

BBSR-  
Online-Publikation  
30/2022

# RentalCal-Tool 2.0

von  
Andreas Enseling  
Jens Calisti



## RentalCal-Tool 2.0

Weiterentwicklung eines webbasierten Berechnungsmodells für  
Bestandsinvestitionen in Mietwohngebäuden

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wohnen, Stadtentwicklung  
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**ZUKUNFT BAU**  
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-20.30

Projektlaufzeit: 04.2021 bis 09.2022

## IMPRESSUM

### Herausgeber

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

### Fachbetreuer

Dr. Michael Brüggemann, Brüggemann Kisseler Ingenieure  
im Auftrag des BBSR, Referat WB 3 „Forschung im Bauwesen“  
zb@bbr.bund.de

### Autoren

Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt  
Dr. Andreas Enseling (Projektleitung)  
a.enseling@iwu.de

Jens Calisti  
j.calisti@iwu.de

### Redaktion

Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt  
Dr. Andreas Enseling, Jens Calisti

### Stand

November 2022

### Gestaltung

Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt  
Dr. Andreas Enseling

### Bildnachweis

Titelbild: K8/Unsplash (<https://unsplash.com/photos/OvfmRm4ja4>)  
Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt: S. 8, 19

### Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

### Zitierweise

Enseling, Andreas; Calisti, Jens, 2022: RentalCal-Tool 2.0: Weiterentwicklung eines webbasierten Berechnungsmodells für Bestandsinvestitionen in Mietwohngebäuden. BBSR-Online-Publikation 30/2022, Bonn.

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Kurzfassung</b>   | <b>5</b>  |
| <b>Abstract</b>  | <b>6</b>  |
| <b>Einführung</b>  | <b>7</b>  |
| Themenfeld   | 7         |
| Untersuchungsgegenstand  | 9         |
| <b>Problemstellung</b>   | <b>10</b> |
| Stand der Forschung/Baupraxis  | 10        |
| Entwicklungsbedarf   | 11        |
| <b>Zielstellung</b>  | <b>12</b> |
| Konkrete Projektziele  | 12        |
| Übergeordnete Ziele und der Beitrag des Projekts dazu                              | 12        |
| <b>Forschungsdesign</b>  | <b>13</b> |
| Forschungsfragen   | 13        |
| Methodischer Ansatz  | 13        |
| Projektteam und Organisation, Kooperationspartner                                  | 13        |
| Arbeitspakete und Meilensteine   | 14        |
| <b>Vorgenommene Erweiterungen in RentalCal 2.0</b>                                 | <b>15</b> |
| Entwicklung und Umsetzung des "Unterstützten Eingabemodus"                         | 16        |
| Änderungen Startseite des Tool   | 16        |
| Änderungen Formular „Tool Struktur“ (Information)                                  | 16        |
| Änderungen Formular „Auswahl Modus“ (Information)                                  | 17        |
| Änderungen Formular „Objektbeschreibung“ (Input; unterstützter Eingabemodus) Neues | 18        |
| Formular „Maßnahmenpakete“ (unterstützter Eingabemodus; Input) Entwicklung und     | 20        |
| Umsetzung der Submodule  | 24        |
| Sub-Module „Detaillierte Umrechnungsfaktoren“                                      | 24        |
| Sub-Module „Detaillierte Energiepreise“  | 25        |
| Sub-Modul „Detaillierte Schätzung der Ausstiegsrendite“                            | 27        |
| Entwicklung und Umsetzung der Sensitivitätsanalysen (Output)                       | 30        |
| Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit  | 31        |
| Beschreibung und Begründung von Änderungen gegenüber dem ursprünglichen Antrag     | 31        |
| Anwendungsgrenzen und Weiterentwicklungspotenziale                                 | 31        |
| <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>  | <b>33</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>34</b> |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>   | <b>35</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>   | <b>36</b> |
| <b>Anlagen</b>   | <b>37</b> |

---

## Kurzfassung

Ein wesentliches Ergebnis des Horizon 2020-Projektes „RentalCal“ (Laufzeit 2015 bis 2018) war die Entwicklung eines frei verfügbaren Online-Tools zur ökonomischen Bewertung von Investitionen in Mietwohngebäuden.

Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war es, das RentalCal Online-Tool ([www.rentalcal.eu](http://www.rentalcal.eu)) bei der allgemeinen Dateneingabe und bei der Ergebnisdarstellung zu verbessern. Alle Erweiterungen wurden im sogenannten unterstützten Eingabemodus („Assisted Mode“) in das Tool integriert.

In RentalCal 2.0 wurde die deutsche Gebäudetypologie dazu genutzt, um bestimmten Gebäudetypen aus unterschiedlichen Baualtersklassen typische Endenergieeinsparungen für häufig durchgeführte energetische Maßnahmenpakete zuzuweisen und diese mit typischen Investitionskosten zu hinterlegen.

Darüber hinaus wurden im Rahmen von Submodulen detaillierte Dateneingaben für Energiepreise, Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktoren und Wertsteigerungen ermöglicht, um die individuellen Rahmenbedingungen bei der Anwendung besser zu erfassen.

Im Ergebnisbereich des Tools wurden zusätzlich Sensitivitätsanalysen für Änderungen der wesentlichen Eingabeparameter zur Verfügung gestellt.

Insbesondere private Vermieterinnen und Vermieter können von der Bereitstellung von Vorgabewerten für Energieeinsparung und Kosten sowie von den Submodulen profitieren. Als weitere Zielgruppen können Energieberaterinnen und Energieberater identifiziert werden, die bei energetischen Modernisierungen im Vermietungsbereich häufig beratend tätig werden.

---

## Abstract

A major outcome of the Horizon 2020 project 'RentalCal' (duration 2015 to 2018) was the development of a freely available online tool for the economic evaluation of investments in residential rental buildings.

The aim of this research project was to improve the RentalCal online tool in the general data input and in the presentation of results.

In RentalCal 2.0, the German typology of the rented building stock was used to assign typical final energy savings for frequently implemented packages of energetic refurbishment measures to each specific building type from different building age classes and to store these with typical investment costs.

Furthermore, detailed data inputs for energy prices, conversion factors for CO<sub>2</sub> and primary energy and exit yields were made possible within the framework of sub-modules in order to better capture the individual framework conditions of the users.

In the output area of the tool, additional sensitivity analyses for changes in the main input parameters were made available.

Private landlords in particular can benefit from the provision of default values for energy savings and costs as well as from the submodules. Energy consultants, who frequently advise private landlords, can be identified as further user groups.

---

# Einführung

## Themenfeld

Der gesamte deutsche Wohnungsbestand besteht aus circa 40,5 Mio. Wohneinheiten, von welchen wiederum 55 % oder ungefähr 22 Mio. Mietwohnungen sind. Mehr als zwei Drittel der Mietwohnungen oder anders ausgedrückt 14,5 Mio. Einheiten werden von privaten Eigentümerinnen und Eigentümern gehalten (davon 42 % private Vermietung und 22 % Wohnungseigentümergeinschaften). Öffentliche und hierbei vor allem kommunale Wohnungsunternehmen besitzen weitere 13 % des Mietwohnungsbestandes. Neun Prozent der Mietwohnungsbestände gehören privaten Genossenschaften und ein ungefähr gleich großer Anteil wird von nicht-öffentlichen Wohnungsunternehmen gehalten (vgl. Vimmr 2016: 60 ff. und BBSR 2015: 14).

Abbildung 1 verdeutlicht die besondere Bedeutung des Mietwohnungsmarktes sowie die wichtige Rolle von Mehrfamilienhäusern (MFH). Die überwiegende Mehrzahl der Mietwohnungen (79 %) befindet sich in kleinen und großen Mehrfamilienhäusern. In den Baualtersklassen D, E, F und G (1949 bis 1983) finden sich 53 % aller Mietwohnungen in Deutschland. Hier sind neben den Vorkriegsbaualtern (25 % aller Mietwohnungen) auch die größten Verbesserungspotentiale hinsichtlich der Energieeffizienz zu erwarten.

Aufgrund seiner Bedeutung für die Wohnungsversorgung sollte der Mietwohnungsmarkt auch hinsichtlich der energetischen Modernisierung eine zentrale Rolle in der nationalen Energieeffizienzpolitik spielen. Investitionshemmnisse und Marktbarrieren wie z. B. die mangelnde Transparenz über die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen wirken sich hier besonders negativ aus.

Abbildung 1: Gebäudetypologie Deutschland (vermietet)

| Auswertung der Gebäude- und Wohnungszählung 2011 (revidiert) |                                   | Baualtersklassen  |   |   |   |   |   |  |   |   |   | Summe         | Anteil |
|--|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---------------|--------|
|  |                                   | bis 1859  | 1860 - 1918   | 1919 - 1948   | 1949 - 1957   | 1958 - 1968   | 1969 - 1978   | 1979 - 1983  | 1984 - 1994   | 1995 - 2001   | 2002 - 2009   |               |        |
| Stichtag: 9.5.2011   |                                   | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G  | H   | I   | J   |               |        |
| Deutscher Mietwohngebäudebestand<br>Baujahre bis 2009        | <b>EFH</b>                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |        |
|  | Anzahl Mietwohngebäude in Tsd.    | 91  | 315   | 332   | 259   | 449   | 382   | 159  | 225   | 178   | 96  | <b>2.487</b>  | 36%    |
|  | Anzahl Mietwohnungen in Tsd.      | 102   | 363   | 381   | 297   | 520   | 436   | 179  | 254   | 201   | 103   | <b>2.835</b>  | 13%    |
|  | Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup> | 10  | 33  | 35  | 27  | 48  | 42  | 17   | 24  | 19  | 10  | <b>265</b>    | 17%    |
|  | <b>RH</b>                         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |        |
|  | Anzahl Mietwohngebäude in Tsd.    | 49  | 181   | 215   | 150   | 181   | 132   | 71   | 155   | 173   | 89  | <b>1.396</b>  | 20%    |
|  | Anzahl Mietwohnungen in Tsd.      | 55  | 215   | 250   | 176   | 206   | 146   | 77   | 171   | 188   | 95  | <b>1.580</b>  | 7%     |
|  | Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup> | 5   | 18  | 21  | 14  | 18  | 14  | 8  | 17  | 20  | 11  | <b>146</b>    | 10%    |
|  | <b>MFH</b>                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |               |        |
|  | Anzahl Mietwohngebäude in Tsd.    | 47  | 422   | 368   | 344   | 556   | 383   | 135  | 290   | 230   | 78  | <b>2.853</b>  | 41%    |
|  | Anzahl Wohnungen in Tsd.          | 152   | 1.809   | 1.640   | 1.756   | 2.782   | 1.747   | 630  | 1.390   | 1.057   | 290   | <b>13.252</b> | 61%    |
|  | Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup> | 11  | 129   | 107   | 106   | 180   | 121   | 44   | 96  | 76  | 23  | <b>891</b>    | 58%    |
|  | <b>GMH</b>                        |   |  |  |  |  |  |  |  |   |   |               |        |
|  | Anzahl Mietwohngebäude in Tsd.    | 0,6   | 27,9  | 7,2   | 17,0  | 33,1  | 48,4  | 14,6   | 27,6  | 20,3  | 7,1   | <b>204</b>    | 3%     |
|  | Anzahl Mietwohnungen in Tsd.      | 9   | 477   | 115   | 280   | 700   | 1.052   | 293  | 514   | 341   | 114   | <b>3.894</b>  | 18%    |
|  | Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup> | 0,6   | 31,8  | 7,0   | 15,2  | 39,0  | 63,3  | 17,1   | 28,4  | 20,6  | 7,3   | <b>230</b>    | 15%    |
| <b>Anzahl Mietwohngebäude in Tsd.</b>                        | <b>188</b>                        | <b>947</b>  | <b>922</b>  | <b>770</b>  | <b>1.218</b>  | <b>946</b>  | <b>380</b>  | <b>698</b>   | <b>601</b>  | <b>271</b>  | <b>6.940</b>  |               |        |
| <i>Anteil</i>  | 3%                                | 14%   | 13%   | 11%   | 18%   | 14%   | 5%  | 10%  | 9%  | 4%  |   |               |        |
| <b>Anzahl Mietwohnungen in Tsd.</b>                          | <b>319</b>                        | <b>2.864</b>  | <b>2.385</b>  | <b>2.509</b>  | <b>4.207</b>  | <b>3.380</b>  | <b>1.179</b>  | <b>2.328</b>   | <b>1.787</b>  | <b>602</b>  | <b>21.561</b>   |               |        |
| <i>Anteil</i>  | 1%                                | 13%   | 11%   | 12%   | 20%   | 16%   | 5%  | 11%  | 8%  | 3%  |   |               |        |
| <b>Wohnfläche in Mio. m<sup>2</sup></b>                      | <b>26</b>                         | <b>212</b>  | <b>169</b>  | <b>162</b>  | <b>286</b>  | <b>241</b>  | <b>85</b>   | <b>165</b>   | <b>135</b>  | <b>51</b>   | <b>1.532</b>  |               |        |
| <i>Anteil</i>  | 2%                                | 14%   | 11%   | 11%   | 19%   | 16%   | 6%  | 11%  | 9%  | 3%  |   |               |        |

Gewählte Zuordnung: EFH: freistehende Ein-/Zweifamilienhäuser; RH: Ein-/Zweifamilienhäuser als Doppelhaushälfte,Reihenhaus oder sonstiger Gebäudetyp  
 MFH: Mehrfamilienhäuser mit 3-12 Wohnungen, GMH: Mehrfamilienhäuser ab 13 Wohnungen  
 Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Mietwohngebäude. Mietwohngebäude sind hier definiert als Wohngebäude (ohne Wohnheime, ohne "sonstige Gebäude mit Wohnraum", ohne "bewohnte Unterkünfte") mit mindestens einer leerstehenden oder vermieteten Wohnung. Die vermieteten oder leerstehenden Wohnungen dieser Mietwohngebäude werden hier als Mietwohnungen bezeichnet.

Quelle: IWU

## Untersuchungsgegenstand

Ein wesentliches Ergebnis des Horizon 2020-Projektes „RentalCal“ (Laufzeit 2015 bis 2018) war die Entwicklung eines frei verfügbaren Online-Tools ([www.rentalcal.eu](http://www.rentalcal.eu)) zur ökonomischen Bewertung von Investitionen in Mietwohngebäuden.<sup>1</sup>

Im Mietwohnungsbestand können Tools zur (erweiterten) Rentabilitätsberechnung die unterschiedlichen Investortypen - von Privatvermieterinnen und Privatvermietern über institutionelle Organisationen bis hin zu Genossenschaften - bei der Investitionsentscheidung unterstützen und die Transparenz hinsichtlich der Rahmenbedingungen energetischer Modernisierungen verbessern.

Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens ist es, das RentalCal Online-Tool bei der allgemeinen Dateneingabe und bei der Ergebnisdarstellung zu verbessern.

Im Laufe des Projektes „RentalCal“ hat es sich herausgestellt, dass größere und mittlere Wohnungsunternehmen in der Regel eigene Tools zur Investitionsbewertung benutzen. Daher werden für die verbesserte Version des RentalCal-Tools („RentalCal 2.0“) insbesondere die privaten Vermieterinnen und Vermieter als wesentliche Zielgruppe identifiziert. Die Weiterentwicklung und Verbesserung des bestehenden RentalCal-Tools soll insbesondere für diese Zielgruppe mehr Transparenz bei Investitionsentscheidungen schaffen. Diese Personengruppe konnte das RentalCal-Tool bisher nur eingeschränkt nutzen, da unter anderem keine Vorgabewerte für Gebäudetypen, Maßnahmenpakete und Investitionskosten angeboten wurden.

Als weitere Zielgruppen können Energieberaterinnen und Energieberater identifiziert werden, die die bei energetischen Modernisierungen im Vermietungsbereich häufig beratend tätig werden. Sie verfügen zwar über detaillierte Informationen über Energieeinsparungen und Kosten, häufig aber nicht über spezifisches Wissen hinsichtlich der Mietmärkte und der sonstigen Rahmenbedingungen.

---

<sup>1</sup> Das RentalCal-Tool und die wesentlichen Forschungsergebnisse wurden vereinbarungsgemäß bis 07/2022 vom dänischen Projektpartner „European Green Cities Network“ gehostet. Die Webseite wurde vom IWU unter derselben Adresse neu aufgesetzt. Auch die erweiterte Version des Tools (RentalCal 2.0) ist unter dieser Adresse zu finden.

## Problemstellung

Methoden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich werden seit Jahren in Forschungsprojekten und Studien angewendet und diskutiert. Die Ergebnisse sind jedoch teilweise uneinheitlich und schwer vergleichbar. Fragen der Methodik sind daher derzeit auch Gegenstand des Zukunft Bau-Projektes „Methodenkonvention Wirtschaftlichkeit“ (<https://www.zukunftbau.de/projekte/forschungsfoerderung/1008187-2019>).

### Stand der Forschung/Baupraxis

In der Vergangenheit wurden regelmäßig spezielle Hilfsmittel und Tools zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von energetischen Modernisierungsmaßnahmen veröffentlicht.

Im Projekt „RentalCal“ wurde ein Online-Tool zur Wirtschaftlichkeitsbewertung der energetischen Modernisierung von Mietwohngebäuden erstellt (RentalCal-Tool) und intensiv getestet. Darüber hinaus war das IWU beteiligt an der Erstellung des BBSR-„Hilfsmittels zur Berechnung des äquivalenten Energiepreises bzw. der Kosten der eingesparten kWh Endenergie“ ([www.bbsr-energieeinsparung.de](http://www.bbsr-energieeinsparung.de)). Dieses Hilfsmittel bewertet Einzelmaßnahmen der Gebäudehülle in vereinfachter Form und wendet sich in erster Linie an selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer. Das Tool bietet erstmalig einen Ansatz zum Umgang mit unsicheren Eingangsgrößen (Kosten der Maßnahmen, Abgrenzung von energiebedingten Mehrkosten und Ohnehin-Kosten).

Die in Tabelle 1 aufgeführten Tools zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit unterscheiden sich zum Teil erheblich in ihrem Detaillierungsgrad, ihrer Komplexität und in der Darstellungsform. Es gibt aus Sicht der Autoren außer dem RentalCal-Tool bislang nur wenige Tools, die die Wirtschaftlichkeitsberechnung aus Vermietersicht thematisieren. Das Tool der Deutschen Unternehmensinitiative Energieeffizienz (DENNEFF) wendet sich dabei eher an die professionelle Wohnungswirtschaft und integriert keine energetische Bewertung sowie keine Sensitivitätsanalyse. Andere bekannte Tools (z. B. der dena) adressieren nur das selbstgenutzte Eigentum und thematisieren in erster Linie die Energieeinsparung als wesentlichen Faktor für die Wirtschaftlichkeit. Teilweise ist - wie z. B. beim EXCEL-Tool „ENEV-XL Kostenbetrachtung Bestand“ - eine energetische Bewertung in Form einer eigenen Energiebilanzierung vorgeschaltet, meistens wird jedoch auf vereinfachte Ansätze zur Abschätzung von Einsparpotentialen oder den Import von Ergebnissen extern ausgeführter Berechnungen zurückgegriffen.

Neben Tools zur Wirtschaftlichkeitsbewertung sind auch Tools verfügbar, die sich auf die energetische Bewertung (Quantifizierung von Einsparpotentialen) von Maßnahmen oder Maßnahmenpaketen konzentrieren, so z. B. der „Sanierungskonfigurator“ des BMWi ([www.sanierungskonfigurator.de](http://www.sanierungskonfigurator.de)), das „TABULA Webtool“ (<http://webtool.building-typology.eu>) oder der „ModernisierungsCheck“ von co2online (<https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/heizung/>). Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit ist mit diesen Tools nicht möglich.

**Tabelle 1: Tools zur ökonomischen Bewertung (Auswahl)**

|   | Format | Hauptzielgruppe                   | Energetische Bewertung | Wirtschaftlichkeit | Umgang mit Unsicherheit |
|---|--------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| BBSR-Berechnungstool (BBSR/KIT/IWU)             | EXCEL  | Selbstnutzung                     | vereinfacht            | Ja                 | Ja                      |
| RentalCal-Tool (IWU/KIT/EU)                     | Online | Vermietung und Wohnungswirtschaft | Nein                   | Ja                 | Nein                    |
| Wirtschaftlichkeitstool (dena)                  | Online | Selbstnutzung und Energieberatung | Ja                     | Ja                 | Nein                    |
| ENEV-XL Kostenbetrachtung Bestand (IWU)         | EXCEL  | Selbstnutzung und Energieberatung | Ja                     | Ja                 | eingeschränkt           |
| Tool zur Wirtschaftlichkeitsberechnung (DENEFF) | EXCEL  | Wohnungsunternehmen               | Nein                   | Ja                 | Nein                    |

Quelle: Eigene Darstellung

## Entwicklungsbedarf

Insgesamt lösen die bekannten Tools der Wirtschaftlichkeitsbewertung in der Regel nicht die Probleme in den Bereichen Transparenz und Nachvollziehbarkeit, begründete Auswahl der Eingangsgrößen sowie den Umgang mit Bandbreiten und Datenunsicherheiten. Darüber hinaus sind sie meistens nur auf eine bestimmte Zielgruppe zugeschnitten und decken nicht die gesamte Bandbreite der beteiligten Akteure und ihrer Rollen ab (u. a. Selbstgenutztes Eigentum, Mieterinnen und Mieter, private Vermietung, Wohnungswirtschaft, Energieberatung, öffentliche Hand, Gesetzgebung). Das RentalCal-Tool bietet neben der Vermietungsperspektive auch Kennzahlen aus Sicht der Mieterinnen und Mieter (Entwicklung der Warmmiete etc.) sowie aus Umweltsicht (Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen). Auch der nicht monetäre Zusatznutzen von energetischen Modernisierungsmaßnahmen (z. B. Verbesserung des Raumkomforts, längere Lebensdauer der Gebäudehülle etc.) wird qualitativ dargestellt (vgl. Enseling/Lützkendorf 2017b: 28 ff.).

Im Vergleich zu den bestehenden Hilfsmitteln und Tools weist die Erweiterung des RentalCal-Tools (RentalCal 2.0) folgende Vorteile auf :

- Eignung als Entscheidungshilfe insbesondere im Bereich der Amateur- und Kleinvermietung (durch den unterstützten Eingabemodus „Assisted mode“)
- Verbesserung der Transparenz von Berechnungsabläufen (durch die Submodule „Energiepreise“, „Umrechnungsfaktoren“ und „Wertsteigerungen“)
- Berücksichtigung von Datenunsicherheiten und Bandbreiten im Rahmen von Sensitivitätsanalysen.

## Zielstellung

### Konkrete Projektziele

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, das RentalCal Online-Tool ([www.rentalcal.eu](http://www.rentalcal.eu)), das zur ökonomischen Bewertung von energiesparenden Investitionen in Mietwohngebäuden dient, bei der allgemeinen Dateneingabe und bei der Ergebnisdarstellung deutlich zu verbessern. Damit soll eine neue, überarbeitete Version entstehen, bei der erstmalig Vorgabewerte auf der Basis der TABULA-Gebäudetypologie für den Energieverbrauch des Gebäudes im IST-Zustand und nach Durchführung von zwei energetischen Modernisierungspaketen („Standard“ und „Zukunftsorientiert“) abrufbar sind. Im Anschluss daran sollen für die beiden Modernisierungspakete auch Vorgabewerte für die investiven Kosten (für Gebäudehülle, Haustechnik, Planung) eingespielt werden. Darüber hinaus sollen detaillierte Dateneingaben für Energiepreise, CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktoren und Wertsteigerungen ermöglicht werden, um die individuellen Rahmenbedingungen der Nutzerinnen und Nutzer besser zu erfassen. Im Ausgabebereich des Tools sollen zusätzlich Sensitivitätsanalysen für Änderungen der wesentlichen Eingabeparameter zur Verfügung gestellt werden. So wird das RentalCal-Tool für deutlich mehr Anwenderkreise nutzbar und die Ergebnisanalyse transparenter. Insbesondere der Bereich der Amateur- und Kleinvermietung kann von der Bereitstellung von Vorgabewerten für Energieeinsparung und Kosten profitieren und das Tool dadurch besser nutzen.

### Übergeordnete Ziele und der Beitrag des Projekts dazu

Zur Umsetzung der im Klimaschutzplan 2050 genannten Ziele und insbesondere zur Einhaltung des für den Gebäudebestand für 2030 vorgesehenen Budgets an Treibhausgasemissionen bedarf es weiterer Anstrengungen zur Verringerung des Energieaufwandes für das Betreiben von Gebäuden sowie zur Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energie. Institutionelle und individuelle Eigentümerinnen und Eigentümer sehen sich dabei erheblichen Zielkonflikten gegenüber. Einerseits wird von ihnen erwartet, einen signifikanten Beitrag zur Nachhaltigkeit, zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz zu leisten, andererseits soll das klimagerechte und zukunftsfähige Bauen und Wohnen auch für die Mieterinnen und Mieter bezahlbar bleiben.

Zur Einhaltung der Klimaschutzziele muss auch in vermieteten Beständen die energetische Modernisierungsrate erhöht und die Qualität der Maßnahmen gesteigert werden. Aus Datenerhebungen des IWU (Datenbasis Gebäudebestand) ist bekannt, dass die energetische Modernisierungsrate im Bereich der Amateur- und Kleinvermietung geringer ist als die von größeren Wohnungsunternehmen (vgl. Cischinsky/Diefenbach 2018). Im Mietwohnungsbestand sind es oftmals komplexe Problemlagen aus rechtlichen Regelungen, mangelnden Kenntnissen über die möglichen Vorteile einer energetischen Modernisierung (u. a. Senkung der Lebenszykluskosten, Komfortgewinne) und Finanzierungsproblemen, die mögliche Marktanreize für energetische Modernisierungen reduzieren.

Das RentalCal-Tool versucht, mehr Transparenz bei Entscheidungen über energetische Modernisierungen zu schaffen. Dabei werden sowohl Informationen zur Wirtschaftlichkeit der Investition als auch zu den Kosten aus Sicht der Mieterinnen und Mieter und zu weiteren nicht-monetären Vorteilen einer energetischen Modernisierung bereitgestellt. Durch die Erweiterungen des bestehenden RentalCal-Tools können die Transparenz energetischer Modernisierungen und damit die Marktanreize für energetische Modernisierungen weiter verbessert werden.

---

## Forschungsdesign

Das Forschungsdesign bestand in der Analyse des bestehenden Tools, der Identifikation von Ergänzungsbedarf sowie der Formulierung von darauf aufbauenden Forschungsfragen.

### Forschungsfragen

Bei der Erweiterung des RentalCal-Tools wurden folgende Forschungsfragen gestellt:

- Wie können im RentalCal-Tool Vorgabewerte für die Energieeinsparung und die investiven Kosten vorgegeben werden, wenn kein detailliertes Energiekonzept vorliegt?
- Wie können detaillierte und standortspezifische Eingaben für Energiepreise, Umrechnungsfaktoren und Wertsteigerungen in das Tool integriert werden?
- Wie kann eine Sensitivitätsanalyse bei der Darstellung der Ergebnisse erfolgen?

### Methodischer Ansatz

Basis für alle Wirtschaftlichkeitsberechnungen im RentalCal-Tool ist ein sogenannter vollständiger Finanzplan (VoFI). Im Unterschied zu vielen sonstigen Wirtschaftlichkeitsrechnern sind die Finanzierungskonditionen frei wählbar. Beim VoFI-Verfahren werden alle monetären Zu- und Abflüsse in jeder Periode einzeln erfasst und tabellarisch abgebildet. So entsteht ein transparenteres und detaillierteres Bild der auftretenden Zahlungsströme (vgl. Enseling/Lützkendorf 2017a: 7).

Für die Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von Energieeffizienzmaßnahmen verwendet das RentalCal-Tool die sich ergebenden Differenzen in den Zahlungsströmen. Es kann unter anderem berücksichtigt werden, dass die Energieeffizienzmaßnahmen zusammen mit ohnehin geplanten Instandhaltungsarbeiten kombiniert werden. In diesem Fall gehen nur die energiebedingten Mehrkosten als Modernisierungsanteil in den VoFI ein. Ebenso werden in jeder Periode Zins- und Tilgungszahlungen für die Finanzierung der Energieeffizienzmaßnahmen sowie durch diese verursachten Änderungen der Wartungs- und Instandhaltungskosten berücksichtigt. Gleichzeitig wird eine erwartete Steigerung der Einnahmen einberechnet, z. B. durch Mieterhöhungen, reduzierte Leerstände oder gewährte Fördermittel. Am Ende des (nahezu) frei wählbaren Betrachtungshorizonts wird außerdem die Wertsteigerung der Immobilie durch das Maßnahmenpaket abgeschätzt und – falls die Absicht besteht, diese zu realisieren – eingerechnet. Als Ergebnis werden mehrere betriebswirtschaftliche Kennzahlen (unter anderem die Eigenkapitalrendite und der Vermögensendwert) ausgewiesen.

### Projektteam und Organisation, Kooperationspartner

Die Bearbeitung erfolgte durch Dr. Andreas Enseling (Projektleitung und inhaltliche Betreuung) und Jens Calisti (Programmierung).

Bei einem Workshop mit Praxispartnern (23.02.2022) wurde der Toolansatz vorgestellt und diskutiert.

Beteiligt waren Vertreterinnen und Vertreter der Hauptzielgruppen des Tools:

- Frau Kodim, Herr Grimm (Haus+Grund Deutschland)
- Frau Niebling (Verband der Immobilienverwalter Hessen)
- Herr Becker und Herr Raschper (dena)

## Arbeitspakete und Meilensteine

Im Projekt wurden folgende Arbeitspakete (AP) bearbeitet:

AP1: Projektleitung, -koordination, und -management, Qualitätskontrolle

AP2: Vorbereitung, Programmierung und Test „Assisted Mode“: Im Tool wurden auf Basis der TABULA-Gebäudetypologie und vorliegender Kostendaten (vgl. Hinz 2015) Vorgabewerte für den Endenergieverbrauch vor und nach Modernisierung und für die Investitionskosten hinterlegt. Neben der freien Eingabe ist dadurch ein unterstützter Eingabemodus wählbar („Assisted Mode“).

AP3: Vorbereitung, Programmierung und Test Submodule (Energiepreise, Umrechnungsfaktoren, Wertsteigerungen): In drei Submodulen wird die Berechnung transparent gemacht und kann an die individuellen und örtlichen Gegebenheiten der Nutzung (z. B. lokale Grund- und Arbeitspreise, lokale CO<sub>2</sub>-bzw. Primärenergiefaktoren, lokale Einflüsse auf Verkaufswerte) angepasst werden.

AP4: Vorbereitung, Programmierung und Test Sensitivitätsanalysen: Im Ergebnisbereich des Tools werden verschiedene Kennzahlen berechnet und präsentiert (z. B. die Eigenkapitalrendite). Es fehlte bislang jedoch eine Sensitivitätsanalyse, die den Einfluss der wesentlichen Eingabedaten auf das Ergebnis darstellt. Hier wurde eine deterministische Sensitivitätsanalyse (ein Parameter wird schrittweise verändert, die anderen bleiben gleich) zusätzlich integriert. Darüber hinaus wurde geprüft, ob auch der Ansatz einer Monte-Carlo-Simulation (MCS) sinnvoll angewandt werden kann.

AP 5: Verbesserung der Nutzungsfreundlichkeit: Die vorgenommenen Änderungen am Tool wurden textlich in deutscher Sprache implementiert (Beschreibungen der zusätzlichen Eingabedaten und erklärende Hilfetexte). Das bestehende Handbuch wurde überarbeitet und ins Deutsche übersetzt. Ein Endbericht zum Projekt wurde erstellt.

Darüber hinaus wurden die folgenden Meilensteine/Zwischenziele definiert:

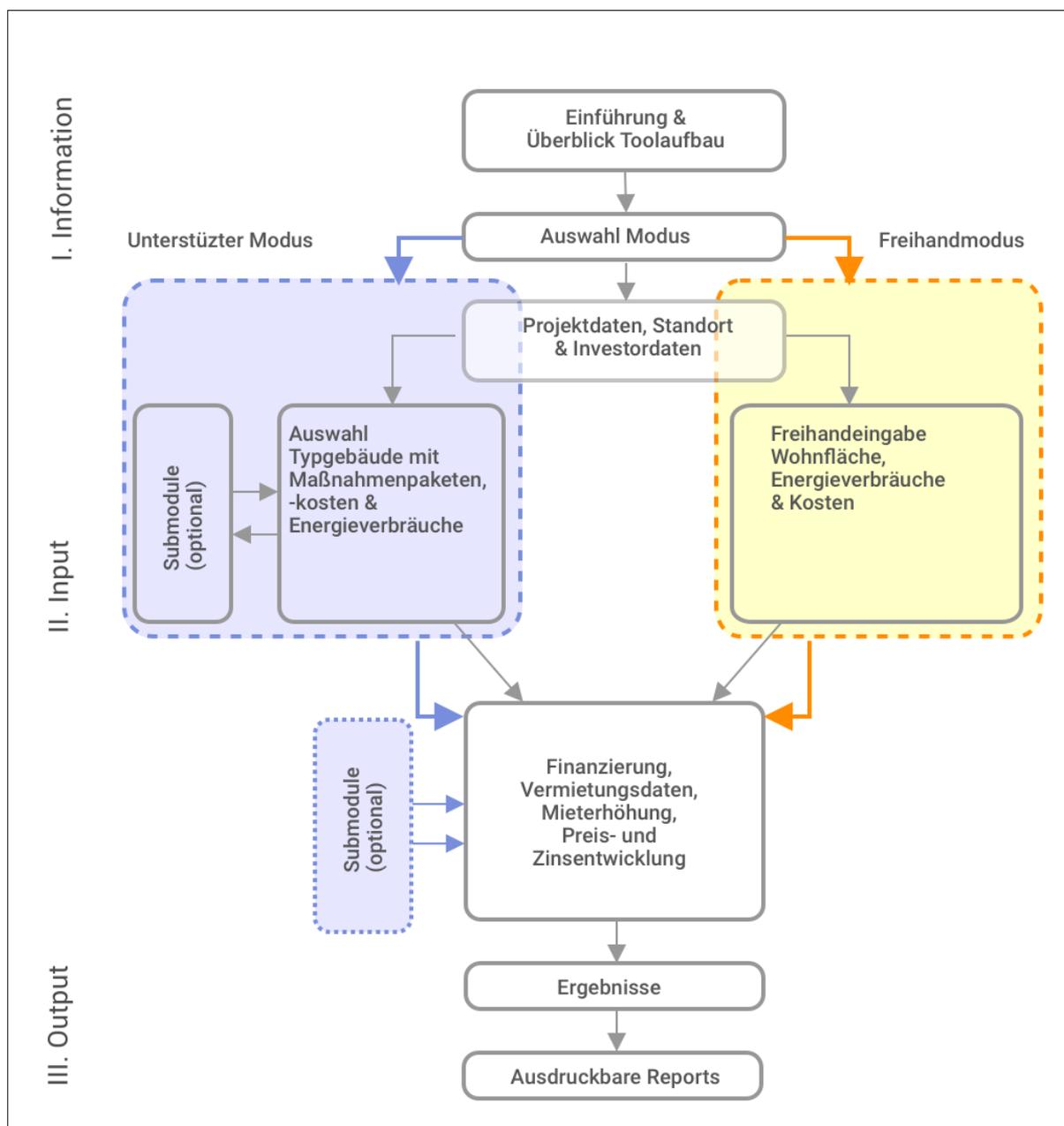
- Meilenstein 1: Fertigstellung „Assisted Mode“
- Meilenstein 2: Fertigstellung der Submodule und Durchführung eines Workshops mit Praxispartnern
- Meilenstein 3: Fertigstellung der Sensitivitätsanalysen
- Meilenstein 4: Fertigstellung Benutzerhandbuch in deutscher Sprache und Endbericht

Im Rahmen von internen Tests wurden die neu programmierten Module getestet. Kriterien für die Zielerreichung waren die Lauffähigkeit des Tools und die weitgehende Fehlerfreiheit der Ergebnisse.

## Vorgenommene Erweiterungen in RentalCal 2.0

In Abbildung 2 wird der Aufbau des erweiterten Tools dargestellt. Von den vorgenommenen Erweiterungen in RentalCal 2.0 sind sowohl der Informationsbereich als auch der Eingabebereich (Input) und der Ergebnisbereich (Output) des Tools betroffen. Im Folgenden werden ausschließlich die in RentalCal 2.0 vorgenommenen Erweiterungen vorgestellt. Ein Anwendungsfall mit allen für das Tool notwendigen Eingabedaten und ausgewählten Ergebnissen ist im Anhang dokumentiert. Alle Erweiterungen wurden im unterstützten Eingabemodus („Assisted Mode“) in das Tool integriert.

**Abbildung 2: Aufbau des RentalCal-Tools 2.0**



Quelle: Eigene Darstellung

## Entwicklung und Umsetzung des „Unterstützten Eingabemodus“

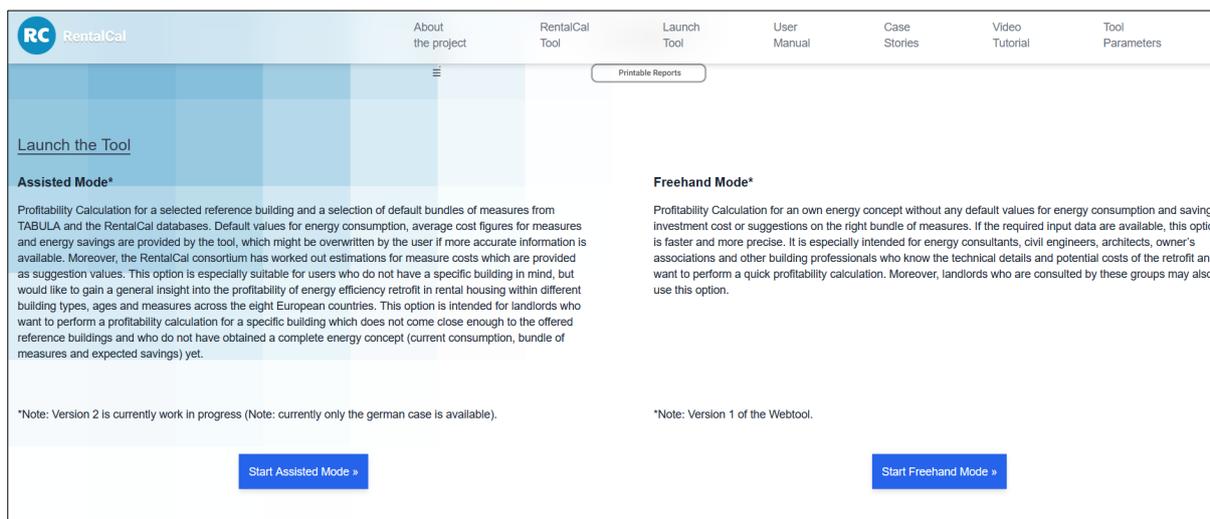
### Änderungen Startseite des Tool

Das Tool kann in zwei verschiedenen Modi ausgeführt werden:

- Der unterstützte Eingabemodus („Assisted Mode“) bietet eine Auswahl an Gebäudetypen und vordefinierten Maßnahmenpaketen mit hinterlegten Energiekennwerten und Investitionskosten. Zusätzlich bieten drei Submodule und eine Sensitivitätsanalyse zusätzliche Funktionalitäten bei der Dateneingabe und der Interpretation der Ergebnisse. Der unterstützte Modus stellt die Toolversion 2.0 dar.
- Der Freihandmodus („Freehand Mode“) arbeitet ohne Vorgabewerte für Gebäudetypen, Endenergiekennwerte und Maßnahmenkosten. Submodule und eine Sensitivitätsanalyse sind nicht integriert. Der Freihandmodus entspricht der bisherigen Toolversion 1.0.

Beide Modi können unter [www.rentalcal.eu](http://www.rentalcal.eu) direkt aufgerufen werden (siehe Abbildung 3). Nach dem Start des unterstützten Modus kann über den Button „Language Selection“ die deutsche Übersetzung des Tools verwendet werden.

**Abbildung 3: Startseite des Tools**

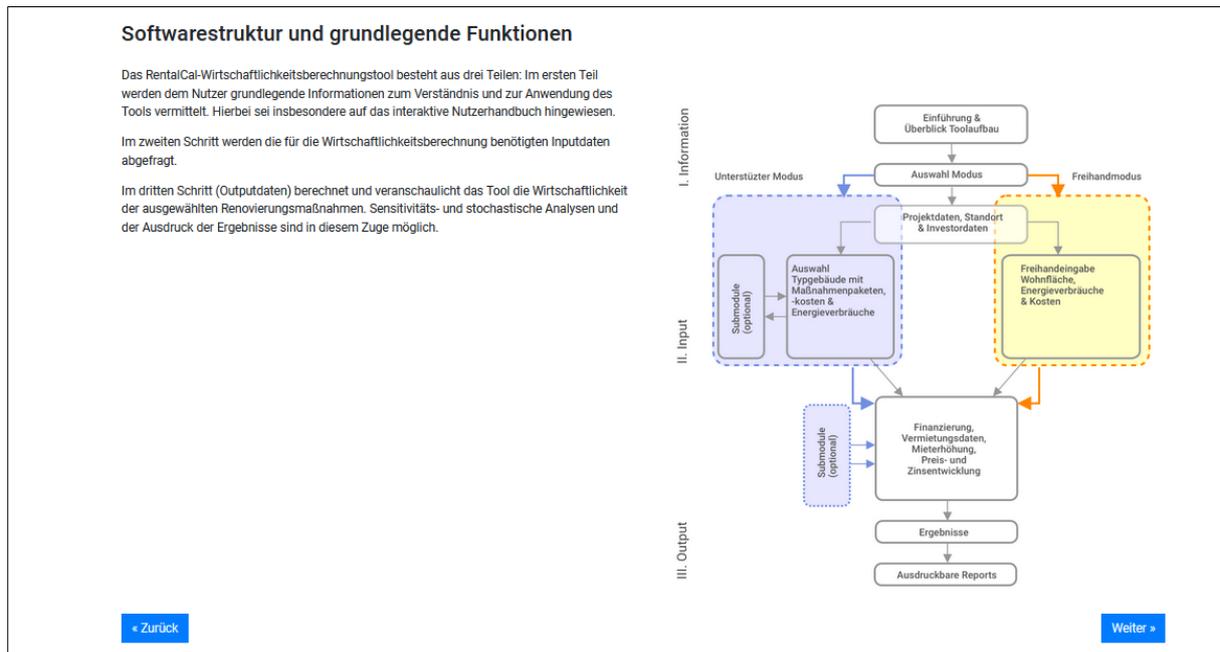


Quelle: [www.rentalcal.eu](http://www.rentalcal.eu)

### Änderungen Formular „Tool Struktur“ (Information)

Im unterstützten Eingabemodus wurde die textliche Erläuterung des Toolaufbaus im einführenden Informationsbereich des Tools (Formular „Softwarestruktur und grundlegende Funktionen“) angepasst. Die überarbeitete schematische Darstellung des Tools ist in dem Diagramm auf der rechten Seite des Bildschirms zu sehen (siehe Abbildung 4).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Die in dieser und den folgenden Abbildungen gezeigten Screenshots beziehen sich auf eine Arbeitsversion des Tools und können sich in der endgültigen Version des Tools noch geringfügig ändern.

**Abbildung 4: Formular „Softwarestruktur und grundlegende Funktionen“**

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

### Änderungen Formular „Auswahl Modus“ (Information)

Im Formular „Auswahl Modus“ im Informationsbereich des Tools werden die beiden Modi und die Eignung für verschiedene Anwendungsgruppen detailliert erläutert (siehe Abbildung 5). Die Datenanforderungen für jeden Modus können durch Anklicken der entsprechenden Schaltflächen heruntergeladen und ausgedruckt werden. Anschließend muss ein Modus ausgewählt werden (durch Anklicken des jeweiligen Start-Buttons). In der derzeitigen Version des Tools kann hier nur der unterstützte Modus gestartet werden. Der Freihandmodus ist aktuell nur über die Startseite des Tools aufrufbar. Mittelfristig sollen beide Modi zusammengeführt werden (siehe dazu auch das Kapitel Anwendungsgrenzen und Weiterentwicklungspotenziale). Das Formular „Auswahl Modus“ wird dann in der gezeigten Form entfallen.

**Abbildung 5: Formular „Auswahl Modus“**

### Auswahl des Betriebsmodus

Das RentalCal-Wirtschaftlichkeitsberechnungstool bietet verschiedene Varianten, um von hier aus fortzufahren, je nachdem, ob es bereits ein Energiekonzept gibt (z.B. erstellt von einem Energieberater), ob es sich um ein bestimmtes Gebäude handelt (aber ohne ein abgeschlossenes Energiekonzept) oder ob die Berechnung für ein Beispielgebäude aus der TABULA-Datenbank durchgeführt werden soll (Innerhalb des Projekts TABULA und seinem Nachfolgeprojekt EPISCOPE wurde eine Typologie für Gebäude und ihren energetischen Eigenschaften für mehrere europäischen Länder erstellt). Für die verschiedenen Ansätze gibt es verschiedene Sätze von erforderlichen Eingangsdaten, die im Folgenden betrachtet werden können. Die Eingabevoraussetzungen für die verschiedenen Modi sind aufgelistet und können ausgedruckt werden, so dass der Anwender die notwendigen Informationen beurteilen und bei Bedarf die Daten aus verschiedenen Quellen beziehen kann, bevor er mit der eigentlichen Dateneingabe beginnt.

Liste der benötigten Eingabedaten (Unterstützter Eingabemodus)

Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein ausgewähltes Referenzgebäude und eine Auswahl von Standard-Maßnahmenbündeln aus TABULA und der RentalCal-Datenbank. Standardwerte für Energieverbrauch, durchschnittliche Kosten für Maßnahmen und Energieeinsparungen werden vom Tool bereitgestellt, die aber vom Anwender überschrieben werden können, wenn genauere Informationen verfügbar sind. Darüber hinaus hat das RentalCal-Konsortium Schätzungen für Maßnahmenkosten erarbeitet, die als Vorschlagswerte zur Verfügung gestellt werden.

Diese Option ist besonders für Nutzer geeignet, die kein bestimmtes Gebäude vor Augen haben, sondern einen allgemeinen Einblick in die Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierung von Mietwohnungen bei verschiedenen Gebäudetypen, Altersgruppen und Maßnahmen in den acht beteiligten europäischen Ländern gewinnen möchten.

Diese Option ist für Vermieter gedacht, die eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein bestimmtes Gebäude durchführen wollen, das den angebotenen Referenzgebäuden nicht nahe genug kommt und für das noch kein vollständiges Energiekonzept (aktueller Energieverbrauch, Maßnahmenbündel und erwartete Einsparungen) vorliegt.

Starte den unterstützten Eingabemodus

Liste der benötigten Eingabedaten (Freihand-Eingabemodus)

Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein eigenes Energiekonzept ohne Vorgabewerte für Energieverbrauch und Einsparung, Maßnahmenkosten oder Vorschläge für das Maßnahmenpaket.

Wenn die erforderlichen Eingangsdaten vorhanden sind, ist diese Option schneller und präziser.

Diese ist speziell für Energieberater, Bauingenieure, Architekten, Bauherrenverbände und andere Experten aus dem Immobiliensektor gedacht, welche die technischen Details und möglichen Kosten der Modernisierung kennen und eine schnelle Wirtschaftlichkeitsberechnung durchführen wollen. Darüber hinaus können auch Vermieter, die von diesen Gruppen konsultiert werden, diese Option nutzen.

Starte den Freihand-Eingabemodus

← Zurück

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

### Änderungen Formular „Objektbeschreibung“ (Input; unterstützter Eingabemodus)

Der unterstützte Modus im Eingabebereich des Tools basiert auf ausgewählten Referenzgebäuden und einer Auswahl von energiesparenden Maßnahmenbündeln aus der TABULA-Datenbank. Nach dem TABULA-Konzept (<http://webtool.building-typology.eu>) wird ein nationaler Wohngebäudebestand in Größen- und Altersklassen eingeteilt. Durch die Kenntnis des Gebäudetyps kann ein Gebäude in eine Gebäudeklasse eingeordnet werden. Die Gebäudeklassen spiegeln unterschiedliche Größen und Geometrien der Gebäudehülle wider. Sie werden für jedes Land gesondert definiert, oft auf der Grundlage nationaler Statistiken. Durch die Kenntnis des Baujahres kann ein Gebäude in eine Baualtersklasse eingeordnet werden. Die Baualtersklassen spiegeln die Veränderungen in der Baupraxis und die Anforderungen an die Energieeffizienz durch ordnungsrechtliche Vorschriften wider.

Das RentalCal-Tool gibt auf dieser Basis Standardwerte für den Energieverbrauch vor und nach der Modernisierung vor. Diese Werte wurden nach dem TABULA-Verfahren berechnet und wurden an typische gemessene Verbräuche angepasst. Die vorgeschlagenen Werte können überschrieben werden, falls genauere Informationen darüber verfügbar sind. Darüber hinaus wurden auf Basis einer IWU-Studie Schätzungen für die Kosten der Modernisierungsmaßnahmen hinterlegt (Vollkosten, energiebedingte Mehrkosten und Ohnehin-Kosten für die Gebäudehülle, die Anlagentechnik und die Planung), die als Vorschlagswerte angezeigt werden (vgl. Hinz 2015).

Der unterstützte Modus eignet sich besonders für Anwendungsgruppen, die einen allgemeinen Einblick in die Rentabilität der energetischen Modernisierung von Mietwohngebäuden innerhalb verschiedener Gebäudetypen, Altersklassen und Maßnahmen gewinnen möchten und die noch kein vollständiges Energiekonzept (aktueller Verbrauch, Maßnahmenpaket und erwartete Einsparungen) vorliegen haben.

Die Eingabemaske für die Objektbeschreibung im unterstützten Modus unterscheidet sich deutlich vom Freihandmodus: Das Tool fragt im unterstützten Modus zunächst nach dem Objekttyp (Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, kleines Mehrfamilienhaus, großes Mehrfamilienhaus) und nach der Baualtersklasse (zum Beispiel

1969-1978) (siehe Abbildung 6). Dabei ist zu beachten, dass nicht jede Baualtersklasse für jeden Gebäudetyp in der TABULA-Datenbank enthalten ist.

Wenn die gewählte Kombination aus Gebäudetyp und Baualtersklasse in der TABULA-Datenbank enthalten ist, werden ein Beispielfoto und einige Gebäudedaten auf dem Bildschirm angezeigt. Die vermietbare Wohnfläche des Beispielgebäudes aus TABULA wird als Standardwert verwendet. Sie kann überschrieben werden, um sie an ein bestimmtes Gebäude und die individuellen Gegebenheiten anzupassen.

Anschließend fragt das Tool nach dem Wärmeversorgungssystem (Heizungssystem) des Gebäudes (ausgewählt aus einer Reihe von üblichen Systemen). Für jeden Gebäudetyp bietet TABULA eine Reihe von beispielhaften Energieversorgungssystemen an. Durch die Auswahl eines Gebäudetyps und eines Systemtyps können der bestehende Zustand und der Energieverbrauch des Modellgebäudes beschrieben werden. Im Projekt „RentalCal“ wurden nur jene Energieversorgungssysteme aus TABULA berücksichtigt, die für die Modernisierung im Mietwohnungsbau zum damaligen Zeitpunkt am relevantesten sind (maximal drei mögliche Systempakete pro Gebäudetyp, aber mindestens ein Systempaket). In einigen Fällen wurden diese Maßnahmen auch leicht angepasst, um den Mietwohnungsbestand besser abzubilden.

Durch den Button „Werte zurücksetzen“ können die Vorschlagswerte zur Objektbeschreibung gelöscht werden.

**Abbildung 6: Formular „Objektbeschreibung“**

**Objektbeschreibung**

Gebäudetyp:  ⓘ

Baualtersklasse:  ⓘ

 Gebäudetyp: **MFH**  
Baualtersklasse: **1969-1978**  
Anzahl der Stockwerke: **4**  
Anzahl der Wohneinheiten: **8**  
Vermietbare Fläche: **426.01**

Vermietbare Fläche (falls diese vom Referenzgebäude abweicht) des Gebäudes für das die Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden soll: (Dieser Wert wird als Bezugswert für alle weiteren Berechnungen verwendet!)

ⓘ

Heizungssystem:  ⓘ

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

Die nachfolgende Tabelle beschreibt ein Beispiel für die im Formular „Objektbeschreibung“ sowie im nachfolgenden Formular „Energieverbrauch vor Modernisierung“ dargestellten Informationen (gerundete Werte):

**Tabelle 2: Gebäude- und Energiedaten (Beispiel vor Modernisierung)**

| Parameter                         | Daten in RentalCal 2.0                       |
|-----------------------------------|--|
| Land (gewählt):                   | Deutschland                                  |
| Gebäudetyp (gewählt):             | Kleines Mehrfamilienhaus                     |
| Baualtersklasse (gewählt):        | 1969-1978                                    |
| Anzahl der Geschoss:              | 4  |
| Anzahl der Wohneinheiten:         | 8  |
| Wohnfläche:                       | 426 m <sup>2</sup> (Vorschlagswert)          |
| Wärmeversorgungssystem (gewählt): | Gaszentralheizung (niedrige Effizienz)       |
| Energieverbrauch Strom (Ist):     | 2,08 kWh/m <sup>2</sup> a (Vorschlagswert)   |
| Energieverbrauch Gas (Ist):       | 205,45 kWh/m <sup>2</sup> a (Vorschlagswert) |

Quelle: Eigene Darstellung

### Neues Formular „Maßnahmenpakete“ (unterstützter Eingabemodus; Input)

Der unterstützte Eingabemodus bietet im Formular „Maßnahmenpakete“ die Wahl zwischen zwei vordefinierten Modernisierungspaketen aus TABULA. Es kann zwischen einem Standardpaket („Standard Retrofit“), das sich an den gesetzlichen Mindestanforderungen der vergangenen Jahre orientiert und einem „weitergehenden“ Modernisierungspaket („Advanced Retrofit“) mit anspruchsvolleren Maßnahmen gewählt werden. Im deutschen Fall orientiert sich das „weitergehende“ Paket am KfW EH 55-Standard. Die Bestandteile des gewählten Paketes werden im mittleren Teil des Bildschirms angezeigt (siehe Abbildung 7). Die Maßnahmenpakete bestehen sowohl beim Standardpaket als auch beim „weitergehenden“ Paket aus energieeffizienten Maßnahmen am Dach bzw. der obersten Geschossdecke (z. B. Dämmung im Steildach), an der Außenwand (z. B. Dämmung mit einem Wärmedämmverbundsystem), an der Kellerdecke (z.B. Dämmung unter der Decke), Erneuerung der Hauseingangstür (z. B. Haustür mit Dämmkern), Erneuerung der Fenster (z. B. Passivhausfenster) und Erneuerung des Heizungssystems (z.B. Brennwertkessel in Kombination mit Solaranlage).

Es ist zu beachten, dass davon ausgegangen wird, dass die Energieeffizienzmaßnahmen zusammen mit einer Modernisierung aller beteiligten Gebäudeteile durchgeführt werden (Kopplungsprinzip), so dass ein Teil ihrer Gesamtkosten aufgrund von Synergieeffekten standardmäßig den sog. „Ohnehin“-Maßnahmen zugeschlagen wird und nur die sog. energiebedingten Mehrkosten (mietrechtlich: Modernisierungskosten) in die Berechnung einfließen. Muss z. B. der Putz unabhängig von energetischen Maßnahmen ohnehin ersetzt werden nur die Kosten für die zusätzliche Wärmedämmung als energiebedingte Mehrkosten berücksichtigt.

Abbildung 7: Formular „Maßnahmenpakete“

### Modernisierungsmaßnahmenpaket

Um die Energieeffizienz des Gebäudes zu verbessern, schlägt die Software vordefinierte Modernisierungsmaßnahmenpaket zur Durchführung vor. Abhängig von den Ansprüchen des Nutzers kann er zwischen einem Standardpaket, das sich an den gesetzlichen Mindestanforderungen der vergangenen Jahren orientiert, und einem fortgeschrittenen Paket mit anspruchsvolleren Maßnahmen wählen.

Beachten Sie, dass davon ausgegangen wird, dass die Energieeffizienzmaßnahmen zusammen mit einer Modernisierung aller beteiligten Gebäudeteile durchgeführt werden, so dass ein Teil ihrer Gesamtkosten aufgrund von Synergieeffekten standardmäßig diesen "Ohnehin"-Maßnahmen zugeschlagen wird. Muss z.B. der Putz unabhängig von energetischen Maßnahmen ohnehin zu ersetzen, entstehen keine zusätzlichen Kosten für Gerüste für den Einbau einer zusätzlichen Wanddämmung.

Auf den folgenden Seiten erhält der Anwender die Möglichkeit, die Auswahl der Maßnahmen durch Löschen, Hinzufügen oder Anpassen einzelner Maßnahmen und deren Kosten- und Kostenverteilung individuell anzupassen.

Modernisierungsmaßnahmenpaket  Standardmodernisierung  Weitergehende Modernisierung

Beachten Sie, dass das vorgeschlagene Maßnahmenpaket nicht notwendigerweise die rechtlichen Mindestanforderungen für energetische Modernisierungen erfüllt und auch andere baurechtliche Bestimmungen nicht selbstständig berücksichtigen kann. Außerdem ist nicht gewährleistet, dass das angebotene Maßnahmenpaket die Bausubstanz nicht schädigt, z.B. durch Schwarzsimmelbefall. Lassen Sie sich von einem professionellen Energieberater, Architekten oder Bauingenieur beraten, bevor Sie eine Investitionsentscheidung allein auf Grundlage dieses Tools treffen!

**Maßnahmen betreffend:**

**Dach / oberste Geschossdecke**

Dämmung im Sparren-Zwischenraum (WLS 035) + zusätzliche Dämmung, Dämmstärke insgesamt 30 cm

**Wände:**

Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z.B. Zellulose zwischen Traghölzern, größere Dämmstärke für gleichen Wärmeschutz)

**Kellerdecke:**

Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke (bei ausreichender Kellerraumhöhe) / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußb.-sanierung) oder Kombi. unter/auf

**Türen:**

Haustür mit Dämmkern ( $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )

**Fenster:**

Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen (Passivhaus-Fenster)

**Heizungssystempaket:**

zusätzlich Solaranlage + Lüftungsanlage

[← Zurück](#)
[Weiter →](#)

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

Ist im Formular „Maßnahmenpakete“ eine Wahl des Modernisierungspaketes erfolgt, werden im nachfolgenden Formular „Investitionskosten der energetischen Modernisierung“ die in der RentalCal-Datenbasis hinterlegten Kostenkennwerte für das gewählte Maßnahmenpaket angezeigt (siehe Abbildung 8). Dargestellt werden hier sowohl die gesamten Investitionskosten als auch die hinterlegte Aufteilung in „Ohnehin-Kosten“ und energiebedingte Mehrkosten getrennt nach Kosten für die Maßnahmen der thermischen Hülle, die Anlagentechnik und die Planung. Die Darstellung erfolgt zunächst ohne Mehrwertsteuer. Falls keine Vorsteuerabzugsberechtigung vorliegt, werden die resultierenden Investitionskosten mit Mehrwertsteuer dargestellt und weiterverarbeitet.

Die vorgeschlagene Aufteilung der Vollkosten in Ohnehin-Kosten und energiebedingte Mehrkosten orientiert sich für die einzelnen Bauteile an (Hinz 2015). Es wird in Konsequenz unterstellt, dass bei den Gebäuden erheblicher Instandsetzungsbedarf bei allen Bauteilen besteht d. h. die Bauteile in der Regel das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben. Die vorgeschlagene Aufteilung der Kosten kann im Formular individuell angepasst werden, wenn im Einzelfall vom Kopplungsprinzip abgewichen wird (z. B. bei der vorgezogenen Modernisierung). Im Extremfall können die Ohnehin-Kosten auf Null gesetzt werden. Die energiebedingten Mehrkosten, die in die Berechnung einfließen, entsprechen dann den vorgeschlagenen bzw. eingegebenen Vollkosten. Dieser Fall unterstellt, dass kein Bauteil Instandsetzungsbedarf aufweist und trotzdem eine Modernisierung durchgeführt wird. Hierbei ist zu beachten, dass das Mietrecht in § 559 BGB regelmäßig den Abzug von Instandhaltungskosten bei der modernisierungsbedingten Mieterhöhung unterstellt. Der

Anwender hat ebenfalls die Möglichkeit, die Höhe der Kosten individuell anzupassen, falls z.B. Kostensteigerungen im Vergleich zu den Vorschlagswerten eingetreten sind.

Abbildung 8: Formular „Investitionskosten“

### Investitionskosten der energetischen Modernisierung

Auswahl der gesamten und energieeffizienzbezogenen Kostenanteile für die geplanten Maßnahmen (hier auch als "Maßnahmenpaket" bezeichnet). Bitte unterteilen Sie die Investitionskosten in "Sowieso-Kosten" und energiebedingte Mehrkosten. Die Investitionskosten müssen **exklusiv** Steuern angegeben werden, das Tool ergänzt den Mehrwertsteueranteil weiter unten. Falls Sie vorsteuerabzugsberechtigt sind (dies ist im Mietwohnungsbereich unüblich), wählen Sie unten "Ja", das Tool rechnet dann mit den Nettokosten weiter.

|  | Gesamtinvestitionskosten (netto): | Davon Ohnehin anfallende Kosten: | =        | Davon energiebedingte Mehrkosten: |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------------------|
| Maßnahmen, die die Gebäudehülle betreffen:   | 116233,2 Euro                     | 49636,07 Euro                    | =        | 66597,13 Euro                     |
| Maßnahmen, die die Haustechnik betreffen:    | 50288,54 Euro                     | 25902,36 Euro                    | =        | 24386,18 Euro                     |
| Gemeinkosten (z.B. Planungskosten):          | 8326,09 Euro                      | 4110,83 Euro                     | =        | 4215,26 Euro                      |
| <b>Netto-Gesamtkosten (exklusiv MwSt.):</b>  | <b>174847,83 Euro</b>             | <b>79649,26 Euro</b>             | <b>=</b> | <b>95198,57 Euro</b>              |
| <b>Netto-Gesamtkosten pro m<sup>2</sup>:</b> | <b>410,43 Euro/m<sup>2</sup></b>  | <b>186,97 Euro/m<sup>2</sup></b> | <b>=</b> | <b>223,47 Euro/m<sup>2</sup></b>  |

Sind Sie vorsteuerabzugsberechtigt?  Ja  Nein

|                     |      |  |      |
|---------------------|------|--|------|
| Mehrwertsteuersatz: | 19 % | Reduzierter MwSt.-Satz (falls zutreffend): | 19 % |
|---------------------|------|--|------|

**Davon energiebedingte Mehrkosten**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Gesamtinvestitionskosten (inklusive MwSt.): | 113286,29 Euro             |
|   | 265,92 Euro/m <sup>2</sup> |

← Zurück
Werte zurücksetzen
Weiter →

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

Die nachfolgende Tabelle beschreibt ein Beispiel für die im Formular „Maßnahmenpakete“ sowie in den nachfolgenden Formularen „Investitionskosten der energetischen Modernisierung“ und „Energieverbrauch nach Modernisierung“ dargestellten Informationen (gerundete Werte):

**Tabelle 3: Kosten- und Energiedaten (Beispiel nach Modernisierung)**

| <b>Parameter</b>                     | <b>Daten in RentalCal 2.0</b>                  |
|--------------------------------------|--|
| Maßnahmenpaket (gewählt):            | zukunftsorientierte Modernisierung (KfW EH 55) |
| Gesamtkosten (netto):                | 410 €/m <sup>2</sup> (Vorschlagswert)          |
| Energiebedingte Mehrkosten (netto):  | 223 €/m <sup>2</sup> (Vorschlagswert)          |
| Vorsteuerabzug (gewählt):            | Nein   |
| Energiebedingte Mehrkosten (brutto): | 266 €/m <sup>2</sup> (Vorschlagswert)          |
| Energieverbrauch Strom (nach Mod.):  | 6,63 kWh/m <sup>2</sup> a (Vorschlagswert)     |
| Energieverbrauch Gas (nach Mod.):    | 49,76 kWh/m <sup>2</sup> a (Vorschlagswert)    |
| Energiebedingte Mehrkosten (netto):  | 223 €/m <sup>2</sup> (Vorschlagswert)          |

Quelle: Eigene Darstellung

## Entwicklung und Umsetzung der Submodule

Die in „RentalCal 2.0“ programmierten Submodule bieten optional zusätzliche Funktionalitäten bei der Dateneingabe. Sie sind ausschließlich im unterstützten Eingabemodus verfügbar.

### Sub-Module „Detaillierte Umrechnungsfaktoren“

Das Tool berechnet in diesen Submodulen über Umrechnungsfaktoren aus den eingegebenen bzw. resultierenden Endenergiekennwerten sowohl Primärenergiekennwerte als auch CO<sub>2</sub>-Emissionswerte (jeweils für die Situation vor und nach Modernisierung). Darüber hinaus sind Eingaben zum Energieverbrauch in unterschiedlichen Einheiten (z. B. Liter und kWh) möglich. Wenn eine alternative Einheit wie Liter/Jahr z. B. für Heizöl eingegeben wird, wird der Verbrauch automatisch in kWh/Jahr umgerechnet. Das Tool verwendet zu diesem Zweck Standard-Heizwerte, die hauptsächlich aus dem IEE-Projekt TABULA stammen. Auch für die Umrechnungsfaktoren hinsichtlich Primärenergie und CO<sub>2</sub> sind im Tool Standardwerte für die einzelnen Länder und die jeweiligen Energieträger hinterlegt. Mit diesen Werten werden die Berechnungen automatisch durchgeführt. Dabei handelt es sich um Durchschnittswerte, d.h. die tatsächlichen, standortspezifischen Werte können zum Teil stark variieren.

So kann beispielsweise der Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie zur Erzeugung einer Kilowattstunde Strom stark variieren, je nachdem, welcher Energiemix zugrunde gelegt wird (z. B. durch einen zunehmenden Anteil erneuerbarer Energien). Auch der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen bei der Versorgung mit Fernwärme können stark von den hinterlegten Durchschnittswerten abweichen. Darüber hinaus hängt der tatsächliche Heizwert stark von den technischen Gegebenheiten und dem Nutzerverhalten ab.

Aus diesen Gründen wird in der Erweiterung des RentalCal-Tools die Option angeboten, die hinterlegten Standardwerte sowohl vor als auch nach Modernisierung mit individuellen und standortspezifischen Angaben zu überschreiben (siehe Abbildung 9). Solche Werte können z. B. beim jeweiligen Energieversorgungsunternehmen erfragt werden. Das Submodul „Detaillierte Umrechnungsfaktoren“ ist jeweils in den Formularen „Energieverbrauch vor Modernisierung“ und „Energieverbrauch nach Modernisierung“ über einen Button anwählbar.<sup>3</sup>

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt exemplarisch die hinterlegten Standardwerte für Fernwärme (ohne Kraft-Wärme-Kopplung) sowie die im Submodul eingegebenen standortspezifischen Werte, die einen höheren Anteil regenerative Erzeugung der Fernwärme bzw. einen höheren Anteil Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) unterstellen. In den jeweils resultierenden Werten für die Primärenergie und die CO<sub>2</sub>-Emissionen (bei einem Fernwärmeverbrauch von 178 kWh/m<sup>2</sup>a) zeigen sich die Unterschiede in der Umrechnung (gerundete Werte). Insbesondere durch die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Umlage, aber auch falls sich Förderbedingungen an der Primärenergie oder den CO<sub>2</sub>-Emissionen orientieren, kann die Wahl der Umrechnungsfaktoren neben ökologischen auch finanzielle Auswirkungen nach sich ziehen.

---

<sup>3</sup> Die Verwendung individueller Umrechnungsfaktoren wurde in RentalCal vom damaligen Projektpartner KIT konzipiert.

**Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren für Primärenergie und CO<sub>2</sub> (Beispiel Fernwärme)**

|  | Standardwerte (hinterlegt) | Werte Submodul (Eingabe)  |
|--|----------------------------|---------------------------|
| Primärenergiefaktor:                     | 1,30 kWh/kWh               | 0,5 kWh/kWh               |
| CO <sub>2</sub> -Faktor:                 | 420 g/kWh                  | 112 g/kWh                 |
| Primärenergie (nicht erneuerbar):        | 231,9 kWh/m <sup>2</sup> a | 89,2 kWh/m <sup>2</sup> a |
| CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen: | 74,9 kg/m <sup>2</sup> a   | 20,0 kg/m <sup>2</sup> a  |

Quelle: Eigene Darstellung

Um zum Ausgangsformular zurückzukehren, muss im Submodul auf „Zurück“ geklickt werden. Das Tool übernimmt die angepassten Umrechnungswerte automatisch. Durch den Button „Werte zurücksetzen“ können die Vorschlagswerte für die Umrechnungsfaktoren wiederhergestellt werden.

**Abbildung 9: Submodul „Detaillierte Umrechnungsfaktoren vor Modernisierung“**

**Detaillierte Umrechnungsfaktoren vor Modernisierung**

|            | Vorschlagswerte für Primärenergiefaktoren<br>(nicht-erneuerbar): <span style="color: green;">?</span> |         | Vorschlagswerte für CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren: <span style="color: green;">?</span> |       | Vorschlagswerte für Heizwerte: <span style="color: green;">?</span> |           |
|------------|---|---------|--|-------|---|-----------|
| Strom:     | <input type="text" value="2,3"/>  | kWh/kWh | <input type="text" value="617"/>   | g/kWh |   |           |
| Öl:        | <input type="text" value="1,05"/>   | kWh/kWh | <input type="text" value="330"/>   | g/kWh | <input type="text" value="10"/>                                     | kWh/litre |
| Gas:       | <input type="text" value="1,05"/>   | kWh/kWh | <input type="text" value="277"/>   | g/kWh | <input type="text" value="11,4"/>                                   | kWh/litre |
| Kohle:     | <input type="text" value="1,05"/>   | kWh/kWh | <input type="text" value="433"/>   | g/kWh | <input type="text" value="8,3"/>                                    | kWh/litre |
| Biomasse:  | <input type="text" value="0,05"/>   | kWh/kWh | <input type="text" value="40"/>  | g/kWh | <input type="text" value="4,9"/>                                    | kWh/litre |
| Fernwärme: | <input type="text" value="1,3"/>  | kWh/kWh | <input type="text" value="420"/>   | g/kWh | <input type="text" value="50"/>                                     | kWh/litre |
| Andere:    | <input type="text"/>  | kWh/kWh | <input type="text" value="361"/>   | g/kWh |   |           |

Umrechnungsfaktoren werden verwendet, um den Verbrauch von nicht erneuerbarer Primärenergie bzw. die mit dem Verbrauch von Endenergie verbundenen Emissionen von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zu berechnen (je nach Zusammensetzung der Energieträger). Bei den oben angegebenen Umrechnungsfaktoren handelt es sich um nationale Durchschnittswerte, die überschrieben werden können, wenn genauere Werte vorliegen, z.B. aus den Abrechnungen von Energieversorgungsunternehmen. Die tatsächlichen Werte können insbesondere dann abweichen, wenn das betreffende Gebäude mit erneuerbarer Energie versorgt wird.

[← Zurück](#)
[Werte zurücksetzen](#)

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

### Sub-Module „Detaillierte Energiepreise“

Im Formular „Energiekosten vor bzw. nach Modernisierung“ sind in der Regel spezifische (durchschnittliche) Energiepreise für die einzelnen Energieträger pro kWh hinterlegt. Diese Werte können übernommen oder überschrieben werden (z. B. falls Energiepreiserhöhungen eingetreten sind).

Die Energiekosten pro kWh können jedoch bei verschiedenen Verbrauchsniveaus deutlich variieren, wenn es große fixe oder verbrauchsabhängige Kostenkomponenten gibt. So können die durchschnittlichen Energiepreise steigen, wenn der Verbrauch infolge von Energieeffizienzmaßnahmen sinkt. Wenn ein Verbrauchsrückgang dem Energieversorgungsunternehmen nicht gemeldet wird, können außerdem veraltete Kosten in Rechnung gestellt werden, wodurch sich die Gesamt- und Durchschnittskosten erhöhen. Dieses Problem kann insbesondere bei der Fernwärme, aber auch bei der Stromversorgung auftreten.

Um Änderungen in der Tarifstruktur (Grund- und Arbeitspreise) zu berücksichtigen und genaue Durchschnittspreise zu berechnen, können die Energietarife im Submodul „Detaillierte Energiepreise“ vor und nach der Modernisierung individuell modelliert werden. Werte für Grund- und Arbeitspreise können z. B. aus den Abrechnungen oder den Preisblättern der Energieversorgungsunternehmen entnommen werden. Das Submodul „Detaillierte Energiepreise“ ist jeweils in den Formularen „Jährliche Energieausgaben vor der Modernisierung“ und „Jährliche Energieausgaben nach Modernisierung“ über einen Button anwählbar. Das

Tool spielt im Submodul die eingegebenen bzw. hinterlegten Energieverbräuche der verwendeten Energieträger sowie für Gas, Fernwärme und Strom die hinterlegte Anschlussleistung (in kW) ein (siehe Abbildung 10). Die Anschlussleistung kann überschrieben werden. Arbeitspreise (in €/kWh oder €/alternativer Einheit) und die jährlichen Grundpreise (in €) können daraufhin individuell eingegeben werden. Für Gas, Fernwärme und Strom kann bei Bedarf zusätzlich ein jährliches Leistungsentgelt pro kW Anschlussleistung (in €/kW) eingegeben werden. Im Submodul wird aus diesen Angaben ein neuer spezifischer Energiepreis pro kWh bzw. pro alternativer Einheit berechnet.<sup>4</sup>

**Abbildung 10: Submodul „Detaillierte Energiepreise vor Modernisierung“**

### Detaillierte Energiepreise vor Modernisierung

Die Energiekosten pro kWh können bei verschiedenen Verbrauchsniveaus deutlich variieren, wenn es umfangreiche fixe oder verbrauchsabhängige Kostenkomponenten gibt. So können die Durchschnittspreise steigen, wenn der Verbrauch infolge von Energieeffizienzmaßnahmen sinkt. Wenn der Verbrauchsrückgang dem Energieversorger nicht gemeldet wird, werden außerdem veraltete Kosten in Rechnung gestellt, wodurch die Gesamt- und Durchschnittskosten überhöht werden. Dieses Problem kann insbesondere bei Fernwärme, aber auch bei der Stromversorgung auftreten.

Um Änderungen in der Tarifstruktur zu berücksichtigen und genaue Durchschnittspreise zu berechnen, können die Energietarife individuell modelliert werden.

**Beachten Sie, dass alle Kostenbestandteile Mehrwertsteuer enthalten sollten.**

|  | Energieverbrauch wie im Tool eingegeben  | Anschlussleistung (max.)              | Arbeitspreis pro Kilowattstunde / pro Einheit               | Leistungspreis jährlich     | Grundpreis jährlich      | Resultierender spezifischer Durchschnittspreis pro kWh / pro Einheit |
|--|--|---------------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------|--|
| Strom <span style="color: green;">✔</span> | <input type="text" value="886,57"/> kWh/a  | <input type="text" value="0,44"/> kW  | <input type="text"/> EUR/kWh                                | <input type="text"/> EUR/kW | <input type="text"/> EUR | <input type="text"/> EUR/kWh   |
| Gas <span style="color: green;">✔</span>   | <input type="text" value="87524,06"/> kWh/a<br><input type="text" value="7677,55"/> m³/a | <input type="text" value="43,76"/> kW | <input type="text"/> EUR/kWh<br><input type="text"/> EUR/m³ | <input type="text"/> kW     | <input type="text"/> EUR | <input type="text"/> EUR/kWh<br><input type="text"/> EUR/m³          |

← Zurück
Werte zurücksetzen

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

Tabelle 5 zeigt für das Beispiel Fernwärme, dass sich die spezifischen Energiepreise und damit auch die resultierenden Energiekosten durch die detaillierte Eingabe im Submodul signifikant ändern können (gerundete Werte; bei einem Fernwärmeverbrauch von 178 kWh/m²a).

**Tabelle 5: Detaillierte Energiepreiseingabe (Beispiel Fernwärme)**

|                               | Standardwerte (hinterlegt) | Werte Submodul (Eingabe) |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Grundpreis:                   | keine Eingabe möglich      | 500 €/a                  |
| Arbeitspreis:                 | keine Eingabe möglich      | 0,09 €/kWh               |
| Anschlussleistung:            | 38 kW                      | 45 kW                    |
| Leistungsentgelt:             | keine Eingabe möglich      | 10 €/kW                  |
| Energiepreis spezifisch:      | 0,093 €/kWh                | 0,103 €/kWh              |
| Kosten Fernwärme (bei 426 m²) | 7.066 €/a                  | 7.788 €/a                |

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>4</sup> Die detaillierte Energiepreisberechnung wurde in RentalCal vom damaligen Projektpartner KIT konzipiert.

### Sub-Modul „Detaillierte Schätzung der Ausstiegsrendite“

Das RentalCal-Tool bietet die Möglichkeit, die relevanten Kennzahlen der Wirtschaftlichkeit (z.B. die Eigenkapitalrendite) sowohl mit als auch ohne Wertsteigerung infolge der energetischen Modernisierung (sog. „Green Value“) darzustellen. Soll die Wertsteigerung mitberücksichtigt werden, geht man (fiktiv) davon aus, dass das Gebäude am Ende des Betrachtungszeitraums verkauft wird. Der „Green Value“ wird berechnet, in dem man die zusätzlichen jährlichen Mieterträge aufgrund der energetischen Modernisierung (im letzten Jahr des Betrachtungszeitraums) durch die sog. Ausstiegsrendite („Exit Yield“) dividiert. Die Ausstiegsrendite wird auch als sog. Cap-Rate bezeichnet und wird durch das Risiko der Immobilie bestimmt. Eine hohe Cap-Rate steht für ein hohes Risiko und führt zu einem geringen zusätzlichen Verkaufspreis (geringe Wertsteigerung durch die energetische Modernisierung). Eine niedrige Cap-Rate steht für ein geringes Risiko und führt zu einem hohen zusätzlichen Verkaufspreis (hohe Wertsteigerung durch die energetische Modernisierung).

In der ursprünglichen Version des RentalCal-Tools sind für den „Exit Yield“ (die Cap-Rate) länderspezifische Standardwerte hinterlegt, die ein geringes Risikoprofil nach der energetischen Modernisierung unterstellen. Im Submodul „Detaillierte Schätzung der Ausstiegsrendite“ wird eine detailliertere Bestimmung optional ermöglicht. Das Submodul ist im Formular („Berücksichtigung von Kapitalgewinnen nach Verkauf“) durch einen Button anwählbar.

Der „Exit Yield“ wird im Submodul in verschiedene Komponenten aufgeteilt. Den Basiswert bildet die sog. Spitzenrendite, die die Rendite für diejenigen Immobilien angibt, die länderspezifisch das geringste Risiko von allen aufweisen. Diese Immobilien werden auch als „Prime Assets“ bezeichnet. Sie befinden sich in bester Lage, sind voll vermietet und haben Mieter mit höchster Bonität. Im Submodul sind Spitzenrenditen hinterlegt, die im RentalCal-Projekt für die einzelnen Länder beispielsweise aus Marktberichten ermittelt wurden.

Darauf aufbauend wird im Submodul (siehe **Abbildung 11**) nach der Einschätzung der Nutzerinnen und Nutzer zu weiteren Risikokomponenten gefragt (Standortrisiko, Leerstandsrisiko, Mietausfallrisiko während Modernisierung, Wiedervermietungsrisiken, Vertragsrisiken). Es können Risikostufen gewählt werden, die sich entweder mit dem Risiko der „Prime Assets“ vergleichen (Standortrisiko und Leerstandsrisiko) oder das Risiko nach der energetischen Modernisierung im Vergleich zur Situation davor beurteilen (Mietausfallrisiko während Modernisierung, Wiedervermietungs- und Vertragsrisiken). Es werden jeweils 5 Risikostufen angeboten (am geringsten, geringer, gleich, höher, am höchsten). Für jede gewählte Risikostufe werden auf die Spitzenrendite bestimmte Prozentschläge addiert, die im RentalCal-Projekt je nach Bedeutung der Risikokomponente aus Erfahrungswerten festgelegt wurden.<sup>5</sup> Niedrige Zuschläge stehen für geringe Risiken und hohe Zuschläge für höhere Risiken. In Summe wird eine neuer „Exit Yield“ angegeben, der in die Berechnungen einfließen kann.

---

<sup>5</sup> Die Umwandlung der Risikostufen in metrische Zuschläge wurde in RentalCal vom damaligen Projektpartner IREBS konzipiert.

**Abbildung 11: Submodul „Detaillierte Schätzung der Ausstiegsrendite“**

### Detaillierte Schätzung der Ausstiegsrendite

Am Ende des Berechnungszeitraums wird davon ausgegangen, dass das Gebäude verkauft wird. Um den durch die energetische Modernisierung geschaffenen zusätzlichen Wert zu berechnen, muss das Risikoprofil Ihres Gebäudes nach der Modernisierung bewertet werden. Der Exit-Yield wird dazu in verschiedene Komponenten aufgespalten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Renditen im Allgemeinen vom zugrunde liegenden Risiko abhängen. Daher drückt der Exit-Yield die erforderliche Rendite für ein bestimmtes Risikoniveau aus. Ein Vermögenswert unterliegt mehreren verschiedenen Risiken, die in den folgenden Infoblases erläutert werden.

|   |                                  |                       |                       |                       |                       |                                    |   |   |
|---|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|---|---|
| Spitzenrendite  |                                  |                       |                       |                       |                       | 3,35                               | % | ? |
|   | Am geringsten                    | Gering                | Gleich                | Höher                 | Am höchsten           | Übersetzung in<br>Finanzkennzahlen |   |   |
| Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zum allgemeinen Risikoprofil Ihrer Immobilie im Vergleich zu erstklassigen Immobilien an: |                                  |                       |                       |                       |                       |                                    |   |   |
| Standortrisiko:   | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0.25                               | % | ? |
| Leerstandsrisiko:   | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0.25                               | % | ? |
| Bitte geben Sie Ihre Einschätzung zum neuen (nach der Modernisierung) Risikoprofil Ihrer Immobilie an:                      |                                  |                       |                       |                       |                       |                                    |   |   |
| Leerstandsrisiko:   | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0.25                               | % | ? |
| Risiko der alternativen<br>Nutzung und der<br>Restnutzungsdauer:  | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0.25                               | % | ? |
| Wert-, Vertrags- und<br>Mieterrisiko:   | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | 0.25                               | % | ? |
| Ausstiegsrendite (Summe der oben aufgeführten Risiken):<br>(Summe der oben aufgeführten Risiken)                            |                                  |                       |                       |                       |                       | 4.6                                | % |   |

← Zurück zum Hauptformular
Werte zurücksetzen

Quelle: RentalCal-Tool 2.0 (Arbeitsversion)

Tabelle 6 zeigt die möglichen Unterschiede in der Wertermittlung zwischen den hinterlegten „Exit Yield“-Komponenten (minimale Risiken) und den im Submodule beispielhaft angepassten „Exit-Yield“-Komponenten (maximales Risiko). Wird die Wertsteigerung bei der Berechnung der Rentabilität mitberücksichtigt, können sich dadurch deutliche Unterschiede in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit ergeben (bei 25 Jahren Betrachtungszeitraum und einer angenommenen Mieterhöhung 1,00 €/m<sup>2</sup>Mon).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Neben der modernisierungsbedingten Mieterhöhung können auch nicht-modernisierungsbedingte Mieterhöhungen im Betrachtungszeitraum z. B. Anpassungen an die Vergleichsmiete bei Mieterwechsel den Green Value beeinflussen. Im Beispiel wird von einer zukünftigen Mietpreissteigerungsrate von 1%/a ausgegangen (einzugeben im Formular „Marktentwicklungsszenarien“).

**Tabelle 6: Individuelle Wertermittlung (Beispiel)**

|  | Hinterlegte Werte<br>Minimale Risiken | Werte Submodul<br>Maximale Risiken |
|--|---------------------------------------|------------------------------------|
| Spitzenrendite Deutschland                             | 3,35 %                                | 3,35 %                             |
| Standortrisiko ( <i>Zuschläge Cap-Rate</i> )           | 0,25 %                                | 2,5 %                              |
| Leerstandsrisiko ( <i>Zuschläge Cap-Rate</i> )         | 0,25 %                                | 0,5 %                              |
| Mietausfallrisiko ( <i>Zuschläge Cap-Rate</i> )        | 0,25 %                                | 1,0 %                              |
| Wiedervermietungsrisiken ( <i>Zuschläge Cap-Rate</i> ) | 0,25 %                                | 2,0 %                              |
| Vertragsrisiken ( <i>Zuschläge Cap-Rate</i> )          | 0,25 %                                | 1,0 %                              |
| Exit Yield (Cap-Rate) ( <i>Zuschläge Cap-Rate</i> )    | 4,6 %                                 | 10,35 %                            |
| Wertsteigerung (Green Value)                           | 141.110 €                             | 62.715 €                           |
| EK-Rendite (mit Green Value)                           | 7,55 %                                | 6,36 %                             |

Quelle: Eigene Darstellung

Um zum Ausgangsformular zurückzukehren, muss im Submodul auf „Zurück“ geklickt werden. Das Tool übernimmt den angepassten Wert für den „Exit Yield“, wenn im dann erscheinenden Dialogfeld auf „Anwenden“ geklickt wird.

## Entwicklung und Umsetzung der Sensitivitätsanalysen (Output)

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

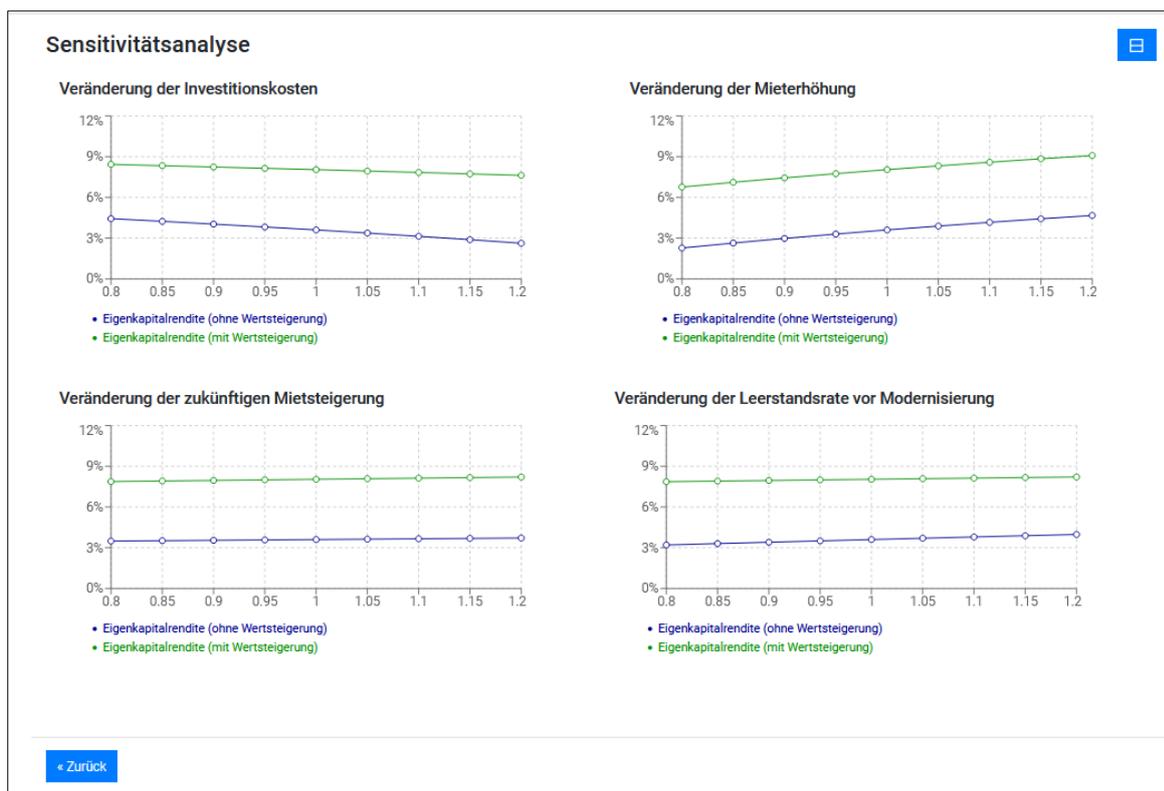
Im RentalCal-Tool haben die Investitionskosten (in €) und die resultierende Mieterhöhung (in €/m<sup>2</sup>Monat) ceteris-paribus den größten Einfluss auf die Rentabilität aus Vermietersicht. Beide Eingangsgrößen sind in der Erweiterung des RentalCal-Tools Gegenstand von Sensitivitätsanalysen. Dabei werden die Eingangswerte schrittweise um +/- 20 % variiert und die Auswirkungen auf die Eigenkapitalrendite grafisch dargestellt.

Darüber hinaus werden für die Parameter „Zukünftige Mietpreissteigerung“ (in %/a) und „Leerstand vor bzw. nach Modernisierung“ (in %) entsprechende Sensitivitätsanalysen (+/- 20 %) durchgeführt und grafisch dargestellt.

Das Formular zur Sensitivitätsanalyse ist im unterstützten Eingabemodus im Ergebnisbereich bei den „Key Performance Indicators (KPI) aus Investorperspektive“ zu finden.

Abbildung 12 zeigt exemplarisch die Auswirkungen einer Variation der Investitionskosten, der Mieterhöhung, der zukünftigen Mietsteigerungsrate und der Leerstandsrate vor Modernisierung auf die Eigenkapitalrendite (mit und ohne „Green value“). Auf der x-Achse steht der Faktor 1 für keine Veränderung des ursprünglichen Eingabewertes, der Faktor 0,8 für eine Reduktion des Eingabewertes um 20 % und der Faktor 1,2 für eine Erhöhung des Eingabewertes um 20 %.

Abbildung 12: Formular „Sensitivitätsanalyse“



## Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit

Folgende programmiertechnischen Schritte waren notwendig, um einen schnelleren und weniger fehleranfälligen Durchlauf durch das Tool zu gewährleisten:

- Vollständige Migration der dateibasierten Daten (JSON) auf Datenbanktabellen („PostgreSQL“)
- Umstellung des „Backends“ von „Spring“ auf „Spring Boot“
- Bereitstellung von „GraphQL-Schnittstellen“
- Entwicklung eines GraphQL-Schemas für Datenbanktabellen und Berechnungsfunktionen
- Aufsetzen des GraphQL-Backends
- Mapping der Datenbanktabellen
- Definition der GraphQL-„Resolver“
- Frontend Aktualisierungen
- Migration der „Backend“-Zugriffe von REST auf GraphQL („ApolloClient“)
- Migration der CSS auf „TailwindCSS“
- Modularisierung der „Screens“ (nicht benötigte Module werden nicht geladen)
- Administrationswerkzeug für Datenbankinhalte

Zur Verbesserung der Nutzungsfreundlichkeit des Tools wurden darüber hinaus folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Bei allen neuen Formularen und Submodulen wurden Hilfetexte und Beschreibungen sowohl in englischer als auch in deutscher Sprache hinzugefügt.
- Das bestehende Handbuch in englischer Sprache wurde überarbeitet (Toolversion RentalCal 2.0) und komplett ins Deutsche übersetzt.

## Beschreibung und Begründung von Änderungen gegenüber dem ursprünglichen Antrag

Um Datenunsicherheiten und mögliche Bandbreiten bei Eingabewerten zu berücksichtigen, war ursprünglich eine Monte-Carlo-Simulation (MCS) geplant.

Eine MCS fungiert als stochastische Szenarioanalyse. In diesem Sinne werden für Eingangsgrößen einer Rechnung keine festen Werte sondern Zufallszahlen verwendet, die auf Basis festgelegter Verteilungen mit Hilfe von Zufallszahlengeneratoren gebildet werden. Verteilungen definieren sich dabei durch sogenannte Verteilungsparameter wie dem Erwartungswert und der Standardabweichung. Es wird eine hohe Anzahl an Berechnungsdurchläufen durchgeführt, wodurch eine stabile Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebniswerte eintritt.

Programmiertechnisch liegt eine MCS für die oben bei der Sensitivitätsanalyse dargestellten Parameter in Java vor. Das Konzept einer MCS wurde auf dem Workshop mit den Praxispartnern erläutert. Hier zeigte sich eine gewisse Skepsis hinsichtlich der festzulegenden Parameter und der Interpretation der Ergebnisse durch die Zielgruppen. Aus diesen Gründen wurde zunächst auf eine Implementierung der Monte-Carlo-Simulation im Tool verzichtet und stattdessen eine klassische (deterministische) Sensitivitätsanalyse in den Ergebnisbereich des Tools integriert. Es ist jedoch geplant, auch die MCS versuchsweise in das Tool zu integrieren.

## Anwendungsgrenzen und Weiterentwicklungspotenziale

Die in RentalCal 2.0 vorgenommenen Erweiterungen verbessern die Anwendbarkeit des Tools insbesondere im Bereich der Amateur- und Kleinvermietung. Gleichzeitig zeigen sich auch nach der Erweiterung noch Anwendungsgrenzen des Tools, da in der hinterlegten Datenbasis sowohl bei der Auswahl der Modellgebäude und der Wärmeversorgungssysteme im Ausgangszustand als auch bei der Ausgestaltung der beiden Maßnahmenpakete eine Beschränkung auf die gängigsten Gebäudetypen, Versorgungssysteme und Maßnahmen erfolgen musste. Die Beschränkung auf die beiden Maßnahmenpakete ist der Tatsache geschuldet, dass in der TABULA-Datenbasis Energiebilanzberechnungen für diese beiden Maßnahmenpakete vorhanden waren. Eine Bilanzierung von Einzelmaßnahmen erfolgt dort nicht. Idealerweise würde in einem Tool zur Wirtschaftlichkeitsbewertung eine objektspezifische Energiebilanzierung enthalten sein, in dem die Nutzerinnen und Nutzer ihr eigenes Gebäude und die geplanten Energieeffizienzmaßnahmen individuell modellieren können. Eine solche Erweiterung des Tools ist zwar prinzipiell denkbar, führt aber zu deutlich mehr Komplexität bei der Programmierung und geht zu Lasten der Einfachheit bzw. Anwendungsfreundlichkeit bei der Nutzung.

In einem Workshop mit den Praxispartnern konnten verschiedene Weiterentwicklungspotenziale identifiziert werden, die deutlich über die im Antrag geplanten Maßnahmen hinausgehen und zum Teil auch auf Veränderungen in den aktuellen politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen zurückzuführen sind:

- Aktualisierung der hinterlegten Kosten und Energiepreise
- Ausweis und Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung nach dem von der Bundesregierung geplanten Stufenmodell
- Ausweis zusätzlicher Maßnahmenpakete (z. B. mit Wärmepumpen) zur Erreichung der Klimaneutralität
- Zusätzliche Darstellung von Einzelmaßnahmen, da Einzelmaßnahmen bei der Modernisierung häufiger umgesetzt werden als komplette Maßnahmenpakete
- Integration möglicher mietrechtlicher und sonstiger rechtlicher Änderungen (z. B. die im Koalitionsvertrag genannten Teilwarmmietemodelle)

Es ist geplant, die Realisierbarkeit dieser Weiterentwicklungspotenziale zu prüfen und falls möglich im Rahmen von Folgeprojekten in das Tool zu integrieren. Darüber hinaus ist angedacht, die beiden Eingabemodi mittelfristig zusammenzuführen. Da im unterstützten Eingabemodus alle Vorgabewerte (Energieverbräuche und Kosten der Maßnahmenpakete) individuell überschreibbar sind, entfällt die unmittelbare Notwendigkeit eines eigenen Freihandmodus. Zudem bietet der unterstützte Modus mit den Submodulen und der Sensitivitätsanalyse mehr Funktionalität. Ein Zusammenführen der beiden Modi wäre mit Änderungen in den Formularen „Objektbeschreibung“ und „Maßnahmenpakete“ möglich.

---

## Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Projekt wurde das bestehende RentalCal-Online-Tool, das Investitionen in energiesparende Maßnahmen in Mietwohngebäuden insbesondere aus Vermieterperspektive ökonomisch bewertet, wesentlich erweitert.

In RentalCal 2.0 wurden bestimmten Gebäudetypen aus unterschiedlichen Baualtersklassen typische Endenergieeinsparungen für häufig durchgeführte energetische Maßnahmenpakete zugewiesen und mit typischen Investitionskosten hinterlegt.

Darüber hinaus wurden im Rahmen von Submodulen detaillierte Dateneingaben für Energiepreise, Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Umrechnungsfaktoren sowie Wertsteigerungen ermöglicht, um die individuellen Rahmenbedingungen der Nutzerinnen und Nutzer besser zu erfassen.

Im Ausgabebereich des Tools wurden zusätzlich Sensitivitätsanalysen für Änderungen der wesentlichen Eingabeparameter zur Verfügung gestellt.

Alle Erweiterungen wurden im sogenannten unterstützten Eingabemodus („Assisted Mode“) in das Tool integriert.

Insbesondere in den Bereichen Amateur- und Kleinvermietung und Energieberatung können die Akteure von der Bereitstellung von Vorgabewerten für Energieeinsparung und Kosten sowie von den Submodulen profitieren.

Gleichzeitig zeigen sich auch nach der Erweiterung noch Anwendungsgrenzen des Tools, da aus Gründen der Komplexitätsreduktion eine Beschränkung hinsichtlich der auswählbaren Gebäudetypen, Versorgungssysteme und Maßnahmenpakete erfolgen musste. Auch aktuelle Veränderungen in den politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen wie z. B die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung zwischen den Akteuren der Vermietung, der zukünftig zu erwartende verstärkte Einbau von Wärmepumpen im Bestand oder die Diskussion um Teilwarmmietenmodelle eröffnen für das Tool Weiterentwicklungspotenziale, die falls möglich im Rahmen von möglichen Folgeprojekten umgesetzt werden sollen.

---

## Literaturverzeichnis

**Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.),** 2015: Privateigentümer von Mietwohnungen in Mehrfamilienhäusern. BBSR-Online-Publikation 02/2015. Bonn.

**Cischinsky, Holger; Diefenbach; Nikolaus,** 2018: Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016. Darmstadt.

**Enseling, Andreas; Lützkendorf, Thomas,** 2017a: Wirtschaftlichkeit energieoptimierter Gebäude. Berechnungsmethoden und Benchmarks für Wohnungsbau und Immobilienwirtschaft. BINE-Themeninfo III/2017. FIZ Karlsruhe.

**Enseling, Andreas; Lützkendorf, Thomas,** 2017b: Erweiterte Wirtschaftlichkeitsanalyse der energetischen Modernisierung. Die Wohnungswirtschaft (DW) 11/2017, S. 28-30.

**Hinz, Eberhard,** 2015: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten. Darmstadt.

**Vimmr, Tomas et al.,** 2016: Fact Sheets for the Residential Buildings as well as Building Types. RentalCal Deliverable 2.1.

---

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Gebäudetypologie Deutschland (vermietet)                       | 8  |
| Abbildung 2: Aufbau des RentalCal-Tools 2.0                                 | 15 |
| Abbildung 3: Startseite des Tools   | 16 |
| Abbildung 4: Formular „Softwarestruktur und grundlegende Funktionen“        | 17 |
| Abbildung 5: Formular „Auswahl Modus“                                       | 18 |
| Abbildung 6: Formular „Objektbeschreibung“                                  | 19 |
| Abbildung 7: Formular „Maßnahmenpakete“                                     | 21 |
| Abbildung 8: Formular „Investitionskosten“                                  | 22 |
| Abbildung 9: Submodul „Detaillierte Umrechnungsfaktoren vor Modernisierung“ | 25 |
| Abbildung 10: Submodul „Detaillierte Energiepreise vor Modernisierung“      | 26 |
| Abbildung 11: Submodul „Detaillierte Schätzung der Ausstiegsrendite“        | 28 |
| Abbildung 12: Formular „Sensitivitätsanalyse“                               | 30 |

---

## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Tools zur ökonomischen Bewertung (Auswahl)                                     | 11 |
| Tabelle 2: Gebäude- und Energiedaten (Beispiel vor Modernisierung)                        | 20 |
| Tabelle 3: Kosten- und Energiedaten (Beispiel nach Modernisierung)                        | 23 |
| Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren für Primärenergie und CO <sub>2</sub> (Beispiel Fernwärme) | 25 |
| Tabelle 5: Detaillierte Energiepreiseingabe (Beispiel Fernwärme)                          | 26 |
| Tabelle 6: Individuelle Wertermittlung (Beispiel)   | 29 |
| Tabelle 7: Eingabedaten Anwendungsfall (Rahmendaten, Energieverbrauch vor Modernisierung) | 37 |
| Tabelle 8: Eingabedaten Anwendungsfall (Maßnahmen, Energieverbrauch nach Modernisierung)  | 38 |
| Tabelle 9: Eingabedaten Anwendungsfall (Finanzierung, Mieten, Ergebnisse)                 | 39 |

## Anlagen

**Tabelle 7: Eingabedaten Anwendungsfall (Rahmendaten, Energieverbrauch vor Modernisierung)**

| <i>Eingabe</i>                                      | <i>Beispiel</i>    | <i>Kommentare</i>                 |
|---|--------------------|-----------------------------------|
| Investortyp   | Privatvermieter    | Auswahl von einer Liste           |
| Rechtsform  | keine Rechtsform   | Auswahl von einer Liste           |
| Steuersatz  | 35%                | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Betrachtungszeitraum                                | 25 Jahre           | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Bautyp  | kleines MFH        | Auswahl von einer Liste           |
| Baualtersklasse                                     | 1969 - 1978        | Auswahl von einer Liste           |
| Wohnfläche  | 426 m <sup>2</sup> | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Anlagentechnik                                      | Gaskessel          | Auswahl von einer Liste           |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Strom          | 887 kWh/a          | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Öl             | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Gas            | 87.524 kWh/a       | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Kohle          | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Biomasse       | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Fernwärme      | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch vor Modernisierung- Sonstige       | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energieverbrauch Gesamt vor Modernisierung          | 88.411 kWh/a       | berechnet auf Basis der Eingaben  |
| Energiepreis vor Modernisierung- Strom              | 0,28 EUR/kWh       | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiepreis vor Modernisierung- Öl                 | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiepreis vor Modernisierung- Gas                | 0,07 EUR/kWh       | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiepreis vor Modernisierung- Kohle              | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiepreis vor Modernisierung- Biomasse           | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiepreis vor Modernisierung- Fernwärme          | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiepreis vor Modernisierung- Sonstige           | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar    |
| Energiekosten vor Modernisierung                    | 5.937 EUR/a        | berechnet, überschreibbar         |
| Primärenergie (nicht-erneuerbar) vor Modernisierung | 93.939 kWh/a       | freie Eingabe oder Vorschlagswert |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen vor Modernisierung      | 24.791 kg/a        | freie Eingabe oder Vorschlagswert |

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle 8: Eingabedaten Anwendungsfall (Maßnahmen, Energieverbrauch nach Modernisierung)**

|   |                    |  |
|---|--------------------|--|
| Maßnahmenpaket  | Zukunftsorientiert | Auswahl von einer Liste                          |
| Gesamtkosten der energiesparenden Maßnahmen netto                         | 174.848 EUR        | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Ohnehin-Kosten (netto)  | 79.649 EUR         | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiebedingte Mehrkosten (netto)  | 95.199 EUR         | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Vorsteuerabzugsfähigkeit  | Nein               | Auswahl von einer Liste                          |
| Mehrwertsteuersatz  | 19%                | Vorschlagswert                                   |
| Veränderung der nicht umlagefähigen Kosten für Wartung und Instandhaltung | 0 EUR              | freie Eingabe (neg. Wert=Einsparung)             |
| Abschreibungsrate   | 3%                 | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung- Strom                               | 2.824 kWh/a        | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung- ÖL                                  | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung- Gas                                 | 21.198 kWh/a       | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung- Kohle                               | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung - Biomasse                           | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung- Fernwärme                           | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch nach Modernisierung- Sonstige                            | 0 kWh/a            | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energieverbrauch Gesamt nach Modernisierung                               | 24.022 kWh/a       | berechnet auf Basis der Eingaben                 |
| Energiepreis nach Modernisierung- Strom                                   | 0,28 EUR/kWh       | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiepreis nach Modernisierung- ÖL                                      | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiepreis nach Modernisierung- Gas                                     | 0,07 EUR/kWh       | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiepreis nach Modernisierung- Kohle                                   | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiepreis nach Modernisierung- Biomasse                                | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiepreis nach Modernisierung- Fernwärme                               | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiepreis nach Modernisierung- Sonstige                                | nicht angezeigt    | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Energiekosten nach Modernisierung   | 2.169 EUR/a        | berechnet auf Basis der Eingaben, überschreibbar |
| Primärenergie (nicht-erneuerbar) nach Modernisierung                      | 28.753 kWh/a       | freie Eingabe oder Vorschlagswert                |
| CO2-Emissionen nach Modernisierung  | 7.614 kg/a         | freie Eingabe oder Vorschlagswert                |

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle 9: Eingabedaten Anwendungsfall (Finanzierung, Mieten, Ergebnisse)**

|  |                               |  |
|--|-------------------------------|--|
| Anteil Fremdkapital                        | 70%                           | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Kreditvolumen Förderkredit                 | 0 EUR                         | freie Eingabe (falls vorhanden)                  |
| Zinssatz Förderkredit                      | keine Eingabe                 | freie Eingabe (falls vorhanden)                  |
| Laufzeit Förderkredit                      | keine Eingabe                 | freie Eingabe (falls vorhanden)                  |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre                  | keine Eingabe                 | freie Eingabe (falls vorhanden)                  |
| Tilgungszuschuss                           | keine Eingabe                 | freie Eingabe (falls vorhanden)                  |
| Sonstige Zuschüsse                         | 48.000 EUR                    | freie Eingabe (falls vorhanden)                  |
| Darlehensform                              | Annuitäten-<br>darlehen       | Auswahl von einer Liste                          |
| Zinssatz Marktkredit                       | 1,00%                         | freie Eingabe                                    |
| Zinssatz Anlage                            | 0,50%                         | freie Eingabe                                    |
| Betrachtungszeitraum                       | 25 Jahre                      | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Mietsteigerungsrate                        | 1%/a                          | freie Eingabe                                    |
| Steigerungsrate Wartung und Instandhaltung | 2%/a                          | freie Eingabe                                    |
| Steigerungsrate Marktzinssatz              | 0,05%                         | Vorschlag "seitwärts", überschreibbar            |
| Steigerungsrate Zinssatz Anlage            | 0,05%                         | Vorschlag "seitwärts", überschreibbar            |
| Energiepreissteigerung                     | 1,5%/a                        | Vorschlag "moderater Anstieg",<br>überschreibbar |
| Ausgangsmiete                              | 7,0 EUR/m <sup>2</sup> Monat  | freie Eingabe                                    |
| Kaltmiete oder Warmmiete?                  | Kaltmiete                     | Auswahl von einer Liste                          |
| Leerstandsrate aktuell                     | 5%                            | freie Eingabe                                    |
| Leerstandsrate nach Modernisierung         | 3%                            | freie Eingabe                                    |
| Mieterhöhungsmodus                         | Freie Vereinbarung            | Auswahl von einer Liste                          |
| Mieterhöhung                               | 1,0 EUR/m <sup>2</sup> Monat  | freie Eingabe oder Vorschlagswert                |
| Wertsteigerung berücksichtigen?            | Ja                            | Auswahl von einer Liste                          |
| Wertsteigerung                             | 4,60%                         | Vorschlagswert, überschreibbar                   |
| Eigenkapitalrendite (ohne Green Value)     | 4,74%                         | Kennzahlen Investorperspektive                   |
| Eigenkapitalrendite (mit Green Value)      | 7,55%                         | Kennzahlen Investorperspektive                   |
| Amortisationszeit (ohne Green Value)       | 21 Jahre                      | Kennzahlen Investorperspektive                   |
| Amortisationszeit (ohne Green Value)       | 13 Jahre                      | Kennzahlen Investorperspektive                   |
| Steigerung der Warmmiete                   | 0,26 EUR/m <sup>2</sup> Monat | Kennzahlen Mieterperspektive                     |
| Reduzierung Treibhausgasemissionen         | -69,29%                       | Kennzahlen Umweltperspektive                     |

Quelle: Eigene Darstellung