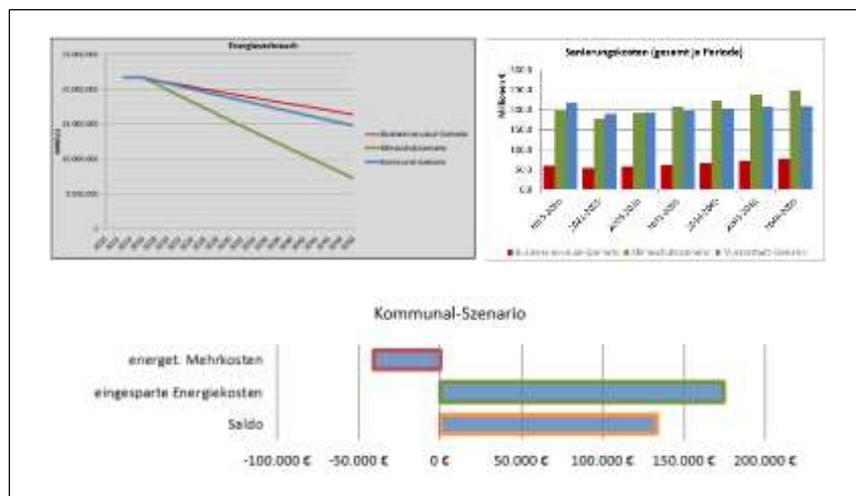


# FinSa-Tool

## Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude

### HANDBUCH



Erarbeitet im Rahmen des Forschungsprojektes „Klimaschutz 2050 – Kommunale Gebäude“  
November 2015

#### Autor

M.Eng. Martin Jahn  
martin.jahn@uni-flensburg.de

**Europa-Universität Flensburg**  
**Zentrum für nachhaltige Energiesysteme (ZNES)**

Energie- und Umweltmanagement

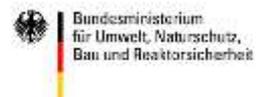
Auf dem Campus 1

24943 Flensburg

[www.uni-flensburg.de/eum](http://www.uni-flensburg.de/eum) | [www.znes-flensburg.de](http://www.znes-flensburg.de)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Dieses Handbuch steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie [www.creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0](http://www.creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)



Das FinSa-Tool ist freie Software. Sie können es unter den Bedingungen der GNU General Public License, wie von der Free Software Foundation veröffentlicht, weitergeben und/oder modifizieren, gemäß Version 3 der Lizenz. (<http://www.gnu.de/documents/gpl-3.0.de.html>)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Hintergrund</b>	<b>2</b>
<b>2. Vergleich des FinSa-Tools mit anderen Werkzeugen</b>	<b>2</b>
<b>3. Ziel des FinSa-Tools</b>	<b>3</b>
<b>4. Funktionsweise</b>	<b>4</b>
<b>5. Anwendung</b>	<b>5</b>
5.1. Hinweise zum Öffnen der Datei	5
5.2. Kompatibilität	6
5.3. Lizenz	6
<b>6. Input (Tabellenblätter 0-2)</b>	<b>7</b>
6.1. Startseite (Tabellenblatt 0)	7
6.2. Eingabe Gebäudebestand (Tabellenblatt 1)	8
6.3. Eingabe Parameter (Tabellenblatt 2)	15
6.4. Weitere verwendete Daten	18
6.4.1. BWZK-Daten	18
6.4.2. Energiepreise	18
6.4.3. Sanierungskosten	18
6.4.4. CO <sub>2</sub> -Faktoren	18
<b>7. Berechnung</b>	<b>19</b>
7.1. Energieverbräuche & Emissionen	19
7.2. Sanierungs- und Energiekosten	20
<b>8. Output (Tabellenblätter 3-5)</b>	<b>21</b>
8.1. Energieverbrauch (Tabellenblatt 3)	22
8.2. CO <sub>2</sub> -Emissionen (Tabellenblatt 4)	24
8.3. Kosten (Tabellenblatt 5)	26
8.3.1. Kostenübersicht (Tabellenblatt 5.1)	26
8.3.2. Detaillierte Kosten (Tabellenblatt 5.2)	28
<b>9. Glossar</b>	<b>30</b>
9.1. Abkürzungsverzeichnis	30
9.2. Begriffserklärungen	30
<b>Anhang: Datengrundlage</b>	<b>33</b>
A) BWZK-Daten	33
B) Energiepreise	34
C) Sanierungskosten	37
D) CO <sub>2</sub> -Faktoren	39

## 1. Hintergrund

Kommunen sollen einerseits in Bezug auf einen energieeffizienten Gebäudebestand - zu Recht - eine Vorbildrolle einnehmen, kämpfen gleichzeitig aber mit hoher Verschuldung und starken Kreditbeschränkungen. In den meisten Kommunen besteht Sanierungsstau, sanierungsbedürftige Gebäude haben immer auch deutliche energetische Defizite. Im Forschungsprojekt „Klimaschutzkonzept 2050 – kommunale Gebäude (kurz: K-2050-KG)“ wurden von Oktober 2013 bis August 2015 Möglichkeiten der kontinuierlichen Finanzierbarkeit energetischer Sanierungen kommunaler Gebäude untersucht. Dazu wurde zunächst der Sanierungs- und Investitionsbedarf bis zum Jahr 2050 abgeschätzt und verschiedene Finanzierungsmodelle auf ihre Praxistauglichkeit geprüft, um abschließend politische Handlungserfordernisse auf kommunaler und nationaler Ebene zu identifizieren.

Durch Netzwerktreffen, Experteninterviews und Workshops mit den beteiligten Kommunen (Chemnitz, Flensburg, Frankfurt/M., Heidelberg, Münster, Neumünster, Oberhausen, Stuttgart, Wuppertal, Kreis Steinfurt) wurden dabei praktischen Erfahrungen kommunaler Fachleute einbezogen. Das im Projekt entwickelte FinSa-Tool wurde zudem mit einer Reihe von Pilotnutzern aus den Kommunen getestet

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 CO<sub>2</sub>-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.



Der Abschlussbericht des Forschungsprojektes ist unter <https://www.uni-flensburg.de/?18249> zu finden.

## 2. Vergleich des FinSa-Tools mit anderen Werkzeugen

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

Das dena-Excel-Werkzeug zur Erfassung und Auswertung des Gebäudebestands<sup>1</sup> erlaubt die Zusammenfassung und Berechnung von Verbräuchen und Emissionen sowie eine einfache Auswertung und Darstellung anhand von Vergleichswerten. Das TEK-Tool<sup>2</sup> (Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden) 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<sup>3</sup> erstellt, die sehr detailliert und gebäudespezifisch den Vergleich von Sanierungsvarianten erlaubt, 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 sind und sie somit keine Grundlage für eine langfristige Gebäude(sanierungs)strategie bieten können. Diese Lücke soll mit dem FinSa-Tool geschlossen werden.

### 3. Ziel des FinSa-Tools

Der Vergleich mehrerer Sanierungsszenarien samt ihrer finanziellen Auswirkungen für den kommunalen Gebäudebestand (ohne Neubau) erlaubt eine fundierte Bewertung verschiedener möglicher Entwicklungen. 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.

#### Das FinSa-Tool ist dafür gemacht...



- durch eine vereinfachte Methodik einen schnellen und übersichtlichen Überblick über Kosten und Einsparungen bis 2050 zu geben
- Kommunen eine Abschätzung des notwendigen Sanierungskostenrahmens zu geben
- drei verschiedene Szenarien zu vergleichen
- Sanierungskosten und eingesparte Energiekosten gegenüberzustellen
- den Wärmeenergieverbrauch bis 2050 abzuschätzen
- die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 abzuschätzen
- die Sanierungskosten bis 2050 (gesamt und in 5-Jahres-Perioden) abzuschätzen

---

<sup>1</sup> „Excel-Werkzeug zur Erfassung und Auswertung des kommunalen Gebäudebestands“ der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) [http://www.energieeffiziente-kommune.de/fileadmin/uploads\\_redaktion/Werkzeuge\\_EKM/03\\_Analyse/Gebaeude/denaEKM\\_AnalyseGeb\\_Kommune\\_2014-08.xlsx](http://www.energieeffiziente-kommune.de/fileadmin/uploads_redaktion/Werkzeuge_EKM/03_Analyse/Gebaeude/denaEKM_AnalyseGeb_Kommune_2014-08.xlsx)

<sup>2</sup> Hörner, Michael, Knissel, Jens et. al. (2014): „Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK) - Berechnungsgrundlagen des TEK-Tools Version TEK 6.2“. Institut Wohnen und Umwelt – IWU. Darmstadt. (siehe <http://www.iwu.de/forschung/energie/laufend/teilenergiekennwerte-von-nicht-wohngebaeuden/> und <http://tektool.iwu.de/download.php>)

<sup>3</sup> Energiewenderechner und Gesamtkostenrechner der Stadt Frankfurt, Hochbauamt, Abteilung Energiemanagement (siehe <http://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Energiewenderechner.xls> und <http://energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Gesamtkostenberechnung/Gesamtkostenberechnung.htm>)

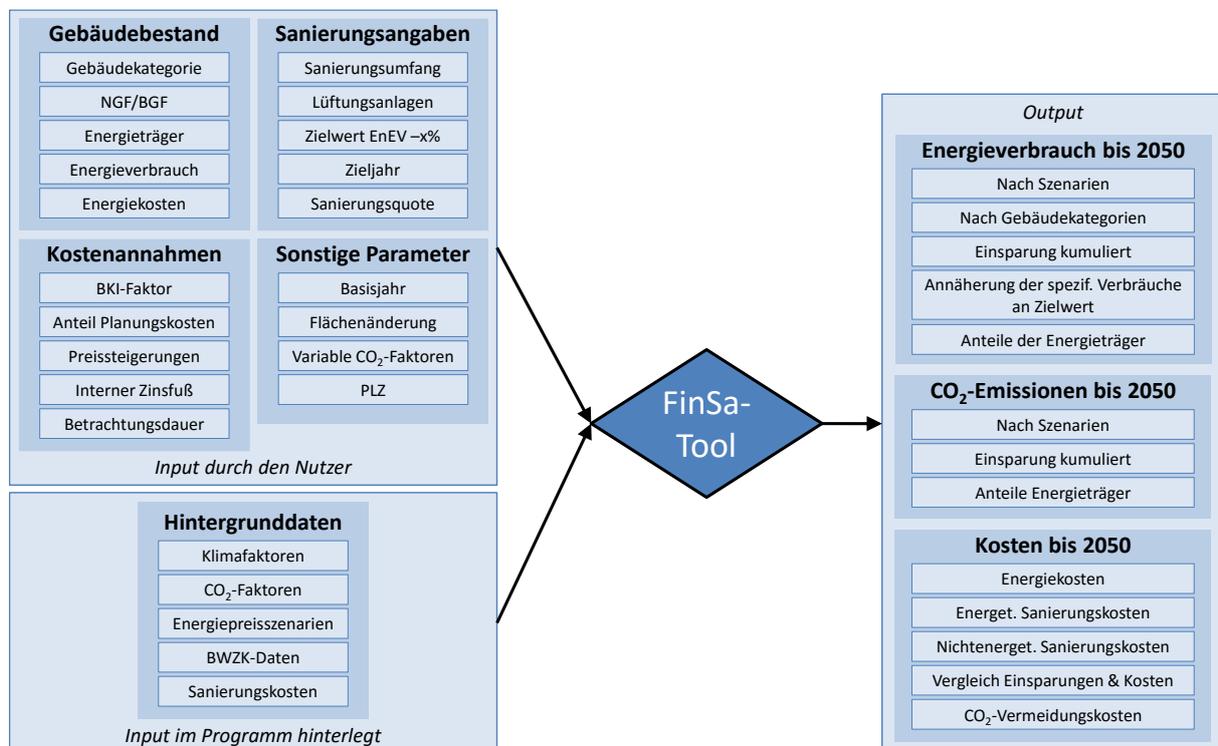
**Das FinSa-Tool ist nicht dafür gemacht...**



- detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnungen für einzelne Gebäude durchzuführen
- Abschließende Aussagen über die allgemeine Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen zu treffen
- Energie- und Sanierungskosten exakt für jedes einzelne Jahr zu berechnen
- einzelne Sanierungstechnologien oder den Austausch von Heizungssystemen/Energieträgern zu vergleichen
- den Stromverbrauch (und Maßnahmen zu dessen Reduktionen) zu berücksichtigen

**4. Funktionsweise**

Ein vereinfachtes Schema des FinSa-Tools ist in der nachfolgenden Abbildung 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen und die geschätzten Sanierungskosten jeweils differenziert z.B. nach Szenarien oder Gebäudekategorien ausgegeben.



Auf Basis des eingegebenen Gebäudebestands werden drei verschiedene Szenarien berechnet: Ein Business-As-Usual-(BAU-)Szenario, das keine besonderen Klimaschutzanstrengungen beinhaltet; ein Klimaschuttszenario, das die Projektziele erfüllt; sowie ein Individualszenario, das die Entwicklung des Gebäudebestands nach den getroffenen Einstellungen des Nutzers berechnet. Letzteres dient dazu,

neben dem BAU- und dem Klimaschutzszenario als Leitszenarien, eine auf die jeweiligen kommunalen Möglichkeiten abgestimmte Entwicklung zu berechnen.

Für das FinSa-Tool mussten aus Gründen der Praxistauglichkeit und der Verfügbarkeit von Daten (insbesondere zu den Kosten) Vereinfachungen getroffen werden. Je größer der Umfang des eingegebenen Gebäudebestandes ist, desto geringer ist jedoch die Wahrscheinlichkeit, dass die vom FinSa-Tool ermittelten Durchschnittswerte von den tatsächlich entstehenden Kosten, Verbräuchen und Emissionen abweichen.

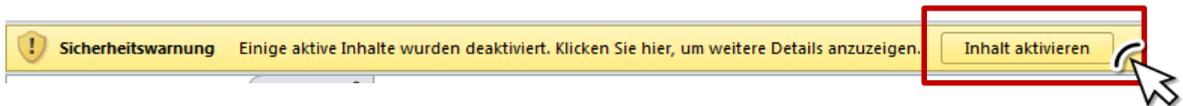
## 5. Anwendung

### 5.1. Hinweise zum Öffnen der Datei

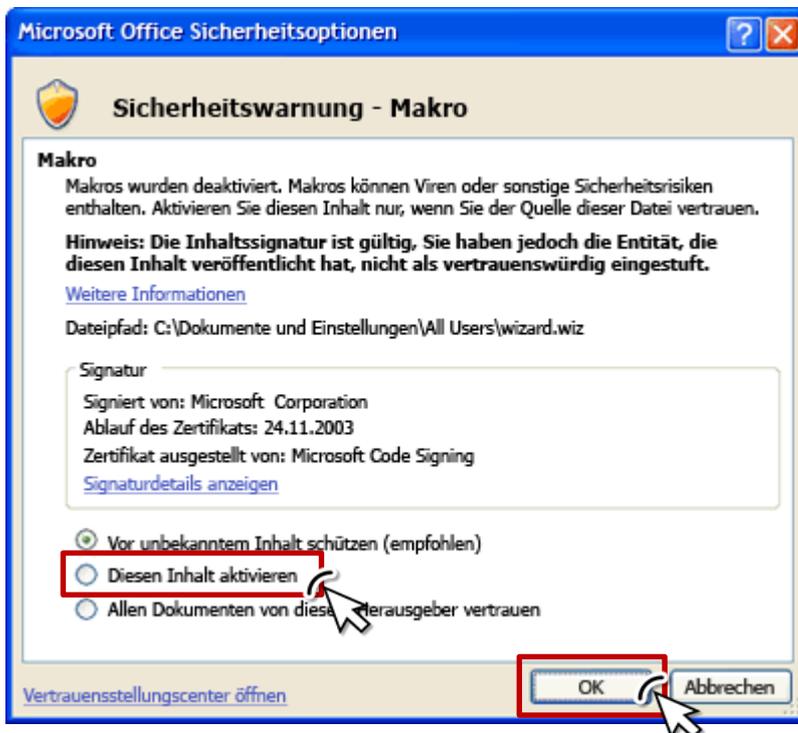
Die Datei enthält Makros, die die Bedienung und Berechnung vereinfachen. Eventuell muss deshalb eine Meldung beim Öffnen mit Excel bestätigt werden, die Inhalte bzw. Makros der Datei erst zu aktivieren. Andernfalls funktionieren die Schaltflächen nicht korrekt.

**Die Datei wurde getestet und ist virenfrei!**

1)



2)



## 5.2. Kompatibilität

Das FinSa-Tool ist im Dateiformat .xslm abgespeichert. Das ist ein Dateiformat mit Makros für Excel 2007 und später.

Das FinSa-Tool ist mit folgenden Microsoft Excel-Versionen getestet:

✓ MS Excel 2007



✓ MS Excel 2010



✓ MS Excel 2013



### Achtung - spezifisches Excel 2010-Problem!

Wenn das Sicherheitsupdate für Office 2010 vom 9. Dezember 2014 (MS14-082) installiert ist, funktionieren einige Buttons nicht (siehe <http://www.borncity.com/blog/2014/12/11/dezember-update-blockiert-excel-makros>)

➔ Lösung (Download von auszuführenden Reparaturdateien):

- A) <http://go.microsoft.com/?linkid=9875022> (Löst das Problem für den gerade angemeldeten Benutzer)
- B) <http://go.microsoft.com/?linkid=9875111> (Löst das Problem für alle Benutzerkonten des PCs – Administratorrechte nötig!)

## 5.3. Lizenz

Das FinSa-Tool wird als freie und Open-Source-Software unter den Bedingungen der GNU General Public License (Version 3) veröffentlicht. Jeder Nutzer darf

- das Programm für jeden Zweck ausführen,
- das Programm eigenen Bedürfnissen anpassen,
- die Software mit anderen Menschen austauschen und
- gemachte Änderungen mit anderen austauschen.



Die Veröffentlichung des FinSa-Tools erfolgt in der Hoffnung, dass es dem Benutzer von Nutzen sein wird, aber ohne jegliche Garantie, auch ohne die implizite Garantie der Marktreife oder der Verwendbarkeit für einen bestimmten Zweck. Details zur GNU General Public License sind unter <http://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.de.html> zu finden.

## 6. Input (Tabellenblätter 0-2)

### 6.1. Startseite (Tabellenblatt 0)

<b>Überblick</b> 	Übersichts- und Einstiegs-Tabellenblatt mit Grundinformationen zum Tool: <ul style="list-style-type: none"><li>- Ziel und Funktionshinweise</li><li>- Möglichkeiten und Grenzen des FinSa-Tools</li><li>- Übersicht über benötigte Daten und zu treffende Annahmen</li><li>- Kurzinformationen zu Datengrundlage der Sanierungskosten</li><li>- Lizenzhinweise</li></ul>
---	--

<b>Pflichteingaben</b> 	Name der Kommune
---	------------------

## 6.2. Eingabe Gebäudebestand (Tabellenblatt 1)



### Überblick

Eingabe des Gebäudebestands durch den Nutzer. Dabei können die Daten sowohl für jedes Gebäude einzeln als auch nach BWZK-Kategorien geclustert eingegeben werden.



### Pflichteingaben

Basisjahr I.d.R. das aktuelle Jahr. Ab dem Folgejahr geht das FinSa-Tool von Sanierungstätigkeiten lt. Einstellungen aus. Für drei davor liegende Jahre sollten Energieverbräuche eingetragen werden.  
➤ Auswahl aus Drop-Down-Liste möglich: 2007-2020)

Auswahl der verwendeten Liste Auswahl per Optionsbutton, welche der beiden Listenvarianten (geclustert oder Einzelgebäude) verwendet werden.

verwendete Liste:

Variante 1: Gruppierte Liste nach BWZK

Variante 2: Liste mit Einzelgebäuden

Gebäude-kategorie Kategorisierung nach →Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK).  
➤ Auswahl aus Drop-Down-Liste möglich

ⓘ *Hinweis: Nur Gebäude eingeben, die noch genutzt wurden und die folglich bei der Sanierung noch berücksichtigt werden sollen.*

ⓘ *Wenn in der vorhandenen Gebäudedatenbank der Kommune nicht dieselben Kategorien unterschieden werden wie zur Dateneingabe ins FinSa-Tool nötig sind dann einfach die nächstbeste Kategorie auswählen. Der Unterschied in der Berechnung der Kategorien ist nicht so groß, dass das Endergebnis stark verfälscht würde.*

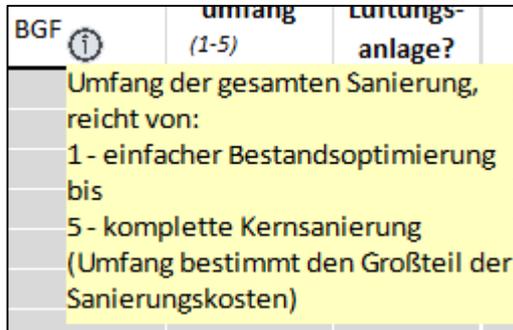
ⓘ *Nach BWZK-Kategorien wird bei den EnEV- Zielwerten unterschieden. Eine feinere Unterscheidung in BWZK-(Unter-)Kategorien hat sich als nicht sinnvoll bzw. notwendig herausgestellt, da sich die Vergleichs- und Zielwerte kaum signifikant unterscheiden. Aus den zur Verfügung stehenden Daten konnten auch keine Kostenunterschiede der Sanierungsmaßnahmen zwischen den einzelnen BWZK-Kategorien identifiziert werden.*

ⓘ *In die BWZK "Sonstige" gehören alle anderen nicht extra aufgeführten Gebäudekategorien. Erfahrungsgemäß betrifft das allerdings nur eine sehr geringe Anzahl kommunaler Gebäude.*

Gebäude-  
fläche

Eingabe der Gebäudefläche als →Netto- oder →Brutto-Grundfläche (NGF oder BGF)

Infotext durch Klick auch Info-Symbol einblendbar (durch erneuten Klick schließt sich Fenster wieder)



- Manuelle Eingabe von Zahlen >0 möglich

Geplanter  
Sanierungs-  
umfang

Eingabe des Sanierungsumfanges als Ausmaß der gesamten Sanierung. Bewegt sich zwischen einfachen Optimierungen am Gebäude (z.B. dem Austausch von Fenstern oder dem Einbau einer Lüftungsanlage) und wesentlichen Umbauten am Gebäude (z.B. eine komplette Kernsanierung).

- Eingabe ganzer Zahlen auf Skala von 1 (einfache Optimierungen) bis 5 (Kernsanierung)

Lüftungs-  
anlage

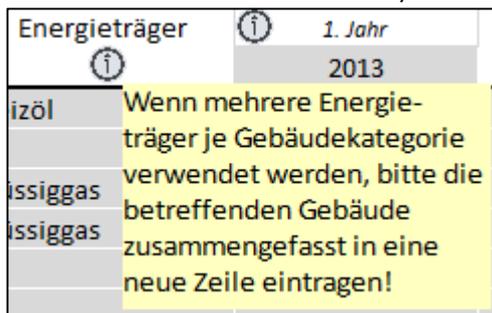
Auswahl, ob eine Lüftungsanlage eingebaut werden soll (wenn ja: pauschal +150€/m<sup>2</sup> Sanierungskosten)

- Auswahl Ja/Nein aus Drop-Down-Liste möglich

Energieträger

Auswahl des verwendeten Energieträgers

Infotext durch Klick auch Info-Symbol einblendbar (durch erneuten Klick schließt sich Fenster wieder)



- Auswahl aus Drop-Down-Liste möglich:
  - Erdgas
  - Flüssiggas
  - Heizöl
  - Nah-/Fernwärme
  - Holzhackschnitzel
  - Holzpellets
  - Biogas

- Elektroheizung
- Wärmepumpe

ⓘ *Hinweis: Die Auswahl mehrerer Energieträger für ein Gebäude ist nicht möglich, da dies die Komplexität des Tools und v.a. der Eingabemaske deutlich erhöhen würde. Im Sinne einer schlanken Eingabe und möglichst weniger benötigter Angaben zu den Gebäuden wurde deshalb auf mögliche Mehrfachangaben verzichtet. Wenn mehrere Energieträger verwendet werden tragen Sie einfach den am häufigsten verwendeten ein. (Die Angabe zum Energieträger wird lediglich für die Berechnung der Energiekosten sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen benötigt und wirkt sich nicht auf den Energieverbrauch oder die Sanierungskosten aus.)*

Erstes  
Verbrauchs-  
jahr

Angabe des ersten der drei Jahre, für die Energieverbräuche und ggf. –Kosten eingegeben werden

➤ Auswahl aus Drop-Down-Liste (2007-2018)

Wärme-  
verbrauch

Eingabe des Wärmeenergieverbrauchs je Gebäude(-Kategorie) + Angabe ob Daten bereits witterungsbereinigt sind und Warmwasseranteil enthalten über Kästchen in Tabellenkopf

<input type="checkbox"/>	bereits witterungsbereinigt
<input type="checkbox"/>	inkl. Warmwasseranteil

Infotext durch Klick auch Info-Symbol einblendbar (durch erneuten Klick schließt sich wieder)

1. Jahr	2. Jahr
2013	2014
Wenn Verbrauchswerte für 2014 oder später eingetragen werden, die noch nicht witterungsbereinigt sind, müssen unter der Tabelle die Klimafaktoren für die betreffenden Jahre nachgetragen werden! (Felder werden eingeblendet falls notwendig)	

➤ Eingabe in MWh

ⓘ *Hinweis: Für den Fall, dass diese nicht bis zum angegebenen Basisjahr vorliegen (z.B. 2010-2012 bei Basisjahr 2014), wird für die Zwischenjahre ein konstanter Energieverbrauch angenommen.*



## Sonstige Daten (keine Pflichteingaben)

Gebäudename Eingabe nur zur eigenen Zuordnung möglich, findet keine weitere Verwendung im FinSa-Tool

BWZK Kategorienummer wird automatisch vervollständigt

Spezifischer Verbrauch Wird automatisch aus dem letzten eingegebenen Verbrauch berechnet (kWh/m<sup>2</sup>). Zudem werden der Vergleichswert der Gebäudekategorie (letzter verfügbarer Durchschnitt der Bestandsgebäude 2010) und die Abweichung in % des eingegebenen Gebäudes davon ausgerechnet.

Energiekosten Die Energiekosten können, müssen aber nicht mit angegeben werden. Wenn keine eigenen Kosten eingetragen werden, werden die im Tool hinterlegten Energiekosten (→Anhang) als Grundlage verwendet.  
➤ Eingabe in €

Witterungs-bereinigung Angabe, ob eingetragene Daten bereits witterungsbereinigt sind.

bereits witterungsbereinigt

Ggf. müssen dann die PLZ (→Tabellenblatt 2) oder die Klimafaktoren für aktuelle Jahre nachgetragen werden.

Klimafaktoren Eingabe der Klimafaktoren, falls notwendig (d.h. Verbrauchsdaten nicht witterungsbereinigt und für Jahre ab 2014 eingetragen)

Klimafaktoren:   
Quelle: <http://www.dwd.de/klimafaktoren->Download>

Warmwasser-anteil Angabe, ob eingetragene Daten bereits inklusive Warmwasseranteil sind. (Wenn nein wird ein pauschaler WW-Anteil von 5% berücksichtigt)

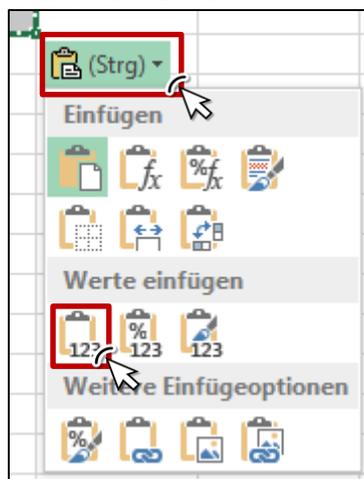
inkl. Warmwasseranteil



## Bitte beachten!

### Kopieren/Einfügen von Gebäudelisten aus anderen/eigenen Tabellen

1. Es dürfen nur Werte in die Zellen eingefügt werden!  
Beim „normalen“ Einfügen [Strg]+[V] werden stets auch Zellformatierungen mit übertragen, die die im Tool eingestellten Formatierungen überschreiben (z.B. Dropdown-Listen funktionieren nicht mehr).  
→ Beim Einfügen:
  - a) Direkt nach dem Einfügen per [Strg]+[V] erneut [Strg] drücken und Auswahl der einzufügenden Inhalte auswählen (Option „Werte“ anklicken oder [W] drücken)
  - b) Oder: Direkt nach dem Einfügen wird neben den eingefügten Zellen ein kleiner Button sichtbar, durch den Sie die einzufügenden Inhalte auswählen können.



2. Beim Einfügen von Daten muss zwingend auf absolut IDENTISCHE Bezeichnung der BWZK-Kategorien geachtet werden, sonst kann das Tool die Gebäude nicht korrekt zuordnen:
  - Verwaltungsgebäude (< 3.500 m<sup>2</sup>)
  - Verwaltungsgebäude (≥ 3.500 m<sup>2</sup>)
  - Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, < 3.500 m<sup>2</sup>)
  - Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, ≥ 3.500 m<sup>2</sup>)
  - Grundschulen (< 3.500 m<sup>2</sup>)
  - Grundschulen (≥ 3.500 m<sup>2</sup>)
  - berufsbildende Schulen
  - Kindertagesstätten
  - Sporthallen
  - sonstige Gebäude

### Keine Leerzeilen in den Eingabetabellen!

Das kann zu unerwarteten Fehlern bei der Berechnung führen



## Automatische Fehlerkontrollen im Tabellenblatt

### Anzeigen im Tabellenblatt bei Fehlern

**Einige Eingaben fehlerhaft/fehlend**

→ Wenn in der Titelleiste (Zelle F11) keine Fehlermeldung angezeigt wird sind alle Eingaben ok.

? Alle erforderlichen Daten eingegeben?

Mindestangaben vorhanden?

① Hinweis: Bei fehlenden (Zwischen-)Werten von Verbrauch oder Kosten bitte durch entsprechende Annahmen ergänzen (z.B. gleicher Verbrauch/Kosten etc. wie im Vorjahr).

? Leerzeilen vorhanden?

**Keine Leerzeilen!**

? BGF kleiner als NGF?

**BGF darf nicht gleich oder kleiner der NGF sein!**

? Fläche zu klein? (sehr hoher spezif. Energieverbrauch als Indikator, d.h. mind. 500% vom Vergleichswert)

**Fläche korrekt?**

? In beide Listenvarianten (geclustert oder Einzelgebäude) Daten eingetragen – welche soll zur Berechnung verwendet werden?

**Achtung: Sie haben in beide Tabellenvarianten Daten eingegeben!** >> Auswahl siehe oben  
 (derzeit gewählt > obere Tabelle nach Gebäudekategorien)

? Witterungsbereinigte Daten eingegeben? Sonst PLZ-Angabe (→ Tabellenblatt 2) für Zuordnung von Klimafaktoren (bis Verbrauchsjahr 2013) notwendig

**Zur Berechnung des spezif. Verbrauches  
 PLZ-Eingabe nötig!**

danach ggf. manuelle Eingabe nötig (unter-/oberhalb der Eingabetabelle)

Klimafaktoren:   
 Quelle: <http://www.dwd.de/klimafaktoren> -> Download

? Eingabefehler in den Spalten?

Fehler ▼  
 inkl.  
 Lüftungs-  
 anlage?  
 Ja  
 vielleicht

**Hinweis zum Denkmalschutz:**

Der Denkmalschutz wurde in den Berechnungen unberücksichtigt gelassen, weil sich in den Auswertungen von Sanierungskosten gezeigt hat, dass sich denkmalgeschützte Gebäude in der selben Bandbreite der Sanierungskosten bewegen wie nicht denkmalgeschützte Gebäude. Signifikant höhere Kosten konnten nicht festgestellt werden. Insofern ist es auch nicht nötig, danach zu unterscheiden.

**→ Checkliste Tabellenblatt 0**

- ✓ Basisjahr eingegeben?
- ✓ Verwendete Tabellenvariante (Cluster oder Einzelgebäude) ausgewählt?
  - Optionsbuttons Zellen L18/19
  - Wenn eingegebene Daten in grauer Schriftfarbe dargestellt werden, ist die jeweils andere Tabelle ausgewählt)
- ✓ Alle Gebäudedaten vollständig eingegeben?
  - Kontrolle rote/grüne Kästchen in Spalte U
  - Verbrauchsdaten (und optional Kosten) für alle drei Jahre eingegeben? (zur Not schätzen!)
  - Flächen korrekt?
  - Keine Leerzeilen?
- ✓ Bei verwendeter Tabelle eingestellt, ob Witterungsbereinigung oder Korrektur um Warmwasseranteile erforderlich ist?
- ✓ Ggf. (Verbrauchswerte für Jahre nach 2013) Klimafaktoren eingegeben?

### 6.3. Eingabe Parameter (Tabellenblatt 2)



#### Überblick

Eingabe verschiedener Berechnungsparameter zur Einstellung des individuellen Kommunalszenarios und weiterer Annahmen für die Berechnung.



#### Parameter

##### 2.1 Ziel-Sanierungsstandard

Welcher Zielwert soll bei zukünftigen Sanierungen angestrebt werden?

Beispielhafte Zielwerte anhand der Auswahl werden zur Orientierung der Auswahl rechts daneben angezeigt.

- Auswahl per Schieberegler zwischen EnEV Neubau 2009 -0 bis -80%

① *Hinweis: Die Auswahl hat auch Auswirkungen auf die Sanierungskosten (s. Ergebnis in Grafik rechts neben Punkt 2.4)*

① *Bei den energetischen Zielwerten geht es immer um die Durchschnitte (!) für alle Gebäude. Gebäude, die aus baulichen oder Denkmalschutz-Gründen nicht so hohe Einsparungen erreichen können, werden i.d.R. durch Gebäude ausgeglichen, die höhere Standards erreichen können.*

##### 2.2 Zieljahr

In welchem Jahr sollen alle Gebäude (im Durchschnitt) den Zielwert (s. 2.1) erreicht haben?

Die daraus resultierende notwendige Sanierungsrate, damit alle Gebäude bis zum Zieljahr saniert werden wird als Richtwert für Punkt 2.3 rechts daneben angezeigt.

- Auswahl per Drop-Down-Liste in 5-Jahres-Schritten zwischen 2020 und 2050

① *Hinweis: Wenn ein Wert <2050 ausgewählt wird, muss ein zusätzlicher Zielsanierungsstandard für die Jahre zwischen dem gewählten Zieljahr und 2050 eingestellt werden.*

##### 2.3 Sanierungsquote

Wie hoch soll die Sanierungsquote im Schnitt bis zur Zielerreichung sein?

Der Verlauf der Quote und die sanierte Fläche auf Basis der eingegebenen Gebäude werden rechts daneben angezeigt.

- Auswahl per Schieberegler für 10-Jahre-Perioden zwischen 0 und 10%/a

① *Hinweis: Ein Richtwert ergibt sich aus Punkt 2.2*

- 2.4 BKI-Faktor Welcher Baukostenindex (BKI)-Faktor soll angenommen werden?  
Die Auswirkung auf die Sanierungskosten wird in der Grafik rechts daneben angezeigt.
- Auswahl per Drop-Down-Liste zwischen 0,7 und 1,4
- 2.5 Anteil der Planungskosten Welchen Anteil haben die Planungskosten (KG 700) an den Gesamtkosten?  
Die Auswirkung auf die Sanierungskosten wird in der Grafik rechts daneben angezeigt.
- Auswahl per Schieberegler zwischen 0 und 30%
- 2.6 Preissteigerung Welche (inflationsbereinigte!) Preissteigerung soll für die Baukosten angenommen werden?  
Die Auswirkung auf die Baukosten in 2050 wird exemplarisch rechts daneben angezeigt.
- Auswahl per Schieberegler zwischen -5%/a und +5%/a
- ⓘ *Hinweis: Ein Richtwert ergibt sich aus der durchschnittlichen Steigerung 2004-2013 von 1,2%/a.*
- 2.7 interner Zinsfuß Welcher Zinssatz soll für die Aufwendung von Eigen- bzw. Fremdkapital angenommen werden?
- Auswahl per Schieberegler zwischen 0 und 10%
- 2.8 Energiepreisentwicklung Welches Energiepreisszenario soll bis 2050 angenommen werden?  
Die Auswirkung auf die Kostenentwicklung wird in der Grafik rechts daneben angezeigt.
- Auswahl per Drop-Down-Liste zwischen
- Geringe Steigerung
  - Mäßige Steigerung
  - Deutliche Steigerung
  - Eigener Wert → Auswahl per Schieberegler zwischen -10%/a und +10%/a (inflationsbereinigt!)
- ⓘ *Hinweis: Ein Richtwert ergibt sich aus der durchschnittlichen inflationsbereinigten Steigerung der Energiepreise 2004-2013 von 1,1%/a.*
- ⓘ *Im FinSa-Tool sind drei differenzierte Entwicklungen für die unterschiedlichen Energieträger hinterlegt (siehe Endbericht). Bei eigenen Annahmen wird der Anstieg vereinfacht und über alle Energieträger gleichmäßig und konstant berechnet.*

- 2.9 Betrachtungs-dauer Wie lang ist die Betrachtungsdauer der Sanierungsmaßnahmen (d.h. die angenommene Lebensdauer der sanierten Gebäude/Bauteile bis zur nächsten notwendigen Sanierung)?
- Auswahl per Drop-Down-Liste in 5-Jahres-Schritten zwischen 10 und 50 Jahren
  - ① *Hinweis: In den Jahren nach 2050 sind die bis 2050 erfolgten Sanierungen noch 'wirksam', d.h. die dadurch erzielten Einsparungen werden diesen rückwirkend noch gutgeschrieben.*
- 2.10 Änderung der Gebäude-fläche Wie ändert sich die gesamte Gebäudefläche geschätzt bis 2050 (Neubau)?  
Die Auswirkung auf die Gebäudefläche in 2050 wird rechts daneben angezeigt.
- Auswahl per Schieberegler zwischen -100% und +100%
  - ① *Hinweis: Aus Gründen der Vereinfachung (und weil praktisch kaum für einzelne Gebäudekategorien getrennt bis 2050 vorhersehbar) gibt es keine Möglichkeit der getrennten Angabe für einzelne BWZK-Kategorien. Die Angabe soll nur eine ungefähre Schätzung sein.*
- 2.11 CO<sub>2</sub>-Emissions-faktoren Auswahl/Angabe der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für Nah-/Fernwärme und Strom (wenn als Energieträger in Tabellenblatt 1 angegeben)
- Eingabe für Nah-/Fernwärme (Zahlen  $\geq 0$ ), Auswahl aus Drop-Down-Liste für Strom
  - ① *Hinweis: Als Richtwert für Nah-/Fernwärme ist der Deutschland-weite Durchschnitt von 208g CO<sub>2</sub>/kWh angegeben. Für Strom ergibt sich der aktuelle ( $\rightarrow$ Basisjahr) Wert aus den hinterlegten Daten.*
- 2.12 PLZ Angabe der Postleitzahl, damit automatisch die Klimafaktoren herausgesucht werden können.
- Eingabe als 5-stellige Zahl
  - ① *Hinweis: Angabe nur notwendig, wenn Witterungsbereinigung benötigt ist (s. Angabe siehe Tabellenblatt 1).*



## Automatische Fehlerkontrollen im Tabellenblatt

### Anzeigen im Tabellenblatt bei Fehlern

**Einige Eingaben fehlerhaft/fehlend**

→ Wenn in der Titelleiste (Zelle L11) keine Fehlernachricht angezeigt wird sind alle Eingaben ok.

#### 2.1 Ziel-Sanierungsstandard

? Wenn ein ambitionierter Zielwert (EnEV Neubau 2009 -45% oder niedriger) und gleichzeitig nur ein geringer Sanierungsumfang (Tabellenblatt 1) eingegeben sind.

**Achtung: Ein ambitionierter Zielwert ist nur mit erheblichen baulichen Veränderungen möglich (Sanierungsumfang >2). Bitte prüfen Sie die eingegebenen Gebäudedaten daraufhin. (Hinweis: Eine korrekte Berechnung ist trotzdem möglich.)**

#### 2.11 CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren

? Wenn in Tabellenblatt 1 Gebäude mit den Energieträgern „Nah-/Fernwärme“ und/oder „Wärmepumpe“/„Elektroheizung“ eingegeben sind, ist eine Angabe/Auswahl erforderlich!

**Bitte Emissionsfaktor eingeben!  
Bitte Stromart auswählen!**

#### 2.12 PLZ

? Wenn eine Witterungsbereinigung erforderlich ist (s. Angabe siehe Tabellenblatt 1), ist eine Angabe der PLZ erforderlich.

**Bitte PLZ eingeben!**

## 6.4. Weitere verwendete Daten

### 6.4.1. Gebäudegrunddaten (nach BWZK)

Siehe Anhang A

### 6.4.2. Energiepreise

Siehe Anhang B

### 6.4.3. Sanierungskosten

Siehe Anhang C

### 6.4.4. CO<sub>2</sub>-Faktoren

Siehe Anhang D

## 7. Berechnung

Anhand der Eingaben in den Tabellenblättern 1 und 2 wird die Sanierung des Gebäudebestands berechnet, wobei für die jeweiligen Szenarien die vor- bzw. angegebenen Parameter (Energieverbrauch, Sanierungsumfang, Sanierungsrate, Sanierungskosten etc.) verrechnet werden. Für die Kosten werden die wie oben beschrieben ermittelten Werte verwendet, die vom Nutzer durch die Auswahl von BKI-Faktoren, Preissteigerungen und Anteile von Planungskosten zusätzlich angepasst werden können.

Tabelle 1: Unterschiede der drei Berechnungsszenarien

Szenario	Business-as-usual-Szenario	Klimaschutzszenario	Individualszenario
Sanierungsrate	1,0 %	Ca. 2,9% *)	Einstellbar
Sanierungsstandard	EnEV Neubau 2009	EnEV Neubau 2009 -30%	Einstellbar
Zieljahr für Sanierung des gesamten Bestandes	-	2050	Einstellbar
Flächenänderung	Bevölkerungsentwicklung	Einstellbar	Einstellbar
Baukostensteigerung	1,17%	1,17%	Einstellbar
Alle weiteren einzustellenden Parameter (siehe 6.3) gelten für alle Szenarien gleichermaßen.			

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

### 7.1. Energieverbräuche & Emissionen

Ausgangswert für den Energieverbrauch der Gebäude ist der jeweils letzte eingetragene Wert der drei Status-Quo-Jahre. Für den Fall, dass die Verbräuche nicht bis zum angegebenen Basisjahr vorliegen (z.B. 2010-2012 bei Basisjahr 2014), wird für die Zwischenjahre ein konstanter Energieverbrauch angenommen.

In jedem Jahr werden die zu sanierenden Gebäudeflächen anhand der vor- oder angegebenen Sanierungsrate berechnet. Anhand des eingegebenen Gebäudebestandes wird davon ausgegangen, dass jährlich ein durch die Sanierungsrate vorgegebener Anteil der Gesamtfläche saniert wird. Auch wenn dies zunächst realitätsfern erscheint, ergibt sich über die Gesamtperiode bis 2050 eine realistische durchschnittliche Kostenschätzung. Dabei werden die angegebenen Flächenänderungen berücksichtigt. Eine abnehmende Fläche bedeutet die Veräußerung oder den Abriss von kommunalen Gebäuden, ein Flächenzuwachs bedeutet den Neubau (mit dem gewählten Zielsanierungsstandard).

Alle sanierten Flächen werden auf den gewählten Zielsanierungsstandard saniert. Die restlichen Flächen sind entweder bereits auf diesem Standard (sofern sie schon saniert worden) oder werden mit dem Status-Quo-Verbrauch berücksichtigt. Analog zur Energieverbrauchsreduktion reduzieren sich auch die dadurch verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die angenommene Energieverbrauchseinsparungen werden im Tool anhand der eingegebenen aktuellen Energieverbräuche und der angegebenen EnEV-Zielwerte (EnEV Neubau 2009 –x%) berechnet und gehen davon aus, dass diese in der Realität auch erreichbar sind. Welche Sanierungstechnologien (z.B. die Wärmedämmung verschiedener Bauteile, solare Gewinne o.ä.) in welchem Maße dabei zum Einsatz kommen, ist nicht relevant, da die erzielte Gesamteinsparung und

die durchschnittlichen Kosten für eine Verbrauchsreduktion je m<sup>2</sup> (und nicht für bestimmte Technologien) berechnet werden.

Der Austausch von Energieträgern wird für die Einsparungen des Endenergieverbrauches nicht berücksichtigt. Bei den zukünftigen Emissionen kann dies aus Komplexitätsgründen ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

### 7.2. Sanierungs- und Energiekosten

Die Sanierungskosten berechnen sich anhand der sanierten Flächen, dem Zielsanierungsstandard sowie dem gewählten Sanierungsumfang. Die Kostenannahmen sind im Anhang C dargestellt. Preissteigerungen und Zinsen/Abzinsung werden berücksichtigt.

Für die zu leistenden Energiekosten für den Unterhalt der Gebäude werden die Energieverbräuche mit den spezifischen Energiekosten der angenommenen Preisszenarien verrechnet.

Die Kosten werden in 5-Jahres-Perioden zusammengefasst. Zwar erfolgt eine Berechnung für jedes einzelne Jahr, aber die Annahme, dass jährlich ein durch die Sanierungsrate vorgegebener Anteil der Gesamtfläche saniert wird ist im Detail zunächst realitätsfern. Durch die Zusammenfassung zu 5-Jahres-Perioden jedoch können die Kosten mit einer größeren Wahrscheinlichkeit realistisch zugeordnet werden. Eine jährliche Ausweisung der Kosten würde eine nicht vorhandene Genauigkeit der Planung und Eingaben im Tool suggerieren.

## 8. Output (Tabellenblätter 3-5)

Als Ergebnis werden die Energieverbräuche, die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten ausgewiesen.

### Hinweise zur Interpretation:

- **Die Ergebnisse sind nur eine Abschätzung!**  
V.a. bei weit in der Zukunft liegenden Zeiträumen kann eine Planung und Annahme der Parameter im Voraus höchstens grob geschätzt sein, sodass auch die Ergebnisse eher eine grobe Orientierung des Kostenrahmens geben können. Sie können nicht den Anspruch haben, die zukünftige Entwicklung bis 2050 exakt vorauszusagen.
- **Die Ergebnisse von Szenarien mit gleichen Einstellungen können leicht voneinander abweichen.** (z.B. individuelles kommunales Szenario mit gleichen Einstellungen wie das Klimaschutzszenario)  
Der Grund sind u.a. Rundungsdifferenzen (z.B. Sanierungsrate) bei der internen Berechnung. Abweichungen im einstelligen Prozentbereich liegen ohnehin innerhalb der Gesamtunsicherheit der Vorausberechnung (durch Annahmen zu Energiepreisen, Baukostensteigerungen, Sanierungsraten etc.).

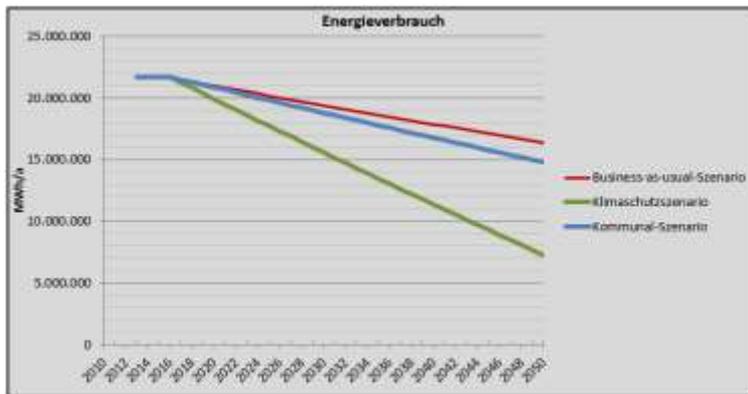


### Automatische Fehlerkontrollen im Tabellenblatt

- ? Sofern in den Eingabe-Tabellenblättern 1 und/oder 2 fehlende Daten oder fehlerhafte Eingaben vorliegen, wird dies in den Ergebnis-Tabellenblättern gekennzeichnet.

Achtung: Tabellenblätter 1 (Eingabe Gebäudedaten) und 2 (Eingabe Parameter) enthalten falsche oder fehlerhafte Eingaben - bitte kontrollieren! Die berechneten Ergebnisse können dadurch fehlerhaft sein.

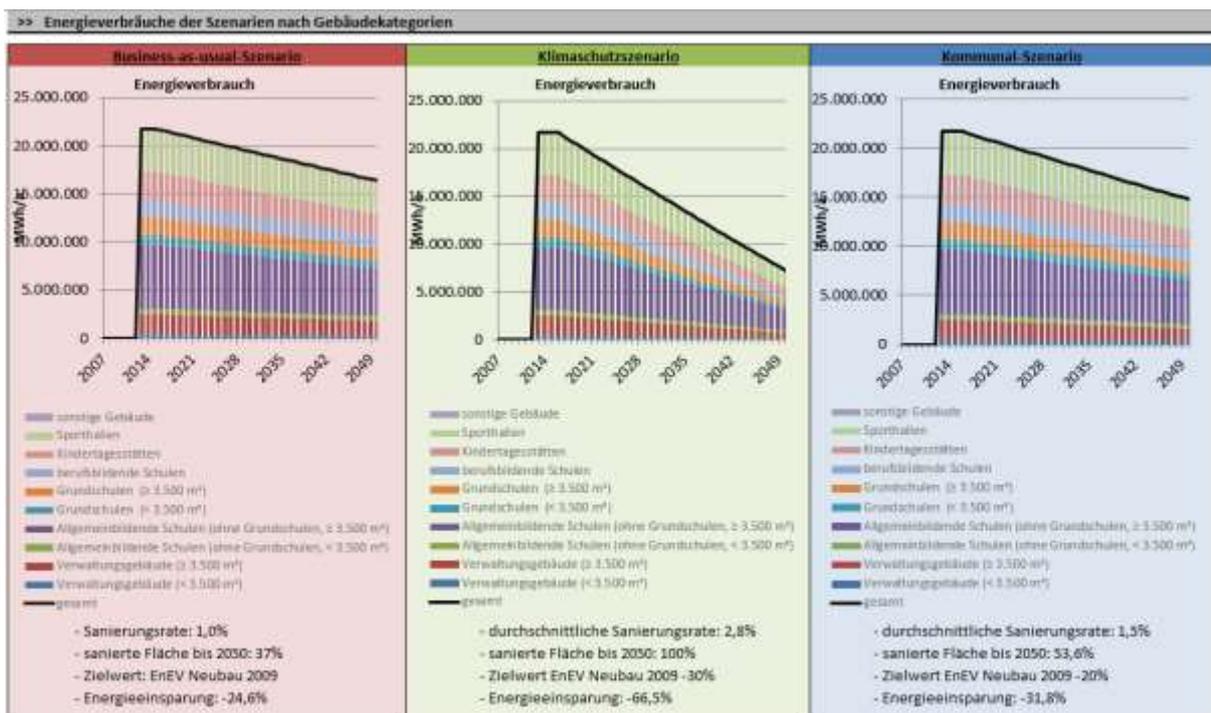
### 8.1. Energieverbrauch (Tabellenblatt 3)



Einsparung bis 2050	
Business-as-usual-Szenario	-24,6%
Klimaschutzszenario	-66,5%
Kommunal-Szenario	-31,8%

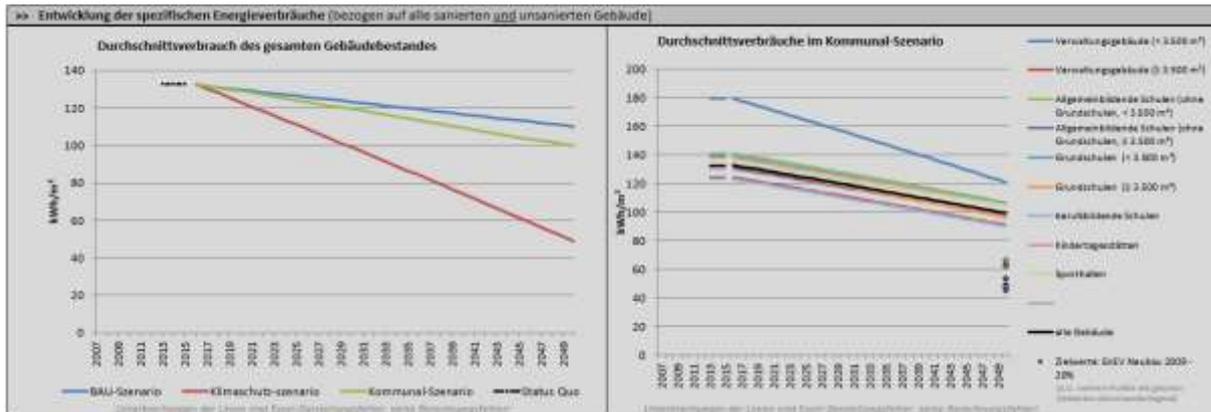
Info  
 Flächenänderung in allen Szenarien: 8% p.a. 2050  
 Business-as-usual-Szenario: Sanierungsrate 1,0%, Sanierung auf EnEV 2009  
 Klimaschutzszenario: Sanierungsrate 2,8%, Sanierung auf EnEV Neubau 2009 -30%  
 Kommunal-Szenario: Sanierungsrate 1,5%, Sanierung auf EnEV Neubau 2009 -30%

Zunächst werden die gesamten Energieverbräuche der drei Szenarien dargestellt. Daneben sind die Einsparungen bis 2050 gegenüber dem Status-Quo-Jahr berechnet, d.h. wieviel Energie der Gebäudebestand im Jahr 2050 weniger verbraucht als zu Beginn. Darunter sind zur Übersicht die wesentlichen Unterschiede der drei dargestellten Szenarien aufgeführt.



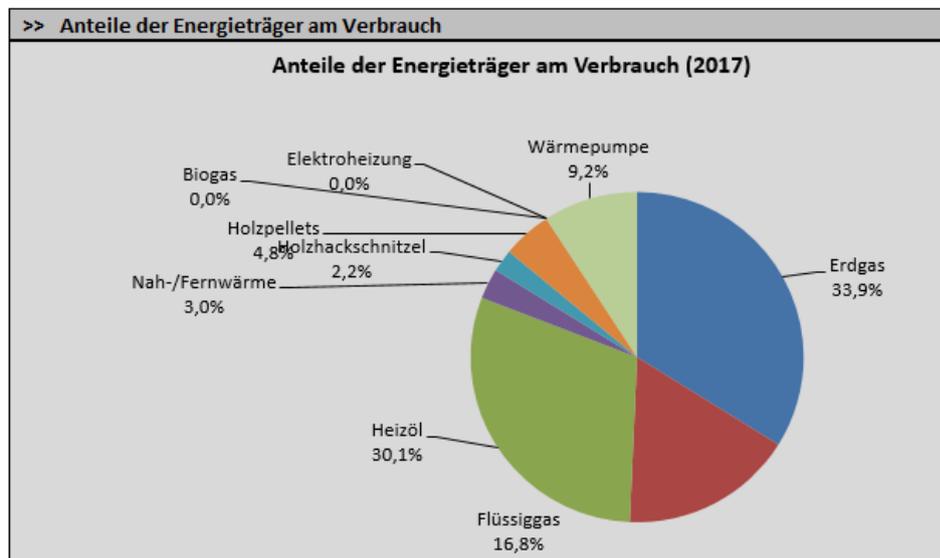
Darunter sind die detaillierten und nach Gebäudekategorien aufgeschlüsselten Verbräuche der drei Szenarien nebeneinander zu vergleichen. Zusätzlich sind wieder die wichtigsten unterschiedlichen Annahmen für die drei Szenarien aufgeführt.

Abweichungen im Verbrauch zwischen den hier berechneten und den eingegebenen Werten (Tabellenblatt 1) für die ersten drei Status-Quo-Jahre können sich durch die Berücksichtigung der Witterungseinflüsse oder der Warmwasseranteile ergeben (je nachdem, ob diese in den eingegebenen Daten schon enthalten sind oder nicht).



Danach werden die spezifischen Energieverbräuche dargestellt. Links die Verbräuche des gesamten Gebäudebestandes (über alle Kategorien), rechts nur die des individuellen Kommunal-Szenarios (getrennt nach Gebäudekategorien). Dazu sind rechts als Punkte die spezifischen Verbräuche des eingestellten Zielsanierungsstandards eingeblendet. Wenn der gesamte Gebäudebestand bis 2050 saniert wird, haben 2050 alle Gebäude den Verbrauchsdurchschnitt des Zielwertes.

Die unterbrochenen Linien im Diagramm sind ein Darstellungsproblem in Excel und keine fehlenden Werte. Der linke Teil bezieht sich auf die eingegebenen Status-Quo-Jahre, der rechte Teil auf die berechneten Ergebnisse.



Informativ wird zudem noch die Aufteilung der Verbräuche nach Energieträgern dargestellt. Da kein Austausch von Energieträgern berücksichtigt werden kann ändern sich diese Anteile über den betrachteten Zeitraum nicht.

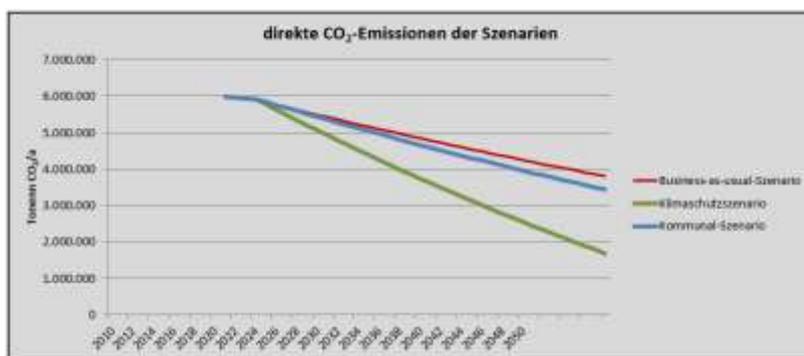
Energieverbrauch Business-as-usual-Szenario		2011	2012	2013	2014	2015	2016
Verwaltungsgebäude (< 3.500 m <sup>2</sup> )	[MWh]	129,6	121,1	300,0	300,0	300,8	301,7
Verwaltungsgebäude (≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	[MWh]	708,1	732,9	725,2	725,2	726,4	727,6
Allgemeinbildende Schulen (ohne Gru)	[MWh]	-	-	-	-	-	-
Allgemeinbildende Schulen (ohne Gru)	[MWh]	36.482,0	37.082,0	38.252,0	38.252,0	38.224,9	38.197,5
Grundschulen (< 3.500 m <sup>2</sup> )	[MWh]	27.773,0	27.239,0	32.793,0	32.793,0	32.818,8	32.844,4
Grundschulen (≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	[MWh]	-	-	-	-	-	-
berufsbildende Schulen	[MWh]	31.626,0	32.756,0	33.816,0	33.816,0	33.715,3	33.614,2
Kindertagesstätten	[MWh]	-	-	-	-	-	-
Sporthallen	[MWh]	-	-	-	-	-	-
sonstige Gebäude	[MWh]	-	-	-	-	-	-
<b>gesamt</b>	<b>[MWh]</b>	<b>96.718,6</b>	<b>97.931,0</b>	<b>105.886,2</b>	<b>105.886,2</b>	<b>105.786,3</b>	<b>105.685,2</b>

Unterhalb der Grafiken können die Detailergebnisse der Energieverbräuche eingblendet werden.

## 8.2. CO<sub>2</sub>-Emissionen (Tabellenblatt 4)

Es wird in direkte und indirekte Emissionen mit den jeweiligen Faktoren 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.



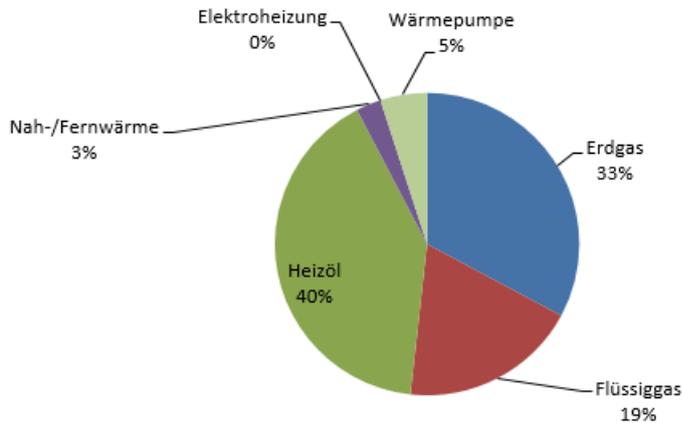
Einsparung	
Business-as-usual-Szenario	-16,0%
Klimaschutzszenario	-71,6%
Kommunal-Szenario	-42,1%

Emissionen [t CO <sub>2</sub> /a]	2010	2050
Business-as-usual-Szenario	5.890.369	3.802.445
Klimaschutzszenario	5.890.369	1.609.478
Kommunal-Szenario	5.890.369	3.439.017

Eingesparte (direkte) Emissionen ggü. Business-as-usual-Szenario (2010-2050 kumuliert)	
Klimaschutzszenario	113.384.205 t CO <sub>2</sub>
Kommunal-Szenario	19.160.939 t CO <sub>2</sub>

Analog zu den Energieverbräuchen werden zunächst die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der drei Szenarien dargestellt. Daneben sind die Einsparungen bis 2050 gegenüber dem Status-Quo-Jahr berechnet, d.h. wieviel CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gebäudebestand im Jahr 2050 weniger verursacht als zu Beginn (absolut und in %). Dazu werden die kumulierten CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Klimaschutz- sowie dem individuellen Kommunal-Szenario dargestellt.

### Anteile der Energieträgern an direkten Emissionen



Ebenfalls analog zu den Energieverbräuchen sind die Anteile der Energieträger an den CO<sub>2</sub>-Emissionen dargestellt. Diese Anteile können von den Anteilen am Verbrauch abweichen, da die CO<sub>2</sub>-intensitäten unterschiedlich sind. (Obwohl bspw. nur 30% des Verbrauchs aus mit Heizöl beheizten Gebäuden stammt, können diese aufgrund des vergleichsweise hohen Emissionsfaktors von Heizöl z.B. 40% der Emissionen ausmachen.)

direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Business-as-usual-Szenario	[t CO <sub>2</sub> ]	14.764,79	15.964,17	15.964,17	15.949,10	15.933,87	15.918,47	15.902,91
Klimaschutzszenario	[t CO <sub>2</sub> ]	14.764,79	15.964,17	15.964,17	15.759,27	15.552,99	15.345,32	15.136,26
Individual-Szenario	[t CO <sub>2</sub> ]	14.764,79	15.964,17	15.964,17	15.689,32	15.414,46	15.139,61	14.864,76

indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Business-as-usual-Szenario	[t CO <sub>2</sub> -äq.]	2.628,45	2.841,97	2.841,97	2.839,28	2.836,57	2.833,83	2.831,06
Klimaschutzszenario	[t CO <sub>2</sub> -äq.]	2.628,45	2.841,97	2.841,97	2.805,49	2.768,77	2.731,80	2.694,58
Individual-Szenario	[t CO <sub>2</sub> -äq.]	2.628,45	2.841,97	2.841,97	2.793,04	2.744,11	2.695,18	2.646,25

gesamte CO <sub>2</sub> -Emissionen		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Business-as-usual-Szenario	[t CO <sub>2</sub> -äq.]	17.393,24	18.806,14	18.806,14	18.788,39	18.770,44	18.752,30	18.733,97
Klimaschutzszenario	[t CO <sub>2</sub> -äq.]	17.393,24	18.806,14	18.806,14	18.564,76	18.321,76	18.077,12	17.830,84
Individual-Szenario	[t CO <sub>2</sub> -äq.]	17.393,24	18.806,14	18.806,14	18.482,35	18.158,57	17.834,79	17.511,00

Unterhalb der Grafiken können die Detailergebnisse der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingeblendet werden.

### 8.3. Kosten (Tabellenblatt 5)

#### 8.3.1. Kostenübersicht (Tabellenblatt 5.1)

Auf Tabellenblatt 5.1 werden zunächst als Übersicht einige Kennzahlen dargestellt. Detailliertere Ergebnisse und Auswertungen finden sich auf Tabellenblatt 5.2.

Szenario	Business-as-usual-Szenario	Klimaschutz-Szenario	Kommunal-Szenario
allgemeine Sanierungskosten	55.533 €	192.614 €	192.979 €
energetische Mehrkosten	- €	40.638 €	40.715 €
Energiekosten	430.102 €	225.684 €	255.604 €
eingesparte Energiekosten	- €	204.417 €	174.498 €
Saldo (Mehrkosten vs. gesparte Energiekosten)	- €	163.780 €	133.783 €
Saldo (als Anteil der ges. Sanierungskosten)	-	85,0%	69,3%
eingesparte CO <sub>2</sub> -Emissionen	0 t CO <sub>2</sub>	113 t CO <sub>2</sub>	96 t CO <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten	-	-1.444 €/t CO <sub>2</sub>	-1.387 €/t CO <sub>2</sub>

*Hinweis: Beträge abgezinst auf 2017*

Zu Beginn gibt die Tabelle Auskunft über die wichtigsten summierten Kennzahlen der Berechnungen der drei Szenarien:

#### Gesamte Sanierungskosten

Summe aus Sowieso-Sanierungskosten und energetischen Mehrkosten.

Höhere (allgemeine) Sanierungskosten entstehen durch eine höhere Sanierungsrate.

#### Energetische Mehrkosten

Mehrkosten für erhöhten energetischen Sanierungsaufwand durch höheren Sanierungsstandard als im Business-as-usual-Szenario.

Höhere energetische Mehrkosten entstehen durch einen höheren Sanierungsstandard.

#### Energiekosten

Anhand der Energieverbräuche berechnete gesamte Energiekosten für den laufenden Unterhalt der Gebäude.

#### Eingesparte Energiekosten

Einsparung an Energie und dadurch Energiekosten durch erhöhten energetischen Sanierungsaufwand (höheren Sanierungsstandard) als im Business-as-usual-Szenario.

#### Saldo

Differenz aus eingesparten Energiekosten („Gewinn“) abzüglich der energetischen Mehrkosten („Aufwendung“).

- positiver Saldo: Die Einsparungen sind größer als die Mehrkosten
- negativer Saldo: Die Einsparungen sind kleiner als die Mehrkosten

① **HINWEIS:** Mit dem FinSa-Tool können keine detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den gesamten Gebäudebestand durchgeführt werden! Die energetischen Mehrkosten

*werden hier lediglich informativ und überschlägig den eingesparten Energiekosten gegenübergestellt.*

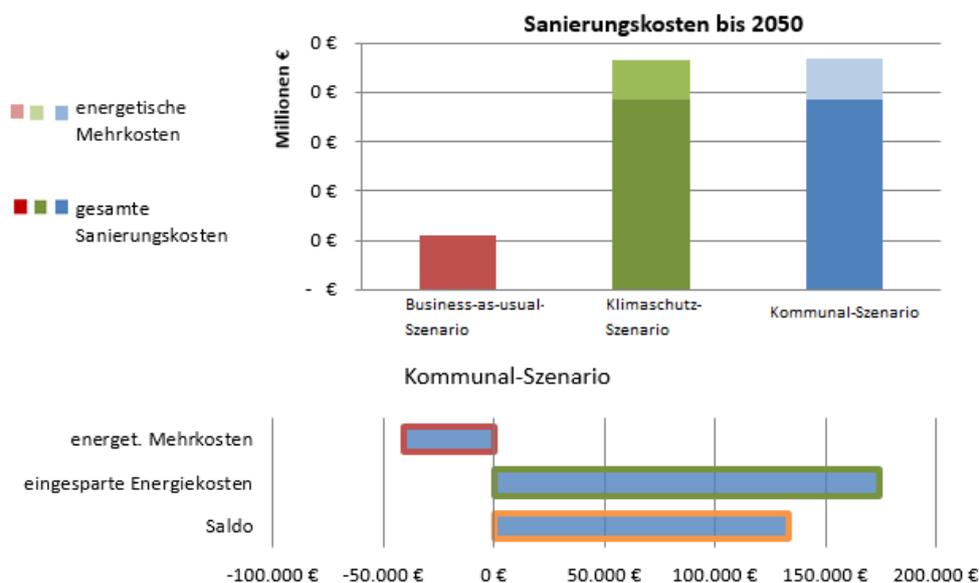
Eingesparte CO<sub>2</sub>-Emissionen

Einsparung an Energie und dadurch CO<sub>2</sub>-Emissionen durch erhöhten energetischen Sanierungsaufwand (höheren Sanierungsstandard) als im Business-as-usual-Szenario.

CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten

CO<sub>2</sub>-Einsparungskosten sind berechnet aus den eingesparten Tonnen CO<sub>2</sub> und den eingesparten Energiekosten (kumuliert über die Jahre bis 2050). Sie geben an was es kostet, eine Tonne CO<sub>2</sub> durch energetische Sanierungen einzusparen.

- positive Werte: Einsparung einer Tonne CO<sub>2</sub> kostet einen zusätzlichen Beitrag, weil die eingesparten Energiekosten die energetischen Mehrkosten nicht aufwiegen.
- negative Kosten: durch Sanierungsmaßnahmen eingesparte Tonne CO<sub>2</sub> bringt einen zusätzlichen finanziellen Mehrwert durch „nebenbei“ eingesparte Energiekosten

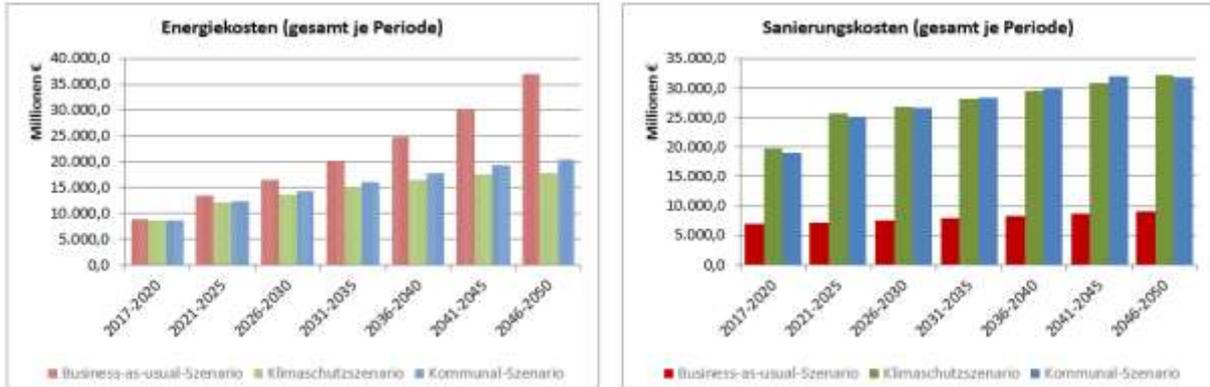


Darunter geben Diagramme einen Überblick über die gesamten Kosten und Einsparungen. Die obere Grafik zeigt das Verhältnis der Sanierungskosten (Sowieso-Kosten und energetische Mehrkosten) der drei Szenarien zueinander. Die untere Grafik zeigt das Verhältnis von eingesparten Energiekosten („Gewinn“), energetischen Mehrkosten („Aufwendung“) und dem daraus gebildeten Saldo. Ist der Saldo positiv, „lohnen“ sich die Maßnahmen nach den eingestellten Parametern im Allgemeinen bis 2050 als Gesamtpaket.

ⓘ **HINWEIS:** Mit dem FinSa-Tool können keine detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den gesamten Gebäudebestand durchgeführt werden! Der Saldo ist nur bedingt aussagekräftig, da er nur die gesamte Periode bis 2050 betrachtet und keine Aussage über schon früher oder erst später wirtschaftliche Sanierungsmaßnahmen zulässt.

**8.3.2. Detaillierte Kosten (Tabellenblatt 5.2)**

Tabellenblatt 5.2 enthält im Gegensatz zu Tabellenblatt 5.1. detailliertere Auswertungen der errechneten Kosten.



Zunächst werden die gesamten Energiekosten und Sanierungskosten aller drei Szenarien nach 5-Jahres-Perioden zusammengefasst gegenüber gestellt.

① **HINWEIS:** Die Kosten werden in 5-Jahres-Perioden zusammengefasst. Zwar erfolgt eine Berechnung für jedes einzelne Jahr, aber die Annahme, dass jährlich ein durch die Sanierungsrate vorgegebener Anteil der Gesamtfläche saniert wird ist im Detail zunächst realitätsfern. Durch die Zusammenfassung zu 5-Jahres-Perioden jedoch können die Kosten mit einer größeren Wahrscheinlichkeit realistisch zugeordnet werden. Eine jährliche Ausweisung der Kosten würde eine nicht vorhandene Genauigkeit der Planung und Eingaben im Tool suggerieren.



Darunter sind die detaillierten und nach Gebäudekategorien aufgeschlüsselten Sanierungskosten der drei Szenarien nebeneinander zu vergleichen. Zusätzlich sind wieder die wichtigsten unterschiedlichen Annahmen für die drei Szenarien aufgeführt.

## HANDBUCH

FinSa-Tool – Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude  
 >> Output (Tabellenblätter 3-5)

### **i** HINWEISE:

- Alle Kosten sind auf das aktuelle Jahr (Basisjahr) abgezinst.
- Wenn Lüftungsanlagen eingebaut werden, sind der erhöhte Stromverbrauch sowie zusätzliche Wartungskosten zu berücksichtigen (im Tool nicht eingerechnet).
- Durch die Sanierungsaufwendungen entstehende zusätzliche Unterhaltsaufwendungen sowie erhöhte Abschreibungen sind nicht berechnet und müssen individuell berücksichtigt werden.

Detailergebnisse einblenden		Detailergebnisse ausblenden								
Energiekosten	2015-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050	2051-2060*	gesamt (2015 bis 2060)	
Business-as-usual-Szenario	35.851.943 €	34.641.349 €	38.304.610 €	41.817.587 €	43.852.898 €	44.391.415 €	44.093.071 €	89.813.607 €	373.705.438 €	
Klimaschutzszenario	34.304.000 €	30.704.298 €	31.537.852 €	31.593.258 €	30.027.333 €	27.238.625 €	23.990.078 €	35.411.881 €	254.887.297 €	
Individual-Szenario	83.759.653 €	25.555.520 €	29.705.325 €	29.327.628 €	27.601.488 €	24.428.575 €	21.462.985 €	41.412.153 €	287.252.389 €	
<small>*Anstrompreiswerte angepasst</small>										

Sanierungskosten [Übersicht]		2015-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050	gesamt
<b>Business-as-usual-Szenario</b>									
allgemeine Sanierungskosten	61.025.412 €	55.119.340 €	55.299.340 €	61.785.382 €	68.296.384 €	71.762.294 €	78.301.830 €	490.893.592 €	
energetische Kosten	3.289.501 €	1.051.452 €	1.293.831 €	1.542.784 €	1.810.132 €	4.096.929 €	4.404.819 €	25.588.049 €	
Gesamtkosten	64.314.913 €	56.170.792 €	62.593.171 €	67.327.948 €	72.406.516 €	77.859.243 €	83.706.649 €	486.481.641 €	

Unterhalb der Grafiken können die Detailergebnisse der Energiekosten und Sanierungskosten eingeblendet werden.

## 9. Glossar

### 9.1. Abkürzungsverzeichnis

<b>BAU</b>	Business-as-usual („Weiter wie bisher“)
<b>BGF</b>	Brutto-Grundfläche
<b>BWZK</b>	Bauwerkszuordnungskatalog
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>EnEV</b>	Energieeinsparverordnung
<b>FinSa (-Tool)</b>	Tool zur Berechnung des <u>Finanzierungsbedarfs</u> energetischer <u>Sanierungen</u> für kommunale Gebäude
<b>K-2050-KG</b>	Klimaschutzkonzept 2050 – Kommunale Gebäude
<b>kWh</b>	Kilowattstunde
<b>MWh</b>	Megawattstunde = 1000 kWh
<b>NGF</b>	Netto-Grundfläche

### 9.2. Begriffserklärungen

#### Basisjahr

I.d.R. das aktuelle Jahr. Ab dem Folgejahr geht das FinSa-Tool von Sanierungstätigkeiten lt. Einstellungen aus. Für drei davor liegende Jahre sollten Energieverbräuche eingetragen werden.

#### Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK)

Standardisierter Katalog, nach dem Gebäude klassifiziert werden können und nach dessen Systematik auch z.B. Durchschnittsverbräuche vorlagen. Der BWZK findet bei der standardisierten Berechnung von Energieverbrauchskennwerten Anwendung (gemäß VDI-Richtlinie 3807, Blatt 2). Im FinSa-Tool wird aufgrund mangelnder Unterscheidbarkeit von Kostendaten/-annahmen etc. nicht in alle Unterkategorien differenziert.

#### Betrachtungsdauer

Meint die (Bauteil-)Lebensdauer der Sanierungsmaßnahmen (d.h. wann diese aus Altersgründen wieder ersetzt werden müssen). Liegt i.d.R. zwischen 20 und 50 Jahren. In den Jahren 2050 bis 2050+Lebensdauer sind die bis 2050 erfolgten Sanierungen noch 'wirksam', d.h. die dadurch erzielten Einsparungen werden diesen rückwirkend noch gutgeschrieben.

#### BKI-Faktor

Regionalfaktor für die Baukosten nach dem Baukostenindex. Kann nicht automatisch (z.B. anhand der PLZ) angenommen werden, da die Daten nicht frei verfügbar sind. (siehe [www.baukosten.de/deutschland.html](http://www.baukosten.de/deutschland.html))

#### Brutto-Grundfläche (BGF)

Die Brutto-Grundfläche ist die Fläche, die sich aus der Summe aller Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes ergibt.

### Business-as-usual-Szenario

„Weiter-so-Szenario“, das die aktuellen Trends konstant fortschreibt: →Sanierungsquote 1,0%/a und →Sanierungsstandard EnEV 2009.

### CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren

Faktoren, die den Ausstoß von CO<sub>2</sub> je produzierter Kilowattstunde (kWh) Energie beziffern. Es wird in direkte und indirekte Emissionen mit den jeweiligen Faktoren 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.

### CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten

Kosten einer Maßnahme oder eines Maßnahmenbündels für die Vermeidung einer Tonne CO<sub>2</sub>. Sie beschreiben die Kosten, die für die Reduzierung einer bestimmten CO<sub>2</sub>-Menge gegenüber einer Referenztechnologie (oder einem Referenzzeitpunkt) anfallen. Hierin sind jeweils die Investitions- und Betriebskosten sowie die verbrauchsgebundenen Kosten angegeben. Sie dienen als übersichtlicher Kennwert für den schnellen Vergleich von Szenarien.

### Eingesparte Energiekosten

Einsparungen an Energiekosten durch eingesparten Energieverbrauch im →Klimaschutz- und →kommunalen Individualszenario gegenüber dem →Business-as-usual-Szenario.

### Energiepreisszenarien

Im FinSa-Tool sind zwei verschiedene Energiepreisszenarien bzw. angenommene Entwicklungen der Energiepreise hinterlegt. Die Entwicklung ist im Endbericht des zugehörigen Forschungsprojektes beschrieben. Daneben kann alternativ auch eine eigene Annahme zur Preissteigerung getroffen werden.

### Gebäudekategorie

Unterscheidung nach den Hauptkategorien des →Bauwerkszuordnungskataloges.

### Klimafaktoren

Der Einfluss der Witterung und des Klimas auf den Energieverbrauch wird mittels eines so genannten Klimafaktors erfasst, der sowohl die Temperaturverhältnisse während eines Berechnungszeitraumes als auch die klimatischen Verhältnisse in Deutschland berücksichtigt. Durch die Anwendung des Klimafaktors können die Energieverbrauchskennwerte verschiedener Berechnungszeiträume und von Gebäuden in verschiedenen klimatischen Regionen Deutschlands (zumindest überschlägig) verglichen und korrigiert/normiert werden.

(siehe [www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html))

### Klimaschutzszenario

Szenario, das die Ziele der Bundesregierung (80% Primärenergiereduktion im Gebäudebestand bis 2050) berücksichtigt: Alle Gebäude werden bis 2050 saniert (→Sanierungsquote wird abhängig vom →Basisjahr berechnet), →Sanierungsstandard EnEV Neubau 2009 -30%.

### Kommunen-individuelles Szenario

Individuelles, auf die jeweilige Kommune anpassbares Sanierungsszenario. Im Wesentlichen durch Auswahl von → Sanierungsstandard und →Sanierungsquote bestimmt.

### Netto-Grundfläche (NGF)

Die Netto-Grundfläche ist die Summe der nutzbaren Grundflächen eines Gebäudes.

### Sanierungskosten

Die Sanierungskosten werden allgemein in nicht-energetische (sog. „Sowieso-“) Kosten und energetisch bedingte Mehrkosten (d.h. Mehrkosten gegenüber dem gesetzlichen Standard) unterteilt. Die Sowieso-Kosten machen den größten Teil der gesamten Sanierungskosten aus (ca. 80%) und sind primär vom geplanten →Sanierungsumfang (d.h. nur leichte Optimierungen am Gebäude oder umfangreiche Kernsanierungen) abhängig. Der Anteil der energetischen Mehrkosten ist wesentlich vom gewünschten Sanierungsstandard abhängig.

### Sanierungsquote

Die Sanierungsquote bezeichnet den Anteil der gesamten Gebäudefläche, der jährlich saniert wird.

### Sanierungsstandard

Norm aus der Energieeinsparverordnung (EnEV), die energetische Anforderungen an die verwendeten Bauteile und damit implizit Zielwerte für den spezifischen Energieverbrauch des sanierten Gebäudes vorgibt.

### Sanierungsszenario

Im FinSa-Tool werden drei verschiedene Szenarien berechnet und verglichen: →Business-as-usual-Szenario, →Klimaschutzszenario und ein →Kommunen-individuelles Szenario

### Sanierungsumfang

Der Sanierungsumfang bezeichnet im FinSa-Tool das Ausmaß der gesamten Sanierung. Er bewegt sich zwischen einfachen Optimierungen am Gebäude (z.B. dem Austausch von Fenstern oder dem Einbau einer Lüftungsanlage) und wesentlichen Umbauten am Gebäude (z.B. eine komplette Kernsanierung). Da es für den Sanierungsumfang keine allgemein gültige quantitative Definition gibt, wird im FinSa-Tool eine Skala von 1 (einfache Optimierungen) bis 5 (Kernsanierung) verwendet.

### Witterungsbereinigung

Bereinigung des Energieverbrauches um klimatische Einflüsse und Temperaturverhältnisse mit dem Ziel der Vergleichbarkeit unterschiedlich kalter/warmer Jahre (siehe →Klimafaktoren).

## Anhang: Datengrundlage

### A) BWZK-Daten

Gebäudetyp	BWZK-Nr.	Umrechnungsfaktoren		Energieverbrauchskennwerte [kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub> *a]		
		NGF	BGF	Vergleichswert nach EnEV Neubau 2009	Ø Bestandsgebäude (2010)	Zielwert EnEV Neubau 2009 - 30%
Verwaltungsgebäude (< 3.500 m <sup>2</sup> )	1300	100%	85%	56,9	153	39,8
Verwaltungsgebäude (≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	1300	100%	85%	60,5	106	42,4
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, < 3.500 m <sup>2</sup> )	4100	100%	90%	78,2	127	54,7
Allgemeinbildende Schulen (ohne Grundschulen, ≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	4100	100%	90%	67,1	118	47,0
Grundschulen (< 3.500 m <sup>2</sup> )	4110	100%	90%	78,2	125	54,7
Grundschulen (≥ 3.500 m <sup>2</sup> )	4110	100%	90%	61,1	120	42,8
berufsbildende Schulen	4200	100%	90%	59,8	111	41,9
Kindertagesstätten	4400	100%	86%	78,5	119	55,0
Sporthallen	5100	100%	91%	83,1	122	58,2
sonstige Gebäude	-	100%	87%	71,1	120	49,8

**B) 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 €

**HANDBUCH**

FinSa-Tool – Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude

>> Anhang: Datengrundlage

	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 €

**HANDBUCH**

FinSa-Tool – Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude

>> Anhang: Datengrundlage

	<b>Biomethan</b>			<b>Holz</b>		
	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 €

## C) Sanierungskosten

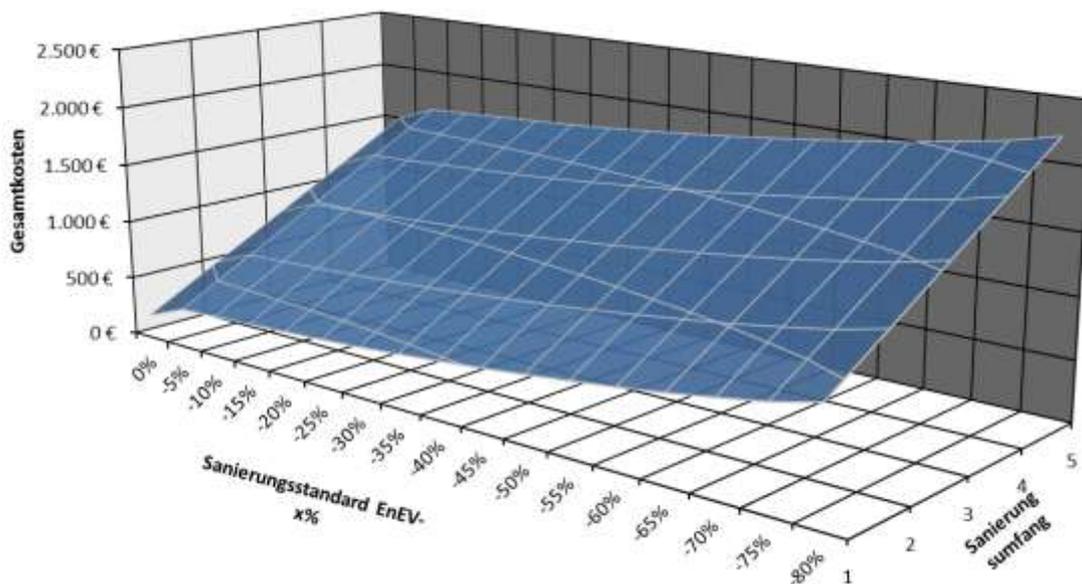
### C1) Sowieso-Kosten (EnEV Neubau 2009)

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

### C2) energetische Mehrkosten

Zielwert EnEV Neubau 2009 -x	Mehrkosten/m <sup>2</sup>
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 €

### C3) Kombination Sowieso-Kosten und energetische Mehrkosten



**HANDBUCH**

FinSa-Tool – Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude

&gt;&gt; Anhang: Datengrundlage

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 €

**D) CO<sub>2</sub>-Faktoren**

	<b>direkte Emissionen</b> <i>g CO<sub>2</sub>/kWh</i>	<b>indirekte Emissionen</b> <i>g CO<sub>2</sub>-äq./kWh</i>	<b>Gesamt</b> <i>g CO<sub>2</sub>-äq./kWh</i>
Erdgas	225,4	24,3	249,7
Flüssiggas	261,0	32,2	293,2
Heizöl EL	313,2	54,1	367,3
Fernwärme	0,0	0,0	0,0
Holz (Hackschnitzel & Pellets)	0,0	5,0	5,0
Biogas (BHWK)	0,0	131,7	131,7
Ökostrom	0,0	41,2	41,2

**Strommix Deutschland**

	<b>direkte Emissionen</b> <i>g CO<sub>2</sub>/kWh</i>	<b>indirekte Emissionen</b> <i>g CO<sub>2</sub>-äq./kWh</i>	<b>Gesamt</b> <i>g CO<sub>2</sub>-äq./kWh</i>
<b>2010</b>	563,0	94,6	657,6
<b>2011</b>	570,0	95,8	665,8
<b>2012</b>	601,0	101,0	702,0
<b>2013</b>	588,1	98,8	687,0
<b>2014</b>	575,3	96,6	671,9
<b>2015</b>	562,4	94,5	656,9
<b>2016</b>	549,6	92,3	641,9
<b>2017</b>	536,7	90,2	626,9
<b>2018</b>	523,9	88,0	611,9
<b>2019</b>	511,0	85,9	596,9
<b>2020</b>	498,2	83,7	581,9
<b>2021</b>	485,3	81,5	566,9
<b>2022</b>	472,5	79,4	551,8
<b>2023</b>	459,6	77,2	536,8
<b>2024</b>	446,8	75,1	521,8
<b>2025</b>	433,9	72,9	506,8
<b>2026</b>	421,1	70,7	491,8
<b>2027</b>	408,2	68,6	476,8
<b>2028</b>	395,4	66,4	461,8
<b>2029</b>	382,5	64,3	446,8
<b>2030</b>	369,7	62,1	431,8

	<b>direkte Emissionen</b> <i>g CO<sub>2</sub>/kWh</i>	<b>indirekte Emissionen</b> <i>g CO<sub>2</sub>-äq./kWh</i>	<b>Gesamt</b> <i>g CO<sub>2</sub>-äq./kWh</i>
<b>2031</b>	356,8	59,9	416,7
<b>2032</b>	343,9	57,8	401,7
<b>2033</b>	331,1	55,6	386,7
<b>2034</b>	318,2	53,5	371,7
<b>2035</b>	305,4	51,3	356,7
<b>2036</b>	292,5	49,1	341,7
<b>2037</b>	279,7	47,0	326,7
<b>2038</b>	266,8	44,8	311,7
<b>2039</b>	254,0	42,7	296,6
<b>2040</b>	241,1	40,5	281,6
<b>2041</b>	228,3	38,3	266,6
<b>2042</b>	215,4	36,2	251,6
<b>2043</b>	202,6	34,0	236,6
<b>2044</b>	189,7	31,9	221,6
<b>2045</b>	176,9	29,7	206,6
<b>2046</b>	164,0	27,6	191,6
<b>2047</b>	151,2	25,4	176,6
<b>2048</b>	138,3	23,2	161,5
<b>2049</b>	125,5	21,1	146,5
<b>2050</b>	112,6	18,9	131,5