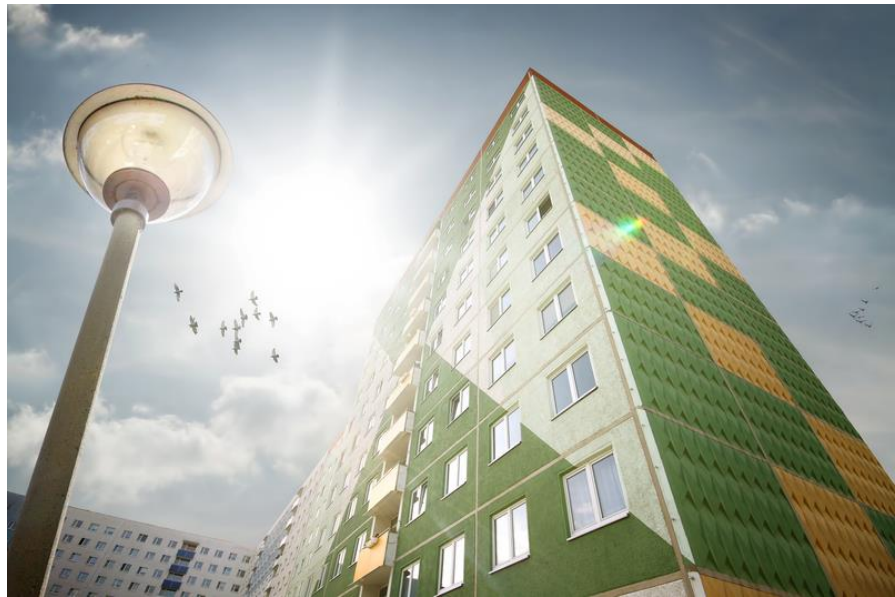


ZENTRUM FÜR NACHHALTIGE ENERGIESYSTEME (ZNES)
Abteilung Klimaschutz



Jenzig71 / photocase.de

KLIMASCHUTZKONZEPT 2050 KOMMUNALE GEBÄUDE

Anforderungen – Wirtschaftlichkeit –
Finanzierung – Rahmenbedingungen

November 2015

Forschungsbeiträge 3

Abschlussbericht Forschungsprojekt „Klimaschutzkonzept 2050 kommunale Gebäude“
(FKZ: 03KSF034)

Projektleitung: Olav Hohmeyer

Projektkoordination: Hannah Köster

Autoren: Martin Jahn, Hannah Köster, Simon Laros, Larissa Leienbach

Forschungsbeiträge 3

ISSN: 2196-7164

Flensburg, November 2015

Europa-Universität Flensburg

Zentrum für nachhaltige Energiesysteme (ZNES)

Energie- und Umweltmanagement

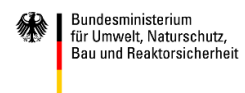
Munketoft 3b

24937 Flensburg

www.uni-flensburg.de/eum | www.znes-flensburg.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Dieses Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Eine Kopie dieser Lizenz finden Sie unter www.creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Problemstellung	7
2 Ziel des Projekts	8
2.1 Zielwert.....	8
3 Kategorisierung der Kommunen	10
3.1 Finanzielle Lage	10
3.2 Umgang mit Gebäudesanierungen.....	10
3.2.1 Sanierungsrate.....	10
3.2.2 Sanierungsstau	10
3.3 Verwaltungsaufwand	11
3.3.1 Bruttogeschossfläche pro Einwohner	11
3.3.2 Bruttogeschossfläche pro Stelle im Energiemanagement	11
3.4 Ausgaben	12
3.4.1 Investitionsvolumen und Ausgaben für den Gebäudeunterhalt.....	12
3.4.2 Gegenüberstellung von Ausgaben für Soziales und Ausgaben für Gebäude	13
3.5 Sonstiges.....	13
3.5.1 Organisationsform des Energiemanagements	13
3.5.2 Berücksichtigung der Förderquote bei energetischen Sanierungen	13
3.6 Einordnung der Modellkommunen	14
3.7 Fazit	15
4 Gebäudedaten	16
4.1 Datenerfassung	16
4.1.1 Ablauf der Datenerhebung.....	16
4.1.2 Struktur der Datenerfassung.....	16
4.1.3 Aufarbeitung der Daten.....	18
4.2 Erhebung repräsentativer Gebäudedaten und Nutzungsmuster.....	18
4.2.1 Beschreibung der erhobenen Informationen zu den Gebäudebauteilen (Portfolio).....	18
4.3 Analyse von Einflussgrößen auf die spezifischen Gesamtkosten	21
4.3.1 Gebäudekategorie	22
4.3.2 Denkmalschutz	22
4.3.3 Erreichte Energieeinsparung	22
4.4 Durchschnittliche Sanierungskosten	23
4.5 Der BKI als Vergleichsmaßstab	24
4.6 Zwischenfazit.....	25
4.7 Entwicklung einer Kostenfunktion	26
4.7.1 Methodik	26
4.7.2 Dreidimensionale Kostenfunktion.....	28

5	Szenarien Deutschland	30
5.1	Methodik	30
5.1.1	Allgemeines Vorgehen	30
5.1.2	Verwendete Daten	30
5.2	Szenario Trendfortschreibung	31
5.3	Sanierungsszenario	32
5.4	Klimaschutzszenario	33
5.5	Gesamtkosten Deutschland	34
5.6	Exkurs: Entwicklung bei 5% Energiepreiserhöhung	34
5.6.1	Annahmen	34
5.6.2	Ergebnisse	35
6	Tool	38
6.1	Vergleich mit ähnlichen Tools	38
6.2	Struktur des Tools	38
6.3	Input	39
6.3.1	Daten zu Gebäudekategorien nach BWZK	40
6.3.2	Energiepreise	41
6.3.3	CO ₂ -Faktoren	50
6.4	Berechnung	51
6.5	Ergebnisse	52
7	Finanzierungsoptionen	55
7.1	Rechtliche Rahmenbedingungen	55
7.1.1	Gesetze und Verordnungen zur Gebäudehülle und -technik	55
7.1.2	Gesetze und Verordnungen zur Finanzmittelbeschaffung	55
7.1.3	Rolle der Kommunalaufsicht	56
7.2	Überblick über Förderrichtlinien	57
7.2.1	Erfahrungen der Kommunen mit den Förderprogrammen	59
7.3	Finanzierungsmodelle und -strategien	60
7.3.1	Contracting	60
7.3.2	Intracting	61
7.3.3	Stabilisierung bzw. Erhöhung der kommunalen Einnahmen	63
7.3.4	Erweiterung des zulässigen kommunalen Kreditrahmens für rentierliche energetische Sanierungen	63
7.3.5	Optimierung der Gebäudenutzungsstruktur	64
7.3.6	Erweiterung von Ausfallbürgschaften	65
7.3.7	Bundestreuhandfonds	65
7.3.8	Finanzierungsoptionen mithilfe des europäischen Emissionshandels (EU-ETS)	65
7.4	Sondervermögen „Kommunale Immobilien“	66
7.4.1	Konzept	66
7.4.2	Rahmenbedingungen	67

8	Handlungsempfehlungen	69
8.1	Fordern!.....	69
8.1.1	Sanierungsquote gesetzlich festlegen	69
8.1.2	Instandhaltung und Sanierung als Pflichtausgaben	69
8.1.3	Sanierungsstandards verschärfen	69
8.1.4	Einheitliche Datengrundlage forcieren.....	69
8.2	Fördern!.....	69
8.2.1	Finanzmittel bereitstellen	69
8.2.2	Entbürokratisierung.....	70
8.2.3	Einheitliche Berechnungsgrundlage für die Wirtschaftlichkeitsbewertung.....	70
8.3	Langfristig planen!	70
	Literaturverzeichnis.....	71
	Anhang	73
	Energiepreise.....	73
	Sanierungskosten (Kostenfunktion)	76

Zusammenfassung

Die Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude in Sachen Nutzung erneuerbarer Energien und somit im Sinne der Effizienz indirekt auch in Sachen energetischer Sanierung der Liegenschaften wird sowohl von der EU in Form der Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG als auch von der Bundesregierung in Form des EEWärmeG gefordert. Seit der Novelle des EEWärmeG von 2011 sind hier auch Bestandgebäude einbezogen. Diese Forderungen sind aufgrund des Klimawandels mehr als berechtigt. Auch die langfristig steigenden Energiepreise nötigen die Kommunen, sich schon heute strategisch mit ihrem Gebäudebestand zu beschäftigen. Dies ist nicht nur vor dem Hintergrund der drohenden Klimaerwärmung notwendig, sondern in jeder einzelnen Kommune auch eine Frage der Daseinsvorsorge.

Zu diesen Herausforderungen wurde in Kooperation mit zehn deutschen Kommunen an der Europa-Universität Flensburg mit Mitteln des BMUB von Oktober 2013 bis August 2015 das Forschungsprojekt „Klimaschutzkonzept 2050 Kommunale Gebäude“ durchgeführt, in dem Finanzierungsoptionen für die energetische Sanierung kommunaler Bestandsgebäude identifiziert und evaluiert werden sollten. Als Sanierungsziel wurde eine Unterschreitung der EnEV Neubau 2009-Werte um 30% gewählt. Dieses Ziel ist konservativ, und entspricht bei weitem keinem Passivhausstandard, sondern einem durchschnittlichen Wärmebedarf von rund 50 kWh/m²*a über alle Gebäude einer Kommune resp. alle kommunalen Gebäude bundesweit. Es entspricht bei Sanierung aller Gebäude einer Halbierung des Energiebedarfs. In der Praxis gibt es etliche Kommunen, die ambitioniertere Ziele verfolgen – aber auch Kommunen, die es aus verschiedenen Gründen kaum schaffen die geltende EnEV-Vorgaben zu erfüllen.

Im Rahmen des Projekts wurde deutlich, dass die Finanzierung der energetischen Mehrkosten einer Sanierung nicht das eigentliche Problem darstellt. Bund und Länder haben den Kommunen über Jahre neue und z.T. kostspielige Aufgaben auferlegt, die oft nicht durch eine entsprechende Erhöhung der Finanzmittel begleitet wurden. Somit fehlen häufig bereits die Mittel für notwendige grundlegende Maßnahmen zur Bestandserhaltung. Der energetische Anteil macht bei solchen Sanierungen nur einen Anteil von 10-25% aus und kann dabei die Wirtschaftlichkeit der Gesamtsanierung durch zukünftig geringere Energiekosten sogar erhöhen. Aus den erhobenen Daten wurde eine dreidimensionale Kostenfunktion entwickelt, die die Abschätzung der Sanierungskosten (inkl. energetischer Mehrkosten) nach den angestrebten Sanierungsstandard und dem Umfang der Sanierungen (leichte Umbauten oder komplette Kernsanierung) erlaubt.

Weder mit bekannten Instrumenten aus der Wirtschaft wie Contracting oder ÖPP noch mit existierenden Förderinstrumenten oder verbilligten Krediten kann dem Dilemma, dass Kommunen einerseits in Bezug auf die Sanierung ihres Gebäudebestand eine Vorbildrolle einnehmen sollen, gleichzeitig aber mit hoher Verschuldung und starken Kreditbeschränkungen kämpfen, gelöst werden. Hier stellt nur die gezielte Verbesserung der finanziellen Ausstattung der Kommunen eine Lösung dar. Eine einfache Erhöhung des kommunalen Anteils am Steueraufkommen wäre jedoch nicht zielführend. Die zusätzlichen Mittel würden laut Befragungsergebnissen zur Deckung von allgemeinen Defiziten genutzt. Vielmehr müsste ein Sondervermögen „Kommunale Liegenschaften“ eingerichtet werden, das rund 2,6 Milliarden Euro pro Jahr für die Sanierung von kommunalen Gebäuden bereitstellt und so eine Förderquote von 50% erlauben würde. Gleichzeitig müssten Kommunen aber auch dazu verpflichtet werden, ihre Sanierungsquote auf knapp 3% zu erhöhen, um alle Gebäude bis 2050 zu sanieren. Für die Ausgestaltung eines solchen Sondervermögens wurden im

Rahmen des Forschungsprojekts zusammen mit Praktikern aus verschiedenen Kommunen erste mögliche Kriterien zur Mittelvergabe ausgearbeitet. Darunter fallen das Vorhandensein eines qualifizierten Energiemanagements, die Höhe der Energieeinsparung und die weitere Gebäudeverwendung. Besonders hervorgehoben wurde aber eine unbürokratische Mittelvergabe.

Um den Kommunen die Erarbeitung einer langfristigen Gebäudesanierungsstrategie zu erleichtern, wurde das *FinSa-Tool* entwickelt. Es ermöglicht Entscheidungsträgern, den Finanzierungsbedarf für (energetische) Sanierungen bis 2050 abzuschätzen. Anhand weniger Angaben zum Gesamtgebäudebestand können drei Sanierungsszenarien hinsichtlich des Energiebedarfs, der resultierenden CO₂-Emissionen sowie der Energie- und Sanierungskosten verglichen werden. Die Szenarien sind ein Business-as-usual-Szenario (Entwicklung bei Fortsetzen der gegenwärtigen Sanierungstätigkeiten), ein Klimaschutzszenario (notwendigen Sanierungstätigkeiten zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung) sowie ein individuelles Szenario entsprechend den Zielen der Kommune. Dieser Szenarienvergleich über einen langen Zeitraum unterscheidet das FinSa-Tool dabei von bereits vorhandenen ähnlichen Werkzeugen, die entweder nur eine grobe Einordnung in Vergleichswerte erlauben oder sehr detailliert auf einzelne Gebäude und Sanierungsvorhaben bezogen sind.

Aus dem Forschungsvorhaben konnten Handlungsempfehlungen für Bund und Länder auf der einen und Kommunen auf der anderen Seite abgeleitet werden:

1. Fordern:
 - a. Die Sanierungsquote gesetzlich auf 3% festschreiben
 - b. Die Instandhaltung und Sanierung als kommunale Pflichtaufgabe definieren
 - c. Die Sanierungsstandards weiter sukzessive verschärfen
 - d. Eine einheitliche Datengrundlage forcieren
2. Fördern:
 - a. Den Kommunen ausreichende Finanzmittel für Sanierungen bereitstellen
 - b. Die Fördermittelvergabe entbürokratisieren
 - c. Eine einheitliche Berechnungsgrundlage für Wirtschaftlichkeitsbewertungen schaffen
3. Langfristige Planungen (Gebäudesanierungsstrategie) einführen

Für die strategische Planung steht den Kommunen mit Abschluss dieses Forschungsprojekts das kostenfreie FinSa-Tool (Open Source) zur Verfügung, das eine Entscheidungsgrundlage für die Festlegung einer langfristigen Klimaschutz-orientierten Sanierungsstrategie zur Verfügung stellt.

1 Problemstellung

Die Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude in Sachen Nutzung erneuerbarer Energien und somit im Sinne der Effizienz indirekt auch in Sachen energetischer Sanierung der Liegenschaften wird sowohl von der EU in Form der Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG als auch von der Bundesregierung in Form des EEWärmeG gefordert. Seit der Novelle des EEWärmeG von 2011 sind hier auch Bestandgebäude einbezogen. Diese Forderungen sind aufgrund des Klimawandels mehr als berechtigt. Auch die langfristig steigenden Energiepreise nötigen die Kommunen, sich schon heute strategisch mit ihrem Gebäudebestand zu beschäftigen. Dies ist nicht nur vor dem Hintergrund der drohenden Klimaerwärmung notwendig, sondern in jeder einzelnen Kommune auch eine Frage der Daseinsvorsorge.

Aus dieser Problemstellung entstehen Fragestellungen: Wie können Kommunen trotz der vielfach gegebenen Haushaltsnotlage die Investitionen für die notwendige energetische Sanierung kommunaler Gebäude für den langfristigen Klimaschutz finanzieren, wenn bereits heute die zu erwartenden Lasten aus der Beschaffung knapper werdender fossiler Energie und der damit verbundenen Risiken für die gesamte Volkswirtschaft sowie die Risiken für das globale Klima berücksichtigt werden?

2 Ziel des Projekts

Das Forschungsprojekt sollte ursprünglich aufzeigen, wie Mittel für energetische Sanierung von kommunalen Liegenschaften beschafft werden können und so die Sanierungsquote erhöht werden kann, um den Klimaschutzzielen der Bundesregierung gerecht zu werden. Schnell wurde jedoch klar, dass das eigentliche Problem nicht die Mittel für die energetische Sanierung der Liegenschaften sind, sondern die Mittel für die grundsätzliche Instandhaltung und Sanierung. Eine energetische Sanierung wird sinnvollerweise nur durchgeführt, wenn eine Gebäude aufgrund seines Alters oder aufgrund von Baumängeln auch baulich erneuert wird (sog. Kopplungsprinzip). Schon für diese allgemeinen bauliche Erneuerung (hier Sowieso-Sanierung genannt) fehlen jedoch in vielen Kommunen die Mittel. Die Kommunen können somit zum einen Teil der kommunalen Daseinsvorsorge nicht tragen und werden zum anderen ihrer Vorbildrolle in Sachen Klimaschutz nicht gerecht.

Die Bundesregierung strebt laut ihrem Energiekonzept von September 2010 bis zum Jahr 2050 eine Reduzierung des primärenergetischen Wärmeverbrauchs um 80% gegenüber 2008 an (BMW, BMU, 2010, S. 22) (siehe Tabelle 2-1). Dieses Projekt untersucht die Finanzierbarkeit des ersten Schritts hin auf die Erreichung dieses ambitionierten Ziels: die Reduzierung des endenergetischen Wärmeverbrauchs. Nicht betrachtet werden die Finanzierbarkeit von Energiereduktionspotentialen im Stromsektor sowie die Umstellung der Energieträger auf Erneuerbaren Energiequellen und somit eine Reduktion der Primärenergie bis zum gewünschten Ziel.

Tabelle 2-1: Energiepolitische Zielsetzung im Energiekonzept der Bundesregierung (BMW, BMU, 2010)

	2020	2030	2040	2050
Minderung der THG Emissionen: (bezogen auf 1990)	-40%	-55%	-70%	-80 bis - 95 %
Anteil der EE am (Brutto-) Endenergieverbrauch:	18%	30%	45%	60%
Anteil der EE am Bruttostromverbrauch:	35%	50%	65%	80%
Minderung des Primärenergieverbrauchs:	-20%	—————→		-50%
Minderung des Stromverbrauchs:	-10%	—————→		-25%
Minderung des Endenergieverbrauchs Verkehr:	-10%	—————→		-40%
Reduzierung des Wärmebedarfs (2020) bzw. des Primärenergiebedarfs (2050) von Gebäuden:	-20%	—————→		-80%

2.1 Zielwert

Als Sanierungsziel für das Jahr 2050 wurde für das Forschungsprojekt ein Zielwert gewählt, der den Wärmeverbrauch des Neubaustandards der EnEV 2009 über alle kommunalen Liegenschaften um 30% unterschreitet. Dies entspricht einem Wärme-Verbrauch von rund 50 kWh/m²*a. Dieser deutschlandweite Durchschnittswert schließt die Tatsache ein, dass es Kommunen gibt die ambitioniertere Sanierungsziele verfolgen und dass es auch Kommunen gibt, die es kaum schaffen die ENEV zu erfüllen, aus welchen Gründen auch immer. Der gewählte Zielwert berücksichtigt

ebenso, dass einzelne Gebäude im kommunalen Gebäudepool deutlich darüber hinaus saniert werden, weil es bei anderen Gebäuden aufgrund von Denkmalschutz u.a. nicht oder nur sehr schwer möglich ist diesen Wert zu erreichen.

3 Kategorisierung der Kommunen

Im Rahmen des Projekts sollten u.a. Kategorien von Kommunen identifiziert werden, an Hand derer für bestimmte Kategorien passende Finanzierungsinstrumente ausgewählt werden können. Die teilnehmenden Kommunen wurden mit Hilfe von Interviews zu den ausgewählten Kategorien (s. Abschnitte 3.1 bis 3.5) befragt. Mithilfe der Interviewergebnisse wurden die Kategorien auf Plausibilität überprüft und die Kommunen beispielhaft eingeordnet. Zu berücksichtigen ist hierbei die fehlende statistische Belastbarkeit aufgrund der kleinen Grundgesamtheit an teilnehmenden Kommunen. In der Untersuchung kristallisierten sich fünf Kategorien heraus:

- die finanzielle Lage der Kommune (Abschnitt 3.1),
- der Umgang mit Gebäudesanierungen (Abschnitt 3.2),
- die Ausgabenverteilung innerhalb der Kommune (Abschnitt 3.3),
- der spezifische Verwaltungsaufwand (Abschnitt 3.4) sowie
- sonstige Kategorien, die sich keinem der übrigen Oberthemen zuordnen lassen (Abschnitt 3.5).

3.1 Finanzielle Lage

Die finanzielle Lage ist als sehr entscheidend zu bewerten, was den Umgang mit energetischer Gebäudesanierung angeht. Der Bereich Verschuldung kann beispielsweise über die Kassenkredite, die Nettoneuverschuldung, die Verschuldung im Kernhaushalt oder das Finanzmittelsaldo abgebildet werden. Teilweise sind dafür Zahlen vorhanden und beschaffbar. Da einige Kommunen ihr Energie- (und Gebäude-) Management in eine Tochter der Stadt ausgelagert haben, wäre aber beispielsweise bei der Verschuldung im Kernhaushalt der Bereich Gebäude bzw. Energie dort nicht abgedeckt. Ein weiteres Problem der Vergleichbarkeit ergibt sich durch die Undurchsichtigkeit der Haushaltspläne, in denen nicht immer deutlich genug wird, wie sich die genannten Schulden zusammensetzen.

3.2 Umgang mit Gebäudesanierungen

Der Punkt „Umgang mit Sanierungen“ soll das Vorgehen bei energetischen Sanierungen abbilden. Dabei werden Fragen wie „Wann wird saniert?“ und „Auf welchen Standard wird saniert?“ behandelt.

3.2.1 Sanierungsrate

Die hier angesprochene Sanierungsrate ist durch das Verhältnis von in einem Jahr energetisch sanierter Gebäude in Bezug auf den gesamten Gebäudebestand definiert. Die Sanierungsrate konnte auch von allen Kommunen genannt werden, jedoch merkten diese gleichzeitig an, dass für eine gute Aussagekraft dieses Faktors zuvor definiert werden müsse, was genau unter den Begriff „saniert“ fällt. Der Einfluss von Teilsanierungen beispielsweise müsse einheitlich berücksichtigt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Auffassung des Begriffs der Sanierungsrate ist auch diese Kategorie von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen worden.

3.2.2 Sanierungstau

Auf vielen Städten und Gemeinden lastet ein strukturelles Finanzierungsdefizit, das sich durch die Finanz- und Wirtschaftskrise und massive Steuerausfälle angestaut hat. Dies hat einen hohen Investitionstau in den Gemeinden zur Folge, gerade was den Zustand öffentlicher Gebäude im Bereich energieeffizienter Sanierungen angeht. Dieser Sanierungstau wurde in den Modellkommunen abgefragt und in ein Verhältnis zur Bruttogeschossfläche und zur Einwohnerzahl

gesetzt. Schwierigkeiten in dieser Kategorie bestehen in einer unklaren Datenherkunft und recht ungenauen Zahlen. Eine gute Vergleichbarkeit unter den Kommunen ist daher nicht möglich.

3.3 Verwaltungsaufwand

Unter „Verwaltungsaufwand“ ist die Menge an Arbeit zu verstehen, die die einzelnen Kommunen im Bereich Gebäude zu stemmen haben.

3.3.1 Bruttogeschossfläche pro Einwohner

Die Bruttogeschossfläche der zu verwaltenden Nichtwohngebäude der Kommune wird ins Verhältnis zur Einwohnerzahl gesetzt. Eine Kalkulation der gelieferten Daten der Modellkommunen hat ergeben, dass sich das errechnete Verhältnis in fast allen Kommunen, mit Ausnahme des Kreises Steinfurt und Stuttgart, sehr ähnelt. Die Abweichung des Kreises Steinfurt lässt sich mit der für einen Kreis typischen geringen Anzahl von zu verwaltenden Gebäuden erklären. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass dies auf eine Vielzahl deutscher Kommunen ebenfalls zutrifft.

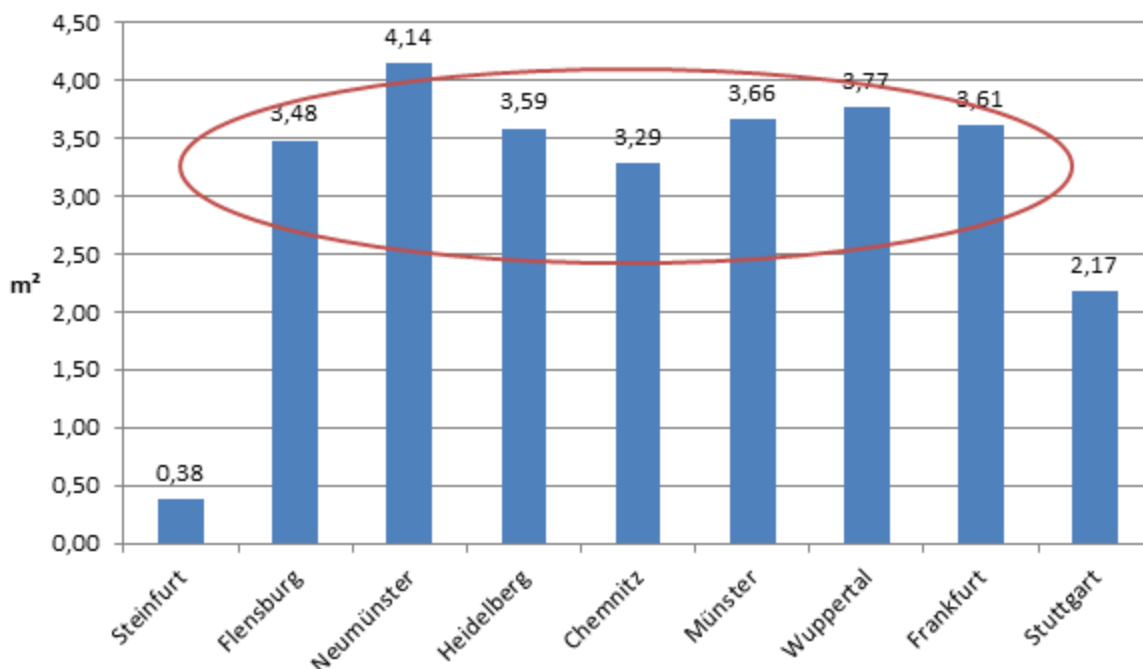


Abbildung 3-1 Bruttogeschossfläche pro Einwohner für alle Modellkommunen

Aufgrund der Tatsache, dass sich die errechneten Werte in einer ähnlichen Größenordnung befinden, können hier keine Unterkategorien gebildet werden.

3.3.2 Bruttogeschossfläche pro Stelle im Energiemanagement

Des Weiteren wurde die Bruttogeschossfläche auf die zu Verfügung stehenden Stellen für das Energiemanagement angerechnet. Die Bandbreite, auf die sich die Anzahl der für das Energiemanagement zur Verfügung stehenden Stellen in den teilnehmenden Kommunen erstreckt, reicht von 0,4 bis 12 Vollzeitäquivalente. Aus diesen Werten Rückschlüsse auf den Stellenwert und Arbeitsaufwand, den das jeweilige Energiemanagement zu bewältigen hat, ist nur schwer möglich, da hier viele Faktoren wie die Struktur in der Kommune oder andere Aufgabenschwerpunkte mit zu berücksichtigen sind. Diese Kategorie wird daher nicht weiter verwendet.

3.4 Ausgaben

Im Themenblock „Ausgaben“ wurden verschiedenen Kategorien auf ihren Nutzen bei der Frage, welche Summen die Kommunen für den Bereich Gebäude pro Jahr ausgeben, hin untersucht.

3.4.1 Investitionsvolumen und Ausgaben für den Gebäudeunterhalt

Das „Investitionsvolumen“ bezeichnet die finanziellen Mittel, die in der Kommune für Investitionen im Gebäudebereich ausgegeben werden. Davon abzugrenzen sind die „Ausgaben für den Gebäudeunterhalt“, bei denen es sich um die reine Instandhaltung handelt. Bei der Durchsicht der einzelnen Haushaltspläne der Modellkommunen stellte sich heraus, dass verschiedene Notationen und Kalkulationen für die Ausgaben verwendet werden, sodass ein Vergleich nicht ohne weiteres möglich ist.

Die Kategorie „Priorisierung energetischer Sanierung“ berücksichtigt die Ausgaben, die im Bereich Gebäude für Bauunterhaltung und Investitionen ausgegeben werden. Diese werden ins Verhältnis zur verwalteten Bruttogeschossfläche der Kommune gesetzt. Ist keine Information zur gesamten Bruttogeschossfläche verfügbar, so kann auch die Einwohnerzahl der Kommune als Vergleichswert verwendet werden. Diese Kategorie repräsentiert, inwiefern der Schwerpunkt in kommunalen Haushaltsplänen auf dem Gebäudebereich liegt.

Auf Grund der bereits vorhandenen Daten der neun Kommunen kann eine Grenze bei 50 €/m² Bruttogeschossfläche bzw. 150 €/Einwohner (EW) gezogen werden (siehe Abbildung 3-2). Kommunen, deren Ausgaben in €/m² bzw. €/EW für den Gebäudebereich über der Grenzlinie liegen, priorisieren die energetische Sanierung höher, als Kommunen, deren Wert deutlich darunter liegt.

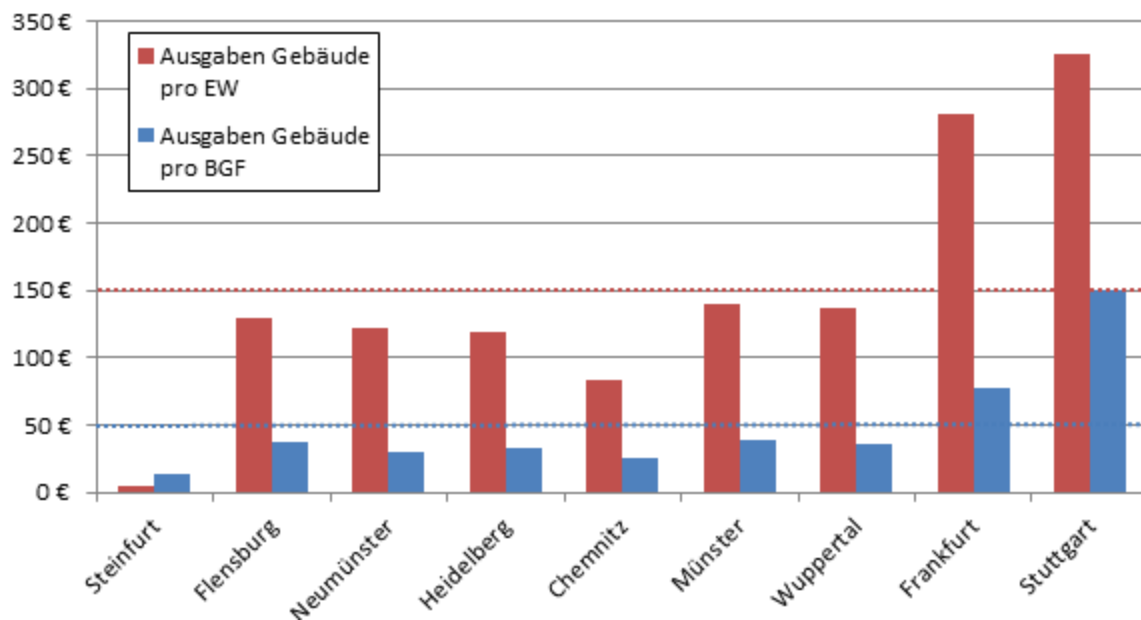


Abbildung 3-2: Ausgaben im Gebäudebereich für alle Modellkommunen

Diese Grenzen können im Nachhinein noch angepasst werden, da aufgrund der geringen Anzahl der verwendeten Werte nicht zwangsläufig ein absolutes Bild entsteht, das auf eine Mehrzahl der Kommunen in Deutschland zutreffen muss.

3.4.2 Gegenüberstellung von Ausgaben für Soziales und Ausgaben für Gebäude

Aus dem o.g. Grund konnte auch die Kategorie, die Ausgaben für Soziales und Ausgaben für Gebäude miteinander vergleicht und jeweils in den Anteil zu den Gesamtausgaben setzt, nicht verwendet werden. Die Idee hinter diese Kategorie war die Identifizierung von Schwerpunkten in der kommunalen Verwaltung, die u.a. ein Grund für eine mangelnde Priorisierung der Gebäudesanierung sein kann.

Für alle unter „Ausgaben“ vorgestellten Kategorien gilt ebenfalls die Schwierigkeit, ausgelagerte Abteilungen des Energie- (und Gebäude-) Managements in eine Tochter der Stadt und die damit nur schwer nachzuvollziehenden Kostenaufstellungen korrekt auszuwerten.

3.5 Sonstiges

3.5.1 Organisationsform des Energiemanagements

Das Energiemanagement ist auf unterschiedliche Art in den Modellkommunen organisiert und untergebracht. Existierende Formen sind die Ämterform (Abteilung des Hochbauamts, Amt für Umweltschutz, Fachdienst für Gebäudewirtschaft), der kommunaler Eigenbetrieb sowie der optimierter Regiebetrieb (städtischer Fachbereich mit Sondervermögenverwaltung). Energiemanagement und Gebäudemanagement sind teilweise in verschiedenen Ämtern organisiert, was die Kommunikation erschwert und die Dienstwege verlängert. Auch wenn die Information, in welcher Form das Energiemanagement innerhalb der Kommune aufgestellt ist, interessant ist, hat diese Kategorisierung keine weitere Aussagekraft und wurde daher nicht verwendet.

3.5.2 Berücksichtigung der Förderquote bei energetischen Sanierungen

In fast allen Kommunen werden energetische Sanierungen mit Hilfe von Fördermitteln finanziert. Dies können beispielsweise Zuschüsse über Programme des Bundes sein. Ein Vergleich der Höhe der einzelnen Förderquoten (Anteil der Fördermittel an Gesamtinvestition) könnte Aufschluss über die finanzielle Lage der Kommune geben. Dies könnte außerdem eine Möglichkeit sein, herauszufinden, inwieweit die Durchführung von energetischen Sanierungen grundsätzlich von der Verfügbarkeit von Fördermitteln abhängig ist. Bei der Abfrage in den Modellkommunen stellte sich allerdings heraus, dass eine genaue Angabe der Förderquote oft nicht möglich ist. Die vorgenommenen Abschätzungen sind recht vage und reichen von „wahrscheinlich weniger als 1 Prozent“ bis „sehr gering“. Dies hängt zum einen damit zusammen, dass im Rahmen einer energetischen Sanierung oft nur Teilmaßnahmen förderfähig sind. Auch die Bezugsgröße der Anteilsberechnung wird in den Kommunen unterschiedlich angenommen. Dadurch ist die genaue Berechnung des Förderanteils erschwert. Da angenommen wurde, dass diese Informationslage in anderen Kommunen ähnlich ist, wurde diese Kategorie ebenfalls verworfen.

3.6 Einordnung der Modellkommunen

Beispielhaft werden die neun Modellkommunen in die zuvor beschriebenen Kategorien eingeordnet. Für die Kategorie „Finanzmittelsaldo – positiv oder negativ“ ergibt sich folgende Verteilung.

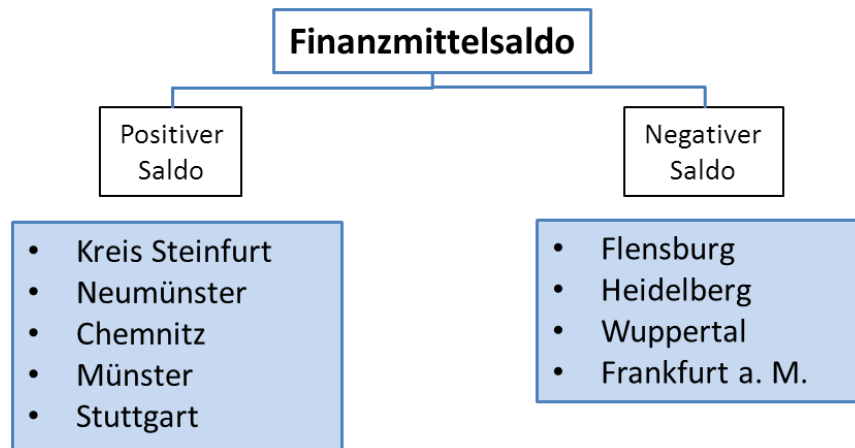


Abbildung 3-3 Modellkommunen: Finanzmittelsaldo

Für den Finanzmittelsaldo wurden Daten von Bertelsmann Stiftung (2014) genutzt, im Einzelnen der Finanzmittelsaldo des Jahres 2011 in € pro Einwohner. Damit ergibt sich ein positiver Saldo für den Kreis Steinfurt, Neumünster, Chemnitz, Münster und Stuttgart. Ein negativer Saldo ist für die Kommunen Flensburg, Heidelberg, Wuppertal und Frankfurt a.M. festzuhalten.

Der Sanierungsstandard von Gebäuden wird, wie bereits erläutert, in zwei Gruppen unterteilt (siehe Abbildung 3-4).

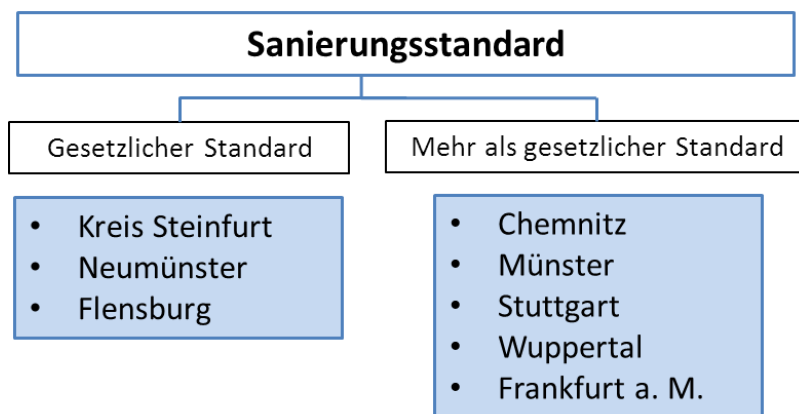


Abbildung 3-4 Modellkommunen: Sanierungsstandard

Der gesetzliche Standard laut Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 wird vom Kreis Steinfurt, Neumünster und Flensburg erfüllt. Etwaige Einzelfallabweichungen, beispielsweise beim Neubau, wurden hier nicht berücksichtigt, da es sich um den durchschnittlich verwendeten Sanierungsstandard handelt. Chemnitz, Münster, Stuttgart, Wuppertal und Frankfurt a.M. liegen bei der Gebäudesanierung über dem gesetzlichen Standard. Dies kann ein gewisser Prozentsatz unter dem EnEV 2009 Standard (i.d.R. EnEV 2009 minus 20-30%) oder auch der Passivhausstandard sein. Der Vereinfachung halber wurde hier ebenfalls nicht weiter differenziert.

Bei der Priorisierung energetischer Sanierungen wurde die Einteilung anhand der in Abbildung 3-2 gezogenen Grenzen vorgenommen, sodass jeweils zwei Untergruppen für ober- und unterhalb der Grenzen liegende Kommunen entstehen.

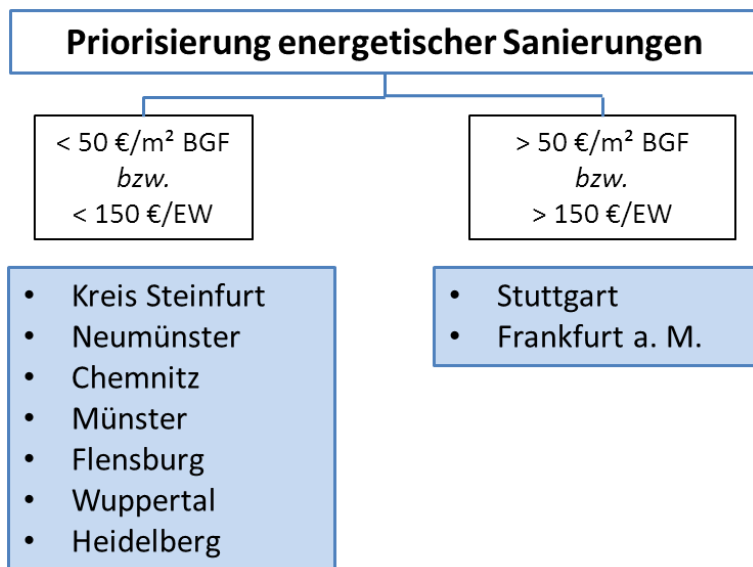


Abbildung 3-5 Modellkommunen: Priorisierung

Im Kreis Steinfurt sowie in Neumünster, Chemnitz, Münster, Flensburg, Wuppertal und Heidelberg werden weniger als 50€ pro m² Bruttogeschossfläche ausgegeben, in Stuttgart und Frankfurt liegen die Ausgaben darüber.

3.7 Fazit

Insgesamt lässt sich festhalten, dass viele der ursprünglich angedachten Kategorien für ungeeignet erachtet wurden, weil die Kommunen in den betrachteten Bereichen oft ein sehr spezielles Vorgehen verfolgen, das sich nicht in allgemeingültigen Kategorien abbilden lässt. Dies hängt mit den jeweiligen Verwaltungs-, Finanzierungs- und Organisationsstrukturen zusammen. Die Situationen, in denen sich die Kommunen befinden, weichen teilweise so stark voneinander ab, dass eine Vergleichbarkeit unter den Kommunen nur schwer möglich ist. Ein weiterer Grund ist die sehr unterschiedliche Datenlage, die z.B. von einem teilweise fehlenden oder nur rudimentär existierenden Energiemanagement, aber auch von unterschiedlichen Vorgehen in Bezug auf die Finanzpläne herrührt. Trotz prinzipiell existierender Vorgaben zur Haushaltsführung bestehen Unterschiede in der Aufstellung von Haushaltsplänen sowie im Umgang mit kommunalen Finanzen und gewissen Zuständigkeiten für einzelne Themen, die eine Vergleichbarkeit des Großteils der zunächst ausgewählten Kategorien schwierig bis unmöglich macht.

Die teilnehmenden Kommunen wurden beispielhaft in drei Kategorien eingeordnet. Eine sinnvolle Clusterung lässt sich hieraus nicht erkennen. Zum einen ist die Stichprobe zu klein, zum anderen unterscheiden sich die Vorgehensweisen in den kommunalen Verwaltungen zu sehr. Mit dem im Verlauf des Projekts entwickelten FinSa-Tool (siehe Kapitel 6) wurde statt dessen versucht, allgemeingültig ein Instrument zur Entwicklung einer kommunalen Gebäudestrategie mit hohem Klimaschutzanspruch zu entwickeln und bereitzustellen.

4 Gebäudedaten

Im Rahmen des Projektes wurden Daten von durchgeführten Sanierungsobjekten der teilnehmenden Kommunen erhoben und analysiert. Auf Basis der ermittelten Daten wurde eine mehrdimensionale Kostenfunktion entwickelt, die das gesamte Spektrum der beobachteten Gesamtkosten darstellt. Im folgenden Abschnitt werden die durchgeführten Schritte beschrieben und die Ergebnisse der Kostenanalyse vorgestellt.

4.1 Datenerfassung

4.1.1 Ablauf der Datenerhebung

Die Informationen wurden in einem zweistufigen Prozess erhoben. Zunächst sollten von den Kommunen Informationen zu allen in Frage kommenden Sanierungsobjekten im betrachteten Zeitraum geliefert werden. Aus dem so entstehenden gesamten Objektpool von sanierten Gebäuden wurde dann das näher untersuchte Projektportfolio zusammengestellt, das möglichst repräsentativ für den kommunalen Gebäudebestand in Deutschland ist.

4.1.2 Struktur der Datenerfassung

Im Projekt wurden 57 abgeschlossene Sanierungsprojekte von neun Kommunen analysiert (Objektpool). Die kommunalen Partner haben zu 40 dieser Sanierungsprojekte detaillierte Informationen geliefert (Projektportfolio). Für eine umfassende Erfassung wurden zwei Erhebungsbögen entwickelt und zusätzlich die Kostenerfassung gemäß DIN 276 sowie zusätzliche Dokumente wie Energieausweise oder energetische Berechnungen ausgewertet. Zur Auswahl der untersuchten Sanierungsprojekte wurden zwei Kriterien angewandt: Die Sanierungen sollten nicht länger als 5 Jahre zurückliegen und mindestens zwei Gebäudebauteile auf einen hohen energetischen Stand (mind. gemäß EnEV 2009) saniert worden sein.

Insgesamt bildet das untersuchte Projekt-Gebäudeportfolio eine Fläche von 150.000 m² ab. Die durchschnittliche Gebäudefläche beträgt 3.839 m². Das Portfolio enthält Liegenschaft mit und ohne Denkmalschutz und ähnelt in der Zusammensetzung der Gebäudekategorien dem Gesamtbestand der kommunalen Liegenschaften in Deutschland.

Die folgende Tabelle 4-1 gibt eine Übersicht der angefragten Informationen zu den 40 sanierten Liegenschaften des Projektportfolios.

Tabelle 4-1: Übersicht über abgefragte Informationen für das Projektportfolio

Abgefragte Informationen	Einheit
Denkmalschutz	Ja/Nein
Baujahr	Jahr
Sanierungsjahr	Jahr
A/V -Verhältnis	Bewertung auf einer Schätzskala von 1 bis 3. "1" entspricht einem sehr guten A/V-Verhältnis, "3" einem eher schlechten (das Gebäude ist stark zerstückelt). Alternativ Eingabe des tatsächlichen Wertes, falls bekannt.
Netto-Grundfläche (NGF)/bei Teilsanierung NGF saniert	m ²
Bruttogeschossfläche (BGF)/bei Teilsanierung BGF saniert	m ²

Reale Nutzungszeiten	h/Woche
Energiekennwert Wärme (vorher/geplant/real erreicht)	kWh/m ² a
Energiekennwert Strom (vorher/geplant/real erreicht)	kWh/m ² a
Dämmung Außenfassade (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Steildachdämmung (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Flachdachdämmung (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Dämmung oberste Geschossdecke (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Perimeterdämmung (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Dämmung Kellerdecke (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Fenster (U-Wert/Bezugsfläche/Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	U-Wert: W/m ² K Bezugsfläche: m ² Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Heizungssystem (Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Lüftung (WR-Effizienz, Belüftung NGF, Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	WR-Effizienz:% (ggf. gemäß EnEV und PHPP) Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Einsatz erneuerbarer Energien (Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes/Kommentar)	Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)
Gesamtkosten (geplant/tatsächlich)	€
Nutzer motivation Anreizprogramme (z. B. 50-50) (Vorhanden/Bewertung/Kommentar)	Vorhanden: Ja/Nein Bewertung der Kosten und/oder des Aufwandes: 1-6 (gemäß Schulnoten)

4.1.3 Aufarbeitung der Daten

Zur Erstellung der im Folgenden vorgestellten Darstellungen waren folgende Datenaufbereitungen notwendig.

Vereinheitlichung der Bezugsflächen

Die resultierenden Gesamtkosten der Sanierungsprojekte werden spezifisch in €/ m² Brutto-Grundfläche (BGF) dargestellt. Da nicht alle Kommunen die BGF angegeben haben, wurden die fehlenden BGF mit den gängigen Faktoren Gebäudekategorie-spezifisch anhand der Netto-Grundfläche (NGF) umgerechnet (Faktoren gemäß (BMVBS, Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, 2009) S.13).

Ausschluss von Sanierungsobjekten

Von einer teilnehmenden Kommune wurden aufgrund fehlender Erfahrungen mit umfassenden energetischen Komplett-sanierungen Informationen zu zwei Sanierungsobjekten geliefert, die nicht den definierten Anforderungen entsprechen (Anforderung: mind. zwei Bauteile auf hohen energetischen Stand saniert). Diese beiden Objekte bildeten im Projektportfolio deutliche Ausreißer und wurden daher nicht in den grafischen Darstellungen angezeigt oder in die Durchschnittskosten einbezogen. Ein weiterer Ausschlussgrund war eine fehlende Angabe zu den Gesamtkosten. Somit werden in den folgenden Darstellungen die übrigen 37 Sanierungsobjekte mit hinreichender Datenlage dargestellt.

Darstellung kostenbestimmender Einflussfaktoren

Nicht alle Kommunen lieferten die Informationen zum energetischen Stand der Gebäudebauteile (U-Werte der Außenfassade, Dach, Kellerdecke, Fenster) und Einschätzungen zu den Kosten der sanierten Bauteile. Aufgrund der resultierenden lückenhaften Datenlage und der für eine Abschätzung der Einspareffekte notwendigen Gebäudesimulation wurde auf den Versuch einer Herausrechnung der energetischen Kosten aus den Gesamtkosten verzichtet. Stattdessen wurden verschiedene Auswertungen der flächenspezifischen Gesamtkosten (im Folgenden spezifische Gesamtkosten genannt) zur Identifikation von potentiellen Zusammenhängen vorgenommen. Die Entwicklung einer Kostenfunktion, die die beobachteten Kosten abbildet, stützt sich zusätzlich zu den erhobenen Daten auf Literaturwerte und wird im Kapitel 4.7 vorgestellt. Zur Dokumentation der erhobenen Informationen werden diese im folgenden Abschnitt beschrieben.

4.2 Erhebung repräsentativer Gebäudedaten und Nutzungsmuster

4.2.1 Beschreibung der erhobenen Informationen zu den Gebäudebauteilen (Projektportfolio)

Denkmalschutz

20 Prozent der Liegenschaften im Gebäudeportfolio sind denkmalgeschützt. Im Mittel liegen die spezifischen Gesamtkosten der Sanierung von Liegenschaften mit Denkmalschutz deutlich unter den spezifischen Gesamtkosten der übrigen Liegenschaften (471 €/m² BGF zu 1.073 €/ m² BGF). Allerdings wurden in den Liegenschaften mit Denkmalschutz im Mittel auch ein niedrigerer energetischer Standard erreicht.

A/V-Verhältnis

Die Kubatur der Liegenschaften sollte anhand einer Skala von „1“ bis „3“ beschrieben werden. 7 Liegenschaften wurden mit „1“ (kompakte Bauweise) beschrieben. 20 Liegenschaften wurden mit „2“ beschrieben“ und 12 Liegenschaften wurden mit „3“ (eher zerstückelte Bauweise) beschrieben.

Nettogrundfläche

Insgesamt bildet das Gebäudeportfolio eine Fläche von 151.518 m² ab. Der Mittelwert beträgt 3.788m² je Gebäude. Da die Verteilung nicht normalverteilt ist, sind die Liegenschaftsflächen in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 4-2: Anzahl der Liegenschaften je Größenklasse (in Schritten von 1.000 m²)

< 1.000 m ²	1.001- 2.000 m ²	2.001- 3.000 m ²	3.001- 4.000 m ²	4.001- 5.000 m ²	5.001- 6.000 m ²	6.001- 7.000 m ²	7.001- 8.000 m ²	> 8.001 m ²
9	6	5	4	6	5	2	1	2

Reale Nutzungszeiten

Im Mittel werden die Liegenschaften 51 Stunden je Woche genutzt. Die meisten der analysierten Liegenschaften (11 Liegenschaften) werden jedoch 40-42 Stunden je Woche genutzt. Insbesondere die analysierten Sporthallen haben deutlich höhere reale Nutzungszeiten.

Dämmung der Außenfassade

Für 33 Liegenschaften wurden Angaben zur Dämmung der Außenfassade gemacht. In 13 Liegenschaften wurde ein U-Wert von < 0,2 W/m² K erreicht. In 14 Liegenschaften ein U-Wert zwischen 0,2 und 0,24 W/m² K und in 6 Liegenschaften ein U-Wert größer 0,24 W/m² K. Für lediglich 16 Liegenschaften wurden Angaben zur Bezugsfläche gemacht. Der Mittelwert beträgt 1.309 m² je Gebäude. Die Teilnehmer wurden jeweils aufgefordert die den Aufwand/die Kosten der durchgeführten Maßnahme auf einer Skala von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) zu bewerten. Diese Bewertung wurde in zehn Fällen durchgeführt und erhält im Mittel eine zwei (gut).

Innendämmung

Für 5 Liegenschaften wurden Angaben zur Innendämmung gemacht. In einer Liegenschaft wurde so ein U-Wert kleiner 0,2 W/m² K erreicht. In einer Liegenschaft ein U-Wert zwischen 0,2 und 0,24 W/m² K und in drei Liegenschaften ein U-Wert größer 0,24 W/m² K. Die Bauteilfläche wurde für vier dieser Liegenschaften angegeben und erreichte einen Mittelwert von 330 m² je Gebäude/Maßnahme?. Die Kosten der Bauteilsanierungen wurden in zwei Fällen mit Schulnoten bewertet und erhalten im Mittel eine drei (befriedigend).

Steildachdämmung

Für 5 Liegenschaften wurden Angaben zur Steildachdämmung gemacht. In drei Liegenschaften wurde ein U-Wert kleiner 0,2 erreicht und in zwei Liegenschaften ein U-Wert zwischen 0,2 und 0,24 (Alle Angaben in W/m² K). Die Bauteilfläche wurde für vier dieser Liegenschaften angegeben und erreichte einen Mittelwert von 525 m². Die Kosten der Bauteilsanierungen wurden in drei Fällen mit Schulnoten bewertet und erhalten im Mittel eine drei (befriedigend).

Flachdachdämmung

Für 28 Liegenschaften wurden Angaben zur Flachdachdämmung gemacht. In sieben Liegenschaften wurden U-Werte kleiner 0,14 erreicht und in fünf Liegenschaften ein U-Wert von 0,14. In sieben Liegenschaften lag der U-Wert zwischen 0,14 und 0,18 und in neun Liegenschaften resultierte ein U-Wert größer 0,18 (Alle Angaben in $W/m^2 K$). Die Bauteilfläche wurde für 15 Liegenschaften angegeben und beträgt im Mittel $1.492 m^2$. Die Kosten der Bauteilsanierungen wurden in neun Fällen mit Schulnoten bewertet und erhalten im Mittel eine zwei (gut).

Dämmung der obersten Geschossdecke

Für acht Liegenschaften wurden Angaben zur Dämmung der obersten Geschossdecken gemacht. In vier Liegenschaften wurde ein U-Wert kleiner 0,2 erreicht. In zwei Liegenschaften ein U-Wert zwischen 0,2 und 0,24 und in zwei Liegenschaften ein U-Wert größer 0,24 (Alle Angaben in $W/m^2 K$). Für vier Liegenschaften wurden Angaben zur Bauteilfläche gemacht. Sie beträgt im Mittel $548 m^2$. Die Kosten der Bauteilsanierungen wurden in drei Fällen mit Schulnoten bewertet und erhalten im Mittel eine zwei (gut).

Perimeterdämmung

Für sechs Liegenschaften wurden Angaben zur Dämmung der Gebäudeflanke gemacht. In drei Liegenschaften wurde ein U-Wert kleiner 0,2 erreicht. In einer Liegenschaft wurde ein U-Wert zwischen 0,2 und 0,24 erreicht und in zwei Liegenschaften ein U-Wert größer 0,24 (Alle Angaben in $W/m^2 K$). Für alle sechs Sanierungen wurde die Bauteilfläche angegeben. Sie beträgt im Mittel $151 m^2$. Allerdings wurde für keine dieser Bauteilsanierungen eine Bewertung abgegeben.

Dämmung der Kellerdecke

Für zwölf Liegenschaften wurden Angaben zur Dämmung der Kellerdecke gemacht. In vier Liegenschaften wurde ein U-Wert kleiner 0,2 erreicht. In einer Liegenschaft ein U-Wert zwischen 0,2 und 0,24 und in sieben Liegenschaften ein U-Wert größer 0,24 (Alle Angaben in $W/m^2 K$). Für zehn Liegenschaften wurden Angaben zur Bauteilfläche gemacht. Sie beträgt im Mittel $626 m^2$. Vier Bauteilsanierungen wurden mit Schulnoten bewertet. Sie erreichen im Mittel eine 1,75 (gut).

Fenstersanierung

Für 36 Liegenschaften wurden Angaben zur Energetik der Fenster gemacht. In acht Liegenschaften wurde ein U-Wert kleiner 1 erreicht. In zehn Liegenschaften ein U-Wert zwischen 1 und 1,2 und in zwölf Liegenschaften ein U-Wert zwischen 1,2 und 1,4. In sechs Liegenschaften wurde ein U-Wert größer 1,4 erreicht. Für 19 Liegenschaften wurden Angaben zur Bauteilfläche gemacht. Sie beträgt im Mittel $735 m^2$. Vierzehn Bauteilsanierungen wurden mit Schulnoten bewertet. Sie erreichen im Mittel eine 1,64 (gut).

Heizungssystem

Für 19 Liegenschaften wurde eine Bewertung zu dem Aufwand oder den Kosten des Heizungssystems gemacht. Im Mittel erreichen die Heizungssysteme eine zwei (gut). Allerdings wurden 8 Liegenschaften mit Nah- und Fernwärmeanschluss mit einer eins (Sehr gut) bewertet. Die übrigen Heizungssysteme erhielten im Mittel eine Bewertung von 2,9 (befriedigend). Es wurden in den Freifeldern umfassende Informationen zu den Maßnahmen am Heizungssystem gemacht. In drei Liegenschaften wurden Gasbrennwertkessel eingesetzt. In zwei Liegenschaften wurde ein ein Pelletkessel eingesetzt, in einer Liegenschaft in Kombination mit einer Solarthermie-Anlage. In einer Liegenschaft wurde ein Niedertemperaturkessel verbaut. In sieben Liegenschaften wurden die Verteilnetze und/oder die Heizflächen erneuert.

Lüftungssystem

In 16 Liegenschaften wurden Lüftungsanlagen installiert. In zwei Liegenschaften wurden reine Abluftanlagen ohne Wärmerückgewinnung installiert. Die übrigen Lüftungsanlagen gewinnen im Mittel 79% der Wärme zurück. Für acht Liegenschaften wurden Angaben zur belüfteten Nettogrundfläche gemacht. Im Mittel wurden 2.029 m² je Gebäude belüftet.

Einsatz erneuerbarer Energien

Auf drei Liegenschaften wurden PV-Module installiert und zwei Liegenschaften werden zum Teil durch Solarthermienutzung beheizt. In vier Liegenschaften werden biogene Energieträger eingesetzt.

Nutzermotivation Anreizprogramme

In 13 Liegenschaften gibt es ein Anreizsystem zur Nutzermotivation. In 27 Liegenschaften gibt es kein solches Anreizsystem. Die Kommunen haben den Aufwand/die Kosten eines Anreizsystems durchschnittlich mit der Schulnote 3,7 (ausreichend) bewertet.

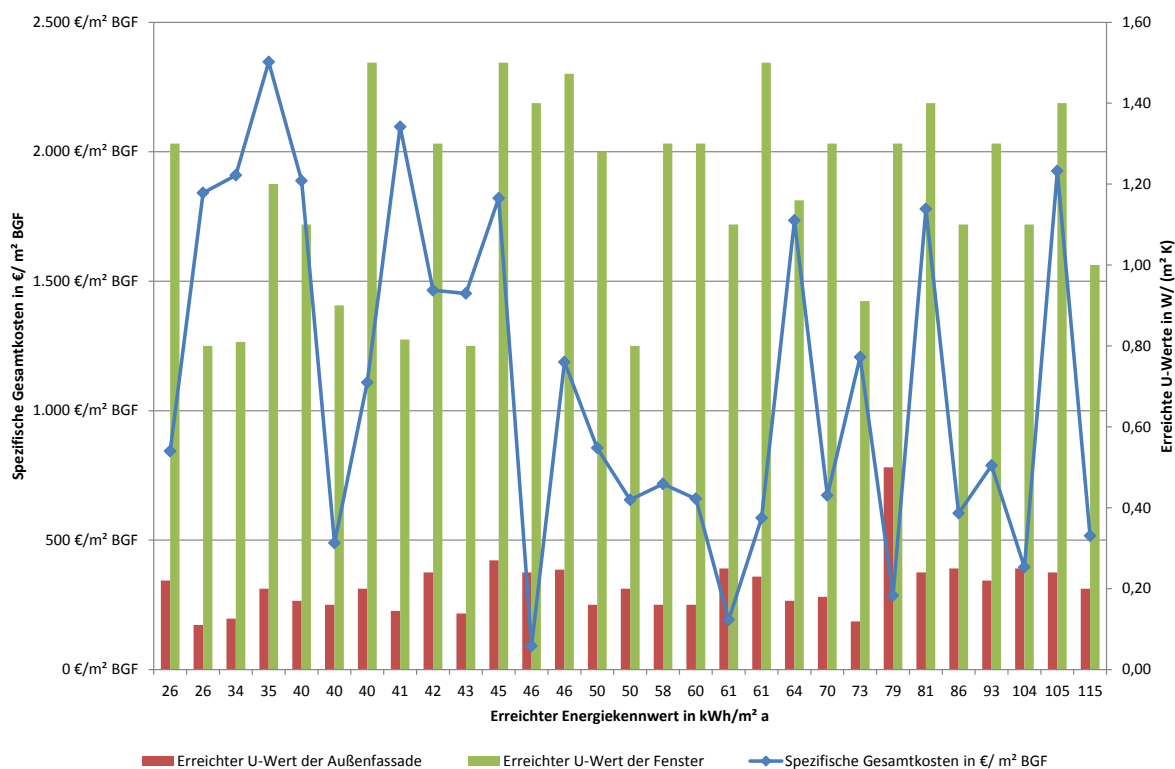


Abbildung 4-1: Darstellung der sanierten Liegenschaften mit Angaben zu den U-Werten der Außenfassade und der Fenster

4.3 Analyse von Einflussgrößen auf die spezifischen Gesamtkosten

Im Rahmen der Analyse wurden die Einflussparameter Gebäudekategorie, Gebäudegröße, Baujahr, Nutzungszeit, Denkmalschutz, erreichter Energiekennwert und erreichte prozentuale Einsparung auf die Gesamtkosten analysiert. Im Ergebnis scheinen die genannten Faktoren die spezifischen Gesamtkosten in den meisten Fällen nicht signifikant zu beeinflussen. Lediglich beim energetischen Standard lässt sich sinnvoll ein genereller Trend ableiten. Exemplarisch soll im Folgenden der nicht vorhandene Einfluss der Gebäudekategorie und des Denkmalschutzes vorgestellt werden und anschließend etwas tiefer auf den Zusammenhang zwischen der energetischen Sanierungsstandard und den spezifischen Gesamtkosten eingegangen werden.

4.3.1 Gebäudekategorie

Im Projekt wurde anhand der zur Verfügung stehenden Daten die These untersucht, dass die Gesamtkosten von Sanierungen u.a. von der Gebäudekategorie abhängen. Im analysierten Gebäudeportfolio gibt es Kitas und Kindergärten, Schulen, Sporthallen, Altenheime und sonstige Gebäude. Die These, dass die Kosten von der Gebäudekategorie abhängen wurde abgelehnt. Die Begründung dieser Ablehnung erfolgt exemplarisch anhand der Gebäudekategorien Kitas und Sporthallen. Die im Projektgebäudeportfolio analysierten sanierten Kitas führten zu spezifischen durchschnittlichen Gesamtsanierungskosten von 1.269 €/m² BGF. Das Gebäudeportfolio des BKI (siehe auch 4.5) weist für die Kitas Kosten aus, die äquivalent Gesamtkosten von 588 €/m² BGF entsprechen. Das Bremer Energie Institut schlägt in seiner Studie einen Kostenkennwert von 750 €/m² BGF vor und verweist auf das Ergebnis einer Auswertung der KfW-Sanierungskosten für reine Energetik von 406 €/m² (von Hebel, Jahn, & Clausnitzer, 2011, S. 49). In dieser Gebäudekategorie liegen somit die Kosten der Gebäude im Projektportfolio deutlich über den Vergleichszahlen.

In der Gebäudekategorie „Sporthallen“ sieht die Situation hingegen genau umgekehrt aus. Die spezifischen Gesamtkosten liegen im Projektportfolio bei 889 €/m² BGF. Die Sanierungsobjekte in der Gebäudekategorie „Sporthallen“ im BKI liefern hingegen rechnerisch einen Gesamtkostenkennwert von 1.451 €/m² BGF. Das Bremer Energie Institut weist hier einen Kennwert von 1.000 €/m² BGF aus und verweist auf KfW-Kosten für reine Energetik von 450 €/m².

In den übrigen Gebäudekategorien sind die Unterschiede der Kennzahlen teilweise geringer als in den beiden detailliert vorgestellten Kategorien. Aufgrund der insgesamt großen Unterschiede wurde die vorgestellte These abgelehnt.

4.3.2 Denkmalschutz

6 der 37 Gebäude im untersuchten Gebäude-Portfolio stehen unter Denkmalschutz. Die Datenauswertung für die betrachteten Gebäude ergab keine signifikante Erhöhung der Kosten durch Denkmalschutzaufgaben. Im Gegenteil sind die Gesamtsanierungskosten hier tendenziell sogar niedriger als bei Sanierungen ohne Denkmalschutz (471 €/m² BGF mit DS gegenüber 1.073 €/m² BGF ohne DS). Einige Vertreter aus den teilnehmenden Kommunen bestätigten diese Beobachtung. Unterstrichen wurde die Aussage, dass bei Gebäuden mit Denkmalschutz kein so ambitionierter energetischer Standard angestrebt bzw. erreicht werden kann. Diese Einschätzung kann durch die Auswertung der Gebäudedaten gestützt werden. Während Gebäude mit Denkmalschutz im Schnitt einen Wert entsprechend EnEV-Neubau 2009 erreichen, werden Gebäude ohne Denkmalschutz im Schnitt auf EnEV 2009 -15% saniert. Es lässt sich also aus den Mittelwerten kein geeigneter Zusammenhang zwischen der Höhe der Sanierungskosten und dem Kriterium „Denkmalschutz“ ableiten. Diese Beobachtung bestätigt sich bei einem Einzelvergleich der erreichten Energiekennwerte und der spezifischen Gesamtkosten der Gebäude mit Denkmalschutz. Der Faktor Denkmalschutz wird deshalb für die weiteren Betrachtungen vernachlässigt.

4.3.3 Erreichte Energieeinsparung

Es wird ein genereller Zusammenhang zwischen den spezifischen Gesamtkosten und der erreichten Energieeinsparung sichtbar. Für die folgende Tabelle wurden die real erreichten prozentualen Einsparungen der Sanierungsobjekte (bezogen auf den Ausgangswert) berechnet. Anschließend wurden die Mittelwerte der spezifischen Gesamtkosten je erreichter Klasse gebildet.

Tabelle 4-3: Mittelwerte der spezifischen Gesamtkosten je real erreichter prozentualer Einsparung

Erreichte% Einsparung	<31%	31-40%	41-50%	51-60%	61-70%	>70%
Spezifische Gesamtkosten	927 €/m ² BGF	751 €/m ² BGF	616 €/m ² BGF	845 €/m ² BGF	1.377 €/m ² BGF	1.397 €/m ² BGF

Die Tabelle lässt einen klaren Trend erkennen. Betrachtet man hingegen die Einzelobjekte im Gesamtportfolio der 37 Liegenschaften, so wird dieser scheinbar klare Zusammenhang relativiert. Die folgende Darstellung zeigt daher die spezifischen Gesamtkosten gemäß der zuvor beschriebenen Reihenfolge (real erreichte Einsparung in%) mit den Einzelwerten.

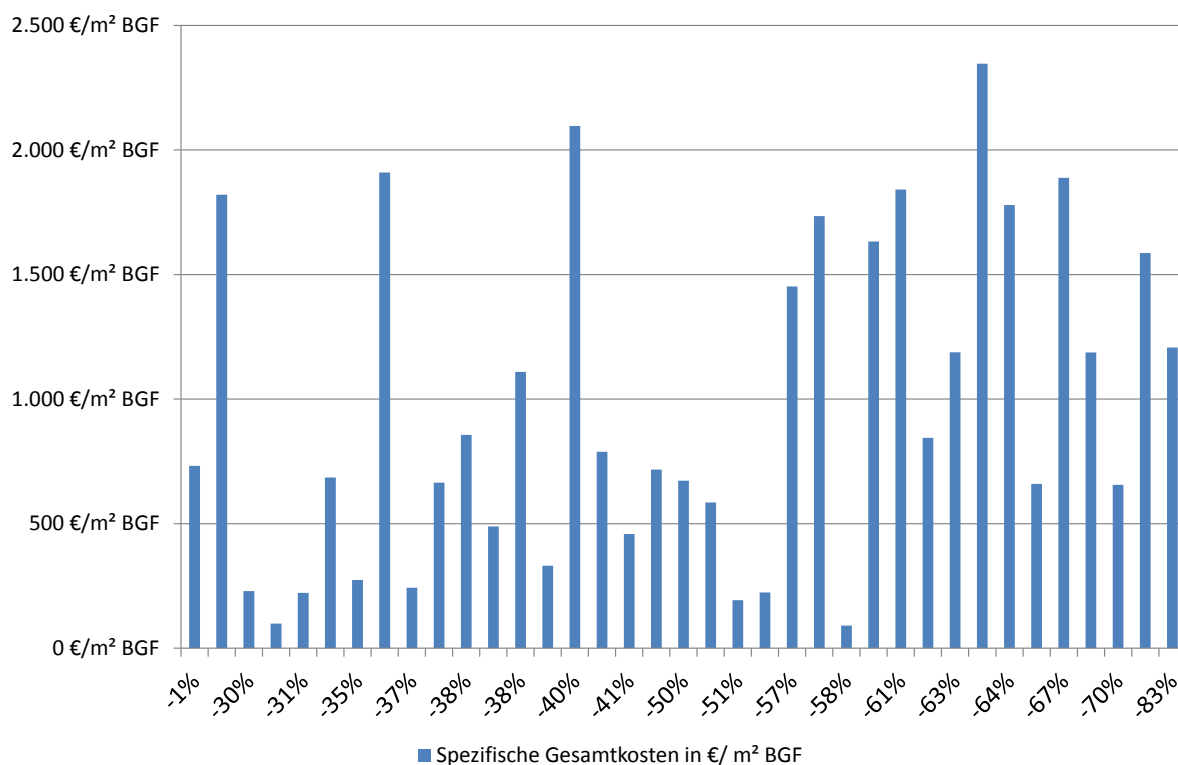


Abbildung 4-2: Darstellung der Einzelwerte der spezifischen Gesamtkosten, gereiht nach prozentualer realer Einsparung

Es wird deutlich, dass andere Faktoren die Höhe der spezifischen Gesamtkosten entscheidend mitbestimmen. Neben dem Trend der steigenden Kosten bei steigendem energetischem Standard (energetische Kosten), scheint der generelle Umfang der Sanierung (Sowieso-Kosten) die spezifischen Gesamtkosten entscheidend mitzubestimmen. D.h. es ist viel entscheidender für die Gesamtkosten, ob nur bestimmte Bereiche oder Bauteile eines Gebäudes saniert werden oder bspw. eine komplette Kernsanierung durchgeführt wird.

4.4 Durchschnittliche Sanierungskosten

Nachdem keines der untersuchten Kriterien einen hinreichend beschreibenden Einfluss auf die Höhe der Sanierungskosten hat, wurden für die später benötigte Hochrechnung des Finanzierungsbedarfes zur Sanierung des kommunalen Liegenschaftsbestandes zumindest die durchschnittlichen Gesamtsanierungskosten im Projektgebäudeportfolio ermittelt. Diese liegen über das Projektportfolio gemittelt bei 1.013 €/m² BGF. Im Durchschnitt weisen die Projektgebäude nach der

Sanierung einen Heizenergieverbrauch von 65 kWh/m²a auf. Dies entspricht einem energetischen Standard von etwa 10% unter dem Neubaustandard der EnEV 2009.

4.5 Der BKI als Vergleichsmaßstab

Für viele am Projekt teilnehmenden Kommunen stellt der Baukostenplaner des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) in Stuttgart eine wichtige Informationsquelle zur Abschätzung der Baukosten geplanter Bauobjekte dar. Das Baukosten-Programm liefert mit über 550.000 statistischen Kostenkennwerten und aktuellen Objektdokumentationen wertvolle Informationen vom Kostenrahmen bis zur Kostenfeststellung (Es wurde die Testversion des BKI-Kostenplaners in der Version 17 genutzt (BKI, 2014)). Um diesen aktuellen Erkenntnisstand zu berücksichtigen wurden die Modernisierungsobjekte in den für den Projektfokus relevanten Gebäudekategorien des kommunalen Gebäudebestandes analysiert. Der BKI enthält 31 kommunale Modernisierungsobjekte mit Baubeginn im Zeitraum 1991-2010. Da die Kostenaufschlüsselung gemäß DIN 276 meist nur die Kostengruppen 300 (Baukonstruktion) und 400 (technische Anlagen) ausweist, wurden die übrigen Kostengruppen prozentual aus den Informationen der Projekt-Datenerfassung hochgerechnet (Kostenaufschlüsselung gemäß DIN 276). Im Projekt ergab sich die in der folgenden Tabelle dargestellte prozentuale Aufschlüsselung der Kosten gemäß DIN 276.

Tabelle 4-4: DIN 276-Aufschlüsselung des K-2050-KG Gebäudeportfolios

100 Grundstück	0,00%
200 Herrichten und Erschließen	1,91%
300 Bauwerk - Baukonstruktion	60,58%
400 Bauwerk - Technische Anlagen	18,44%
500 Außenanlagen	2,62%
600 Ausstattung und Kunstwerke	0,87%
700 Baunebenkosten	14,80%
Faktor für Baunebenkosten; Bezug KG 300 und 400	18,80%

Durch Anwendung der beschriebenen Baugruppen-Faktoren je Sanierungsobjekt auf die BKI-Daten für die Ermittlung der zusätzlichen Baunebenkosten, die im BKI-Datensatz meistens nicht vorhanden sind, konnte die folgende Darstellung des relevanten BKI-Portfolios erstellt werden.

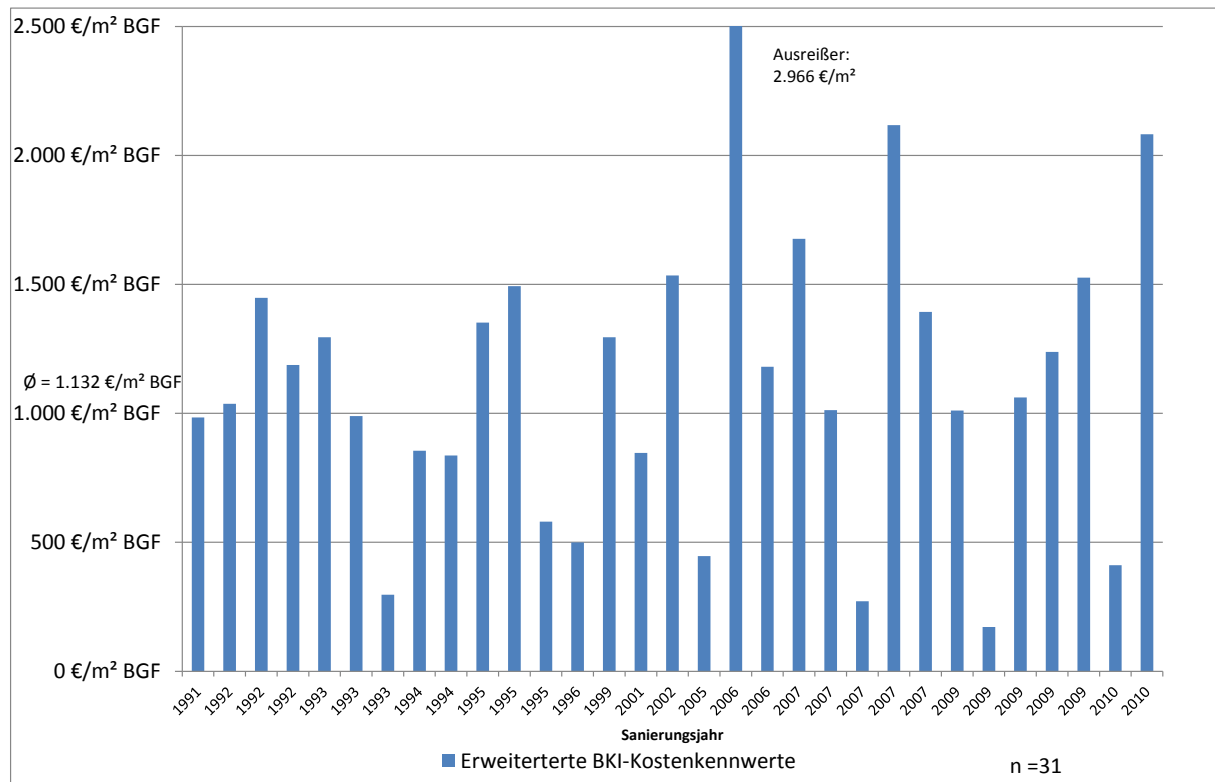


Abbildung 4-3: BGI-Gebäudeportfolio in chronologischer Reihenfolge (KG 300 und KG 400 erweitert um Baunebenkosten gemäß selbst erhobener DIN 276)

Es wurde deutlich, dass die spezifischen Sanierungskosten eine erhebliche Spreizung aufweisen. Aufgrund vielfach fehlender Angaben zum erreichten energetischen Baustandard oder unterschiedlichen oder unspezifischen Verbrauchsgrößen (z. B. Heiz(end)energieverbrauch oder Primärenergieverbrauch), wurde die chronologische Darstellung als sinnvollste Variante gewählt. Diese Darstellung zeigt, dass trotz steigender energetischer Anforderungen über die Jahre keine klare Tendenz in den Gesamtkosten der Sanierungen erkennbar ist. Aus dem BGI-Portfolio wurden durchschnittliche Gesamtsanierungskosten von 1.132 €/m² BGF ermittelt. Diese liegen unabhängig vom erreichten energetischen Sanierungsstand in einem ähnlichen Bereich wie die Gesamtkosten der sanierten Projekt-Gebäude von 1.013 €.

4.6 Zwischenfazit

Insgesamt muss festgestellt werden, dass auf Basis der vorliegenden Daten sowohl aus dem erhobenen Projektportfolio als aus den BGI-Daten keine sinnvolle Differenzierung der Kosten nach gebäudespezifischen Kriterien oder Zugehörigkeit zu energetischen oder sonstigen Kosten möglich ist. Hierzu bedarf es weiterer Forschungsbemühungen, die u.a. am IWU im Rahmen der Erstellung einer Gebäudetypologie für Nichtwohngebäude unternommen werden. Diese war jedoch bis Ende der Projektlaufzeit nicht fertig. Es konnte jedoch grundsätzlich festgestellt werden, dass die Gesamtkosten einer Sanierung weniger vom erreichten energetischen Standard sondern insbesondere vom Umfang der Gesamtsanierung anhängig sind.

Es wird angenommen, dass das Gebäudeportfolio aus den Projektkommunen zusammen mit den untersuchten BGI-Gebäuden den Durchschnitt eines typischen kommunalen Gebäudeportfolios abbildet. Für die im Projekt definierten Ziele sind Durchschnittskosten hinreichend. Diese liegen bei rund 1.100 €/m² BGF für eine Gesamtsanierung mit einem durchschnittlichen Sanierungsumfang und einem energetischen Sanierungsstandard von 10% unter EnEV 2009 Neubau-Standard.

4.7 Entwicklung einer Kostenfunktion

Auf Basis der ermittelten Praxis-Informationen war es zunächst nicht möglich, eine fundierte Differenzierung der energetischen Kosten von den sonstigen Kosten vorzunehmen. Für das Projekt wurde daher ein Ansatz gewählt, der auf Basis der in anderen Studien entwickelten Kostenfunktionen für Bauteilsanierungen eine mehrdimensionale Kostenfunktion für die Gesamtkosten ermöglicht. Diese Kostenfunktion soll dann in der Lage sein, das gesamte Spektrum der im Projekt und somit in der Praxis beobachteten resultierenden Gesamtkosten, abhängig von Sanierungsumfang und Sanierungsstandard, abzubilden. Im folgenden Abschnitt wird zunächst die Herangehensweise zur Entwicklung dieser Gesamtkostenfunktion und schließlich die resultierende Kostenfunktion vorgestellt.

4.7.1 Methodik

Vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) wurde im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) im Jahr 2012 auf der Basis umfassender abgeschlossener Sanierungsobjekte des Wohngebäudebestandes Kostenfunktionen für energetische Maßnahmen an Gebäudebauteilen entwickelt (BMVBS, 2012). Die entwickelten Kostenfunktionen bilden für die meisten Bauteile rein rechnerische Funktionen, da die Kosten der energetischen Sanierung sehr stark streuen und ebenfalls von weiteren Faktoren wie z.B. der Kubatur oder der individuellen Gegebenheiten im Gebäude abhängen. Die folgende Tabelle zeigt die in dieser Studie ermittelten Kostenfunktionen je Bauteil.

Tabelle 4-5: Bauteilspezifische Kostenfunktionen der zuvor beschriebenen Studie (BMVBS, Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden, 2012), S.70)

Bauteil bzw. Anlagen	Kostenfunktion
Gebäudebauteile	
Außenwand WDVS (PS &MF): Vollkosten	$2,431 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 87,35 \text{ €}$
Außenwand WDVS (PS &MF): energiebedingte Mehrkosten	$2,431 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 15 \text{ €}$
Kellerdecke, Dämmung von unten, mit Bekleidung: Vollkosten	$1,368 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 40,77 \text{ €}$
Kellerdecke, Dämmung von unten, ohne Bekleidung: Vollkosten	$1,04 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 26,5 \text{ €}$
Steildach: Vollkosten	$2,702 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 172,8 \text{ €}$
Steildach: energiebedingte Mehrkosten	$2,21 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 0 \text{ €}$
Oberste Geschossdecke – begehrbar: Vollkosten	$1,92 \text{ €/cm Dämmstoff} + 26 \text{ €}$
Oberste Geschossdecke – nicht begehrbar: Vollkosten	$1,167 \text{ €/cm} * X \text{ cm Dämmstoff} + 0,213 \text{ €}$
Fenster	
2-Scheiben, Holz- oder Kunststoffrahmen, Alu Randverbund (EFH)	290 bis 340 €/m ²
3-Scheiben, Holz- oder Kunststoffrahmen, „warme Kante“ (EFH)	340 bis 390 €/m ²
2-Scheiben, Holz- oder Kunststoffrahmen, Alu Randverbund (MFH)	240 bis 280 €/m ²
3-Scheiben, Holz- oder Kunststoffrahmen, „warme Kante“ (MFH)	290 bis 330 €/m ²
Heizungssystem	
Gas	$1.307 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,64 * X \text{ m}^2$
Öl	$1.472 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,63 * X \text{ m}^2$
Pellet	$4.570 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,71 * X \text{ m}^2$

Solar (WW)	$307,65 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,426 * X \text{ m}^2$
Gas/Öl & Solar (WW)	$793,69 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,434 * X \text{ m}^2$
Pellet & Solar (WW)	$2999,3 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,592 * X \text{ m}^2$
Solar (WW&H)	$1.137 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,47 * X \text{ m}^2$
Gas/Öl & Solar (WW&H)	$1.884 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,52 * X \text{ m}^2$
Pellet & Solar (WW&H)	$4.381 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,64 * X \text{ m}^2$
Wärmeverteilnetze	$130,44 \text{ €/m}^2 \wedge -0,3466 * X \text{ m}^2$
Hydraulischer Abgleich als separate Dienstleistung (EFH)	$18,05 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,22 * X [\text{m}^2]; x = [100; 400] \text{ m}^2$
Hydraulischer Abgleich als separate Dienstleistung (MFH)	$9,67 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,10 * X [\text{m}^2]; x = [100; 2000] \text{ m}^2$
Lüftung	
RLT mit WRG > 80%, zentral (Wohnfläche je WE < 300 m ²)	$356,9 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2/\text{Wohneinheit}] \wedge -0,39 * X \text{ m}^2$
Abluft, zentral (Wohnfläche je WE < 300 m ²)	$1.330 \text{ €/m}^2 * X [\text{m}^2] \wedge -0,87 * X \text{ m}^2$

Die in der Tabelle dargestellten Kostenfunktionen setzen sich überwiegend aus einem fixen Kostenbestandteil und einem von Dämmstoffdicke oder der Bezugsfläche abhängigen variablen Anteil zusammen. Möchte man mit diesen Funktionen Kosten und Einsparungen errechnen, so benötigt man zum einen die jeweiligen Bauteilflächen des Gebäudes. Zum anderen wird es mit zunehmendem Dämmdicken aus physikalischen Gründen zunehmend schwieriger, eine zusätzliche Energieeinsparung (durch einen niedrigeren U-Wert des Gebäudebauteiles) zu erreichen. Um weitere Ungenauigkeiten durch eigene Annahmen gering zu halten, wurde eine weitere Studie des IWU aus dem Jahr 2013 herangezogen, die diese Kostenfunktionen auf zwei Beispielgebäude anwendet um die Kosten verschiedener Dämmvarianten abzubilden (IWU, 2013, S. 37 ff.).

In dieser Studie wurden die Kostenfunktionen für Sanierungsvarianten für ein Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus angewendet. Für die weiteren Schritte wurden lediglich die Berechnungen für das Mehrfamilienhaus verwendet. Als Sanierungsstandard wurden in der Studie Varianten gerechnet, die äquivalent einem Standard von EnEV 2009 bis EnEV 2009 -15% abbilden. Für dieses Projekt war zur Abbildung der energetischen Zielstandards eine Kostenfunktion bis EnEV -75% notwendig. Daher wurde der Verlauf extrapoliert. Der angenommene exponentielle Verlauf der energetischen Kosten basiert auf der physikalischen Grundlage, dass es mit zunehmender Dämmdicke immer (kosten)aufwendiger wird, eine zusätzliche Einsparung zu realisieren. Die folgende Abbildung zeigt den resultierenden Kostenverlauf der energetischen Kosten für die vom IWU modellierten Sanierungsvarianten, erweitert bis zu einem Dämmstandard äquivalent zu EnEV-Neubau minus 75 Prozent.

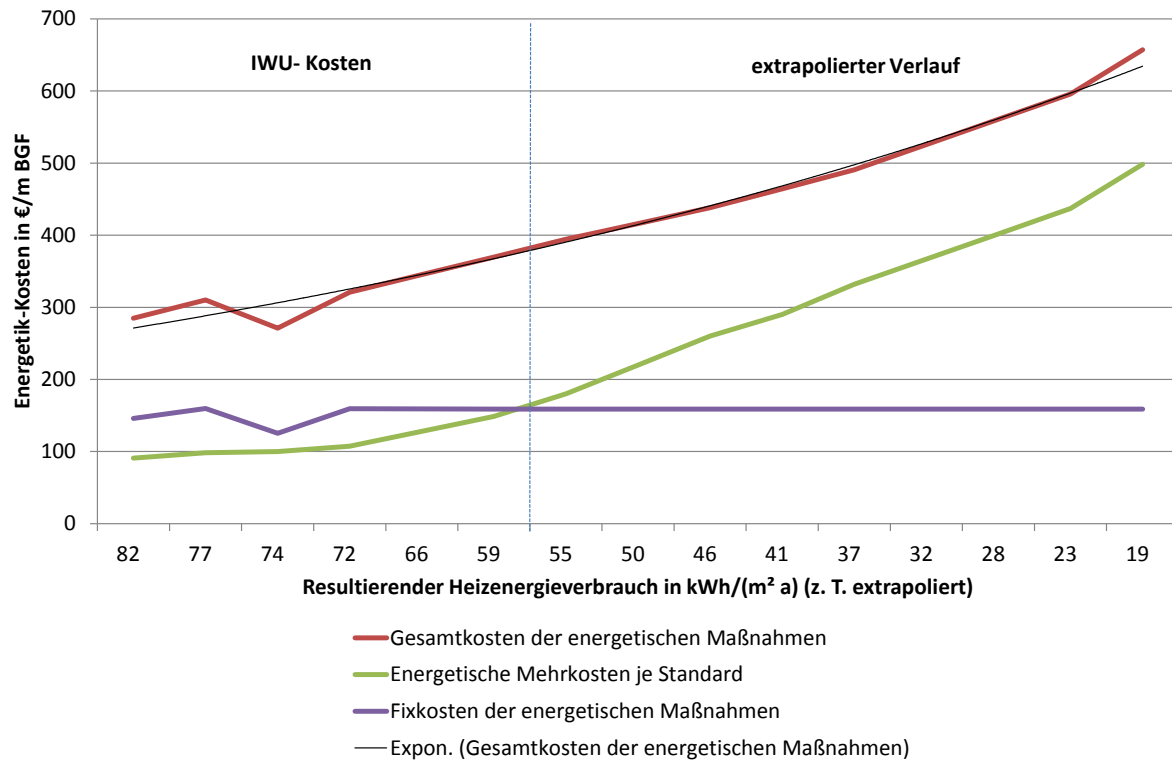


Abbildung 4-4: Kostenfunktion für die energetischen Kosten (Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von IWU, 2013)

4.7.2 Dreidimensionale Kostenfunktion

Der in Abbildung 4-4 dargestellte Verlauf bildete nun die Grundlage für die Erarbeitung einer eigenen Kostenfunktion, die die beobachteten spezifischen Sanierungsgesamtkosten des im Projekt untersuchten Gebäudeportfolios abbilden kann. Eine solche Funktion, die die erhobenen Kosten in ihrer Varianz abbilden kann, konnte durch eine geringfügig Parallelverschiebung der zuvor hergeleiteten Funktion erreicht werden. Diese geringfügige Anpassung kann dadurch begründet werden, dass bei kommunalen Gebäuden die Kosten aufgrund von Skaleneffekten tendenziell noch etwas niedriger liegen werden als in Mehrfamilienhäusern.

Als kostenbestimmend wird neben dem angestrebten energetischen Standard insbesondere der generelle Umfang der Sanierung angenommen. Dieser durch eine Skala von 1 (geringfügige Maßnahmen) bis 5 (komplette Kernsanierung) abgebildet. Im Ergebnis ermöglicht die resultierende dreidimensionale Kostenfunktion, die beobachteten Gesamtkosten von 275 €/m² BGF (Sanierungsstandard EnEV 2009 und Sanierungsumfang 1) bis 2.123 €/m² BGF (EnEV 2009-80% und Sanierungsumfang 5) abzubilden (siehe Abbildung 4-5).

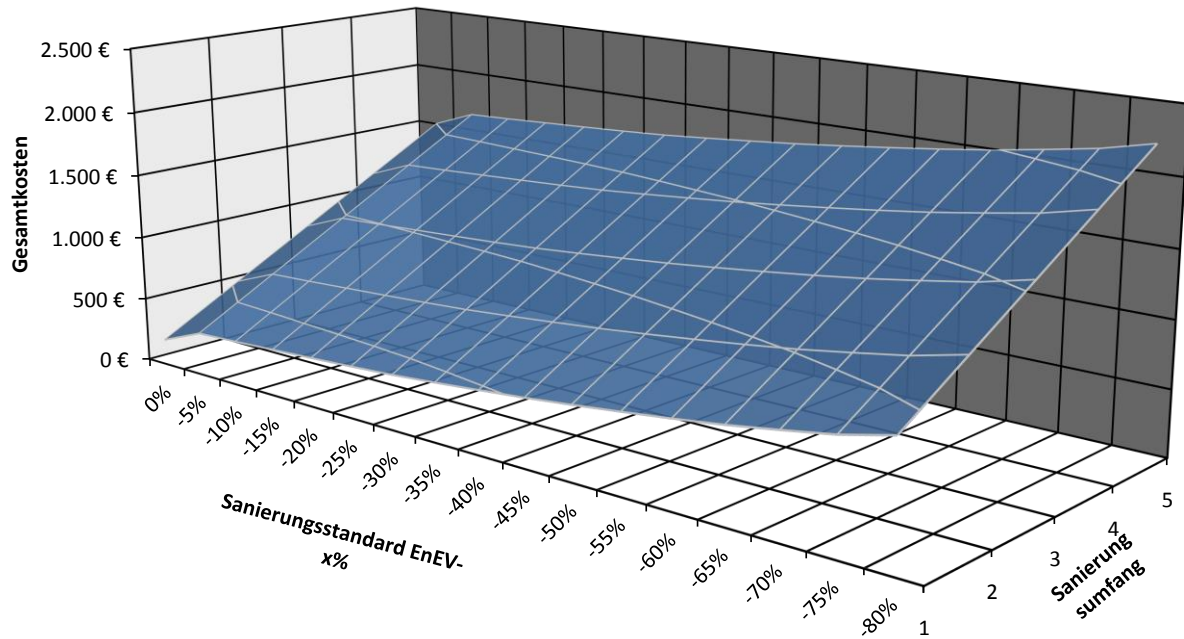


Abbildung 4-5: Dreidimensionale Kostenfunktion zur Abbildung der beobachteten spezifischen Gesamtkosten

Diese entwickelte Kostenfunktion bildet den Kern des im Projekt entwickelten FinSa-Tools zur Berechnung des Finanzierungsbedarfs energetischer Sanierungen, dass die zukünftigen Gesamtkosten zur Sanierung des kommunalen Gebäudebestandes gemäß selbst getroffener Eingangsparameter abschätzen kann und Grundlage für eine kommunale Gebäude(sanierungs)strategie sein kann. Für eine detailliertere Analyse der resultierenden Kostenfunktion befindet sich im Anhang eine Tabelle mit Stützwerten. Das FinSa-Tool wird in Kapitel 0 detailliert beschrieben.

5 Szenarien Deutschland

In diesem Kapitel werden mögliche Entwicklungen des zukünftigen Energieverbrauchs ausgewählter Gebäudekategorien im kommunalen Sektor in Deutschland aufgezeigt. Nach einer kurzen Erläuterung der gewünschten Ergebnisse und des allgemeinen Vorgehens wird die Herkunft und Ermittlung der verwendeten Daten sowie die konkrete Berechnung der gewünschten Ergebnisse beschrieben. Im anschließenden Abschnitt erfolgt die Darstellung der Ergebnisse in verschiedenen Szenarien.

5.1 Methodik

5.1.1 Allgemeines Vorgehen

Für die Berechnung des gesamten Energieverbrauchs werden analog zur bisherigen Betrachtung nur einige ausgewählte Gebäudekategorien berücksichtigt: Verwaltungsgebäude (BWZK 1.300), allgemeinbildende Schulen (inkl. Grund- und Hauptschulen) (BWZK 4.100), berufsbildende Schulen (BWZK 4.200), Kindertagesstätten (BWZK 4.400) und Sporthallen (BWZK 5.100). Diese Kategorien berücksichtigen 57% des gesamten kommunalen Gebäudebestands.

5.1.2 Verwendete Daten

Die durchschnittlichen Wärmeverbrauchswerte für 2010 in kWh/m²a_{BGF} wurden mit Hilfe von Daten des Deutschen Städtetags 2010 ermittelt und als Ausgangswerte vor Sanierung verwendet. Die Energieverbrauchswerte nach Sanierung werden über die Neubaustandards der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 und die der EnEV 2009 - 30% abgeschätzt (s. Tabelle 5-1).

Tabelle 5-1: Energieverbrauchswerte vor und nach Sanierung

Bezogen auf BGF [kWh/m ² a]	Dt. Städtetag (2010)	EnEV Neubau 2009	EnEV Neubau 2009 - 30%
Verwaltungsgebäude	91	60	42
Allgemeinbildende Schulen	112	69	48
Berufsbildende Schulen	100	60	42
Kindertagesstätten	115	79	55
Sporthallen	132	83	58
Durchschnittswert		71	50

Der Flächenbestand für Deutschland wurde dem Bericht „Der energetische Sanierungsbedarf und der Neubaubedarf von Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur“ des Bremer Energie Instituts entnommen (von Hebel, Jahn, & Clausnitzer, 2011). Nicht passende bzw. fehlende Gebäudekategorien wurden entsprechend der benötigten Kategorien umgerechnet und aufgeteilt (teilweise auch über Daten des Dt. Städtetags). Für 2010 ergeben sich somit folgende Flächen im Bestand für Deutschland für ausgewählte Kategorien von Nichtwohngebäuden (aufgeteilt nach Kategorie).

Tabelle 5-2: Flächen nach Gebäudekategorien (2010)

Gebäudekategorie	BWZK	Fläche im Bestand [m²]
Verwaltungsgebäude	1.300	21.995.000
Allgemeinbildende Schulen	4.100	84.244.939
Berufsbildende Schulen	4.200	16.518.415
Kindertagesstätten	4.400	24.500.000

Sporthallen	5.100	36.300.000
Gesamt		183.558.354

Die Entwicklung der gesamten Gebäudefläche bis zum Jahr 2050 wurde analog zur prognostizierten demografischen Entwicklung angenommen (-9%), unter der Annahme, dass das Verhältnis der einzelnen Kategorien zueinander sowie das Verhältnis von m²/Einwohner konstant bleiben. Die Bevölkerungszahl für jedes Jahr wurde der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamts entnommen (destatis, 2006).

5.2 Szenario Trendfortschreibung

Abhängig von der Auswahl der Parameter Sanierungsquote und Sanierungsstandard unterscheidet sich die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs der betrachteten Gebäudekategorien in Deutschland. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Fortschreibung des aktuellen Entwicklungstrends mit zwei verschiedenen Sanierungsstandards dargestellt sowie ein Klimaschutzszenario mit entsprechend angepassten Parametern.

Für die Szenarien der Trendfortschreibung (Business-as-usual, BAU) wird die aktuelle Sanierungsquote von 1,0% in Deutschland beibehalten. In Abbildung 5-1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist die Entwicklung des Energieverbrauchs zu sehen, der sich bei einem Sanierungsstandard auf EnEV Neubau 2009 einstellt. Damit ist im Jahr 2050 44% der gesamten Fläche der ausgewählten Gebäudetypen in Deutschland saniert. Der Energieverbrauch beträgt ca. 17 TWh im Jahr 2050. Dies entspricht einem Rückgang von 19% seit 2010.

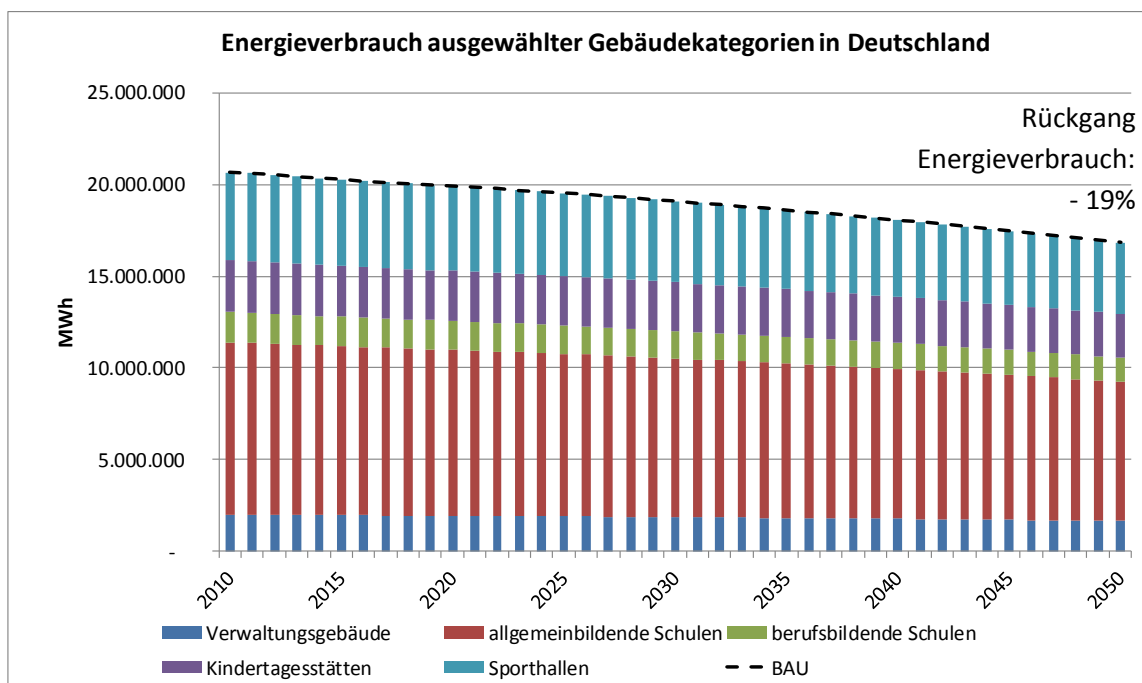


Abbildung 5-1 : Energieverbrauch bei Trendfortschreibung (EnEV 2009 und aktuelle Sanierungsquote)

5.3 Sanierungsszenario

Wird bei jeder neuen Sanierung der Standard von EnEV 2009 Neubau - 30% eingehalten, verringert sich der gesamte Energieverbrauch bis 2050 entsprechend stärker auf ca. 15 TWh (s. Abbildung 5-2). Dies entspricht einem Rückgang von 31% seit 2010.

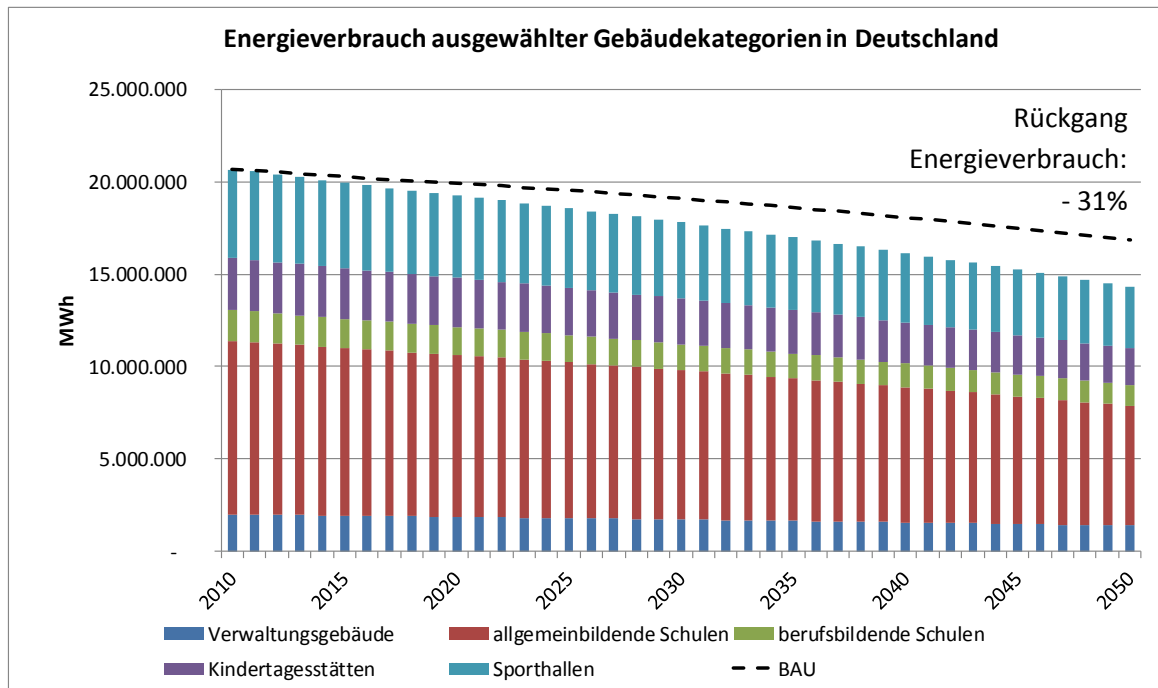


Abbildung 5-2: Energieverbrauch bei Trendfortschreibung (EnEV 2009 Neubau -30% und aktuelle Sanierungsquote)

In beiden beschriebenen Szenarien mit einer Sanierungsquote von 1,0% wird weniger als die Hälfte der vorhandenen Fläche saniert und der Energieverbrauch geht nur um 20% bzw. 30% zurück.

5.4 Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario wurde eine Zielwertsuche nach derjenigen Sanierungsquote durchgeführt, die zu einer Sanierung der gesamten vorhandenen Fläche (100%) führt. In Abbildung 5-3 lässt sich das Ergebnis einer notwendigen Sanierungsquote von 2,3% (ab 2011) ablesen, die zu einer sanierten Fläche von 100% im Jahr 2050 führt.

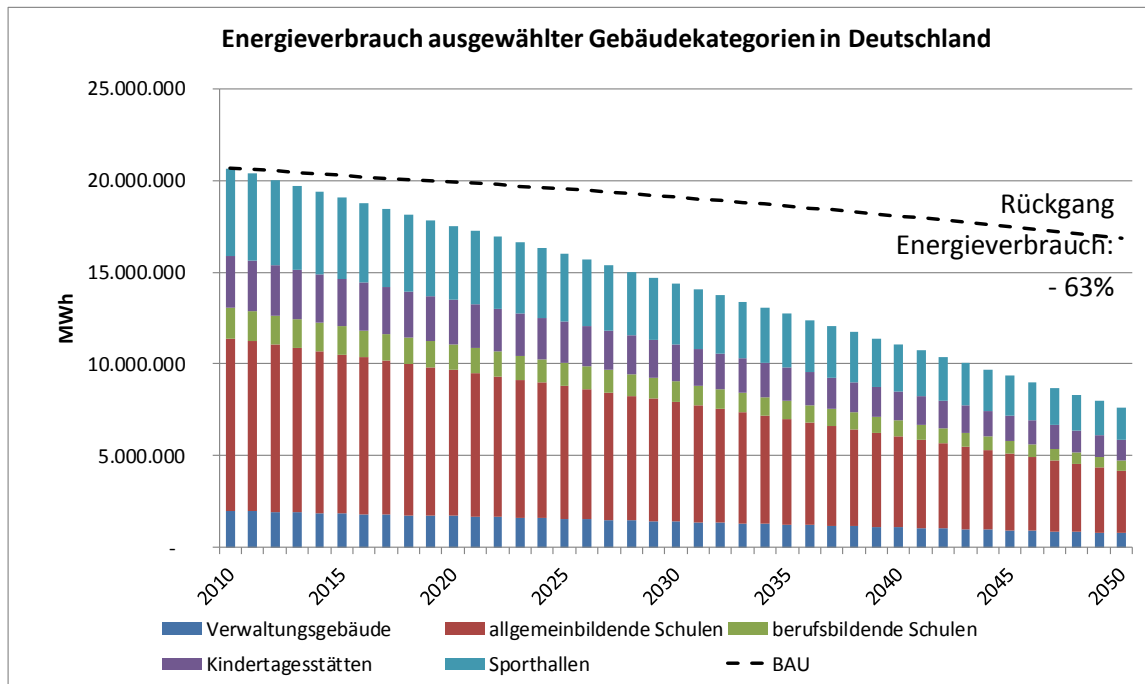


Abbildung 5-3: Energieverbrauch im Klimaschutzszenario

Mit einer Sanierung auf den energetischen Standard EnEV2009 Neubau - 30% kann ein Rückgang im gesamten Energieverbrauch von 63% von 2010 bis 2050 erreicht werden. Dies entspricht einem Energieverbrauch von ca. 7,5 TWh im Jahr 2050 für alle ausgewählten Gebäudekategorien.

5.5 Gesamtkosten Deutschland

Auf Basis des heutigen Gebäudebestandes, den ermittelten durchschnittlichen Sanierungskosten und dem Rückgang des Gebäudebestands aufgrund von Bevölkerungsentwicklung wurden die Kosten abgeschätzt, die in den deutschen Kommunen anfallen, um alle Gebäude bis zum Jahr 2050 einmal instand gesetzt zu haben und im Durchschnitt auf einen energetischen Stand von EnEV Neubau -30% zu sanieren. Die Kosten für dieses Sanierungsziel wurden aus der im Projekt entwickelten dreidimensionalen Kostenfunktion (siehe Kapitel 4.7.2) für eine Sanierung auf mittlerem Niveau (Sanierungsumfang 3) entnommen und betragen 1216 €/m².

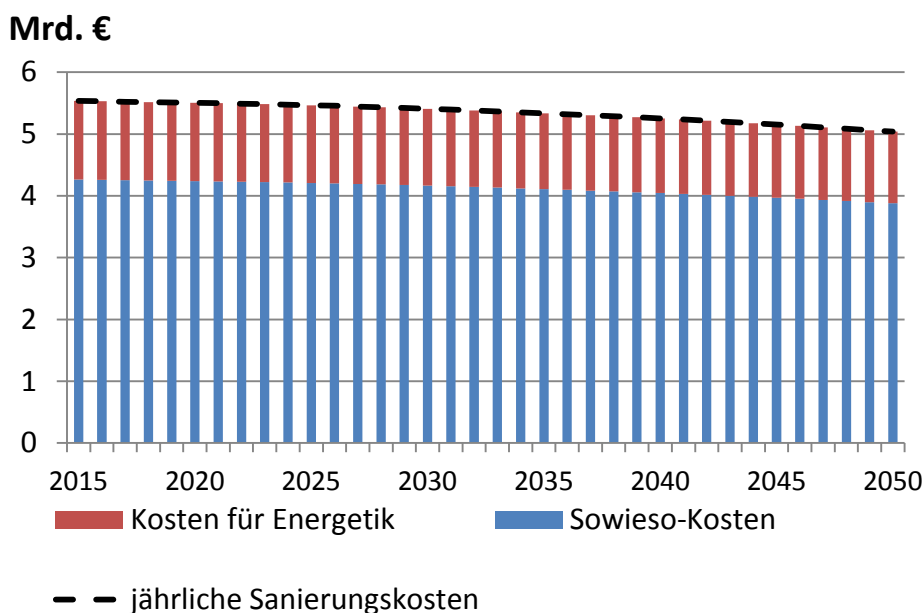


Abbildung 5-4: Jährliche Sanierungskosten für kommunale Liegenschaften

Diese Sanierungen sind nicht nur aufgrund des Klimaschutzes dringend notwendig. Auch die steigenden Energiepreise sowie die kommunale Daseinsvorsorge sind hier Treiber für die Kommunen. Für diese anspruchsvolle Aufgabe müssen die Kommunen in den nächsten Jahren durchschnittlich gut 5,2 Milliarden Euro pro Jahr aufbringen. Diese Mittel sind in den Kommunen jedoch nicht vorhanden. Eine mögliche Lösung stellt ein Sondervermögen dar (siehe Abschnitt 7.4).

5.6 Exkurs: Entwicklung bei 5% Energiepreissteigerung

Auf Wunsch der Kommunalvertreter aus den teilnehmenden Kommunen wurde mit Hilfe des im Projekt entwickelten und in Kapitel 6 beschriebenen FinSa-Tools ein Szenario gerechnet, das von einer Energiepreissteigerung von 5% p.a. ausgeht. Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Annahme nicht der Meinung der Autoren entspricht. Die Annahmen und Szenarien zu den Energiepreisen, wie sie von den Autoren vertreten werden und im Tool Eingang finden, sofern sie der Nutzer nicht anpasst, finden sich in Kapitel 6.3.2.

5.6.1 Annahmen

Als Grundlage wurde der Kommunale Gebäudebestand analog zu den vorigen Szenarien im Tool eingegeben. Für die Status-Quo-Verbräuche wurden Durchschnittswerte des Dt. Städtetages verwendet. Die Energieträger wurden anhand ihrer Anteile an der Heizstruktur des deutschen Gebäudebestandes grob den Anteilen der Gebäudekategorien zugeordnet (siehe Tabelle 5-3)

Tabelle 5-3: Grundlage Gebäudebestand

	m ²	kWh/m ²	Gesamtverbrauch (MWh) witterungs- bereinigt	Energieträger
Verwaltungsgebäude (< 3.500 m ²)	3.105.247	152,57	473.769	Holzhack- schnittzel
Verwaltungsgebäude (≥ 3.500 m ²)	8.889.752	105,66	1.995.797	Strom
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, < 3.500 m ²)	5.087.888	127,05	646.407	Fernwärme
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, ≥ 3.500 m ²)	5.624.698	117,66	6.545.044	Heizöl
Grundschulen (< 3.500 m ²)	302.695	125,26	1.040.031	Holzpellets
Grundschulen (≥ 3.500 m ²)	5.229.657	119,88	1.825.664	Flüssiggas
berufsbildende Schulen	6.518.415	110,70	1.828.619	Flüssiggas
Kindertagesstätten	4.500.000	118,67	2.907.494	Erdgas
Sporthallen	6.300.000	122,47	4.445.737	Erdgas
Summe	83.558.354		21.708.560	

Für das Tool wurden darüber hinaus folgende weitere Annahmen für die Einstellung der Berechnungsparameter gewählt:

- Geplanter Sanierungsumfang: 3 (mittel)
- Kein Einbau von Lüftungsanlagen
- Verwendung der hinterlegten durchschnittlichen Energiekosten
- Zielsanierungsstandard: EnEV Neubau 2009 -30%
- Alle Gebäude bis 2050 saniert
- Sanierungsquote: durchschnittlich 2,9%/a
- Basisjahr 2015
- Baukostenindex: Faktor 1,0
- Anteil der Planungskosten an den Sanierungskosten: 10%
- Preissteigerung der Baukosten: 1,2%/a
- Interner Zinsfuß: 3,0%
- Preissteigerung der Energiepreise: 5%/a
- Betrachtungsdauer der Sanierungsmaßnahmen: 35 Jahre
- Änderung der Gebäudefläche bis 2050: -9% (analog zum Bevölkerungsentwicklung)
- CO₂-Faktor Fernwärme: durchschnittlich 208g CO₂/kWh
- Energieträger Strom: Strommix Deutschland

5.6.2 Ergebnisse

Für das „5% - Szenario“ ergeben sich folgende Zahlen: Die Gesamtsanierungskosten belaufen sich auf 192,6 Mrd. € bis zum Jahr 2050. Damit werden alle kommunalen Gebäude auf den gewählten Standard von EnEV 2009 Neubau -30% saniert. Ein Anteil von 40,6 Mrd. € entfällt auf die energetischen Mehrkosten, der Rest auf die Sowieso-Sanierung. Eine Sanierung nach dem „Business-as-usual“-Szenario (1% Sanierungsquote, Ziel EnEV 2009 Bestand) würde bis 2050 insgesamt rund 56 Mrd. € kosten. (Vgl. Abbildung 5-5)



Abbildung 5-5: Sanierungskosten bis 2050

Wie zu erwarten ergibt sich bei den Energiekosten bei einem so hohen jährlichen Anstieg ein deutlicher Vorteil für die Sanierung auf hohem energetischen Niveau. Für das „5% - Szenario“ belaufen sich die Energiekosten bis 2050 kumuliert auf 226 Mrd. €, für das BAU-Szenario auf 430 Mrd. €. Es können also 204 Mrd. € eingespart werden. Abzüglich der energetischen Mehrkosten für die hochwertige Sanierung ergeben sich als Saldo 164 Mrd. € Einsparungen.

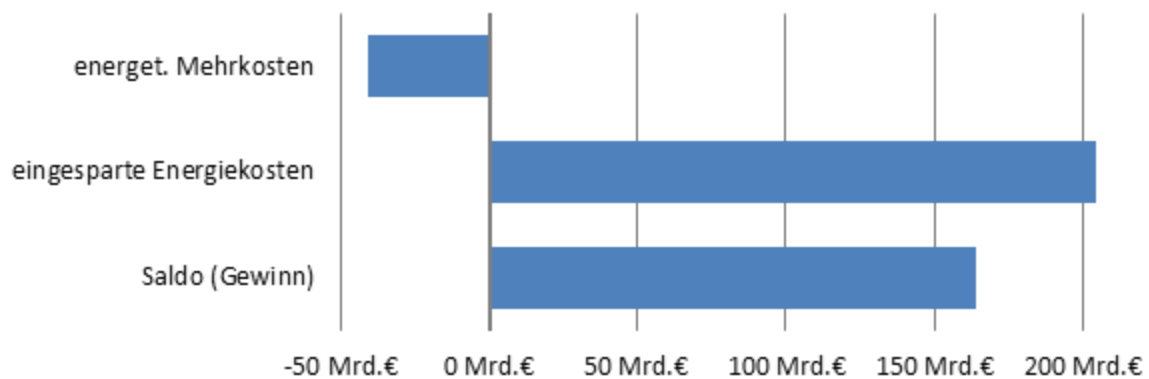


Abbildung 5-6: Eingesparte Energiekosten vs. energetische Mehrkosten im „5% - Szenario“

Wird dieses Saldo den im „5% - Szenario“ eingesparten CO₂-Emissionen von 113 Mio. t bis zum Jahr 2050 gegenübergestellt, so ergeben sich CO₂-Vermeidungskosten in Höhe von - 1.444 €/t CO₂. Eine Sanierung ist unter diesen Annahmen also unbedingt zu empfehlen.

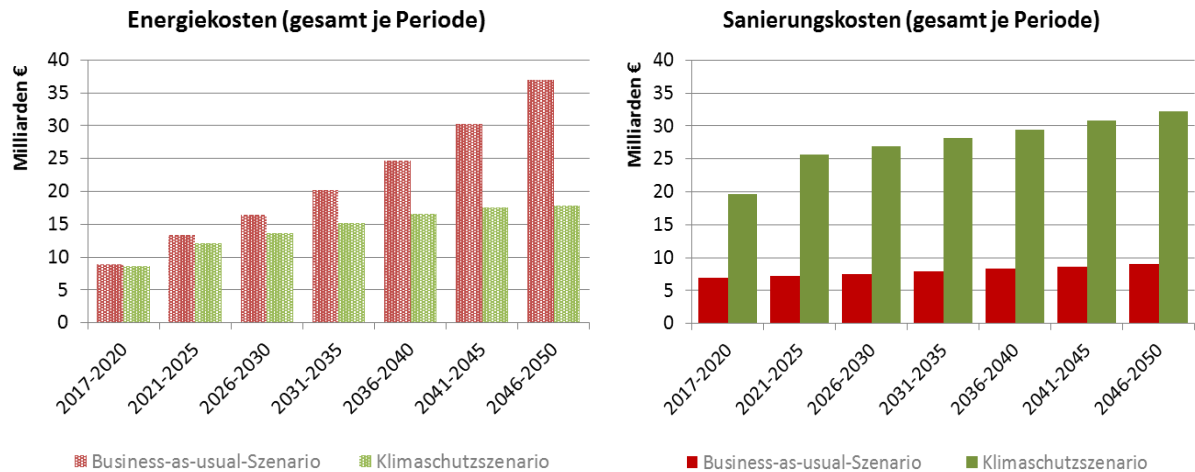


Abbildung 5-7: Energiekosten und Sanierungskosten beider Szenarien im Vergleich

Vergleicht man die Energiekosten mit den Sanierungskosten, fällt auf, dass die Energiekosten im Business-as-usual-Szenario aufgrund der geringeren Verbrauchseinsparungen deutlich höher ausfallen als im Klimaschutzszenario. Demgegenüber stehen natürlich auch deutlich höhere Sanierungskosten im Klimaschutzszenario, was mit der höheren Sanierungsaktivität und dem ambitionierteren Sanierungsstandard zu erklären ist.

6 FinSa-Tool

Um den Kommunen die Erarbeitung einer langfristigen Gebäudesanierungsstrategie zu erleichtern, wurde aufbauend auf den gesammelten Daten das FinSa-Tool erarbeitet. Dieses Werkzeug ermöglicht es Entscheidungsträgern, den Finanzierungsbedarf für (energetische) Sanierungen und Investitionen der kommunalen Gebäude bis 2050 in Abhängigkeit von den kommunalen Sanierungszielen und weiteren Angaben abzuschätzen. Zudem werden der Energiebedarf, die resultierenden CO₂-Emissionen sowie die Energiekosten für diesen Zeitraum ermittelt. Damit können anhand relativ weniger Angaben zum Gebäudebestand drei Sanierungsszenarien hinsichtlich ihrer energetischen und finanziellen Auswirkungen für die Kommune verglichen werden.

Eine detaillierte Beschreibungen des Tools für die Anwendung vom Nutzer sind in einem separaten Handbuch zu finden. Das Tool steht Nutzern unter einer Open-Source-Lizenz (GNU General Public License Version 3) zur freien Nutzung zur Verfügung.

6.1 Vergleich mit ähnlichen Tools

Einige Institute und Kommunen stellen bereits ähnliche Werkzeuge zur Gebäudebewertung oder Berechnung energetischen Sanierungen kommunaler Gebäude zur Verfügung bzw. nutzen diese bereits. Diese sind jedoch entweder sehr speziell und detailliert auf einzelne Gebäude und Sanierungsvorhaben bezogen oder erlauben nur eine grobe Einordnung in Vergleichswerte:

Das dena-Excel-Werkzeug zur Erfassung und Auswertung des Gebäudebestands (Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2014) erlaubt die Zusammenfassung und Berechnung von Verbräuchen und Emissionen sowie eine einfache Auswertung und Darstellung anhand von Vergleichswerten. Das TEK-Tool (Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden) des IWU (Hörner et al., 2014) ist ein sehr umfangreiches objektspezifisches Tool, das die Bewertung des aktuellen Gebäudezustandes erlaubt, jedoch eben falls keine Zukunftsszenarien erlaubt und keine Kosten betrachtet. Die Abteilung Energiemanagement im Hochbauamt der Stadt Frankfurt/Main hat mit dem „Energiewenderechner“ und dem „Gesamtkosten-Tool“ zwei eigene Excel-Werkzeuge erstellt, die sehr detailliert und gebäudespezifisch den Vergleich von Sanierungsvarianten erlauben, jedoch ohne einen langfristigen Szenariovergleich.

Allen bestehenden Werkzeugen gemeinsam ist die Tatsache, dass mit Ihnen kein langfristiger Blick in die Zukunft und ein Vergleich mehrerer Sanierungsszenarien für den Gebäudebestand über einen langen Zeitraum möglich ist und sie somit keine Grundlage für eine langfristige Gebäude(sanierungs)strategie bieten können. Diese Lücke soll mit dem FinSa-Tool geschlossen werden.

6.2 Struktur des Tools

Ein Schema des FinSa-Tools ist in Abbildung 6-1 dargestellt. Als Grundlage der Berechnung dient die Eingabe des Gebäudebestands durch den Nutzer. Dabei können die Daten sowohl für jedes Gebäude einzeln als auch nach BWZK-Kategorien geclustert eingegeben werden. Zusätzlich sind vom Nutzer Annahmen für das Individualszenario auszuwählen, z.B. den Zielwert für Sanierungen oder Energiepreisszenarien. Zahlreiche Eingabe- und Plausibilitätskontrollen dienen der Vermeidung fehlerhafter Ergebnisse. Als Ergebnis werden der Energieverbrauch, die CO₂-Emissionen und die geschätzten Sanierungskosten jeweils differenziert z.B. nach Szenarien oder Gebäudekategorien ausgegeben.

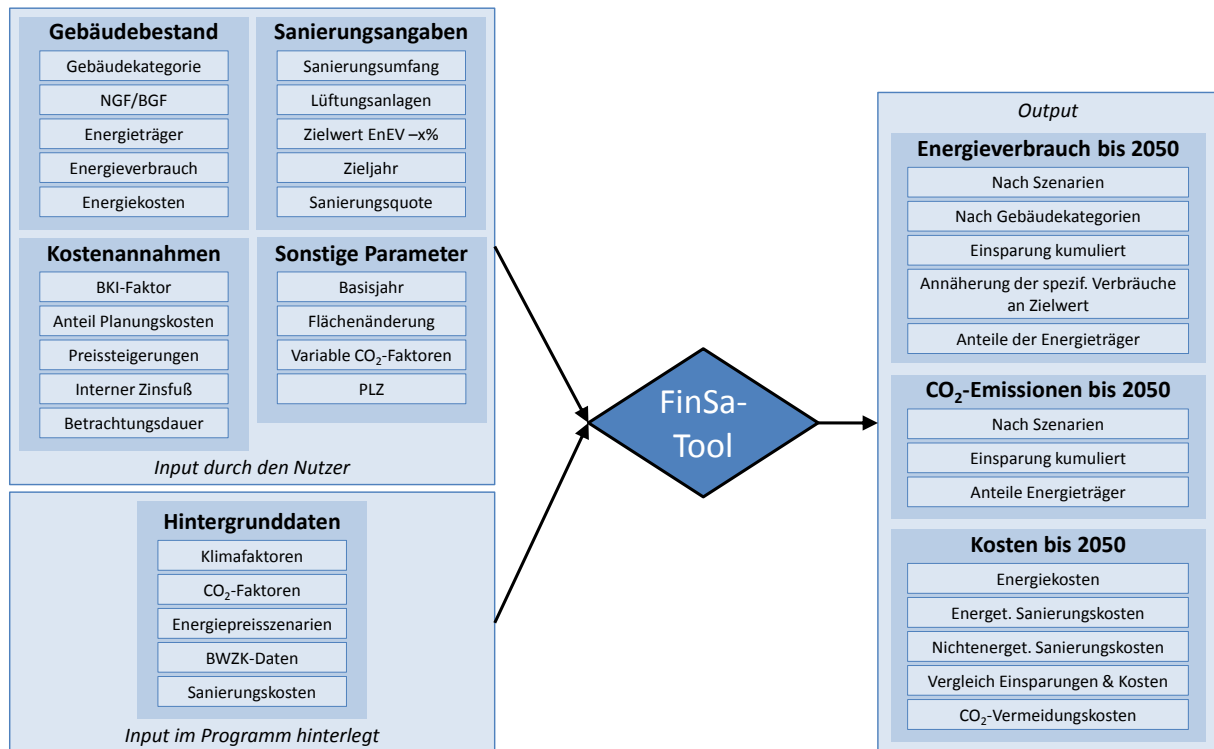


Abbildung 6-1: Schema des FinSa-Tools

6.3 Input

Für die Berechnungen mit dem Tool sind eine Reihe von Eingangsdaten zum kommunalen Gebäudebestand durch den Nutzer vorzunehmen (siehe Tabelle 6-1). Dazu müssen Annahmen zu bestimmten Parametern getroffen werden, die das lokale Individualszenario wesentlich beeinflussen (siehe Tabelle 6-2).

Tabelle 6-1: für die Berechnungen notwendige Daten des kommunalen Gebäudebestandes

Benötigte Daten:
Gebäudekategorie nach BWZK (Eingabe nach Kategorien geclustert oder Einzelgebäude)
Gebäudeflächen (Netto- oder Brutto-Grundfläche , in m ²)
Energieträger Wärme
Wärmeverbrauch der drei letzten Jahre (in MWh/a)
optional: Energiekosten je Gebäude oder Gebäudekategorie (€/a)

Tabelle 6-2: benötigte Annahmen

Zu treffende Annahmen:
gewünschter Ziel-Sanierungsstandard (EnEV Neubau 2009 -x%)
Zieljahr (bis zu dem alle Gebäude saniert werden sollen)
geplante Sanierungsquote
Flächenänderungen bis 2050
geplanter Sanierungsumfang (Kernsanierung od. kleinere Maßnahmen)
Einbau von Lüftungsanlagen
Baukostenindex
Preissteigerung
interner Zinssatz
Anteil der Planungskosten
"Lebensdauer" der Sanierungsmaßnahmen

Daneben sind im Tool bereits eine Reihe weitere Daten und Parameter hinterlegt, die im Hintergrund für die Berechnung der Szenarien Verwendung finden:

- Annahmen zu Sanierungskosten, abhängig von Sanierungszustand und geplantem Sanierungsumfang (siehe Kapitel 4.7)
- Daten zu den Gebäudekategorien nach BWZK (siehe Abschnitt 6.3.1)
- Energiepreise bzw. Preisentwicklungen (siehe Abschnitt 6.3.2)
- CO₂-Faktoren (siehe Abschnitt 6.3.3)
- Klimafaktoren

6.3.1 Daten zu Gebäudekategorien nach BWZK

Für die Zuordnung der Gebäude zu Kategorien wurde auf die Systematik des Bauwerkzuordnungskataloges (BWZK) zurückgegriffen. Es wurde allerdings aus Gründen der Vereinfachung nicht in jede der 165 Unterkategorien unterteilt sondern sich auf die 10 Hauptkategorien konzentriert (siehe Tabelle 6-3).

Tabelle 6-3: Verwendete Kategorien des BWZK

Gebäudekategorie	BWZK-Nr.
Verwaltungsgebäude (< 3.500 m ²)	1300
Verwaltungsgebäude (≥ 3.500 m ²)	1300
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, < 3.500 m ²)	4100
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, ≥ 3.500 m ²)	4100
Grundschulen (< 3.500 m ²)	4110
Grundschulen (≥ 3.500 m ²)	4110
berufsbildende Schulen	4200
Kindertagesstätten	4400
Sporthallen	5100
sonstige Gebäude	verschiedene

Für jede der zehn Kategorien wurden Faktoren für die Umrechnung von Brutto- und Netto-Grundfläche ermittelt (Ornth, 2009, S. 20f.). Zudem wurden als Ausgangsdaten die Vergleichswerte für jede Kategorie nach EnEV Neubau 2009 (Ornth, 2009, S. 22ff.) sowie die durchschnittlichen spezifischen Verbräuche der Bestandsgebäude ermittelt (Deutscher Städtetag, 2010, siehe Tabelle 6-4).

Tabelle 6-4: Hinterlegte Basisdaten zu Gebäudekategorien

Gebäudekategorie	NGF	BGF	Vergleichswert nach EnEV Neubau 2009	Durchschnittsverbrauch Bestandsgebäude 2010 (kWh/m ²)
Verwaltungsgebäude (< 3.500 m ²)	100%	85%	56,9	153
Verwaltungsgebäude (≥ 3.500 m ²)	100%	85%	60,5	106
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, < 3.500 m ²)	100%	90%	78,2	127
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, ≥ 3.500 m ²)	100%	90%	67,1	118
Grundschulen (< 3.500 m ²)	100%	90%	78,2	125
Grundschulen (≥ 3.500 m ²)	100%	90%	61,1	120
berufsbildende Schulen	100%	90%	59,8	111
Kindertagesstätten	100%	86%	78,5	119
Sporthallen	100%	91%	83,1	122
sonstige Gebäude	100%	87%	71,1	120

6.3.2 Energiepreise

Ein wichtiger Inputparameter zur Berechnung der zukünftig durch energetische Sanierung realisierbaren Einsparungen sind die Energiepreise. Diese wurden im Rahmen des Projekts auf Basis verschiedener Quellen und historischer Energiepreisdaten ermittelt.

6.3.2.1 Methodik

Grundlage für die Modellierung der Energiepreise für Deutschland bis 2050 bilden die Annahmen für die Entwicklung von Grenzübergangspreisen für Rohöl sowie für CO₂-Zertifikats-Preise des Netzentwicklungsplans (NEP) (siehe Tabelle 6-5). Die Preisprognose für Rohöl und CO₂ des NEP werden durch Prognosen des World Energy Outlook (IEA, 2011, S. 64) resp. der Leitstudie 2011 (Nitsch et al., 2012) gestützt. Über den Zeithorizont des NEPs hinaus wird der Verlauf der Entwicklung extrapoliert. Die Preise für Erdgas, Steinkohle und Braunkohle werden anhand eigener Annahmen (s.u.) auf Basis der Rohöl- und CO₂-Preise gebildet.

Tabelle 6-5: Energiepreisentwicklung laut NEP 2013 (NEP, 2013, S. 32)

	Einheit	2010	2023	2033
Rohöl	\$ ₂₀₁₀ /bbl	80	106	114
Erdgas	€ ₂₀₁₀ /kWh	2,1	2,6	2,7
Steinkohle	€ ₂₀₁₀ /t SKE	85	79	86
Braunkohle	€ ₂₀₁₀ / MWh (th)	1,5	1,5	1,5
CO₂	€ ₂₀₁₀ /t	13	27	45

Neben den im NEP angenommenen Entwicklungen für die zukünftigen Grenzübergangspreise bilden historische Energiepreisdaten für Deutschland eine weitere Grundlage. Diese werden vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) erhoben und zur Verfügung gestellt (BAFA, 2013).

Die Preisbereinigung auf das jeweils zugrunde liegende Jahr (hier 2012) erfolgt über die Konsumentenpreisindizes (CPI) des statistischen Bundesamtes (Destatis, 2013).

6.3.2.2 Grenzübergangspreise für Rohöl und Erdgas

In den folgenden Abschnitten werden jeweils zunächst die Annahmen zur Berechnung und Modellierung der Energiepreise verschiedener Energieträger bis 2050 und dann die Ergebnisse vorgestellt.

Annahmen

Als Leitrohstoff mit dem weltweit größten Einfluss wird zunächst ein Szenario für die Grenzübergangspreise von Rohöl gebildet. Es wird angenommen, dass sich die Preissteigerung im Vergleich zu heute in den kommenden Jahrzehnten etwas abschwächen wird und bei einem Preis von rund 20 €/GJ resp. 150 US\$/bbl einpendelt. Diese Annahme wird deshalb getroffen, weil ab dieser Preisgrenze sogenannte Backstop-Technologien zum Zuge kommen, welche den Energiebedarf durch Rohöl zunehmend substituieren (Levy, 2000, S. 4).

Als direktes Substitut an den Rohölpreis gekoppelt wird das Szenario für den Grenzübergangspreis für Erdgas mit demselben Verlauf gebildet.

Ergebnisse

Abbildung 6-2 zeigt den Verlauf der Preisentwicklung für Rohöl bis zum Jahr 2050. Im Gegensatz zu den oben genannten Studien, die von einem linearen Verlauf und einer über die Jahre kontinuierlichen Preissteigerung zwischen 1,4% p.a. (gemäßigtes Preissteigerung, Nitsch et al., 2012) und 2,2% p.a. (deutliche Preissteigerung, Nitsch et al., 2012) ausgehen, macht Abbildung 6-2 deutlich, dass für diese Studie nur etwa bis zum Jahr 2035 von einer Preissteigerung beim Rohöl ausgegangen wird (Szenario „ZNES“). Die Preissteigerung verläuft aufgrund der Entwicklungen in den letzten Jahren zunächst etwas deutlicher, ab 2015 bis 2035 wird von einem gemäßigten Anstieg von 1,6% p.a. ausgegangen. Bei Annäherung an den Backstop-Preis von 150 US\$/bbl wird ein asymptotischer Verlauf deutlich. Der Preis von 150 US\$/bbl wird im Jahr 2039 erreicht.

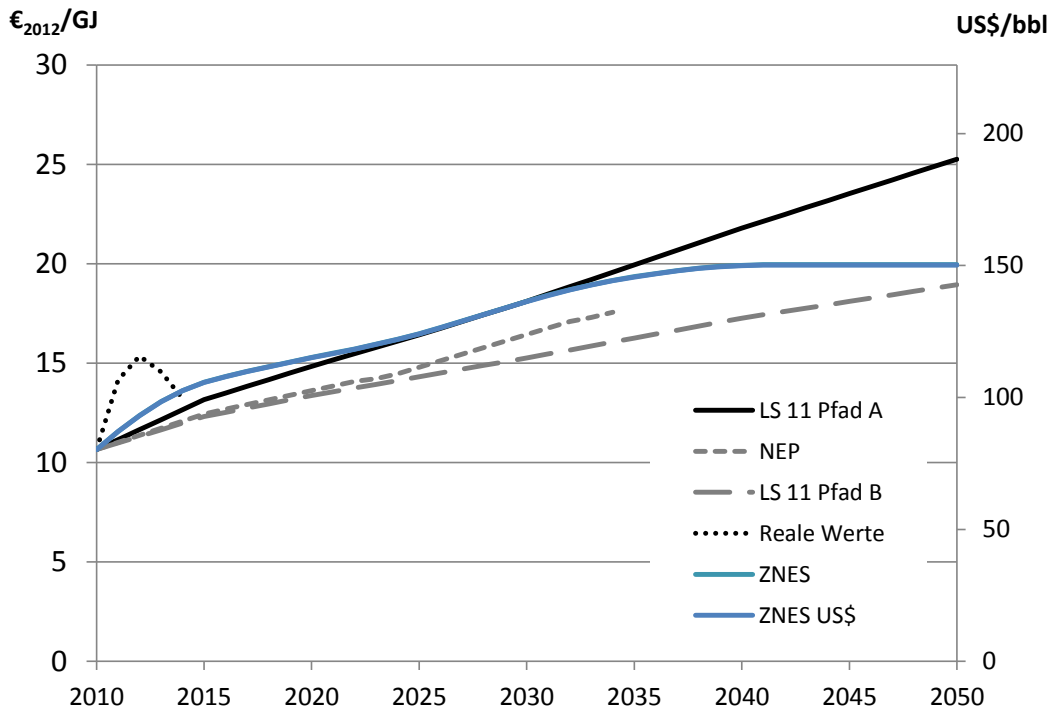


Abbildung 6-2: Szenario 2010 bis 2050 Grenzübergangspreise Rohöl

Abbildung 6-3 zeigt das Szenario für die Entwicklung der Grenzübergangspreise für Erdgas. Der Verlauf ist derselbe wie beim Rohöl, der Backstop-Preis liegt bei 10,4 €/GJ. Auch dieser Preis wird im Jahr 2039 erreicht.

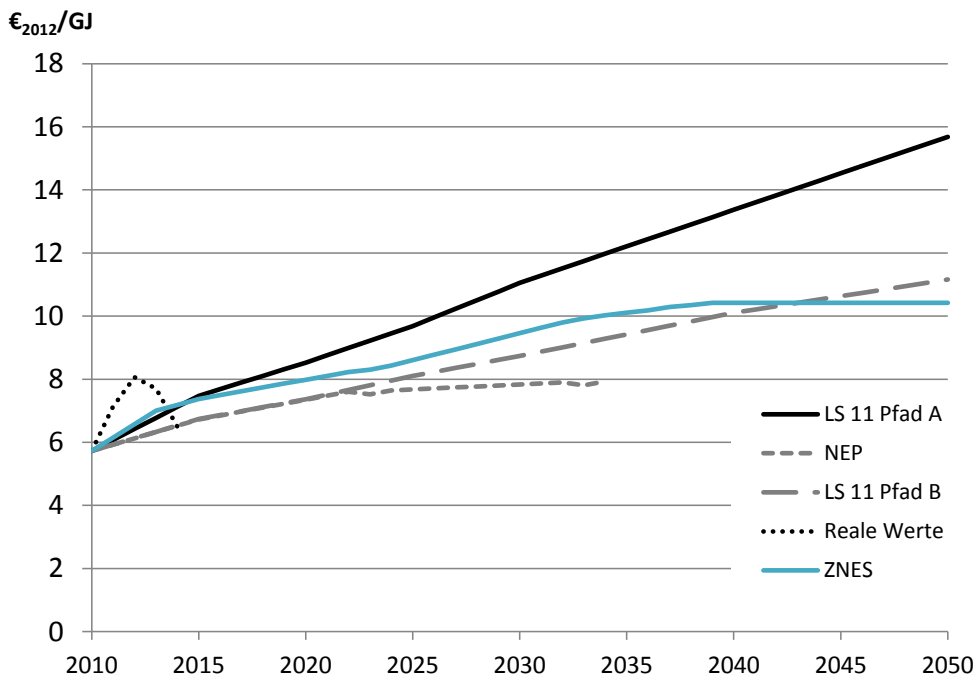


Abbildung 6-3: Szenario 2010 bis 2050 Grenzübergangspreise Erdgas

6.3.2.3 CO₂-Zertifikate

Zur Bildung der Preise frei Kraftwerk für Steinkohle und Braunkohle und somit schlussendlich zur Bildung von Wärmepreisen für Endverbraucher werden zunächst Preise für CO₂-Zertifikate benötigt. Die Entwicklung der Preise für CO₂-Zertifikate bestimmt die maximal erlösbaren Preise für Stein- und Braunkohle, da ein Anstieg der Zertifikats-Preise den Betrieb von fossilen Kraftwerken unrentabel macht.

Annahmen

Die hier berücksichtigten CO₂-Zertifikate werden nur im europäischen Markt gehandelt (Emission Trading System; ETS). Ab 2013 sollte die Versteigerung von Zertifikaten starten. Aufgrund der Gegenwehr insbesondere Deutschlands wurde dieser Schritt jedoch nicht durchgeführt. Als Folge sank der Zertifikats-Preis zeitweise auf unter 5 € / t CO₂ und pendelte sich in der Folge bei 7 - 8 € / t CO₂ ein. Für die Preisentwicklung der CO₂-Zertifikate wird angenommen, dass die Preise erst zum Ende der dritten Handelsperiode (2013 - 2020) wieder ansteigen werden und danach durch politische Beschlüsse kontinuierlich steigen werden, um die Dekarbonisierung voran zu treiben.

Ergebnisse

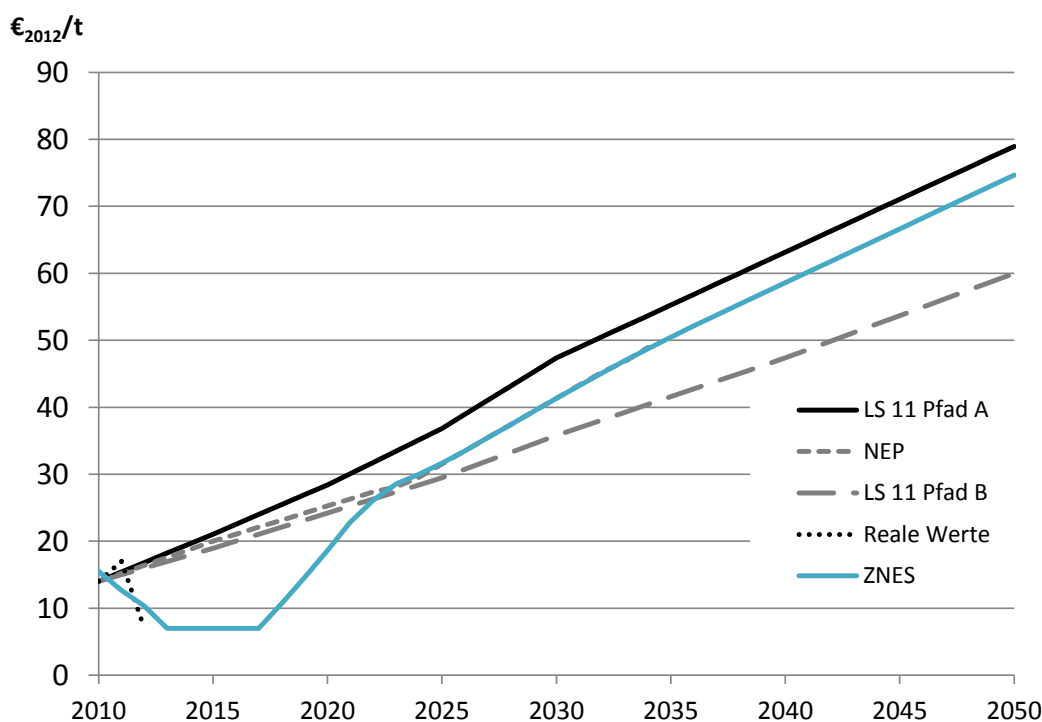


Abbildung 6-4: Szenario 2010 bis 2050 CO₂-Zertifikatspreise

Abbildung 6-4 zeigt in blau („ZNES“) die für diese Studie angenommene Entwicklung der CO₂-Zertifikatspreise. Deutlich wird eine Stagnation auf niedrigem Niveau bis 2017, danach ein deutlicher Anstieg der Preise bis 2022 bis auf das im NEP angenommene Niveau von 26 € / t. Dieser begründet sich durch das nahende Ende der dritten Handelsperiode und dem - unbedingt notwendigen - politischen Willen, ab 2020 den Emissionshandel wieder zu reaktivieren. Dies wird dazu führen, dass sich die Emittenten mit Zertifikaten eindecken und die Preise ansteigen. Ab 2022 nimmt die Preissteigerung etwas ab und steigt insgesamt bis zum Jahr 2050 bis auf 75 € / t CO₂. Eine Abschwächung ist hier nicht zu sehen, da die Preisentwicklung politisch gewollt und gesteuert ist.

6.3.2.4 Preise frei Kraftwerk für Steinkohle und Braunkohle

Annahmen

Zur Berechnung der Szenarien für die Preise für Steinkohle und Braunkohle frei Kraftwerk wurde ausgehend vom aktuellen Preis ein Verlauf angenommen, der durch den Verlauf der Erdgaspreise inklusive CO₂-Zertifikate sowie der Entwicklung der CO₂-Zertifikatspreise selbst bestimmt wird. Dabei wurde angenommen, dass der Gesamtpreis für Steinkohle (Preise frei Kraftwerk plus Zertifikate) immer 5% unter dem Gesamtpreis für Erdgas bleibt, um in der Einsatzreihenfolge der Kraftwerke auf jeden Fall vor den Erdgaskraftwerken berücksichtigt zu werden. Aus demselben Grund wurde angenommen, dass der Gesamtpreis für Braunkohle immer 5% unter dem Gesamtpreis für Steinkohle bleibt. Des Weiteren wurden für die Kraftwerke folgende Wirkungsgrade angenommen:

Table 6-6: Kraftwerkswirkungsgrade

Energieträger	Wirkungsgrad η
Öl	0,40
Gas (GuD)	0,58
Steinkohle	0,42
Braunkohle	0,36

Ergebnisse

Abbildung 6-5 zeigt in blau („ZNES“) die Entwicklung des Steinkohlepreises frei Kraftwerk für 2010 bis 2050, wie er für diese Studie als Grundlage für die Endverbraucherpreise zugrunde gelegt wurde. Der Verlauf ist dabei maßgeblich bestimmt von den CO₂-Zertifikatspreisen (siehe Abschnitt 0). Der Preis ist somit der maximal erlösbare Preis des Rohstoffhändlers. Die Grenzkosten, mit denen die Steinkohlekraftwerke dann in die Merit Order für den Kraftwerkseinsatz eingehen ergeben sich dann aus den Preisen frei Kraftwerk plus den Zertifikatspreisen. Sie steigen bei Berücksichtigung der oben angegebenen Wirkungsgrade sowie der entsprechenden CO₂-Intensität von 4,4 €/GJ im Jahr 2010 auf 10,6 €/GJ im Jahr 2050. Das entspricht einer durchschnittlichen Steigerung von 2,2% p.a.

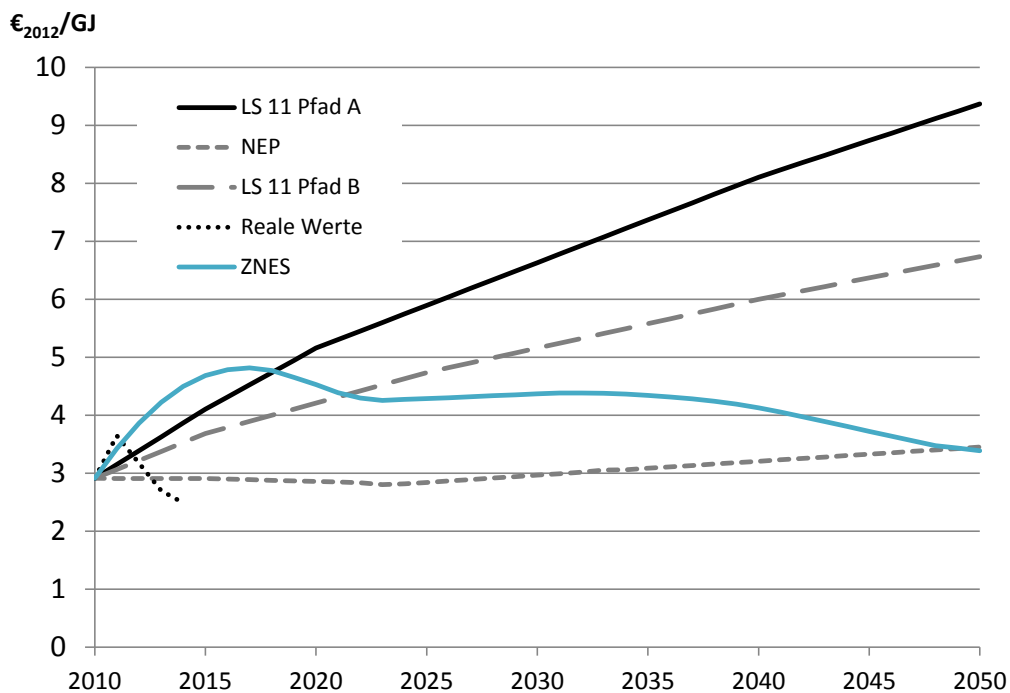


Abbildung 6-5: Szenario 2010 bis 2050 Steinkohlepreis frei Kraftwerk

Die in Abbildung 6-6 dargestellte Entwicklung für den Braunkohlepreis frei Kraftwerk zeigt den selben, maßgeblich von den Zertifikatspreisen beeinflussten Verlauf. Auch hier wird ein maximal erlösbarer Preis dargestellt. Die maximalen Grenzkosten ergeben sich wiederum durch den Preis frei Kraftwerk plus dem Zertifikatspreis. Die Preissteigerung ist dieselbe. Es wird deutlich, dass insbesondere bei der Braunkohle ein nicht unerheblicher Teil der Gewinne durch die vertikale Verflechtung der Abbaubetriebe mit den Kraftwerksbetreibern (nicht selten ein und derselbe Konzern) versteckt wird. Die offiziellen Preise liegen deutlich unterhalb den maximal erzielbaren und lassen die Verstromung von Braunkohle somit günstiger erscheinen, als sie real wäre.

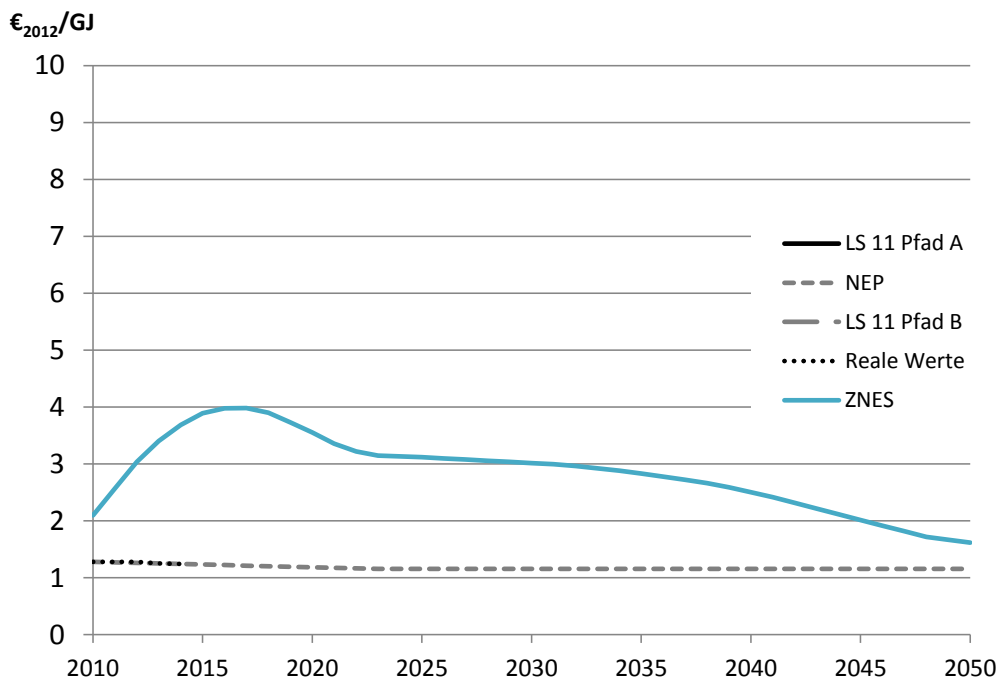


Abbildung 6-6: Szenario 2010 bis 2050 Braunkohlepreis frei Kraftwerk

Man beachte, dass - wie oben beschrieben - der theoretisch reale Preis inklusive CO₂ deutlich über den Szenarien aus Leitstudie und NEP liegen müsste, würden die CO₂-Zertifikate real gehandelt und nicht wie bisher vergeben. Für die Endverbraucherpreise, die im Folgenden beschrieben und für diese Studie von Interesse sind, ist jedoch nicht die tatsächliche Höhe der zugrundeliegenden Grenzkosten der Kraftwerke ausschlaggebend, sondern nur der Anstieg über die Zeit.

6.3.2.5 Verbraucherpreise

Annahmen

Die in den vorangegangenen Abschnitten erläuterte Berechnungsmethodik und dargestellte Entwicklung der Energieträgerpreise dient für diese Studie als Grundlage für die angenommene Entwicklung der Verbraucherpreise. Zur Erstellung der Szenarien für die Verbraucherpreise wird dabei der jeweilige Verlauf der Rohstoffe zwischen den Jahren 2010 und 2050 für den gewünschten Energieträger übernommen. So ergibt sich der Preis für Fernwärme und das Substitut Holzhackschnitzel aus dem Verlauf der Grenzkosten für Steinkohle, beginnenden beim realen Preis aus dem Jahr 2010. Die Verbraucherpreise für Erdgas werden aus dem Erdgasszenario gebildet, die Kraftstoffpreise aus dem Szenario für Rohöl. Das Szenario für die Strompreise ist unabhängig von den vorangegangenen Überlegungen aus der Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (Faulstich et al., 2011, S. 179 ff) übernommen, für das sehr detailliert der zunehmende Einfluss der erneuerbaren Energien auf dem Strompreis modelliert wurde.

Ergebnisse

Abbildung 6-7 zeigt die für diese Studie und im Tool angenommene Preisentwicklung für Fernwärme und Holzhackschnitzel. Die Preisentwicklung wird hierbei von der Entwicklung der Grenzkosten für Steinkohlekraftwerke bestimmt. Der Fernwärmepreis steigt dabei von 77 €/MWh im Jahr 2010 auf 192 €/MWh im Jahr 2050 und somit durchschnittlich um 2,3% p.a. Die Preisentwicklung für Holzhackschnitzel folgt demselben Verlauf und steigt im Szenario-Zeitraum von 37 €/MWh auf 84 €/MWh.

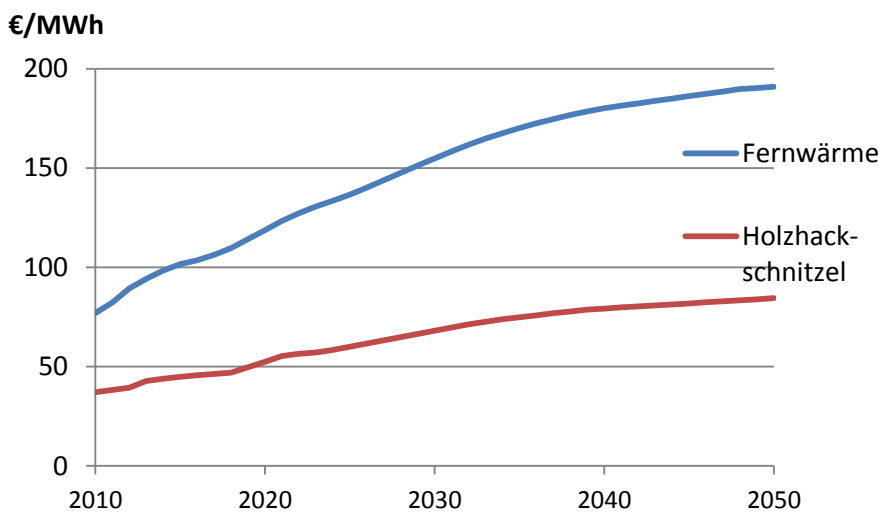


Abbildung 6-7: Szenario 2010 bis 2050 Preisentwicklung für Fernwärme und Holzackschnitzel

Abbildung 6-8 zeigt die angenommene Entwicklung der Verbraucherpreise für Erdgas und Biomethan. Die Preisentwicklung wird von der Entwicklung der Erdgaspreise bestimmt. Der Erdgaspreis für Haushalte steigt in diesem Szenario von 5,7 cent/kWh im Jahr 2010 auf 10,1 cent/kWh im Jahr 2050 und somit durchschnittlich um 1,5% p.a. Die Preisentwicklung für Industriekunden folgt demselben Verlauf und steigt im Szenario-Zeitraum von 3,3 cent/kWh auf 6,2 cent/kWh. Deutlich höher liegen historisch und wohl auch zukünftig die Preise für Biomethan; sie steigen im Szenario-Zeitraum von 7,7 auf 13,4 cent/kWh.

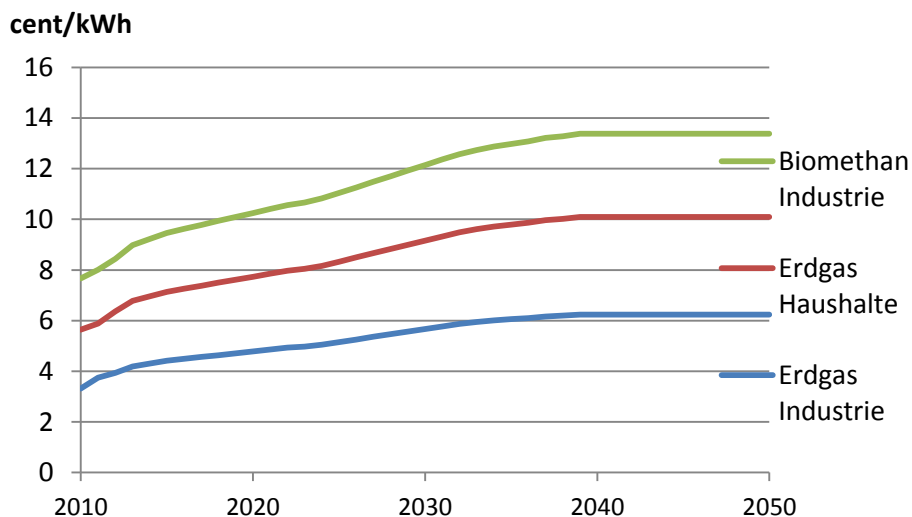


Abbildung 6-8: Szenario 2010 bis 2050 Preisentwicklung für Erdgas und Biomethan

In Abbildung 6-9 ist die angenommene Entwicklung der Kraftstoffpreise (Diesel, Benzin, Biodiesel) dargestellt. Die Preisentwicklung wird von der Entwicklung der Rohölpreise bestimmt. Der Benzinpreis steigt von 1,38 €/l im Jahr 2010 auf 2,55 €/l im Jahr 2050 und somit durchschnittlich um 1,7% p.a. Die Preisentwicklung für Diesel folgt wiederum demselben Verlauf und steigt im Szenario-Zeitraum von 1,22 €/l auf 2,36 €/l. Biodiesel steigt von 1,48 €/l im Jahr 2010 auf 2,88 €/l im Jahr 2050.

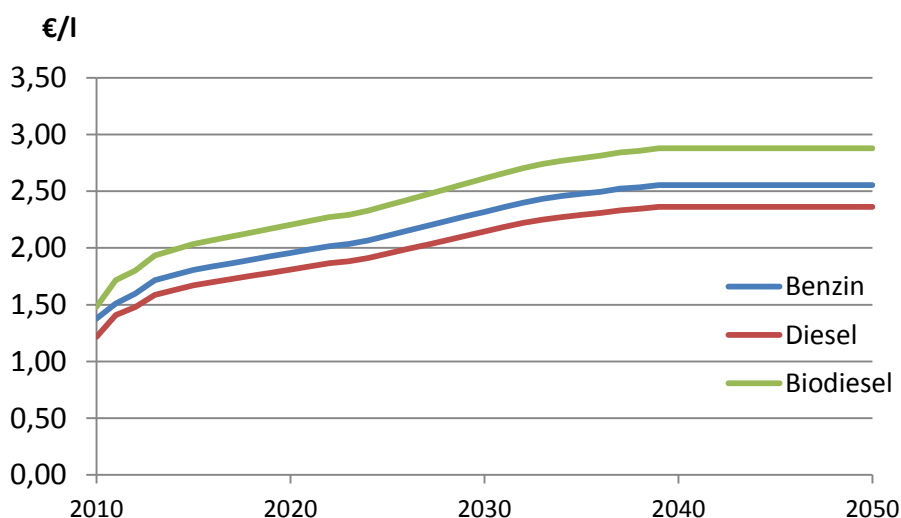


Abbildung 6-9: Szenario 2010 bis 2050 Preisentwicklung für Kraftstoffe

In Abbildung 6-10 ist zuletzt noch die angenommene Preisentwicklung für die Verbraucherstrompreise zwischen 2010 und 2050 dargestellt. Diese Entwicklung ist abhängig von einer Vielzahl von Einflussfaktoren und Annahmen, die - wie oben erwähnt - im Rahmen des SRU-Sondergutachtens 2011 (Faulstich et al., 2011, S. 179 ff) ausführlich modelliert wurden. Diese Modellierung wurde insbesondere deshalb ausgewählt und zur Grundlage für dieses Szenario gemacht, weil sie dem steigenden Anteil erneuerbarer Energien im deutschen Strommix Rechnung trägt und dieser auf Dauer zu wieder sinkenden Strompreisen führt. So steigen die Strompreise für Haushalte zwischen 2010 und 2025 von 0,24 €/kWh auf 0,31 €/kWh, um dann bis 2050 langsam wieder bis auf 0,28 €/kWh zurückzugehen. Die entsprechende Entwicklung für Industriekunden führt zu einem Anstieg von 0,11 €/kWh auf 0,15 €/kWh zwischen 2010 und 2025 und einem Rückgang auf 0,12 €/kWh bis 2050. Langfristig ist zu erwarten, dass sich das Preisniveau etwas über dem heutigen einpendelt.

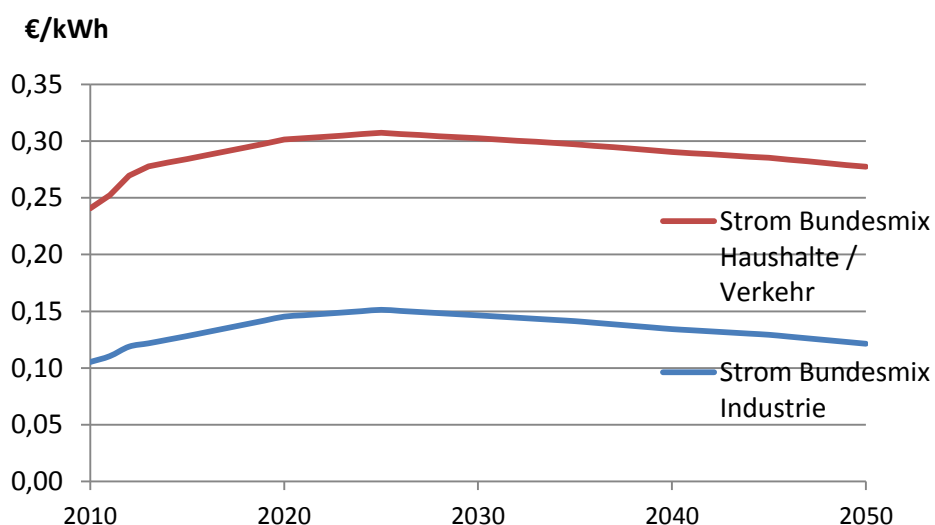


Abbildung 6-10: Szenario 2010 bis 2050 Preisentwicklung für Strom

Die einzelnen Werte für die Verbraucherpreise sind im FinSa-Tool sowie im Anhang zu finden.

6.3.3 CO₂-Faktoren

Die CO₂-Faktoren dienen lediglich zur informativen Berechnung der CO₂-Emissionen und haben keine Auswirkungen auf die Sanierungskosten.

Analog zur Entwicklung der Energiepreise wurde auch eine abgeschätzte Entwicklung der CO₂-Faktoren bis 2050 hinterlegt und dabei nach direkten und indirekten Emissionen unterschieden. Als direkte Emissionen werden solche Emissionen bezeichnet, die direkt bei der Verbrennung bzw. Umwandlung des Energieträgers in die entsprechende Nutzenergie entstehen (bspw. im Kraftwerk zu Strom oder im heimischen Heizkessel zu Wärme). Direkte Emissionen lassen sich von den Energienutzern direkt durch die Auswahl der Energieträger beeinflussen. Zusätzlich zu den direkten Emissionen werden den Energieträgern noch indirekte Emissionen zugeordnet, die bei der Herstellung bzw. Aufbereitung der Rohstoffe entstehen. Das bezieht sich z.B. bei Heizöl auf die Prozesse der Förderung, Transport und Aufarbeitung. Durch diese Betrachtungsweise fallen auch einigen erneuerbaren Energieträgern indirekte Emissionen zu, so z.B. Holzhackschnitzeln und Biogas durch Anbau, Ernte, Aufbereitung und Transport.

Für die fossilen Energieträger Erdgas, Flüssiggas und Heizöl wurde von konstanten CO₂-Faktoren ausgegangen, da diese chemisch bedingt sind und keinen Technologieentwicklungen unterliegen. Auch für Fernwärme ist keine Änderung bis 2050 angenommen, obwohl dies im Einzelfall durch die Umstellung der Brennstoffe in den lokalen Kraftwerken der Fall sein kann. Diese Änderungen sind aber häufig von den Nutzern nicht vorherzusehen, deren Auswirkung auf den CO₂-Faktor unbekannt und zudem sehr lokalspezifisch, sodass im Detail darauf im Rahmen des vereinfachten Tools nicht eingegangen werden kann. Nichtsdestotrotz kann ein lokaler (konstanter) CO₂-Faktor für Fernwärme vom Nutzer eingegeben werden. Den Energieträgern Holz (Hackschnitzel & Pellets) und Biomethan werden keine direkten Emissionen zugerechnet, da diese als klimaneutral angesehen werden können. Wie alle anderen Energieträger auch entstehen durch ihre Nutzung jedoch auch indirekte Emissionen (siehe Abbildung 6-11).

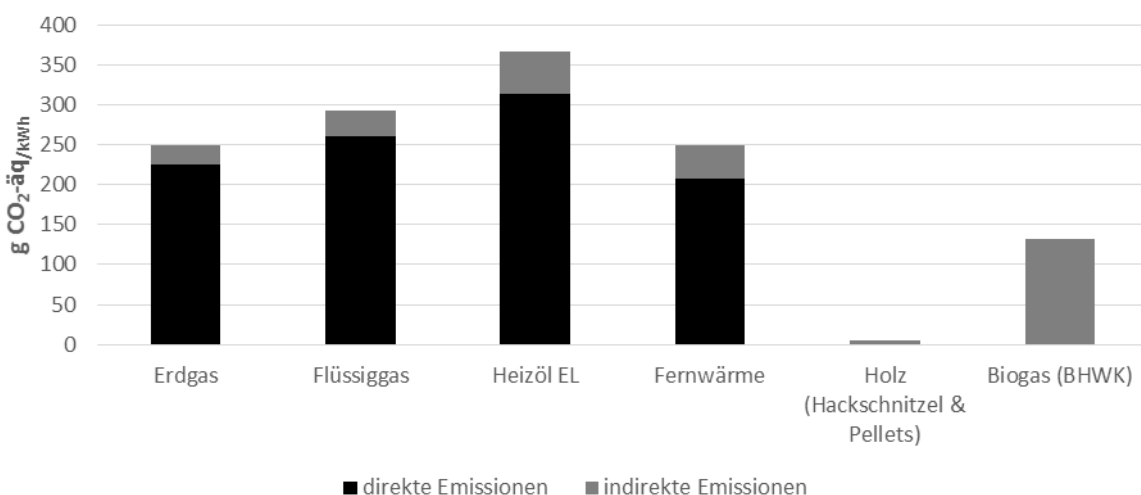


Abbildung 6-11: CO₂-Faktoren

Die CO₂-Faktoren des Energieträgers Strom sind dagegen durch den technologischen Fortschritt bei der Stromerzeugung, den wechselnden Anteilen der verschiedenen Energieträger und insbesondere durch den stark steigende Bedeutung der erneuerbaren Energieträger (gemäß Definition ohne direkte Emissionen) nicht konstant. Eine genaue Entwicklung ist nicht abzuschätzen, weshalb sich die Entwicklung bis 2050 an den Szenarien des Sachverständigenrates für Umweltfragen orientiert, die in

2050 von einem (CO₂-freien) Anteil erneuerbarer Energieträger von 80% ausgehen (Faulstich et al., 2011).

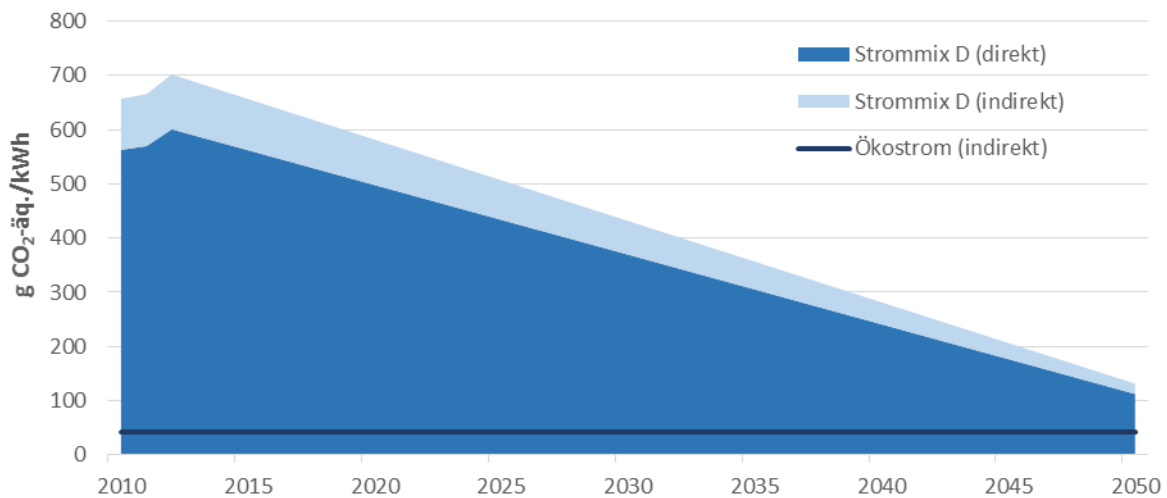


Abbildung 6-12: Annahmen zur Entwicklung der Stromemissionen

6.4 Berechnung

Anhand der Eingaben wird die Sanierung des eingegebenen Gebäudebestands berechnet, wobei für die jeweiligen Szenarien die vor- bzw. angegebenen Parameter (z.B. Energieverbrauch, Sanierungsumfang, Sanierungsrate, Sanierungskosten etc.) verrechnet werden. Für die Kosten werden die zuvor beschrieben ermittelten Werte (siehe Kapitel 4.7) verwendet, die vom Nutzer durch die Auswahl von Regionalfaktoren gemäß BKI, Preissteigerungen oder Anteile an den Planungskosten zusätzlich angepasst werden können.

Im Tool werden drei verschiedene Szenarien berechnet (Annahmen siehe Tabelle 6-7):

- Ein Business-As-Usual-(BAU-)Szenario, das keine über die derzeitigen Anstrengungen hinausgehende Klimaschutzmaßnahmen beinhaltet,
- ein Klimaschutzszenario, das die Projektziele (Sanierung aller Gebäude bis 2050 auf den Stand EnEV Neubau 2009 -30%) erfüllt, sowie
- ein Individualszenario, das die Entwicklung des Gebäudebestands nach den getroffenen Einstellungen des Nutzers berechnet.

Tabelle 6-7: Unterschiede der drei Berechnungsszenarien

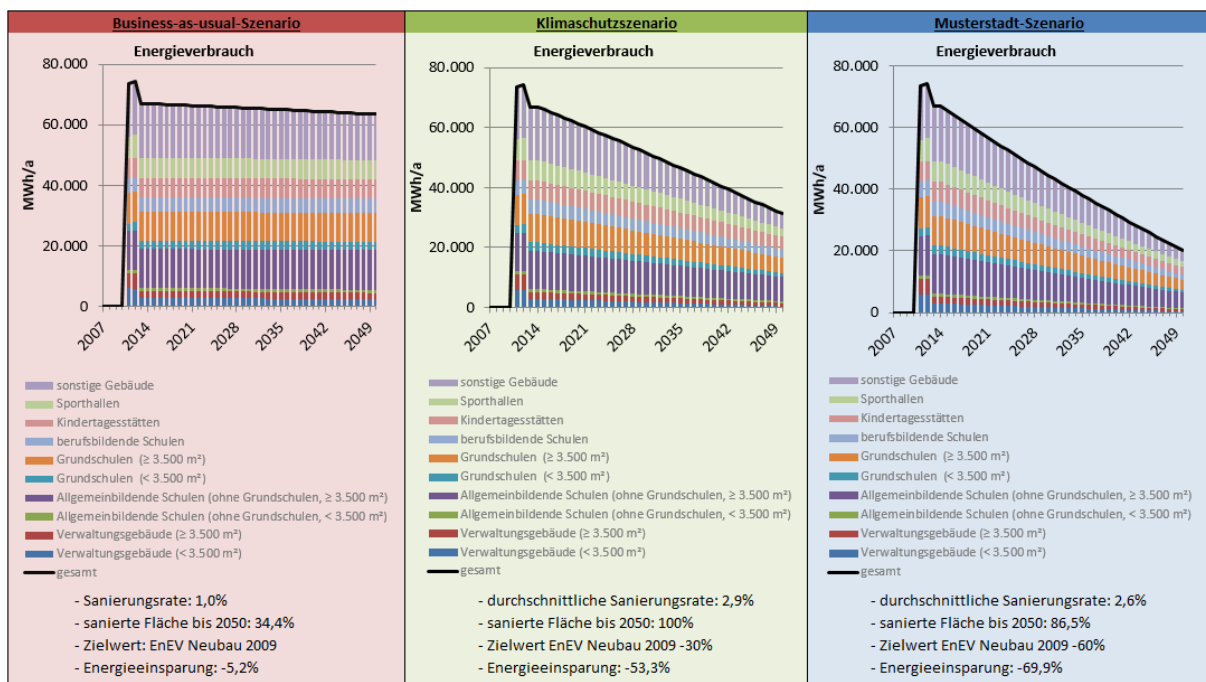
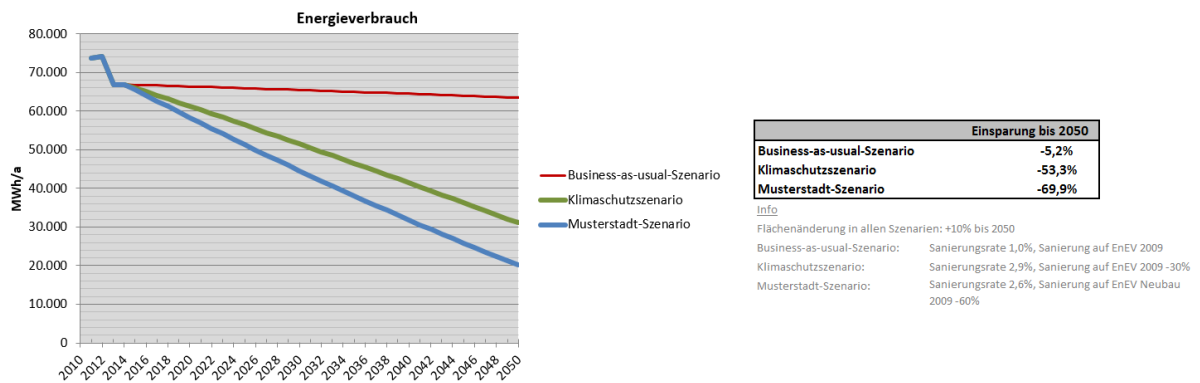
Szenario	Business-as-usual-Szenario	Klimaschutzszenario	Individualszenario
Sanierungsrate	1,0%	Mind. 2,9% *)	Einstellbar
Sanierungsstandard	EnEV Neubau 2009	EnEV Neubau 2009 -30%	Einstellbar
Zieljahr für Sanierung des gesamten Bestandes	-	2050	Einstellbar
Flächenänderung	Analog zur Bevölkerungsentwicklung	Einstellbar	Einstellbar
Baukostensteigerung	Einstellbar	Einstellbar	Einstellbar

*) Abhängig vom Startjahr der Betrachtung. Sanierungsrate wird so berechnet, dass bis 2050 der gesamte Gebäudebestand saniert wurde.

Das Individualszenario dient dazu, neben den Leitszenarien BAU- und Klimaschutzszenario, eine auf die jeweiligen kommunalen Voraussetzungen und Möglichkeiten abgestimmte Entwicklung zu berechnen. Die genaueren Berechnungsgrundlagen sind im Handbuch zum Tool beschrieben.

6.5 Ergebnisse

Als Ergebnis werden die abgeschätzten Energieverbräuche, die daraus resultierenden CO₂-Emissionen sowie die Energie- und Sanierungskosten für alle drei Szenarien sowie einzelne Gebäudekategorien berechnet. Die übersichtliche grafische Darstellung erlaubt einen einfachen Vergleich der Szenarien. Zusätzlich werden wichtige Kennzahlen wie die Gesamtsumme der Sanierungskosten und überschlägig eingesparte Energiekosten sowie CO₂-Vermeidungskosten ausgewiesen (siehe nachfolgende Grafiken).



Szenario	Business-as-usual-Szenario	Klimaschutz-Szenario	Musterstadt-Szenario
gesamte Sanierungskosten	451.798.473 €	1.490.539.996 €	1.425.562.032 €
energetische Mehrkosten	- €	178.933.198 €	304.576.045 €
Energiekosten	769.496.616 €	459.024.353 €	344.499.153 €
eingesparte Energiekosten	- €	310.472.263 €	424.997.463 €
Saldo (Mehrkosten vs. gesparte Energiekosten)		131.539.064 €	120.421.418 €
Saldo (als Anteil der ges. Sanierungskosten)		8,8%	8,4%
eingesparte CO2-Emissionen		356.177 t CO2	489.311 t CO2
CO2-Vermeidungskosten		-369 €/t CO2	-246 €/t CO2

Hinweis: Beträge abgezinst auf 2015

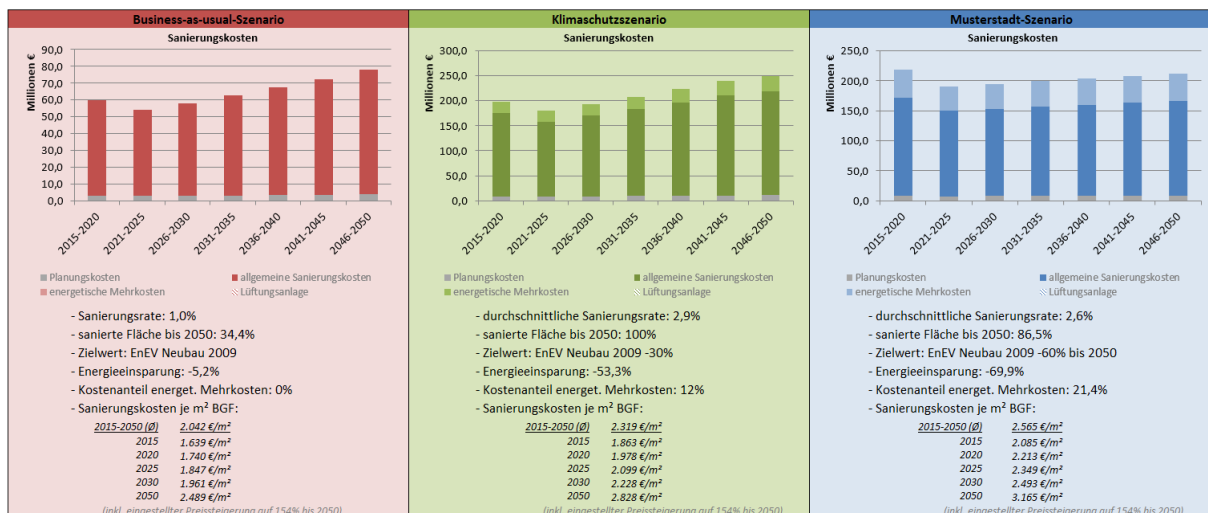
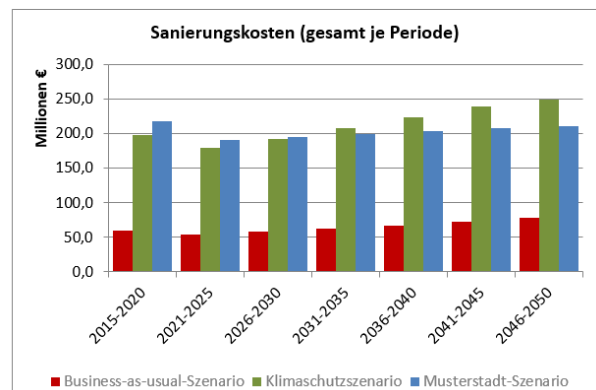
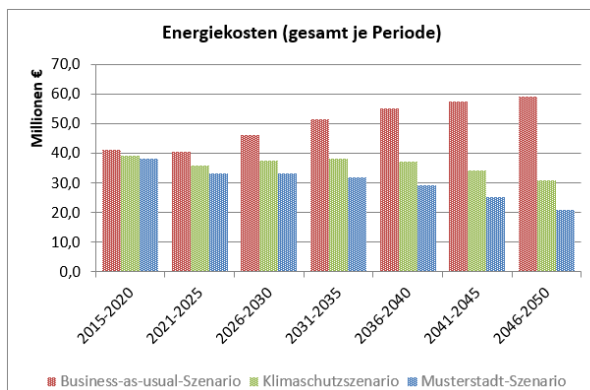
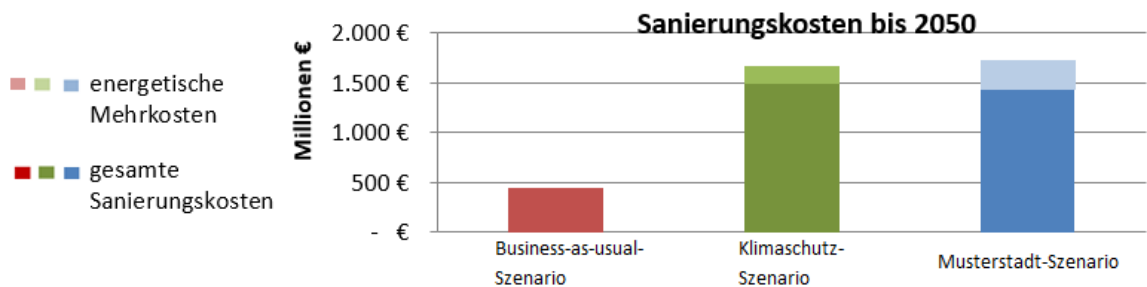


Abbildung 6-13: Beispielhafte Ergebnisgrafiken eines fiktiven Gebäudebestandes

Der Vergleich mehrerer Sanierungsszenarien samt ihrer finanziellen Auswirkungen für den kommunalen Gebäudebestand erlaubt eine fundierte Bewertung verschiedener möglicher Entwicklungen. Die Parameter für die individuelle kommunale Strategie bewegen sich in der Regel in dem Szenariorahmen, der zwischen der Darstellung der Entwicklung bei Fortsetzen der gegenwärtigen Sanierungstätigkeiten (BAU-Szenario) und den notwendigen Sanierungstätigkeiten zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung (Klimaschutzszenario) aufgespannt ist. Das FinSa-Tool ist also ein wichtiges Werkzeug, das eine Entscheidungsgrundlage für die Festlegung einer langfristigen Gebäude(sanierungs)strategie für den Weg in Richtung Klimaschutz zur Verfügung stellt.

7 Finanzierungsoptionen

7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

7.1.1 Gesetze und Verordnungen zur Gebäudehülle und -technik

Um der grundlegenden Versorgung der Bevölkerung mit wesentlichen Gütern und Dienstleistungen gerecht zu werden, wie es die öffentliche Daseinsvorsorge vorsieht, sind Kommunen u.a. verpflichtet, ihre Liegenschaften instand zu halten und in gewissen Zeitabständen grundlegend zu sanieren und zu modernisieren. In der Vergangenheit wurden Kommunen dieser Aufgabe aus verschiedenen Gründen teilweise nicht gerecht, massiver Investitionsrückstau entstand. Bei Sanierung und Modernisierung müssen verschiedene Gesetze beachtet werden, dem die Liegenschaften zum Zeitpunkt der Errichtung nicht entsprechen mussten. Im Zusammenhang mit dieser Studie ist hier insbesondere die Einhaltung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in ihrer jeweils gültigen Fassung zu berücksichtigen.

Die EnEV stellt eines der wichtigsten Instrumente der Energie- und Klimaschutzpolitik in Deutschland dar und zielt dabei hauptsächlich auf den Wärmebereich. Sie wurde im Jahr 2002 erlassen und löste die Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnV) ab. Die EnEV gibt für Wohn- wie Nichtwohngebäude und für Neubauten wie Sanierungen die jeweils zu erreichenden Standards vor. Seit 2002 wurde die EnEV mehrmals novelliert, aktuell gilt die EnEV 2013 mit ihrer letzten Änderung vom Oktober 2015. Insgesamt stellt die EnEV einen guten Hebel zur Erreichung der Klimaschutzziele Deutschlands dar, wenn weiterhin sukzessive entsprechende Verschärfungen gesetzlich verankert werden.

Neben den energetischen Auflagen, die durch die Energiewende relativ bekannt sind und auch durch eine Reihe von Förderinstrumenten finanziell unterstützt werden, sind Kommunen jedoch auch gezwungen bei einer Sanierung die geltenden Regeln der Barrierefreiheit (DIN 18040-1) und des Brandschutzes (verankert z.B. in den Feuerwehrgesetzen und Bauordnungen) zu berücksichtigen. Auch hierfür müssen oftmals beträchtliche Summen aufgebracht werden.

7.1.2 Gesetze und Verordnungen zur Finanzmittelbeschaffung

Für dieses Projekt von Relevanz sind aber auch die rechtlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der Finanzmittelbeschaffung. Hierbei unterliegen die Kommunen gesetzlichen Vorgaben sowie der Genehmigungspflicht der Kommunalaufsicht.

Die Kommunalabgabengesetze (meist KAG) der Länder legen hierbei fest, welche kommunalen Steuern erhoben werden dürfen. Des Weiteren regeln Bundesgesetze wie Abgabenordnung (AO), Gewerbesteuerengesetz (GewStG), Grundsteuergesetz (GrStG) oder Gemeindefinanzreformgesetz (GemFinRefG) die Einnahmen der Gemeinden. Weitere Einnahmen erzielen Kommunen durch die Beteiligung am Umsatzsteueraufkommen sowie an Lohn- und Einkommensteuer und je nach Finanzkraft durch den kommunalen Finanzausgleich. Neben Finanzmitteln aus direkten Einnahmen können Kommunen das kommunale Vermögen rentabel nutzen (§ 5 Abs. 1 Kommunalvermögensgesetz (KVG)) und sich Finanzmittel auf dem Kapitalmarkt beschaffen. Bei letzterem handelt es sich um Kommunalkredite, in den letzten Jahren aber in zunehmenden Maße auch um Kassenkredite. Die beiden Kreditformen unterscheiden sich zum einen durch ihre Laufzeit, zum anderen gelten Kassenkredite nicht als Kredit, sondern werden im Verwaltungshaushalt gezeigt und berühren somit nicht den genehmigten Kreditrahmen. Die Mittelaufnahme durch einen Kassenkredit ist nicht im Haushalt als eigene Position aufzuführen, in der Haushaltssatzung muss aber

der Höchstbetrag der Kassenkredite festgelegt und von der Kommunalaufsicht genehmigt werden. Kassenkredite dienen an sich der kurzfristigen Überbrückung von Einnahmen- und Ausgabenschwankungen, wurden aber in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend zur fortlaufenden Ausgabenfinanzierung verwendet. Infolge stiegen sie von 1,2 Milliarden Euro 1992 auf fast 48,6 Milliarden Euro im Jahre 2013 (BMFi, 2014) und werden zunehmend zum Problem für finanzschwache Kommunen (Herrmann, 2011).

7.1.3 Rolle der Kommunalaufsicht

Über die Einhaltung der Rechte und Gesetze innerhalb der Kommunen, hier insbesondere über die Haushalte und die Verschuldung, wacht die Kommunalaufsicht. Die Kommunalaufsicht obliegt den Landkreisen resp. den zuständigen Landesmittelbehörden oder Landesbehörden. Die Funktion der Kommunalaufsicht ist die Fach- und Rechtsaufsicht über das kommunale Handeln. Zu ihren Kernaufgaben gehört die Rechtmäßigkeitsprüfung der Haushaltssatzung (inkl. Haushaltsplan). Insbesondere im Rahmen der kommunalen Finanzaufsicht gibt es Gestaltungsspielraum hinsichtlich der Auslegung der Kreditlinie, die vom Fachpersonal der zuständigen Kommunalaufsicht abhängig ist. Neben den Kämmerern und Kommunalpolitikern stellt die Kommunalaufsicht somit nach Ansicht der an dieser Studie beteiligten Kommunen einen Schlüsselakteur in Bezug auf die Finanzmittelbeschaffung dar. Originär nimmt die Kommunalaufsicht eine Schutzfunktion wahr, die verhindern soll, dass sich Kommunen überschulden und somit handlungsunfähig werden. Mancherorts wirkt die Umsetzung dieser Schutzfunktion laut Aussage der am Projekt beteiligten Kommunen aber undurchsichtig und willkürlich. Dann wird die Kommunalaufsicht als Hemmnis wahrgenommen.

Hierzu äußerten sich Kommunalvertreter folgendermaßen:

„Sie [die Kommunalaufsicht] stellt insofern ein Hemmnis dar, als dass es nicht möglich ist, energetische Sanierungen als ‚rentierliche‘ Investitionen geltend zu machen, so dass diese nicht auf die genehmigte Kreditlinie angerechnet werden können.“

„[Es ist] ...nicht möglich, die einschlägigen subventionierten KfW-Kredite für energetische Sanierungen in Anspruch zu nehmen, da diese auf die genehmigte und ausgeschöpfte Kreditlinie angerechnet werden.“

„[Die Verhandlung mit der Kommunalaufsicht gleicht einem]...Glaubenskrieg um Zahlen...“

Um die notwendigen Sanierungen der kommunalen Liegenschaften zu finanzieren und somit das kommunale Vermögen gemäß § 5 Abs. 1 KVG zu nutzen („Die Nutzung des kommunalen Vermögens hat grundsätzlich so zu erfolgen, daß seine rentable Verwertung, ein wirksamer kommunaler Einfluß und die Finanzkontrolle durch die Kommunen gesichert sowie der öffentliche Zweck beachtet werden.“), könnte ein Lösungsansatz sein, eine gesetzlich festgelegte Sanierungsquote zu erlassen und so Ausgaben für die Sanierung gegenüber der Kommunalaufsicht genehmigungsfähig zu machen. Dieses Vorgehen würde von den Teilnehmer-Kommunen begrüßt, wenn auch teilweise Skepsis über die Umsetzbarkeit herrscht. Ein zweiter Weg, Investitionen in umfangreiche Sanierungen genehmigungsfähig zu machen, wäre, Pflichtausgaben für den kommunalen Gebäudebestand einzuführen. Das hätte den positiven Nebeneffekt, dass kalkulatorische Mieten oder Vollkostenmieten in die Instandhaltung der Gebäude zurückgeführt würden, also langfristig der

Bestand gewahrt würde. Aktuell werden mit diesen Einnahmen teilweise die Schulden getilgt, auf lange Sicht droht jedoch Substanzverzehr.

Neben einer festgelegten Sanierungsquote stellt insbesondere die Wirtschaftlichkeitsberechnung einen Diskussionspunkt dar. Für diese existieren keine einheitlichen Standards, die Kommunalaufsichten prüfen diese teilweise auch nicht. Das heißt, jede Kommune berechnet die Wirtschaftlichkeit einer Investition mit eigenen Annahmen. Eine Vergleichbarkeit ist nicht gegeben, auch mangelnde Transparenz kann kritisiert werden. Wünschenswert wäre eine mindestens landesweit nicht sogar bundesweite Einigung auf einige wichtige Grundparameter der Wirtschaftlichkeitsberechnung (Bauteillebensdauer, Kalkulationszinsfuß, allgemeine Preissteigerung, Energiepreissteigerung) und die grundlegende Vorgehensweise bei der Berechnung (Gesamtkostenberechnung, Barwert-Methode, Kapitalwertbetrachtung bei Vollkostenuntersuchung über die voraussichtliche Nutzungszeit), die in regelmäßigen Abständen angepasst und festgelegt wird. So könnte die Wirtschaftlichkeit einer Sanierung von der Kommunalaufsicht einfacher überblickt und die Investition genehmigt werden. Gleichzeitig hätten die Kommunen die Sicherheit, das Investitionsvorhaben, so es denn rechtens ist, auch genehmigt zu bekommen.

7.2 Überblick über Förderrichtlinien

Zur energetischen Sanierung kommunaler Liegenschaften stehen auf EU-, Bundes- und Landesebene verschiedene Fördertöpfe zur Verfügung. Auf EU-Ebene sind hier insbesondere die EFRE-Mittel zu erwähnen, auf Bundesebene die Förderprogramme „Investitionskredit Kommunen“ (IKK). Viele Bundesländer haben zusätzlich eigenen Fördertöpfe, die Kredite oder Zuschüsse gewähren. Eine Übersicht ist in Tabelle 7-1 gegeben. Von Interesse im Zusammenhang mit dieser Studie sind die fett markierten Programme.

Tabelle 7-1 Übersicht der Förderrichtlinien für energetische Sanierung

EU-Ebene	Förderprogramm	Art der Förderung	Wer fördert?
	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)	Zuschüsse	EU
	Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER)	Zuschüsse	EU
	Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)	Darlehen, Beteiligungen	EU
Bundes-Ebene	Förderprogramm	Art der Förderung	Wer fördert?
	Energieeffizient sanieren	Kredite	KfW-Bank
	IKK: Energetische Stadtsanierung - Quartiersversorgung	Kredite	KfW-Bank
	IKK: Energetische Stadtsanierung - Stadtbeleuchtung	Kredite	KfW-Bank
	IKK: Energetische Stadtsanierung - Zuschüsse Quartierskonzepte	Kredite	KfW-Bank
	Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien	Zuschüsse, Kredite	BAFA
	Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative	Beratung, Zuschüsse	Bund
	Städtebauförderung	Zuschuss	Bund
Landes-Ebene	Förderprogramm	Art der Förderung	Wer fördert?
Baden-Württemberg	CO ₂ -Minderungsprogramm Klimaschutz-Plus des Ministeriums für Umwelt und Verkehr	Zuschüsse	Land
	Förderangebote Energiesparen und Umweltschutz für Kommunen (Staatsbank Baden-Württemberg (L-Bank))	Darlehen, Kredite	Land, Bund
	Bioenergiebewerb (Investitionen in Neuanlagen mit bisher nicht kaum eingesetzter Biomasse)	Zuschüsse	EFRE, Land
Bayern	Förderung der CO ₂ -Vermeidung durch Biomasseanlagen (BioKlima)	Zuschüsse, Boni	Land
Brandenburg	Brandenburg-Kredit für Kommunen	Darlehen, Kredite	Land
	Förderung der energetischen Modernisierung von kommunalen Nichtwohngebäuden der sozialen Infrastruktur sowie von kommunalen Verwaltungsgebäuden	Zuschüsse	Land
Hessen		Zuschüsse	Land
Mecklenburg-Vorpommern	Klimaschutz-Förderrichtlinie	Zuschüsse	Land
	Investitionen in Dienstleistungseinrichtungen zur Grundversorgung im Rahmen ILERL M-V	Zuschüsse	(Land), ELER Kommunen, Stadtwerke
Niedersachsen	Förderangebote Nichtwohngebäude (proKlima)	Zuschüsse	
Nordrhein-Westfalen	Progres.nrw - Programm für rationelle Energieverwendung, regenerative Energien und Energiesparen - Förderbaustein Markteinführung	Förderung von Ausgaben	Land
Rheinland-Pfalz	Zinszuschüsse für Investitionen im Bereich der Energieeffizienz und der Energieversorgung	Zinszuschüsse	Land
Saarland	Zukunftsenergieprogramm kommunal (ZEP-kommunal)	Zuschuss	Land
Schleswig-Holstein	Kommunaler Investitionsfond (KIF)	Darlehen, Zuweisungen	Land

Für Berlin, Bremen, Hamburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen sind aktuell keine passenden Förderprogramme bekannt.

Allen hier aufgeführten Förderprogrammen ist gemein, dass sie auf Energieeinsparungen und Sanierungen im energetischen Bereich abzielen. Es ist laut Aussage der teilnehmenden Kommunen jedoch kein Problem, Mittel für die energetische Sanierung aufzubringen, da es zum einen die erwähnten Förderprogramme gibt und zum anderen die eingesparten Energiekosten die energetischen Sanierungsmehrkosten mindestens teilweise refinanzieren. Problematisch ist es für die Kommunen die grundsätzliche Sanierung zu finanzieren (siehe auch Kapitel 0). Hierfür stehen regelmäßig zu wenig Mittel zur Verfügung.

7.2.1 Erfahrungen der Kommunen mit den Förderprogrammen

Für diese Studie wurden die Kommunen zu ihren Erfahrungen mit den verschiedenen Förderprogrammen und Fördermittelgebern befragt. Hierbei wurden insbesondere die Förderprogramme auf Bundesebene kritisiert. Dies sind zum einen die KfW-Programme, die regelmäßig Förderung über zinsvergünstigte Kredite anbieten. Hierbei bleiben jedoch zwei Faktoren unberücksichtigt: Zum einen haben die Kommunen in der Regel keinen Liquiditätsengpass und benötigt insofern keine zinsvergünstigten Darlehen sondern stattdessen nicht rückzahlbare Zuschüsse. Durch neue - und seien es noch so günstige - Kredite wird das Verschuldungsproblem nicht gelöst. Zum anderen werden die KfW-Kredite genau wie andere Kredite auf die durch die Kommunalaufsicht zu genehmigende Kreditlinie angerechnet. KfW-Kredite für Sanierungen kommen daher für Kommunen mit Kreditsperre nicht infrage. Außerdem wurde geäußert, dass die Anträge für KfW-Kredite äußerst aufwändig seien, so dass die Zinseinsparungen gerade bei verhältnismäßig kleinen Krediten (wie z.B. für die energetische Sanierung nötig) durch den personellen Mehraufwand wieder aufgebraucht werden. Die Inanspruchnahme lohnt sich daher erst bei Krediten in Millionenhöhe für große Infrastrukturprojekte. Sollte es von Seiten der KfW resp. des Bundes gewünscht sein, dass mehr Kredite aus den Programmen zur energetischen Sanierung in Anspruch genommen werden, ist eine Entbürokratisierung dringend notwendig.

Neben den KfW-Krediten gewährt auf Bundesebene zum anderen die nationale Klimaschutzinitiative (NKI) Zuschüsse zu energetischen Sanierungsmaßnahmen. Hier wurde aus der Befragung verschiedene Probleme bei der Durchführung von Projekten deutlich: Laut Kommunalvertretern sind die Programme und ihre Ausschreibungen häufig zu sehr auf den wissenschaftlichen Bereich bezogen, es fehlt an Praxisbezug. Hieraus ergibt sich auch, dass die Bearbeiter der Fördermittel vergebenden Institute häufig aus dem wissenschaftlichen Bereich stammen und die kommunale Praxis nicht kennen. Häufig wechselnde Bearbeiter stellen ein weiteres Problem dar. Zuletzt führt die zeitliche Verschiebung und der lange Zeitraum von Antragstellung bis zur Bewilligung der Mittel dazu, dass teilweise andere Projekte relevant werden und eingestellt worden wären, wäre der letztendliche Projektbeginn vorher bekannt gewesen. Rückmeldungen zur Bewilligung von Projekten kommen von Seiten des Projektträgers häufig zu spät, um Maßnahmen noch in Haushalten der laufenden Jahre unterzubringen bzw. mit kommunal üblichen zeitlichen Vorläufen noch rechtzeitig durchzuführen.

Positiv hervorgehoben wurde jedoch (auch von nicht-hessischen Kommunalvertretern) insbesondere das hessische Programm „Förderung der energetischen Modernisierung von kommunalen Nichtwohngebäuden der sozialen Infrastruktur sowie von kommunalen Verwaltungsgebäuden“. Es gewährt klar definierte Zuschüsse in realistischer Höhe und wird unbürokratisch vergeben.

7.3 Finanzierungsmodelle und -strategien

Für das Projekt wurden verschiedene Finanzierungsmodelle hinsichtlich ihres Potentials betrachtet, die die Finanzierungslücke bei den Kommunen für die Sanierung ihrer Liegenschaften zu schließen. Dabei wurden im Vorfeld des Projekts insbesondere Instrumente bedacht, die die energetische Sanierung ermöglichen sollen. Diese sind in Tabelle 7-2 aufgeführt. Aufgrund der veränderten Zielsetzung (Finanzierungsmöglichkeiten nicht nur für energetische Sanierungen sondern Sanierungen insgesamt zu finden) stellte sich jedoch heraus, dass die meisten dieser Instrumente nicht ausreichend Mittel aufbringen, um die Gesamtsanierungen zu finanzieren. Daneben sind weitere Hindernisse identifiziert worden, die der Tabelle stichpunktartig zu entnehmen sind. Tiefergehende Erläuterungen zu den Hemmnissen und Chancen sowie eine kurze Beschreibung der jeweiligen Wirkweise der Instrumente sind den Abschnitten 7.3.1 bis 7.3.8 zu entnehmen. Außerdem wird jeweils die in Interviews mit den beteiligten Projektkommunen abgefragte Erfahrung der Kommunen mit dem Instrument wiedergegeben.

Tabelle 7-2: Übersicht über die betrachteten Finanzierungsmodelle

	Finanzierungsmodell	Hindernis/Chance
1	Contracting	Ist eingeführt, greift „low hanging fruits“ ab, löst aber nicht Gesamt-Sanierungs-Problem
2	Intracting	Ist eingeführt, greift „low hanging fruits“ ab, löst aber nicht Gesamt-Sanierungs-Problem
3	Stabilisierung / Erhöhung der kommunalen Einnahmen	Gibt Handlungsspielraum zurück, muss zweckgebunden erfolgen
4	Erweiterung des zulässigen kommunalen Kreditrahmens für Energetik	Senkt nicht die Kreditbelastung, löst nicht Gesamt-Sanierungs-Problem
5	Anpassung der bewirtschafteten Gebäudefläche	Aus ökonomischer Sicht sinnvoll, teilweise politisch heikel
6	Erweiterung von Ausfallbürgschaften	Senkt nicht die Kreditbelastung
7	Bundestreuhandfonds (aus Einsparungen refinanziert)	Hoher bürokratischer Aufwand, schon auf kommunaler Ebene sehr komplex
8a	Opt-In in europäischen Emissionshandel (EU-ETS)	Aktuell unter 5 €/t, deshalb kein ökonomischer Anreiz
8b	Klimaschutzfonds gespeist aus EU-ETS	Aktuell unter 5 €/t, keine ausreichenden Mittel vorhanden

7.3.1 Contracting

7.3.1.1 Anlagen-Contracting

Contracting im ursprünglichen Sinne bezieht sich auf die Lieferung von Energie (Wärme, Strom) oder die Bereitstellung einer Anlage. Eine eigentlich der Kommune resp. dem Gebäudeeigentümer obliegende Aufgabe geht hierbei durch zeitlich begrenztes Outsourcing an einen Dienstleister (Contractor) über. Im Vordergrund steht in erster Linie die Modernisierung und Optimierung von Energieerzeugungs- und -verteilungsanlagen. Der Vorteil für die Kommune ergibt sich insbesondere dadurch, dass sie dafür keine eigenen Finanzmittel einsetzen muss. Die Kommune bezahlt weiterhin die Energiekosten in gewohnter Höhe, der Contractor refinanziert seine Investition durch einen Teil oder die gesamten Einsparungen, die durch die neue Anlage entstehen.

Erfahrung der Kommunen

Diese Art des Anlagen-Contracting kommt bei den befragten Kommunen nicht sehr häufig zum Tragen, weil dabei Know-How an Dritte verloren geht. Kritisiert wird zudem, dass sich für externe Dienstleister nur schnell rentierliche und eher einfach umsetzbare Maßnahmen lohnen („low hanging fruits“). Die Einsparungen hieraus könnten intern für die Kommune für langfristige Sanierungen zur Verfügung stehen, verbleiben aber stattdessen beim Contractor. Für kleinere Kommunen mit nur geringer personeller Ausstattung kann das Anlagen-Contracting jedoch in Einzelfällen interessant sein, weil sonst aus Kapazitätsgründen oder wegen fehlendem Know-How womöglich gar keine Modernisierung stattfände.

7.3.1.2 Energie-Einspar-Contracting

Etwas anders gestaltet sich das sogenannte Energie-Einspar-Contracting. Hierbei modernisiert der Contractor ebenfalls die Anlagentechnik, allerdings zumeist in deutlich größerem Umfang. In Zusammenarbeit mit der Kommune wird hierbei ein Gesamtkonzept für eine oder sogar mehrere Liegenschaften erstellt, das Planung und Umsetzung sowie Wartung und Instandhaltung der Anlagen umfasst. Die Investition tätigt der Contractor, er kann dabei durch Forfaitierung in den Genuss kommunaler Kreditbedingungen kommen. Direkt nach Fertigstellung der Anlage geht die Anlage in das Eigentum der Kommune über. Für den Betrieb wird eine Dienstleistungspauschale an den Contractor bezahlt. Im Gegenzug dazu garantiert der Contractor eine Energie(kosten)einsparung.

Für die Kommune ergeben sich Vorteile dadurch, dass sie keine Eigenmittel aufbringen muss, sondern laufende Posten bezahlt und im Falle von Anlagenausfällen nicht selbst tätig werden muss, sondern im Rahmen des Wartungsvertrags den Contractor ruft. Kritisiert werden kann bei diesem Konzept, dass die durch Forfaitierung unternehmerisches Risiko auf die Kommune übertragen wird, die im Falle eines Ausfalls des Contractors den Kredit bedienen muss, ohne Gegenleistung zu erhalten. Außerdem können nur sehr große Unternehmen dieses Contracting-Modell anbieten, dies schließt lokale, kleine Handwerksbetriebe und Mittelstand aus, die investierten Mittel fließen aus der Region ab.

Erfahrung der Kommunen

Bisher ist es aufgrund der Vertragslaufzeiten von maximal 15 Jahren auf technische Gebäudeausrüstung beschränkt, die Gebäudehülle bleibt unangetastet. Da dies das Hauptaugenmerk des vorliegenden Projektes ist, ist das Instrument als nicht geeignet einzustufen. Die teilnehmenden Kommunen, die bereits Erfahrung mit dem Energie-Einspar-Contracting gemacht haben, bewerten es als negativ. Bemängelt wurde das sogenannte „Rosinen-Picken“, d.h. nur schnell rentierliche Maßnahmen wurden durchgeführt, sowie die niedrige Qualität der Begleitung in der Betriebsphase. Auch hier gilt jedoch, wenn die Kommune keinerlei finanziellen Spielraum hat oder aufgrund der geringen Größe Wissen oder Personal fehlt, werden durch einen externen Contractor wenigstens einige Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes umgesetzt.

7.3.2 Intracting

Die Funktionsweise des kommunalen Intracting ähnelt der des Contracting, abgesehen davon, dass die geplante Einsparmaßnahme *„nicht von einem externen Dritten abgewickelt wird, sondern [...] eine Organisationseinheit innerhalb der Verwaltung die Contractorrolle übernimmt.“* (Kristof, 1998, S. 3) Abbildung 7-1 zeigt die Wirkweise und Zusammenhänge des Intracting nach dem bereits seit 20 Jahren existierenden und gut etablierten Stuttgarter Modell.

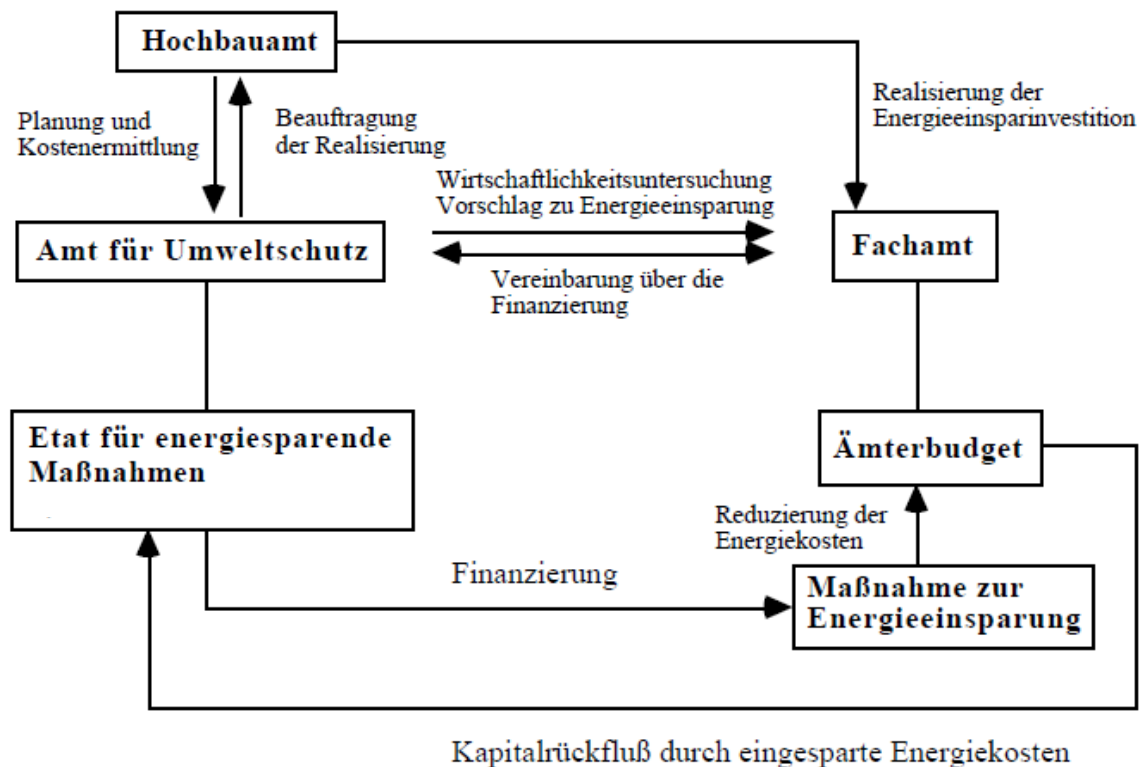


Abbildung 7-1: Funktionsweise des Intracting - Stuttgarter Modell (Quelle Kristof, 1998, S.18)

Das Intracting bringt gegenüber dem Contracting zunächst einige Vorteile. Die Kosten-Einsparungen bleiben bei der Kommune, es werden keine Zuschläge für Wagnis und Gewinn fällig, dadurch erhöht sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme. Der Kontrollaufwand bei der Umsetzung ist gering, die Stadt entscheidet selber über die Art der Investitionen in ihren Liegenschaften, es wird kein Einflussbereich aufgegeben. Für die Mitarbeiter der Kommune kann es motivierend sein, dass sie selbst Vorschläge einbringen können.

Als nachteilig kann gesehen werden, dass die Schnittstellendefinition aufwändig ist und die genaue Zuordnung der Einsparungen zur Refinanzierung manchmal schwierig ist. Die Einführung des Intracting benötigt eine Anschubfinanzierung mit der die ersten Maßnahmen umgesetzt werden können. Außerdem ist das Intracting nur für große Kommunen geeignet, die über ausreichend Personal mit entsprechendem Wissen verfügen. Nicht zuletzt werden auch hier nur Maßnahmen mit sehr kurzer Amortisationszeit umgesetzt (Beleuchtung, Regelungstechnik, Thermostatventile, Heizungstechnik); die Gebäudehülle bleibt auch hier unangetastet, weshalb das Instrument für das Ziel dieser Studie als nicht geeignet eingestuft werden muss.

Erfahrung der Kommunen

In den teilnehmenden Kommunen ist das Intracting teilweise seit Jahren eingeführt und hat dabei zu beträchtlichen Energie- und Kosteneinsparungen geführt. Die Erfahrung in diesen Kommunen hat gezeigt, dass viel Vertrauen zwischen den einzelnen Verwaltungseinheiten nötig ist, um z.B. die Einsparungen richtig zuzuordnen oder die Maßnahmen entsprechend auszuwählen. Wenn dieses Vertrauen existiert, funktioniert das Intracting gut. In Kommunen, in denen es nicht eingeführt ist, fehlen oftmals die Mittel zur Anschubfinanzierung.

7.3.3 Stabilisierung bzw. Erhöhung der kommunalen Einnahmen

Ein sehr augenscheinliches Instrument zur Finanzierung der Sanierung kommunaler Liegenschaften stellt die Stabilisierung resp. Erhöhung der kommunalen Einnahmen dar. Dies gibt auch Kommunen mit Haushaltsnotlage ihre Handlungsfähigkeit zurück. Der Spielraum, kommunale Einnahmen mithilfe von kommunalen Steuern und Abgaben zu erhöhen, ist weitgehend ausgereizt und regional auch zu unterschiedlich zu bewerten, als dass man dies hier als Finanzierungsinstrument empfehlen könnte. Die Erhöhung der kommunalen Einnahmen muss daher über die Bundes- und Landesebene geschehen. Dies ist in der momentanen Finanzlage grundsätzlich möglich, auch wenn ganz aktuell durch die angespannte Flüchtlingssituation große (nicht nur) finanzielle Herausforderungen für Bundes-, Landes- und Kommunalhaushalte anstehen.

Die Mittel für die Erhöhung der kommunale Einnahmen können beispielsweise aus dem steigenden Umsatzsteueraufkommen generiert werde. Hierbei könnte der kommunale Anteil erhöht werden. Dies wird jedoch von den teilnehmenden Kommunen als nicht zielführend angesehen (s.u.). Auch der 2019 auslaufenden Solidarpakt, der laut Bundesregierung weiterlaufen soll, bietet die Möglichkeit, Kommunen zu unterstützen. Das Aufkommen aus dem Solidaritätszuschlag belief sich im Jahr 2012 auf über 13,5 Mrd. Euro mit steigender Tendenz, die Diskussion um die Verteilung des Mittel nach 2019 ist im Gange. Die Verwendung für die Sanierung kommunaler Liegenschaften ist hier nur eine Idee unter vielen. Woraus die Mittel jedoch im Endeffekt generiert werden, ist eine politische Entscheidung. Wichtig ist, die Kritik der Kommunen aufzunehmen (s.u.) und die Mittel zweckgebunden zu verteilen. Eine mögliche Ausgestaltung ist in Kapitel 7.4 ausgeführt.

Erfahrungen der Kommunen

Die teilnehmenden Kommunalvertreter wurden nach ihrer Einschätzung befragt, was passieren würde, wenn der kommunale Anteil des Umsatzsteueraufkommens von derzeit 2% auf 5% erhöht würde. In Kommunen mit Haushaltsnotlage würden die Mittel in erster Linie zur Defizitdeckung eingesetzt, in anderen Kommunen zur Sanierung von Infrastruktur insbesondere Straßen- und Brückensanierung. In wenigen Fällen u.a. auch zur Gebäudesanierung. Um eine quantitative Einschätzung gebeten, schätzen die Kommunen die Chance, dass die Mittel in die Sanierung von Liegenschaften fließen, auf einer Skala zwischen 1 (niedrig) und 5 (hoch) im Mittel als 2 ein. Nur eine Kommune gab an, dass sie mit 4 die Chance als eher hoch einschätzt. Einig sind sich die Kommunalvertreter, dass eine reine Erhöhung der kommunalen Einnahmen nicht zwangsläufig dazu führen wird, dass sich die Sanierungsrate in den Kommunen auf das geforderte Maß erhöht und die kommunalen Liegenschaften auf einem hohem energetischen Standard saniert werden. Dies passiert nur, wenn die Mittel zweckgebunden vergeben werden und an die Vergabe bestimmte Anforderungen gestellt werden. Diese Anregungen werden in Kapitel 7.4, in dem die Erhöhung kommunaler Einnahmen speziell zum Zweck der Sanierung kommunaler Gebäude durch ein Sondervermögen „Kommunale Liegenschaften“ vorgeschlagen wird, aufgegriffen und weitergeführt.

7.3.4 Erweiterung des zulässigen kommunalen Kreditrahmens für rentierliche energetische Sanierungen

Denkbar ist eine Erweiterung des kommunalen Kreditrahmens, die an bestimmte Anforderungen geknüpft ist. Die Anforderungen können hierbei u.a. sein:

- Wirtschaftlichkeit der Maßnahme resp. des Maßnahmenbündels
- Energetische Sanierung über gesetzlichem Mindeststandard
- Funktionierendes kommunales Energiemanagement

Diese Anforderungen basieren auf Vorschlägen der an der Studie teilnehmenden Kommunalvertreter und finden Eingang in den Vorschlag zum Sondervermögen „Kommunale Immobilien“ (Abschnitt 7.4).

Als Grundlage muss zunächst Übereinkunft darüber herrschen, wie die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen berechnet wird, um einheitliche Entscheidungen treffen zu können. Darauf basierend müssen die verantwortlichen Kontrollinstanzen (Kommunalaufsicht) entscheiden, welche Maßnahmen zusätzlich genehmigungsfähig sind. Der grundsätzliche Vorteil der Durchführung rentierlicher energetischer Sanierung ist die Erhöhung der Gesamtwirtschaftlichkeit der Sanierung. Kritisiert werden könnte, dass die Kommunen sich durch diese Maßnahme weiter verschulden, weshalb die Wirtschaftlichkeit oberstes Ziel bleiben muss. Grundsätzlich muss aber vor allem beachtet werden, dass durch die Erweiterung des zulässigen kommunalen Kreditrahmens für rentierliche energetische Sanierungen die Verschuldung der Kommunen steigt, das Grundproblem also nicht gelöst wird.

7.3.5 Optimierung der Gebäudenutzungsstruktur

Die Erhebung zu den vorgehaltenen Flächen der Modellkommunen ergab einen durchschnittlichen Wert von 3,5 - 4 m²_{BGF}/Einwohner in Städten. Der Bundesdurchschnitt liegt etwas niedriger (von Hebel, Jahn, & Clausnitzer, 2011), dies mag darauf zurückzuführen sein, dass die beteiligten Kommunen mindestens die Funktion von Oberzentren erfüllen und somit auch Infrastruktur für die umliegenden Gemeinden vorhalten. Auf Kreisebene ist dieser Wert deutlich geringer, da hier ein Großteil der Gebäude durch die Gemeinden vorgehalten wird (vgl. Kapitel 3). Aufgrund des demografischen Wandels muss trotz mittelfristig steigender Einwohnerzahlen bis 2050 mit einem Rückgang der Einwohnerzahlen gerechnet werden. Dieser Rückgang wird auch sinkende kommunale Gesamtflächen zur Folge haben. Hierzu sollten bereits heute die Nutzungsstrukturen der kommunalen Gebäude optimiert werden, was zu einem nennenswerten Rückgang des Energieverbrauchs führen kann.

7.3.5.1 Erstellung von Gebäudenutzungsplänen

Hierzu ist es notwendig, dass zunächst Informationen darüber zusammengetragen werden, welche Räume der Gebäude zu welcher Zeit genutzt werden. Eine wichtige Maßnahme ist es daher, dass Gebäudenutzungspläne erstellt und fortgeschrieben werden. Wenn ein Gebäudenutzungsplan verfügbar ist, kann die Kommune in der Folge besser abschätzen, welcher tatsächliche Raumbedarf besteht. Es kann dann objektiv beurteilt werden, ob Gebäude, die nur selten oder gar nicht genutzt werden, verkauft oder vermietet werden können. Darüber hinaus hat ein Gebäudenutzungsplan den Vorteil, dass die Steuerung und Regelung des Heizungssystems deutlich besser auf die tatsächliche Nutzung vorgenommen werden kann.

7.3.5.2 Funktionszusammenlegungen

Bei der Erstellung der Gebäudenutzungspläne und dem Abgleich von verschiedenen Gebäuden kann eine Funktionszusammenlegung diskutiert werden. Diese stellt eine geeignete Maßnahme zur Bedarfsreduzierung im Bereich des Wärme- und Stromverbrauches dar.

7.3.5.3 Anpassung der bewirtschafteten Gebäudeflächen

Wenn aufgrund der Gebäudenutzungspläne und der Funktionszusammenlegungen einzelne Gebäude nicht mehr in einem nennenswerten Umfang genutzt werden, kann die Abtretung der jeweiligen Immobilien erwogen werden. Diese Gebäude fallen dann nicht mehr in den Verantwortungsbereich der Kommune und können ggf. durch die Käufer saniert und energetisch optimiert werden. Der

Verkauf von Liegenschaften kann von erheblicher Bedeutung für die Reduzierung des Energieverbrauchs sein, wenn die Verkaufserlöse zur energetischen Optimierung der verbleibenden Gebäude genutzt werden können.

Erfahrung der Kommunen

Grundsätzlich stehen die Kommunalvertreter der Optimierung der Gebäudenutzungsstruktur positiv gegenüber und setzen diese teilweise bereits um. Die Funktionszusammenlegung ist jedoch teilweise schwierig, weil z.B. die Entscheidung über Schulstandorte nicht bei den Liegenschaftsämtern liegt sondern bei den Schulämtern und teilweise lange geheim gehalten wird. Auch die Entscheidung über Gebäudeabstoßungen erfolgt nicht allein auf rational-ökonomischen Grundlagen sondern unterliegt der Rationale der Nutzer resp. der Politik. Auch soziale Aspekte spielen eine Rolle.

7.3.6 Erweiterung von Ausfallbürgschaften

Als Finanzierungsinstrument überlegenswert ist die Erweiterung von Ausfallbürgschaften. Ausfallbürgschaften existieren heute z.B. in Form der Exportkreditversicherung (sog. Hermesdeckungen/Hermes-Bürgschaft) des Bundes. Dabei bietet der Bund deutschen Unternehmen eine Bürgschaft zum Schutz vor Verlusten durch ausbleibende Zahlungen ihrer ausländischen Geschäftspartner. Für diese Art der Ausfallbürgschaften werden Gebühren erhoben. Insgesamt hat der Bund damit bis heute keine finanziellen Verluste gemacht.

Innerhalb dieses Projekts sollte geprüft werden, in wie fern dieses Instrument auf Kommunen übertragbar ist und bei der (energetischen) Sanierung angewendet werden kann. Die Ausfallbürgschaft könnte ähnlich der Hermesdeckung durch einen Fonds gewährt werden, der über Gebühren von den Kommunen bundesweit gespeist wird. Grundsätzlich sind Ausfallbürgschaften nur denkbar für Projekte, die mit externen Dritten durchgeführt werden, so z.B. Contracting-Projekte. Das Finanzierungsinstrument scheint jedoch nicht zielführend, da - wie bereits in Abschnitt 7.3.1 (Contracting) erläutert - Contracting-Projekte das hier behandelte Problem der Grundsanie rung nicht lösen, sondern im Gegenteil der rentierlich Anteil der Sanierung von externen Dritten abgegriffen wird und die Wirtschaftlichkeit der Gesamtsanie rung sinkt.

7.3.7 Bundestreuhandfonds

Ähnlich dem kommunalen Intracting (vgl. Abschnitt 7.3.2) ist ein Bundestreuhandfonds denkbar, der aus den eingesparten Energiekosten refinanziert wird. Auch diese Maßnahme muss als nicht zielführend bezeichnet werden und wurde deshalb nicht näher untersucht. Abgesehen davon, dass die Zuordnung und Rückführung der Einsparungen bereits auf kommunaler Ebene teilweise schwierig ist, löst das Instrument nicht das Problem der grundsätzlichen Sanierung, sondern kann allenfalls die energetische Sanierung unterstützen. Für diese stehen aber bereits ausreichend Förderinstrumente zur Verfügung. Ein weiteres einzuführen wird nicht empfohlen.

7.3.8 Finanzierungsoptionen mithilfe des europäischen Emissionshandels (EU-ETS)

Zuletzt wurden zwei Finanzierungsoptionen im Zusammenhang mit dem europäischen Emissionshandel (EU-Emission Trading System; EU-ETS) geprüft. Denkbar ist zum einen die Finanzierung von Sanierungen über einen Klimaschutzfonds, der sich aus Einnahmen aus der Versteigerung von Emissionsrechten unter dem EU-ETS speist, wie es z.B. früher mit der Nationalen Klimaschutzinitiative geschah. Zum anderen könnten die durch Sanierung erzielten Emissionsreduktionen verkauft werden. Dafür müssten die durch Einsparungen erzielbaren Emissionsreduktionsmengen in den europäischen Emissionshandel einbezogen werden (sog. Opt-In).

Dadurch bekämen die Kommunen das Recht am Emissionsrechtehandel teilzunehmen. Beide Optionen sind zumindest aktuell nicht zu empfehlen, da die niedrigen Zertifikatspreise weder einen Klimaschutzfonds ausreichend füllen, noch die Mehrkosten der Sanierung auf hohen energetischen Stand decken. Wenn die Preise durch politische Entscheidungen wieder deutlich steigen, sollten diese beiden Optionen neu diskutiert werden, allerdings vor dem Hintergrund, dass auch sie das Problem der grundsätzlichen Sanierung nicht lösen, sondern nur bei dem energetischen Anteil der Sanierungen unterstützen können.

7.4 Sondervermögen „Kommunale Immobilien“

7.4.1 Konzept

Die Untersuchungen zeigen, dass für die anstehenden Sanierungen insbesondere für den nicht-energetischen Anteil Mittel benötigt werden, die bei den Kommunen größtenteils nicht vorhanden sind. Für Kommunen gibt es neben der Finanzierung von Sanierungsmaßnahmen durch Eigenmittel eine Reihe von Finanzierungsmöglichkeiten von außen. Hier kann unterschieden werden zwischen Förderungen im Sinne von Zuschüssen, Fremdkapital und Betreibermodellen. Im Rahmen des Projekts wurden diese Finanzierungsoptionen überprüft und mit den Vertretern aus den Kommunen diskutiert (siehe Abschnitt 7.3). Dabei wurde deutlich, dass aufgrund der höchst angespannten Situation in vielen Kommunen weder eine Sanierung mit Eigenmitteln noch durch Fremdkapital möglich ist, weil ersteres nicht vorhanden und letzteres aufgrund von ausgeschöpften Kreditlinien nicht genehmigt wird. Es bleiben also zwei Optionen: Betreibermodelle und Zuschüsse.

Unter Betreibermodellen werden hier beispielsweise Contracting und ÖPP verstanden. Diese sind zwar für technische Energieeinsparmaßnahmen wie den Austausch von Wärmeerzeugungsanlagen oder für Neubauten immer wieder im Gespräch, die Kommunen haben aber in der Vergangenheit negative Erfahrungen mit diesen Partnern gemacht. Die Offenheit zur Zusammenarbeit ist oft dementsprechend gering. Außerdem lösen diese Ansätze das Problem der fehlenden Wirtschaftlichkeit nicht, denn wenn die Sanierungen wirtschaftlich rentabel wären, würden die Kommunen sie selbst möglichst schnell durchführen. Im Gegenteil, eine Contracting-Maßnahme entzieht sogar der Sanierung noch das letzte bisschen Wirtschaftlichkeit.

Um dem Dilemma zu entfliehen, dass die Kommunen einerseits in Bezug auf ihren Gebäudebestand - zu Recht - eine Vorbildrolle einnehmen sollen, gleichzeitig aber mit hoher Verschuldung und starken Kreditbeschränkungen kämpfen und deshalb keine Möglichkeiten sehen, ihre Liegenschaften zu sanieren, kann nur mit einer Erhöhung der Eigenmittel begegnet werden. Diese zusätzlichen Eigenmittel geben den Kommunen ihren Handlungsspielraum zurück. Eine einfache Erhöhung des kommunalen Anteils am Steueraufkommen ist jedoch nicht zielführend. Die zusätzlichen Mittel würden laut Befragungsergebnissen aus dem Forschungsprojekt in der allgemeinen Deckung von Defiziten versickern (vgl. Abschnitt 7.3.3).

Insgesamt werden für die Sanierung der kommunalen Liegenschaften rund 5,2 Milliarden Euro pro Jahr benötigt, wenn dabei Grundsanieung auf den heutigen Stand der Technik, Anforderungen an Brandschutz, Barrierefreiheit, etc. und einen hohen energetischen Standard berücksichtigt werden (vgl. Abschnitt 0). Hierfür muss ein Sondervermögen „Kommunale Liegenschaften“ eingerichtet werden, das rund 2,6 Milliarden Euro pro Jahr für die Sanierung von kommunalen Gebäuden bereitstellt und so eine Förderquote von 50% erlaubt. Gleichzeitig müssen die Kommunen aber auch

gesetzlich dazu verpflichtet werden, ihre Sanierungsquote auf die erforderlichen knapp 3% zu erhöhen.

7.4.2 Rahmenbedingungen

7.4.2.1 Mittelgeber

Der Mittelgeber für das Sondervermögen kann der Bund sein, wenn dafür z.B. frei werdende Mittel aus dem Solidarpakt genutzt werden, oder Bund und Länder, wenn das Umsatzsteueraufkommen durch geänderte Zuweisung genutzt werden soll. Andere Töpfe sind ebenfalls denkbar. Letztendlich ist es eine rein politische Entscheidung, den Kommunen die Mittel zur Verfügung zu stellen, wenn gleichzeitig gefordert wird, dass sie eine Vorbildrolle einnehmen sollen, und die Kommunen ihrem Auftrag der Daseinsvorsorge gerecht werden müssen. Woher die Mittel kommen, muss in einem politischen Diskurs zwischen Bund, Ländern und Gemeinden entschieden werden.

7.4.2.2 Vergabeinstitution

Die Mittelvergabe sollte möglichst unbürokratisch und daher nicht zu fern von den Kommunen geschehen. Eine Vergabeinstitution auf Bundesebene erscheint laut Einschätzung der Kommunen daher nicht zielführend. Eher sollte die Vergabe auf Landesebene oder je nach Größe des Zuständigkeitsbereichs sogar darunter angesiedelt sein. In einigen Bundesländern existieren fachlich und administrativ sehr gut funktionierende Energieagenturen, die die Mittel verwalten, Maßnahmen prüfen und Kommunen beraten können. In Ländern, in denen dies nicht existiert oder schlecht funktioniert, ist eine Einrichtung - auch unabhängig von dem hier empfohlenen Sondervermögen - dringend zu empfehlen. Insbesondere für kleinere und mittlere Kommunen, die nicht über entsprechend viel Personal oder Wissen verfügen, können die Energieagenturen eine wichtige Beratungsfunktion erfüllen.

7.4.2.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Für die Bewilligung der Maßnahmen muss sich auf eine Methode der Wirtschaftlichkeitsberechnung geeinigt werden, um eine Vergleichbarkeit zu erzielen. Durch unterschiedliche Annahmen bei der Wirtschaftlichkeit kann dieselbe Maßnahme entweder hochrentabel oder völlig unwirtschaftlich sein. Dieses Thema ist hochkomplex und wird hier nicht zu Ende diskutiert. Hier sollen nur die wenigen Berechnungsparameter genannt werden, die auf jeden Fall diskutiert und festgesetzt werden müssen. Außerdem werden in Klammern die Werten genannt, die in den teilnehmenden Kommunen verwendet werden, um zu zeigen welche Spannbreite schon hier existiert.

Berechnungsparameter

- Kalkulationszinsfuß (2 - 4%)
- Betrachtungszeitraum (20 - 50 Jahre)
- Allgemeine Preissteigerung (k.A.)
- Energiepreissteigerung (4 - 5%)

Die angewandte Berechnungsmethode variiert in den Kommunen und reicht von der Gesamtkostenberechnung über Barwert-Methode und Kapitalwertbetrachtung bei Vollkostenuntersuchung über die voraussichtliche Nutzungszeit. Meist wird dynamisch, teilweise aber auch statisch gerechnet. Wichtig ist, dass bei der Berechnung die voraussichtliche Nutzungsdauer unter Betrachtung der Vollkosten resp. bei vorgegebener Amortisationszeit berücksichtigt wird.

7.4.2.4 Kriterien zur Mittelvergabe

Die Mittel aus dem Sondervermögen „Kommunale Liegenschaften“ sollen bei den Kommunen ankommen und ihren Zweck zielgerichtet erfüllen. Deshalb sollte das prioritäre Kriterium die unbürokratische Mittelvergabe sein. Hierzu kann zum Beispiel das Hessische Landesförderprogramm¹ als Grundlage fungieren. Drei weitere Kriterien wurden darüber hinaus als sinnvoll identifiziert: ein qualifiziertes Energiemanagement, die Energieeinsparung und die weitere Gebäudeverwendung.

Energiemanagement

Das Energiemanagement ist in vielen Kommunen etabliert, in etlichen aber nicht oder nur wenig qualifiziert vorhanden. Das Energiemanagement als Voraussetzung für eine Förderung sollte nicht nach einer bestimmten Norm verpflichtend sein, um die Hürde gering zu halten. Es sollte sich jedoch durch bestimmte Mindestanforderungen qualifizieren, wie regelmäßige Datenauswertung, Benchmarking, Berichtspflicht, ein bestimmter Anteil erfasster Gebäude, Teilnahme am European Energy Award o.ä.

Höhe der Energieeinsparungen

Die Höhe der erwarteten Energieeinsparung als Förderkriterium soll als Nachweis dienen, dass Kommune in der Lage ist, die erwartete Energieeinsparung langfristig zu ermitteln und sicherzustellen. Die Höhe der Förderquote kann an die Höhe der erwarteten Einsparung resp. an das Sanierungsziel geknüpft werden

Weitere Gebäudeverwertung

Eine Verpflichtungserklärung der Kommune, dass die zu sanierende Gebäude auch für die langfristige Nutzung vorgesehen sind, bzw. eine Mindestzeit für die Gebäudeverwendung ähnlich der Bindungsfrist bei Fördermaßnahme stellt sicher, dass die mit staatlichen Mitteln sanierten Liegenschaften nicht direkt nach der Sanierung verkauft werden, sondern im Sinne der Daseinsvorsorge auch langfristig zur Verfügung stehen. Die verpflichtende Erstellung von Gebäudenutzungsplänen ist nach Einschätzung der Kommunalvertreter zu aufwändig und für Kommunen nicht praxisorientiert, da die weitere Verwendung teilweise nicht bekannt ist (z.B. bei Entscheidungen über Schulstandorte).

¹ Richtlinien des Landes Hessen zur Förderung der energetischen Modernisierung von kommunalen Nichtwohngebäuden der sozialen Infrastruktur sowie von kommunalen Verwaltungsgebäuden

8 Handlungsempfehlungen

Aus dem Forschungsprojekt können Handlungsempfehlungen für zwei Akteursgruppen abgeleitet werden: Bund und Länder auf der einen Seite sowie Kommunen auf der anderen.

8.1 Fordern!

Zum einen muss der Gesetzgeber die Kommunen in die Pflicht nehmen, ihrer Vorbildfunktion gerecht zu werden.

8.1.1 Sanierungsquote gesetzlich festlegen

Dazu ist zunächst zu empfehlen, eine Sanierungsquote von 3% pro Jahr für kommunale (und andere öffentliche) Gebäude gesetzlich festzuschreiben. Nur so können bis zum Jahr 2050 alle Gebäude saniert und ambitionierte Klimaschutzziele erreicht werden.

8.1.2 Instandhaltung und Sanierung als Pflichtausgaben

Um eine höhere Sanierungsquote zu erreichen wird empfohlen, Instandhaltung und Sanierung als kommunale Pflichtausgaben zu definieren. Dadurch muss innerhalb der Kommunen nicht mehr diskutiert werden, ob saniert wird, sondern nur welches Gebäude zu welchem Zeitpunkt.

8.1.3 Sanierungsstandards verschärfen

Des Weiteren müssen die Sanierungsstandards wie bisher sukzessive weiter verschärft werden, damit die Klimaschutzziele erreicht werden können. Das in diesem Projekt anvisierte Ziel für Bestandssanierungen von 30% unterhalb des Neubau-Standards der EnEV 2009 führt zu einer Energieeinsparung von 63% gegenüber 2010 und wird so den Klimaschutzzielen der Bundesregierung gerecht.

8.1.4 Einheitliche Datengrundlage forcieren

Eine weitergehende systematische Erfassung von Sanierungsvorhaben hinsichtlich Kostenaufschlüsselung, Gebäudebeschaffenheit sowie des energetischen und sonstigen Sanierungsumfanges ist für zukünftige Analysen und darauf aufbauende Ausgestaltungen von Politiken erforderlich. Eine Möglichkeit zur Erfassung von zusätzlichen Informationen zum energetischen Teil von Sanierungen müsste durch eine Festlegung von einheitlichen Kriterien der Wirtschaftlichkeitsberechnung in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Sondervermögen geschaffen werden. Die Methodik der Datenerfassung im Projekt kann hier eine hilfreiche Grundlage zur Entwicklung einer Erfassungssystematik bieten.

8.2 Fördern!

Gleichzeitig mit der gesetzlichen Verpflichtung von Sanierungen ist es an der Bundes- und Landespolitik, den Kommunen ihren Handlungsspielraum zurück zu geben, indem gezielt zweckgebundene Mittel bereitgestellt werden.

8.2.1 Finanzmittel bereitstellen

Hierzu wird empfohlen, ein Sondervermögen „Kommunale Liegenschaften“ einzurichten, das mit 2,6 Mrd. € jährlich ausgestattet wird und so eine Förderquote von 50% für kommunale Sanierungsmaßnahmen erlaubt. Weitere Kredite bereit zu stellen ändert nichts an der Lage der Kommunen, es werden stattdessen Zuschüsse benötigt. Die fehlenden 50% für die Sanierungen müssen im Gegenzug als Eigenanteil von den Kommunen finanziert werden.

8.2.2 Entbürokratisierung

Bisherige Förderprogramme sind in der Beantragung oftmals so aufwändig, dass die Zuschüsse oder Zinsverbilligungen durch den hohen Personalaufwand wieder geschluckt werden. Die Mittel müssen also unbürokratisch bei den Kommunen ankommen. Als sinnvolle Kriterien für Mittelvergabe werden ein qualifiziertes Energiemanagement, die Höhe der Energieeinsparung und die Sicherstellung der langfristigen Gebäudeverwendung empfohlen.

8.2.3 Einheitliche Berechnungsgrundlage für die Wirtschaftlichkeitsbewertung

Um eine Vergleichbarkeit für die Sanierungsmaßnahmen herzustellen muss eine einheitliche Berechnungsgrundlage für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gefunden werden. Dazu muss eine Einigung über grundlegende Berechnungsparameter wie Kalkulationszinsfuß, Betrachtungszeitraum, allgemeine Preissteigerung und Energiepreissteigerung getroffen und zentral in regelmäßigen Abständen diskutiert und festgelegt werden. Als Berechnungsgrundlage für das Sondervermögen kann z.B. das hier entwickelte FinSa-Tool oder ein ähnliches Werkzeug dienen, mit dem die Kommune zeigt, dass sie sich mit der langfristigen Verwendung ihres Gebäudepools auseinandergesetzt hat.

8.3 Langfristig planen!

Als Planungsgrundlage der Kommunen sowohl für die langfristige Bestandserhaltung als auch notwendige bzw. vorgeschriebene energetische Sanierungen ist eine langfristig orientierte Sanierungsstrategie wichtig. Dafür ist es für die Kommunen entscheidend, den ungefähren finanziellen Aufwand für (energetische) Sanierungen zu kennen und dabei langfristige Klimaschutzüberlegungen mit den finanziellen Notwendigkeiten bzw. Möglichkeiten und den erzielbaren Ergebnissen abzugleichen. Es sind in der politischen Diskussion die kommunal festgelegten Klimaschutzziele mit den finanziellen Möglichkeiten abzugleichen. Das entwickelte FinSa-Tool kann dafür eine Entscheidungsgrundlage für die Festlegung einer langfristigen Klimaschutz-orientierten Sanierungsstrategie zur Verfügung stellen.

Literaturverzeichnis

- BAFA (2013). *Homepage des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Energie*. Abgerufen am 10. 12 2013 von <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/index.html>
- Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (2014).
<http://bki.de/kostenplanung.html>. Abgerufen am 16. 05 2014 von BKI:
<http://bki.de/kostenplanung.html>
- Bertelsmann Stiftung (2014). *Wegweiser Kommune*. Von <http://www.wegweiser-kommune.de/> abgerufen
- BMFi (2014). *Bundesministerium der Finanzen: Bundespolitik und Kommunalfinanzen. Abschnitt 1.5 Kassenkredite und Gesamtverschuldung*. Abgerufen am 03. 02 2015 von <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Monatsberichte/2014/10/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-1-bundespolitik-und-kommunalfinanzen.html>
- BMVBS (2009). *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand*. Berlin.
- BMVBS (2012). *Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden*. Darmstadt: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. BMVBS-Online-Publikation 07/2012.
- Destatis (2006). Abgerufen am 20. Juni 2014 von https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2006/Bevoelkerungsentwicklung/bevoelkerungsprojektion2050.pdf?__blob=publicationFile
- Destatis (2013). *Statistisches Bundesamt: Verbraucherpreisindex für Deutschland*. Abgerufen am 10. 12 2013 von https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/Verbraucherpreisindizes/Tabellen/_VerbraucherpreiseKategorien.html?cms_gtp=145120_list%253
- Deutsche Energie-Agentur (2014). Excel-Werkzeug zur Erfassung und Auswertung des kommunalen Gebäudebestands. Berlin. Abgerufen am 15. 07 2015 von http://www.energieeffiziente-kommune.de/fileadmin/uploads_redaktion/Werkzeuge_EKM/03_Analyse/Gebaeude/denaEKM_AnalyseGeb_Kommune_2014-08.xlsx
- Deutscher Städtetag (2010). elektronischer Datensatz zu Verbrauchsdaten von Nichtwohngebäuden.
- Faulstich et al. (2011). *Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten*. Berlin: Erich Schmidt Verlag. Abgerufen am 14. 03 2014 von http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_07_SG_Wege_zur_100_Prozent_er
- Herrmann, K. (2011). *Kommunale Kassenkredite – Missbrauchsgefahr und Reformvorschläge. Heft 108*. Berlin: Karl-Bräuer-Institut des Bundes der Steuerzahler e.V.

- Hörner, M., Knissel, J., Bagherian, B., Born, R., Grafe, M., Jedek, C., & Loga, T. (2014). *Teilenergiekennwerte von Nicht-Wohngebäuden – Methodische Grundlagen, empirische Erhebungen und systematische Analyse*. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt. Von http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/tektool/TEK-Methodik_6.2_final_ISBN.pdf abgerufen
- IEA (2011). *World Energy Outlook*. Paris: International Energy Agency.
- IWU Institut für Wohnen und Umwelt (2013). *Akteursbezogene Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Energieeffizienzmaßnahmen im Bestand*. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.
- Levy, A. (2000). *From Hotelling to Backstop Technology*. Wollongong: University of Wollongong, Faculty of Business.
- NEP (2013). www.netzentwicklungsplan.de. Abgerufen am 15. 01 2014 von http://www.netzentwicklungsplan.de/_NEP_file_transfer/NEP_2013_2_Entwurf_Kap_3_bis_5.pdf
- Nitsch et al. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Stuttgart: DLR.
- Ornth, W. (2009). *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Abgerufen am 15. 05 2014 von http://www.zukunft-haus.info/fileadmin/zukunft-haus/energieausweis/Gesetze_Verordnungen/EnEV/DL3_NWG-Regeln-Energieverbrauchskennwerten.pdf
- Stadt Frankfurt (2014). *Energiewenderechner und Gesamtkostenrechner*. (A. E. Hochbauamt, Hrsg.) Frankfurt. Von <http://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/> abgerufen
- von Hebel, E., Jahn, K., & Clausnitzer, K.-D. (2011). *Der energetische Sanierungsbedarf und der Neubaubedarf von Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur*. Bremen: Bremer Energie Institut im Auftrag der KfW Bankengruppe.

Anhang

Energiepreise

	Strom Bundesmix			Nah-/Fernwärme		
	niedrig	mäßig	deutlich	niedrig	mäßig	deutlich
2010	0,173 €	0,173 €	0,173 €	0,077 €	0,077 €	0,077 €
2011	0,181 €	0,181 €	0,182 €	0,082 €	0,082 €	0,082 €
2012	0,193 €	0,194 €	0,195 €	0,089 €	0,089 €	0,090 €
2013	0,198 €	0,200 €	0,201 €	0,093 €	0,094 €	0,095 €
2014	0,201 €	0,203 €	0,205 €	0,097 €	0,098 €	0,099 €
2015	0,204 €	0,206 €	0,209 €	0,100 €	0,102 €	0,103 €
2016	0,206 €	0,210 €	0,213 €	0,102 €	0,104 €	0,105 €
2017	0,209 €	0,213 €	0,217 €	0,104 €	0,106 €	0,108 €
2018	0,212 €	0,216 €	0,221 €	0,108 €	0,110 €	0,112 €
2019	0,215 €	0,220 €	0,225 €	0,112 €	0,114 €	0,117 €
2020	0,218 €	0,223 €	0,229 €	0,116 €	0,119 €	0,122 €
2021	0,218 €	0,224 €	0,231 €	0,120 €	0,123 €	0,127 €
2022	0,219 €	0,226 €	0,232 €	0,123 €	0,127 €	0,131 €
2023	0,220 €	0,227 €	0,234 €	0,126 €	0,131 €	0,135 €
2024	0,220 €	0,228 €	0,236 €	0,129 €	0,133 €	0,138 €
2025	0,221 €	0,229 €	0,238 €	0,131 €	0,137 €	0,142 €
2026	0,219 €	0,228 €	0,237 €	0,134 €	0,140 €	0,146 €
2027	0,218 €	0,227 €	0,237 €	0,138 €	0,144 €	0,150 €
2028	0,216 €	0,226 €	0,237 €	0,141 €	0,147 €	0,154 €
2029	0,215 €	0,225 €	0,236 €	0,144 €	0,151 €	0,158 €
2030	0,213 €	0,224 €	0,236 €	0,147 €	0,155 €	0,163 €
2031	0,212 €	0,223 €	0,235 €	0,150 €	0,158 €	0,167 €
2032	0,210 €	0,222 €	0,235 €	0,153 €	0,162 €	0,171 €
2033	0,209 €	0,221 €	0,234 €	0,155 €	0,165 €	0,174 €
2034	0,207 €	0,220 €	0,234 €	0,158 €	0,168 €	0,178 €
2035	0,206 €	0,219 €	0,233 €	0,159 €	0,170 €	0,181 €
2036	0,204 €	0,218 €	0,232 €	0,161 €	0,172 €	0,184 €
2037	0,202 €	0,216 €	0,231 €	0,163 €	0,175 €	0,186 €
2038	0,200 €	0,215 €	0,230 €	0,164 €	0,177 €	0,189 €
2039	0,198 €	0,214 €	0,229 €	0,166 €	0,179 €	0,191 €
2040	0,196 €	0,212 €	0,228 €	0,167 €	0,180 €	0,194 €
2041	0,195 €	0,211 €	0,228 €	0,167 €	0,181 €	0,195 €
2042	0,193 €	0,210 €	0,227 €	0,168 €	0,183 €	0,197 €
2043	0,192 €	0,209 €	0,227 €	0,169 €	0,184 €	0,199 €
2044	0,191 €	0,208 €	0,226 €	0,169 €	0,185 €	0,201 €
2045	0,189 €	0,207 €	0,225 €	0,170 €	0,186 €	0,202 €
2046	0,187 €	0,206 €	0,224 €	0,170 €	0,187 €	0,204 €
2047	0,185 €	0,204 €	0,223 €	0,171 €	0,189 €	0,206 €
2048	0,183 €	0,203 €	0,222 €	0,172 €	0,190 €	0,208 €
2049	0,181 €	0,201 €	0,221 €	0,172 €	0,190 €	0,209 €
2050	0,179 €	0,199 €	0,219 €	0,172 €	0,191 €	0,210 €
2051+	0,179 €	0,199 €	0,219 €	0,172 €	0,191 €	0,210 €

	Erdgas			Flüssiggas			Heizöl (leicht)		
	niedrig	mäßig	deutlich	niedrig	mäßig	deutlich	niedrig	mäßig	deutlich
2010	0,056 €	0,056 €	0,056 €	0,070 €	0,070 €	0,070 €	0,059 €	0,059 €	0,059 €
2011	0,059 €	0,059 €	0,059 €	0,084 €	0,085 €	0,085 €	0,075 €	0,075 €	0,075 €
2012	0,063 €	0,064 €	0,064 €	0,084 €	0,085 €	0,085 €	0,082 €	0,082 €	0,082 €
2013	0,067 €	0,068 €	0,068 €	0,084 €	0,085 €	0,085 €	0,076 €	0,077 €	0,078 €
2014	0,069 €	0,070 €	0,070 €	0,084 €	0,085 €	0,086 €	0,078 €	0,079 €	0,080 €
2015	0,071 €	0,071 €	0,072 €	0,086 €	0,087 €	0,088 €	0,080 €	0,081 €	0,082 €
2016	0,071 €	0,073 €	0,074 €	0,087 €	0,088 €	0,090 €	0,081 €	0,083 €	0,084 €
2017	0,072 €	0,074 €	0,075 €	0,088 €	0,090 €	0,092 €	0,082 €	0,084 €	0,085 €
2018	0,073 €	0,075 €	0,076 €	0,090 €	0,091 €	0,093 €	0,083 €	0,085 €	0,087 €
2019	0,074 €	0,076 €	0,078 €	0,091 €	0,093 €	0,095 €	0,085 €	0,087 €	0,088 €
2020	0,075 €	0,077 €	0,079 €	0,092 €	0,094 €	0,097 €	0,086 €	0,088 €	0,090 €
2021	0,076 €	0,078 €	0,081 €	0,093 €	0,096 €	0,098 €	0,087 €	0,089 €	0,092 €
2022	0,077 €	0,080 €	0,082 €	0,094 €	0,097 €	0,100 €	0,088 €	0,091 €	0,093 €
2023	0,078 €	0,080 €	0,083 €	0,095 €	0,098 €	0,101 €	0,088 €	0,091 €	0,094 €
2024	0,079 €	0,082 €	0,084 €	0,096 €	0,100 €	0,103 €	0,090 €	0,093 €	0,096 €
2025	0,080 €	0,083 €	0,086 €	0,098 €	0,102 €	0,105 €	0,091 €	0,095 €	0,098 €
2026	0,082 €	0,085 €	0,088 €	0,099 €	0,104 €	0,108 €	0,093 €	0,097 €	0,100 €
2027	0,083 €	0,087 €	0,090 €	0,101 €	0,106 €	0,110 €	0,094 €	0,098 €	0,103 €
2028	0,084 €	0,088 €	0,092 €	0,103 €	0,108 €	0,112 €	0,096 €	0,100 €	0,105 €
2029	0,086 €	0,090 €	0,094 €	0,104 €	0,110 €	0,115 €	0,097 €	0,102 €	0,107 €
2030	0,087 €	0,092 €	0,096 €	0,106 €	0,112 €	0,117 €	0,099 €	0,104 €	0,109 €
2031	0,088 €	0,093 €	0,098 €	0,108 €	0,114 €	0,120 €	0,100 €	0,106 €	0,112 €
2032	0,090 €	0,095 €	0,100 €	0,109 €	0,116 €	0,122 €	0,102 €	0,108 €	0,114 €
2033	0,091 €	0,096 €	0,102 €	0,110 €	0,117 €	0,124 €	0,103 €	0,109 €	0,116 €
2034	0,091 €	0,097 €	0,103 €	0,111 €	0,118 €	0,126 €	0,104 €	0,110 €	0,117 €
2035	0,092 €	0,098 €	0,104 €	0,112 €	0,119 €	0,127 €	0,104 €	0,111 €	0,118 €
2036	0,092 €	0,099 €	0,105 €	0,112 €	0,120 €	0,128 €	0,105 €	0,112 €	0,119 €
2037	0,093 €	0,100 €	0,106 €	0,113 €	0,121 €	0,130 €	0,106 €	0,113 €	0,121 €
2038	0,093 €	0,100 €	0,107 €	0,114 €	0,122 €	0,131 €	0,106 €	0,114 €	0,122 €
2039	0,094 €	0,101 €	0,108 €	0,114 €	0,123 €	0,132 €	0,106 €	0,115 €	0,123 €
2040	0,093 €	0,101 €	0,108 €	0,114 €	0,123 €	0,132 €	0,106 €	0,115 €	0,123 €
2041	0,093 €	0,101 €	0,109 €	0,113 €	0,123 €	0,133 €	0,106 €	0,115 €	0,124 €
2042	0,093 €	0,101 €	0,109 €	0,113 €	0,123 €	0,133 €	0,106 €	0,115 €	0,124 €
2043	0,093 €	0,101 €	0,109 €	0,113 €	0,123 €	0,133 €	0,105 €	0,115 €	0,124 €
2044	0,092 €	0,101 €	0,109 €	0,113 €	0,123 €	0,133 €	0,105 €	0,115 €	0,124 €
2045	0,092 €	0,101 €	0,110 €	0,112 €	0,123 €	0,134 €	0,105 €	0,115 €	0,125 €
2046	0,092 €	0,101 €	0,110 €	0,112 €	0,123 €	0,134 €	0,104 €	0,115 €	0,125 €
2047	0,092 €	0,101 €	0,110 €	0,112 €	0,123 €	0,134 €	0,104 €	0,115 €	0,125 €
2048	0,091 €	0,101 €	0,110 €	0,111 €	0,123 €	0,135 €	0,104 €	0,115 €	0,126 €
2049	0,091 €	0,101 €	0,111 €	0,111 €	0,123 €	0,135 €	0,104 €	0,115 €	0,126 €
2050	0,091 €	0,101 €	0,111 €	0,111 €	0,123 €	0,135 €	0,103 €	0,115 €	0,126 €
2051+	0,091 €	0,101 €	0,111 €	0,111 €	0,123 €	0,135 €	0,103 €	0,115 €	0,126 €

	Biomethan			Holz		
	niedrig	mäßig	deutlich	niedrig	mäßig	deutlich
2010	0,077 €	0,077 €	0,077 €	0,037 €	0,037 €	0,037 €
2011	0,080 €	0,080 €	0,080 €	0,038 €	0,038 €	0,038 €
2012	0,084 €	0,084 €	0,085 €	0,039 €	0,039 €	0,039 €
2013	0,089 €	0,090 €	0,091 €	0,042 €	0,043 €	0,043 €
2014	0,091 €	0,092 €	0,093 €	0,043 €	0,044 €	0,044 €
2015	0,093 €	0,095 €	0,096 €	0,044 €	0,045 €	0,045 €
2016	0,095 €	0,096 €	0,098 €	0,045 €	0,046 €	0,046 €
2017	0,096 €	0,098 €	0,100 €	0,046 €	0,046 €	0,047 €
2018	0,097 €	0,099 €	0,101 €	0,046 €	0,047 €	0,048 €
2019	0,099 €	0,101 €	0,103 €	0,049 €	0,050 €	0,051 €
2020	0,100 €	0,102 €	0,105 €	0,051 €	0,052 €	0,054 €
2021	0,101 €	0,104 €	0,107 €	0,054 €	0,055 €	0,057 €
2022	0,102 €	0,106 €	0,109 €	0,055 €	0,056 €	0,058 €
2023	0,103 €	0,107 €	0,110 €	0,055 €	0,057 €	0,059 €
2024	0,104 €	0,108 €	0,112 €	0,056 €	0,058 €	0,060 €
2025	0,106 €	0,110 €	0,115 €	0,058 €	0,060 €	0,062 €
2026	0,108 €	0,113 €	0,117 €	0,059 €	0,062 €	0,064 €
2027	0,110 €	0,115 €	0,120 €	0,061 €	0,063 €	0,066 €
2028	0,112 €	0,117 €	0,122 €	0,062 €	0,065 €	0,068 €
2029	0,114 €	0,119 €	0,125 €	0,063 €	0,066 €	0,070 €
2030	0,115 €	0,121 €	0,128 €	0,065 €	0,068 €	0,072 €
2031	0,117 €	0,124 €	0,130 €	0,066 €	0,070 €	0,073 €
2032	0,119 €	0,126 €	0,133 €	0,067 €	0,071 €	0,075 €
2033	0,120 €	0,127 €	0,135 €	0,068 €	0,073 €	0,077 €
2034	0,121 €	0,129 €	0,136 €	0,069 €	0,074 €	0,078 €
2035	0,122 €	0,130 €	0,138 €	0,070 €	0,075 €	0,080 €
2036	0,122 €	0,131 €	0,139 €	0,071 €	0,076 €	0,081 €
2037	0,123 €	0,132 €	0,141 €	0,072 €	0,077 €	0,082 €
2038	0,123 €	0,133 €	0,142 €	0,072 €	0,078 €	0,083 €
2039	0,124 €	0,134 €	0,143 €	0,073 €	0,079 €	0,084 €
2040	0,124 €	0,134 €	0,144 €	0,073 €	0,079 €	0,085 €
2041	0,123 €	0,134 €	0,144 €	0,074 €	0,080 €	0,086 €
2042	0,123 €	0,134 €	0,144 €	0,074 €	0,080 €	0,087 €
2043	0,123 €	0,134 €	0,145 €	0,074 €	0,081 €	0,087 €
2044	0,122 €	0,134 €	0,145 €	0,074 €	0,081 €	0,088 €
2045	0,122 €	0,134 €	0,145 €	0,075 €	0,082 €	0,089 €
2046	0,122 €	0,134 €	0,146 €	0,075 €	0,082 €	0,090 €
2047	0,121 €	0,134 €	0,146 €	0,075 €	0,083 €	0,091 €
2048	0,121 €	0,134 €	0,146 €	0,075 €	0,083 €	0,091 €
2049	0,121 €	0,134 €	0,147 €	0,076 €	0,084 €	0,092 €
2050	0,120 €	0,134 €	0,147 €	0,076 €	0,084 €	0,093 €
2051+	0,120 €	0,134 €	0,147 €	0,076 €	0,084 €	0,093 €

Sanierungskosten (Kostenfunktion)

Sowieso-Kosten (EnEV Neubau 2009)

Sanierungsumfang	1	2	3	4	5
Kosten/m ²	200 €	525 €	850 €	1.175 €	1.500 €

energetische Mehrkosten

Zielwert EnEV Neubau 2009 -x	Mehrkosten/m ²
0%	0 €
-5%	132 €
-10%	146 €
-15%	164 €
-20%	181 €
-25%	200 €
-30%	221 €
-35%	250 €
-40%	282 €
-45%	315 €
-50%	354 €
-55%	396 €
-60%	440 €
-65%	489 €
-70%	549 €
-75%	612 €
-80%	701 €

Kombination Sowieso-Kosten und energetische Mehrkosten

EnEV Neubau 2009 -x	Sanierungsumfang				
	1	2	3	4	5
0%	200 €	525 €	850 €	1175 €	1500 €
-5%	332 €	657 €	982 €	1307 €	1632 €
-10%	346 €	671 €	996 €	1321 €	1646 €
-15%	364 €	689 €	1014 €	1339 €	1664 €
-20%	381 €	706 €	1031 €	1356 €	1681 €
-25%	400 €	725 €	1050 €	1375 €	1700 €
-30%	421 €	746 €	1071 €	1396 €	1721 €
-35%	450 €	775 €	1100 €	1425 €	1750 €
-40%	482 €	807 €	1132 €	1457 €	1782 €
-45%	515 €	840 €	1165 €	1490 €	1815 €
-50%	554 €	879 €	1204 €	1529 €	1854 €
-55%	596 €	921 €	1246 €	1571 €	1896 €
-60%	640 €	965 €	1290 €	1615 €	1940 €
-65%	689 €	1014 €	1339 €	1664 €	1989 €
-70%	749 €	1074 €	1399 €	1724 €	2049 €
-75%	812 €	1137 €	1462 €	1787 €	2112 €
-80%	901 €	1226 €	1551 €	1876 €	2201 €

Projektleitung: Olav Hohmeyer

Projektkoordination: Hannah Köster

Autoren: Martin Jahn, Hannah Köster, Simon Laros, Larissa Leienbach

Forschungsbeiträge 3

ISSN: 2196-7164

Flensburg, November 2015

Europa-Universität Flensburg

Zentrum für nachhaltige Energiesysteme (ZNES)

Energie- und Umweltmanagement

Munketoft 3b

24937 Flensburg

www.uni-flensburg.de/eum | www.znes-flensburg.de



Europa-Universität
Flensburg



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages