

Orientierungswerte für die ökologische Bewertung von Hochbauten – erste Stufe: Bürogebäude

Holger König¹, Lisa De Cristofaro²

¹LEGEP-Software GmbH, Karlsfeld b. München, Germany

²University Federico II, Napoli, Italy

KURZFASSUNG

Die Anwendung der Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung stößt im Bauwesen auf beträchtliche Probleme. Vor allem besteht ein Mangel bezüglich der Kennwerte für die Umwelteinträge durch Gebäude. Die Festlegung von Orientierungswerten für die ökologische Bewertung von Hochbauten ist notwendig, um z.B.

- einen Maßstab für die Zertifizierung nachhaltiger Gebäude im Bereich Umwelt zu erhalten,
- die Realisierung von Ressourcenschonung, Energieeffizienz und zur Umweltentlastung weiter zu unterstützen.

Ziel des Projektes ist die Bereitstellung von Orientierungs-, Grenz- und Zielwerte, die eine ökologische Bewertung von Gebäuden mit einem Software-Tool (wie z.B. LEGEP) als Bestandteil einer Nachhaltigkeitszertifizierung ermöglichen. Für die Entwicklung eines nationalen Bewertungs- und Zertifizierungssystems zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Gebäuden sollen für den Ökologieteil Benchmarks für den Energie- und Stoffstrom sowie für die Wirkungen auf die Umwelt (Ökobilanz) ermittelt werden.

ABSTRACT

For the development of a national evaluation- and certificationsystem for the review of the sustainability of buildings, benchmarking of environmental in- and outputs caused by the construction and the use of the building is a necessity. Based on a catalogue of criteria a representative for the use type „offices“ was modeled. With LEGEP - a tool for integrated life-cycle analysis resulting from basic research in Germany, all information is structured along life cycle phases (construction, maintenance, operation, cleaning, refurbishment and demolition) - the environmental impact (effect oriented evaluation based on ISO 14040 – 43) and resource consumption (detailed material input and waste) has been calculated. Including the calculated values of other buildings values for guidance for the environmental impact indicators were provided.

HAUPTTEIL

„In der Diskussion der Modellierung von Gebäuden hat sich seit längerem herausgestellt, dass „das Gebäude, wie es gebaut ist“ der einzig sichere Referenzzustand sein kann. Die anderen Zustände sind entweder Vorstufen, wie der Planungsprozess, die über Fehldatenmodellierung abgeleitet werden können, oder Nachfolgestufen, wie die Energiebedarfsberechnung oder die Instandsetzungsplanung, die über Prozesssimulationen vorweggenommen werden können“ (Kohler, 2006).

Für die Modellierung eines Typvertreterers wurde deshalb sowohl auf eine Datenbank bereits realisierter Gebäude zurückgegriffen, als auch ein Berechnungsverfahren angewendet werden, dass alle Phasen des Lebenszyklus abdeckt.

Voraussetzung dafür ist

- die vollständige Beschreibung der materiellen Substanz des Gebäudes bei der Herstellung
- die Berechnung des Energie- und Medienbedarfs
- die Erneuerungsmaßnahmen der physischen Substanz über beliebige Zeiträume
- der Aufwand für Rückbau und Entsorgung.

Der erfasste Stoff- und Energiegesamtaufwand wird mit entsprechenden Ökobilanzmodulen verknüpft, die den Umwelteintrag pro Einheit (z.B. kg) mit einem Satz von Indikatoren abbilden.

AUSWAHL TYPVERTRETER

Für die Auswahl eines Typvertreterers „Bürogebäude“ werden zwölf Auswahlkriterien festgelegt. Diese Kriterien umfassen quantitative Angaben wie BRI, BGF, Geschoßzahl und qualitative Kriterien wie Bauweise und Dachform. Mittels Bestandsgebäudekataloge (Mittag, 2003) wird die typische Lösungshäufigkeit untersucht und Wertekorridore festgelegt. Auf dieser Basis werden die bereits erfassten Gebäude im Nutzungssegment „Verwaltung“ aufgelistet, die mit der Software LEGEP erfasst wurden. Der Erfüllungsgrad der Kriterien wird in einer Gesamtpunktzahl dargestellt. Das ausgewählte Gebäude wird in bestimmten

Aspekten einer durchschnittlichen Nutzung angepasst. Dies betrifft folgende Parameter:

- Kellergeschoß
- Fassadenausführung
- U-Werte der Hüllflächenbauteile
- Technische Ausstattung.

Durch diese Veränderung wird das real existierende Gebäude den ermittelten Durchschnittskennzeichen angepasst und als Typvertreter bezeichnet.

*Tabelle 1
Auswahlkriterien Typvertreter*

Kriterium	Gewählter Typvertreter
Nutzung	Landratsamt
Baujahr	2007
Bruttorauminhalt	24.341 m ³
Geschossfläche	6.833 m ²
Geschosszahl über Niveau	4 OG, kein DG
Geschosszahl unter Niveau	1 UG
Geschosshöhe	3,96 m
Geschossfläche (pro Geschoss)	1471 m ²
Flächenverhältnisse BGF-KF-NGF-VF+FF-NF (in %)	100-10,25-88,75-18,3-71,45
Bauform Dach	Flachdach
Baukonstruktion	Stahlbetonskelett, gemauerte Fassade, WDVS
Technische Anlagen	10 % der Fläche klimatisiert

SIMULATION

Mit der Software und Datenbank LEGEP werden folgende Berechnungen durchgeführt:

- die Baukostenberechnung (DIN 276 Herstellungskosten)
- die Lebenszykluskostenberechnung (Herstellungs- und Nutzungskosten nach DIN 276, DIN 18960 und Final Report EU-TG4 LCC in Construction) differenziert nach Phasen (Reinigung, Wartung, Instandsetzung, Rückbau)
- den direkten Energiebedarf (Heizung, Warmwasser, Elektrizität) und die Betriebskosten (EnEV 2007, DIN V-18599)
- die Umweltbilanzierung (Stoffflüsse und effektorientierte Bewertung basierend auf ISO 14040-43).

Da dem Energiebedarf über eine Nutzungsperiode des Gebäudes über 80 Jahre eine entscheidende Bedeutung zukommt ist dem Berechnungsverfahren besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Seit 2007 ist im Nichtwohnungsbau das Verfahren nach DIN V 18599 anzuwenden. Dabei wird ein Referenzgebäudeverfahren angewendet, wobei die Ermittlung des SOLL-Wertes bei festgelegten

Referenzeigenschaften des Gebäudes erfolgt. Dies bedeutet die Abkehr von fixen Grenzwerten, da mit jedem Gebäude andere Rahmenbedingungen geschaffen werden. Zusätzlich wird die Kühlung eines Gebäudes berücksichtigt. Weiterhin wird je nach Nutzungstyp ein Nutzungsprofil für den Energiebedarf für den Strombedarf notwendiger die Geräte (Hilfsenergie Heizung, Transportmittel, EDV-Anlagen usw.) angenommen. Die Beleuchtung des Gebäudes wird entsprechend eines angenommenen Lampentyps berücksichtigt. Dadurch wird ein wesentlicher höherer Bedarf an elektrischem Strom berücksichtigt, als dies bisher bei EnEV-Berechnungen möglich war. Dies führt durch die Beaufschlagung des Stroms um den Faktor 2,7 zu einem ungewohnt hohen Primärenergiebedarf. Die funktionelle Einheit ist nicht mehr der m³ beheizter Raum, sondern der m² beheizte Nettogrundfläche (NGF).

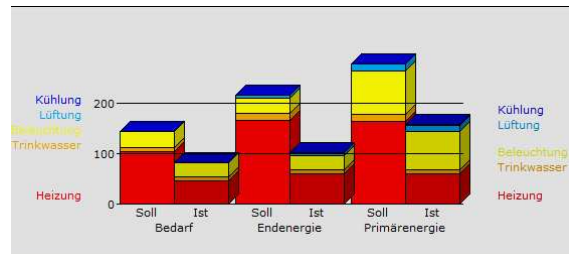


Abbildung 1 Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf Soll/Ist kWh/m²NGFa

Es ergibt sich ein Primärenergiebedarf von 160 kWh/m²NGFa. Der Referenzgrenzwert wird um 43% unterschritten.

Bei der Erfassung der Umwelteintrag wird unterschieden zwischen folgenden Phasen:

- die Herstellung des Gebäudes
- die Herstellung und Instandsetzung innerhalb der Nutzungsdauer von 80 Jahren
- die Herstellung, die Instandsetzung und die Ver- und Entsorgung innerhalb der Nutzungsdauer von 80 Jahren.

Seitens des BMVBS wurde ein „runder Tisch Nachhaltigkeit“ gegründet, der eine nationale Liste relevanter Indikatoren entwickeln sollte. Als vorläufiges Arbeitsergebnis liegt seit 2005 eine Indikatorenliste vor. Als Indikatoren werden vorerst vier Indikatoren mit hoher Akzeptanz dargestellt:

- Klimagase
- Versauerung
- Primärenergieaufwand erneuerbar
- Primärenergieaufwand nicht erneuerbar.

Zusätzlich wird als Kontrollwert abgebildet

- die Stoffmasse.

Zur Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden werden die Ergebnisse auf 1m² Bruttogrundfläche (BGF) bezogen.

ERGEBNISANALYSE

Bezüglich des Herstellungsaufwands liegt der Typvertreter im unteren Mittelfeld der dokumentierten Gebäude, zeigt aber keine indikatorenbezogenen Auffälligkeiten. Alle Gebäude zeigen dasselbe Verhalten bezüglich der Umweltbelastungen, die durch die Alterung der Bauteile und deren Austausch verursacht werden. Die prozentuale Zunahme durch den Nutzungszeitraum macht bei der Stoffmasse 4 – 28 % aus. Die Umweltbelastung steigt dagegen überproportional (30 – 80% je nach Indikator) an. Der Typvertreter weist bei den Indikatoren Klimagas und Versauerung erhöhte Werte auf.

*Tabelle 2
Umwelteinträge Typvertreter nach Phasen*

LZ-Phase Indikator	Herstellung	Herstellung, Instandsetzung (80 Jahre)	Herstellung, Instandsetzung (/Jahr)	Herstellung, Instand., Ver- und Entsorgung (/Jahr)
Stoffmasse Kg/m ² BGF	1242	1417	17,7	17,7
Klimagas kgCO ₂ äquiv./ m ² BGF	232	375	4,7	31,9
Versauerung kgSO ₂ äquiv./ m ² BGF	1,13	2,00	0,025	0,112
PEI erneuerbar MJ/m ² BGF	481	878	11,0	37,2
PEI nicht erneuerbar MJ/m ² BGF	3861	7099	88,7	613,9

Die Zunahme der Umweltbelastung durch die lange Betriebsphase von 80 Jahren entspricht den bekannten Werten in der Größenordnung 4 – 6-fach. Der Anteil der Ver- und Entsorgungsphase an dem Gesamtergebnis der Umweltbelastung durch das Gebäude in der Größenordnung von 70 – 85 % entspricht ebenfalls bekannten Werten aus dem Wohnungsbereich.

AUSBLICK

Durch ein lebenszyklusorientiertes Simulationsinstrument und durch transparente Annahmen der Berechnungen (zeitliche, rechnerische und

physische) können Orientierungswerte für die ökologische Bewertung von Gebäuden erzeugt werden. Sollen die Kennwerte nicht für interne Verbrauch bestimmt sein sondern die Daten auch für externe Zertifizierungssysteme oder Vergleiche, Einsatz finden, müssen weitere Anforderungen erfüllt sein. Prinzipiell gilt, dass die folgende Rahmenbedingungen und Systemgrenzen bei der Aufstellung von Orientierungswerte zu berücksichtigen sind:

Vollständige Erfassung: Da die ermittelten Werte bezüglich der Umweltbelastung durch die Gebäudeerstellung und –nutzung nur geringe Unterschiede bei ähnlicher Nutzung aufzeigen und relativ träge auf Änderungen in der Bauausführung reagieren, kommt einer vollständigen Erfassung aller Bauteile eine hohe Bedeutung zu.

Lebensdauer des Gebäudes: Die Orientierungswerte beziehen sich auf eine Gesamtlebensdauer des Gebäudes von 80 Jahren. Die Dominanz der Betriebsphase könnte zu einer Vernachlässigung der Materialauswahl bei der Gebäudegestaltung führen. Unter dem Aspekt des Ressourcenschutzes muss dies vermieden werden. Eine Verkürzung des Nutzungszeitraumes (z.B. 50 Jahren) würde diesen Ansatz unterstützen.

Energiebedarfsberechnung: Es muss sichergestellt werden, dass zur Berechnung der Ver- und Entsorgung des Gebäudes die Rechenregeln für Nichtwohngebäude nach DIN V 18599 zum Einsatz kommen.

Instandsetzung: Die Bedeutung der Instandsetzungsphase für die Umweltbelastung wurde nachgewiesen. Die Zyklen sind bauteilbezogen in Form von Orientierungswerten allgemein gültig vorzugeben.

Klassenvergleich: Da die Funktion des Gebäudes einen hohen Einfluss auf die Baugestaltung und Bauausführung aller Einzelkomponenten hat, sind Orientierungswerte klassenspezifisch aufzubauen.

Zur Ermittlung eines Grenzwerts (Worst-Case-Szenario) könnte die Referenzgebäudemethode der DIN V 18599 herangezogen werden.

LITERATUR

- Kohler N. 2006. Bewertungsmethoden für die Nachhaltigkeit von Gebäuden; Schrift zur Vorlesung, Universität Federico II, Neapel
- Mittag M. 2003. Kostenschätzung leicht gemacht, Kissing