



Fraunhofer
IBP

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

GANZHEITLICHE BILANZIERUNG



**»DIE WISSENSCHAFT FÄNGT EIGENTLICH
ERST DA AN, INTERESSANT ZU WERDEN,
WO SIE AUFHÖRT.«**

JUSTUS VON LIEBIG (1803 – 1873), DEUTSCHER CHEMIKER



GANZHEITLICHE BILANZIERUNG

Die Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung wurde 1989 am Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP) an der Universität Stuttgart gegründet. Seit 2006 ist sie am Lehrstuhl für Bauphysik (LBP) der Universität Stuttgart und in der Folge seit 2008 am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP angesiedelt.

Arbeitsschwerpunkt der Abteilung ist die ganzheitliche Bilanzierung und Analyse von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen unter ökologischen, ökonomischen, sozialen und technischen Gesichtspunkten zur Entscheidungsunterstützung über den gesamten Lebensweg.

FORSCHUNGSINHALTE

- Ganzheitliche Bilanzierung – Life Cycle Engineering (LCE)
- Ökobilanzierung – Life Cycle Assessment (LCA)
- Lebenszykluskosten – Life Cycle Costing (LCC)
- Soziale Aspekte – Life Cycle Working Environment (LCWE)
- Nachhaltigkeitsbewertung
- Umweltgerechte Produktentwicklung – Design for Environment (DfE)
- Umweltproduktdeklarationen – Environmental Product Declarations (EPD)
- Material- und Stoffstromanalysen – Material Flow Analysis (MFA)

Der Forschungsschwerpunkt der Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung liegt in den Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung. Zusammen mit Partnern aus Politik, Industrie und Forschungseinrichtungen werden in konkreten, stark international ausgerichteten Projekten lebenswegbezogene Fragestellungen mit übergeordneten Fragen in den Bereichen technische Machbarkeit, Kapazitäten, Infrastruktur und Stoffstrommanagement verbunden. Um die tägliche Arbeit der Nachhaltigkeitsbewertung zu erleichtern, wird zusammen mit dem Kooperationspartner PE INTERNATIONAL das praxisorientierte Software- und Datenbanksystem GaBi entwickelt. Hiermit lassen sich unter vertretbarem Aufwand komplexe Systemmodelle abbilden und nach verschiedenen Kriterien, z. B. den Umweltwirkungen oder den Lebenszykluskosten eines Produktsystems, auswerten.

Die Methode Ganzheitliche Bilanzierung wurde und wird in der Abteilung in einer Vielzahl von Projekten angewendet. Kunden sind Industrieunternehmen sowie öffentliche Auftraggeber.

Das vorhandene Know-how wird in Vorlesungen an Studenten technischer Disziplinen weitergegeben. Der ingenieurwissenschaftliche Hintergrund, umfangreiche Projekterfahrung sowie die erfolgreiche Kombination aus Forschung und praktischer Industrieanwendung führen zu qualitativ hochwertigen, verlässlichen und kundenorientierten Lösungen. Die entwickelten Tools und Datenbanken werden weltweit in allen Industriebranchen sowie in der Forschung und Beratung zur Nachhaltigkeitsbewertung eingesetzt.



GANZHEITLICHE BILANZIERUNG (LCE)

Die Ganzheitliche Bilanzierung (engl. Life Cycle Engineering – LCE) analysiert den potenziellen ökologischen, ökonomischen, technischen und sozialen Einfluss von Produkten, Verfahren und Dienstleistungen über den Lebensweg. Diese mehrdimensionale Betrachtungsweise stellt sicher, dass alle wesentlichen Faktoren innerhalb einer nachhaltigen Entscheidungsfindung beurteilt werden. Die Methodik Ganzheitliche Bilanzierung stellt die Ergebnisse übersichtlich dar und garantiert so maximale Transparenz und damit auch eine gute Basis für Entscheidungsträger.

Um den ökologischen, ökonomischen, technischen und sozialen Einfluss eines Produkts oder einer Dienstleistung abzubilden, vereint die ganzheitliche Bilanzierung verschiedene Methoden, welche im Folgenden vorgestellt werden.

ÖKOBILANZ (LCA)

Die Ökobilanz (engl. Life Cycle Assessment – LCA) ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen entlang des gesamten Lebenswegs (»von der Wiege bis zur Bahre«). Dazu gehören sämtliche Umweltwirkungen, die während der Produktion, der Nutzungsphase und der Entsorgung sowie den damit verbundenen vor- und nachgeschalteten Prozessen (z. B. Herstellung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe) entstehen. Die Methode der Ökobilanz kann als Tool für umweltorientierte Entscheidungen herangezogen werden. An-

gewendet wird sie, um Produkte zu entwickeln und zu verbessern. Außerdem wird die Methode im Rahmen strategischer Planung, bei politischen Entscheidungsprozessen und im Marketing angewendet. Die Ökobilanz ist ein Teilelement der ganzheitlichen Bilanzierung und ist in DIN EN ISO 14040/44 standardisiert.

Das prinzipielle Vorgehen bei der Durchführung einer Ökobilanz kann wie folgt beschrieben werden:

- Entlang des Lebenswegs eines Produkts werden die Stoff- und Energieströme des gesamten Produktsystems, also aller beteiligten Prozesse analysiert.
- Emissionen in Luft, Wasser und Boden sowie der Natur entnommene Ressourcen werden systematisch erfasst und in der sogenannten »Sachbilanz« abgelegt.
- Die potenziellen Umwelteffekte wie Treibhauseffekt, Sommersmog, Versauerung, Überdüngung etc. werden anschließend im Rahmen der »Wirkungsabschätzung« ausgewertet.

Eine Ökobilanz ist in vier Schritte untergliedert (DIN EN ISO 14040/44):

1. Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens (engl. Goal and Scope)

Der erste Schritt der Ökobilanz legt das Ziel und den Untersuchungsrahmen fest. Dazu gehört beispielsweise die Definition der Systemgrenzen, der Funktion des Systems und der Anforderungen an die Datenqualität.

2. Sachbilanz (engl. Life Cycle Inventory – LCI)

Die Sachbilanz beinhaltet die Datensamm-



lung aller benötigten eingehenden (Ressourcen, Materialien) und ausgehenden (Emissionen, Abfälle) Stoff- und Energieströme, welche in einer Bilanz erfasst werden.

3. Wirkungsabschätzung (engl. Life Cycle Impact Assessment – LCIA)

Bei der Wirkungsabschätzung werden die potenziellen Umweltwirkungen, Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und Ressourcenverfügbarkeit mithilfe der Ergebnisse der Sachbilanz über entsprechende Charakterisierungsmodelle softwaregestützt errechnet.

4. Auswertung / Interpretation (engl. Results and Interpretation)

Bei der Auswertung werden die Ergebnisse der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung in Bezug auf das Ziel der Ökobilanzstudie interpretiert.

LEBENSZYKLUSKOSTENRECHNUNG (LCC)

Nachhaltiges Handeln bedingt es, neben ökologischen Kriterien vor allem auch wirtschaftliche Aspekte in Prozess- und Produktentwicklungen, Variantenvergleiche usw. mit einzubeziehen. Die Lebenszykluskostenrechnung (engl. Life Cycle Costing – LCC) eignet sich dabei als Methode zur Entscheidungsunterstützung. Sie bietet die Möglichkeit, wirtschaftliche Aspekte unter den gleichen Systemgrenzen und Randbedingungen wie die umweltliche Lebenszyklusanalyse – die Ökobilanz – zu analysieren. Der Lebenszyklus ist dabei analog zum Betrachtungsrahmen der Ökobilanz definiert.

Mit der Methode des Life Cycle Costing können die gesamten Kosten eines Produkts oder einer Dienstleistung erfasst werden. Dazu werden alle Kosten über die voraussichtliche Lebensdauer strukturiert aufgenommen und ausgewertet. Die Ergebnisse einer LCC-Analyse dienen vor allem

- der Bewertung verschiedener Möglichkeiten: Bei einer LCC-Analyse werden die gesamten Lebenszykluskosten eines Produkts oder einer Dienstleistung ermittelt. Konkurrierende Optionen können so bewertet und verglichen werden;
- der besseren Kenntnis des ökonomischen Lebenszyklus: Die Anwendung der LCC-Methode verhilft dem Management zu einer besseren Kenntnis der Kostentreiber im Prozess, wie beispielweise des Einflusses von Material- und Energiekosten. Zudem kann die Untersuchung der Kostentreiber Bereiche mit Handlungsbedarf des Managements identifizieren;
- der Entscheidungsunterstützung: Bereits in einer frühen Entwicklungsphase eines Produkts können mithilfe der LCC-Methode Gesamtkosten von Investitionen abgeschätzt werden.

SOZIALE ASPEKTE

Nachhaltigkeit ist ein in zunehmendem Maße genutzter Ausdruck, mit dem auch verstärkt Produkte beworben werden. Dies verlangt eine nachhaltige Herangehensweise, die ökologische, ökonomische und soziale Aspekte einbezieht. Oftmals werden bei heutigen Herangehensweisen soziale Aspekte weitgehend vernachlässigt. Bei der Betrachtung sozialer Aspekte liegt die Schwierigkeit



darin, soziale Informationen auf der Ebene von Prozessen bereitzustellen, die entlang der Wertschöpfungskette aggregiert und in Datenbanken verwaltet werden können. Dies sind die Voraussetzungen dafür, soziale Aspekte im Rahmen von Lebenszyklusanalysen integriert zu betrachten. Eine Lösung bietet die in der Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung entwickelte Methode des Life Cycle Working Environment (LCWE). Daten über Arbeitsbedingungen werden auf Prozessebene in die LCA integriert. Die Methode deckt die folgenden Felder ab:

- Menge der geleisteten Arbeit und deren Qualifikationsniveau
- Gesundheits- und Sicherheitsinformationen
- Informationen über die Annahme von ILO-Humanitätskonventionen

Da dieser Ansatz statistische Daten mit Prozessdaten verknüpft, bietet er eine bessere Datenqualität als jene sozialen Betrachtungen, die auf Input- und Output-Matrizen beruhen. Ein Kriterienkatalog stellt sicher, dass die Methode weltweit anwendbar und vergleichbar ist. Zudem garantiert der Katalog eine Harmonisierung mit der LCA-Methodik und üblichen Anwendungen.

ENTSCHEIDUNGS- UNTERSTÜTZUNG FÜR POLITIK UND INDUSTRIE

Der Nutzen ganzheitlicher Bilanzierung und ihrer vorgestellten Methoden liegt

in der industriellen und umweltpolitischen Entscheidungsunterstützung im Themenfeld Nachhaltigkeit vor allem in folgenden Bereichen:

- Verbesserung der ökologischen und ökonomischen Performance
- Vermeidung von Problemverlagerungen in andere Lebenszyklusphasen
- Vergleich und Optimierung verschiedener Designvarianten unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit
- Entwicklungsbegleitende Analyse eines Produktlebenszyklus, um frühzeitig Schwachstellen zu identifizieren und zu vermeiden
- Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz
- Verminderung strategischer Unternehmensrisiken
- Marketinginstrument
- Unterstützung bei der Erfüllung gesetzlicher Auflagen

UMWELTDEKLARATIONEN (EPD) FÜR BAUPRODUKTE

Emissionswerte, Lebenszykluskosten, Energieeffizienz – das sind nur einige der Anforderungen, die an ein nachhaltiges Gebäude gestellt werden. Die im Gebäude eingesetzten Baustoffe und Bauprodukte bestimmen maßgeblich die Auswirkungen auf die Umwelt. Eine relevante Bewertung der Umweltleistung von Bauprodukten kann nur vor dem Hintergrund des Gebäudekonzepts und der Gebäudenutzung erfolgen. Maßgebend sind

- die Planung und Gestaltung des Gebäudes,
- die bau- und anlagentechnische Konzeption,
- die erreichte Ausführungsqualität, die eingesetzten Bauprodukte.

Bauprodukte sind nicht »gut« oder »schlecht«. Ihre Performance sowohl aus technischer, optischer, aber auch ökologischer Sicht ist immer im Gesamtsystem zu sehen. Der geeignete Einsatz im Gebäude ist entscheidend.

Die Umweltdeklaration: Verifizierte und verlässliche Information in handlichem Format

Umweltdeklarationen (engl. Environmental Product Declarations, Typ-III-Deklaration – EPD) nach ISO 14025 bieten die Informationsgrundlage für die Ökobilanz und werden deshalb für die Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden gefordert.

Die Europäische Kommission sieht in den EPDs das geeignete Mittel, die Umweltleistung von Bauprodukten zu kommunizieren und das nachhaltige Bauen voranzubringen. Aus den Arbeiten des CEN Technical Committee TC 350 wurde die Norm DIN EN 15804 über Grundregeln für die Umweltdeklaration von Bauprodukten im Mai 2011 veröffentlicht.

Was steht in einer EPD?

EPDs beinhalten Angaben zum Lebenszyklus eines Bauprodukts, Ökobilanz-

Ihr Ansprechpartner

Matthias Fischer

Abteilungsleiter

Telefon +49 711 970-3155

Fax +49 711 970-3190

matthias.fischer@ibp.fraunhofer.de



kennwerte sowie Prüfergebnisse für eine Detailbewertung, z. B. VOC-Emissionen im Innenraum.

Umweltproduktdeklarationen für Bauprodukte

- haben eine verbindliche, allgemeingültige Basis,
- werden von Experten (z. B. der Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung) und Herstellern erstellt,
- werden von unabhängiger Seite verifiziert,
- bleiben in der Verantwortung des Herstellers,
- sind Grundlage für nachhaltiges Bauen.

Was ist der Nutzen von EPDs?

Eine EPD stellt glaubwürdige und vergleichbare Informationen über die Umweltleistung von Produkten bereit.

- Hersteller von Bauprodukten stellen mit EPDs Informationen über ihre Produkte bereit und setzen sie zu Marketingzwecken ein. Zudem gestalten sie mit EPDs ihre Unternehmensführung vorausschauend und können sie intern als Steuerungsinstrument nutzen.
- Architekten und Planer setzen EPDs als Grundlage ein, um die Ökobilanz von Gebäuden zu berechnen. Dieses ist Voraussetzung für die Nachhaltigkeitszertifizierung von Bauwerken. Umweltaspekte stehen neben Kriterien wie technische Leistungsfähigkeit, Kosten, Akzeptanz und Ästhetik.
- Viele Ausschreibungen fordern EPDs. Sie steuern und prüfen damit

umweltbezogene Vorgaben für die Gebäudeplanung.

- Immobiliengesellschaften und Bauherren bewerten ihre Investitionen und Objekte höher. Objekte lassen sich zunehmend besser vermarkten, wenn sie als nachhaltige Gebäude konzipiert und zertifiziert sind.
- Handel und Endverbraucher finden in EPDs geprüfte umweltrelevante Produktinformationen.

Mit EPDs Informationen teilen

Beispiele für EPDs finden Sie unter: www.bau-umwelt.de. Das deutsche Deklarationssystem für EPDs von Bauprodukten wird vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU, ehemals AUB) organisiert. Das IBU ist eine Initiative von Baustoffherstellern, die für nachhaltiges Bauen eintreten.

PROJEKTBEISPIELE

- Biodiversitäts-Wirkungsabschätzung von Produktsystemen [BfN/BMU]
- CILECCTA – a user-oriented, knowledge-based suite of construction industry Life Cycle Cost Analysis software for pan-European determination and costing of sustainable project options [EU FP7]
- Comparative LCA study of fossil and biofuels [Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras]
- Eco-Design for Airframe (EDA) / Technology Evaluator (TE) [Clean Sky JU]
- EeBGuide – »Operational guidance

for Life Cycle Assessment studies of the Energy Efficient Buildings Initiative« [EU FP7-EeB]

- Fraunhofer-Zukunftsthemen – Märkte von übermorgen: »Molecular Sorting for Resource Efficiency«
- FSEM – Fraunhofer-Systemforschung Elektromobilität, Schwerpunkt 4: »Technische Systemintegration, gesellschaftspolitische Fragestellungen und Projektmanagement«, AP4 Ökobilanz von Elektromobilitätskonzepten [BMBF]
- HyTEC – Hydrogen Transport in European Cities [FCH JU]
- Land Use Impact Assessment of Forestry Processes Methodology Development [SCA, TetraPak]
- Morgenstadt: City Insights – Innovationsnetzwerk aus 12 Fraunhofer-Instituten mit Partnern aus der Industrie und der deutschen Städtelandschaft
- PUMA: Nachhaltigkeitsstrategie für Retail Stores [PUMA RETAIL AG]
- Waste2Go – Development and verification of an innovative full life sustainable approach to the valorisation of municipal solid waste into industrial feedstocks [EU FP7]
- Wissenschaftliche Begleitung während der Planung und Gebäudeerrichtung der SWU GmbH am Projekt »Bebauung Karlstraße« [SWU GmbH]

INSTITUT STUTTGART

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
Fax +49 711 970-3395
info@ibp.fraunhofer.de

© Fraunhofer IBP 2013

STANDORT

HOLZKIRCHEN

Postfach 11 52
83601 Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10
83626 Valley/Oberlaindern
Telefon +49 8024 643-0
Fax +49 8024 643-366

STANDORT KASSEL

Gottschalkstraße 28a
34127 Kassel
Telefon +49 561 804-1870
Fax +49 561 804-3187

STANDORT NÜRNBERG

c/o Energie Campus
Nürnberg
Muggenhofer Straße 135
Auf AEG, Bau 1
90429 Nürnberg

STANDORT ROSENHEIM

Fraunhofer-Zentrum
Bautechnik
c/o Hochschule Rosenheim
Hochschulstraße 1
83024 Rosenheim
Telefon +49 8031 805-2684