

EIN OBJEKT- UND INFORMATIONSMODELL DER TECHNISCHEN GEBÄUDE- AUSSTATTUNG ZUR ÖKOBILANZIERUNG VON GEBÄUDEN

Ziad Wassouf, Christoph van Treeck, und Ernst Rank

Lehrstuhl für Bauinformatik, Technische Universität München
Arcisstr. 21, 80290 München, Germany
<http://www.inf.bv.tum.de>
{wassouf, treeck, rank}@bv.tum.de

KURZFASSUNG

Eine im ökologischen Sinn nachhaltige Bauweise gründet sich neben der Verringerung des primärenergetischen Verbrauchs eines Gebäudes während seiner Nutzungsphase auf der Reduktion emittierter Schadstoffe während der Erstellung, der Instandhaltung und des Abrisses. Ziel des vorgestellten Projektes ist es, in frühen Planungsphasen die ökologischen Kosten eines Bauwerks, insbesondere der Anlagentechnik, mit Hilfe praxisorientierter Verfahren abschätzen zu können. Die in diesem Projekt verfolgte Herangehensweise beruht auf einem Produktmodell basierten Ansatz, um eine reibungslose Integration der Analyse in den Planungsablauf zu erreichen. Die bestehende Modellierungs- und Simulationsumgebung wurde um ein Objekt- und Informationsmodell der TGA erweitert, das es dem Nutzer erlaubt, spezifische Kennwerte direkt abzulesen und die Anlagentechnik daraufhin zu optimieren.

ABSTRACT

The holistic evaluation of the ecological impact of a building on the environment is based on the consideration of pollutants emitted during the construction, maintenance, refurbishment and demolition phases of the building and accordingly goes beyond the purely energetic view. In order to draw up a viable estimate of the ecological costs in early stages of the design process, it is necessary to develop computer-aided methods that can be easily integrated into the planning process. We describe a product model-based approach that takes the individual emissions of building components into account. The relevant data are accessed from a central type catalogue provided by an internet database server for monitoring pollution in terms of mass. To calculate the environmental contamination arising during the utilization phase, a special building information model has been developed in combination with the HVAC system, which allows the user to read off dynamic specific values directly and to optimize the layout of the installation based on the received information.

EINFÜHRUNG

Innerhalb der letzten Jahrzehnte sind große gesellschaftliche Anstrengungen unternommen worden,

den Primärenergiebedarf von Gebäuden zu senken. Grund hierfür war der erhebliche Anteil des Bausektors am Gesamtprimärenergiebedarf, der laut einer Studie der EU auf 40-50% geschätzt wird (European Commission, 1999). Dabei wird ein signifikanter Anteil für die Heizung und Kühlung von Gebäuden aufgewendet. Neben dem rein primärenergetischen Aspekt über die Nutzungsphase eines Gebäudes tritt in jüngerer Vergangenheit eine gesamtheitliche Betrachtungsweise in den Blickpunkt. Dabei finden neben dem Kennwert der aufzuwendenden Primärenergie ebenfalls die stofflichen Emissionen zur Erstellung und des Abrisses sowie die Emissionen während der Nutzungsphase Berücksichtigung. Diese so genannte Stoffbilanz kann im weiteren Verlauf der ökologischen Bewertung unter verschiedenen Aspekten gewichtet werden. Man spricht in diesem Fall von einer Ökobilanzierung. Diese ist derzeit mit Hilfe der am LS Bauinformatik der TU München entwickelten Software nach vier Bewertungsmethoden möglich (Neuberg, 2004), (Ekklein, 2004):

- Kumulierter Energieaufwand (KEA)
- CML – Methode
- Methode der ökologischen Knappheit (UBP – Methode)
- Eco-Indikator 95 Methode

Ein großer Anteil der Schadstoffemissionen eines Gebäudes geht von dem erforderlichen Heiz- und Trinkwasserwärmebedarf während seiner Nutzungsphase aus. Die in einem Bauwerk installierte Anlagentechnik zur lokalen Wärmegewinnung stellt sich als bestimmender Faktor in der Gesamtenergie- und Stoffbilanz dar. Der Grad ihrer Nutzungseffizienz und die Art der verwendeten Energieträger beeinflussen einerseits maßgeblich das Verhältnis von Energieverbrauch zu Energienutzung, ebenso aber auch den Anteil Umwelt belastender Stoffe, die bei der Energieumwandlung in Wärme freigesetzt werden. Zur detaillierten Erfassung der ökologischen Effizienz der Technischen Gebäudeausstattung (TGA) eines Gebäudes wurde die bereits bestehende Modellierungs- und Simulationsumgebung um ein Objekt- und Informationsmodell der TGA erweitert. Das implementierte statische Berechnungsverfahren ba-

siert auf der DIN 4701-10 (DIN V 4701 Teil 10, 2003) und besteht aus einem System gekoppelter algebraischer Gleichungen, deren Auswertung in direkter Abhängigkeit zu den im Modell vorhandenen Komponenten steht.

Die Erweiterung erlaubt eine detaillierte Berechnung der während der Nutzung eines Gebäudes auftretenden Schadstoffemissionen und deren Auswirkungen auf verschiedene ökologische Wirkpotentiale. Das Informationsmodell erlaubt es zudem, dynamische Kenngrößen der Anlagentechnik direkt abzulesen und die Installation daraufhin zu optimieren.

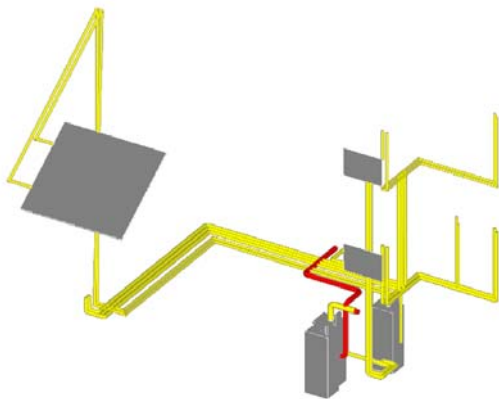


Abbildung 1: Produktmodell einer TGA

SIMULATION DES RESSOURCEN- VERBRAUCHS MIT FOKUSSIERUNG AUF DIE TGA

Für eine automatisierte Abschätzung des Ressourcenbedarfs von Bauwerken müssen die Geometrie, die dazu in Relation stehenden Nutzungsarten, die Komponenten der Anlagentechnik sowie deren Lage, die verwendeten Baustoffe und die zu erwartenden Instandhaltungsmaßnahmen erfasst werden. Als Grundlage der Aufnahme dieser Daten können so genannte Produktmodelle (auch Gebäudeinformationsmodelle genannt) verwendet werden, die im Folgenden die Basis einer computerorientierten Erfassung und Auswertung darstellen. Ein integrales und in der Praxis durchsetzbares Konzept zur Ökobilanzierung beinhaltet entsprechend ebenfalls ein Partialmodell der Gebäudeanlagentechnik (Beispiel s. Abb. 1).

Ein Großteil der existierenden Produktmodelldefinitionen (ebenso wie das hier erweiterte) besteht aus einem Objektmodell einzelner Gebäudekomponenten. Ein Ansatz, der sich in der softwaretechnischen Umsetzung fortsetzt, da er sich deutlich von einer prozeduralen Vorgehensweise unterscheidet.

Es wurden zur Umsetzung der ökologischen Analyse der TGA innerhalb des Projektes folgende Schritte vorgenommen:

- Definition und Implementierung eines geeigneten Objektmodells zur Identifikation innerhalb der CAD Modellierungsumgebung. Als Basis dienen die Systeme Architectural Desktop von Autodesk und RoCAD von Mensch und Maschine.
- Definition und Implementierung von Objektrelationen im CAD System aufgrund der starken Vernetzung innerhalb des verwendeten Berechnungsverfahrens.
- Dynamische, eventgesteuerte Ausgabe von Kennwerten einzelner Anlagenkomponenten (siehe Abb. 2) zur verbesserten Benutzerinteraktion und Optimierung.

Das Softwarekonzept ist in Abb. 3 dargestellt. Emissionskennwerte werden von einem Ökoinventar-Server (Neuberg, 2004) über das Internet in das Produktmodell übertragen. Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgt im nächsten Schritt mit Hilfe eines EnEV-Moduls, wobei das vom Nutzer definierte geometrische Modell der Gebäudehülle Eingang in die Berechnung findet. Der berechnete Kennwert wird an das TGA-Modul übergeben, das auf die im Gebäudemodell vorhandene Anlageninstallation zugreift und die maßgebenden Kennwerte dynamisch ermittelt. Im weiteren Verlauf wird über das dritte Programmmodul – das LCA-Modul – die Bilanzierung inklusive Bauvorleistungen vorgenommen und eine Ökobilanz erstellt.

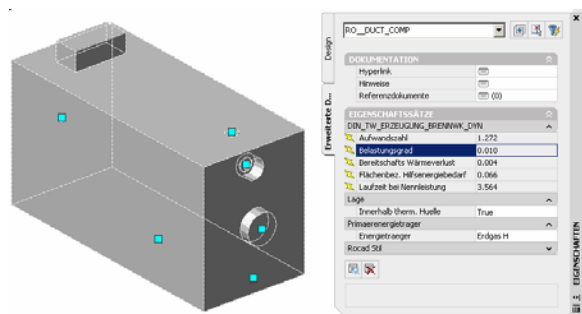


Abbildung 2: Kessel und dessen dynamische Eigenschaften

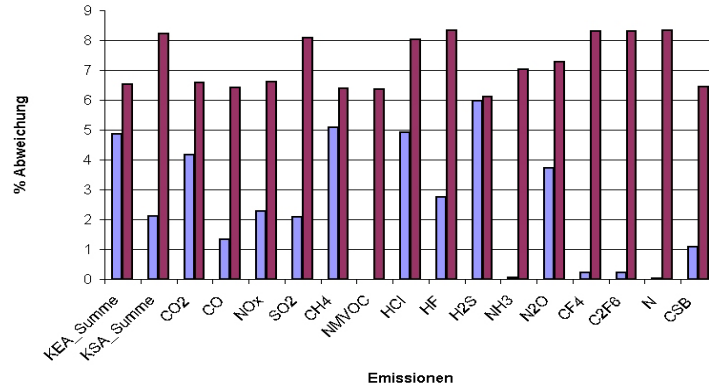


Abb. 4: Prozentuale Differenz der Emissionen, blaue/helle Balken: Gesamtgebäude, rot/dunkel: Anlagentechnik

BEISPIEL UND DISKUSSION

Als Beispiel zur Evaluierung zweier unterschiedlicher Anlagenkonfigurationen wählen wir folgende Installationen (keine kompletten Angaben). Die Anlagentechnik besteht im ungünstigen Fall aus einem Gas-Brennwertkessel mit einem Wirkungsgrad von 0,96 bei 30% Teillast, einer Nennwärmeleistung von 20 kW sowie einem Bereitschaftswärmeverlust von 0,013 kWh/d. Die Auslegungstemperatur des Heizkreises ist 55/45 °C. Zur Speicherung des Trinkwarmwassers wird ein indirekt beheizter Speicher mit einem Speichervolumen von 280 l eingebaut. Eine Zirkulationsleitung ist vorhanden. Die Lage der Leitungen sowie der Speicher befinden sich außerhalb der thermischen Hülle. Zur Übergabe der Wärme an den Raum sind Radiatoren mit einer Regelungstoleranz von 2K vorgesehen.

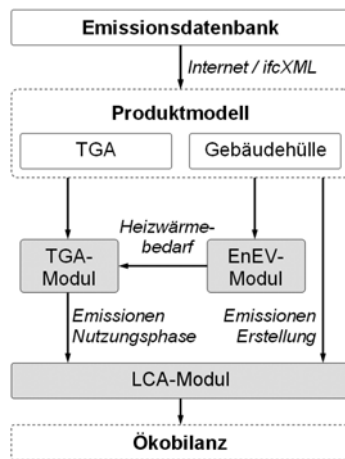


Abbildung 3: Softwarekonzept

Als verbesserte Variante derselben Anlageninstallation wird die folgende Konfiguration vorgeschlagen: Der Wirkungsgrad des Niedertemperaturkessels wird auf 0,99 um 3% hoch gesetzt, seine weiteren Eigenschaften bleiben bestehen. Ebenso die Auslegungstemperatur des Heizkreises. Zur Trinkwassererwärmung wird zusätzlich eine Solarthermieanlage mit einer Kollektorfläche von 6,70 m² installiert. Der Trinkwasserspeicher wird um einen Solar-

teil von 280 l erweitert. Er wird innerhalb der thermischen Hülle aufgestellt. Auf eine Zirkulationsleitung wird verzichtet. Die Verteilung erfolgt bei dieser Variante innerhalb der thermischen Hülle. In Abbildung 4 sind die prozentualen Veränderungen der Emissionen beider bezogen auf die Werte der ungünstigen Variante (=100%) zu sehen. Die roten (dunklen) Balken stellen die Veränderung der Anlagentechnik dar. Die blauen (hellen) Balken repräsentieren die Veränderungen bzgl. des Gesamtgebäudes. Es lässt sich durch die vorgenommenen Veränderungen eine Verbesserung der Emissionen von durchschnittlich ca. 7% (Anlagentechnik) und für das Gesamtgebäude von ca. 4% erkennen. Ausgenommen davon sind im letzteren Fall die Emissionen NMVOC, NH₃, CF₄, C₂F₆ und N.

DANKSAGUNG

Die Autoren danken dem *Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz* für die finanzielle Unterstützung der Forschungsarbeiten. Die vorliegenden Ergebnisse wurden im Rahmen eines Verbundprojektes des Bayerischen Forschungsverbundes für Abfallforschung und Reststoffverwertung (BayFORREST) erarbeitet.

LITERATUR

- C. Ekkerlein: Ökologische Bilanzierung von Gebäuden in frühen Planungsphasen auf Basis der Produktmodellierung. Dissertation, Technische Universität München, April 2004
- Neuberg, F.: "Ein Softwarekonzept zur Internetbasierten Simulation des Ressourcenbedarfs von Bauwerken". Dissertation, Technische Universität München, Februar 2004
- DIN V 4701 Teil 10, Ausgabe: 2003-08, Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen: Teil 10 Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
- European Commission, 1999: „Energy in Europe–European Union energy outlook to 2020”. Shared analysis project, special issue.