skizzierten hiesigen Verständnis lediglich solche Maßnahmen der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung sinnvoll zugänglich, deren Effektivität für die mit der Maßnahme verfolgten Energie- bzw. Gebäudeeffizienzziele zumindest nicht von vornherein ausgeschlossen ist.

Energetische Vorbildfunktion von Bundesbauten

Behrooz Bagherian

Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Darmstadt

Dr. Andreas Enseling

Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Darmstadt

Dr. Eberhard Hinz

Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Darmstadt

Um die zukünftige Anforderung für die Fortschreibung des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ bezüglich des Neubaus und der Bestandssanierung von Bundesbauten definieren zu können, sind Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an geeigneten Referenzgebäuden notwendig. Diese sind im Rahmen zweier im folgenden Abschnitt zusammengefasster Forschungsprojekte des Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) durchgeführt und für die mögliche Zielsetzung im Hinblick auf den Klimaschutz bis 2050 quantitativ bewertet worden.

Methodik und Untersuchungsrahmen

Auswahl von Modellgebäuden

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden geeignete Modellgebäude mit dem Nutzungsprofil eines typischen Büros bzw. Verwaltungsbaus ausgewählt. Hierzu eigneten sich die Gebäudemodelle, die im Rahmen des Forschungsprojektes „Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit“ (AZ: SF – 10.08.17.7-09.27) vom Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e. V. im Auftrag des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Jahr 2010 entwickelt worden sind. Das Forschungsprojekt zielte darauf ab, aus den realen Typvertretern des Wohn- und Nichtwohngebäudebereiches synthetische Modellgebäude abzuleiten und für weitere Verwendungen – insbesondere für Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit, zur Kostenwirkung und zu den tatsächlich erzielten Energieeinsparungen im Zuge der Fortschreibung und Weiterentwicklung energiesparrechtlicher Anforderungen – aufzubereiten. Im Bereich Büro- und Verwaltungsgebäude sind fünf Gebäudemodelle entwickelt worden, die verschiedene energetische und praktische Randbedingungen berücksichtigen.⁸⁰

Für die Studie sind zwei von den genannten Gebäudemodellen gemäß Tabelle 2 für die anstehenden Untersuchungen ausgewählt worden. Bei beiden Modellgebäuden handelt es sich um Gebäude mit dem Nutzungsprofil eines typischen Büros bzw. Verwaltungsbaus. Diese Gebäudekategorie repräsentiert ca. 65 % der zivilen Liegenschaften des Bundes. Zudem wurde statt der Nutzungsprofile „Großraumbüro“ bzw. „Gruppenbüro“ das Nutzungsprofil „Einzelbüro“ verwendet.

⁸⁰ Klauß, S.: Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e. V., Kassel, 2010.

| Modell-Nr. | Modellgebäude | Bruttogrundfläche |
|------------|--|-----------------------|
| 1 | Verwaltungsgebäude – klein (KI) | 1.972 m ² |
| 2 | Verwaltungsgebäude – groß, „Atrium & Turm“ (A&T) | 16.484 m ² |

Tabelle 2:

Ausgewählte Modellgebäude der Untersuchung

Verwaltungsgebäude – klein

Beim Modell „Verwaltungsgebäude – klein“ (Bruttogrundfläche 1.972 m²) handelt es sich um ein kompaktes Bürogebäude mit drei Büroetagen und ein sich über die halbe Grundfläche erstreckendes Technik-/Lagergeschoss in der vierten Etage. Es wird von einer Lochfassadenvariante mit Fensterbändern ausgegangen. Die Stirnseite mit dem Eingangsbereich ist großflächig verglast.

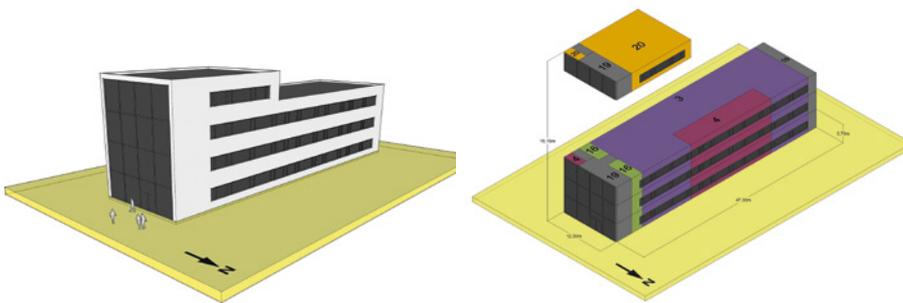


Abbildung 3:

Ansicht und Isometrie des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – klein“*

*Grafik aus: Klauß, S.: Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e. V., Kassel 2010.

Tabelle 3 zeigt Nutzungsprofile und ihre jeweiligen Nettogrundflächen für dieses Modell. In Tabelle 4 sind die Flächen der thermischen Gebäudehülle sowie ihre Fensterflächenanteile zu sehen.

| Zonen-Nr. | Nutzungsprofil | Nettogrundfläche [m ²] |
|-----------|---|------------------------------------|
| 1 | Einzelbüro | 1.046 |
| 2 | Besprechung, Sitzung, Seminar | 222 |
| 3 | WCs und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden (NWG) | 66 |
| 4 | Verkehrsflächen | 189 |
| 5 | Lager, Technik, Archiv | 154 |
| | SUMME | 1.676 |

Tabelle 3:

Nettogrundflächen der Nutzungsprofile des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – klein“

| Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – klein“ | Thermische Hüllfläche [m ²] | | | | |
|---|---|------------|------------|------------|--------------|
| | Nord | Ost | Süd | West | SUMME |
| Bauteilbezeichnung | | | | | |
| Außenwände (ohne Fenster) | 387 | 7 | 382 | 176 | 952 |
| Fenster | 208 | 182 | 213 | 13 | 616 |
| Flachdach | | | | | 591 |
| Bodenplatte | | | | | 591 |
| SUMME | 595 | 189 | 595 | 189 | 2.750 |
| Fensterflächenanteil | 35% | 96% | 36% | 7% | 39% |

Tabelle 4:

Bauteilflächen der thermischen Gebäudehülle sowie ihre Fensterflächenanteile für das Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – klein“

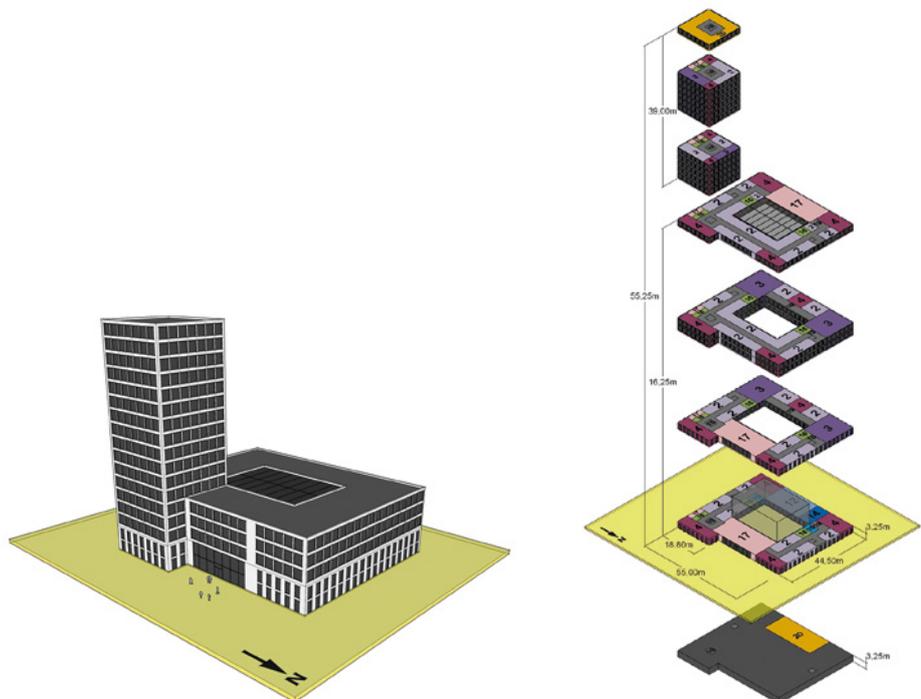
Verwaltungsgebäude – groß

Das zweite Modellgebäude besteht aus einer Kombination von zwei Modulen (Bruttogrundfläche insgesamt 16.484 m²). Beim Modul „Atrium“ handelt es sich um ein großes, repräsentatives Bürogebäude mit fünf Büroetagen. Es wird von einer Kombination aus einer Lochfassade in den unteren zwei Etagen und einer Pfosten-Riegel-Konstruktion in den folgenden Etagen ausgegangen. Ein mit Glasdach nach oben abgeschlossenes unbeheiztes Atrium bildet den Kern des Gebäudes. Das Modul verfügt zudem über ein Untergeschoss mit beleuchtungstechnisch konditionierter Tiefgarage. In diesem Bereich ist auch die Zone „Lager/Technik“ angeordnet.

Das Modul „Turm“ besteht aus einem hohen Bürogebäude mit 15 Büroetagen als Regelgeschosse, einem funktional etwas anders gestalteten Erdgeschoss und einem Lager-/Technikgeschoss in der 17. Etage. Die Fassadenkonstruktion ist wie beim Modul „Atrium“. Die Erschließung erfolgt zentral im Gebäudekern. Unterhalb vom Modul „Turm“ sind keine Untergeschosse vorgesehen.

Abbildung 4:
Ansicht und Isometrie des Modellgebäudes
„Verwaltungsgebäude – groß“*

* Grafik aus: Klauß, S.: Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V., Kassel 2010.



Analog zum kleinen Verwaltungsgebäude zeigt Tabelle 5 die Nutzungsprofile und deren jeweilige Nettogrundflächen für das große Verwaltungsgebäude. In Tabelle 6 sind die Flächen der thermischen Gebäudehülle sowie ihre Fensterflächenanteile zu sehen.

| Zonen-Nr. | Nutzungsprofil | Nettogrundfläche [m²] |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 | Einzelbüros | 5.543 |
| 2 | Besprechung, Sitzung | 1.733 |
| 3 | WCs und Sanitärräume | 557 |
| 4 | Verkehrsflächen | 1.752 |
| 5 | sonstige Aufenthaltsräume | 952 |
| 6 | Restaurant | 204 |
| 7 | Küchen in NWG | 71 |
| 8 | Küche – Vorbereitung, Lager | 37 |
| 9 | Lager, Technik, Archiv | 507 |
| Beheizte Nettogrundfläche | | 11.356 |
| 10 | unbeheizte Parkhäuser | 1.870 |
| 11 | unbeheiztes Atrium | 448 |
| Gesamte Nettogrundfläche | | 13.674 |

Tabelle 5:

Nettogrundflächen der Nutzungsprofile des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – groß“

| Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – groß“ | Thermische Hüllfläche [m²] | | | | |
|---|----------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Nord | Ost | Süd | West | SUMME |
| Bauteilbezeichnung | | | | | |
| Außenwände (ohne Fenster) | 191 | 163 | 192 | 210 | 756 |
| Fenster | 134 | 194 | 133 | 148 | 609 |
| Vorhangfassaden (opaker Anteil) ¹ | 597 | 659 | 564 | 561 | 2.380 |
| Vorhangfassaden (transparenter Anteil) ¹ | 929 | 1.050 | 962 | 1.149 | 4.090 |
| Wand gegen Erdreich, Bodenplatte, Decken zu unbeheizten Räumen ² | | | | | 2.392 |
| Flachdach | 2.392 | | | | 2.093 |
| SUMME | 1.851 | 2.066 | 1.851 | 2.067 | 12.320 |
| Anteil der transparenten Bauteile | 57% | 60% | 59% | 63% | 60% |
| Annahmen zur Vereinfachung des Modells: 1 Beinhaltet auch die Fläche der Vorhangfassaden zu unbeheiztem Atrium 2 Abzüglich der Fläche der Vorhangfassaden zu unbeheiztem Atrium | | | | | |

Tabelle 6:

Bauteilflächen der thermischen Gebäudehülle sowie ihre Fensterflächenanteile für das Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – groß“

Energetische Bilanzierung von Neubauten

Bilanzierung nach EnEV unter Berücksichtigung der Erlasslage für Bundesbauten

Die Berechnungsverfahren und die Anforderungen an neu zu errichtende Nichtwohngebäude sind in der Energieeinsparverordnung (EnEV) formuliert. Die Kernelemente dieser Anforderungen sind die Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs (Hauptanforderung) und der Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten (Nebenanforderung). Zur Bestimmung des Höchstwertes des Jahres-Primärenergiebedarfs ist in der EnEV die Ausführung eines Referenzgebäudes vorgesehen. Das Referenzgebäude entspricht hinsichtlich seiner Ausführung den Vorgaben der Tabelle 1, Anlage 2 der EnEV und hat die gleiche Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung wie das zu errichtende Nichtwohngebäude. Zudem sind die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten des neu zu errichtenden Gebäudes in EnEV, Anlage 2, Tabelle 2 vorgeschrieben.

Die Basisvarianten der Gebäudemodelle „Verwaltungsgebäude – klein“ (KI) und des großen Verwaltungsgebäudes „Atrium & Turm“ (A&T) der vorliegenden Untersuchungen erfüllen sowohl die Mindestanforderungen der EV als auch die Erlasslage für Bundesbauten.

Die vereinfachte Ermittlung des Energiebedarfs der Beleuchtung nach Tabellenverfahren gemäß DIN 18599 führt erwartungsgemäß zu einem hohen Strombedarf und bildet nicht annähernd die tatsächlichen Verbräuche moderner Beleuchtungsanlagen ab. Für die Basisvariante werden daher die Empfehlungen aus dem „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ herangezogen. Nach der Anlage B4 (Energetisches Pflichtenheft) des genannten Leitfadens ist ein Wert zwischen 8 und 12 W/m² für die spezifische installierte Leistung der Beleuchtung für Büro-, Sitzungs- und Besprechungsräume einzuhalten. Für hier durchgeführte Untersuchungen werden 10 W/m² für Büro- und Sitzungsräume, 3 W/m² für Verkehrsflächen und für alle anderen Nutzungen 5 W/m² verwendet.

Tabelle 7 veranschaulicht die Randbedingungen bei den Energiebilanzberechnungen für die Basisvarianten der Modellgebäude und der Referenzgebäudeausführung nach EnEV.

| Bezeichnung | Basisvariante (KI_Basis) | Basisvariante (A&T_Basis) | Referenzausführung gemäß EnEV 2016 |
|---|---|---|---|
| | 0,28 | | |
| | 0,28 | | 0,35 |
| | 0,28 | | 0,20 |
| Fenster, Fenstertüren | 1,50 | | 1,30 |
| Pfosten-Riegel-Konstruktionen | - | 1,5 | 1,4 |
| W | | | |
| Wärmebrückenzuschlag [W/m ² *K] | 0,05 | | |
| Luftwechsel bei 50 [Pa] Druckdifferenz [1/h] | Kategorie I | | |
| Sonnenschutzvorrichtung (SSV) ¹ | für Nord-, Süd- und Ostfassade | für alle Himmelsrichtungen | |
| Art der Sonnenschutzvorrichtung | variabel, lichtlenkend | | |
| Betriebsweise der SSV | automatisch in Abhängigkeit der Einstrahlung | | |
| Wärmeerzeugung | | | |
| Wärmeerzeuger | Brennwertkessel „verbessert“ | | |
| Aufstellung des Wärmeerzeugers | innerhalb der thermischen Hülle | außerhalb der thermischen Hülle | |
| Wärmeverteilungen | Erdgas | | Heizöl |
| Energieträger | Erdgas | | Heizöl |
| Warmwasserbereitung ² | dezentral, elektrischer Durchlauferhitzer | nur für die Zone „Küche“ in Verbindung mit Solarthermie | dezentral, elektrischer Durchlauferhitzer |
| Beleuchtung | | | |
| spez. Bewertungsleistung [W/m ²] | gemäß Beleuchtungs-Erlass | | Tabellenverfahren |
| Präsenzkontrolle | in allen Zonen | | gemäß EnEV 2016 |
| Kontrollart | „gedimmt, ausschaltend“ „wieder einschaltend“ | | gemäß EnEV 2016 |
| Luftaufbereitung | | | |
| Zone: Besprechung, Sitzung | - | Zu- u. Abluftanlage mit WRG ³ und Kühlung ⁴ | |
| Zonen: WCs und Sanitärräume, Küche und Parkhaus | - | Abluftanlage | |
| <p>1 Aufgrund des geringen Fensterflächenanteils der Westfassade (7 %) entfällt beim Gebäudemodell „Büros – klein“ die Sonnenschutzvorrichtung für die Westfassade.</p> <p>2 Die für den Trinkwarmwasserbedarf gewählte Nutzung „Küche in Nichtwohngebäude“ enthält auch Wärmebedarf für Produktionsprozesse. Dieser wird nach EnEV nicht in die Gebäudebilanz mit einbezogen.</p> <p>3 Wärmerückgewinnung (WRG) mit einer Rückwärmzahl von 0,65 bzw. 65 %</p> <p>4 Kälteerzeugung: Kompressionskältemaschine, Kälteverteilung: Brüstungs- oder Deckengeräte (Kaltwasser)</p> | | | |

Tabelle 7:

Randbedingungen bei den Energiebilanzberechnungen für die Basisvarianten des kleinen und des großen Verwaltungsgebäudes bzw. der Referenzgebäudeausführung nach EnEV

Energetische Bilanzierung von Bestandsgebäuden des Bundes

Die in der Untersuchung verwendeten Varianten der Modellgebäude sollen den Bestand an Verwaltungsbauten des Bundes (Ist-Zustand) hinsichtlich des nutzungsspezifischen Energieverbrauchs möglichst gut repräsentieren. Tabelle 8 stellt zunächst die Gebäudekategorien der Bundesliegenschaften dar, die aufgrund ihrer baulichen und zum Teil anlagentechnischen Beschaffenheit für die vorliegende Untersuchung geeignet sind.

| BWZK | Gebäudekategorie |
|-------|--|
| 12000 | Gerichtsgebäude |
| 13000 | Verwaltungsgebäude |
| 13100 | Ministerien, Staatskanzleien, Landesvertretungen |
| 13200 | Verwaltungsgebäude mit höherer technischer Ausstattung |
| 13400 | Polizeidienstgebäude |

Tabelle 8:

Geeignete Gebäudekategorien der Bundesliegenschaften für die vorliegende Studie

Für einen Abgleich des berechneten Bedarfs mit dem gemessenen Verbrauch im Ist-Zustand der Gebäude wird im Folgenden der gemessene Energieverbrauch der Bundesliegenschaften, basierend auf Daten des BBSR, analysiert.

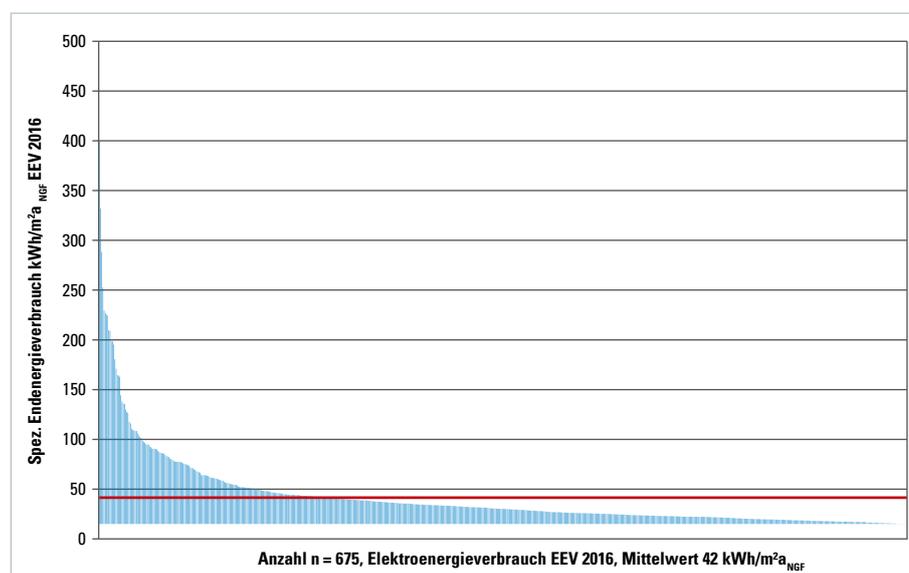
Energieverbrauch der Bundesliegenschaften

Bei der Untersuchung der vorliegenden Energieverbräuche der Bundesliegenschaften wurde festgestellt, dass relevante Gebäudedaten nur lückenhaft vorliegen. Dies betrifft vor allem fehlende Angaben in Bezug auf die Zuordnung des Gebäudes zum Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK), die Bruttogrundfläche bzw. fragliche Angaben hierzu sowie den Verbrauch an elektrischer Energie und Wärme. Damit konnte eine Vielzahl von Liegenschaften nicht zur Auswertung herangezogen werden.

Werden Gebäude mit extremen bzw. nicht plausibel erscheinenden Verbrauchskennwerten (für Strom: weniger als 15 kWh/(m²a) oder mehr als 500 kWh/(m²a), für Wärme: weniger als 50 kWh/(m²a) oder mehr als 400 kWh/(m²a)) nicht berücksichtigt, so ergeben sich die zwei folgenden Abbildungen:

Abbildung 5:

Spezifischer Endenergieverbrauch der elektrischen Energie des Jahres 2016 der vorliegenden Gebäude der Bundesliegenschaften für die in den angegebenen Gebäudekategorien mit einem Stromverbrauch zwischen 15 und 500 kWh/(m²a)



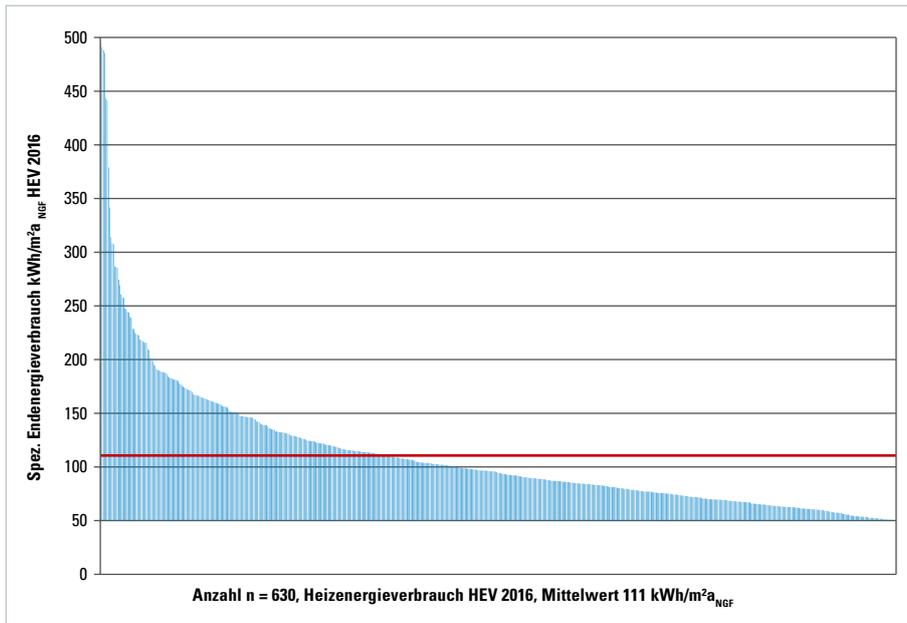


Abbildung 6:

Spezifischer Endenergieverbrauch Wärme des Jahres 2016 der vorliegenden Gebäude der Bundesliegenschaften für die in den angegebenen Gebäudekategorien mit einem Verbrauch zwischen 50 und 400 kWh/(m²a)

Definition der Wärmeschutzniveaus für die Modellgebäude im Ist-Zustand

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden zwei Gebäudevarianten der Modellgebäude (unterschiedlicher energetischer Ausgangszustand) definiert, die den Bestand an Verwaltungsbauten des Bundes (Ist-Zustand) möglichst gut repräsentieren. Bei der Erstellung der Energiebilanz eines Nichtwohngebäudes müssen viele Parameter in Bezug auf Baukörper und Anlagentechnik berücksichtigt werden. Die methodische Vorgehensweise gibt die DIN V 18599 vor. Zur Abbildung der unterschiedlichen Wärmeschutzniveaus der Bundesliegenschaften im Bestand werden die wichtigsten Einflussgrößen bei der energetischen Bilanzierung variiert. Die restlichen Gebäudedaten werden gemäß den vorgeschriebenen Anforderungen für das Referenzgebäude aus der EV von 2014 übernommen.

Tabelle 9 veranschaulicht vier Alternativen zur Bestimmung der unterschiedlichen baulichen Wärmeschutzniveaus (Alt1 bis Alt4). Hierbei sollen die Varianten Alt3 und Alt4 das Endenergiebedarfsniveau für Wärme eines Gebäudes als „sehr hoch“ und die Varianten Alt1 und Alt2 als eher „hoch“ einstufen. Die hier ausgewählten Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile berücksichtigen einerseits die verschiedenen Gebäudebaualterklassen, andererseits sollen sie eine systematische Verschlechterung der Wärmedurchgangskoeffizienten in Bezug auf das Referenzgebäude gemäß EnEV verdeutlichen (siehe Beziehungen der Prozentzahlen).

| Wärmedurchgangskoeffizienten $W/(m^2K)$ der jeweiligen Bauteile für die Wärmeschutzniveaus sowie ihre prozentuale Überschreitung in Bezug auf das Referenzgebäude gemäß EnEV 2014 | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Endenergiebedarfsniveau für Wärme | sehr hoch | | hoch | | moderat |
| Variantenbezeichnung | Alt4 | Alt3 | Alt2 | Alt1 | EnEV (Referenzgebäude) |
| Außenwände/Geschossdecke gegen Außenluft [$W/(m^2K)$] | 1,40 500 % | 1,10 400 % | 0,85 300 % | 0,55 200 % | 0,28 100 % |
| Bodenplatte/AW-Erdreich [$W/(m^2K)$] | 1,75 500 % | 1,40 400 % | 1,10 300 % | 0,70 200 % | 0,35 100 % |
| Dach/oberste Geschossdecke [$W/(m^2K)$] | 2,00 1000 % | 1,50 750 % | 1,00 500 % | 0,50 250 % | 0,20 100 % |
| Fenster/Fenstertüren/Vorhangfassade ¹ [$W/(m^2K)$] | 3,00 230 % | 2,50 190 % | 2,10 160 % | 1,70 130 % | 1,30 100 % |
| (Fensterglas) ² [$W/(m^2K)$] | (2,8) 100 % | (2,3) 100 % | (1,9) 100 % | (1,5) 100 % | ³ |

1 Die EnEV-Anforderung der Referenzgebäude bezüglich der Vorhangfassade beträgt $1,4 W/(m^2K)$. Aus Vereinfachungsgründen werden sie hier wie Fenster ($1,3 W/(m^2K)$) behandelt.

2 Eine EnEV-Anforderung für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Fensterglases existiert nicht. Da sich hier der Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters systematisch verschlechtert, ist es notwendig, den U-Wert des Glases entsprechend zu ändern. Die Systematik entspricht der des Fensters.

3 Gemäß EnEV entspricht der U-Wert des Glases für das Referenzgebäude dem U-Wert des tatsächlich zu errichtenden Gebäudes.

Tabelle 9:

Vorlage der vier Wärmeschutzniveaus und die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile

Bei den Energiebilanzberechnungen für den Ist-Zustand werden zudem drei verschiedene Arten der Wärmeerzeugung mit unterschiedlichen Energieträgern verwendet:

- Niedertemperaturkessel (vor 1995) mit dem Energieträger Heizöl
- Brennwertkessel (falls der Kessel bereits ausgetauscht ist) mit dem Energieträger Erdgas
- Nah-/Fernwärme aus KWK aus überwiegend fossilen Brennstoffen mit einem Anteil von 30 % regenerativer Energien

Endenergiebedarf für die Modellgebäude im Ist-Zustand

Die Durchführung von Energiebilanzberechnungen erfolgt mit der Software ZUB Helena für die definierten Gebäudevarianten im Ist-Zustand. Nachfolgend werden die berechneten Endenergiebedarfe aller vier Wärmeschutzniveaus (Alt1 bis Alt4) in drei Varianten der Wärmeerzeugung (Heizöl-Niedertemperaturkessel, Gas-Brennwertkessel und Fernwärme) tabellarisch dargestellt. Dabei wird zwischen den Modellgebäuden Verwaltungsgebäude „klein“ und „groß“ unterschieden.

Tabelle 10 und 11 zeigen die Ergebnisse aus den energetischen Bilanzierungen gemäß den oben genannten Annahmen für das Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – klein“.

| Spez. Energiebedarfe für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus sowie ihre prozentuale Überschreitung in Bezug auf das Referenzgebäude gemäß EnEV 2014 | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Varianten: 4 und 3 Energiebedarf: „sehr hoch“ | Alt4 HeizöINTK | Alt4 GasBWK | Alt4 Fernwärme | Alt3 HeizöINTK | Alt3 GasBWK | Alt3 Fernwärme | EnEV (Referenz- gebäude) |
| spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/m²a] | 388,3 365 % | 376,2 353 % | 329,6 310 % | 322,2 303 % | 312,1 293 % | 273,2 257 % | 106,4 100 % |
| spez. Endenergiebedarf Warmwasser (elek.) [kWh/m²a] | 4,8 100 % |
| spez. elektrischer Endenergiebedarf (ohne WW) [kWh/m²a] | 25,5 162 % | 25,5 162 % | 25,6 162 % | 25,5 162 % | 25,5 162 % | 25,5 162 % | 15,8 100 % |
| spez. Endenergiebedarf (gesamt) [kWh/m²a] | 418,6 330 % | 406,5 320 % | 359,9 283 % | 352,5 278 % | 342,4 270 % | 303,5 239 % | 127,0 100 % |
| spez. Primärenergiebedarf (gesamt) ¹ [kWh/m²a] | 459,0 310 % | 429,0 290 % | 286,9 194 % | 388,9 263 % | 365,3 247 % | 247,3 167 % | 148,0 100 % |
| 1 Die Ermittlung des Primärenergiebedarfs erfolgt gemäß DIN V 18599. | | | | | | | |

Table 10:

Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – klein“ mit „sehr hohem“ Energiebedarf

| Spez. Endenergiebedarfe für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus sowie ihre prozentuale Überschreitung in Bezug auf das Referenzgebäude gemäß EnEV 2014 | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Varianten: 2 und 1 Endenergiebedarf: „hoch“ | Alt2 HeizöINTK | Alt2 GasBWK | Alt2 Fernwärme | Alt1 HeizöINTK | Alt1 GasBWK | Alt1 Fernwärme | EnEV (Referenz- gebäude) |
| spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/m²a] | 264,4 248 % | 256,0 241 % | 223,9 210 % | 202,9 191 % | 196,3 184 % | 171,5 161 % | 105,7 100 % |
| spez. Endenergiebedarf Warmwasser (elek.) [kWh/m²a] | 4,8 100 % |
| spez. elektrischer Endenergiebedarf (ohne WW) [kWh/m²a] | 25,5 162 % | 15,8 100 % |
| spez. Endenergiebedarf (gesamt) [kWh/m²a] | 294,7 232 % | 286,3 225 % | 254,2 200 % | 233,2 184 % | 226,6 178 % | 201,8 159 % | 127,0 100 % |
| spez. Primärenergiebedarf (gesamt) [kWh/m²a] | 330,2 223 % | 308,2 208 % | 212,5 144 % | 266,1 180 % | 250,1 169 % | 175,6 119 % | 148,0 100 % |

Table 11:

Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – klein“ mit „hohem“ Endenergiebedarf

Die in Tabelle 10 und 11 angegebenen spez. Endenergiebedarfe für Heizung liegen im Bereich von 172 bis 388 kWh/(m²a) und die spez. Primärenergiebedarfe zwischen 176 und rund 460 kWh/(m²a).

Die Einstellungen bezüglich der Warmwasserbereitung wurden aufgrund ihres geringen Anteils von 1 % bis 3 % des Gesamtenergiebedarfs in allen Varianten gleich gehalten. Die elektrische Energie resultiert aus den Energieaufwendungen für Beleuchtungs- und Abluftanlagen der Sanitärräume. Der Einsatz einer effizienteren Anlage als bei Variante „Alt4“ wurde vermieden, um einen relativ geringen Endenergiebedarf an elektrischer Energie in Bezug auf den Gesamtenergiebedarf sicherzustellen.

Die Tabellen 12 und 13 zeigen die Ergebnisse aus den energetischen Bilanzierungen für das Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – groß“. Hierzu wurden zusätzlich zu den oben genannten Annahmen folgende Randbedingungen berücksichtigt:

Lüftung

- › Abluftanlage für die Nutzungszonen: Sanitärräume und Küche
- › Zu- und Abluftanlage für die Nutzungszonen: Restaurant und Sitzungsräume
- › Sonst. Fensterlüftung

Kühlung

- › Nur für die Sitzungsräume
- › Indirektes System (Kompressionskältemaschine)
- › Luftgekühlt

| Spez. Energiebedarfe für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus sowie ihre prozentuale Überschreitung in Bezug auf das Referenzgebäude gemäß EnEV 2014 | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Varianten: 4 und 3 Endenergiebedarf: „sehr hoch“ | Alt4 Heizöl NTK | Alt4 Fernwärme | Alt3 Heizöl NTK | Alt3 GasBWK | Alt3 Fernwärme | EnEV (Referenzgebäude) |
| spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/m²a] | 352,2 272 % | 301,9 233 % | 303,8 235 % | 293,4 227 % | 260,6 202 % | 129,3 100 % |
| spez. Endenergiebedarf Warmwasser (elek.) [kWh/m²a] | 4,5 100 % |
| spez. elektrischer Endenergiebedarf (ohne WW) [kWh/m²a] | 24,0 146 % | 16,4 100 % |
| spez. Endenergiebedarf (gesamt) [kWh/m²a] | 380,7 253 % | 330,4 220 % | 332,3 221 % | 322,0 213 % | 289,2 193 % | 150,2 100 % |
| spez. Primärenergiebedarf (gesamt) [kWh/m²a] | 417,8 247 % | 263,7 156 % | 365,4 216 % | 343,1 203 % | 235,3 139 % | 172,2 100 % |

Tabelle 12:

Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – groß“ mit „sehr hohem“ Endenergiebedarf

| Spez. Endenergiebedarfe für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus sowie ihre prozentuale Überschreitung in Bezug auf das Referenzgebäude gemäß EnEV 2014 | | | | | | | |
|--|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------------|
| Varianten: 2 und 1 Endenergiebedarf: „hoch“ | Alt2 HeizöINTK | Alt2 GasBWK | Alt2 Fernwärme | Alt1 HeizöINTK | Alt1 GasBWK | Alt1 Fernwärme | EnEV (Referenz- gebäude) |
| spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/m ² a] | 262,3 203 % | 253,2 196 % | 224,9 177 % | 216,3 167 % | 208,5 161 % | 185,2 143 % | 129,3 100 % |
| spez. Endenergiebedarf Warmwasser (elek.) [kWh/m ² a] | 4,5 100 % | 4,5 100 % | 4,5 100 % | 4,5 100 % | 4,5 100 % | 4,5 100 % | 4,5 100 % |
| spez. elektrischer Endenergiebedarf (ohne WW) [kWh/m ² a] | 24,0 146 % | 24,0 146 % | 24,0 146 % | 24,0 146 % | 24,0 146 % | 24,0 146 % | 16,4 100 % |
| spez. Endenergiebedarf (gesamt) [kWh/m ² a] | 291,0 194 % | 281,8 188 % | 253,6 169 % | 244,8 163 % | 236,9 158 % | 213,7 142 % | 150,2 100 % |
| spez. Primärenergiebedarf (gesamt) [kWh/m ² a] | 324,6 192 % | 303,5 179 % | 210,2 124 % | 276,5 163 % | 258,6 153 % | 181,7 107 % | 172,2 100 % |

Die in den Tabellen 12 und 13 angegebenen spez. Endenergiebedarfe für Heizung liegen im Bereich von ca. 185 bis 352 kWh/(m²a) und die spez. Primärenergiebedarfe zwischen 182 und 418 kWh/(m²a).

Die elektrische Energie resultiert aus den Energieaufwendungen für Beleuchtungs- und Lüftungsanlagen sowie Aufwendungen für die Kühlung der Sitzungsräume. Auch hier wurde der Einsatz einer effizienteren Anlage für die Lüftung bzw. Kühlung als bei der Variante „Alt4“ vermieden, um einen relativ geringen Endenergiebedarf an elektrischer Energie in Bezug auf den Gesamtendenergiebedarf sicherzustellen.

Vergleich der gemessenen Verbräuche mit den berechneten Bedarfen/Berücksichtigung von Re- und Prebound-Effekten

Als Basis für eine realistische Abschätzung der Wirtschaftlichkeit energietechnischer Modernisierungen erfolgt ein Abgleich zwischen den aus Messdaten ermittelten Verbrauchskennwerten und den aus Energiebilanzen rechnerisch ermittelten Bedarfskennwerten. Ziel ist es, die Wirtschaftlichkeitsberechnungen vor dem Hintergrund der vorliegenden Messdaten auf plausibel erscheinenden Bedarfskennwerten aufzubauen.

Vergleicht man die ermittelten Verbrauchskennwerte der Bundesliegenschaften mit den berechneten Endenergiebedarfskennwerten der verschiedenen Ausgangsvarianten des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – klein“ (siehe Abbildung 6: Spez. Endenergiebedarf Wärme), so liegen die berechneten Bedarfskennwerte von 273 kWh/(m²a) bis zu 388 kWh/(m²a) für die Varianten mit einem angenommenen „sehr hohem“ Energieverbrauch (Varianten „Alt4“ und „Alt3“) deutlich im oberen Bereich der ermittelten Verbrauchskennwerte. Die berechneten Bedarfskennwerte für die Varianten mit einem angenommenen „hohem“ Energieverbrauch (Varianten „Alt2“ und „Alt1“) decken mit Kennwerten von 172 kWh/(m²a) bis zu 264 kWh/(m²a) dagegen einen breiteren Bereich der Verbrauchskennwerte ab.

Table 13:

Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – groß“ mit „sehr hohem“ Endenergiebedarf

Für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen werden die berechneten Bedarfskennwerte für Heizung über die Berücksichtigung von Re- und Prebound-Effekten⁸¹ korrigiert:

- Für die Varianten mit einem „sehr hohen“ Energieverbrauch (Varianten „Alt4“ und „Alt3“) reduzieren sich die Wärmebedarfskennwerte auf 178 kWh/(m²a) bis 225 kWh/(m²a).
- Für die Varianten mit einem „hohen“ Energieverbrauch (Varianten „Alt2“ und „Alt1“) reduzieren sich die Wärmebedarfskennwerte auf 127 kWh/(m²a) bis 172 kWh/(m²a).

Im Vergleich zu den in Abbildung 6 dargestellten Verbrauchskennwerten erscheinen diese für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen korrigierten Bedarfskennwerte durchaus realistisch für energietechnisch nicht modernisierte Liegenschaften.

| Spez. Endenergieverbrauch für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus (unter Berücksichtigung der Rebound-Effekte) | | | | | | |
|---|------------------------|----------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------------|
| Varianten: 4 und 3 Energieverbrauch: „sehr hoch“ | Alt4 Heizöl- NTK | Alt4 GasBWK | Alt4 Fern- wärme | Alt3 Heizöl- NTK | Alt3 GasBWK | Alt3 Fern- wärme |
| spez. Endenergie- bedarf Heizung (korrigiert) [kWh/m ² a] | 224,7 | 219,8 | 200,5 | 197,3 | 193,0 | 178,0 |
| Varianten: 2 und 1 Energieverbrauch: „hoch“ | Alt2 Heizöl- NTK | Alt2 GasBWK | Alt2 Fern- wärme | Alt1 Heizöl- NTK | Alt1 GasBWK | Alt1 Fern- wärme |
| spez. Endenergie- bedarf Heizung (korrigiert) [kWh/m ² a] | 171,9 | 168,1 | 153,1 | 142,9 | 139,7 | 127,1 |

Tabelle 14:

Spez. Endenergieverbrauch für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus unter Berücksichtigung von Re- bzw. Prebound-Effekten für das „Verwaltungsgebäude – klein“

Tabelle 15 vergleicht die berechneten Bedarfskennwerte mit den korrigierten Bedarfskennwerten für das große Verwaltungsgebäude:

- Für die Varianten mit einem „sehr hohen“ Energieverbrauch (Varianten „Alt4“ und „Alt3“) reduzieren sich die Wärmebedarfskennwerte auf 170 kWh/(m²a) bis zu 210 kWh/(m²a).
- Für die Varianten mit einem „hohen“ Energieverbrauch (Varianten „Alt2“ und „Alt1“) reduzieren sich die Wärmebedarfskennwerte auf 134 kWh/(m²a) bis 171 kWh/(m²a).

Auch für das große Verwaltungsgebäude erscheinen die korrigierten Bedarfskennwerte damit im Vergleich zu den in Abbildung 6 dargestellten Verbrauchskennwerten durchaus realistisch für energietechnisch nicht modernisierte Liegenschaften.

⁸¹ Der Korrekturfaktor ($y = 3,5239 \cdot x^{(0,6972)}$) ist den Ergebnissen der BBSR-Sondierungsstudie zur Quantifizierung von Rebound-Effekten bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften AZ 10.08.17.17-12.10 entnommen. Auf eine Korrektur des Strombedarfs (außer elektrischer Energie für Heizung) wird im Rahmen dieser Studie verzichtet, da der Anteil des Strombedarfs (einschließlich Warmwasserbereitung) im Vergleich zum Heizwärmebedarf sehr gering ist und die hierzu verwendeten Anlagentechniken bei der Berechnung von überwiegenden Sanierungsstufen konstant bleiben. In einer gesondert durchgeführten Untersuchung zeigten die Ergebnisse, dass die Differenz zwischen den korrigierten und nicht korrigierten Strombedarfen der nachfolgend dargestellten Sanierungsstufen bei 0,5 bis 1,5 kW/(m²a) liegen. In diesem Zusammenhang ist auch eine Gegenüberstellung von berechnetem Strombedarf mit gemessenem Stromverbrauch nicht zielführend. Der Grund hierfür ist der nicht identifizierbare Anteil des nutzungsspezifischen Verbrauchs innerhalb der gemessenen Verbräuche. Gemäß DIN V 18599 bzw. EnEV ist dieser Anteil kein Bestandteil der Energiebedarfsermittlungen.

| Spez. Endenergieverbrauch für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus (unter Berücksichtigung der Rebound-Effekte) | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Varianten: 4 und 3 Energieverbrauch: „sehr hoch“ | Alt4 Heizöl- NTK | Alt4 GasBWK | Alt4 Fern- wärme | Alt3 Heizöl- NTK | Alt3 GasBWK | Alt3 Fern- wärme |
| spez. Endenergie- bedarf Heizung (korrigiert) [kWh/m²a] | 210,0 | 204,9 | 188,6 | 189,4 | 184,8 | 170,2 |
| Varianten: 2 und 1 Energieverbrauch: „hoch“ | Alt2 Heizöl- NTK | Alt2 GasBWK | Alt2 Fern- wärme | Alt1 Heizöl- NTK | Alt1 GasBWK | Alt1 Fern- wärme |
| spez. Endenergie- bedarf Heizung (korrigiert) [kWh/m²a] | 171,0 | 166,8 | 153,6 | 149,5 | 145,7 | 134,1 |

Tabelle 15:

Spez. Endenergieverbrauch für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus unter Berücksichtigung von Re- bzw. Prebound-Effekten für das „Verwaltungsgebäude – groß“

Verwendete Kostenkennwerte für Bauteile und Gebäude

Kostenkennwerte Neubau

Empirisch valide Kostenfunktionen und Kostenkennwerte für den Neubau von Nichtwohngebäuden liegen nicht vor. Die Ermittlung der Herstellungskosten der einzelnen Varianten erfolgt daher auf der Basis verfügbarer Untersuchungen (Begleituntersuchungen zur Kostensystemoptimalität, Studien zu Kosten von Nichtwohngebäuden sowie Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV). Über die Berücksichtigung eines Baupreisindex werden die Kosten an das heutige Preisniveau angepasst.

Alle Kostenangaben erfolgen in Anlehnung an den „Leitfaden WU Hochbau“ brutto (d. h. mit Mehrwertsteuer). Bei Nichtwohngebäuden werden die Kosten in der Regel netto, d. h. ohne Mehrwertsteuer, ausgewiesen. Bei ursprünglich als Nettokosten angegebenen Kennwerten erfolgte eine Umrechnung in Bruttokosten unter Berücksichtigung des Mehrwertsteuersatzes von 19 %. Mögliche Differenzen in den Planungs- und Nachweiskosten werden nicht berücksichtigt.⁸²

Mehr- oder Minderkosten bei der Anlagentechnik (geringere Heizleistung des Wärmeerzeugers, Wegfall von Heizflächen, Differenzen bei den Wartungskosten) werden bei der rein bauteilbezogenen Wirtschaftlichkeitsanalyse aufgrund der geringen Bedeutung nicht berücksichtigt.

Bei den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen unterschiedlicher Wärmeschutzniveaus auf Gesamtgebäudeebene werden Mehr- oder Minderkosten bei der Anlagentechnik aufgrund des höheren Einflusses dagegen berücksichtigt.

82 Mögliche Differenzen in den Planungs- und Nachweiskosten werden nicht berücksichtigt, da aufgrund des Skaleneffektes bei wiederholter Ausführung gleicher Konstruktionstypen davon ausgegangen werden kann, dass die tatsächlichen zusätzlichen Planungskosten bei Verbesserung der energetischen Qualität im Einzelfall minimal sind. [16]

In Tabelle 16 werden die verwendeten Kostenkennwerte zusammenfassend dargestellt.

| Parameter | Annahme | Orientierung an |
|---|--|---|
| Kostenansatz | Brutto (inklusive Mehrwertsteuer) | „Leitfaden WU Hochbau“ |
| Kostenkennwerte Gebäudehülle⁴ (brutto) | Außenwand: 2,35 €/cm/m ² BT Pfeiler-Riegel-Fassade: 683 bis 864 €/m ² BT Außenwand gegen Erdreich/Bodenplatte: 2,23 €/cm/m ² BT Dach/oberste Geschossdecke: 1,61 €/cm/m ² BT Fenster: 325 €/(m ² K)/W/m ² BT | Kosten NWG (ITG) ¹ Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) ² Kosten NWG (ITG) Kosten NWG (ITG) Evaluation EnEV (IWU) ³ |
| Kostenkennwerte Anlagentechnik⁴ (brutto) | Gas-BW-Kessel (z. B. 100 kW): 134 €/kW Holzpelletkessel (z. B. 100 kW): 456 €/kW Fernwärmeübergabestation (z. B. 100 kW): 80 €/kW Wärmepumpe Luft (z. B. 100 kW): 820 €/kW Wärmepumpe Sole (z. B. 100 kW): 616 €/kW Solaranlage ⁶ (z. B. 5 m ²): 2.278 €/m ² Kollektorfläche Abluftanlage ⁷ (z. B. 3.500 m ³ /h): 9 €/m ³ /h Zu- und Abluftanlage zentral (z. B. 3.500 m ³ /h) mit WRG: 20 €/m ³ /h ⁸ | Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) Kostenoptimalität (Ecofys) ⁵ Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) Kosten NWG (Thiel/Ehrlich) |
| jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten (nur Anlagentechnik) | 2 % der Anfangsinvestition (pauschal) | Evaluation EnEV (IWU) |
| <p>1 Oschatz, B. et al.: Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften, BBSR-Onlinepublikation 06/2014, BBSR, Bonn, Mai 2014.</p> <p>2 Thiel, D. et al.: Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012. BMVBS-Onlinepublikation 08/2012, BMVBS, Berlin, Juni 2012.</p> <p>3 Enseling, A. et al.: Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009: Untersuchung zu ökonomischen Rahmenbedingungen im Wohnungsbau, BMVBS, Bonn, August 2012.</p> <p>4 Die Kostenkennwerte wurden unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Baukostensteigerung von 2,0%/a auf den Preisstand 2015 angepasst. Bei ursprünglich als Nettokosten angegebenen Kennwerten erfolgte eine Umrechnung in Bruttokosten unter Berücksichtigung der Mehrwertsteuer von 19 %.</p> <p>5 Offermann, M. et al.: Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Onlinepublikation 26/2013, BMVBS, Berlin, Dezember 2013.</p> <p>6 Nur beim Modellgebäude „A&T“.</p> <p>7 Beim Modellgebäude „A&T“; 5,40 €/m³/h (höherer Volumenstrom).</p> <p>8 Nur beim Modellgebäude „A&T“; 13,40 €/m³/h bei der Variante „BW+RLT“ (höherer Volumenstrom).</p> | | |

Tabelle 16:

Kostenkennwerte der Untersuchungen für Neubauten

Kostenkennwerte Bestand

Die Ermittlung der Herstellungskosten (Kosten der energetischen Modernisierung) der einzelnen Varianten erfolgt primär auf Basis der BBSR-Onlinepublikation Nr. 06/2014 „Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften“. Sollten Kostenfunktionen für bestimmte Bauteile und Anlagentechniken in dieser Studie nicht zur Verfügung stehen, wird auf Kostenkennwerte aus anderen Studien zurückgegriffen oder auf die Kostenstudie des IWU zur Bestandssanierung von Wohngebäuden. Die verwendeten Kostenquellen bzw. Kostenansätze werden in Tabelle 17 zusammengefasst.

| Parameter | Annahme | Orientierung an |
|---|---|--|
| Kostenansatz | Brutto (inklusive Mehrwertsteuer) | „Leitfaden WU Hochbau“ |
| Kostenkennwerte Gebäudehülle² (brutto) | Außenwand, Geschossdecke, Dach, Kellerdecke/Kostenfunktion Vorhangfassade/Kostenfunktion Fenster, Türen/Kostenfunktion Gerüst/Mehrkosten: 10 €/m ² _{NGF} pauschal Wärmebrücken/Luftdichtheit/Mehrkosten: 3 bzw. 5 €/m ² Hüllfläche (Mod. 2–3 bzw. Mod. 4–8) | Kosten NWG (ITG) ¹ Evaluation EnEV (IWU) ³ Kostenstudie IWU 2015 ⁴ Abschätzung IWU Kostenstudie IWU 2015 |
| Kostenkennwerte Anlagentechnik² (brutto) | Gas-Brennwertkessel, Holzpelletkessel/Kostenfunktion Holzpelletlager/Kostenfunktion Luft-Wasser-Wärmepumpen ⁶ /Kostenfunktion Sole-Wasser-Wärmepumpen ⁷ /Kostenfunktion Fernwärmeübergabestation ⁸ /Kostenfunktion Abluftanlagen, Lüftungsanlagen mit WRG/Kostenfunktion effiziente Pumpen/Pumpenmanagement/Mehrkosten: 10 €/m ² _{NGF} ab Mod. 2 hydraulischer Abgleich/Mehrkosten: 5 €/m ² _{NGF} ab Mod. 2 Leuchten und elektronische Vorschaltgeräte/Mehrkosten: 61,13 €/m ² _{NGF} ab Mod. 2 Präsenzsteuerung und/oder Konstantlichtregelung/Mehrkosten: 8,65 €/m ² _{NGF} ab Mod. 2 | Kosten NWG (ITG) Evaluation EnEV (IWU) Kostensoptimalität (Ecofys) ⁵ Evaluation EnEV (IWU) Evaluation EnEV (IWU) Evaluation EnEV (IWU) Abschätzung IWU Abschätzung IWU MVBS-Publikation Nr. 08/2012 ⁹ BMVBS-Publikation Nr. 08/2012 |
| Fachplanung | Beleuchtung/Mehrkosten: 6,98 €/m ² _{NGF} ab Mod. 5 | Abschätzung IWU |
| jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten (nur Anlagentechnik) | 2% der Anfangsinvestition (pauschal) | Evaluation EnEV (IWU) |
| <p>1 Oschatz, B. et al.: Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften. BBSR-Onlinepublikation 06/2014, BBSR, Bonn, Mai 2014.</p> <p>2 Die Kostenkennwerte wurden unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Baukostensteigerung von 2,0%/a auf den Preisstand 2015 angepasst. Bei ursprünglich als Nettokosten angegebenen Kennwerten erfolgte eine Umrechnung in Bruttokosten unter Berücksichtigung der Mehrwertsteuer von 19%.</p> <p>3 Enseling, A. et al.: Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009: Untersuchung zu ökonomischen Rahmenbedingungen im Wohnungsbau, BMVBS, Bonn, August 2012.</p> <p>4 Hinz, E. et al.: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt; BMUB, Berlin 2015.</p> <p>5 Offermann, M. et al.: Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Onlinepublikation 26/2013, BMVBS, Berlin, Dezember 2013.</p> <p>6 Kosten für die Demontage des alten Wärmeerzeugers sind nicht enthalten.</p> <p>7 Kosten für die Demontage des alten Wärmeerzeugers sind nicht enthalten. Im Basisfall ebenfalls nicht enthalten sind Kosten für Wärmequellenanlagen (z. B. Brunnen, Bohrungen). Im Anhang werden Berechnungen mit Kosten für Wärmequellenanlagen exemplarisch für das große Verwaltungsgebäude dokumentiert.</p> <p>8 Kappung der Kostenfunktion bei Leistungsbereichen über 500 kW.</p> <p>9 Thiel, D. et al.: Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012. BMVBS-Onlinepublikation 08/2012, BMVBS, Berlin, Juni 2012.</p> | | |

Tabelle 17:

Kostenquellen und Kostenkennwerte der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Über die Berücksichtigung eines Baupreisindex oder einer durchschnittlichen Baukostensteigerung werden die Kosten an das Preisniveau (2017) angepasst.

Alle Kostenangaben erfolgen in Anlehnung an den „Leitfaden WU Hochbau“ brutto (d. h. mit Mehrwertsteuer). Bei Nichtwohngebäuden werden die Kosten in der Regel netto (d. h. ohne Mehrwertsteuer) ausgewiesen. Bei ursprünglich als Nettokosten angegebenen Kennwerten erfolgte eine Umrechnung in Bruttokosten unter Berücksichtigung des Mehrwertsteuersatzes von 19%.

Mehr- oder Minderkosten bei der Anlagentechnik (geringere Heizleistung des Wärmeerzeugers, Differenzen bei den Wartungskosten) werden bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden bei der Sanierung Minderkosten durch den möglichen Wegfall von Heizflächen.

Jährliche Wartungs- und Instandhaltungskosten (nur Anlagentechnik) werden pauschal in Höhe von 2% der Anfangsinvestition berücksichtigt.

Hinsichtlich der Abgrenzung von Vollkosten, Ohnehin-Kosten und energiebedingten Mehrkosten wurden folgende Annahmen getroffen:

- Ohnehin-Kosten bei der Außenwand sind Kosten für die reine Putzsanierung.
- Ohnehin-Kosten bei der Vorhangfassade sind die Kosten für den Ersatz der alten Vorhangfassade mit gleicher energetischer Qualität wie im Ausgangszustand.
- Nach der BBSR-Onlinepublikation 06/2014 müsste im kleinen Modellgebäude eine Fensterqualität mit $U_w=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ als Ohnehin-Maßnahme gewertet werden. Es sind aber nur Kosten für eine Fensterqualität von $U_w=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ und besser verfügbar. Diese Kosten werden als Ohnehin-Kosten verwendet.
- Beim Dach wird von einer Dämmung der Obergeschossdecke ausgegangen. Ohnehin-Kosten entstehen hier nicht.
- Bei einer Dämmung der Außenwand gegen Erdreich/Bodenplatte entstehen ebenfalls keine Ohnehin-Kosten.
- Nach der BBSR-Onlinepublikation 06/2014 müsste im kleinen Modellgebäude ein Öl-NTK als Ohnehin-Maßnahme gewertet werden. Für solche Kessel liegt aber keine Kostenfunktion vor. Als Ohnehin-Kosten werden die Kosten für den Gas-BWK verwendet.
- Beim Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG sind die Kosten für den Ersatz der bestehenden Abluftanlage bzw. einer Zu- und Abluftanlage ohne WRG (großes Modellgebäude) als Ohnehin-Kosten zu betrachten.
- Die Variante IST: Alt3 – ÖINTK wird im kleinen Modellgebäude als Bezugsvariante der Wirtschaftlichkeitsberechnung verwendet. Für den Vergleich auf Gesamtkostenbasis müssen auf der Kostenseite daher die Ohnehin-Kosten der reinen Instandsetzung berücksichtigt werden (Putzsanierung Außenwand, Fensteraustausch, Kesselaustausch und Ersatz Abluftanlage).
- Die Variante IST: Alt3 – GasBWK wird im großen Modellgebäude als Bezugsvariante der Wirtschaftlichkeitsberechnung verwendet. Für den Vergleich auf Gesamtkostenbasis müssen auf der Kostenseite daher die Ohnehin-Kosten der reinen Instandsetzung berücksichtigt werden (Putzsanierung Außenwand, Ersatz Vorhangfassade, Fensteraustausch, Kesselaustausch und Ersatz Abluftanlage bzw. Zu- und Abluftanlage ohne WRG).

Verfahren zur Bewertung der unterschiedlichen Gebäudevarianten

Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU) bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes für Neubau und Bestand

Die bilanzierten Varianten werden auf der Grundlage des „Leitfadens Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU)“ bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes („Leitfaden WU Hochbau“) hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit untersucht und mit den jeweiligen Bezugswerten verglichen.⁸³

Basis der Berechnungen ist die Kapitalwertmethode. Die Kapitalwertmethode beinhaltet die Diskontierung der Ein- und Auszahlungen über den Betrachtungszeitpunkt auf einen gemeinsamen Bezugszeitpunkt (in der Regel den Beginn des Betrachtungszeitraums).

Im Vergleich zum „Leitfaden WU Hochbau“ werden folgende Festlegungen bzw. Modifikationen für den Neubau und die Sanierung von Bestandsgebäuden getroffen:

- Es wird ausschließlich die Eigenbau-Variante betrachtet (PSC). Unter Eigenbau wird die vollständige Deckung des vorliegenden Bedarfs durch die öffentliche Hand verstanden, wobei die öffentliche Hand als Eigentümer und Bauherr fungiert und somit sämtliche mit der Maßnahme verbundenen Investitions-/Herstellungs- und Nutzungskosten auf direktem Weg veranlasst und finanziert.
- Der Betrachtungszeitraum wird auf 30 Jahre festgelegt. Laut „Leitfaden WU Hochbau“ sollte der Nutzungszyklus bei unbefristetem Bedarf in der Regel zwischen 25 und 30 Jahren liegen. Auch der Betrachtungszeitraum der Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte bei unbefristetem Bedarf nicht kürzer als 25 Jahre sein.
- Anstelle einer periodengenauen Ermittlung anhand der Zinsstrukturkurve wird ein durchschnittlicher Kalkulationszinssatz verwendet mit Orientierung am jeweils aktuellen BMF-Rundschreiben zu Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (Vorgabe Bundesfinanzministerium: 1,3 % nominal, Stand 05.2015 bzw. 0,7 % nominal, Stand 08.2017).
- Die Herstellungskosten nach DIN 276 werden in einer Periode gebündelt. Grundstückskosten (KG 100) werden nicht berücksichtigt, d. h., das Grundstück befindet sich bereits im Besitz der öffentlichen Hand. Betrachtet werden insbesondere die Bauwerkskosten (KG 300 und 400).
- Daneben werden ausgewählte Nutzungskosten nach DIN 18960 berücksichtigt, insbesondere Versorgungskosten für den Bezug von Energieträgern (KG 310) sowie Kosten für Bedienung, Inspektion und Wartung (KG 350). Instandsetzungskosten (KG 400) werden für die technische Gebäudeausrüstung (TGA) über eine Ersatzinvestition je nach Lebensdauer erfasst. Kapitalkosten (KG 100) werden nicht berücksichtigt, da die Finanzierung nach dem Gesamtdeckungsprinzip mittels Haushaltsausgaben erfolgt. Eine gesonderte Fremdkapitalfinanzierung findet daher nicht statt.
- Daten für die Preisentwicklung werden differenziert nach Preissteigerungen für Energie (4 %/a nominal) und nach sonstigen Preissteigerungen (Wartung, Ersatzinvestition).
- Die Ermittlung des Gebäuderestwerts bei Ablauf des Betrachtungszeitraums erfolgt in Anlehnung an den Leitfaden „WU Hochbau“ mittels linearer Abschreibung. Für das Grundstück wird kein Restwert angesetzt.
- Eine Risikoanalyse nach dem „Leitfaden WU Hochbau“ erfolgt nicht. Stattdessen erfolgen Szenarioberechnungen für die wichtigsten Eingabeparameter (Diskontierungszinssatz, Energiepreissteigerungsrate).

⁸³ Leitfaden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes (WU), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin, Mai 2012 (überarbeitet: August 2014).

- › Der Kapitalwert KW einer Investition ist die Summe aller mit dem Kalkulationszinssatz i auf den Zeitpunkt $t=0$ diskontierten Investitionszahlungen (Jahresüberschüsse) \ddot{u}_t :

Gleichung 1

$$KW = \sum_{t=0}^n \ddot{u}_t \cdot (1+i)^{-t}$$

- › Das resultierende Wirtschaftlichkeitskriterium ist der Kapitalwert. Ist der Kapitalwert größer als null ist eine Variante absolut gesehen wirtschaftlich. Beim Vergleich mehrerer Varianten ist das Projekt mit dem größten Kapitalwert die wirtschaftlich beste Variante.

Für die Sanierung von Bestandsgebäuden gilt ergänzend:

- › Der Kapitalwert wird für die vorliegende Untersuchung im Rahmen einer Vollkostenrechnung ermittelt. Dazu werden die barwertigen Gesamtkosten (Energiekosten + Investitionskosten + Wartungskosten) einer (Optimierungs-)Variante von den barwertigen Gesamtkosten der jeweiligen Bezugsvariante abgezogen.
- › Die Gesamtkosten eines Bestandsgebäudes im nicht modernisierten bzw. im Ist-Zustand (nur Energiekosten, evtl. Wartungskosten, keine Investitionskosten) sind für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen im Kontext der EnEV keine geeignete Bezugsvariante, da die EnEV eine Modernisierung nur vorschreibt, sofern ohnehin größere Instandsetzungen notwendig werden (wenn z. B. die Fassade erneuert werden muss).
- › Bleibt man auf der Ebene der Gesamtkosten, muss daher bei Bestandsgebäuden eine Variante „Ist + (reine) Instandsetzungsmaßnahmen“ eingeführt werden, die auf der Kostenseite auch „ohnehin“ notwendige Maßnahmen berücksichtigt, die aber in der Regel nicht zu Energiekosteneinsparungen führen (z. B. Putzsanierung der Außenwand, Ersatz der alten Fenster durch neue Fenster gleicher Qualität). Die Einführung dieser Variante als Bezugsvariante für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung auf Gesamtkostenbasis stellt sicher, dass in die Kapitalwertberechnung letztlich nur die energiebedingten Mehrkosten der Maßnahmen eingehen.

Die Standardannahmen der Kapitalwertberechnungen sind in Tabelle 18 zusammenfassend dargestellt.

| Parameter | Annahme | Orientierung an |
|---|--|--|
| Betrachtungszeitraum | 30 Jahre | Leitfaden WU Hochbau ¹ |
| Kalkulationszins | 0,7 bzw. 1,3 % (nominal)/ alternativ 2 % | BMF-Rundschreiben zu Wirtschaftlichkeitsunter- suchungen |
| Energiepreissteigerung | 4,0 %/a (nominal)/alternativ 2 % | BNB ² |
| Preissteigerung Wartung und Instandhaltung | 2,0 %/a (nominal) | Langfristziel Preisstabilität EZB/BNB |
| Lebensdauer | Außenwand: 40 Jahre Pfosten-Riegel-Fassade: 30 Jahre Außenwand gegen Erdreich/ Bodenplatte: 50 Jahre Dach/oberste Geschossdecke: 50 Jahre Fenster: 30 Jahre Anlagentechnik (pauschal): 25 Jahre | BNB (vereinfacht) |
| Energiepreise (brutto) | Gas: 6,5 Cent/kWh Holzpellets: 5,0 Cent/kWh Fernwärme: 8,5 Cent/kWh Strom-Mix: 20,0 Cent/kWh Strom-Sondertarif WP: 15 Cent/kWh | Evaluation EnEV (IWU) ³ Evaluation EnEV (IWU) Kostenoptimalität (Ecofys) ⁴ Evaluation EnEV (IWU) Evaluation EnEV (IWU) |
| <p>1 Leitfaden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes (WU), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin, Mai 2012 (überarbeitet: August 2014).</p> <p>2 Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Neubau, Büro- und Verwaltungsgebäude, BMVBS, 2011.</p> <p>3 Enseling, A. et al: Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009: Untersuchung zu ökonomischen Rahmenbedingungen im Wohnungsbau, BMVBS, Bonn, August 2012.</p> <p>4 Offermann, M. et al.: Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Onlinepublikation 26/2013, BMVBS, Berlin, Dezember 2013.</p> | | |

Tabelle 18:
Standardannahmen der Wirtschaftlichkeits-
untersuchungen

Kosten-Nutzen- und Nutzwertanalyse

Ausgangslage

Die juristische Analyse im Kapitel „Vereinbarkeit von Haushaltsrecht und Klimaschutzziele“ hat gezeigt, dass gute Argumente dafür sprechen, im Hinblick auf die energetische Sanierung des Gebäudebestandes des Bundes gesamtwirtschaftliche Untersuchungs- und Bewertungsverfahren anzuwenden. Als mögliche gesamtwirtschaftliche Verfahren werden unter Verweis auf die „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“ des BMF die Kosten-Nutzen-Analyse bzw. die Nutzwertanalyse genannt. Im Folgenden soll die Methodik der Kosten-Nutzen-Analyse und hier insbesondere der Nutzwertanalyse in ihren Grundzügen skizziert werden.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analyse versucht die Prinzipien der Wirtschaftlichkeitsrechnung für einzelwirtschaftliche Investitionsprojekte auf den öffentlichen Bereich zu übertragen. Während im privaten Bereich nur der einzelwirtschaftliche Gewinn ermittelt wird, geht es bei der Kosten-Nutzen-Analyse auch um die Erfassung volkswirtschaftlicher (sozialer) Kosten und Nutzen. Mit dieser Methode sollen diejenigen öffentlichen Projekte unter den möglichen Alternativen ausgewählt werden, durch deren Realisierung der volkswirtschaftliche Nutzen maximiert wird. Die bei der Kosten-Nutzen-Analyse aufzunehmenden Kostenpositionen lassen sich unterscheiden in:

- direkte Kosten, wie z. B. Investitionskosten oder Energiekosteneinsparungen
- indirekte Kosten, wie z. B. externe Effekte infolge realisierter Maßnahmen
- Nicht monetarisierbarer Nutzen, wie z. B. die Zunahme des Nutzerkomforts nach Modernisierung

Direkte Kosten lassen sich zumeist über Marktpreise bestimmen, indirekte Kosten müssen in der Regel grob abgeschätzt werden. Beide Kostenkategorien können jedoch grundsätzlich monetär erfasst und wie bei der einzelwirtschaftlichen Betrachtung z. B. mit der Kapitalwertmethode bewertet werden.

Nicht monetarisierbarer Nutzen kann z. B. durch eine Nutzwertanalyse bewertet werden. Insofern stellt die Nutzwertanalyse sowohl bei der einzel- als auch bei der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung ein ergänzendes Instrument dar.

Eine gesamtwirtschaftliche (rein monetäre) Kosten-Nutzen-Analyse von Energieeffizienzmaßnahmen bei Gebäuden wird z. B. in der „Cost-Optimal Methodology“ der EU beschrieben.⁸⁴

Die Mitgliedstaaten sollen zur Begründung ihrer nationalen Anforderungsniveaus an die Energieeffizienz sowohl eine einzelwirtschaftliche (mikroökonomische) als auch eine gesamtwirtschaftliche (makroökonomische) Berechnung durchführen und sich danach für eine der beiden Perspektiven entscheiden. Die einzelwirtschaftliche Perspektive verlangt eine Berechnung der Gesamtkosten als Kapitalwert nach einem festgelegten Verfahren. Die makroökonomische Perspektive baut darauf auf. Die Berechnung der Gesamtkosten erfolgt als Kapitalwert jedoch ohne Mehrwertsteuer, mit (externen) Kosten von Treibhausgasemissionen und unter Verwendung einer vorgegebenen Diskontrate.

Zu den Kernproblemen der Kosten-Nutzen-Analyse gehören die Erfassung und Bewertung von Kosten und Nutzen (insbesondere der indirekten Kosten/des indirekten Nutzens sowie der nicht monetarisierbaren Kosten/des nicht monetarisierbaren Nutzens), die Wahl einer geeigneten sozialen Diskontrate und ggf. die Berücksichtigung von gesamtwirtschaftlichen Verteilungswirkungen (auf bestimmte Bevölkerungsgruppen, Regionen etc.).

⁸⁴ EC 2012: Commission Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012; supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast) by establishing a comparative methodology framework for cost optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements.

Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse (auch Punktbewertungsverfahren oder Scoring-Verfahren) ist eine qualitative Methode zur Bewertung unterschiedlicher Varianten der Zielerreichung. Sie entstammt der normativen Entscheidungstheorie. Die normative Entscheidungstheorie setzt Normen für Entscheidungen (in Abgrenzung zur deskriptiven Entscheidungstheorie, die erklärt, wie Entscheidungen getroffen werden). Die Nutzwertanalyse kommt immer dann zum Einsatz, wenn neben oder zusätzlich zu rein monetären Aspekten wie z. B. dem Kapitalwert auch weitere entscheidungsrelevante Aspekte berücksichtigt werden sollen, die monetär nicht bewertet werden können.

Die allgemeine Vorgehensweise bei der Nutzwertanalyse lässt sich wie folgt beschreiben:

- Aufstellung eines Kriterienkatalogs (Hauptkriterien und Unterkriterien bzw. Merkmale zu deren Beschreibung) auf Basis der individuellen Anforderungen an die Zielerreichung
- Gewichtung der einzelnen Kriterien (durch prozentuale Anteile, die in Summe immer 100 % ergeben müssen)
- Entwicklung einer Transformationsfunktion auf Basis nominaler, ordinaler und/oder kardinaler Skalenniveaus (Welche Merkmalsausprägung erhält welche Nutzenpunkte?) im Rahmen eines einheitlichen Bewertungssystems
- Messung und Zuordnung von Punktwerten (z. B. 0–10 Nutzenpunkte) für die einzelnen Merkmalsausprägungen
- Berechnung der Teilnutzwerte durch Multiplikation der Nutzenpunkte eines Kriteriums mit der Gewichtung und Addition der Teilnutzwerte zu einem Gesamtnutzwert
- Auswahl der Varianten nach dem höchsten Gesamtnutzwert

Nach der „Arbeitsanleitung Einführung in Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen“/Leitfaden WU Hochbau⁸⁵ dürfen lediglich solche Kriterien Eingang in die Nutzwertanalyse finden, die bereits als entscheidungsrelevant ermittelt wurden und für die eine Monetarisierung im Rahmen der Kapitalwertberechnung nicht möglich ist (z. B. die architektonische Qualität oder die Lage eines Gebäudes). Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind dann mit den Ergebnissen der monetären Untersuchung zu vergleichen. Auf dieser Basis ist eine Entscheidung zu treffen und zu begründen. Die monetäre Bewertung sollte dabei im Vergleich zur qualitativen Bewertung „angemessen“ berücksichtigt werden. Grundsätzlich sind die Ergebnisse der Kapitalwertberechnung und der Nutzwertanalyse aber nicht miteinander zu verrechnen.

Im Unterschied dazu sind in anderen Publikationen auch monetarisierbare Kriterien wie z. B. der Kapitalwert Bestandteil von Nutzwertanalysen. Beispiele hierfür sind z. B. die Nutzwertanalysen im „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ (LNB) und im „Leitfaden Energie-spar-Contracting“ der dena. Beim LNB wird z. B. die Höhe der Lebenszykluskosten zur Beschreibung des Hauptkriteriums ökonomische Attraktivität verwendet. Beim dena-Leitfaden zum Vergleich von Angeboten geht der Kapitalwert mit einer Gewichtung von 80 % in die Nutzwertanalyse ein (vier weitere nicht monetäre Kriterien gehen mit jeweils 5 % ein). In diesen Fällen erfolgt zur Entscheidungsfindung im Rahmen der Nutzwertanalyse eine „Verrechnung“ zwischen den Ergebnissen der monetären Bewertung und der nicht monetären Bewertung. Eine ähnliche Vorgehensweise wird häufig auch bei der Erstellung einer Portfolio-Matrix im Rahmen des Portfoliomanagements verwendet.

Die Nutzwertanalyse ist aufgrund ihres einfachen und überprüfbar Ablaufs als vorteilhafte Ergänzung anderer Methoden der Entscheidungsfindung zu betrachten. Sie ist sogar häufig das einzig anwendbare Hilfsmittel zur Analyse einer Entscheidungssituation, wenn eine gewisse Zielvielfalt zu beachten ist und/oder ein monetärer Kennwert nicht bestimmt werden kann.⁸⁶

⁸⁵ Siehe http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/Teilliste_Bundesministerium_der_Finzen.html.

⁸⁶ Springer Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Nutzwertanalyse, online im Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/4761/nutzwertanalyse-v12.html>.

Grundsätzlich stehen alle Nutzwertanalysen unter dem Vorbehalt der Subjektivität, weil die Auswahl der Kriterien, ihre Gewichtung und die Bewertung subjektiven Einflüssen und Werturteilen unterworfen sind. Diesem Vorbehalt kann mit der Beteiligung von mehreren Personen im Rahmen von Workshops und hoher Transparenz bei der Auswahl der Kriterien bzw. deren Gewichtung begegnet werden.

Zum Teil trifft der Vorbehalt der Subjektivität jedoch auch auf die normative Festlegung wesentlicher Rahmenbedingungen bei der Kapitalwertberechnung zu. Während Kosten und Erträge noch vergleichsweise zuverlässig abgeschätzt bzw. ermittelt werden können, unterliegt die Festlegung einer geeigneten (sozialen) Diskontrate oder auch die zu erwartende Entwicklung von Energiepreisen letztlich subjektiven Einschätzungen, über die jedoch das Ergebnis der Kapitalwertberechnung wesentlich beeinflusst wird (siehe dazu auch die Berechnungen in AP 1).

Auswahl von Risiken und Merkmalen bei der Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse zur Bewertung der Sinnhaftigkeit energietechnischer Modernisierungen von Bundesbauten basiert auf einer Auswahl der vor dem Hintergrund der spezifischen Fragestellung relevant erscheinenden Risiken (oder auch Kriterien bzw. Ziele), die über geeignete Merkmale beschrieben werden können. In diesem Teilkapitel wird daher zunächst eine solche Auswahl von Risiken dargestellt und gezeigt, wie diese durch geeignete Merkmale beschrieben werden können. Anschließend wird gezeigt, wie diese Merkmale für eine Nutzwertanalyse sinnvoll zusammengefasst werden können.

An öffentliche Bauten werden eine Vielzahl von Anforderungen im Hinblick auf Funktion, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Qualität, Energieeffizienz, Baustoffe, Techniken und Verfahren gestellt. Dazu kommen Anforderungen aus der städtebaulichen Integration am Standort und dem Denkmalschutz.

Um diesen vielfältigen Anforderungen gerecht zu werden, wurde der „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ (LNB) entwickelt. Dabei geht der LNB zur Bewertung von Bauten von den drei klassischen Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Soziokultur – aus und fasst diese Dimensionen unter dem Begriff der „Qualität“ zusammen. Diese Qualität eines Gebäudes wird über quantitativ beschreibbare „Schutzziele“ konkretisiert.

Neben den drei klassischen Qualitäten der Nachhaltigkeit sind zudem die technischen Eigenschaften einer Liegenschaft und die Güte der Planung und Ausführung qualitätsbestimmend, sodass sich nach der Struktur des LNB die Nachhaltigkeit einer Liegenschaft über die Qualitäten Ökologie, Ökonomie, Soziokultur, Technik und Prozesse beschreiben und bewerten lässt. Nachhaltiges Bauen zeichnet sich durch eine ausgewogene Berücksichtigung dieser fünf Qualitäten aus. Diese können bei Bedarf um Standortmerkmale ergänzt werden.

| Qualität | Schutzziele (Auswahl) |
|----------------------------|---|
| Ökologie | Schutz der natürlichen Ressourcen, Schutz des Ökosystems |
| Ökonomie | Minimierung der Lebenszykluskosten, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, Wertstabilität |
| Soziokultur | Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit |
| technische Qualität | hohe Qualität der technischen Ausführung, Eigenschaften |
| Prozessqualität | hohe Qualität der Planung, Bauausführung und Betriebsführung |

Table 19:
Qualitäten und Auswahl von Schutzzielen
der Nachhaltigkeit

Der LNB beschreibt hierfür allgemeingültige Grundsätze und Methoden des nachhaltigen Bauens von Liegenschaften im Zuständigkeitsbereich des Bau- und des Verteidigungsministeriums. Diese werden konkretisiert durch Grenz- und Zielwerte im Hinblick auf Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung für die Planung von Neu- und Erweiterungsbauten, den Betrieb und die Unterhaltung von Liegenschaften und die Instandsetzung, die Modernisierung und die Umnutzung des Liegenschaftsbestandes.

Dabei betont der LNB, dass nachhaltiges Bauen nicht nach einem feststehenden Konzept erfolgen kann. Vielmehr erfordert jedes einzelne Vorhaben ein individuelles Konzept oder Teilkonzept mit unterschiedlichen Lösungsansätzen, Alternativen und Maßnahmen.

Auswahl quantifizierbarer Merkmale zur Beschreibung von Risiken

Übertragen auf die hier zu bearbeitende Fragestellung können aus den im LNB beschriebenen Schutzziele Risiken im Sinne von Chancen und Gefahren in Bezug auf die zukünftige Nutzung von Gebäuden erwachsen und für eine Nutzwertanalyse quantifiziert werden. Dazu werden im Folgenden die in Tabelle 19 genannten Schutzziele kurz erläutert und gezeigt, wie diese durch entsprechende quantifizierbare Merkmale beschrieben werden können.⁸⁷

› Schutz der natürlichen Ressourcen

Im Bauwesen ist der Schutz natürlicher Ressourcen gezielt zu erreichen durch eine(n):

- › geringe Flächeninanspruchnahme,
- › Senkung des Ressourcenbedarfs bei der Erstellung und dem Betrieb,
- › Verlängerung der Nutzungsdauer von Bauprodukten und technischen Anlagen,
- › Vermeidung von Transportaufwendungen von Baustoffen und technischen Anlagen,
- › Einsatz wiederverwertbarer Baustoffe und Produkte,
- › Minimierung des Energiebedarfs in der Nutzungsphase,
- › Einsatz regenerativer Energien,
- › Nutzung von Regen und ggf. Grauwasser und die
- › gefahrlose Rückführung der Stoffe in den natürlichen Kreislauf.

Die Auswirkungen eines Gebäudes auf die Ressourceninanspruchnahme und die damit verbundenen Risiken lassen sich durch die Energie- und Stoffströme, die über den Lebenszyklus des Gebäudes anfallen, beschreiben. So lassen sich über den erforderlichen, nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand zur Nutzung des Gebäudes Risiken in Bezug auf die daraus erwachsende Nutzung begrenzter fossiler Rohstoffvorkommen abbilden: Je höher der nicht erneuerbare Primärenergieaufwand zur Nutzung des Gebäudes ist, desto größer sind die mit der Nutzung verbundenen Gefahren einzuschätzen, z. B. aus veränderten klima- oder wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen. Gleiches gilt z. B. auch für den Trinkwasserbedarf und das Abwasseraufkommen.

› Schutz des Ökosystems

Durch die Nutzung von Gebäuden entstehen Risiken in Bezug auf die lokale und globale Umwelt, die durch quantitative und qualitative Merkmale beschrieben werden können. Solche Risiken auf die lokale Umwelt entstehen z. B. während des Bauprozesses durch Schadstoffe in Wasser, Boden und Luft oder in der Nutzungsphase durch Abwitterungen von Dächern und Fassaden. Im Rahmen der hier vorliegenden Fragestellungen werden diese Risiken auf die lokale Umwelt vernachlässigt.

⁸⁷ Die folgenden Ausführungen orientieren sich stark am „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS, 2004. Zum Teil werden gekürzte Passagen aus dem Leitfaden zitiert. Für weitergehende Informationen wird an dieser Stelle auf den Leitfaden verwiesen.

Ein Merkmal zur Beschreibung von Risiken auf die globale Umwelt ist das Treibhausgaspotenzial (Global Warming Potential – GWP) aus dem Verbrauch von Endenergie zur Nutzung des Gebäudes. Auf Basis der Energiebilanzberechnungen kann das GWP für eine Nutzwertanalyse zur Bewertung der Sinnhaftigkeit einer energietechnischen Modernisierung quantifiziert werden.

› **Minimierung der Lebenszykluskosten**

Im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse werden die Kosten betrachtet, die während der Erstellung, Nutzung und dem Abriss eines Gebäudes anfallen. Gegenstand der im Rahmen der Anwendung des LNB zu betrachtenden gebäudebezogenen Lebenszykluskosten sind ausschließlich Kosten im Sinne von Auszahlungen. Dazu gehören die Herstellungskosten, die Baunutzungskosten mit den Betriebskosten sowie den Kosten für Reinigung, Pflege und Instandhaltung und die Abrisskosten mit den Kosten für Rückbau und Entsorgung.

Mit einer solchen Lebenszyklusanalyse kann sichergestellt werden, dass eine Kostenoptimierung über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes erfolgt. Einsparpotenziale über den gesamten Lebenszyklus können identifiziert und darüber hinaus kann die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme insgesamt beurteilt werden. Damit sind die Lebenszykluskosten ein geeignetes Merkmal zur Beschreibung und Bewertung der ökonomischen Qualität eines Gebäudes.

› **Verbesserung der Wirtschaftlichkeit**

Mit der Wirtschaftlichkeit wird die ökonomische Vorteilhaftigkeit eines Investitionsvorhabens aus Bundessicht beschrieben, wobei das Verhältnis eingesetzter Mittel zum erreichten Ergebnis beurteilt wird. Ziel ist es, einen effizienten Mitteleinsatz im Sinne einer dauerhaft hohen Ressourcenproduktivität sicherzustellen.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Immobilie hat die Kapitalwertmethode die meiste Verbreitung in der Praxis gefunden. Statische Verfahren sind zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Immobilieninvestitionen grundsätzlich nicht geeignet. Dies gilt erst recht bei lebenszyklusorientierten Betrachtungen. So fordert auch die Bundeshaushaltsordnung Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf Basis der Kapitalwertmethode. Dabei sind insbesondere zu beachten:

- › die Optimierung der Bedarfsanforderungen,
- › die Optimierung der Lebenszykluskosten,
- › das Verhältnis von Investitionskosten zu Betriebskostensparnissen und
- › die Reduzierung von Instandhaltungs- und Folgemaßnahmen.

Zudem sind für gesamtwirtschaftliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei Hochbauten Effekte durch externe Kosten und Nutzen mit zu berücksichtigen. Damit ist der Kapitalwert neben den Lebenszykluskosten ein weiteres geeignetes Merkmal zur Beschreibung und Bewertung der ökonomischen Qualität eines Gebäudes.

› **Wertstabilität**

Während des Lebenszyklus eines Gebäudes gibt es eine Reihe exogener Faktoren, die dessen Werte beeinflussen. Zu diesen Faktoren gehören u. a. die

- › Veränderung von Marktgegebenheiten, z. B. durch Rezession oder Veränderung von Angebot und Nachfrage im Zusammenhang mit der Nutzungsart,
- › Veränderungen der Standortgegebenheiten, z. B. durch Überangebot von Mietflächen gleicher Nutzungsart oder baurechtliche Veränderungen.

Aufgrund des Markt- und Standortveränderungsrisikos gibt es folglich ein Wertminderungsrisiko. Die Möglichkeiten der Risikominimierung müssen bereits in der Entwurfsplanung berücksichtigt werden, wobei die Nutzungsflexibilität eine zentrale Rolle spielt. Ein hohes Maß an Nutzungsflexibilität führt dazu, dass eine Nutzungsänderung mit geringem Ressourcenaufwand erfolgen kann, was wiederum den Immobilienwert aufrechterhält. Die Nutzungsflexibilität wird bestimmt durch

- › den Abnutzungsvorrat der Bausubstanz und der technischen Anlagen,
- › die Flächeneffizienz,
- › die Wartungs- und Reinigungsintensität und -freundlichkeit,
- › die Nutzungsflexibilität der Baukonstruktion mit Funktionalität, Anpassungsfähigkeit und Flexibilität.

Zur dauerhaften Sicherstellung der Wertstabilität einer Immobilie bedarf es einer auf Substanz und Nutzung abgestimmten Instandhaltungsstrategie unter Einbindung des Eigentümers und Betreibers. So ist in der Betriebsphase der Werterhalt der Immobilie durch eine geeignete Instandhaltungsstrategie für bauliche und technische Anlagen sicherzustellen. Dazu gehören auch energietechnische Modernisierungen, deren Qualität in den öffentlich zugänglichen Bauten des Bundes im Energiebedarfsausweis öffentlich dokumentiert werden muss. Zudem kann die Klassifizierung im Energiebedarfsausweis zukünftig auch in das Sachwertverfahren zur Bestimmung des Immobilienwertes einfließen und somit unmittelbar als ein Merkmal zur Beschreibung und Bewertung von Risiken auf die ökonomische Qualität einer Immobilie genutzt werden.

› **Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit**

Soziokulturelle und funktionale Qualitäten haben eine hohe Bedeutung bei der Beurteilung des Gebäudes durch den Nutzer und die Gesellschaft. Bedarfsträger und Maßnahmenträger sind umso mehr gefordert, ihr Augenmerk auf die Formulierung entsprechender gestalterischer und funktionaler Qualitäten sowie Kriterien hinsichtlich der Gesundheit, Behaglichkeit und des Nutzerkomforts zu richten.

Beim Neubau wie beim Bauen im Bestand sind die Themenfelder Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit hinsichtlich ihrer Akzeptanz von besonderer Bedeutung. Gefährdungen durch Problemstoffe und durch Einwirkungen aus der Umwelt oder aus dem Gebäude müssen zuverlässig ausgeschlossen werden.

- › So kann durch die Sicherstellung eines hinreichenden Luftwechsels eine gute Qualität der Innenraumluft auch in Bezug auf die CO₂-Konzentration in der Raumluft gesichert werden.
- › Der thermische Komfort als ein Kriterium zur Beschreibung der Behaglichkeit an Arbeitsplätzen steht in starkem Zusammenhang mit der Zufriedenheit am Arbeitsplatz, sodass im Sommer wie im Winter thermische Behaglichkeit sichergestellt werden muss. Hier sind als Parameter z. B. die mittlere Raumtemperatur während der Heizperiode oder die Überhitzungsstunden in der Sommerperiode zu nennen.
- › Visueller Komfort wird durch ausgewogene Beleuchtung ohne nennenswerte Störungen wie Direkt- und/oder Reflexblendung und ein ausreichendes Beleuchtungsniveau sowie der individuellen Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse erreicht. Die Beleuchtung ist zudem ein relevanter Umweltfaktor, der das Sehen des Menschen und den Nutzungskomfort maßgeblich beeinflusst.

Somit sind Merkmale wie das Vorhandensein einer Lüftungsanlage, die mittlere Raumtemperatur während der Heizperiode oder auch das Beleuchtungskonzept geeignet, Risiken im Hinblick auf die soziokulturelle Qualität eines Gebäudes zu beschreiben.

› Technische Qualität

Die technische Qualität fokussiert auf die Qualität der technischen Ausführung des Gebäudes und seiner Anlagenteile. Hier werden Aspekte wie Standsicherheit, Brand-, Schall-, Wärme- und Feuchteschutz, Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen, aber auch Fragen der Reinigung und Instandhaltung sowie der Rückbaufähigkeit des Gebäudes betrachtet. Ziel der wärme- und feuchteschutztechnischen Qualität ist die Minimierung des Wärme- und Kältebedarfs für die Raumkonditionierung von Gebäuden bei gleichzeitiger Sicherstellung einer hohen thermischen Behaglichkeit und der Vermeidung von Bauschäden z. B. durch Tauwasser oder Schimmelpilzbildung. Damit sind z. B. die spezifischen Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle ein Merkmal zur Beschreibung von Risiken aus der technischen Qualität des Gebäudes.

Aufwendungen für die Reinigungs- und Instandhaltung von technischen Anlagen und Flächen haben einen großen Einfluss auf die Betriebsorganisation, die Kosten sowie die Umweltwirkung eines Bauwerkes während der Nutzungsphase. Bauteile, die eine optimale Instandhaltung erfahren, können eine maximale Nutzungsdauer erreichen. Flächen, die sich leicht reinigen lassen, benötigen geringe Aufwendungen an Reinigungsmitteln, reduzieren den Wasserverbrauch und verursachen in der Regel geringere Reinigungskosten. Die Zugänglichkeit und die Optimierung der TGA-Komponenten können die Nutzbarkeit eines Gebäudes positiv beeinflussen. Die Reinigungs- und Instandhaltungskosten aus der Nutzung des Gebäudes sind somit ein Merkmal zur Beschreibung der technischen Qualität des Gebäudes.

› Prozessqualität

Die Qualität des Planungsprozesses, der Bauausführung und der Vorbereitung der Betriebsführung werden im LNB unter dem Begriff der Prozessqualität zusammengefasst. In hohem Maße kostenwirksame Entscheidungen werden bereits in der ersten Konzeptphase getroffen. Dies gilt auch für hiermit einhergehende Umweltbeeinträchtigungen. Im LNB – Teil A werden im Einzelnen diese Kriterien zur Beschreibung der Qualität eines Planungsprozesses aufgelistet. In diesen Bereich sind z. B. detaillierte Wärmebrückenberechnungen zur Optimierung der Planung und Verbesserung der Ausführung einzuordnen.

Die Aus- und Weiterbildung der Bauausführenden, das Qualitätsmanagement des Unternehmens sowie die Qualitätssicherung bestimmen die Qualität des entstehenden Werkes. Auch hierzu werden im LNB – Teil A im Einzelnen Kriterien zur Beschreibung der Qualität der Bauausführung aufgelistet. Dazu zählt z. B. die Durchführung von Blower-Door-Tests zur Sicherstellung einer ausreichend luftdichten Gebäudehülle (n_{L50} -Wert) und von thermografischen Untersuchungen zur Qualitätssicherungen im Bereich des baulichen Wärmeschutzes.

Schon mit der Planung sind die messtechnischen Voraussetzungen für ein effektives und umfassendes Monitoring zu schaffen. So können im Rahmen der Qualitätssicherung die Ergebnisse der Bauausführung und des Betriebes an den Vorgaben der Planung gemessen, dokumentiert und bewertet werden. Im Rahmen eines effizienten und kaufmännischen Energiemanagements müssen im Zuge des Betriebs durch turnusmäßige Auswertungen der Medienverbräuche etwaige Verfehlungen von Benchmarks identifiziert und ggf. Maßnahmen der Verbesserung ausgelöst werden.

Zusammenfassung möglicher Ziele und Merkmale

In Tabelle 20 sind die ausgewählten Merkmale zur quantitativen Beschreibung von Risiken eines Gebäudes im Hinblick auf die genannten Schutzziele tabellarisch zusammengefasst. Diese Zusammenfassung dient als Bewertungsgrundlage für die beispielhaft durchgeführte Nutzwertanalyse.

| Qualität | Schutzziel | Merkmal zur quantitativen Beschreibung |
|---------------------|--|---|
| Ökologie | Schonung begrenzter natürlicher Ressourcen | Primärenergieaufwand nicht erneuerbar Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen Treibhauspotenzial |
| Ökonomie | Erhalt von Kapital | minimale Lebenszykluskosten |
| | Verbesserung der Wirtschaftlichkeit | Kapitalwert |
| | Wertstabilität | Klassifizierung im Energiebedarfsausweis |
| Soziokultur | Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit | thermischer Komfort im Winter Qualität der Beleuchtungsanlage/-steuerung Art und Qualität der Belüftung |
| technische Qualität | | spezifische Transmissionswärmeverluste Reinigungs- und Instandhaltungskosten |
| Prozessqualität | | Nachweis Wärmebrücken Nachweis Blower-Door/ Thermografie Controlling und Evaluation |

Tabelle 20:
Auswahl von Merkmalen zur quantitativen Beschreibung von Schutzzielen

Durchgeführte Untersuchungen

Bauteilbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die bauteilbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde anhand der Modellgebäude für den Neubau durchgeführt.

Verwaltungsgebäude – klein

Für das Gebäudemodell „Verwaltungsgebäude – klein“ (KI) wird die Basisvariante schrittweise durch die Verbesserung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Bauteils (Wand, Fenster, Bodenplatte, Dach) modifiziert, um den Energieeinspareffekt des Bauteils zu quantifizieren. Alle anderen Randbedingungen bleiben bei der Energiebilanzberechnung konstant. Tabelle 21 stellt die bauteilbezogenen Berechnungsvariationen für das Gebäudemodell „KI“ dar. Sie fasst zudem die Gesamtwärmedurchgangskoeffizienten $\dot{U}_{(\text{gesamt})}$ sowie die berechneten Nutz-, End- und Primärenergiebedarfe der jeweiligen Berechnungsvariante zusammen. Zur Durchführung der energetischen Bilanzierungen wird im Rahmen der vorliegenden Studie die Software „ZUB-Helena“ verwendet.

| Bauteil (Berechnungsreihe) | Berechnungsvarianten mit 40 % Fensterflächenanteil | Verschärfung | U-Werte (Bauteile) | Ü-Werte (gesamt) | Nutzenergien | Endenergien | Primär-energien |
|---|--|--------------|----------------------|------------------|------------------------|---------------|-----------------|
| | | [%] | [W/m ² K] | | [kWh/m ² a] | | |
| Außenwände | KI_BW_Basis | 0% | 0,28 | 0,523 | 104,80 | 131,95 | 140,50 |
| | KI_BW_Basis_AW-14% | 14% | 0,24 | 0,509 | 102,97 | 129,75 | 138,32 |
| | KI_BW_Basis_AW-29% | 29% | 0,20 | 0,496 | 101,14 | 127,55 | 136,14 |
| | KI_BW_Basis_AW-39% | 39% | 0,17 | 0,485 | 99,78 | 125,92 | 134,50 |
| | KI_BW_Basis_AW-50% | 50% | 0,14 | 0,475 | 98,41 | 124,27 | 132,87 |
| Fenster, Fenstertüren | KI_BW_Basis | 0% | 1,50 | 0,523 | 104,80 | 131,95 | 140,50 |
| | KI_BW_Basis_AF-13% | 13% | 1,30 | 0,478 | 98,81 | 124,75 | 133,35 |
| | KI_BW_Basis_AF-27% | 27% | 1,10 | 0,434 | 93,16 | 117,96 | 126,66 |
| | KI_BW_Basis_AF-40% | 40% | 0,90 | 0,389 | 90,11 | 114,48 | 123,27 |
| | KI_BW_Basis_AF-50% | 50% | 0,75 | 0,355 | 85,66 | 109,12 | 117,95 |
| erdberührende Bauteile, Decke und Wände zu unbeheizten Zonen | KI_BW_Basis | 0% | 0,28 | 0,523 | 104,80 | 131,95 | 140,50 |
| | KI_BW_Basis_EB-14% | 14% | 0,24 | 0,519 | 104,36 | 131,43 | 139,98 |
| | KI_BW_Basis_EB-29% | 29% | 0,20 | 0,515 | 103,87 | 130,83 | 139,39 |
| | KI_BW_Basis_EB-39% | 39% | 0,17 | 0,511 | 103,45 | 130,33 | 138,89 |
| | KI_BW_Basis_EB-50% | 50% | 0,14 | 0,508 | 103,00 | 129,79 | 138,35 |
| Dach, oberste Geschossdecke | KI_BW_Basis | 0% | 0,28 | 0,523 | 104,80 | 131,95 | 140,50 |
| | KI_BW_Basis_DA-14% | 14% | 0,24 | 0,515 | 103,64 | 130,55 | 139,12 |
| | KI_BW_Basis_DA-29% | 29% | 0,20 | 0,506 | 102,48 | 129,16 | 137,73 |
| | KI_BW_Basis_DA-39% | 39% | 0,17 | 0,500 | 101,61 | 128,12 | 136,69 |
| | KI_BW_Basis_DA-50% | 50% | 0,14 | 0,493 | 100,75 | 127,07 | 135,65 |
| | KI_BW_Basis_DA-64% | 64% | 0,10 | 0,485 | 99,59 | 125,68 | 134,27 |
| | KI_BW_Basis_DA-68% | 68% | 0,09 | 0,482 | 99,30 | 125,34 | 133,92 |

Tabelle 21:

Berechnungsvarianten mit fortlaufender Verschärfung der Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile für das Gebäudemodell „Verwaltungsgebäude – klein“

Beim Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – klein“ werden alle Randbedingungen zunächst konstant gelassen und nur die U-Werte des jeweils betrachteten Bauteils schrittweise verschärft. Bei der Beleuchtung wird die geltende Erlasssituation berücksichtigt. Wärmebrücken und Luftwechsel entsprechen ebenfalls dem Standardfall. Eine durchgeführte Variation des Fensterflächenanteils (40 bzw. 60 %) hat gezeigt, dass dieser Faktor keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse hat.

Bei der bauteilbezogenen Wirtschaftlichkeitsanalyse ist Folgendes grundsätzlich zu beachten:

- › Verglichen werden die (barwertigen) Mehrkosten zur Erreichung niedrigerer U-Werte (bzw. höherer äquivalenter Dämmstoffdicken WLS 035) für das jeweilige Bauteil mit den dadurch erzielbaren (barwertigen) Energiekosteneinsparungen über den Betrachtungszeitraum.
- › Mehrkosten und Einsparungen werden gegenüber einer Bezugsvariante berechnet. Die Bezugsvariante für Mehrkosten und Endenergieeinsparungen bildet das Modellgebäude mit den U-Werten im Zustand „Basis“.
- › Der Kapitalwert KW einer Investition ist die Summe aller mit dem Kalkulationszinssatz i auf den Zeitpunkt $t=0$ diskontierten Investitionszahlungen (Jahresüberschüsse) \ddot{u}_t :

$$KW = \sum_{t=0}^n \ddot{u}_t \cdot (1+i)^{-t}$$

Gleichung 2

- › Der Kapitalwert wird berechnet als Differenz der (barwertigen) Energiekosteneinsparungen und der (barwertigen) investiven Mehrkosten jeweils gegenüber der Bezugsvariante.
- › Mit der Bezugsvariante wird per Definition ein Kapitalwert 0 erreicht.
- › Ein Kapitalwert > 0 bedeutet, dass die betrachtete Variante gegenüber der Bezugsvariante bei den getroffenen Annahmen wirtschaftlich realisiert werden kann.
- › Ein Kapitalwert < 0 bedeutet, dass die betrachtete Variante gegenüber der Bezugsvariante bei den getroffenen Annahmen nicht wirtschaftlich realisiert werden kann.
- › Beim Vergleich von mehreren Varianten ist die Variante mit dem höchsten Kapitalwert vorzuziehen.
- › Aussagen über die Einhaltung der EnEV 2016 und des EEWärmeG der einzelnen Varianten werden bei der bauteilbezogenen Wirtschaftlichkeitsanalyse nicht abgeleitet.

Ausgehend von den oben dargestellten Annahmen ergeben sich für verschiedene Wärmeerzeuger unterschiedliche Kapitalwerte für die Variation des Wärmedurchgangskoeffizienten. Um die Robustheit der WU zu prüfen, werden die Zinssätze für die Energiepreissteigerung (EP) und den Kalkulationszins (ZS) jeweils variiert.

In den folgenden Abbildungen werden für die Bauteile Außenwände (AW), Fenster (AF), erdberührende Bauteile, Decke und Wände zu unbeheizten Zonen (EB) und Dach (DA) die Kapitalwerte pro m^2_{NGF} in Abhängigkeit von den jeweiligen Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2K)$ aufgetragen. Die dargestellten Kapitalwertdifferenzen beziehen sich dabei auf die Basisvariante der Mindestanforderung nach EnEV (Anlage 2, Tabelle 2, rote Linie). Ein positiver Wert zeigt, dass das optimierte Bauteil aufgrund der eingesparten Energie wirtschaftlicher ist als die EnEV-Mindestanforderung der Basisvariante. Die beiden grünen Linien zeigen die Anforderungen an die Qualität der Gebäudehülle für das KfW-Effizienzhaus 55 bzw. 40 (Bezug ist H_T des Referenzgebäudes).

Betrachtet werden die folgenden sieben Wärmeversorgungssysteme bzw. Bilanzierungsvarianten auf Basis des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – klein“ (KI):

- › Erdgas-Brennwertkessel, verbessert (BW)
- › Erdgas-Brennwertkessel, verbessert wärmebrückenoptimiert (BW_WBopt)
- › Holzpelletkessel (HP)
- › Holzpelletkessel wärmebrückenoptimiert (HP_WBopt)
- › Fernwärme mit KWK (FW)
- › Luft-Wasser-Wärmepumpe (WP Luft)
- › Sole-Wasser-Wärmepumpe (WP Sole)

Wie in den Legenden der Abbildungen beschrieben, sind die Ergebnisse der sieben Varianten mit unterschiedlich farbigen Kurven differenziert. Die Kurven überlagern sich zum Teil, daher sind nicht immer 7 Kurven zu sehen.

Abbildung 7:
Optimierung der Außenwand (AW) des
kleinen Verwaltungsgebäudes mit
Standardannahmen

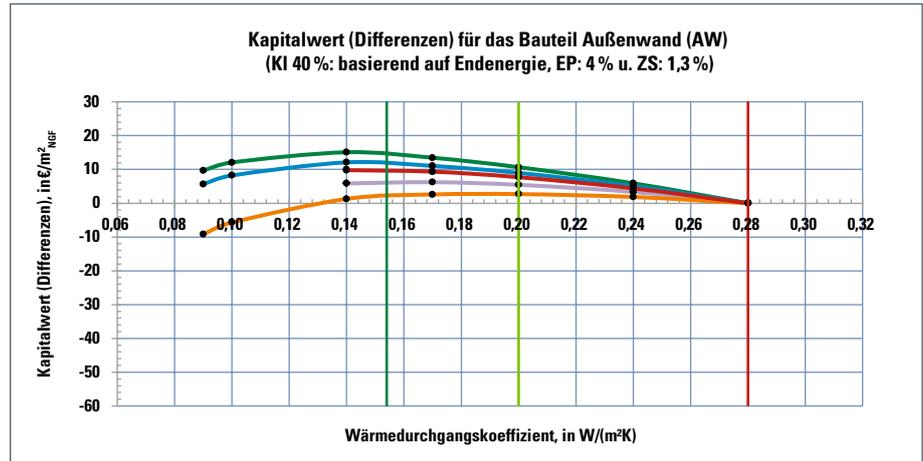


Abbildung 8:
Optimierung der Außenwand (AW) des
kleinen Verwaltungsgebäudes mit
alternativen Zinssätzen

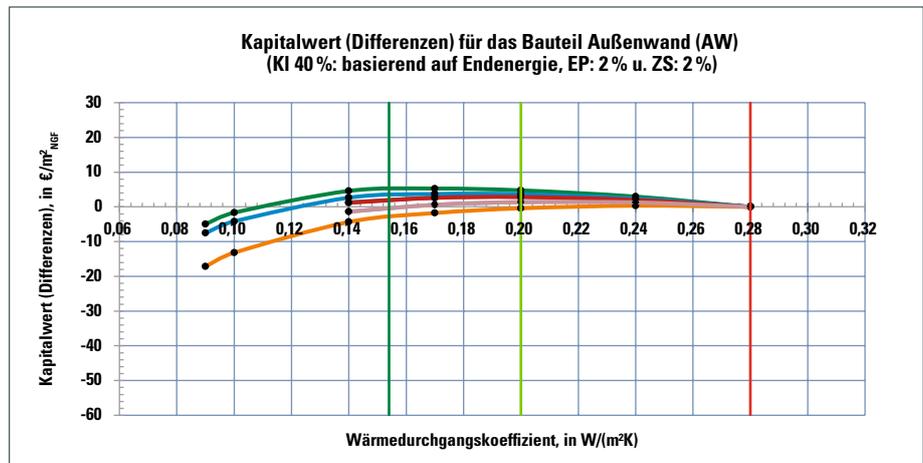
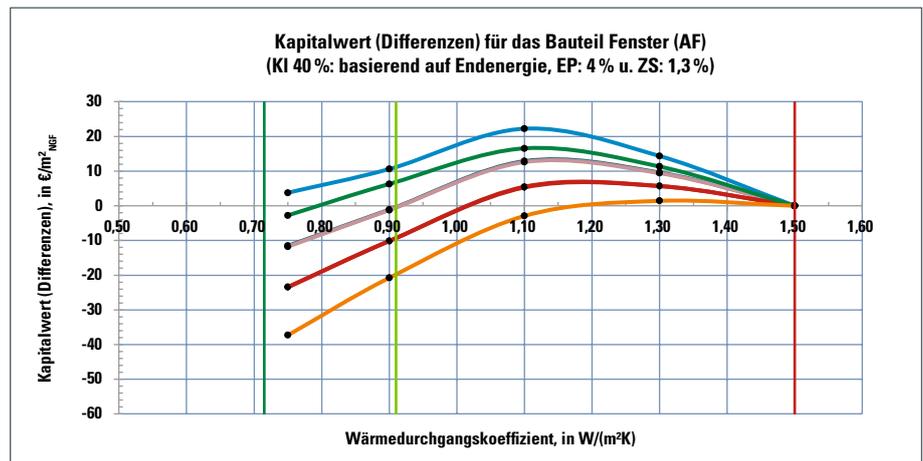


Abbildung 9:
Optimierung der Fenster (AF) des kleinen
Verwaltungsgebäudes mit
Standardannahmen



Legende Abb. 7-8, 11-12

- KI40 %_BW
- KI40 %_HP
- KI40 %_FW
- KI40 %_WPluft
- KI40 %_WPsole
- KI40 %_BW_WBopt
- KI40 %_HP_WBopt
- Grenzwert Ü EnEV-2016
- KfW Effizienzhaus 55
- KfW Effizienzhaus 40

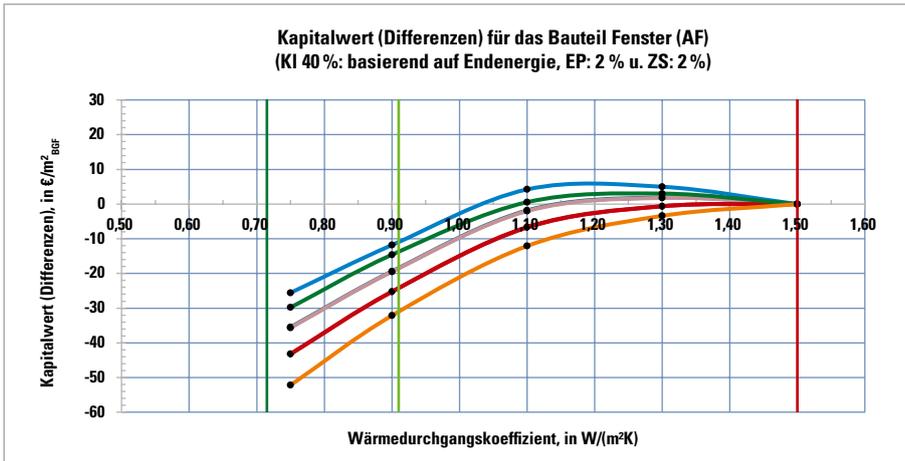


Abbildung 10:
Optimierung der Fenster (AF) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen

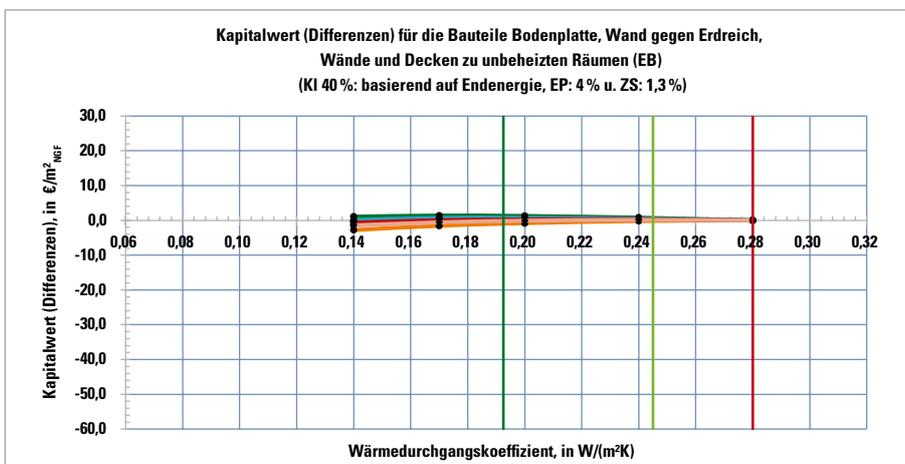


Abbildung 11:
Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen

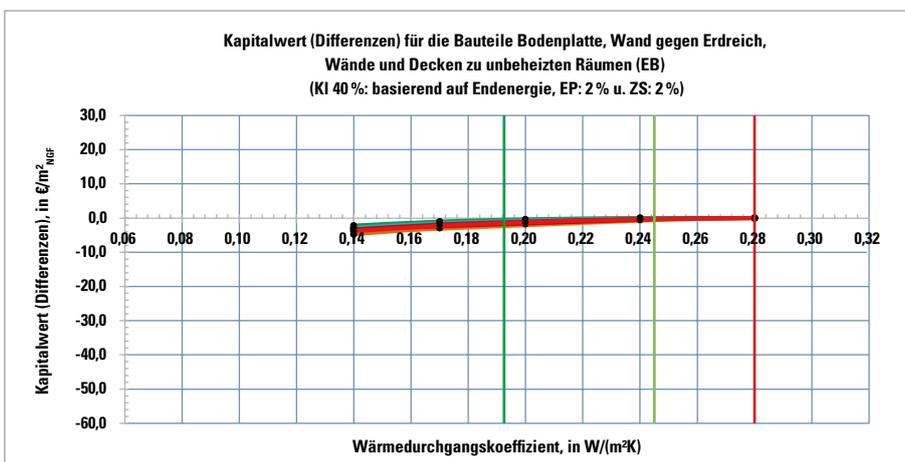


Abbildung 12:
Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen

Legende Abb. 9-10

- KI40 %_BW
- KI40 %_BW_WBopt
- KI40 %_FW
- KI40 %_HP
- KI40 %_HP_WBopt
- KI40 %_WPluft
- KI40 %_WPsole
- Grenzwert Ü EnEV-2016
- KfW Effizienzhaus 55
- KfW Effizienzhaus 40

Abbildung 13:
Optimierung des Daches (DA) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen

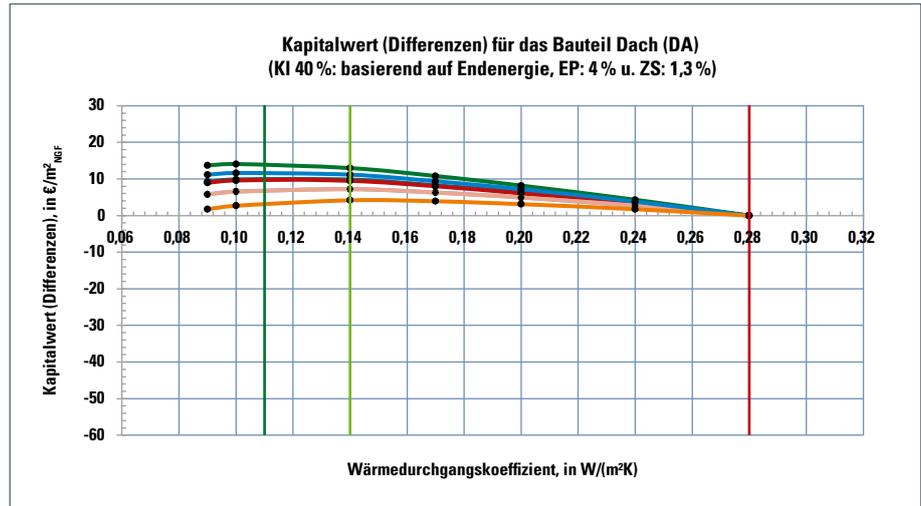
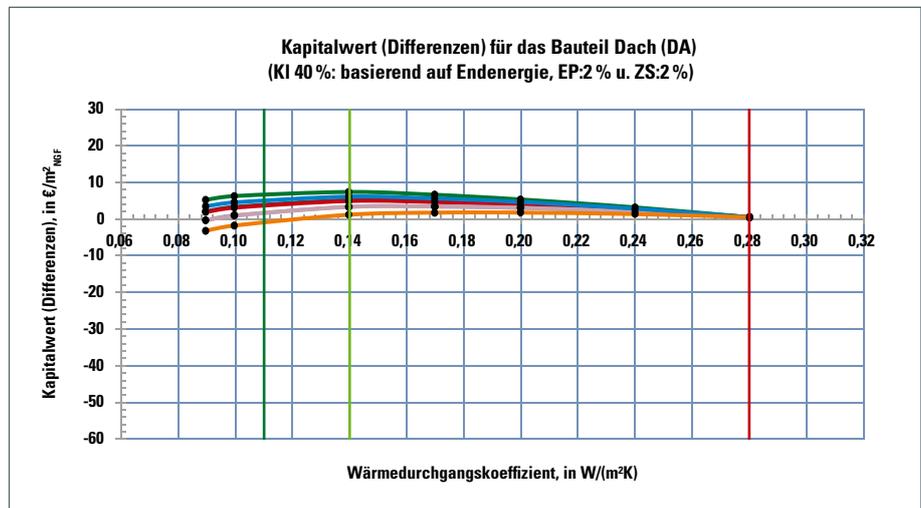


Abbildung 14:
Optimierung des Daches (DA) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen



Legende

- KI40 %_BW_DA
- KI40 %_HP_DA
- KI40 %_FW_DA
- KI40 %_WPluft_DA
- KI40 %_WPsole_DA
- KI40 %_BW_DA_WBopt
- KI40 %_HP_DA_WBopt
- Grenzwert Ü EnEV-2016
- KfW Effizienzhaus 55
- KfW Effizienzhaus 40

Verwaltungsgebäude – groß

Tabelle 22 stellt die bauteilbezogenen Berechnungsvariationen für das Gebäudemodell „Verwaltungsgebäude – groß“ (A&T) dar. Hierbei werden die Bauteile Fenster und die Vorhangfassaden (Pfosten-Riegel-Konstruktionen) zusammen als transparente Bauteile (TB) betrachtet. Tabelle 23 fasst zudem die Gesamtwärmedurchgangskoeffizienten \dot{U}_{gesamt} sowie die berechneten Nutz-, End- und Primärenergiebedarfe der jeweiligen Berechnungsvariante zusammen.

| Bauteil (Berechnungsreihe) | Berechnungsvarianten mit 40% Fensterflächen- anteil | Verschär- fung | U-Werte (Bauteile) | Ü-Werte (gesamt) | Nutz- energien | Endenergien | Primär- energien |
|--|---|-------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|
| | | [%] | [W/m²K] | | [kWh/m²a] | | |
| Außenwände (A&T_BW_AW) | A&T_BW_Basis | 0% | 0,28 | 0,776 | 102,53 | 130,00 | 141,51 |
| | A&T_BW_Basis_AW-14% | 14% | 0,24 | 0,768 | 101,84 | 129,20 | 140,64 |
| | A&T_BW_Basis_AW-29% | 29% | 0,20 | 0,760 | 101,14 | 128,30 | 139,78 |
| | A&T_AW_Basis_AW-39% | 39% | 0,17 | 0,754 | 100,62 | 127,60 | 139,13 |
| | A&T_BW_Basis_AW-50% | 50% | 0,14 | 0,748 | 100,10 | 127,00 | 138,49 |
| | A&T_BW_Basis_AW-64% | 64% | 0,10 | 0,740 | 99,41 | 126,10 | 137,63 |
| | A&T_BW_Basis_AW-68% | 68% | 0,09 | 0,738 | 99,24 | 125,83 | 137,41 |
| Fenster, Fenstertüren sowie Vorhangfassaden (transparente Bauteile) (A&T_BW_TB) | A&T_BW_Basis | 0% | 1,50 | 0,776 | 102,53 | 130,00 | 141,51 |
| | A&T_BW_Basis_TB-13% | 13% | 1,30 | 0,703 | 96,27 | 122,10 | 133,63 |
| | A&T_BW_Basis_TB-27% | 27% | 1,10 | 0,629 | 90,33 | 114,50 | 126,25 |
| | A&T_BW_Basis_TB-40% | 40% | 0,90 | 0,556 | 86,37 | 109,90 | 121,77 |
| | A&T_BW_Basis_TB-50% | 50% | 0,75 | 0,501 | 81,83 | 104,10 | 116,09 |
| erdberührende Bautei- le, Decke und Wände zu unbeheizten Zonen (A&T_BW_EB) | A&T_BW_Basis | 0% | 0,28 | 0,776 | 102,53 | 130,00 | 141,51 |
| | A&T_BW_Basis_EB-14% | 14% | 0,24 | 0,772 | 102,20 | 129,60 | 141,06 |
| | A&T_BW_Basis_EB-29% | 29% | 0,20 | 0,767 | 101,84 | 129,10 | 140,58 |
| | A&T_AW_Basis_EB-39% | 39% | 0,17 | 0,764 | 101,56 | 128,70 | 140,18 |
| | A&T_BW_Basis_EB-50% | 50% | 0,14 | 0,760 | 101,26 | 128,30 | 139,76 |
| Dach, oberste Geschossdecke (A&T_BW_DA) | A&T_BW_Basis | 0% | 0,28 | 0,776 | 102,53 | 130,00 | 141,51 |
| | A&T_BW_Basis_DA-14% | 14% | 0,24 | 0,770 | 102,04 | 129,40 | 140,89 |
| | A&T_BW_Basis_DA-29% | 29% | 0,20 | 0,763 | 101,51 | 128,80 | 140,24 |
| | A&T_BW_Basis_DA-39% | 39% | 0,17 | 0,758 | 101,12 | 128,30 | 139,77 |
| | A&T_BW_Basis_DA-50% | 50% | 0,14 | 0,753 | 100,74 | 127,80 | 139,29 |
| | A&T_BW_Basis_DA-64% | 64% | 0,10 | 0,747 | 100,22 | 127,20 | 138,66 |
| | A&T_BW_Basis_DA-68% | 68% | 0,09 | 0,745 | 100,09 | 127,00 | 138,50 |

Tabelle 22:

Berechnungsvarianten mit fortlaufender Verschärfung der Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile für das Gebäudemodell „Atrium & Turm“ (A&T)

Auch beim Modellgebäude „A&T“ werden alle Randbedingungen zunächst konstant gelassen und nur die U-Werte des jeweils betrachteten Bauteils schrittweise verschärft. Bei der Beleuchtung wird die geltende Erlasssituation berücksichtigt. Wärmebrücken und Luftwechsel entsprechen ebenfalls dem Standardfall.

Die bauteilbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgt entsprechend der bereits im vorherigen Fall beschriebenen Rahmenbedingungen. Um die Robustheit der WU zu prüfen, werden auch hier die Zinssätze für die Energiepreissteigerung (EP) und den Kalkulationszins (ZS) variiert.

In den folgenden Abbildungen werden für die Bauteile Außenwand (AW), transparente Bauteile (TB), Außenwand gegen Erdbreich/Bodenplatte (EB) und Dach (DA) die Kapitalwerte pro m^2_{NGF} in Abhängigkeit von den jeweiligen Wärmedurchgangskoeffizienten in $W/(m^2K)$ aufgetragen. Die dargestellten Kapitalwertdifferenzen beziehen sich wie zuvor beim kleinen Verwaltungsgebäude auf die Basisvariante der Mindestanforderung nach EnEV (Anlage 2, Tabelle 2, rote Linie). Ein positiver Wert zeigt, dass das optimierte Bauteil aufgrund der eingesparten Energie wirtschaftlicher ist als die EnEV-Mindestanforderung der Basisvariante. Die beiden grünen Linien zeigen die Anforderungen an die Qualität der Gebäudehülle für das KfW-Effizienzhaus 55 bzw. 40 (Bezug ist H'_1 des Referenzgebäudes).

Betrachtet werden die folgenden sechs Wärmeversorgungssysteme bzw. Bilanzierungsvarianten auf Basis des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – groß“ (A&T):

- Erdgas-Brennwertkessel, verbessert (BW)
- Erdgas-Brennwertkessel, verbessert, Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung (BW_RLT)
- Holzpelletkessel (HP)
- Fernwärme mit KWK (FW)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (WP Sole)

Wie in den Legenden der Abbildungen beschrieben, sind die Ergebnisse der sechs Varianten mit unterschiedlich farbigen Kurven differenziert.

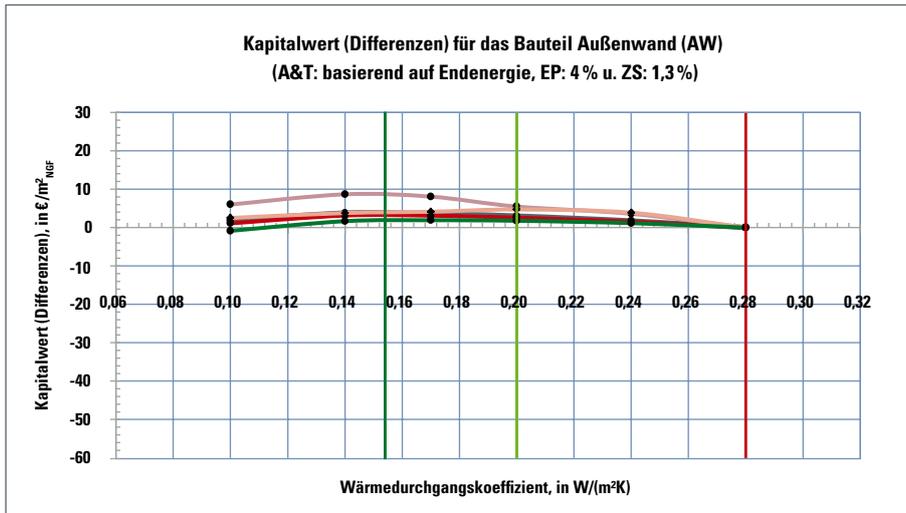


Abbildung 15:

Optimierung der Außenwand (AW) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen

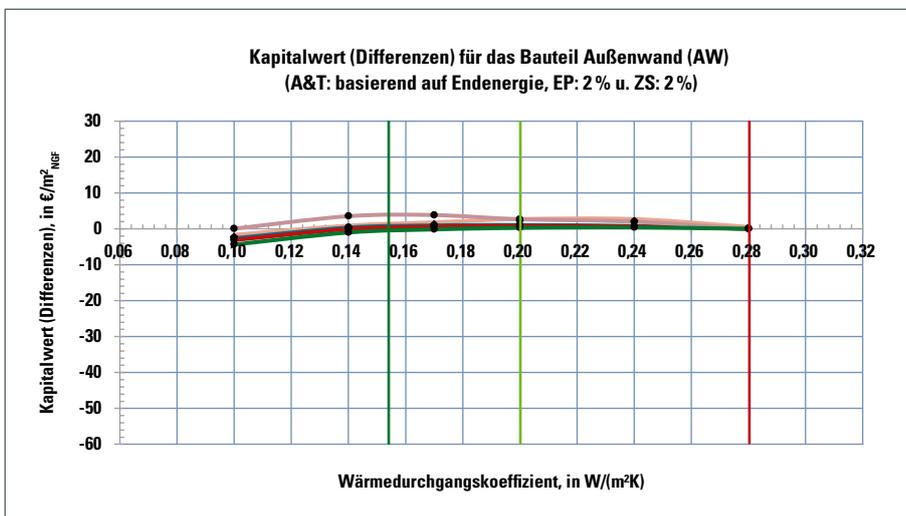


Abbildung 16:

Optimierung der Außenwand (AW) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen

Legende

- A&T_BW_AW
- A&T_HP_AW
- Grenzwert Ü EnEV-2016
- A&T_BW_RLT_AW
- A&T_WPsole_AW
- KfW Effizienzhaus 55
- A&T_FW_AW
- KfW Effizienzhaus 40
- KI40 %_WPluft

Abbildung 17:
Optimierung der transparenten Bauteile (TB) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen

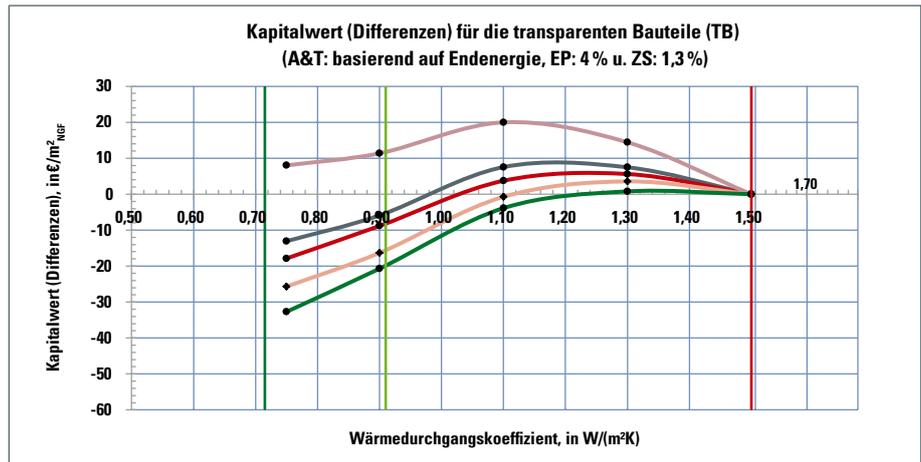


Abbildung 18:
Optimierung der transparenten Bauteile (TB) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen

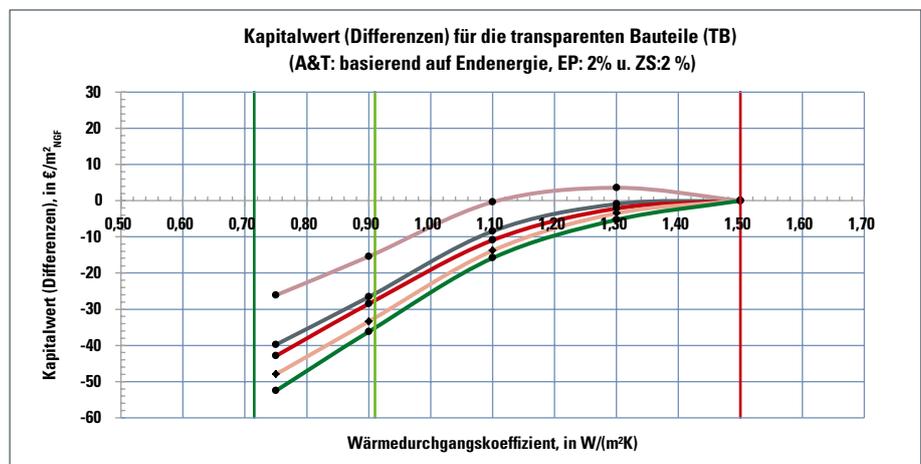
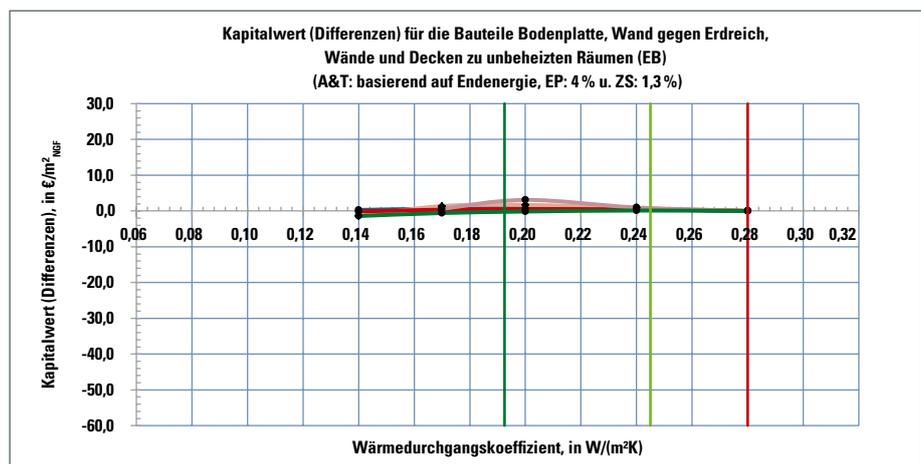


Abbildung 19:
Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen



Legende

- A&T_BW
 - A&T_BW_RLT
 - A&T_FW
 - A&T_HP
- A&T_WPsole
 - Grenzwert U-quer EnEV-2016
 - KfW Effizienzhaus 55
 - KfW Effizienzhaus 40

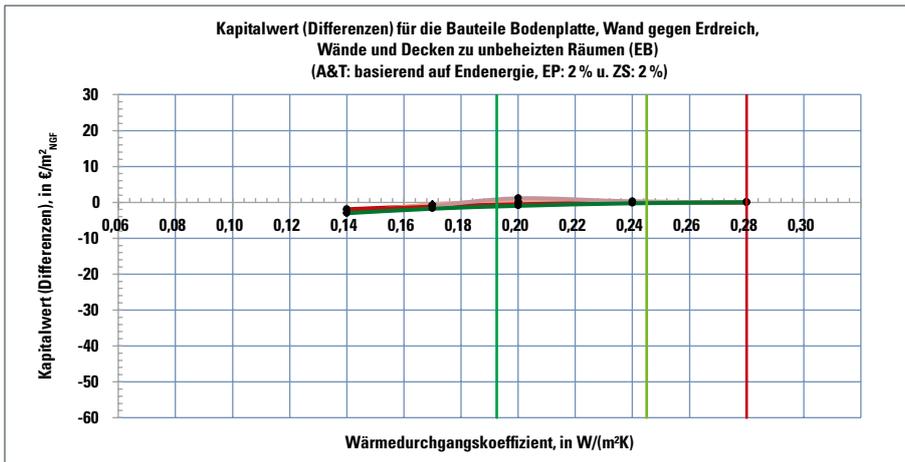


Abbildung 20:

Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen

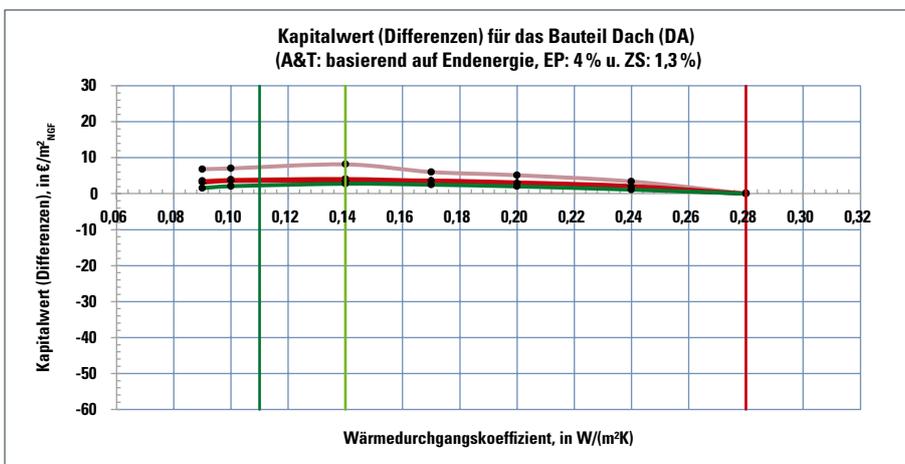


Abbildung 21:

Optimierung des Daches (DA) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen

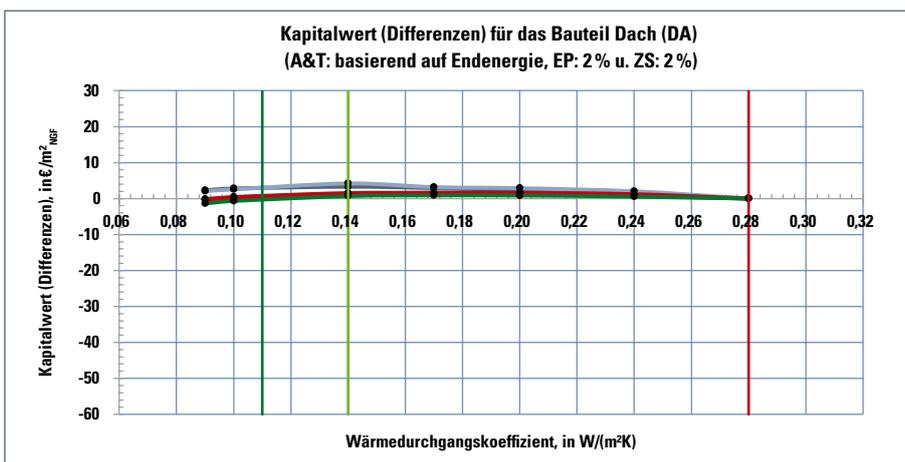


Abbildung 22:

Optimierung des Daches (DA) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen

Legende

- A&T_BW
- A&T_BW_RLT
- A&T_FW
- A&T_HP
- A&T_WPsole
- Grenzwert U-quer EnEV-2016
- KfW Effizienzhaus 55
- KfW Effizienzhaus 40

Ergebnisse auf Bauteilebene

Es zeigt sich sowohl beim kleinen als auch beim großen Verwaltungsgebäude, dass eine weitere Verbesserung der opaken Bauteile wie Außenwände und Dach um rd. 40 bis 50 % für sämtliche Energieerzeuger wirtschaftlich ist und positive Kapitalwerte erzielt. Für die erdberührenden Bauteile wie Bodenplatten und Kellerwände bringt eine weitere Verschärfung hingegen keine Effekte. Bei den transparenten Bauteilen gibt es bis zu einem U_w -Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Standard-Fensterrahmen mit 3fach-Verglasung) ein hohes Einsparpotenzial, das aber sehr sensitiv auf veränderte Randparameter der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung reagiert und demzufolge schnell ins Negative abrutschen kann. Auch die Verwendung von passivhaustauglichen, gedämmten Fensterrahmen (U_w -Wert $< 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) zeigt durchgehend negative Kapitalwerte.

Wirtschaftlichkeitsanalyse unterschiedlicher Wärmeschutz-niveaus auf Gesamtgebäudeebene, Neubau

Verwaltungsgebäude – klein

Bei der rein bauteilbezogenen Untersuchung (siehe oben) wurden ausgehend vom Basisniveau ($0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ bzw. $1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) die U-Werte für das jeweils betrachtete Bauteil schrittweise verschärft, während die U-Werte der übrigen Bauteile konstant auf dem Basisniveau belassen wurden.

Im vorliegenden Teilkapitel werden nun Kombinationen der einzelnen U-Werte untersucht, d. h., die U-Werte für alle Bauteile werden schrittweise ausgehend vom Ausgangsniveau verschärft. Dadurch ergeben sich fünf unterschiedliche Wärmeschutz-niveaus (ausgedrückt durch den durchschnittlichen Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}_{(\text{gesamt})}$). Für das kleine Verwaltungsgebäude werden ausgehend von $0,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ schrittweise Unterschreitungen von $\bar{U}_{(\text{gesamt})}$ bis zu 50 % betrachtet.

Tabelle 23:

Betrachtete Wärmeschutz-niveaus für „Verwaltungsgebäude – klein“

| Wärmeschutz-niveau | 1 (Basis, EnEV-Min.) | 2 (-14 %) | 3 (-27 %) | 4 (-40 %) | 5 (-50 %) |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| $\bar{U}_{(\text{gesamt})}$ | 0,52 W/(m²K) | 0,45 W/(m²K) | 0,38 W/(m²K) | 0,32 W/(m²K) | 0,26 W/(m²K) |
| Bauteile, separat | | | | | |
| Außenwände (AW) | 0,28 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) | 0,2 W/(m ² K) | 0,17 W/(m ² K) | 0,14 W/(m ² K) |
| Dach (DA) | 0,28 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) | 0,2 W/(m ² K) | 0,17 W/(m ² K) | 0,14 W/(m ² K) |
| erdberührende Bauteile (EB) | 0,28 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) | 0,2 W/(m ² K) | 0,17 W/(m ² K) | 0,14 W/(m ² K) |
| Fenster (AF) | 1,50 W/(m ² K) | 1,30 W/(m ² K) | 1,10 W/(m ² K) | 0,90 W/(m ² K) | 0,75 W/(m ² K) |

Die fünf Wärmeschutz-niveaus werden für die folgenden fünf Wärmeversorgungssysteme bilanziert:

- Erdgas-Brennwertkessel, verbessert (BW)
- Fernwärme mit KWK (FW)
- Holzpellet-Kessel (HP)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (WPsole)
- Luft-Wasser-Wärmepumpe (WPluft)

Im Gegensatz zur rein bauteilbezogenen Untersuchung werden nun auch resultierende Kosteneinsparungen bei der Anlagentechnik (durch geringere Heizleistung beim Wärmeerzeuger und den Wegfall von Heizflächen) sowie Differenzen bei den Wartungskosten bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse berücksichtigt.

Für die unterschiedlichen Wärmeschutzniveaus werden die (barwertigen) Gesamtkosten pro m^2_{NGF} in Abhängigkeit vom Primärenergiekennwert in $kWh/(m^2a)$ dargestellt. Die Gesamtkosten werden berechnet als Summe aus den (barwertigen) Investitionskosten unter Berücksichtigung von Restwerten und Ersatzinvestitionen, den (barwertigen) Energiekosten und den (barwertigen) Wartungs- und Instandhaltungskosten.⁸⁸ In den folgenden beiden Abbildungen sind jeweils fünf Kurven zu sehen, die die Gesamtkosten über eine Dauer von 30 Jahren (siehe Seite 49 ff.) pro m^2_{NGF} darstellen. Der Tiefpunkt der Kurve zeigt das wirtschaftliche Optimum der verschiedenen Varianten. Die farbigen, vertikalen Linien zeigen unterschiedliche Anforderungsniveaus für die Primärenergiekennwerte.

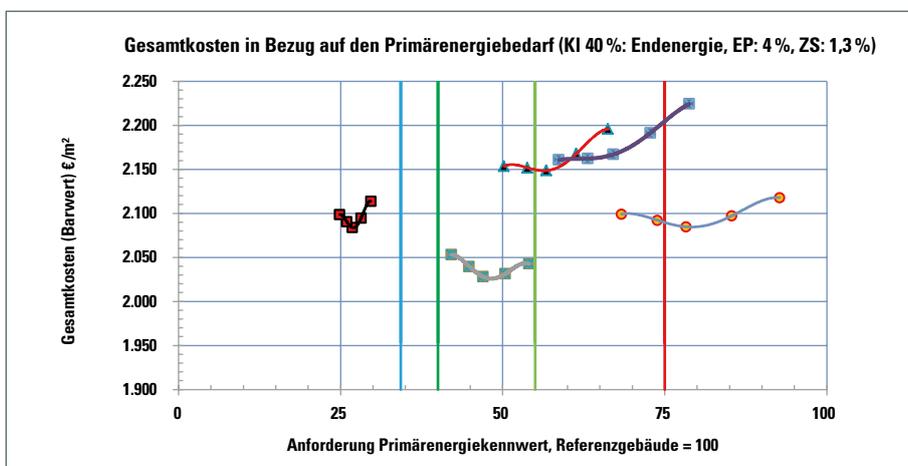


Abbildung 23: Gesamtkosten des kleinen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen

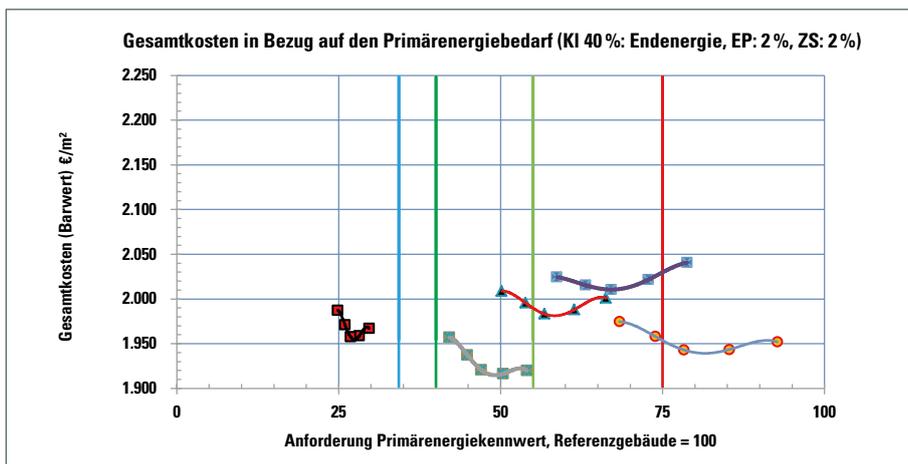


Abbildung 24: Gesamtkosten des kleinen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und alternativen Zinssätzen

Legende

- KI40 %_BW
- ▲ KI40 %_FW
- KI40 %_HP
- KI40 %_WPsole
- KI40 %_WPluft
- Mindestanforderung EnEV Neubau
- KfW 55 Effizienzhaus
- KfW 40 Effizienzhaus
- Klimaschutzplan 52 kWh/(m²a)

⁸⁸ Dazu wird als Basiswert angenommen, dass ein vergleichbares Bürogebäude im mittleren Standard Baukosten (KG 300 und 400) von 1.890 €/m²_{BGF} (Maximalwert) aufweist (Quelle: BKI 2013).

Verwaltungsgebäude – groß

Im vorliegenden Teilkapitel werden die Kombinationen der einzelnen U-Werte auch für das große Verwaltungsgebäude (A&T) untersucht, d. h., die U-Werte für alle Bauteile werden schrittweise von den Mindestanforderungen der EnEV mit $0,78 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (\bar{U}) um bis zu 44 % reduziert. Dadurch ergeben sich fünf unterschiedliche Wärmeschutz-niveaus (ausgedrückt durch den durchschnittlichen Wärmedurchgangskoeffizienten $\bar{U}_{(\text{gesamt})}$).

| Wärmeschutz-niveau | 1 (Basis, EnEV-Min.) | 2 (-12%) | 3 (-24%) | 4 (-3%) | 5 (-44%) |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| $\bar{U}_{(\text{gesamt})}$ | 0,78 W/(m²K) | 0,68 W/(m²K) | 0,59 W/(m²K) | 0,50 W/(m²K) | 0,43 W/(m²K) |
| Bauteile, separat | | | | | |
| Außenwände (AW) | 0,28 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) | 0,2 W/(m ² K) | 0,17 W/(m ² K) | 0,14 W/(m ² K) |
| Dach (DA) | 0,28 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) | 0,2 W/(m ² K) | 0,17 W/(m ² K) | 0,14 W/(m ² K) |
| erdberührende Bauteile (EB) | 0,28 W/(m ² K) | 0,24 W/(m ² K) | 0,2 W/(m ² K) | 0,17 W/(m ² K) | 0,14 W/(m ² K) |
| Fenster (AF) | 1,50 W/(m ² K) | 1,30 W/(m ² K) | 1,10 W/(m ² K) | 0,90 W/(m ² K) | 0,75 W/(m ² K) |

Tabelle 24:

Betrachtete Wärmeschutz-niveaus für „Atrium & Turm“ (A&T)

Auch hier werden im Gegensatz zur rein bauteilbezogenen Untersuchung die resultierenden Kosteneinsparungen bei der Anlagentechnik (durch geringere Heizleistung beim Wärmeerzeuger und den Wegfall von Heizflächen) sowie Differenzen bei den Wartungskosten bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse berücksichtigt. Als Wärmeerzeuger werden folgende Alternativen untersucht:

- › Erdgas-Brennwertkessel, verbessert (BW)
- › Erdgas-Brennwertkessel, verbessert, Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung (BW_RLT)
- › Fernwärme mit KWK (FW)
- › Holzpellet-Kessel (HP)
- › Sole-Wasser-Wärmepumpe (WPsole)

Alle Varianten des Modellgebäudes „Atrium & Turm“ sind mit einer Solaranlage für den Bereich „Küche“ (Flachkollektor & WW-Speicher) und zum Teil mit den Lüftungsanlagen ausgestattet. Beim System „Erdgas-Brennwertkessel, verbessert“ (BW) wird zudem eine Variante mit einem zusätzlichen Einsatz von Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung⁸⁹ (BW_RLT) für die Bereiche Kantine, Küche, Büros sowie sonstige Aufenthaltsräume im Vergleich zur Basisvariante betrachtet.

In den folgenden beiden Abbildungen sind wieder fünf Kurven zu sehen, die die Gesamtkosten über eine Dauer von 30 Jahren pro m^2_{NGF} darstellen. Die Berechnung erfolgt analog zum kleinen Verwaltungsgebäude. Der Tiefpunkt der Kurve zeigt auch hier das wirtschaftliche Optimum der verschiedenen Varianten.

89 Wärmerückgewinnung mit einer Rückwärmzahl von 0,65 bzw. 65 %.

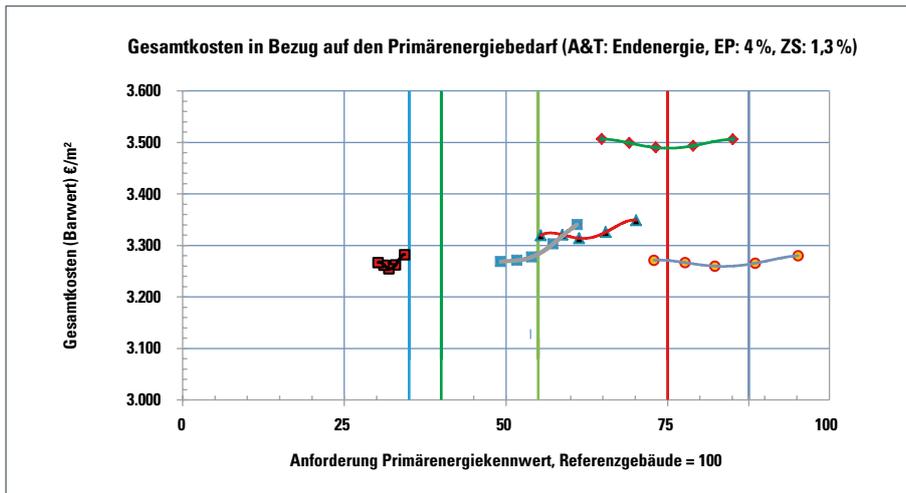


Abbildung 25: Gesamtkosten des großen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen

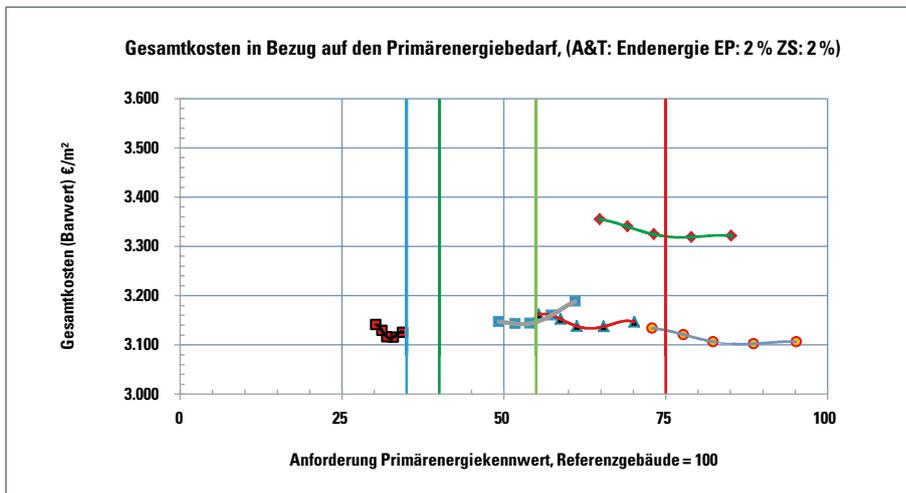


Abbildung 26: Gesamtkosten des großen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und alternativen Zinssätzen

Legende

- A&T_BW
- ◆ A&T_BW_RLT
- ▲ A&T_FW
- A&T_HP
- A&T_WPsole
- Mindestanforderung EnEV Neubau
- KfW 55 Effizienzhaus
- KfW 40 Effizienzhaus
- Klimaschutzplan 52 kWh/(m²a)

Ergebnisse auf Gebäudeebene, Neubau

Es ergaben sich Gesamtkostenkurven bestehend aus fünf Datenpunkten. Die ökonomisch beste Variante ist diejenige mit den geringsten Gesamtkosten über den Betrachtungszeitraum.

Bezogen auf das jeweilige Gesamtkostenoptimum, entstehen bei beiden Modellgebäuden beim Wärmeversorgungssystem „Sole-Wasser-Wärmepumpe“ (WP Sole) die geringsten (barwertigen) Gesamtkosten aller untersuchten Systeme. Dies ist in erster Linie durch die angenommenen relativ geringen Energiepreise für Strom (Sondertarif Wärmepumpe, Strom-Mix) zu begründen. Bei den Investitionskosten der Sole-Wasser-Wärmepumpe wurden die Kosten der Wärmequellenanlagen, aufgrund der hierzu fehlenden Angaben, nicht mitberücksichtigt.

Ausgehend vom Wärmeschutzniveau der jeweiligen Basisvariante ($\bar{U}_{(\text{gesamt})} = 0,052 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei „Büros – klein“ bzw. $0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei „A&T“), sind bei allen Systemen bessere Wärmeschutzniveaus wirtschaftlich zu realisieren. Die Gesamtkostenoptima liegen mindestens beim dritten Datenpunkt der Gesamtkostenkurven ($\bar{U}_{(\text{gesamt})}$ minus 27 % bzw. minus 24 %).

Beim Wärmeversorgungssystem „Erdgas-Brennwertkessel“ (BW) sind die primärenergetischen Anforderungen der EnEV 2016 (ca. $114 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ bei „Büros – klein“ bzw. $112 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ bei „Atrium & Turm“) nur durch hohe Wärmeschutzniveaus zu erfüllen. Das Gesamtkostenoptimum ist mit der EnEV 2016 bereits erreicht bzw. überschritten. Weitere primärenergetische Verbesserungen durch zusätzlichen Wärmeschutz führen – ausgehend von den Anforderungen der EnEV 2016 – zu höheren Gesamtkosten bzw. zu negativen Kapitalwerten. Diese Steigerung der Gesamtkosten ist zwar gering (kleiner als 5%), es liegt aber keine Wirtschaftlichkeit im strengen Sinne mehr vor. Die Anforderungen des EEWärmeG sind ohne den Einsatz regenerativer Energien (z. B. durch eine Photovoltaikanlage) beim Wärmeversorgungssystem „Erdgas-Brennwertkessel“ (BW) kaum zu erfüllen.

Alle anderen Systeme weisen zum Teil deutlich niedrigere Primärenergiekennwerte auf. Die Anforderungen von EnEV 2016 (Haupt- und Nebenanforderungen) werden zum Teil schon bei einem relativ geringen Wärmeschutzniveau erfüllt. Weitere Verbesserungen beim Wärmeschutz führen in diesen Fällen zu sinkenden Gesamtkosten bzw. positiven Kapitalwerten.

Bei einer Erhöhung des Fensterflächenanteils steigen bei Betrachtung auf Gesamtgebäudeebene die Gesamtkosten (höhere Investitionskosten, höhere Energiekosten). Die Lage der Optima verändert sich durch die Fensterflächenvariation nicht.

Eine geringere zukünftige Energiepreissteigerung bzw. ein höherer Kalkulationszinssatz führt bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Gesamtgebäudeebene dazu, dass die (barwertigen) Energiekosten geringer ausfallen. Die Gesamtkosten sinken bei sonst gleichen Annahmen. Die Optima können sich tendenziell in Richtung höherer Primärenergiebedarfe verschieben. Dadurch werden tendenziell auch die wirtschaftlich vertretbaren Verbesserungspotenziale gegenüber der EnEV 2016 geringer.

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse von unterschiedlichen Wärmeschutzniveaus auf Gesamtgebäudeebene ist hinsichtlich der Optimierung von Luftwechsel und Wärmebrücken ein Einfluss auf die Gesamtkosten und die Lage der Optima feststellbar. Die Gesamtkosten sinken, da die Energiekosten aufgrund niedrigerer Endenergiekennwerte sinken. Die Optima verschieben sich tendenziell in Richtung niedrigerer Primärenergiebedarfe. Dadurch werden die wirtschaftlich vertretbaren Verbesserungspotenziale größer.

Wirtschaftlichkeitsanalyse unterschiedlicher Wärmeschutz-niveaus auf Gesamtgebäudeebene, Bestand

Untersuchungsvarianten

Die Durchführung von Energiebilanzberechnungen erfolgt gemäß EnEV für Bestandsgebäude für die definierten Qualitätsstufen der Sanierung. Die unterschiedlichen Qualitätsstufen der Gebäudesanierung sind folgendermaßen definiert:

| Bezeichnung | Beschreibung |
|--------------------------|--|
| Mod. 0: Alt3-Ist-Zustand | Repräsentiert einen durchschnittlich unsanierten Zustand der Bestandsgebäude der Bundesliegenschaften |
| Mod. 1: Alt2-teilsaniert | Repräsentiert die Gebäude der Bundesliegenschaften, die bereits zum Teil saniert sind oder sich in einem besseren energetischen Zustand als Mod. 0 befinden |
| Mod. 2: EnEV-Bestand | Modernisierung gemäß den aktuellen Anforderungen der EnEV für Bestandsgebäude |
| Mod. 3: EnEV-Erlass | Modernisierung gemäß den aktuellen Anforderungen des EnEV-Erlasses für Bestandsgebäude der Bundesliegenschaften |
| Mod. 4: Neubau I | Modernisierung bis zu einem Wärmeschutzniveau nach Anlage 2, Tabelle 2 der EnEV |
| Mod. 5: Neubau II | Modernisierung mit einem gegenüber Mod. 4 verbesserten Wärmeschutz auf Grundlage der durchgeführten Bauteiluntersuchung |
| Mod. 6: ESB (KfW 55) | Modernisierung nach „KfW Effizienzhaus 55“-Standard zur Erfüllung der aktuellen Anforderungen des energetischen Sanierungsfahrplans für die Bundesliegenschaften (ESB) |
| Mod. 7: KSP I (KfW 40) | Modernisierung nach „KfW Effizienzhaus 40“-Standard zur Erfüllung der aktuellen Anforderungen des Klimaschutzplans der Bundesregierung (KSP) |
| Mod. 8: KSP II | Modernisierung bis zu einem Wärmeschutzniveau gemäß Passivhaus-Standard zur Erfüllung der aktuellen Anforderungen des Klimaschutzplans der Bundesregierung (KSP) |

Tabelle 25:

Beschreibung der zu untersuchenden Qualitätsstufen

Die Qualitätsstufen sollen dabei helfen, unterschiedliche Szenarien für die Sanierung der Verwaltungsbauten des Bundes (Wärmeschutzstandard, Qualität der Anlagentechnik etc.) abzubilden. Es erfolgt eine Beschränkung auf die Komplettmodernisierung. Einzelmaßnahmen werden nicht betrachtet. Bei der Definition der Sanierungsstufen werden die klimaschutzpolitischen Ziele der Bundesregierung (primärenergetische Entwicklung bis 2050) sowie die aktuellen Vorgaben der EnEV und des EnEV-Erlasses bezüglich der Bestandsanierung berücksichtigt.

Beispielhaft zeigen die Abbildungen 27 und 28 die aus den Gesamtenergiebilanzen ermittelten Endenergiekennwerte für alle Sanierungsstufen des kleinen und großen Verwaltungsgebäudes.

Die Abbildung 27 (kleines Verwaltungsgebäude) und 28 (großes Verwaltungsgebäude) zeigen:

- Aus dem Einsatz der Abluftanlagen resultiert ein spezifischer Endenergiebedarf an Strom von 0,7 bzw. 1,9 kWh/(m²a).
- Durch die individuelle Fachplanung der Beleuchtungsanlage im Kontext der umfassenden Modernisierung wird der spezifische Endenergiebedarf an Strom für Beleuchtung von 16,3 kWh/(m²a) auf 8,1 kWh/(m²a) bzw. von 20,3 kWh/(m²a) auf 7,1 kWh/(m²a) reduziert.
- Der spezifische Endenergiebedarf an Strom für Warmwasser von 4,8 bzw. 4,5 kWh/(m²a) ist durch den Einsatz dezentraler elektrischer Durchlauferhitzer von den Sanierungsstufen unabhängig.
- Wesentlich bestimmt sich der spezifische Endenergiebedarf der Heizung durch die Qualität des baulichen Wärmeschutzes: So sinkt gegenüber Mod. 0 der spezifische Endenergiebedarf der Heizung von 322,2 kWh/(m²a) auf 89,2 kWh/(m²a) bzw. von 293,4 kWh/(m²a) auf 107,4 kWh/(m²a).

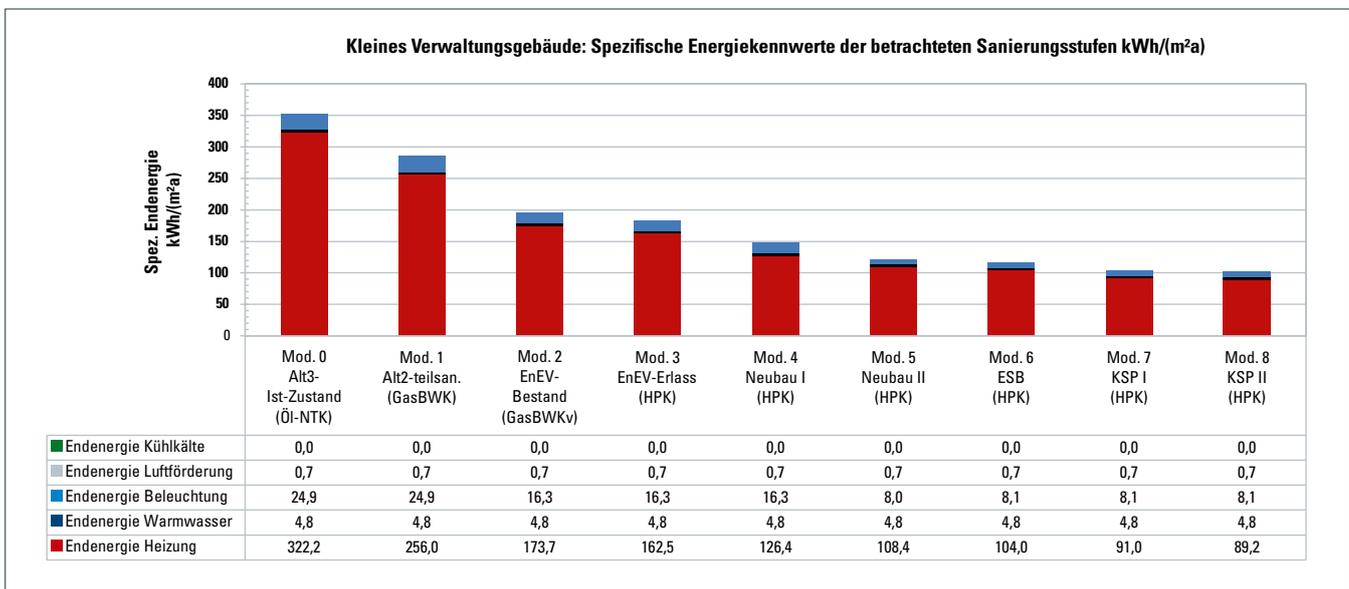


Abbildung 27:

Kleines Verwaltungsgebäude –
spezifische Endenergiekennwerte der
Sanierungsstufen Mod. 0 bis Mod. 8

Um die Relevanz der dargestellten Berechnungsvarianten in Bezug auf den Klimaschutz zu veranschaulichen, illustrieren die beiden Abbildungen 29 und 30 die prozentuale Reduktion der CO₂-Emissionen der betrachteten Sanierungsstufen gegenüber der reinen Instandsetzung (Mod. 0: Alt3) bzw. der Variante Teilsanierung (Mod. 1: Alt2). Erwartungsgemäß reduzieren sich mit zunehmendem Wärmeschutz die Treibhausgasemissionen stetig von 27 % bis 88 % bzw. von 16 % bis 53 % gegenüber der reinen Instandsetzung (Mod. 0) und von 25 % bis 83 % bzw. von 17 % bis 44 % gegenüber Mod. 1 (Teilsanierung).

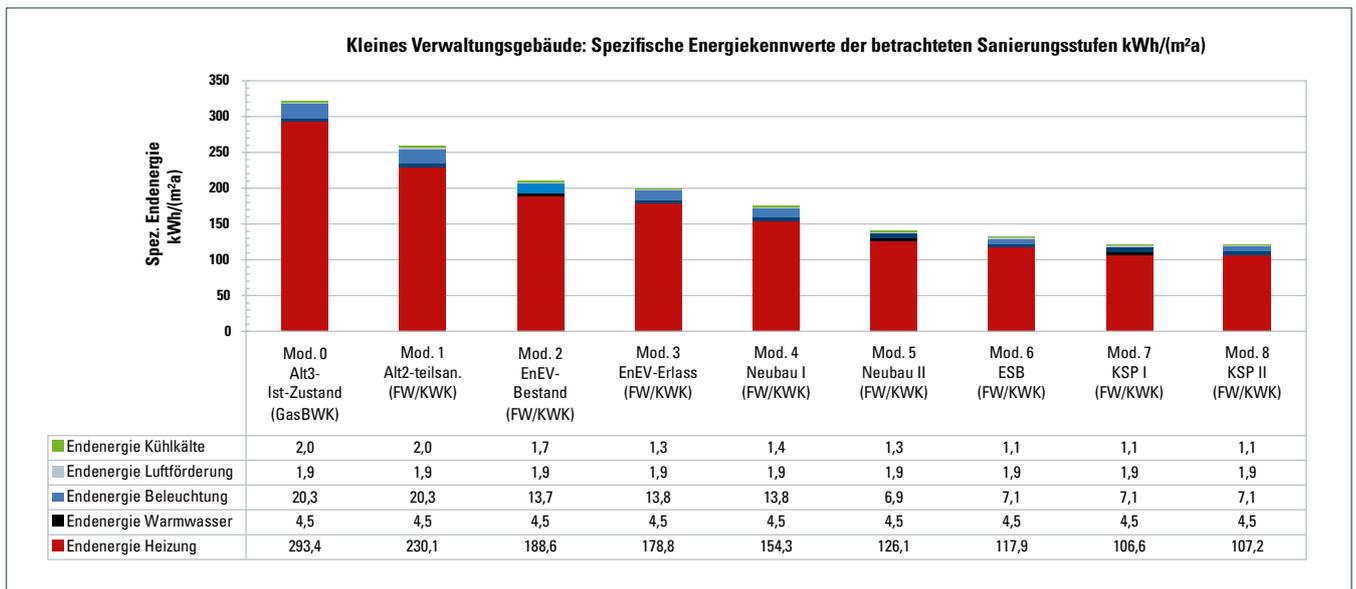


Abbildung 28:
Großes Verwaltungsgebäude – spezifische
Endenergiekennwerte der Sanierungsstufen
Mod. 0 bis Mod. 8 bei Einsatz von FW ab
Mod. 1

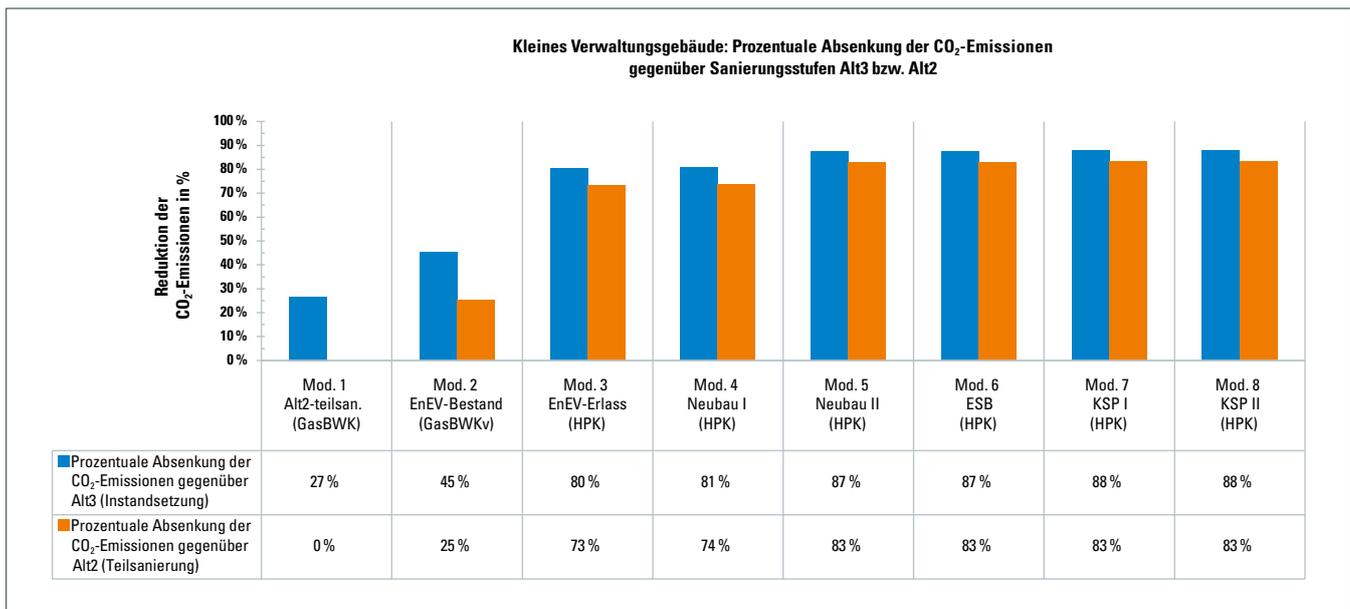


Abbildung 29:

Prozentuale Absenkung der CO₂-Emissionen gegenüber den Sanierungsstufen Alt3 (Instandsetzung) bzw. Alt2 (Teilsanierung) für das kleine Verwaltungsgebäude

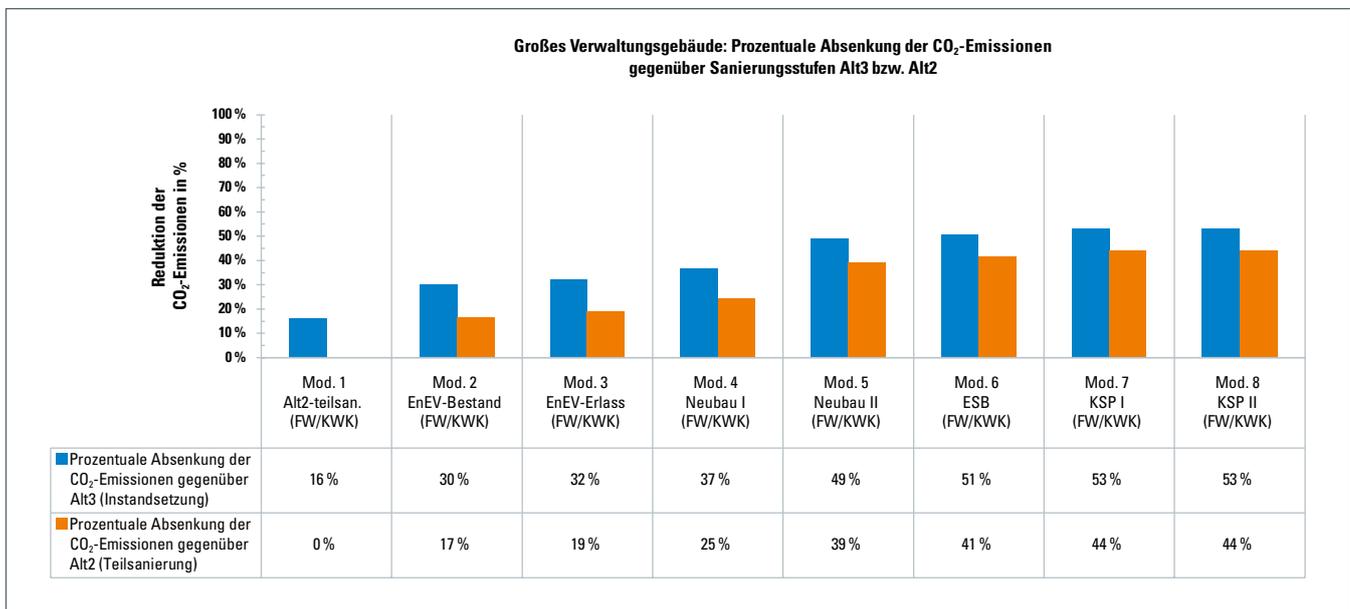


Abbildung 30 :

Fernwärme – prozentuale Absenkung der CO₂-Emissionen gegenüber den Sanierungsstufen Alt3 (Instandsetzung) bzw. Alt2 (Teilsanierung) für das große Verwaltungsgebäude

Verwaltungsgebäude – klein

Die im vorherigen Abschnitt dargestellten Sanierungsvarianten werden im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse ab Mod. 3 dargestellt. Diese Sanierungsstufe entspricht den ohnehin erforderlichen Mindestanforderungen für den Bundesbau. Die untersuchten Wärmeschutz-niveaus der verbliebenen sechs Varianten sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

| Wärmeschutzniveau | Mod. 4 (–45,3 %) Neubau I | Mod. 5 (–59,1 %) Neubau II | Mod. 6 (–64,3 %) KfW 55 | Mod. 7 (–72,1 %) KfW 40 | Mod. 8 (–73,6 %) PH-Standard |
|--|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| $\dot{U}_{\text{(gesamt)}}$ | 0,52 | 0,38 | 0,33 | 0,26 | 0,24 |
| Bauteile, separat | | | | | |
| Außenwände (AW) [W/(m²K)] | 0,28 | 0,20 | 0,20 | 0,15 | 0,12 |
| Dach (DA) [W/(m²K)] | 0,28 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,10 |
| erdberührende Bauteile (EB) [W/(m²K)] | 0,28 | 0,28 | 0,25 | 0,19 | 0,12 |
| Fenster (AF) [W/(m²K)] | 1,50 | 1,10 | 0,91 | 0,72 | 0,75 |

Tabelle 26:

Untersuchte Wärmeschutz-niveaus des kleinen Verwaltungsgebäudes

Die Gesamtkostenberechnung unter den Standardrandbedingungen nach Tabelle 18 wird für die fünf folgenden Wärmeerzeuger durchgeführt:

- Erdgas-Brennwertkessel, verbessert (GasBW)
- Luft-Wasser-Wärmepumpe (WPLuft)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (WPsole)
- Fernwärme mit KWK (FW/KWK)
- Holzpelletkessel (HPK)

Für die unterschiedlichen Wärmeschutz-niveaus werden wieder die (barwertigen) Gesamtkosten pro m^2_{NGF} in Abhängigkeit vom Primärenergiekennwert in $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ dargestellt. Die farbigen, vertikalen Linien zeigen dabei unterschiedliche Anforderungsniveaus für die Primärenergiekennwerte.

Die Gesamtkosten werden berechnet als Summe aus den (barwertigen) Investitionskosten unter Berücksichtigung von Restwerten und Ersatzinvestitionen, den (barwertigen) Energiekosten und den (barwertigen) Wartungs- und Instandhaltungskosten.⁹⁰ Im Unterschied zur Untersuchung der Neubaustandards im vorherigen Kapitel, werden die Endenergie-werte für den Heizenergiebedarf korrigiert und mit realen Verbrauchswerten abgeglichen. Aufgrund des so genannten „Prebound-Effekts“ (siehe Seite 38 ff.) liegen die realen Heizenergieverbrauchswerte bei Bestandsbauten i. d. R. unter den bilanzierten Bedarfswerten.

In den folgenden beiden Abbildungen sind jeweils fünf Kurven zu sehen, die die Gesamtkosten über eine Dauer von 30 Jahren (siehe Seite 49 ff.) pro m^2_{NGF} darstellen. Der Tiefpunkt der Kurve zeigt das wirtschaftliche Optimum der verschiedenen Varianten. Die Variante Mod. 3 für den Erdgas-Brennwertkessel (GasBW) weist demnach Gesamtkosten von 1.057 €/m² auf, die zu mehr als 50 % durch den hohen Anteil an Energiekosten verursacht werden. Durch die Verbesserung des Wärmeschutz-niveaus sinken die Gesamtkosten bis zur Variante Mod. 6 (GasBW) auf 915 €/m². Danach steigen die Gesamtkosten bis zur Variante Mod. 8 (GasBW) wieder auf Gesamtkosten von 969 €/m² an.

⁹⁰ Dazu wird als Basiswert angenommen, dass ein vergleichbares Bürogebäude im mittleren Standard Baukosten (KG 300 und 400) von 1.890 €/m² BGF (Maximalwert) aufweist (Quelle: BKI 2013).

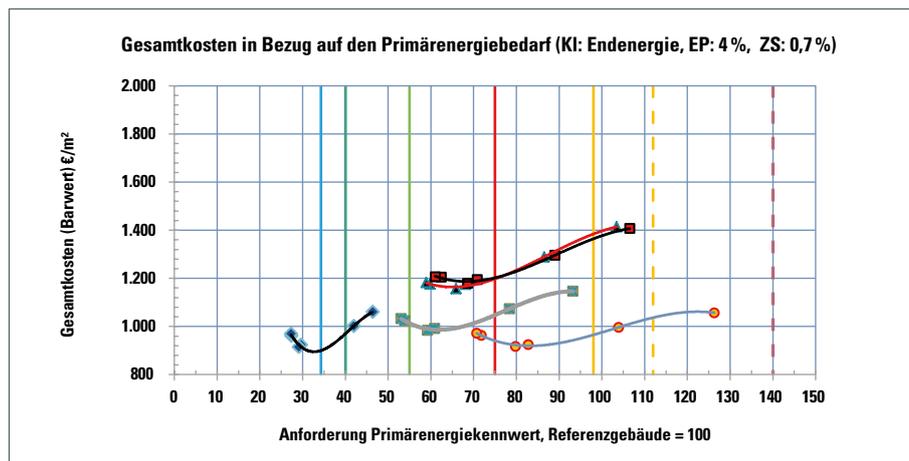


Abbildung 31:

Gesamtkosten des kleinen Verwaltungsgebäudes (Bestand) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen

Legende

- KI GasBW
- ▲ KI WPLuft
- KI WPsole
- KI FW/KWK
- ◆ KI HPK
- - - Mindestanforderung EnEV Bestand
- - - Mindestanforderung EnEV Neubau
- KfW 55 Effizienzhaus
- KfW 40 Effizienzhaus
- Klimaschutzplan 52 kWh/(m²a)
- - - Erlass -20 %
- Erlass -30 % bei KWK

Die korrespondierenden Kapitalwerte werden in Tabelle 27 veranschaulicht. Die Kapitalwerte ergeben sich als Differenz aus den Gesamtkosten der Varianten Mod. 0 bzw. Mod. 1 (Bezugsvarianten) und den Gesamtkosten der betrachteten Modernisierungsvarianten. In die Berechnung der Kapitalwerte gehen damit auf der Kostenseite nur die energiebedingten Mehrkosten ein. Bezogen auf Mod. 0, weisen alle Varianten ab Mod. 5 positive Kapitalwerte auf, d. h., sie sind wirtschaftlich zu realisieren. Der höchste Kapitalwert ergibt sich bei Variante Mod. 6.

| | Bezug | Mod. 3 – Erlass | Mod. 4 – Neu I | Mod. 5 – Neu II | Mod. 6 – ESB | Mod. 7 – KSP I | Mod. 8 – KSP II |
|----------------|--------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| GBWK(v) | Mod. 0 | -1 | 213 | 284 | -1 | -1 | -1 |
| | Mod. 1 | -1 | 149 | 220 | -1 | -1 | -1 |
| HPK | Mod. 0 | 147 | 206 | 285 | 294 | 249 | 240 |
| | Mod. 1 | 84 | 143 | 222 | 231 | 186 | 177 |
| WPLuft | Mod. 0 | -205 | -81 | 34 | 53 | 33 | 27 |
| | Mod. 1 | -268 | -144 | -30 | -10 | -31 | -36 |
| WPSole | Mod. 0 | -198 | -87 | 14 | 29 | 4 | 1 |
| | Mod. 1 | -261 | -151 | -50 | -34 | -59 | -62 |
| FW/KWK | Mod. 0 | 63 | 135 | 217 | 225 | 184 | 176 |
| | Mod. 1 | 0 | 72 | 153 | 162 | 121 | 113 |

1 Mit den vorgegebenen U-Werten sind die energetischen Anforderungen der Variante nicht erfüllbar, Kapitalwerte werden nicht dargestellt.

Tabelle 27:

Kapitalwerte der untersuchten Varianten (Standardrandbedingungen; ab Mod. 3 mit Variation der Wärmeerzeuger)

Verwaltungsgebäude – groß

Wie beim kleinen Verwaltungsgebäude werden im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse die Sanierungsvarianten ab Mod. 3 dargestellt. Die untersuchten Wärmeschutzniveaus der sechs Varianten sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

| Wärmeschutz-niveau | Mod. 3 (-30%) | Mod. 4 (-43,5%) | Mod. 5 (-58,8%) | Mod. 6 (-64,9%) | Mod. 7 (-72,4%) | Mod. 8 (-72,8%) |
|---|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Basis EnEV- Erlass | Neubau I | Neubau II | KfW 55 | KfW 40 | PH-Stan- dard |
| \dot{U}_{gesamt} | 0,89 | 0,72 | 0,52 | 0,45 | 0,35 | 0,35 |
| Bauteile separat | | | | | | |
| Außenwände (AW) [W/(m²K)] | 0,34 | 0,28 | 0,20 | 0,20 | 0,15 | 0,12 |
| Dach (DA) [W/(m²K)] | 0,34 | 0,28 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,10 |
| erdberührende Bauteile (EB) [W/(m²K)] | 0,34 | 0,28 | 0,28 | 0,25 | 0,19 | 0,12 |
| Fenster (AF) [W/(m²K)] | 1,86 | 1,50 | 1,10 | 0,91 | 0,72 | 0,75 |

Tabelle 28:

Untersuchte Wärmeschutzniveaus für das große Verwaltungsgebäude

Die Gesamtkostenberechnung für das große Verwaltungsgebäude wird unter den Standardrandbedingungen für die beiden Wärmeerzeuger:

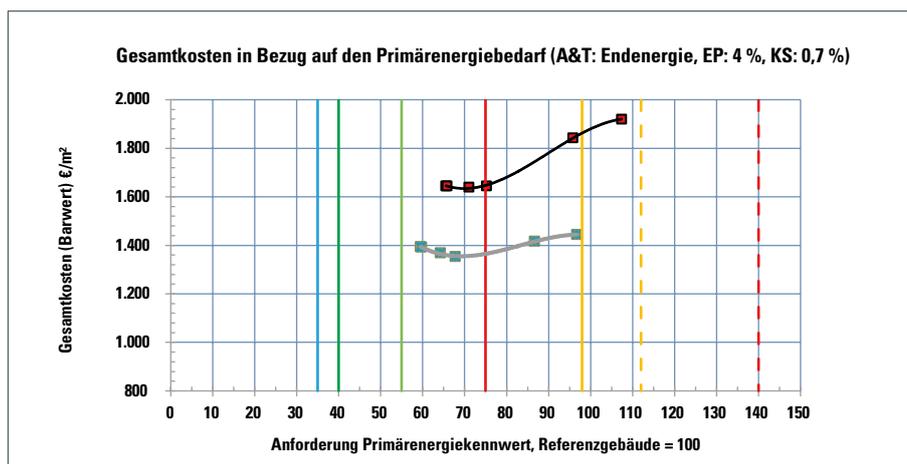
- Sole-Wasser-Wärmepumpe (WPsole),
- Fernwärme mit KWK (FW/KWK) durchgeführt.

Die Variante Mod. 3 weist demnach Gesamtkosten von 1.920 €/m² für die Variante WPsole und 1.444 €/m² für die Variante FW/KWK auf. Die Gesamtkosten fallen bis Mod 6 bei WPsole auf 1.640 €/m² und bis Mod 5 bei FW/KWK auf 1.353 €/m². Danach steigen die Gesamtkosten bei beiden Wärmeerzeugern wieder leicht an. Kosten für Wärmequellenanlagen sind in den Berechnungen allerdings nicht enthalten, da die zur Verfügung stehenden Kostenkennwerte uneinheitlich sind und sich keine validen Durchschnittskosten ableiten lassen.

In Bezug auf die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit bestehen bei Fernwärme insgesamt jedoch keine gravierenden Unterschiede zwischen den einzelnen Modernisierungsvarianten, denn die Barwerte der Kosten liegen zwischen 1.353 €/m² und 1.444 €/m² und damit in einer Breite von rd. ± 45 €/m² um den arithmetischen Mittelwert. Angesichts der Risiken, z. B. in Bezug auf die Entwicklung der Energiepreise, sind die einzelnen Varianten vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit von daher als vergleichbar zu bewerten.

Abbildung 32:

Gesamtkosten des großen Verwaltungsgebäudes (Bestand) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen



Legende

- A&T_WPsole
- A&T_FW/KWK
- Mindestanforderung EnEV Neubau
- KfW 55 Effizienzhaus
- KfW 40 Effizienzhaus
- Klimaschutzplan 52 kWh/(m²a)

Tabelle 29:

Kapitalwerte der untersuchten Varianten – großes Verwaltungsgebäude

| | Bezug | Mod. 3 – Erlass | Mod. 4 – Neu I | Mod. 5 – Neu II | Mod. 6 – ESB | Mod. 7 – KSP I | Mod. 8 – KSP II |
|---------------|--------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| WPSole | Mod. 0 | -529 | -451 | -252 | -248 | -253 | -253 |
| | Mod. 1 | -483 | -405 | -206 | -202 | -206 | -207 |
| FW/KWK | Mod. 0 | -52 | -25 | 38 | 24 | -1 | 0 |
| | Mod. 1 | 6 | 22 | 85 | 70 | 45 | 46 |

Die korrespondierenden Kapitalwerte werden in Tabelle 29 veranschaulicht. Die Kapitalwerte ergeben sich als Differenz aus den Gesamtkosten der Variante Mod. 0 bzw. Mod. 1 (Bezugsvarianten) und den Gesamtkosten der betrachteten Modernisierungsvarianten. In die Berechnung der Kapitalwerte gehen damit auf der Kostenseite nur die energiebedingten Mehrkosten ein.

Bezogen auf Mod. 0, weisen nur die Varianten FW/KWK ab Mod. 5 positive Kapitalwerte auf. Bezogen auf Mod. 1, weisen die Varianten FW/KWK bereits ab Mod. 3 positive Kapitalwerte auf. Die höchsten Kapitalwerte ergeben sich bei beiden Varianten bei Mod. 5.

Ergebnisse auf Gebäudeebene, Bestand

Auf Basis der durchgeführten Energie- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen können folgende Empfehlungen für die Fortschreibung des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ vom 10. Juni 2014 bezüglich der Bestandssanierung von Bundesbauten formuliert werden:

- Bei Durchführung einer einzelwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsberechnung sind bei den hier betrachteten Modellgebäuden und Varianten unter den definierten Standardrandbedingungen Spielräume für eine weitere Verschärfung des EnEV-Erlasses zu se-

hen. Diese Spielräume gehen bei der Bestandssanierung bis hin zu den ambitionierten Standards ESB (KfW 55) und KSP I (KfW 40).

- Allerdings gibt es Einschränkungen bei der Interpretation der Ergebnisse, die in erster Linie die hohe Sensitivität der Eingabeparameter (insbesondere Kalkulationszinssatz und Energiepreissteigerung) und die Validität der unterstellten Kostenfunktionen und Kostenkennwerte (insbesondere beim großen Modellgebäude) betrifft.
- Als Konsequenz aus diesen Einschränkungen sollten weitere Verschärfungen vorsichtig formuliert werden und den sich hier darstellenden Spielraum nicht vollständig ausnutzen.
- Unter dieser Prämisse könnte formuliert werden, dass die primärenergetischen Anforderungen der EnEV bei Bestandsbauten (140er-Regel) um 40 % bzw. 50 % (bei KWK) unterschritten werden sollten. Dies würde dem energetischen Standard für Neubauten entsprechen.
- Zudem zeigen die untersuchten Modernisierungsvarianten Mod. 4 und 5, inwieweit eine Verschärfung des Wärmeschutzes wirtschaftlich vertretbar ist. Demzufolge können beim kleinem Verwaltungsgebäude die folgenden Anforderungen der EnEV (140er-Regel) in Bezug auf die Wärmedurchgangskoeffizienten unterschritten werden:
 - \bar{U}_{trans} um 50 % bis 60 %
 - \bar{U}_{opak} um 35 % bis 45 %

Aufgrund der Verschärfung des EEWärmeG bei der grundlegenden Renovierung öffentlicher Gebäude wird jedoch empfohlen, beim zukünftigen EnEV-Erlass auf die Angaben der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten zu verzichten und stattdessen wie bei den Anforderungen des „KfW EH“ - Standards die Angabe des Transmissionswärmeflusskoeffizienten (H'_{T}) in Bezug auf das Referenzgebäude der EnEV (Neubau) zu verwenden. Dies hat folgende Vorteile:

- Bei einer weiteren Verschärfung der EnEV ändert sich das Referenzgebäude nicht.
- Beim EnEV-Erlass wird nur ein Grenzwert angegeben.

Sollte H'_{T} als Grenzwert beim EnEV-Erlass verwendet werden, könnten beim kleinen Verwaltungsgebäude folgende Grenzwerte des H'_{T} in Bezug auf das Referenzgebäude der EnEV (Neubau) gelten:

- $H'_{T, \text{Ref.}} \times 1,1$ (bei Mod. 4 als minimale Verschärfung des Wärmeschutzes) bis
- $H'_{T, \text{Ref.}} \times 0,8$ (bei Mod. 5 als maximale Verschärfung des Wärmeschutzes)

Ambitioniertere Standards (Mod. 6 bis 8) sind mit diesen Vorgaben in der Breite nicht zu erreichen. Allerdings legen die Ergebnisse der juristischen Untersuchung nahe, dass anstelle der einzelwirtschaftlichen Berechnung eine gesamtwirtschaftliche Berechnung bei Bundesbauten angezeigt ist. Mit der Integration von externen Kosten bzw. der Durchführung einer Nutzwertanalyse stehen hier Instrumente zur Verfügung, die bspw. bei der Bestandssanierung von Bundesbauten als belastbare Entscheidungsgrundlagen zur Anwendung kommen könnten. Die Instrumente können dazu führen, dass Varianten, die eine höhere Zielerreichung ermöglichen (z. B. eine höhere CO₂-Reduktion), besser bewertet werden als bei der einzelwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsanalyse.

Nutzwertanalyse bei der Sanierung von Bundesbauten

Die Auswahl der Merkmale für die im Folgenden dargestellte Nutzwertanalyse orientiert sich grundsätzlich an den Vorgaben des „Leitfadens Nachhaltiges Bauen“ (LNB). Allerdings decken die berücksichtigten Merkmale lediglich einen kleinen Teil der im LNB vorgeschlagenen Merkmale ab. Dies ist vertretbar, denn entsprechend der Aufgabenstellung kann über diesen vereinfachten Ansatz die Idee der Nutzwertanalyse im Kontext der Bewertung energietechnischer Modernisierungen dargestellt werden.

Nutzwertanalyse 1 (NWA 1) als erweiterter Ansatz der Bewertung

In Anlehnung an den LNB werden für diese Nutzwertanalyse die im Folgenden genannten Merkmale zur Beschreibung von Risiken berücksichtigt:

- › gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus als ein Merkmal zur Beschreibung ökonomischer Risiken
- › Treibhauspotenzial und nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf als Merkmale zur Beschreibung von Risiken auf die ökologische Qualität
- › qualitativ bewerteter thermischer Komfort im Winter, die Qualität der Beleuchtungsanlage sowie das Lüftungskonzept als Merkmale zur Beschreibung von Risiken auf die soziokulturelle und funktionelle Qualität des Gebäudes
- › spezifische Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle sowie erwartete Kosten aus Reinigung und Instandhaltung als Merkmale zur quantitativen Beschreibung der technischen Qualität des Gebäudes
- › rechnerischer Nachweis von Wärmebrücken sowie die Kategorie der Gebäudedichtheit als Merkmale zur Beschreibung der Prozessqualität

Damit werden bei dieser NWA 1 neben Risiken aus der ökonomischen Qualität auch Risiken aus der ökologischen, soziokulturellen, technischen und der Prozessqualität bei der Bewertung von Modernisierungsvarianten berücksichtigt.

Nutzwertanalyse 2 (NWA 2) nach dem „Leitfaden WU Hochbau“

Nach dem „Leitfaden WU Hochbau“ dürfen bei der Nutzwertanalyse explizit solche Merkmale nicht berücksichtigt werden, die bei der klassischen Wirtschaftlichkeitsberechnung bereits erfasst sind. Daher entfallen bei der NWA 2 Merkmale zur Beschreibung von Risiken aus der ökonomischen Qualität eines Gebäudes. Als Basis für diese Nutzwertanalyse werden daher die im Folgenden aufgelisteten Merkmale zur Beschreibung von Risiken berücksichtigt:

- › Treibhauspotenzial und nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf als Merkmale zur Beschreibung von Risiken auf die ökologische Qualität
- › qualitativ bewerteter thermischer Komfort im Winter, die Qualität der Beleuchtungsanlage sowie das Lüftungskonzept als Merkmale zur Beschreibung von Risiken auf die soziokulturelle und funktionelle Qualität des Gebäudes
- › spezifische Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle sowie erwartete Kosten aus Reinigung und Instandhaltung als Merkmale zur quantitativen Beschreibung der technischen Qualität des Gebäudes
- › rechnerischer Nachweis von Wärmebrücken sowie die Kategorie der Gebäudedichtheit als Merkmale zur Beschreibung der Prozessqualität

Aus diesem Ansatz wird ein Nutzwert NWA 2 berechnet, der die ökonomische Qualität der verschiedenen Modernisierungsvarianten explizit ausschließt.

Im „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesbauten“ (BNB) werden den einzelnen Merkmalen zur Beschreibung der Qualitäten eines Gebäudes jeweils unterschiedliche individuelle Gewichtungen zugeordnet [LNB; -164-]. Für die ökonomische Qualität sind dies z. B. die gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus mit einer Gewichtung von 11,25 %, die Flächeneffizienz mit einer Gewichtung von 3,75 % und die Anpassungsfähigkeit mit einer Gewichtung von 7,50 %. In der Summe sind dies 22,50 % für die ökonomische Qualität. Für die hier vorliegende Nutzwertanalyse werden diese individuellen Gewichtungen der einzelnen Merkmale aus dem BNB übernommen.

Für die Nutzwertanalyse müssen die dimensionsbehafteten Ausprägungen der Merkmale zunächst in dimensionslose Ausprägungen überführt werden. Diese dimensionslosen Ausprägungen der Merkmale können unmittelbar miteinander addiert, subtrahiert oder verglichen werden als Voraussetzung für die Zusammenführung der einzelnen Merkmale in der Nutzwertanalyse und zur Berechnung eines Nutzwertes. Für die hier durchgeführte Nutzwertanalyse wird die dimensionslose Ausprägung der Merkmale zwischen 0 Punkten für die schlechteste und 1 Punkt für die beste Ausprägung festgelegt.

Die dimensionslose Ausprägung wird damit definiert über den schlechtesten und besten Wert aller im Rahmen der jeweiligen Nutzwertanalyse berücksichtigten Varianten. Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind somit nicht im Sinne eines Ratings zu verstehen, also einer Bewertung vor dem Hintergrund separater Maßstäbe, sondern als ein Ranking der Varianten, also eine Bewertung ausschließlich auf Basis der vorliegenden Varianten.

Das Produkt aus der dimensionslosen Ausprägung eines jeden Merkmals (i) und seiner Wichtigkeit (i) ergibt die gewichteten Punkte des Merkmals (i), die in ihrer Summe über alle Merkmale den Nutzwert (Score) der untersuchten Variante beschreibt.

$$\text{Score (Dim)} = \sum_{i=1}^k \text{Wichtigkeit (i)} * \text{dimensionslose Ausprägung Merkmal (i)}$$

Gleichung 3

An dieser Stelle muss auf eine wesentliche Randbedingung der Nutzwertanalyse hingewiesen werden, die lautet: Sowohl die Summe der dimensionslosen Ausprägungen eines Merkmals als auch die Wichtigkeit des Merkmals muss größer null sein. Erst unter diesen Voraussetzungen ist das Merkmal im Rahmen der jeweiligen Nutzwertanalyse von Relevanz.

$$\sum_{i=1}^k \text{Wichtigkeit (i)} = 1, \text{ dimensionslose Ausprägung Merkmal (i)} > 0 = \text{relevant}$$

Gleichung 4

Das aus dieser Randbedingung erwachsende Problem der Analyse ist: Ein Risiko als nicht relevant zu erachten, bedeutet nicht, dass dieses Risiko nicht relevant wäre, sondern kann auch bedeuten, die Relevanz dieses Risikos nicht erkannt zu haben.

- So gehen die Ergebnisse der NWA 2 nach dem „Leitfaden WU Hochbau“ von der Prämisse aus, dass Risiken aus der ökonomischen Qualität eines Gebäudes nicht bestehen, somit nicht von Relevanz sind und bei der Bewertung der Varianten nicht zu berücksichtigen sind.
- Andererseits geht eine Bewertung der Modernisierungsvarianten allein auf Basis der ökonomischen Qualität (Kapitalwert bzw. Lebenszykluskosten) von der Prämisse aus, dass Risiken aus der ökologischen oder soziokulturellen Qualität eines Gebäudes nicht erwachsen, somit nicht relevant sind und entsprechend nicht zu berücksichtigen sind.

Aber auch die in Anlehnung an den LNB konzipierte NWA 1 vernachlässigt die Mehrzahl der im LNB genannten und damit als relevant erachteten Merkmale zur Nachhaltigkeitsbewertung der Modernisierungsvarianten. Darunter sind z. B.

- › Ozonschichtabbaupotenzial, Versauerungspotenzial, nachhaltige Materialgewinnung und Biodiversität zur Beschreibung der Wirkung auf die lokale Umwelt,
- › Trinkwasserbedarf, Abwasseraufkommen und Flächeninanspruchnahmen zur Beschreibung der Ressourceninanspruchnahme,
- › Flächeneffizienz und Anpassungsfähigkeit zur Beschreibung der Wirtschaftlichkeit und Wertstabilität,
- › Barrierefreiheit, Zugänglichkeit und Mobilitätsstruktur zur Beschreibung der Funktionalität,
- › Schallschutz, Rückbau Trennung und Verwertung Widerstandsfähigkeit gegen Naturgefahren zur Beschreibung der technischen Funktionalität,
- › integrale Planung und Bestandsanalyse zur Beschreibung der Planung
- › sowie alle Standortmerkmale u. a.

Diese Vereinfachung ist jedoch vertretbar, denn der LNB zielt letztlich auf eine umfassende Bewertung vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Entwicklung. Die hier vorliegende Aufgabenstellung ist jedoch, im Hinblick auf die energietechnische Modernisierung des Gebäudebestandes des Bundes ein gegenüber der ausschließlich ökonomischen Bewertung erweitertes Verfahren zu skizzieren. Mit dem in der NWA 1 berücksichtigten Auszug weniger Merkmale aus dem LNB erscheint diese Erweiterung gegenüber dem rein ökonomischen Ansatz möglich: Hier werden Merkmale berücksichtigt, die im Rahmen von Energiebilanz- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen in einem frühen Planungsstadium ohne zusätzlichen Aufwand erhoben bzw. konzipiert werden können.

Zudem sind einige der vernachlässigten Merkmale des LNB im Kontext einer vergleichenden Bewertung von Modernisierungsalternativen nicht relevant, da eine ausschließlich energietechnische Modernisierung die Ausprägung der Merkmale nicht ändert. Dies betrifft z. B. alle Standortmerkmale oder auch die Merkmale zur Beschreibung der Funktionalität.

Nutzwertanalysen für das kleine Verwaltungsgebäude im Bestand nach NWA 1

Das Scoring der verschiedenen Modernisierungsvarianten des kleinen Verwaltungsgebäudes ist in Anlehnung an den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ in Tabellenform durchgeführt worden. Dabei wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- › Die für die Nutzwertanalyse berücksichtigten Merkmale zur Messung der ökonomischen, ökologischen, soziokulturellen und technischen Qualität sowie der Prozessqualität stellen als vereinfachter Ansatz nur einen kleinen Teil aller im LNB genannten Merkmale dar.
- › Es werden Gewichtungsfaktoren verwendet, wie sie nach dem LNB zugordnet sind.⁹¹ So wird im LNB das Merkmal „gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus“ mit 11,25% gewichtet. Diese Gewichtung wird für die hier vorliegende Nutzwertanalyse übernommen.
- › Da nur ein Teil aller im LNB genannten Merkmale hier berücksichtigt ist, beträgt die Summe hier 35,64%. Für die hier vorliegende Nutzwertanalyse werden auf dieser Basis die Gewichtungen der einzelnen berücksichtigten Merkmale so „aufgewertet“, dass sie in der Summe 100% ergeben.⁹² Durch diesen Ansatz behalten die einzelnen Merkmale im Vergleich zum LNB ihre ursprüngliche Gewichtung.

91 Vgl. „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“, Teil D – Bauen im Bestand, Abbildung 4, S. 164.

92 Für das Beispiel hier bedeutet dies: Die Gewichtungen der berücksichtigten Merkmale nach LNB wurden mit dem Faktor $100\%/35,64\% = 2,81$ multipliziert. So wird aus dem Gewichtungsfaktor von 11,25% für das Merkmal der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus ein Gewichtungsfaktor von $11,25\% * 2,81 = 31,57\%$ für die hier durchgeführte vereinfachte Nutzwertanalyse.

- Aus der Umrechnung ergeben sich gegenüber dem LNB abweichende Gewichtungen für die einzelnen Qualitäten: So fließt die ökonomische Qualität nach LNB mit 22,50 % in die Bewertung ein, hier nach der Umrechnung dagegen mit 31,57 %. Die ökonomische Qualität wird somit im hier vorliegenden vereinfachten Ansatz stärker bewertet als nach dem LNB. Um die Relevanz bzw. Gewichtung einzelner Merkmale gegenüber dem LNB nicht zu verändern, erfolgt eine Normierung auf die Gewichtungen nach LNB hier bewusst nicht.
- Für die einzelnen Merkmale werden ihre jeweilige dimensionsbehaftete Ausprägung, das Ergebnis der Umrechnung auf die dimensionslose Ausprägung zwischen „0“ als schlechtesten Wert und „1“ als besten Wert, die gewichteten Punkte und die Rangfolge der Bewertung jedes einzelnen Merkmals dargestellt.

Das Balkendiagramm (Abbildung 33) veranschaulicht die Ergebnisse des Scorings nach NWA 1:

- Aufgetragen auf der Abszisse sind die verschiedenen Modernisierungsvarianten von links beginnend mit der ölbeheizten Variante Mod. 0, anschließend die Varianten mit Erdgasheizung, den KWK-versorgten Gebäuden und abschließend den Modernisierungsvarianten mit Holzpellet-Heizanlagen.
- Die Ordinate zeigt die gewichteten Punkte der einzelnen Merkmale zur Bewertung der ökonomischen, ökologischen, soziokulturellen und technischen Qualität sowie der Prozessqualität entsprechend.

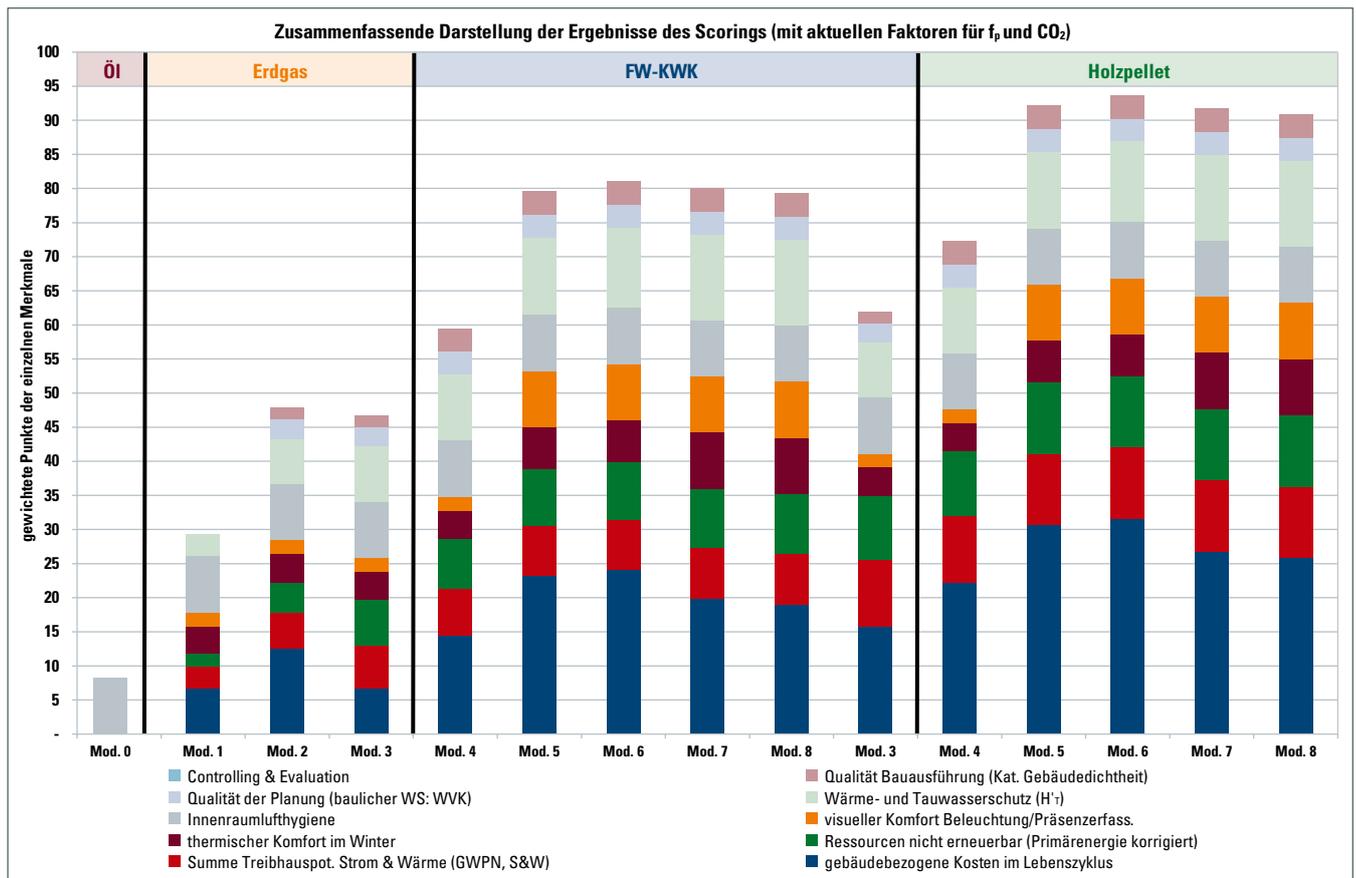


Abbildung 33:

Scoring NWA 1 – gewichtete Punkte der einzelnen Merkmale

Aus Abbildung 33 ist zu erkennen:

- Entsprechend der hohen Gewichtung in der Nutzwertanalyse beeinflussen vor allem die gebäudebezogenen Kosten über den Lebenszyklus als Merkmal zur Beschreibung der ökonomischen Qualität das Gesamtergebnis. Dabei „punkten“ hier vor allem die Modernisierungsstufen Mod. 5 und Mod. 6. Insgesamt ergeben sich hier deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Modernisierungsstufen.⁹³
- In Bezug auf das resultierende Treibhauspotenzial als eines der beiden Merkmale zur Beschreibung der ökologischen Qualität punkten vor allem die Gebäude mit Holzpellet-Heizanlagen ab Mod. 3. Bezüglich der vergebenen Punkte sind die Unterschiede der einzelnen Modernisierungsstufen untereinander aber bei Weitem nicht so groß, wie bei den gebäudebezogenen Kosten über den Lebenszyklus.
- In Bezug auf die Inanspruchnahme nicht erneuerbarer Ressourcen punkten vor allem die Gebäude mit Holzpellet Heizanlagen.
- Durch den hohen thermischen Komfort im Winter als ein Merkmal zur Beschreibung der soziokulturellen und funktionellen Qualität sammeln vor allem die Modernisierungsstufen Mod. 7 und Mod. 8 mit dem hochwertigen baulichen Wärmeschutz Punkte. Etwas schlechter schneiden hier die Modernisierungsstufen Mod. 5 und Mod. 6 ab.
- Punkte aus dem visuellen Komfort als ein Merkmal zur Beschreibung der funktionellen Qualität erhalten unabhängig vom Heizsystem vor allem die Modernisierungsstufen ab Mod. 5, bei denen die Beleuchtungsanlage auf Basis einer detaillierten Fachplanung ausgeführt wird.
- Unterschiede aus der Innenluftthygiene als drittes Merkmal zur Beschreibung der soziokulturellen und funktionellen Qualität erwachsen aus den verschiedenen Modernisierungsstufen nicht.
- Bei den spezifischen Transmissionswärmeverlusten als ein Merkmal zur Bewertung des Wärme- und Tauwasserschutzes und somit der technischen Qualität des Gebäudes punkten vor allem die gut bis hochwertig gedämmten Gebäude ab Mod. 4.
- Als ein Merkmal zur Beschreibung der Qualität der Planung und somit der Prozessqualität wird der rechnerisch angesetzte Wärmebrückenverlustkoeffizient herangezogen. Durch die vergleichsweise geringe Gewichtung hat dieses Merkmal jedoch nur einen kleinen Einfluss auf das Ergebnis.
- Gleiches gilt auch für die Qualität der Bauausführung, bewertet über die rechnerisch angesetzte Kategorie der Gebäudedichtheit.
- Der Vollständigkeit halber wird in der Nutzwertanalyse das Merkmal eines vorgesehenen Controllings und einer Evaluation aufgelistet. Da diese Maßnahmen mit entsprechenden Kosten in den oben durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen jedoch nicht berücksichtigt wurden, wird dieses Merkmal in der Nutzwertanalyse ebenfalls nicht berücksichtigt.

⁹³ Im dena-Leitfaden „Energiespar-Contracting“ bestimmt der Kapitalwert, der äquivalent zu den hier diskutierten gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus ist, mit einer Gewichtung von 80% erheblich stärker das Ergebnis als nach NWA 1. Da jedoch die Modernisierungsstufen Mod. 5 und Mod. 6 mit Holzpellet-Heizungen in der NWA 1 die höchsten Gesamtbewertungen und zudem auch die meisten Punkte aus der Bewertung der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus erhalten haben, ändert eine höhere Gewichtung des Merkmals der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus nichts an der Reihenfolge in der Gesamtbewertung: Mod. 5 und Mod. 6 mit Holzpellet-Heizung werden weiterhin die besten Gesamtbewertungen erhalten.

Nutzwertanalysen für das kleine Verwaltungsgebäude im Bestand nach NWA 2

Bei der NWA 2 nach dem „Leitfaden WU Hochbau“ werden Merkmale zur Beschreibung der ökonomischen Qualität explizit nicht berücksichtigt. Dementsprechend verändern sich die Gewichtungsfaktoren der verbleibenden Merkmale.

Wie auch bei der NWA 1 erreichen die Modernisierungsstufen ab Mod. 5 aber auch hier die größten Punktzahlen und damit die besten Bewertungen. Allerdings tauschen die Modernisierungsstufen Mod. 7 und Mod. 8 und die Varianten Mod. 5 und Mod. 6 die beiden ersten Plätze im Ranking.

In der gleichen Struktur wie Abbildung 33 zeigt Abbildung 34 die gewichteten Punkte zu den einzelnen Merkmalen des Scorings.

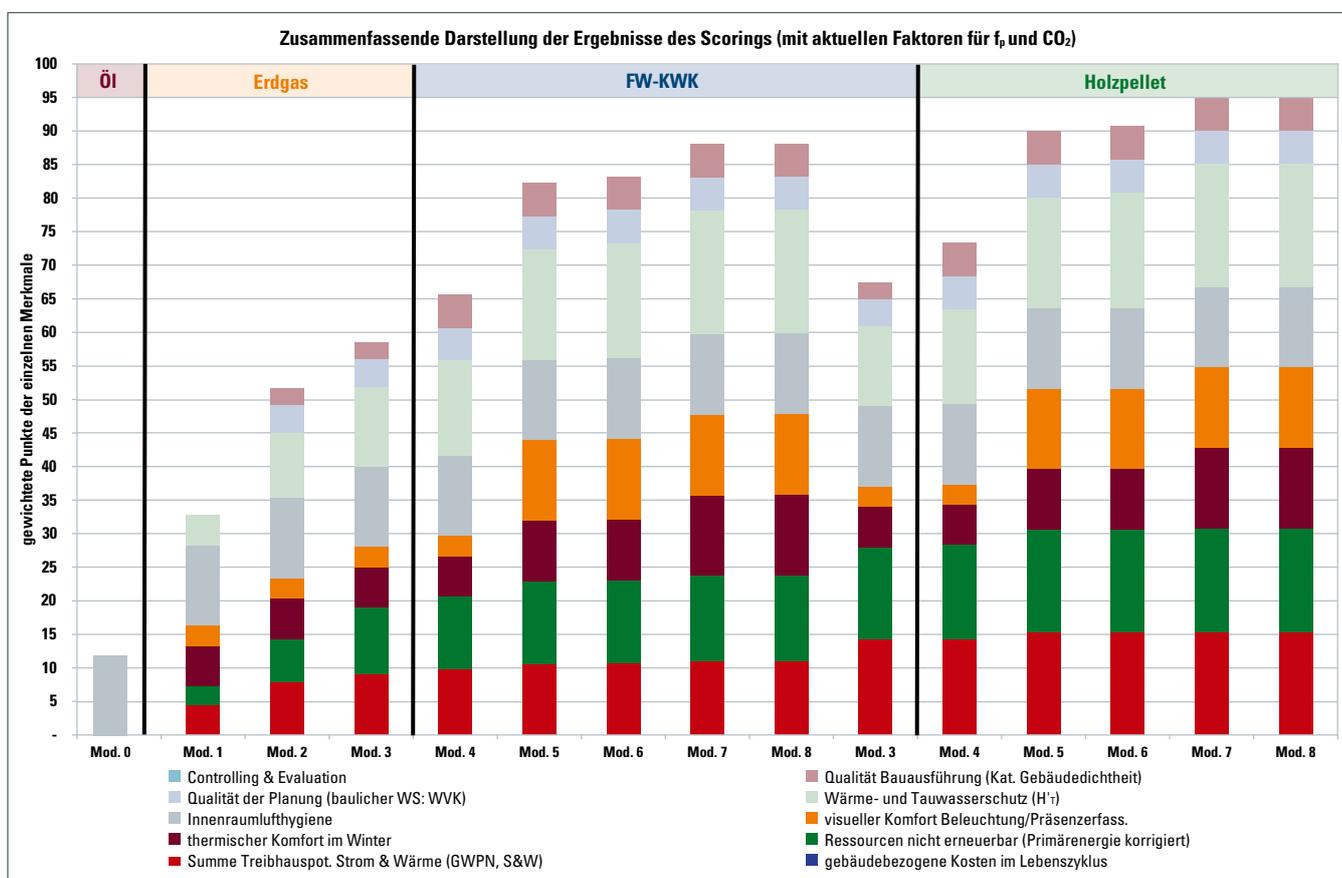


Abbildung 34:

Scoring NWA 2 – gewichtete Punkte der einzelnen Merkmale

Ergebnisse

Als Basis für die Diskussion der Ergebnisse wurde die in Abbildung 35 und 36 dargestellte Bewertungsmatrix entwickelt.

- Auf der Ordinate der Matrix sind die gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus eines Gebäudes als ein Merkmal zur Beschreibung einer aus einzelwirtschaftlicher Perspektive ermittelten ökonomischen Qualität einer Modernisierungsstufe aufgetragen. Anzustreben sind möglichst geringe Kosten.

- › Auf der Abszisse ist das Ergebnis der NWA 1 dargestellt, bei der neben der ökonomischen Qualität auch monetär nicht zu quantifizierende Merkmale zur Beschreibung weiterer Qualitäten berücksichtigt werden. Diese Nutzwertanalyse zielt auf die vereinfachte Bewertung einer angestrebten nachhaltigen Entwicklung. Vorteilhaft sind hier möglichst große Punktzahlen.

Wie aus Abbildung 35 unmittelbar erkenntlich, besteht hier als Ergebnis der Analyse offensichtlich kein Widerspruch zwischen niedrigen gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus als einem wesentlichen ökonomischen Entscheidungskriterium und einer gleichzeitig angestrebten nachhaltigen Entwicklung, die sich in einer vergleichsweise hohen Punktzahl als Ergebnis der NWA 1 zeigt.

- › Im Wesentlichen sinken die gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus mit einer verbesserten Nachhaltigkeitsbewertung.
- › Dabei zeichnen sich die Modernisierungsstufen ab Mod. 4 bei Gebäuden mit Holzpellet Heizanlagen, Mod. 5 und Mod. 6 bei fernwärmeversorgten Gebäuden durch vergleichsweise niedrige gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus aus.
- › Zusätzlich erhalten alle Modernisierungsstufen ab Mod. 5 mit Holzpellet-Heizanlagen eine vergleichsweise hervorragende Nachhaltigkeitsbewertung.
- › Damit besteht bei den Modernisierungsstufen ab Mod. 5 mit Holzpellet-Heizanlagen im Ergebnis kein Unterschied in der Rangfolge der Bewertung in Bezug auf die Lebenszykluskosten als auch in Bezug auf die vereinfachten Nachhaltigkeitsbewertung: Die Modernisierungsstufen belegen jeweils die Plätze 1 bis 4.
- › Auch die fernwärmeversorgten Varianten ab Mod. 5 erhalten eine vergleichsweise hohe Bewertung. Auch hier bestehen keine wesentlichen Bewertungsunterschiede zwischen den einzelnen Modernisierungsstufen.
- › Wird in NWA 1 die Gewichtung des Merkmals der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus von 31,57% auf 67% erhöht, dann ist für alle Modernisierungsstufen mit Holzpellet-Heizanlagen die Rangfolge der Bewertung auf Basis der Lebenszykluskosten und aus der NWA 1 gleich.
- › Wird in NWA 1 die Gewichtung des Merkmals der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus von 31,57% auf 90% erhöht, dann ist zudem für die fernwärmebeheizten Gebäude ab Modernisierungsstufe Mod. 4 die Rangfolge der Bewertung auf Basis der Lebenszykluskosten und aus der NWA 1 gleich.
- › Wird in NWA 1 die Gewichtung des Merkmals der gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus von 31,57% auf 92% erhöht, dann ist zudem für die gasversorgten Gebäude ab Modernisierungsstufe Mod. 2 die Rangfolge der Bewertung auf Basis der Lebenszykluskosten und aus der NWA 1 gleich.

Die in Abbildung 36 dargestellte Bewertungsmatrix zeigt dagegen neben den gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus das Ergebnis nach NWA 2, bei dem Merkmale zur Bewertung der ökonomischen Qualität nicht berücksichtigt sind.

- › Durch die veränderte Bewertungsmatrix kommt es im Vergleich zu Abbildung 35 zu Verschiebungen entlang der Abszisse. Die Modernisierungsstufen Mod. 7 und Mod. 8 setzen sich leicht von den Modernisierungsstufen Mod. 5 und Mod. 6 ab. Es besteht aber weiterhin kein gravierender Bewertungsunterschied zwischen diesen Modernisierungsstufen.

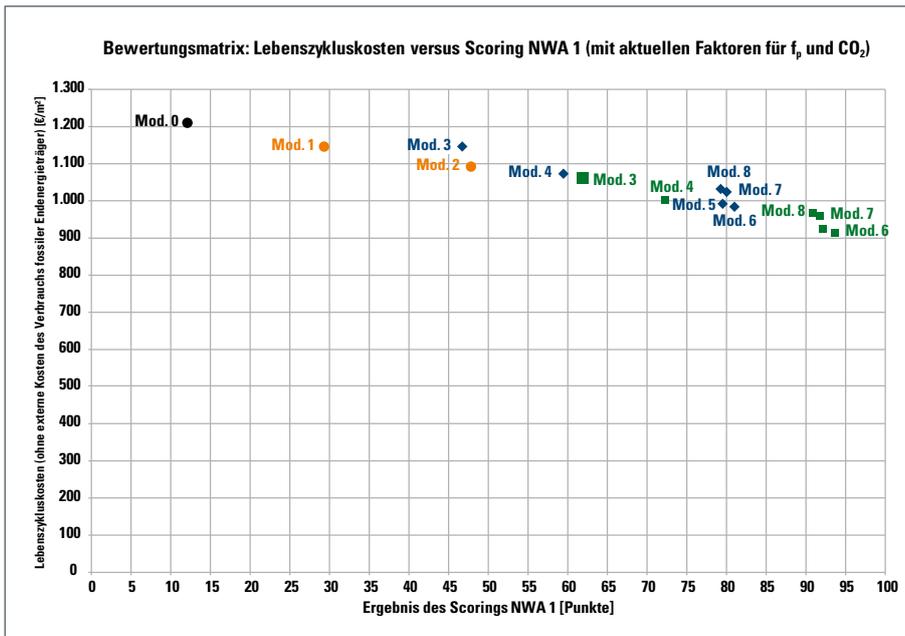


Abbildung 35:
Bewertungsmatrix: gebäudebezogene Lebenszykluskosten – NWA 1

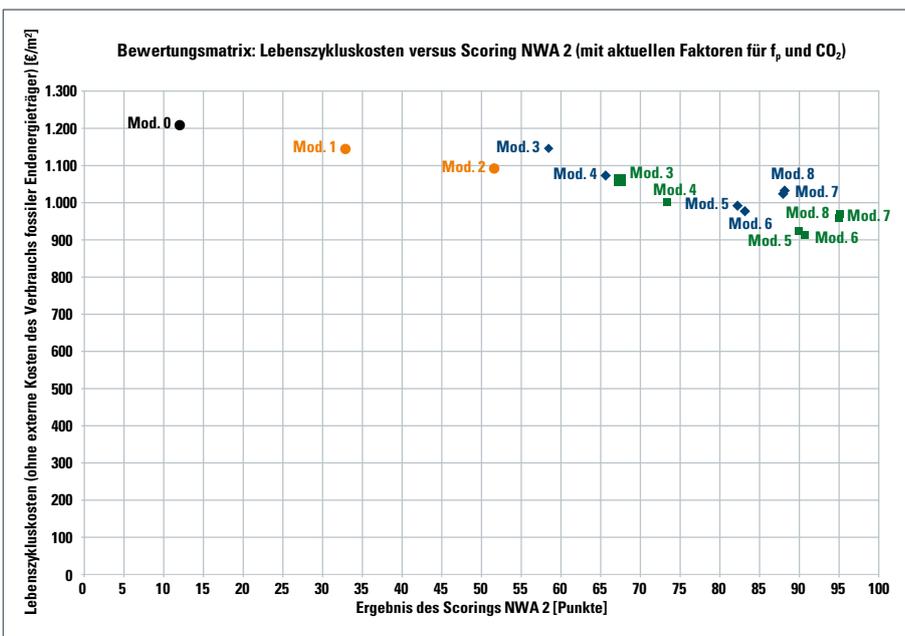


Abbildung 36:
Bewertungsmatrix: gebäudebezogene Lebenszykluskosten – NWA 2

schwarz = Heizöl EL orange = Erdgas blau = KWK grün = Holzpellet

Als Ergebnis der juristischen Analyse wurde vorgeschlagen, im Hinblick auf die energie-technische Modernisierung des Gebäudebestandes des Bundes Untersuchungs- und Bewertungsverfahren wie die Kosten-Nutzen-Analyse bzw. die Nutzwertanalyse einzuführen.

Derartige Analysen basieren auf einer Auswahl relevant erscheinender Risiken, die wiederum über geeignete Merkmale beschrieben werden müssen. Es wurde eine solche Auswahl von Risiken und Merkmalen zur Beschreibung dieser Risiken strukturiert und vorgestellt. Die Struktur orientiert sich dabei am Ziel einer nachhaltigen Entwicklung: Es wurden Merkmale zur Bewertung der ökologischen, ökonomischen, soziokulturellen und technischen Qualität sowie der Prozessqualität aus Planung und Bauausführung zur Bewertung herangezogen.

Im Rahmen dieses Projektes galt dabei eine wesentliche Einschränkung in Bezug auf die Auswahl von Risiken: Es sollten lediglich solche Merkmale zur Beschreibung von Risiken herangezogen werden, die als Ergebnis von Energiebilanz- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen bereits vorliegen. Damit sollte zum einen der zusätzliche Aufwand zur Durchführung der Analysen möglichst gering gehalten, zum anderen sollten diese Analysen bereits in einem frühen Planungsstadium durchgeführt werden können.

Es wurde anhand des „kleinen Verwaltungsgebäudes“ gezeigt, wie entsprechende Analysen die Entscheidungsfindung ohne großen zusätzlichen Aufwand und in einem frühen Planungsstadium unterstützen können. Zur Diskussion wurden die Ergebnisse einer rein ökonomischen Bewertung (Merkmal: „gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus“) den Ergebnissen einer stark vereinfachten Nutzwertanalyse in Anlehnung an den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ in einer Matrix gegenübergestellt. Dabei zeigte sich, dass die gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus mit einer verbesserten Nachhaltigkeitsbewertung unter den hier gewählten Rahmenbedingungen sinken. Damit besteht als Ergebnis der Analyse offensichtlich kein Widerspruch zwischen Ökonomie und angestrebter Nachhaltigkeit.

Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse der vom Institut Wohnen und Umwelt durchgeführten Untersuchungen werden abschließend in Bezug auf die Fortschreibung des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ im folgenden Abschnitt bewertet. Zuvor werden aber nochmals die Teilergebnisse für die Untersuchung der einzelnen Bauteile wie Außenwand (AW), Dach (DA), Fenster (AF) und erdberührende Bauteile (EB) sowie die Gesamtbetrachtungen für den Neubau und die Bestandssanierung kurz zusammengefasst.

Gebäudehülle

Gegenüber den zulässigen Höchstwerten der Wärmedurchgangskoeffizienten aus der EnEV bestehen aus wirtschaftlicher Sicht sowohl bei Neubauten als auch bei Bestandssanierungen bei allen Bauteilen Möglichkeiten, geringere Wärmedurchgangskoeffizienten zu realisieren. Dabei liegen die maximalen Kapitalwerte insbesondere beim Dach und der Außenwand unter den Anforderungen der EnEV 2016. Bei den transparenten Bauteilen ist eine 3fach-Verglasung wirtschaftlicher im Vergleich zu einer 2fach-Verglasung. Die Verwendung von gedämmten, passivhaustauglichen Fensterrahmen ist derzeit noch zu kostenintensiv und wird daher als nicht mehr wirtschaftlich bewertet.

Bezüglich der Höhe der Kapitalwerte und der Lage der Optima (Gewinnmaxima) gibt es Unterschiede zwischen den betrachteten Modellgebäuden. Die Kapitalwerte sind beim Modellgebäude „Atrium & Turm“ tendenziell geringer als beim Modellgebäude „Büros-klein“. Durch das vergleichsweise höhere A/V-Verhältnis des kleinen Modellgebäudes reagiert der Energiebedarf sensitiver auf die Qualität der Gebäudehülle. Unterschiedlich hohe Endenergieeinsparungen und unterschiedlich hohe Ausgangspreise für den jeweiligen Energieträger bei den betrachteten Wärmeversorgungssystemen wirken sich zudem bei den gegebenen Kosten für den Wärmeschutz unterschiedlich auf die Höhe der zukünftigen Energiekosteneinsparungen und damit auch auf die Höhe der Kapitalwerte aus.

Die Ergebnisse der Parametervariationen bzw. der Sensitivitätsanalyse bei bauteilbezogener Betrachtung zeigt bei einer Erhöhung des Fensterflächenanteils, dass sich die Kapitalwerte zwar in ihrer absoluten Höhe (insbesondere bei der Einzelbetrachtung von Außenwand und Fenster) verändern, die Lage der Optima aber nicht.

Höhere Kalkulationszinsen bzw. eine niedrigere Energiepreissteigerung verringern bei der bauteilbezogenen Betrachtung die Kapitalwerte und können zu Verschiebungen bei den Gewinnmaxima (hin zu höheren/schlechteren U-Werten) führen. Die dargestellten Kostenoptima sind relativ robust gegenüber isolierten Variationen von Kalkulationszins und Energiepreissteigerung, solange sich diese in engen Grenzen halten. Eine gleichzeitige deutliche Erhöhung des Kalkulationszinssatzes sowie eine deutliche Verringerung der zukünftigen Energiepreissteigerung können aber zu deutlicheren Verschiebungen bei den Gewinnmaxima führen. Die Optimierung von Luftwechsel und Wärmebrücken hat bei der rein bauteilbezogenen Analyse hingegen keinen wesentlichen Einfluss auf die Lage der Optima und auf die Höhe der Kapitalwerte.

Gesamtbetrachtung für den Neubau

Bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen für unterschiedliche Wärmeschutzniveaus auf Gesamtgebäudeebene wurden die U-Werte für alle Bauteile ausgehend vom Basisniveau schrittweise verbessert. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Wärmeschutzniveaus für das jeweils betrachtete Wärmeversorgungssystem. Ausgehend vom Wärmeschutzniveau der jeweiligen Basisvariante sind bei allen Systemen bessere Wärmeschutzniveaus wirtschaftlich zu realisieren. Die Gesamtkostenoptima liegen mindestens beim dritten Datenpunkt der Gesamtkostenkurven (\dot{U}_{gesamt} minus 27 % beim kleinen bzw. minus 24 % beim großen Verwaltungsgebäude). Bei den Wärmeversorgungssystemen Holzpellet (HP), Fernwärme (FW) und Sole-Wärmepumpe (WPSole) kann somit der Bereich des „KfW Effizienzhaus 55“-Standards erreicht werden.

Beim Wärmeversorgungssystem „Erdgas-Brennwertkessel“ (BW) sind die primärenergetischen Anforderungen aus der aktuellen EnEV (ca. 114 kWh/m²a beim kleinen bzw. 112 kWh/m²a beim großen Verwaltungsgebäude) nur durch hohe Wärmeschutzniveaus zu erfüllen, die weit über die Mindestanforderungen der EnEV hinausgehen. Die dadurch verursachte Steigerung der Gesamtkosten führt in diesem Fall zu einer Überschreitung des berechneten Kostenoptimums. Die Anforderungen des EEWärmeG sind ohne den Einsatz regenerativer Energien beim Wärmeversorgungssystem Erdgas-Brennwertkessel (BW) ohnehin kaum zu erfüllen, sodass der Einsatz von Gas als alleiniger Energieträger zur Wärmeerzeugung in der Regel nicht möglich ist.

Die Ergebnisse der Parametervariationen im Rahmen der Sensitivitätsanalyse auf Gesamtgebäudeebene zeigen, dass bei einer Erhöhung des Fensterflächenanteils die Gesamtkosten (höhere Investitionskosten, höhere Energiekosten) steigen. Die Lage der Optima verändert sich durch die Fensterflächenvariation aber wiederum nicht. Eine geringere zukünftige Energiepreissteigerung bzw. ein höherer Kalkulationszinssatz führt bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Gesamtgebäudeebene dazu, dass die (barwertigen) Energiekosten geringer ausfallen. Die Gesamtkosten sinken bei sonst gleichen Annahmen. Die Optima können sich tendenziell in Richtung höherer Primärenergiebedarfe verschieben. Dadurch werden tendenziell auch die wirtschaftlich vertretbaren Verbesserungspotenziale gegenüber der jetzigen EnEV-Mindestanforderung geringer.

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse von unterschiedlichen Wärmeschutzniveaus auf Gesamtgebäudeebene ist hinsichtlich der Optimierung von Luftwechsel und Wärmebrücken ein Einfluss auf die Gesamtkosten und die Lage der Optima feststellbar. Mit den niedrigeren Endenergiekennwerten sinken die Energiekosten und damit auch die Gesamtkosten. Die Optima verschieben sich tendenziell in Richtung niedrigerer Primärenergiebedarfe. Dadurch werden die wirtschaftlich vertretbaren Verbesserungspotenziale größer.

Gesamtbetrachtung für die Bestandssanierung

Für das kleine Verwaltungsgebäude gibt es bezogen auf den Ist-Zustand (Alt3 – ÖINTK) und der Annahme von Standardrandbedingungen bei allen untersuchten Wärmeerzeugern noch deutliche Spielräume für eine wirtschaftlich vertretbare Verschärfung des EnEV-Erlasses. Hier weisen die Wärmeversorgungssysteme Holzpellets (HP) und Fernwärme (FW) die höchsten Kapitalwerte auf. Sogar ambitionierte Standards (KfW Effizienzhaus 55 und KfW Effizienzhaus 40) können wirtschaftlich realisiert werden, solange der Einsatz einer Lüftungsanlage mit WRG nicht notwendig ist. Bezogen auf den teilsanierten Ist-Zustand (Alt2 – GasBWK) verringern sich die Kapitalwerte allerdings. Mit dem Wärmeerzeuger Wärmepumpe (WPLuft und WPSole) werden dann durchgehend negative Kapitalwerte realisiert (siehe Tabelle 27).

Die Berücksichtigung von externen Kosten (bspw. Klimafolgenvermeidungskosten von CO₂-Emissionen) verbessert die Wirtschaftlichkeit natürlich grundsätzlich (Kapitalwerte steigen). Die Änderungen in den Standardrandbedingungen (Betrachtungszeitraum, Kalkulationszinssatz, Energiepreissteigerung) wirken sich sehr sensitiv auf die Ergebnisse aus.

Für das große Verwaltungsgebäude gilt, dass bei der Annahme von Standardrandbedingungen geringere Kapitalwerte als beim kleinen Modellgebäude realisiert werden. Mit dem Wärmeerzeuger Fernwärme (FW) werden ab der Modernisierungsvariante fünf (optimierter Neubau) positive Kapitalwerte realisiert. Mit dem Wärmeerzeuger Wärmepumpe (WPSole) werden durchgehend negative Kapitalwerte erreicht (siehe Tabelle 29). Bezogen auf den Ist-Zustand (Alt3 – GasBWK), gibt es beim untersuchten Wärmeerzeuger Fernwärme (FW) daher weniger Spielräume für eine wirtschaftlich vertretbare Verschärfung des EnEV-Erlasses. Ambitionierte Standards („KfW Effizienzhaus 55“-Standard und „KfW Effizienzhaus 40“-Standard) können knapp wirtschaftlich realisiert werden. Bezogen auf den teilsanierten Ist-Zustand (Alt2 – FW/KWK), erhöhen sich die Kapitalwerte, da die Bezugsvariante höhere Gesamtkosten aufweist als Modell 0 (siehe Tabelle 29).

Die Ergebnisse der Parametervariationen bzw. der Sensitivitätsanalyse bestätigen wiederum die Ergebnisse des kleinen Gebäudes, dass die Berücksichtigung von externen Kosten (bspw. die Berücksichtigung von CO₂-Emissionen) die Wirtschaftlichkeit verbessert (Kapitalwerte steigen).

Empfehlungen zur Fortschreibung des EnEV-Erlasses

Auf Basis der durchgeführten Energie- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen können folgende Empfehlungen für die Fortschreibung des Erlasses zur „Energetischen Vorbildfunktion von Bundesbauten“ vom 10. Juni 2014 formuliert werden: Bei Durchführung einer einzelwirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsberechnung sind bei den hier betrachteten Modellgebäuden und Varianten unter den definierten Standardrandbedingungen Spielräume für eine weitere Verschärfung des EnEV-Erlasses zu sehen. Diese Spielräume gehen sowohl beim Neubau als auch bei der Bestandssanierung und bei beiden Modellgebäuden bis hin zu den ambitionierten Wärmeschutzniveaus wie dem KfW Effizienzhaus 55 und dem KfW Effizienzhaus 40. Allerdings gibt es Einschränkungen bei der Interpretation der Ergebnisse, die in erster Linie die hohe Sensitivität der Eingabeparameter (insbesondere Kalkulationszinssatz und Energiepreissteigerung) und die Validität der unterstellten Kostenfunktionen und Kostenkennwerte (insbesondere beim großen Modellgebäude) betrifft.

Als Konsequenz aus diesen Einschränkungen sollten weitere Verschärfungen vorsichtig formuliert werden und den sich hier darstellenden Spielraum nicht vollständig ausnutzen. Unter dieser Prämisse kann für den Neubau eine Verschärfung der primärenergetischen Anforderungen bis hin zum KfW Effizienzhaus 55 (Unterschreitung Q_p , Ref um 45 % und H'_T , Ref um 30 %) empfohlen werden. Für die Bestandssanierung kann formuliert werden, dass die primärenergetischen Anforderungen Q_p der EnEV (140 %-Regel) um 40 % bzw. 50 % (bei Nutzung von Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung) unterschritten werden sollten. Die An

forderungen der EnEV (140 %-Regel) in Bezug auf die Wärmedurchgangskoeffizienten können folgendermaßen unterschritten werden:

- › \bar{U}_{trans} um etwa 50 %
- › \bar{U}_{opak} um etwa 35 %

Aus den vorstehenden Ergebnissen zur Untersuchung der Möglichkeiten für eine weitere Verschärfung der energetischen Anforderungen im Bundesbau als Ausdruck der Vorbildrolle des Bundes ergibt sich der – unter Berücksichtigung rein monetärer Kriterien (Barwert) – zur Verfügung stehende Spielraum. Es ist festzustellen, dass dieser Spielraum nicht für das Erreichen der langfristigen klimapolitischen Ziele genügt und ambitioniertere Standards mit rein finanzwirtschaftlichen Vorgaben in der Breite nicht zu erreichen sind.

Dementsprechend ergibt sich die Frage, welche grundsätzliche Zielsetzung – Klimaschutz oder Wirtschaftlichkeit – die höhere Priorität hat. Dieser Fragestellung wurde im Rahmen einer juristischen Bewertung nachgegangen.

Bewertung der juristischen Studie

Die juristische Untersuchung der Kanzlei von Bredow Valentin Herz, Berlin, unterstützt die Sichtweise, dass Wirtschaftlichkeit im Sinne der Bundeshaushaltsordnung und Energieeffizienz im Gebäudebereich keine konkurrierenden Vorgaben auf dem Weg zur Erfüllung des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung sein müssen. Anhand des „Energetischen Sanierungsfahrplans Bundesliegenschaften“ (ESB) wurden verschiedene bundes-, europa- und verfassungs- bzw. völkerrechtliche Aspekte untersucht, die es ermöglichen, die klimaschutzpolitischen und die ökonomischen Ziele in einem umfassenderen Rahmen zu betrachten und zu bewerten.

Grundsätzlich wird mit dem Prinzip der „Wirtschaftlichkeit“ ein ökonomisches Prinzip zum Bewertungsmaßstab für das Handeln der Exekutive. Dabei wird allgemein die günstigste Relation zwischen dem verfolgten Zweck und den einzusetzenden Mitteln als „wirtschaftlich“ bezeichnet. Aus dieser Auslegung ergeben sich zwei Prinzipien:

- › Minimalprinzip bzw. Sparsamkeitsprinzip:
Ein bestimmtes Ergebnis wird mit dem geringsten Mitteleinsatz erreicht.
- › Maximalprinzip bzw. Ergiebigkeitsprinzip:
Ein bestimmter Mitteleinsatz führt zu einem maximalen Ergebnis.

Das Wirtschaftlichkeitsprinzip verlangt somit letztlich, die jeweilige Zweck-Mittel-Relation für das Erreichen eines gegebenen Ziels zu optimieren. Dabei beeinflusst die Methodik zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit die Bewertung unterschiedlicher Maßnahmen. In der juristischen Studie heißt es hierzu:

„Die gewählte Betrachtungsperspektive kann insgesamt erheblichen Einfluss auf die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von finanzwirksamen Maßnahmen haben, da eine zu enge Betrachtungsperspektive zu verzerrten Ergebnissen führen kann. Bei erheblichen gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sollte die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung dabei in einem gesamtwirtschaftlich orientierten Verfahren mit einer entsprechenden Betrachtung durchgeführt werden. [...] Einzelwirtschaftliche Betrachtungen scheinen im methodischen Ansatz hierfür nicht ausreichend breit anzusetzen.“

Die sich bei der einzelwirtschaftlichen Betrachtung scheinbar ergebende gegensätzliche Position von „Klimaschutzziel“ und „Wirtschaftlichkeitsgebot“ im konkreten Fall kann also ggf. auf der Wahl der Bewertungsmethodik beruhen. Dementsprechend muss die Betrachtungsperspektive um die Einbeziehung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen geweitet werden. Dies gelingt beispielsweise mithilfe einer Nutzwertanalyse.

Eine solche Nutzwertanalyse wurde im Rahmen eines der geförderten Forschungsprojekte durchgeführt. Diese kam zu dem Ergebnis, dass die gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus mit einer verbesserten Nachhaltigkeitsbewertung und unter den gewählten Rand

bedingungen sinken. Damit besteht als Ergebnis der Analyse offensichtlich kein Widerspruch zwischen der Ökonomie und der angestrebten Nachhaltigkeit.

Im Ergebnis der durchgeführten Forschungsstudien ist im weiteren Prozess der Fortschreibung der energetischen Anforderungen für Baumaßnahmen des Bundes und in der Ausgestaltung des energetischen Sanierungsfahrplans für Bundesbauten ein Umdenken bezüglich der bisherigen Wirtschaftlichkeitsbewertung notwendig. Dies gilt es auch in die beteiligten Ressorts zu kommunizieren und dort um die entsprechende Unterstützung zu werben. Erste Schritte in diese Richtung wurden bereits unternommen. Ein konkretes Ergebnis ist aber noch nicht in Sicht.

Anhang

Literatur

Cuny, Reinhard in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, Herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt, 2016

Ekardt, Felix: Theorie der Nachhaltigkeit, Nomos Verlagsgesellschaft Baden-Baden, 2. Aufl. 2016

Enseling, Andreas et al.: Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009: Untersuchung zu ökonomischen Rahmenbedingungen im Wohnungsbau, BMVBS Bonn, August 2012

Gröpl, Christoph in: BHO/LHO Staatliches Haushaltsrecht, C.H. Beck München, 2011

Grupp, Klaus: Steuerung des Verwaltungshandelns durch Wirtschaftlichkeitskontrolle? in: Die Öffentliche Verwaltung – Heft 16, August 1983

Heun, Werner in: Dreier, Horst (Hrsg.): Grundgesetz Kommentar, 2. Auflage 2008

Klauß, Swen: Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e. V. Kassel, 2010

Martini, Mario: Der Markt als Instrument hoheitlicher Verteilungslenkung, Mohr Siebeck 2008

Mühlenkamp, Holger: Wirtschaftlichkeit und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im öffentlichen Sektor, Speyrer Arbeitsheft Nr. 204, Speyer 2011

Nowak, Karsten et al. in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, Herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt, 2016

Offermann, Markus et al.: Begleituntersuchung zur europäischen Berichterstattung „Cost-Optimal-Level“ – Modellrechnungen. BMVBS-Online-Publikation 26/2013, BMVBS Berlin, Dezember 2013

Oschatz, Bert et al.: Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften, BBSR-Online-Publikation 06/2014, BBSR Bonn, Mai 2014.

Reus, Andreas und Mühlhausen, Peter: Haushaltsrecht in Bund und Ländern, Planung, Ausführung, Prüfung, C.H. Beck 2014

Schwarz, Kyrill-Alexander in Starck, Christian (Hrsg.): Kommentar zum Grundgesetz, 6. Auflage, Vahlen 2010

Sieg, Ralf in: Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im Haushaltsrecht, Herausgegeben vom Hessischen Rechnungshof Darmstadt, 2016

Thiel, Dieter et al.: Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012. BMVBS-Online-Publikation 08/2012, BMVBS Berlin, Juni 2012.

von Arnim, Hans-Herbert: Wirtschaftlichkeit als Rechtsprinzip, Duncker & Humblot 1988

Windoffer, Alexander: Verfahren der Folgenabschätzung als Instrument zur rechtlichen Sicherung von Nachhaltigkeit, Mohr Siebeck, 2011

Abbildungen

| | | |
|----------------------|--|----|
| Abbildung 1: | Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen eines legislativen und exekutiven Entscheidungsprozesses | 24 |
| Abbildung 2: | Methoden der einzel- sowie der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung | 25 |
| Abbildung 3: | Ansicht und Isometrie des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – klein“ | 33 |
| Abbildung 4: | Ansicht und Isometrie des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – groß“ | 34 |
| Abbildung 5: | Spezifischer Endenergieverbrauch der elektrischen Energie des Jahres 2016 der vorliegenden Gebäude der Bundesliegenschaften für die in den angegebenen Gebäudekategorien mit einem Stromverbrauch zwischen 15 und 500 kWh/(m ² a) | 38 |
| Abbildung 6: | Spezifischer Endenergieverbrauch Wärme des Jahres 2016 der vorliegenden Gebäude der Bundesliegenschaften für die in den angegebenen Gebäudekategorien mit einem Verbrauch zwischen 50 bis 400 kWh/(m ² a) | 39 |
| Abbildung 7: | Optimierung der Außenwand (AW) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 62 |
| Abbildung 8: | Optimierung der Außenwand (AW) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 62 |
| Abbildung 9: | Optimierung der Fenster (AF) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 62 |
| Abbildung 10: | Optimierung der Fenster (AF) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 63 |
| Abbildung 11: | Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 63 |
| Abbildung 12: | Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 63 |
| Abbildung 13: | Optimierung des Daches (DA) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 64 |
| Abbildung 14: | Optimierung des Daches (DA) des kleinen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 64 |
| Abbildung 15: | Optimierung der Außenwand (AW) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 67 |
| Abbildung 16: | Optimierung der Außenwand (AW) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 67 |
| Abbildung 17: | Optimierung der transparenten Bauteile (TB) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 68 |

| | | |
|----------------------|---|----|
| Abbildung 18: | Optimierung der transparenten Bauteile (TB) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 68 |
| Abbildung 19: | Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 68 |
| Abbildung 20: | Optimierung der Bauteile gegen Erdreich (EB) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 69 |
| Abbildung 21: | Optimierung des Daches (DA) des großen Verwaltungsgebäudes mit Standardannahmen | 69 |
| Abbildung 22: | Optimierung des Daches (DA) des großen Verwaltungsgebäudes mit alternativen Zinssätzen | 69 |
| Abbildung 23: | Gesamtkosten des kleinen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen | 71 |
| Abbildung 24: | Gesamtkosten des kleinen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und alternativen Zinssätzen | 71 |
| Abbildung 25: | Gesamtkosten des großen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen | 73 |
| Abbildung 26: | Gesamtkosten des großen Verwaltungsgebäudes (Neubau) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und alternativen Zinssätzen | 73 |
| Abbildung 27: | Kleines Verwaltungsgebäude – spezifische Endenergiekennwerte der Sanierungsstufen Mod. 0 bis Mod. 8 | 76 |
| Abbildung 28: | Großes Verwaltungsgebäude – spezifische Endenergiekennwerte der Sanierungsstufen Mod. 0 bis Mod. 8 bei Einsatz von FW ab Mod. 1 | 77 |
| Abbildung 29: | Prozentuale Absenkung der CO ₂ -Emissionen gegenüber den Sanierungsstufen Alt3 (Instandsetzung) bzw. Alt2 (Teilsanierung) für das kleine Verwaltungsgebäude | 78 |
| Abbildung 30: | Fernwärme – prozentuale Absenkung der CO ₂ -Emissionen gegenüber den Sanierungsstufen Alt3 (Instandsetzung) bzw. Alt2 (Teilsanierung) für das große Verwaltungsgebäude | 78 |
| Abbildung 31: | Gesamtkosten des kleinen Verwaltungsgebäudes (Bestand) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen | 80 |
| Abbildung 32: | Gesamtkosten des großen Verwaltungsgebäudes (Bestand) mit verschiedenen Wärmeerzeugern und Standardannahmen | 82 |
| Abbildung 33: | Scoring NWA 1 – gewichtete Punkte der einzelnen Merkmale | 87 |
| Abbildung 34: | Scoring NWA 2 – gewichtete Punkte der einzelnen Merkmale | 89 |
| Abbildung 35: | Bewertungsmatrix: gebäudebezogene Lebenszykluskosten – NWA 1 | 91 |
| Abbildung 36: | Bewertungsmatrix: gebäudebezogene Lebenszykluskosten – NWA 2 | 91 |

Tabellen

| | | |
|--------------------|--|----|
| Tabelle 1: | Überblick über Verfahren und Methoden der einzel- und gesamtwirtschaftlichen Betrachtung | 28 |
| Tabelle 2: | Ausgewählte Modellgebäude der Untersuchung | 33 |
| Tabelle 3: | Nettogrundflächen der Nutzungsprofile des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – klein“ | 33 |
| Tabelle 4: | Bauteilflächen der thermischen Gebäudehülle sowie ihre Fensterflächenanteile für das Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – klein“ | 33 |
| Tabelle 5: | Nettogrundflächen der Nutzungsprofile des Modellgebäudes „Verwaltungsgebäude – groß“ | 35 |
| Tabelle 6: | Bauteilflächen der thermischen Gebäudehülle sowie ihre Fensterflächenanteile für das Modellgebäude „Verwaltungsgebäude – groß“ | 35 |
| Tabelle 7: | Randbedingungen bei den Energiebilanzberechnungen für die Basisvarianten des kleinen und des großen Verwaltungsgebäudes bzw. der Referenzgebäudeausführung nach EnEV | 37 |
| Tabelle 8: | Geeignete Gebäudekategorien der Bundesliegenschaften für die vorliegende Studie | 38 |
| Tabelle 9: | Vorlage der vier Wärmeschutzniveaus und die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile | 40 |
| Tabelle 10: | Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – klein“ mit „sehr hohem“ Energiebedarf | 41 |
| Tabelle 11: | Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – klein“ mit „hohem“ Endenergiebedarf | 41 |
| Tabelle 12: | Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – groß“ mit „sehr hohem“ Endenergiebedarf | 42 |
| Tabelle 13: | Spezifischer End- und Primärenergiebedarf für das „Verwaltungsgebäude – groß“ mit „sehr hohem“ Endenergiebedarf | 43 |
| Tabelle 14: | Spez. Endenergieverbrauch für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus unter Berücksichtigung von Re- bzw. Prebound-Effekten für das „Verwaltungsgebäude – klein“ | 44 |
| Tabelle 15: | Spez. Endenergieverbrauch für die jeweiligen Wärmeschutzniveaus unter Berücksichtigung von Re- bzw. Prebound-Effekten für das „Verwaltungsgebäude – groß“ | 45 |
| Tabelle 16: | Kostenkennwerte der Untersuchungen für Neubauten | 46 |
| Tabelle 17: | Kostenquellen und Kostenkennwerte der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung | 47 |
| Tabelle 18: | Standardannahmen der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen | 51 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| Tabelle 19: | Qualitäten und Auswahl von Schutzzielen der Nachhaltigkeit | 54 |
| Tabelle 20: | Auswahl von Merkmalen zur quantitativen Beschreibung von Schutzzielen | 59 |
| Tabelle 21: | Berechnungsvarianten mit fortlaufender Verschärfung der Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile für das Gebäudemodell „Verwaltungsgebäude – klein“ | 60 |
| Tabelle 22: | Berechnungsvarianten mit fortlaufender Verschärfung der Wärmedurchgangskoeffizienten einzelner Bauteile für das Gebäudemodell „Atrium & Turm“ (A&T) | 65 |
| Tabelle 23: | Betrachtete Wärmeschutzniveaus für „Verwaltungsgebäude – klein“ | 70 |
| Tabelle 24: | Betrachtete Wärmeschutzniveaus für „Atrium & Turm“ (A&T) | 72 |
| Tabelle 25: | Beschreibung der zu untersuchenden Qualitätsstufen | 75 |
| Tabelle 26: | Untersuchte Wärmeschutzniveaus des kleinen Verwaltungsgebäudes | 79 |
| Tabelle 27: | Kapitalwerte der untersuchten Varianten | 80 |
| Tabelle 28: | Untersuchte Wärmeschutzniveaus für das große Verwaltungsgebäude | 81 |
| Tabelle 29: | Kapitalwerte der untersuchten Varianten – großes Verwaltungsgebäude | 82 |

Literaturhinweise des Herausgebers



best practice – Soziale Faktoren nachhaltiger Architektur. 17 Wohnungsbauprojekte im Betrieb



RENARHIS – Nachhaltige energetische Modernisierung und Restaurierung historischer Stadtquartiere



Ökologische Baustoffwahl – Aspekte zur komplexen Planungsaufgabe „Schadstoffarmes Bauen“



ready kompakt – Planungsgrundlagen zur Vorbereitung von altengerechten Wohnungen



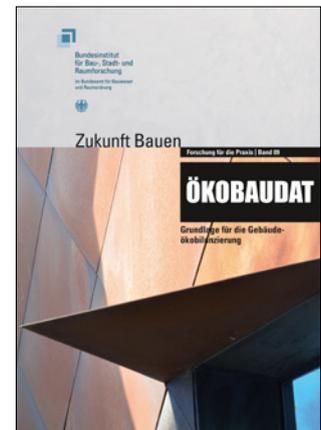
Materialströme im Hochbau – Potenziale für eine Kreislaufwirtschaft



WECOBIS – Webbasiertes ökologisches Baustoffinformationssystem



Nachhaltiges Bauen des Bundes – Grundlagen – Methoden – Werkzeuge



ÖKOBAUDAT – Grundlage für die Gebäudeökobilanzierung



Bauteilkatalog – Niedrigschwellige Instandsetzung brachliegender Industrieareale für die Kreativwirtschaft



Bauliche Hygiene im Klinikbau – Planungsempfehlungen für die bauliche Infektionsprävention in den Bereichen der Operation, Notfall- und Intensivmedizin



Effizienzhaus Plus Planungsempfehlungen

Die Broschüren sind kostenfrei erhältlich. Die Bestellhinweise sowie die Downloads finden Sie unter: www.forschungsinitiative.de.

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung und Redaktion

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Referat II 7 – Energieoptimiertes Bauen
Olaf Böttcher, Jörg Lammers
olaf.boettcher@bbr.bund.de
joerg.lammers@bbr.bund.de

Autoren

Dr. Bettina Hennig
Dr. Steffen Herz
Julia Rawe
Kanzlei von Bredow Valentin Herz, Berlin

Behrooz Bagherian
Dr. Andreas Enseling
Dr. Eberhard Hinz
Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Darmstadt

Dr. Olaf Böttcher
und Jörg Lammers
BBSR Referat II 7

Stand

Dezember 2018

Gestaltung | Barrierefreies PDF | Lektorat

A Vitamin Kreativagentur GmbH, Berlin
Dr. phil. Birgit Gottschalk, Nümbrecht

Druck

Silber Druck oHG, Niestetal

Kostenfreie Bestellungen

zb@bbr.bund.de
Stichwort: Vorbildwirkung Bundesbau

Bildnachweise

Titelbild: BBSR

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.
Bitte senden Sie uns zwei Belegexemplare zu.

Die von den Autoren vertretene Auffassung ist nicht unbedingt
mit der des Herausgebers identisch.

ISBN 978-3-87994-296-1
ISSN 2199-3521

Bonn 2019



**Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung**

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Mit der Forschungsinitiative Zukunft Bau stärkt das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) in Zusammenarbeit mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) die Zukunfts- und Innovationsfähigkeit der Bauwirtschaft. Ziel ist es, die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Bauwesens im europäischen Binnenmarkt zu verbessern und insbesondere den Wissenszuwachs und die Erkenntnisse im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovationen zu unterstützen.



www.forschungsinitiative.de

ISBN 978-3-87994-296-1
ISSN 2199-3521