



Beton

# Planungsatlas für den Hochbau

Einleitung  
Ökobilanzierung



## Inhalt

1	Hintergrundinformationen zur Ökobilanz _____	3
2	Definition der Ökobilanz und gültige Normen _____	4
3	Die ÖKOBAUDAT als Grundlage _____	6
4	Anwendung auf Gebäudeebene _____	7
5	Bewertung der Nachhaltigkeit _____	8
6	Ausblick _____	10
7	Quellenverzeichnis _____	11

---

## 1 Hintergrundinformationen zur Ökobilanz

Die Ökobilanzierung im weitesten Sinne ist in Bezug auf die Produktoptimierung keine neue Idee, denn weniger Einsatz von Energien und Ressourcen bei der Herstellung bedeuten eine Steigerung des Gewinns. Nicht zu verleugnen ist, dass die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit immer noch vorrangig bei jedem produzierenden Gewerbe und Wirtschaftsunternehmen im Vordergrund steht. Doch der Wunsch nach Produkten, die die Umwelt nachweislich schonen, steigt.

Der Grundstein wurde bereits in den 70er Jahren in der Energiekrise von Forschern aus Belgien, der Schweiz und den USA gelegt. Die Erkenntnis, dass neben einer Ressourcenverknappung auch eine Verknappung von Deponieraum stattfindet, führte zu der Betrachtung und Analyse von energetischen Aufwendungen sowie der Recyclingfähigkeit von Materialien.<sup>1</sup>

Bei der Produktherstellung hat sich die Ökobilanzierung aus wirtschaftlichen Gründen schnell durchgesetzt. Sie bewährte sich, wurde seither weiterentwickelt und fand ebenfalls verstärkte Anwendung im Bausektor. Mittlerweile ist auch in der Gebäudeplanung ein breites Interesse an der Durchführung von Ökobilanzen geweckt, nicht zuletzt aufgrund der ehrgeizigen Ziele zur Energie- und Ressourceneinsparung der Bundesregierung. In diesem Zusammenhang wird die Betrachtung des Herstellungsaufwandes und der Wiederverwendung einzelner Baumaterialien und -produkte um die ökologische Betrachtung im Gesamtgefüge eines Gebäudes, und somit den Energie- und Ressourcenverbrauch, in der Nutzungsphase ergänzt.

Gerade am Bau schauen wir auf eine lange Phase der ‚Ökosünden‘ zurück. Materialien und deren Bestandteile, die nicht nur die Umwelt, sondern auch die Gesundheit gefährdeten, kamen immer wieder mit neu entwickelten Produkten nicht nur auf den Markt, sondern auch in unsere Wohn- und Arbeitsräume. Dies wird zunehmend durch die Prüfung der Produkte und die Kennzeichnung mit Umweltlabeln unterbunden, welche die Qualitätssicherung und Gesundheitsverträglichkeit sichern sollen. Dennoch besteht für manche Produktbestandteile weiterhin kein wirtschaftlich vertretbarer Ersatz, der anerkannt ist.

Desto wichtiger werden die Quantifizierung und das Vergleichen von den eingesetzten Baustoffen, um einen Wettbewerb zu ermöglichen und die Entwicklung voranzutreiben. Die Gebäude-Ökobilanz bietet dazu eine produktübergreifende Möglichkeit der Vergleichbarkeit im Gesamtgefüge.

---

<sup>1</sup> Eyerer, P., Basel, 2000, S. 7 ff.

## 2 Definition der Ökobilanz und gültige Normen

Im deutschsprachigem Raum ist die Methodik der Ökobilanzierung mittlerweile auch als ‚Life Cycle Assessment‘, kurz LCA, bekannt, was trotz der treffenden Beschreibung, doch in der Übersetzung zur Verwirrung beiträgt. Der Terminus ‚Lebenszyklusanalyse‘ hat sich daher bislang nicht in der deutschen Normung durchgesetzt.<sup>2</sup>

Die Grundstruktur und die Methodik einer Ökobilanzierung sind der ISO 14040 und 14044 zu entnehmen, die auf ihre Anfänge in den neunziger Jahren zurückzuführen ist. Die in Deutschland gültigen Normen, welche aus den zugehörigen Iso-Standards übertragen wurden, sind die DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044. Sie beschreiben die Vorgehensweise der Analyse von Produkten und Produktsystemen, welche ebenso für den Untersuchungsrahmen eines Gebäudes gültig sind. In Abb. 1 sind die Zusammenhänge zwischen den Einzelbestandteilen einer Ökobilanz dargestellt. Ausgewertet werden die aus der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung gewonnenen Erkenntnisse in Bezug auf die vorher festgelegten Ziele.

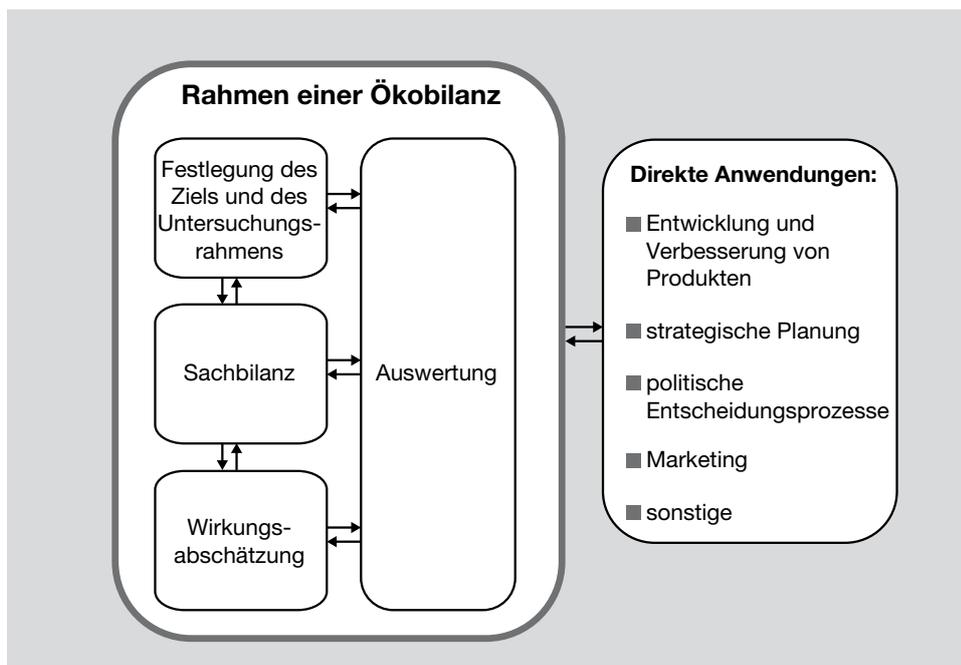


Abbildung 1 Phasen der Ökobilanz

Eine Ökobilanz lässt sich demnach in vier Unterpunkte aufteilen:

- › Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen,
- › Sachbilanz,
- › Wirkungsabschätzung,
- › und Auswertung.

<sup>2</sup> Klöpffer, W., Weinheim, 2009, S. 1ff.

## 2 Definition der Ökobilanz und gültige Normen

Um die Ökobilanz eines Gebäudes vorzubereiten, gilt es zunächst die sogenannte Systemgrenze festzulegen. Diese bestimmt den weiteren Untersuchungsrahmen für die Betrachtung des Objektes. Die Systemgrenze kann generell selber definiert werden, außer die Berechnung muss z.B. im Rahmen einer Zertifizierung festgelegte Vorgaben erfüllen. Innerhalb des Untersuchungsrahmens werden die Input- und Outputflüsse analysiert und bilanziert (siehe Abb. 2).

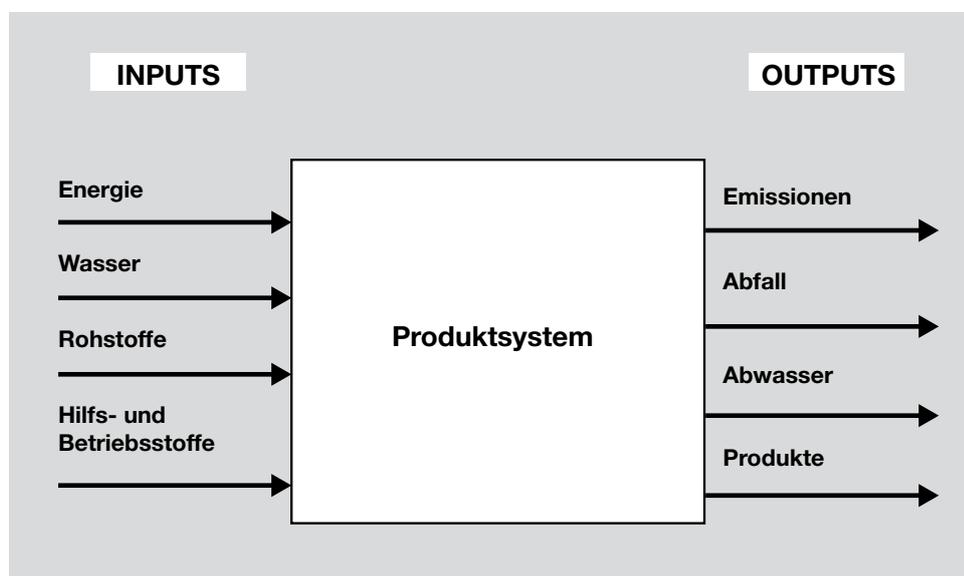


Abbildung 2 Stoff- und Energieanalyse eines Produktsystems

Im konkreten Fall werden dann der Verbrauch der Ressourcen, die notwendige Energie und die Belastungen durch Emissionen der Baustoffe in den Lebenszyklusphasen der Herstellung, Nutzung und Entsorgung betrachtet.

Als Grundlage einer Ökobilanz stehen entweder konkrete Produktinformationen in Form von Umweltproduktdeklarationen oder Werte aus einer Baustoffdatenbank (z.B. die ÖKOBAUDAT des Bundes) zur Verfügung. Umweltdeklarationen (Environmental Product Declarations kurz EPD) sind in der deutschen Norm DIN EN ISO 14025 verankert. Stehen EPDs für ein Produkt nicht zur Verfügung, stellt die ÖKOBAUDAT mit ihren Datensätzen Eingangswerte für eine Ökobilanzierung gemäß den Vorgaben des BNB und der DGNB dar.

### 3 Die ÖKOBAUDAT als Grundlage

Für die Berechnungen der potenziellen Umweltwirkungen werden als Grundlageninformationen z. B. die Werte aus der ÖKOBAUDAT verwendet. Die ÖKOBAUDAT ist eine deutsche Baustoffdatenbank die das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) zur Verfügung stellt. Die erste Datenbank wurde 2009 veröffentlicht und wird seitdem regelmäßig erweitert und verfügt, aufgrund der Überprüfung der Umweltdeklaration durch unabhängige Sachverständige in Abständen von drei Jahren, über eine konstante Aktualität. Auf der Internetseite [www.oekobaudat.de](http://www.oekobaudat.de) sind alle aktuellen Daten unter ‚Datenbank‘ hinterlegt. Die älteren Versionen sind in dem Archiv als Zip-Datei abrufbar.

Alle aktuellen Datensätze sind thematisch geordnet:

- › 1 Mineralische Baustoffe
- › 2 Dämmstoffe
- › 3 Holz
- › 4 Metalle
- › 5 Beschichtungen
- › 6 Kunststoffe
- › 7 Komponenten von Fenstern und Vorhangfassaden
- › 8 Gebäudetechnik
- › 9 Sonstige

In der Kategorie 1-7 sind Baustoffe, Bauprodukte und Bauproduktverbindungen hinterlegt, die für die Berechnung in der Herstellungs-, Instandsetzungs- und Entsorgungsphase von Bedeutung sind. In der Kategorie 8 sind darüber hinaus Daten für die Nutzungsphase hinterlegt, die vorwiegend für die Berechnung der Heizung-, Kühlungs- und Lüftungstechnik notwendig sind. Des Weiteren werden in der Kategorie 9 die Bewertungen der Energieträger, welche ebenfalls für die Berechnungen der Nutzungsphase wichtig sind, und die Datensätze für die Entsorgungsart aufgelistet.

Auf der Internetseite [www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de) wird weiteres Informationsmaterial zu Baustoffen, Gebäudedaten und der Nachhaltigkeit durch das Bundesministerium bereitgestellt. Unter anderem sind dort die Dateien für den ‚Leitfaden Nachhaltiges Bauen‘ und die ‚Nutzungsdauern von Bauteilen‘ hinterlegt, welche wichtige Grundlageninformationen zur Erstellung einer Ökobilanz umfassen.

---

## 4 Anwendung auf Gebäudeebene

Für die Betrachtung der Nutzungsphase ist die Angabe des Endenergieverbrauchs für das Ist- und das Referenz-Gebäude notwendig. Diese Angaben können in der Regel dem Nachweis der Energieeinsparverordnung entnommen werden.

Auf der Betrachtungsebene der Bauteile werden deren Schichtaufbauten und vorhandenen Mengen genau untersucht. Splittet man die Vorgehensweise in die wichtigsten Unterpunkte auf, so müssen erst die Bauteilflächen ermittelt, dann die Bauteile in ihre einzelnen Schichten zerlegt und zuletzt die Umweltwirkungen der verwendeten Materialien im Gesamtgebäude bilanziert werden. Hierbei werden die Summen in der Herstellung- und Entsorgungsphase berücksichtigt und mit den notwendigen Austauschzyklen, die während der Lebensdauer des Gebäudes in der Nutzungsphase durch die jeweiligen Lebensdauern der Bauteile entstehen, addiert.

Jeder Bauteilschicht wird ein passender Datensatz zugeordnet, der die Grundlage für die Bewertung bildet. Diese Sachbilanz umfasst alle Input- und Outputflüsse, die zur Herstellung von z. B. 1 m<sup>3</sup> des Materials notwendig sind. Die Betrachtung der anfallenden Emissionen und des Primärenergieaufwands ist für die Zertifizierung in acht Umweltwirkungen unterteilt, die schlussendlich über alle Materialien und Lebensphasen des Gebäudes hinweg summiert werden. Im Einzelnen sind die sogenannten Wirkkategorien: das Treibhauspotenzial, das Ozonabbaupotential, das Versauerungspotenzial, das Eutrophierungspotenzial, das Ozonabbaupotential sowie der Aufwand von erneuerbarer, nicht erneuerbarer Primärenergie und der Gesamtprimärenergie.

## 5 Bewertung der Nachhaltigkeit

Im Rahmen einer Zertifizierung wird über vielfältige Themenbereiche ein Gebäude analysiert und bewertet. In Deutschland wurde ein System zur Bewertung von öffentlichen Gebäuden entwickelt, das Bewertungssystem für Nachhaltiges Bauen (BNB). Das Pendant für Privatgebäude ist anfangs zusammen mit dem BNB System entwickelt worden, jedoch wurden in einigen Fachthemen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt, sodass sich die Systeme nach der Grundsteinlegung getrennt voneinander weiterentwickelten. In den Grundlagen und Ansätzen sind Sie sich daher aber ähnlich geblieben.

Betrachtet werden die folgenden sechs Themenbereiche:

- › Ökologische Qualität
- › Ökonomische Qualität
- › Soziokulturelle Qualität
- › Technische Qualität
- › Prozess-Qualität
- › Standortmerkmale

die die Möglichkeit geben sollen, das Gebäude weitestgehend ganzheitlich bewerten zu können. Im Unterschied zu den anderen Themen, werden die Standortmerkmale zwar analysiert und bewertet, jedoch findet keine Punktevergabe statt, sodass kein Gebäude nur aufgrund seines Standortes weniger nachhaltig sein könnte als ein anderes.

Derzeit werden Gebäude-Ökobilanzierungen vorwiegend im Rahmen von Nachhaltigkeits-Zertifizierungen durchgeführt. In Bezug auf die Ökobilanzierung von Gebäuden wurden folgenden Kriterien zur Bewertung der ökologischen Qualität für beide Systeme festgelegt:

- › Treibhauspotenzial (GWP),
- › Ozonschichtabbaupotenzial (ODP),
- › Ozonbildungspotenzial (POCP),
- › Versauerungspotenzial (AP),
- › Überdüngungspotenzial (EP),
- › Primärenergiebedarf, nicht erneuerbar,
- › Anteil erneuerbarer Primärenergie,
- › und Gesamtprimärenergiebedarf.

In Zukunft ist es denkbar, dass diese Liste aufgrund der immer umfangreicheren Datensätze für Baustoffe, um weitere Kriterien erweitert wird.

Das Treibhauspotenzial GWP (Global Warming Potenzial) umfasst die Emissionen in der Luft, die zur Erwärmung der Atmosphäre beitragen. Die quantitative Bewertung erfolgt in der Einheit  $[\text{kg CO}_2\text{-Äqu.}/\text{m}^2_{\text{NGFa}} \cdot \text{a}]$ .

Das Ozonschichtabbaupotenzial ODP (Ozone Depletion Potential) umfasst die Emissionen in der Luft, die zum Abbau der stratosphärischen Ozonschicht beitragen. Die quantitative Bewertung erfolgt in der Einheit  $[\text{kg R}_{11}\text{-Äqu.}/\text{m}^2_{\text{NGFa}} \cdot \text{a}]$ .

## 5 Bewertung der Nachhaltigkeit

Das Ozonbildungspotenzial POCP (Photochemical Ozone Creation Potential) umfasst die Emissionen in der Luft, die in Verbindung mit UV-Strahlung zur Bildung von troposphärischen Ozon beitragen. Die quantitative Bewertung erfolgt in der Einheit  $[\text{kg C}_2\text{H}_4\text{-Äqu.}/\text{m}^2_{\text{NGFa}} \cdot \text{a}]$ .

Das Versauerungspotenzial AP (Acidification potential) umfasst die Emissionen in der Luft, die zur Versauerung des Regenwassers beitragen. Die quantitative Bewertung erfolgt in der Einheit  $[\text{kg SO}_2\text{-Äqu.}/\text{m}^2_{\text{NGFa}} \cdot \text{a}]$ .

Das Überdüngungspotenzial EP (Eutrophication Potential) umfasst die Emissionen, die zur Überdüngung des Wassers und Bodens beitragen. Die quantitative Bewertung erfolgt in der Einheit  $[\text{kg PO}_4\text{-Äqu.}/\text{m}^2_{\text{NGFa}} \cdot \text{a}]$ .

Der Anteil an erneuerbarer und nicht erneuerbar Primärenergiebedarf  $\text{PE}_{e,G}$  und  $\text{PE}_{ne,G}$  sowie der Gesamtprimärenergiebedarf  $\text{PE}_{ges}$  wird quantitativ bewertet in der Einheit  $[\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{NGFa}} \cdot \text{a}]$ .

Um eine Verbesserung der Planung zu erreichen, sollten Ökobilanzierungen planungsbegleitend zur Entscheidungsfindung durchgeführt werden. In den frühen Planungsphasen fehlt jedoch die notwendige Detailtiefe sowie Softwareunterstützung, daher werden in den seltensten Fällen zu Beginn Ökobilanz-Betrachtungen als Auswahlhilfe für Bauteilaufbauten und Materialwahl durchgeführt. Die Systeme der DGNB und des BNB geben zwar Anreize in Form einer positiven Bewertung eines Ökobilanz-Variantenvergleichs, jedoch fehlen anwendbare Hilfen zur Durchführung.

Die Problematik ist ähnlich der Abschätzung des Energieverbrauchs eines zukünftigen Gebäudes. Jedes Gebäude stellt in seinen Materialien, Bauteilen und Mengen ein Unikat dar und erschwert daher die Erstellung eines Vergleichsgebäudes. Die Erstellung eines Referenzgebäudes für die Bewertung der Ökobilanz eines geplanten Gebäudes ist derzeit, im Gegensatz zu einem Referenzgebäude für die EnEV-Berechnung, noch unzureichend.

Bei der Klassifizierung des Energieverbrauchs kann bereits auf eine erstaunliche Masse von dokumentierten Projekten zurückgegriffen werden, die die Ermittlung von Standards möglich machen. Durch die immer größere Menge von Ökobilanzierungen und deren Dokumentation sowie Auswertung stehen zunehmend Informationen zur Abschätzung in der Planungsphase zur Verfügung. Daher wird zukünftig eine detaillierte Ökobilanz mit einem angemessenen Aufwand für ein Gebäude in der Planungsphase erarbeitet werden können.

Der Baustein ‚Ökobilanzierung‘ des Planungsatlas Hochbau vom InformationsZentrum Beton ermöglicht bereits jetzt dem Planer über Vorgabe- und Pauschalwerte eine ökologische Abschätzung zu treffen und mit zunehmender Planungstiefe sein Gebäude zu konkretisieren.

## 6 Ausblick

Durch die Analyse der Umweltwirkungen im Rahmen einer Ökobilanzierung können vielfältige Ziele verfolgt werden. Wichtige Anwendung findet Sie daher in der Entwicklung und Verbesserung von Produkten, der strategischen Planung, den politischen Entscheidungsprozessen, dem Marketing und der Möglichkeit zur Vergleichbarkeit der ökologischen Qualitäten eines Gebäudes.

Die Bedeutung der Materialwahl wird zukünftig nicht nur im Rahmen einer Zertifizierung immer weiter in den Vordergrund rücken, sondern auch ein wichtiger Aspekt der ökologischen Betrachtung von Gebäuden werden. Bei einem Standard-Büroneubau aus dem Jahr 2007 machte der kumulierte Primärenergieaufwand der Baumaterialien weniger als 10 % aus. Ein Gebäude (siehe Abb. 3) in Niedrigenergiebauweise und mit technischen Anlagen zur Nutzung von Erneuerbaren Energien wie z. B. für Erdwärme weist bereits einen 20 %-igen Anteil der Baumaterialien am gesamten, kumulierten Primärenergieaufwand auf.

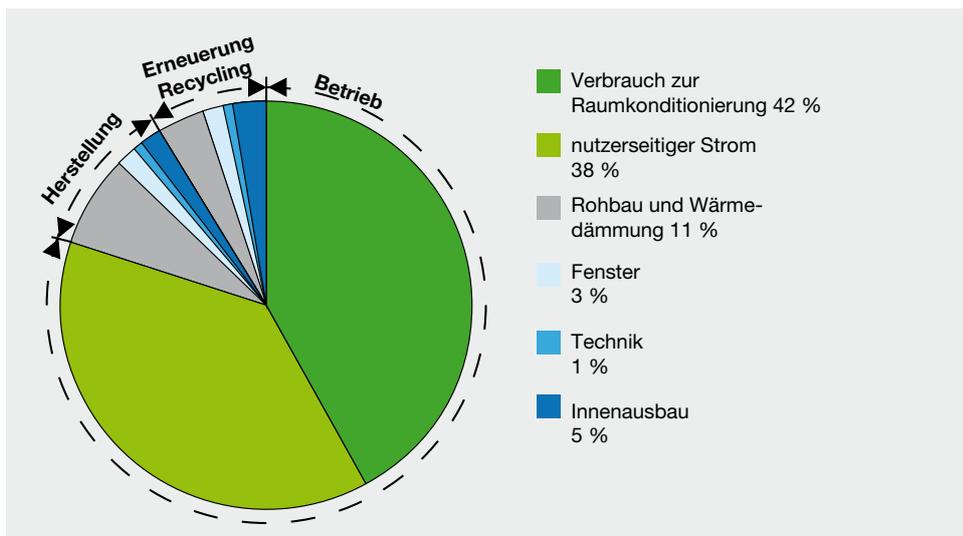


Abbildung 3 Aufteilung des Primärenergiebedarfs für ein Bürogebäude

Aufgrund der umzusetzenden Energieeinsparanforderungen der europäischen ‚Energy Performance of Buildings Directive‘ bis 2020, werden die baukonstruktiven und technischen Anforderungen an Neubauten weiter steigen, was zwangsläufig eine Verschiebung der Primärenergieanteile von der Nutzungsphase hin zu der Herstellungs-, Instandhaltungs-, und Entsorgungsphase bedeutet.

Über den energetischen Standard hinaus werden sich daher neue Gebäude auch an ökologischen Zielsetzungen messen müssen. Der Erfolg dazu liegt nicht nur in verbesserten Materialien, sondern auch in der optimierten Entscheidungsfindung anhand von Variantenvergleichen in den frühen Leistungsphasen. Werden hier die Planer effizient und kompetent unterstützt, können die ehrgeizigen Vorstellungen von nachhaltigeren Gebäuden verwirklicht werden.

Aufgrund der steigenden Bedeutung von Materialeigenschaften – besonders im Rahmen von Zertifizierungen – wird der Planungsatlas Hochbau des InformationsZentrum Beton mit der Ökobilanzierung um einen wichtigen Baustein erweitert und auch weiterhin im Sinne der Nachhaltigkeit und ganzheitlichen Betrachtung eines Gebäudes vorangetrieben.

## 7 Quellenverzeichnis

### Literatur

- [1] Eyerer, P.; Reinhardt, H.-W.:  
>>Ökologischer Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden, Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung<<, BAUPRAXIS Birkhäuser, Basel, 2000, S. 7 ff.
- [2] Klöpffer, W.; Grahl, B.:  
>>Ökobilanz (LCA)<<, Wiley-VCH, Weinheim, 2009, S. 1ff.

### Abbildungen

- [Abb. 1] Klöpffer, W.; Grahl, B.:  
>>Ökobilanz (LCA)<<, Wiley-VCH, Weinheim, 2009, S. 12  
In Anlehnung an: DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:  
>> DIN EN ISO 14040<<, Beuth, Berlin, 2006
- [Abb. 2] Klöpffer, W.; Grahl, B.:  
>>Ökobilanz (LCA)<<, Wiley-VCH, Weinheim, 2009, S. 11
- [Abb. 3] Bauer, M.; Mösle, P.; Schwarz, M.:  
>>Green Building - Konzepte für die nachhaltige Architektur<<, Callwey, München, 2007, S. 56