

R. Horn, M. Baumann, J. Gantner

Ein Modell zur ökologischen und ökonomischen Bilanzierung energetischer Sanierungsvorhaben für Bestandsquartiere

1. Einleitung

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein Schlüsselement bei der Realisierung der Energiewende, da der Gebäudesektor für 40 % des Primärenergiebedarfs Deutschlands verantwortlich ist. Die zur Umsetzung der „Wärmewende“ notwendige Sanierungsrate von jährlich 2 % wird jedoch bisher nicht erreicht. Dies ist insbesondere durch die hohen Investitionskosten und die Unsicherheiten bezüglich ökonomischer und ökologischer Einsparpotentiale bedingt. Auch potentielle Synergien und Einspareffekte dezentraler Energiebereitstellung werden nur unzureichend berücksichtigt.

2. Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit [1] ist es, in diesem Kontext ein „Modell zur ökologischen und ökonomischen Bilanzierung energetischer Sanierungsvorhaben für Bestandsquartiere“ zu entwickeln. Es basiert auf dem Lebenszyklusgedanken und wird in Form eines Excel-Tools realisiert. Das Modell kann als Entscheidungshilfe im frühen Planungsstadium bei der Quartierssanierung dienen, indem es die Varianten bezüglich ihrer ökonomischen und ökologischen Auswirkungen direkt miteinander vergleichbar macht.

3. Entwicklung der Methodik

Die entwickelte Methodik beruht auf einer zweistufigen Vorgehensweise, bei der zunächst eine ökonomische und ökologische Modellierung auf Gebäudeebene erfolgt. Auf Quartiersebene wird dann in einem zweiten Schritt das gesamte System unter Berücksichtigung der quartiersweiten Optimierungspotentiale modelliert. Um die Sanierungsszenarien direkt vergleichen zu können, sind nur die energetisch relevanten Sanierungsmaßnahmen und von diesen nur die in den Szenarien unterschiedlichen Elemente notwendig. Diese werden gemäß der in Bild 1 dargestellten Vorgehensweise modelliert.

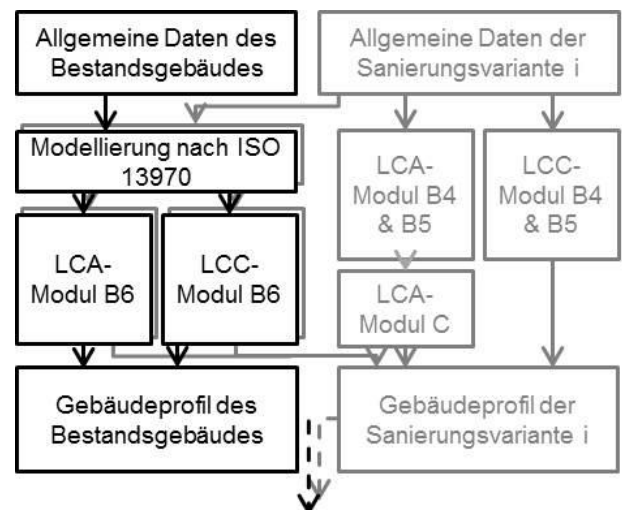


Bild 1: Struktur der Modellierung auf Gebäudeebene.

Um einen möglichst geringen Nutzeraufwand zu ermöglichen, werden die Bestandsgebäude und Sanierungsmaßnahmen anhand einer Gebäudetypologie entwickelt [2]. Mit diesen Daten wird zunächst der Gebäudeenergiebedarf aller Szenarien nach ISO 13970 ermittelt. Dieser wird im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse ökonomisch (LCC) und ökologisch (LCA) analysiert. Dabei folgt die Modellierung den Empfehlungen des EeBGuide sowie der Normenreihe EN 15643. [3]

Auf Gebäudeebene werden die Szenarien „konventionelle Sanierung“ (EnEV 100-Niveau), „zukunftsorientierte Sanierung“ (Niedrigenergiehaus-Niveau) und „teilweise Sanierung“ (flexibel) dem Referenzszenario „Minimale Sanierung“ (reine Bestandserhaltung) entgegengestellt. Die Analyse kann für verschiedene Anlagenkonfigurationen und mit unterschiedlichen ökonomischen Randbedingungen wie Förderung oder Energiepreissteigerungsraten durchgeführt werden. Somit ist es möglich, für jedes Gebäude die beste Sanierungsvariante auszuwählen.

Die Darstellung erfolgt durch normierte Diagramme, in denen die Szenarien direkt vergleichbar gemacht werden. Dabei wird für die ökologische Bewertung ein Single-Point-Indikator erstellt und die ökonomische Effizienz über die jährlichen Kapitalwertkosten dargestellt.

Aus allen Gebäudemodellen wird im zweiten Schritt das Quartiersmodell erstellt. Dabei gelten dieselben Kriterien und Methoden wie auf Gebäudeebene. Das so modellierte Quartier kann durch Hinzufügen von gebäudeübergreifenden Maßnahmen wie der Erweiterung durch ein Nahwärmenetz mit BHKW oder der Integration von erneuerbar erzeugtem Strom erweitert werden. Zusätzlich wird in der Arbeit die automatische Dimensionierung des nach ausgewählten Optimierungszielen effizientesten BHKW ermöglicht. Die Darstellung erfolgt durch ein Eco-Portfolio, in dem die Szenarien direkt in Bezug auf ihre ökonomische und ökologische Qualität miteinander verglichen werden können. So kann ein Sanierungskonzept für das gesamte Quartier erstellt werden, das das bestmögliche Sanierungsszenario aus Sicht des Anwenders im Sinne einer Lebenszyklusbetrachtung darstellt.

Die Darstellung erfolgt auf Quartiersebene durch ein „Eco-Portfolio“ [3]. Dabei handelt es sich, wie in Bild 2 dargestellt, um ein Diagramm, in dem über einen Referenzwert normiert verschiedene Szenarien direkt gegenübergestellt werden können. Jeder Wert, der in der oberen Hälfte liegt, ist ökologisch unsinnig, und jeder in der rechten Hälfte ökonomisch unrentabel. Empfehlenswert sind daher die Maßnahmen im unteren, linken Quadranten.

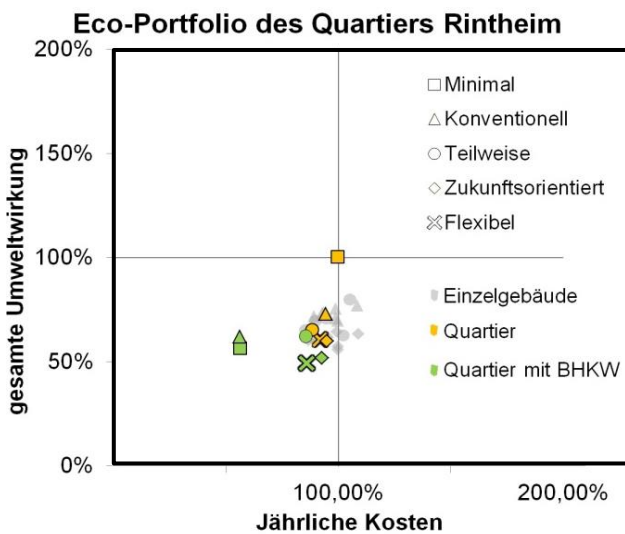


Bild 2: Darstellung der ökonomischen Rentabilität eines Beispielgebäudes.

4. Ergebnisse – Analyse des Modells

Zur Validierung wurde das Modell sowohl auf Gebäudeebene als auch auf Quartiersebene einer quantitativen Analyse unterzogen, die in den gewählten Fällen eine hohe Übereinstimmung ergab. Beispielsweise zeigt die Untersuchung im Vergleich mit dem Quartier Rintheimer Ried in Karlsruhe, dass die im Rahmen des Modells durchgeführte Modellierung die durchgeführten Maßnahmen bestätigt und durchaus zu plausiblen Ergebnissen kommt. Die Ergebnisse der Modellierung sind in Bild 2 dargestellt. Die unterschiedlichen Symbole stehen dabei für die verwendeten Szenarien, die unterschiedlichen Farben zeigen die Einzelgebäude (grau), das Quartier ohne quartiersweite Maßnahmen (orange) und das Quartier mit Nahwärme und Blockheizkraftwerk BHKW (grün).

5. Zusammenfassung und Ausblick

Das entwickelte Modell, dessen Vorgehensweise und die damit erzielten Ergebnisse wurden im Rahmen der Arbeit [1] analysiert und bilden eine stabile Grundlage zur Weiterentwicklung und Vervollständigung des Tools. Dieses kann als Entscheidungshilfe bei der Sanierungsplanung von Quartieren eingesetzt werden und es erweitert dabei den Entscheidungshorizont im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung. Das Tool ermöglicht es, für die ökologische Betrachtung nicht nur den CO₂-Ausstoß der Nutzungsphase zu betrachten, sondern stattdessen die Sanierungsentscheidung aufgrund einer ganzheitlichen ökologischen Analyse zu treffen. Auch für die ökonomische Rentabilität bietet das Modell einen neuen Ansatz: anstatt die jeweiligen Gesamtkosten zu betrachten, werden die „Sowieso-Kosten“ und die nichtenergetischen Aufwertungen ausgeblendet und der Fokus auf die Lebenszyklusbetrachtung der energetischen Modernisierung selbst gelegt. Dies stellt einen neuen Ansatz dar, der als Wegbereiter für mögliche weitere Projekte dienen kann.

Literatur

- [1] Horn, R.: Erstellung eines Modells zur ökologischen und ökonomischen Bilanzierung energetischer Sanierungsvorhaben für Bestandsquartiere. Masterarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2014).
- [2] Loga, T., Diefenbach, N. und Born, R.: Deutsche Gebäudetypologie: Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Wohnen und Umwelt, Darmstadt (2011).
- [3] Krieg, H., Albrecht, S., Gantner, J. und Fawcett, W.: Integrated environmental and economic assessment in the construction sector. In SIM Lisbon: Green Design, Materials and Manufacturing Processes (2013).



Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de