

**Beiträge zur Umsetzung  
von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung  
im Baubereich**

**Habilitationsschrift**

vorgelegt am 10.01.2000

der Architektur Fakultät  
der Bauhaus-Universität Weimar

von

Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf  
geb. am 09.04.1957 in Merseburg

---

**Gutachter:**

1. Prof. Dr. rer. nat. habil. Jochen Gronau (Bauhaus-Universität Weimar)
2. Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Lindner (Bauhaus-Universität Weimar)
3. Prof. Dr.-Ing. Niklaus Kohler (Universität Karlsruhe)

**Erteilung der Habilitation am 16.06.2000**

---

## **INHALTSVERZEICHNIS**

Vorwort 01

Einführung 03

### **KAPITEL 1**

Wechselwirkung zwischen Biosphäre und Technosphäre unter Berücksichtigung der Rolle der am Bau Beteiligten und der von ihnen in der Entscheidungsfindung angewendeten Hilfsmittel 04

---

Funktionelle Einheiten, Bilanzrahmen und Ebenen einer energetisch/ökologischen Bewertung im Bauwesen 08

---

Der Bedarf der Akteure an Informationen und Grundlagen zur Vorbereitung von energie- und umweltrelevanten Entscheidungen während des Lebenszyklusses von Bauwerken 13

---

Methodische, berechnungs- und datentechnische Grundlagen für die Ermittlung des Energie- und Stoffstromes während der Lebensdauer von Bauwerken bei der Erstellung von Sachbilanzen während der Planung 19

---

Vorschlag zur Ermittlung und Interpretation eines Recycling-Potentials bei der Beschreibung und Bewertung von Gebäudeentwürfen 27

---

Zur Arbeitsteilung sowie Wechselwirkung von globalen sowie akteursorientierten Grenz- und Zielwerten beim Entwurf von Gebäuden 32

---

Vorstellung einer Systematisierung von Grenz- und Zielwerten durch Zuordnung zu Bewertungsebenen und Bilanzrahmen 41

---

Hilfsmittel zur Berücksichtigung energetischer und ökologischer Eigenschaften und Qualitätsmerkmale von Bauprodukten, Bauteilen und Bauwerken 45

---

Zur Anwendung von Bewertungsmethoden und –hilfsmitteln für Bauprodukte und Bauwerke im Planungsprozess 64

---

### **KAPITEL 2**

Konzeption für ein Qualitätssicherungssystem „Niedrigenergiehaus“ 77

---

### **KAPITEL 3**

Methodische Grundlagen für den produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz bei der Entwicklung von Bauprodukten 91

---

Zusammenfassung und Ausblick 116

Erklärung zur Selbständigkeit

*Hinweis: Die Habilitationsschrift faßt nach dem kumulativen Verfahren wissenschaftliche Beiträge des Autors zusammen. Zur Aufrechterhaltung der relativen Selbständigkeit der Einzelbeiträge wurde auf eine durchgehende Nummerierung der Abschnitte, Abbildung, Anlagen und Quellen verzichtet. Die Einzelbeiträge sind jeweils mit einem Kurzzeichen in der Fußzeile gekennzeichnet. Zur Erleichterung des Auffindens der Einzelbeiträge erfolgt eine durchlaufende Nummerierung der Seiten.*

---

## Vorwort

Die nachstehende Habilitationsschrift zum Thema „Beiträge zur Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich“ stellt nach dem kumulativen Verfahren ausgewählte Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit des Autors aus den Jahren 1995 – 1999 vor.

Dargestellt werden Arbeitsergebnisse, die im Rahmen mehrerer Projekte zu unterschiedlichen Fragestellungen erarbeitet wurden. Gemeinsames Anliegen der Beiträge ist insbesondere eine Unterstützung der Integration von Aspekten des energiesparenden, ressourcenschonenden und gesundheitsgerechten Bauens in die Abläufe der Planung und Entscheidungsfindung.

Die Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich, die eine gleichberechtigte Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Fragen und Bewertungsmaßstäbe voraussetzt, ist ein vielschichtiges Gebiet. Zahlreiche Akteure – u.a. auch die am Bau Beteiligten – bringen spezifische Sichten und Motivationslagen ein. Die zu untersuchenden Gebiete und Bewertungsgegenstände reichen von den Prozessen der Bauprodukterstellung über die Planung, Errichtung und Betreibung von Bauwerken bis hin zur Bewirtschaftung nationaler Gebäudebestände.

In diesem Zusammenhang wird für ausgewählte Gebiete der Versuch unternommen, u.a. durch eine Systematisierung von Bearbeitungs- und Bewertungsgegenständen, von Bearbeitungs- und Bewertungsniveaus, von Abläufen der Planung und Entscheidungsfindung sowie von Interessen- und Motivationslagen einen Beitrag zur Versachlichung der Diskussion und zur Operationalisierung von Abläufen zu leisten.

Insbesondere ist es dem Autor wichtig, Planer und Entscheidungsträger durch die Schaffung eines Zuganges zu heute bereits verfügbaren Hilfsmitteln und Werkzeugen zu unterstützen. Gleichzeitig wird die Überzeugung vertreten, daß nur ein arbeitsteiliges Vorgehen unter Nutzung spezifischer Methoden und Hilfsmittel zum Ziel führen kann. Insofern wird die Menge nutzbarer Methoden und Hilfsmittel als eine Art „Werkzeugkasten“ interpretiert, aus welchem für konkrete Fragestellungen jeweils geeignete Instrumente auszuwählen sind.

Die Habilitationsschrift faßt Arbeitsergebnisse zu unterschiedlichen Gegenständen zusammen.

**Kapitel 1** gibt ausgewählte Beiträge des Autors wieder, die im Rahmen des internationalen Forschungsvorhabens der Internationalen Energieagentur (IEA) ANNEX31 „energy related environmental impact of buildings“ entstanden. Neben der Funktion des Autors als Teilthemenleiter für die Erfassung und Systematisierung von Grenzwerten, Methoden, Werkzeugen und Planungsabläufen erfolgte eine intensive Mitwirkung bei der Erarbeitung methodischer Grundlagen. Die Beiträge von Kapitel 1 wurden durch die Vertreter von Kanada, Australien, Großbritannien, Dänemark, Finnland, Japan, USA, Neuseeland, Frankreich, Schweiz, Schweden, Niederlande und Norwegen für eine Aufnahme in den englischsprachigen Abschlußbericht ausgewählt und bestätigt, der Ende 2000 erscheint. Mit dem zusammenfassenden Beitrag „Zur Anwendung von Bewertungsmethoden und -hilfsmitteln für Bauprodukte und Bauwerke im Planungsprozess“ wurden ausgewählte Ergebnisse auf dem 8. Europa-Symposium 1999 in Aachen vorgestellt.

In **Kapitel 2** werden ausgewählte Ergebnisse des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten und gemeinsam mit der Materialforschungs- und prüfanstalt (MFPA) Weimar durchgeführten Vorhabens „Einführung und Erprobung eines Qualitätssicherungssystems Niedrigenergiehaus am Beispiel der wissenschaftlichen Begleitung der Niedrigenergiehaussiedlung Greiz“ angegeben. Mit dem Vorstellen eines vorgeschlagenen Qualitätssicherungssystems soll die Ansicht des Autors zum Ausdruck gebracht werden, daß die Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich neben der Einführung und Integration von Bewertungsmethoden und -hilfsmitteln insbesondere auch die Durch-

setzung von Qualitätsanforderungen einschließlich einer nachvollziehbaren und fortschreibbaren Dokumentation der Ergebnisse erfordert. Mit dem Vorschlag soll gleichzeitig ein Beitrag zur anhaltenden Diskussion der Rolle und Bedeutung von Energieausweisen und Gebäudepässen geleistet werden. Auch hier plädiert der Autor für eine Versachlichung und einen arbeitsteiligen Ansatz, der die Möglichkeiten und Grenzen der Hilfsmittel berücksichtigt und klar zwischen dem Erstellen und Nutzen von Dokumenten einerseits und qualitätssichernden (und zu dokumentierenden) Aktivitäten andererseits unterscheidet.

In **Kapitel 3** werden Teilergebnisse eines Forschungsvorhabens mit der Keramischen Industrie im Sinne der Schaffung von methodischen Grundlagen für einen produkt- und produktionsintegrierten Umweltschutz vorgestellt. Es soll ein Beitrag zur Zusammenführung von Bewertungsansätzen für Unternehmen, Standort, Produktionsprozess und Produkt geleistet werden. Gleichzeitig wird der Versuch unternommen, sowohl ökologische als auch ökonomische Zusammenhänge zu diskutieren. Es entstand ein Vorschlag zur Systematisierung von Bauproduktinformationen.

Mit den hier zusammengefaßten Arbeitsergebnissen soll ein Beitrag zur Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich geleistet werden. In einem abschließend Ausblick wird auf Weiterbearbeitungsmöglichkeiten und die geplante Fortführung einzelner Themenfelder hingewiesen.

Der Autor bedankt sich bei allen in- und ausländischen Fachkollegen, Auftraggebern und Forschungskoordinatoren, die mit ihren Anregungen und Hinweisen zum Entstehen der vorliegenden Habilitationsschrift beigetragen haben. Besonderer Dank gilt Herrn Prof.Dr.rer.nat. habil. J. Gronau für die wohlwollende Begleitung der wissenschaftlichen Entwicklung in den letzten 10 Jahren sowie Herrn Prof.Dr.-Ing. N. Kohler für die Bereitschaft zur intensiven und kooperativen Zusammenarbeit.

Weimar, im Januar 2000

Thomas Lützkendorf

## Einführung

Als ein Ergebnis internationaler Bemühungen und Aktivitäten unterschiedlichster Nationen und Akteure wurde in den neunziger Jahren ein Leitbild für eine zukunftsfähige Entwicklung erarbeitet. Geprägt wurde der Begriff des „sustainable development“, der mit „Nachhaltige Entwicklung“ nur unvollkommen in die deutsche Sprache übertragen wurde. Der Ausdruck „Nachhaltige Entwicklung“ muß jedoch insbesondere als eine in der öffentlichen Diskussion eingeführte Formulierung betrachtet und anerkannt werden und wird so auch durch den Autor verwendet.

Mit dem Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ zum Thema „Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung“/01/ liegt für die Bundesrepublik Deutschland eine zusammenfassende und umsetzungsorientierte Darstellung politischer Ziele und Leitbilder für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Entwicklung vor. Darin werden sinngemäß und u.a. folgende Aktivitäten beschrieben, die zur Lösung dieser Aufgabe beitragen sollen:

- Bestandsaufnahme der Umwelt
- Entwicklung/Weiterentwicklung von Bewertungskriterien
- Festlegung von Umweltzielen und Umweltqualitätszielen
- Berücksichtigung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension
- Förderung ressourcenschonender und schadstoffvermeidender Verfahren und Produkte
- Bewertung der Einsatzmöglichkeit von Instrumenten in der Marktwirtschaft
- Förderung informatorischer Instrumente (Umweltmanagement, Öko-Bilanz, Öko-Audit)
- Weiterentwicklung der Methodik des Stoffstrommanagements
- Vermittlung des Leitbildes an Akteure.

Der Abschlußbericht/01/ arbeitet insbesondere das Handlungsfeld „Bauen und Wohnen“ als einen Bereich von zentraler wirtschaftlicher und sozialer Bedeutung heraus. Gerade hier werden die größten Potentiale für eine Veränderung hin zu einer nachhaltigen Gestaltung gesehen. Neben einer Stärkung städtischer Strukturen und einer Konzentration auf den Gebäudebestand wird als erfolgversprechende Strategie die Notwendigkeit eines ressourcensparenden Bauens und Wohnens betont. Ausdrücklich erwähnt werden die Erfordernisse einer verbesserten Kooperation und Information der Akteure sowie die Notwendigkeit der Einführung von Gebäudepässen und Energiekennzahlen. Weitere Empfehlungen sind u.a.:

- Erfassung und Bewertung des vollständigen Lebenszyklusses von Bauwerken
- Orientierung der Stoffströme an Zielen der Ressourcenschonung
- Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Vermeidung von Risiken für Umwelt und Gesundheit
- Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen im Baubereich.

Auch aus Sicht des Autors ist der Bereich „Bauen und Wohnen“ – wie im übrigen der gesamte Bausektor durch ein komplexes Geflecht von Beziehungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen einerseits und unterschiedlichsten Akteuren andererseits gekennzeichnet. Es macht sich erforderlich, unter Wahrung der notwendigen Komplexität Teilfragen und Arbeitsschritte herauszuarbeiten, um zu handhabbaren Abläufen und Entscheidungsprozessen zu gelangen.

Mit den nachstehenden Forschungsergebnissen wird versucht, einen Beitrag zu den genannten Aufgaben zu leisten.

/01/ Enquete-Kommission des Bundestages „Schutz des Menschen und der Umwelt“  
Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung  
Deutscher Bundestag, Referat Öffentlichkeitsarbeit; Bonn 4/98 (ISBN 3-930341-42-5)

# Wechselwirkung zwischen Biosphäre und Technosphäre unter Berücksichtigung der Rolle der am Bau Beteiligten und der von Ihnen in der Entscheidungsfindung angewendeten Hilfsmittel

## Vorbemerkung

Mit der nachstehenden **Abb. 1** wird der Versuch unternommen, vorhandene Wechselwirkungen zwischen der natürlichen Umwelt (Biosphäre) und der künstlichen/gebauten Umwelt (Technosphäre) im Zusammenhang mit Einfluß- und Bewertungsmöglichkeiten der am Bau Beteiligten (Akteure) zu beschreiben und zu diskutieren. Die stark vereinfachte Darstellung bildet die komplexen Zusammenhänge dabei nicht vollständig ab, sondern versucht insbesondere, behandelte Themen und Fragestellung in ihrer Stellung zueinander zu illustrieren.

## 1. Wechselwirkung zwischen Biosphäre und Technosphäre

Die Unterscheidung zwischen einer Biosphäre und einer Technosphäre ist „menschgemacht“ und erfolgt vorzugsweise aus methodischen Gründen einer Systematisierung. In Würdigung der realen Verhältnisse sollte nicht von einem parallelen Nebeneinanderbestehen mit relativer Selbständigkeit ausgegangen werden. Vielmehr ist die Technosphäre ein integrativer Bestandteil der Umwelt - jedoch mit besonderen Eigenschaften. Zwischen Biosphäre und Technosphäre bestehen zahlreiche Wechselwirkungen und Abhängigkeiten, die u.a. über Energie- und Stoffströme beschrieben werden können.

Die Biosphäre im Sinne der natürlichen Umwelt definiert für die Technosphäre einerseits Randbedingungen (z.B. Klima, Standortverhältnisse u.a.). Gleichzeitig dient sie als Entnahme- und Aufnahmemedium für Stoffe (Rohstoffentnahme; Eintrag von Abfällen, Emissionen) und bildet den Ressourcen- und Artenvorrat (Biodiversität). Durch den Menschen wird die natürliche Umwelt zusätzlich als Lebensraum und Produktivkraft genutzt. Die Technosphäre im Sinne der künstlichen (hier der gebauten) Umwelt ist ein auslösendes Moment für durch den Menschen verursachte Energie- und Stoffströme, die zusätzlich zu den natürlichen, weitgehend geschlossenen Kreisläufen der Natur selbst einen Einfluss auf diese haben. Die „künstlich“ verursachten Energie- und Stoffströme führen zu resultierenden Wirkungen auf Mensch und Umwelt, die in historischen Dimensionen die Biosphäre verändern können. Die Wechselwirkung zwischen der Biosphäre und der Technosphäre wird mit der Zielstellung untersucht, energiebedingte Energie- und Stoffströme und resultierende Umweltwirkungen im Zusammenhang mit dem Bausektor zunächst zu identifizieren.

## 2. Lebenszyklus von Bauwerken und Gebäudebeständen

Typische Untersuchungsgegenstände sind Einzelbauwerke, Gebäudegruppen, Siedlungen und Gebäudebestände. Sie werden jeweils hinsichtlich ihres Lebenszyklusses (Gebäude) bzw. hinsichtlich ihrer inneren Dynamik beschrieben und analysiert. Gegenüber sonstigen Untersuchungsgegenständen wie z.B. Konsumgütern zeichnen sich Bauwerke durch eine lange Lebensdauer und damit durch einen hohen Aufwand für Unterhalt und Betrieb aus. Gleichzeitig besitzen Gebäudebestände und die mit ihnen verbundene Nutzung von Bauwerken einen hohen Aufwand auf den regionalen, nationalen und internationalen Energie- und Stoffstrom sowie die daraus resultierenden Umweltwirkungen. Bauwerke und Gebäudebestände werden mit den üblichen Methoden der Lebenszyklusanalyse (life cycle analysis) untersucht. In nachstehender **Abb. 1** wird als Repräsentant der Technosphäre der Lebenszyklus eines Einzelbauwerkes vereinfacht dargestellt.

Hierbei bedeuten

- v1** energetische Vorstufen
- v2** stoffliche Vorstufen
- a** Zeitpunkt der Errichtung/Baudurchführung
- b** Instandhaltungsmaßnahme (Wartung)
- c** Instandsetzungsmaßnahme (Reparatur)
- d** Instandhaltungsmaßnahme (Wartung)
- e** Modernisierungsmaßnahme (Umbau)

Zusätzlich repräsentiert die durchgezogene Linie die Nutzung/den Betrieb. Während des gesamten Lebenszyklusses befindet sich das Gebäude in einer Wechselwirkung mit der Umwelt, die über Energie- und Stoffströme beschrieben und über Wirkungen auf die Umwelt bewertet werden kann.

### 3. Abläufe der Entscheidungsfindung

Während des gesamten Lebenszyklusses des Bauwerkes sind durch die einzelnen Akteure (Planer, Investor, Baubetrieb, Betreiber, Nutzer) Entscheidungen zu treffen, die jeweils einen direkten und/oder indirekten Einfluß auf die Energie- und Stoffströme sowie die resultierenden Umweltwirkungen besitzen.

Von wesentlicher Bedeutung sind Entwurfsentscheidungen während der Planung (hier **A**). In die Entscheidungen sollen u.a. Kenntnisse über die stofflichen und energetischen Vorstufen der Bauproduktherstellung (**v1** und **v2**) einfließen. In der Planung ist im Verhältnis zu späteren Zeitpunkten einer Entscheidung der größte Handlungsspielraum gegeben. Entwurfsentscheidungen haben einen großen (meist indirekten) Einfluß auf den gesamten Lebenszyklus des Bauwerkes. Sie beeinflussen u.a. die Instandhaltungs- und Recyclingeigenschaften sowie den zum Betreiben erforderlichen Aufwand. Insofern besteht die Notwendigkeit, den Lebenszyklus auf der Basis von Simulationen und Szenarien in Überlegungen während der Planungsprozesse einzubeziehen. Die Planungsphase kann üblicherweise in mehrere Abschnitte (Leistungsphasen) (hier **1,2,3,..**) untergliedert werden. Im Rahmen des Planungsfortschrittes nimmt i.d.R. die Entscheidungsfreiheit ab und der Grad der Konkretisierung und Detaillierung zu. Die Entscheidungsfindung in den einzelnen Leistungsphasen kann durch spezifische Hilfsmittel (Planungswerkzeuge und -hilfsmittel) unterstützt werden.

Entscheidungen während der Bauausführung (hier **B**) haben einen (vergleichsweise geringen) Einfluß auf die Energie- und Stoffströme durch die Wahl der Ausführungstechnologie und die erreichte Qualität.

Die Entscheidungen während der Planung einer Instandsetzungsmaßnahme (hier **C**) haben einen direkten Einfluß auf diese, bewegen sich jedoch zusätzlich im Rahmen der durch die Planung (**A**) bereits „vorgeprägten“ Situation.

### 4. Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung (Planungswerkzeuge und -hilfsmittel)

Im Rahmen der Entscheidungsfindung können Arbeitshilfen im Sinne von Planungswerkzeugen und Planungshilfsmitteln zum Einsatz gelangen. Sie müssen an die Planungsphase, den dabei erreichten Kenntnisstand, die Interessenlage des Akteurs (Entscheidungsträgers) sowie an die gewählten Bewertungsmaßstäbe angepasst sein. Neben qualitativen Methoden basieren quantitative Ansätze i.d.R. auf einer Kopplung von Berechnungs- und Bewertungsverfahren. Berechnungsmethoden können ihren Datenbedarf u.a. durch die Verwendung von Datenbanken (z.B. zu kumulierten Sachbilanzen bei der Bauproduktherstellung) decken. Für eine Bewertung können u.a. Grenz- und Zielwerte (*benchmarks*) vereinbart und angewendet werden.

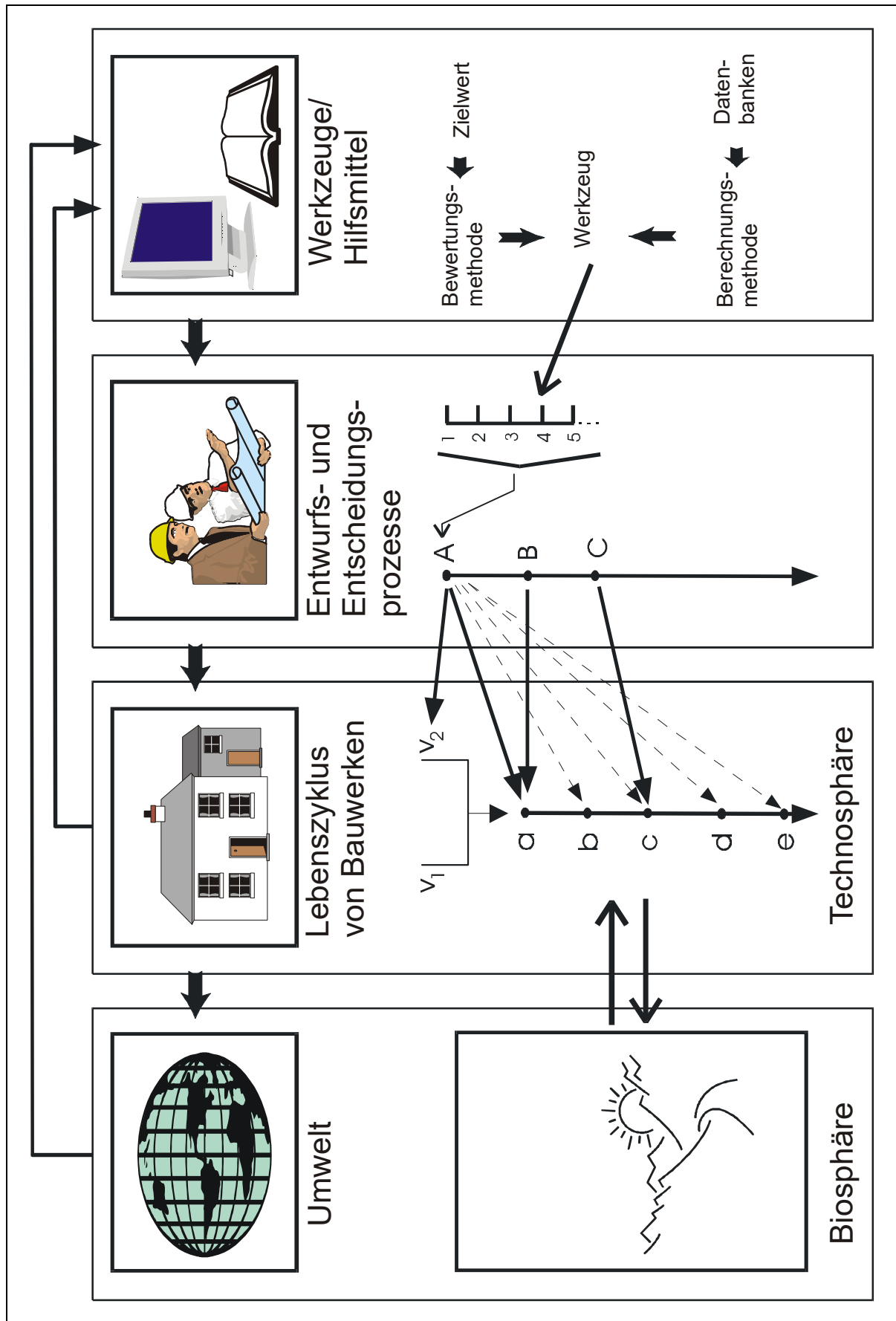


## **Zusammenfassung**

Ziel ist die Beschreibung und Beeinflussung der energiebedingten Wirkungen von Bauwerken und Gebäudebeständen auf Umwelt und Gesundheit. Insbesondere sollen die am Bau beteiligten Akteure in die Lage versetzt werden, im Rahmen der jeweiligen Entscheidungsfindung die Auswirkungen ihrer Handlungen auf die Umwelt im Rahmen des gesamten Lebenszyklusses der Gebäude zu erkennen, zu bewerten und zu minimieren. Gemäß Arbeitsprogramm des IEA-Annex31 „energy related environmental impact of buildings“ sollen Werkzeuge recherchiert, erarbeitet/angepasst bzw. erprobt werden, die in der Lage sind, auf der Basis anerkannter bzw. konsensfähiger Berechnungs-/Bewertungsverfahren und geeigneter Produkt-/Umweltmodelle die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Die Werkzeuge sollen je nach Eignung den Planungsphasen und Akteuren zugeordnet werden. Zur Unterstützung der Zielfindung werden verfügbare Grenz- und Zielwerte recherchiert bzw. Empfehlungen für deren Weiterentwicklung ausgesprochen. Durch die Analyse und die Realisierung einer Bewertbarkeit von Wechselwirkungen zwischen Biosphäre und Technosphäre sollen die Akteure im Bauwesen in die Lage versetzt werden, ihren Beitrag zur Entlastung der Umwelt und zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung zu leisten. Mit Abb. 1 wird eine Diskussionsgrundlage für die Darstellung dieser Zusammenhänge zur Verfügung gestellt.

## **Literatur:**

- /01/ Hofstetter, P.  
Perspectives in Life Cycle Impact Assessment – a structured Approach to combine Models of the Technosphere, Ecosphere and Valuesphere  
Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998
  
- /02/ Odum, E.P.  
Prinzipien der Ökologie – Lebensräume, Stoffkreisläufe, Wachstumsgrenzen  
Verlagsgesellschaft Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg, 1991



**Abb. 1:** Darstellung von Wechselwirkungen zwischen Biosphäre und Technosphäre sowie der Möglichkeiten der Einflußnahme in Planungsprozessen (Verfasser)

# Funktionelle Einheiten, Bilanzrahmen und Ebenen einer energetisch/ökologischen Bewertung im Bauwesen

## Vorbemerkungen

Im Zusammenhang mit der Beschreibung eines Bearbeitungsrahmens für das internationale Forschungsvorhaben IEA-Annex31 „energy related environmental impact of buildings“ wird auf Basis der nachstehenden **Abb.1** der Versuch unternommen, funktionelle Einheiten, Bilanzrahmen und Ebenen einer energetisch/ökologischen Analyse und Bewertung von Bauprodukten, Bauteilen, Bauwerken und Gebäudebeständen zu diskutieren und zu illustrieren. Das stark vereinfachte Schema der Abbildung beschreibt ausdrücklich nicht den Energie- und Stoffstrom in seiner vollständigen Vernetzung. Beabsichtigt ist die Darstellung von Untersuchungsgegenständen im Sinne funktioneller Einheiten (Bauprodukte und -prozesse, Bauteile (= Elemente), Gebäude, Gebäudegruppen und Siedlungen, regionale und nationale Gebäudebestände) in ihrer relativen Lage zu nieder- und/oder höhererregierten Betrachtungsebenen. Im Sinne der Beschreibung des Bilanzrahmens soll gleichzeitig erkennbar werden, inwieweit in die Bewertung neben der Phase der Herstellung und Errichtung auch übrige Phasen des Lebenszyklusses durch eine Simulation einbezogen werden. Ergänzend wird der Grad der Einbeziehung externer Bauten und Dienstleistungen der Infrastruktur angegeben. Die allgemein gehaltene Abbildung soll durch eine mögliche farbige Kennzeichnung von konkreten Bearbeitungsfeldern für potentielle Nutzer zum Hilfsmittel für die Kennzeichnung von Lage und Umfang spezifischer Teilthemen und Gegenstände einer ökologischen Bewertung von Bauprodukten und Bauwerken werden.

## 1. Datenbasis

### 1.1. Basis 0

Im Rahmen des bottom-up-Ansatzes stellen Basisdaten eine Grundlage und Voraussetzung für die Erfassung und Bewertung von Energie- und Stoffströmen dar. Bei den Basisdaten handelt es sich um Angaben zum Energie- und Stoffstrom, ggf. bewertet hinsichtlich der Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit, infolge u.a.

- Bereitstellung von End- und Nutzenergie
- Transportdienstleistungen
- Herstellung von Grundstoffen
- grundlegenden Herstellungsprozessen
- Entsorgungsprozessen.

Diese Basisdaten sind untereinander vernetzt (z.B. Energie für Transportprozesse, Stoffe für die bauliche Hülle von Energieumwandlungsanlagen). Es entstehen „Zirkelbezüge“ im Sinne von „loops“, die durch zweckmäßige Abschneidekriterien aufzulösen sind. Materialien wie Kupfer, Aluminium u.a. im Sinne von Rohmaterialien stellen eine Bearbeitungsstufe dar, die noch der Basis 0 zugeordnet wird.

### 1.2. Basis 1

Im Sinne bauwesenrelevanter Informationen werden im Bereich der Basisdaten Informationen über

- Bauprodukte im Sinne von Baustoffen, Bauteilen und Systemen (Heizung, Lüftung, u.a.)
- Bauprozesse (z.B. Energie für Maschineneinsatz) für Errichtung, Instandhaltung, Abriss
- Dienstleistungen für die Bereitstellung von Energie (hier Raumwärme, Warmwasser, Licht u.a.)
- Dienstleistungen für die sonstige Ver- und Entsorgung (z.B. Wasser und Abwasser)
- Dienstleistungen im Rahmen der Bewirtschaftung (z.B. Reinigung)

benötigt und bereitgestellt.

Bauprodukte sind u.a. Träger von Informationen, die auf höherer Aggregationsebene (z.B. Element oder Gebäude) die Datenbasis für Bewertungsabläufe bilden. Es kann zweckmäßig sein, Bauprozessen die Daten von Hilfsstoffen (z.B. Schalungsöl) zuzuordnen.

Informationen über Dienstleistungen im Bereich der Bereitstellung von End- und Nutzenergie sind einerseits den bauwesentypischen Basisdaten auf der Ebene **Basis 1** zuzuordnen. Im Sinne von Varianten zur Versorgung mit Energie können sie jedoch auch in Ausnahmefällen ein eigenständiger Untersuchungs- und Bewertungsgegenstand sein.

Die Dienstleistungsprozesse zur Aufrechterhaltung der Nutzungsfähigkeit bilden die datenseitige Voraussetzung für die Beschreibung und Bewertung des Lebenszyklusses von Gebäuden, Gebäudegruppen und Gebäudebeständen.

## **2. Bauwesentypische Bewertungsgegenstände**

### **2.1. Ebene 1 - Elemente**

Unter Elementen werden Teile eines Gebäudes im eingebauten Zustand verstanden. Beispiele sind 1 m<sup>2</sup> Außenwand, 1 Fenster im eingebauten Zustand, 1 Heizungsanlage. Elemente im Sinne von Bauwerksteilen repräsentieren sowohl die in ihnen vergegenständlichten Materialien und Bauprodukte als auch die Bauprozesse (Bauleistungen).

Für die Simulation des Lebenszyklusses von Bauwerken können Elementen wesentliche Informationen zugeordnet werden. Beispiele sind

- bei Außenwänden der k-Wert
- bei Heizungsanlagen der Energieträger, der Jahresnutzungsgrad, die Emissionen.

Für die Beschreibung der Aufwendungen für Instandhaltung bestehen zwei Möglichkeiten:

- a) das Element enthält Angaben zur Lebensdauer und zum Instandhaltungsaufwand
- b) es wird zwischen Elementen für Neubau und Elementen für Sanierung unterschieden.

Im Rahmen des Planungsprozesses sind Variantenvergleiche auf der Ebene Element zwischen unterschiedlichen stofflich-konstruktiven Lösungen zur Erfüllung identischer Funktionsanforderungen möglich. (z.B. Festlegungen zu Bauweise und Baustoffen für eine Außenwand bei vorgegebener Anforderung an Statik, Wärmeschutz, Schallschutz u.a.).

### **2.2. Ebene 2 - Einzelbauwerke/Gebäudegruppen**

Einzelgebäude bilden einen wesentlichen Arbeits- und Bewertungsgegenstand. Im Rahmen von Gebäude-Produktmodellen können sie u.a. über Elemente beschrieben werden. Eine erste Bewertungsgröße ist i.d.R. der Aufwand für die Errichtung inklusive aller energetischen und stofflichen Vorstufen. Für die Bewertung von Gebäuden während ihres Lebenszyklusses sind Simulationsrechnungen auf der Basis zu vereinbarenden Szenarien erforderlich. Datenbasis sind Angaben zu Nutzungs-, Bewirtschaftungs- und Instandhaltungsprozessen.

Die Fragen der Einbeziehung von energetischen und stofflichen Aufwendungen z.B. für Kochen oder den Betrieb von Büroausstattungen hängen von der Fragestellung und dem definierten Bilanzrahmen ab. Es ist zu unterscheiden, ob als Gegenstand/Bezugsgröße im wesentlichen des Gebäude oder die Nutzung des Gebäudes („Dienstleistung Wohnen“; „Dienstleistung Bürofunktion“) betrachtet wird. Ähnliches gilt für die Art und den Grad der Einbeziehung von Bauten und Dienstleistungen der Infrastruktur (anteilige Straßen, anteilige Energieversorgungsstrassen u.a.).

Bauten der Infrastruktur lassen sich ebenso wie betrachtete Einzelbauwerke i.d.R. über Elemente beschreiben. Sie können selbst zum Untersuchungs- und Bewertungsgegenstand werden.

Für die Untersuchung ökonomischer und ökologischer Parameter im Sinne von Energie- und Stoffströmen ist eine Aggregation sinnvoll und die Betrachtungsebene Gesamtgebäude zweckmäßig. Fragen der Gesundheit und Behaglichkeit sollten im Gegenteil dazu lokalisiert werden. Hierzu eignet sich die Betrachtungsebene „Raum“.

Im Planungsalltag werden Einzelgebäude sowohl im Zusammenhang mit der Planung und Errichtung von Neubauten als auch im Zusammenhang mit der Analyse und Modernisierung

bestehender Gebäude (ein zweiter Lebenszyklus) behandelt. Neben den Einzelgebäuden gilt dies auch für Gebäudegruppen, die sich von Einzelgebäuden z.B. durch eine andere Form der Energieversorgung, durch die Beteiligung anderer Akteure oder durch modifizierte Planungsprozesse unterscheiden können.

### **2.3. Ebene 3 - Siedlungen und Städte**

Es werden Fragen der Stadt- und Siedlungsplanung u.a. im Sinne der Beschreibung und Bewertung von Gebäudebeständen behandelt. Das Einführen der Ebene 3 erfolgt aus methodischer Sicht im Hinblick auf das Berufsbild des Stadt- und Siedlungsplaners. Im Rahmen einer Stadt- und Siedlungsplanung ist bei der Untersuchung dynamischer Entwicklungen und bei der Erstellung von Prognosen die Einbeziehung der Infrastruktur notwendig und typisch. Fragen zu den Gebäuden sind um Analysen des Personen- und Güterverkehrs zu ergänzen. Im Rahmen von Prognose-Modellen werden Szenarios benötigt.

### **2.4. Ebene 4 - regionale und nationale Gebäudebestände**

Es werden Fragen der Erfassung, Beschreibung und Bewertung regionaler und nationaler Gebäudebestände behandelt. Inhaltliche Bezüge zur Ebene 2 - Einzelbauwerke ergeben sich durch die Verwendung von „Typvertretern“ für eine Beschreibung von Gebäudegruppen innerhalb des Gebäudebestandes. Teilweise können zur Beschreibung, Simulation und Bewertung von Einzelgebäuden und „Typvertretern“ identische Werkzeuge verwendet werden. Während bei Einzelgebäuden deren Beschreibung, Simulation und Bewertung während ihres Lebenszyklusses den Untersuchungsgegenstand bildet, sind bei Gebäudebeständen zeitpunktbezogene Aussagen und die Verfolgung von Trends von Interesse. Insbesondere der stoffliche und energetische „input“ und „output“ je Jahr liefert Informationen für die Effektivität der Bewirtschaftung von Gebäudebeständen im Rahmen eines regionalen oder nationalen Ressourcenmanagements.

Der nationale Gebäudebestand bietet gleichzeitig den „Treffpunkt“ zwischen dem bottom-up- und dem top-down-Ansatz. Einerseits können erwünschte Aussagen über ein „Hochrechnen“ aus Einzelgebäuden und/oder „Typvertretern“ erzeugt werden. Andererseits kann dem Gebäudebestand ausgehend von nationalen Statistiken der Verflechtungsbilanzierung (bzw. der sektoralen input-output-Analyse) ein jährlicher input und output zugeordnet werden. Der bottom-up-Ansatz liefert dabei i.d.R. Werte, die als untere Grenze zu betrachten sind, da häufig indirekte Energie- und Stoffströme nicht vollständig mitbilanziert werden können.

Ausgehend von nationalen Statistiken zum input und output einzelner Wirtschaftssektoren besteht eine Querverbindung zu den Basisdaten für z.B. Materialien. Prinzipiell ist es möglich, Angaben zum Energie- und Stoffstrom bei der Herstellung von Materialien neben einer Analyse der Prozessketten auch aus input-output-Statistiken zu erhalten. Allgemein wird vorgeschlagen, den direkten Energie- und Stoffstrom über eine Analyse der Prozessketten und indirekte Aufwendungen ergänzend aus input-output-Statistiken zu erheben.

## Zusammenfassung

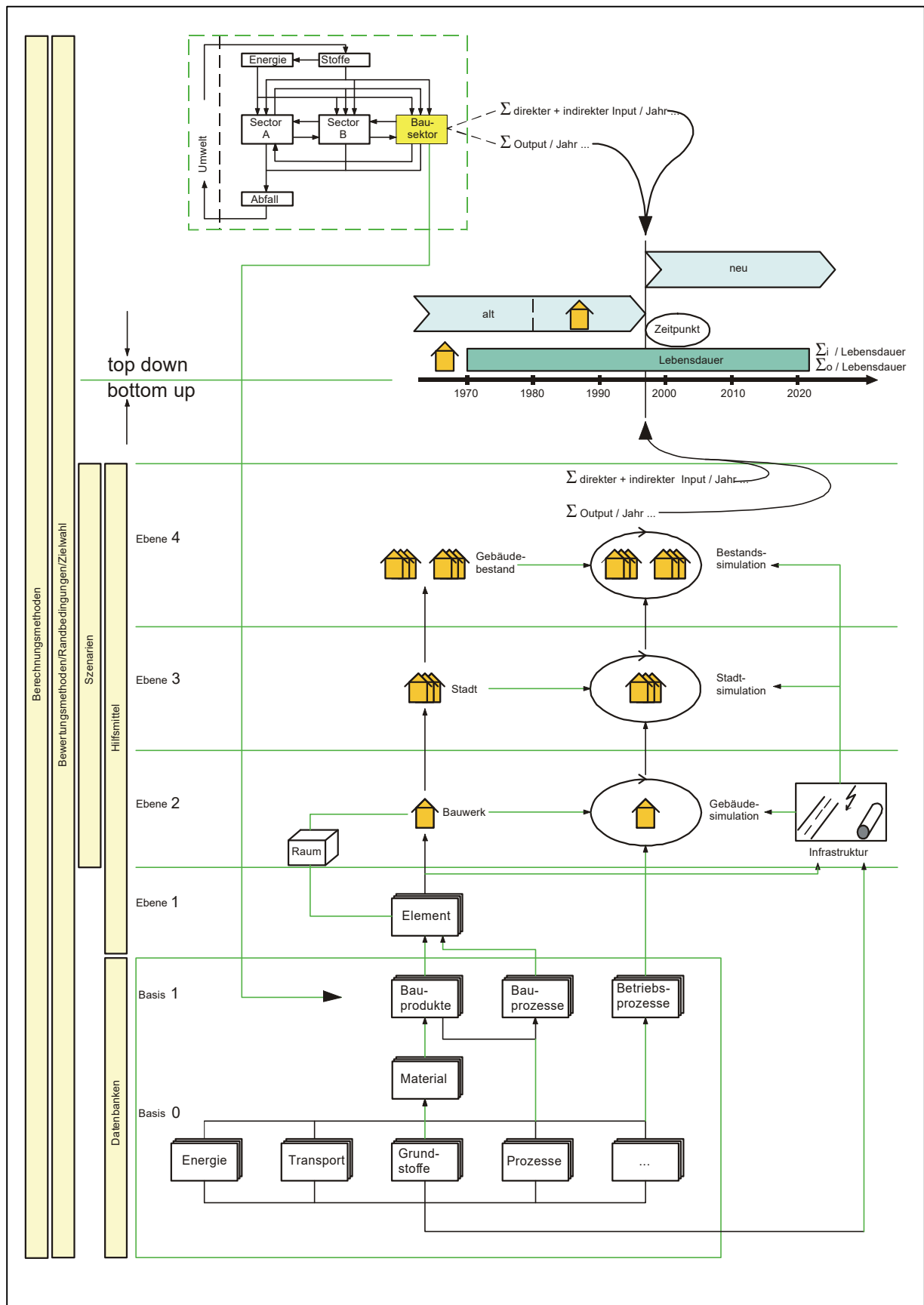
Zielgruppe für die im Rahmen des internationalen Forschungsvorhabens IEA-Annex31 „energy related environmental impact of buildings“ zu entwickelnde Methoden und Hilfsmittel sind Entscheidungsträger im Baubereich - speziell Planer. Im Sinne eines präventiven Umweltschutzes sollen die Auswirkungen von Entscheidungen auf Energieverbrauch und Umweltbelastung bereits in der jeweiligen Planung aufgezeigt und bewertbar gestaltet werden. Untersuchungsgegenstand sind Bauprodukte und Gebäude während ihres Lebenszyklusses sowie Gebäudebestände in ihrer dynamischen Entwicklung. Hierfür sind geeignete Methoden zu recherchieren bzw. zu entwickeln und anwendungsbereit in Form von Planungshilfsmitteln zur Verfügung zu stellen. Für spezifische Fragestellungen sind geeignete Bewertungsgegenstände unter Angabe zweckmäßiger Bilanzgrenzen vorzuschlagen. Im Sinne der Bereitstellung von Maßstäben für die Formulierung von Zielen und die Bewertung von Varianten sind Grenz- und Zielwerte zu entwickeln und auf ihre Eignung und Praxistauglichkeit hin zu überprüfen. Im Ergebnis soll eine systematische Beschreibung von Prozessen der Entscheidungsfindung in energie- und umweltrelevanten Fragen vorgelegt werden. Dieser sollen für einzelne Teilabschnitte jeweils

- Fragestellungen und Schutzziele
- verfügbare Berechnungs- und Bewertungsmethoden
- Datenquellen
- Hilfsmittel
- Grenz- und Zielwerte

zugeordnet werden. Das mit **Abb.1** entwickelte Schema dient hierfür als Orientierungs- und Verständigungsgrundlage.

## Literatur:

- /01/ Buchert, Fritsche, Gensch, Grieshammer, Jenseit, Rausch  
Stoffflußbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der Nachhaltigen Entwicklung  
Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes UBA-FB 99-059  
Herausgeber: Umweltbundesamt; UBA-Texte 47/99, 1999
- /02/ Lützkendorf, T.  
Systemgrenzen für Energie- und Schadstoffbilanzen  
Tagung „Energie- und Schadstoffbilanzen im Bauwesen“, Zürich 7.3.1991  
ETH Zürich, Tagungsband S. 39 – 54
- /03/ Kohler, Lützkendorf, Holliger  
Energie- und Schadstoffbilanzen im Bauwesen  
Schlußbericht zum Forschungsvorhaben; ETH Lausanne und HAB Weimar, 1991
- /04/ Kohler, Schwaiger  
Sustainable Management of Buildings and Building Stocks  
International Conference „Green Building Challenge 98“, Vancouver 26.-18.10.1998  
Conference Proceedings Volume 2, S. 197 - 204



**Abb.1:** Systematik der Bewertungsgegenstände und –ebenen einer ökologischen Bewertung im Bauwesen (Verfasser)

# **Der Bedarf von Akteuren an Informationen und Grundlagen zur Vorbereitung von energie- und umweltrelevanten Entscheidungen während des Lebenszyklusses von Bauwerken**

## **Vorbemerkung**

In vorausgegangenen Abschnitten wurden die allgemeinen Wechselwirkungen zwischen der Biosphäre und der Technosphäre unter Berücksichtigung der Rolle der am Bau beteiligten Akteure diskutiert. Ebenso wurden bereits die notwendigen Entscheidungen während des Planungsprozesses und innerhalb des Lebenszyklusses von Bauwerken strukturiert, die u.a. unter Berücksichtigung und Bewertung dieser Wechselwirkungen zu treffen sind. Es erfolgte eine Herausarbeitung von Entscheidungsnotwendigkeiten mit besonderer Relevanz für die Bereiche Energie und Umwelt, teilweise auch Gesundheit.

Ziel ist es, Entscheidungsträger nicht nur in die Lage zu versetzen, den Zusammenhang zwischen ihren Entscheidungen und deren Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit zu erkennen und zu beschreiben - sondern auch aktiv und positiv zu beeinflussen. Die Integration von Aspekten der Energieeinsparung und Ressourcenschonung sowie des Umwelt- und Gesundheitsschutzes in die Entscheidungsvorbereitung und -findung erfordert die Bereitstellung von Informationen. Es ergibt sich ein Bedarf an Informationen, die als Entscheidungsgrundlagen an die spezifischen Interessen, Kenntnisse und Handlungsoptionen des jeweiligen Entscheidungsträgers (Akteurs) angepasst sein sollten.

Nachstehend erfolgt eine Analyse des Bedarfes an Informationen und Grundlagen, um energie- und umweltrelevante Aspekte in die Entscheidungsvorbereitung und -findung zu integrieren. Diese Analyse soll im Sinne der Formulierung von Anforderungen die Basis für eine vergleichende Bewertung von Werkzeugen, Methoden und Daten sein. Diese Werkzeuge, Methoden und Daten werden später u.a. dahingehend beurteilt, ob sie geeignet sind, den Bedarf an Informationen und Entscheidungsgrundlagen der Akteure zu decken bzw. ob sich eine Notwendigkeit zur Weiterentwicklung bzw. Neuentwicklung von Hilfsmitteln ergibt.

## **1. Struktur der Informationsbedürfnisse**

Die Informationsbedürfnisse von Akteuren können hinsichtlich verschiedener Aspekte strukturiert werden, die nachstehend einzeln und aus methodischer Sicht diskutiert werden. Anschließend erfolgt jeweils der Versuch einer zusammenfassenden Übersichtsdarstellung. Folgende Aspekte werden behandelt:

- a) Motivation, Handlungs- u. Verantwortungsbereich, Grad der persönlichen Betroffenheit
- b) Gegenstand des Informationsbedarfes
- c) Detaillierungsgrad der Information, Eingriffsmöglichkeiten, Form der Darstellung



### **a) Motivation, Handlungs- u. Verantwortungsbereich, Grad der pers. Betroffenheit**

Obwohl die hier zu untersuchenden Informationsbedürfnisse von Akteuren deren jeweils spezifischer Rolle und Sicht zugeordnet werden müssen, können zunächst allgemeingültige Ebenen der Motivation definiert werden, die für Einzelindividuen zutreffen. Es wird hier unterschieden zwischen einer

#### ■ *Motivationsebene 1 (individuelle Dimension)*

Die Interessen von Einzelpersonen konzentrieren sich in der Motivationsebene 1 auf die Erhaltung der individuellen Gesundheit, Behaglichkeit und Lebensqualität. Dies trifft insbesondere auf den einzelnen Nutzer von Bauwerken bzw. den Bauherren als künftigen Selbstnutzer zu. Zusätzlich können Einzelpersonen stellvertretend die Interessen Dritter hinsichtlich der Aufrechterhaltung von Gesundheit und Behaglichkeit berücksichtigen. Dies trifft auf der Seite der „Nutzer“ z.B. für eine Interessenvertretung der Familienmitglieder bzw. der Mitarbeiter zu. Auf der Seite der „Planer“ und der „Investoren“ reichen die Motive einer Vertretung von Interessen Dritter (hier der späteren Nutzer) von moralisch/ethischen Dimensionen (u.a. Berufsehre, Verantwortungsbewußtsein, Professionalität) bis hin zu Aspekten des Marketing und der ökonomischen Zwänge (u.a. Imagebildung, Sicherung der langfristigen Vermietbarkeit).

Die Motivationsebene 1 ergibt i.d.R. einen Informationsbedarf hinsichtlich Raumluftqualität, Behaglichkeitsparametern und gesundheitlichen Risiken auf der Ebene „Raum“. während der Phase „Nutzung“. Das Ziel der Sicherung einer Lebensqualität im allgemeinen Sinne repräsentiert die Schnittstelle zur lokalen und globalen Betrachtungsebene.

Die Seite des „Baubetriebes“ vertritt zusätzlich die Interessen des Gesundheitsschutzes für die ausführenden Bauarbeiter auf der Ebene „Arbeitsprozess“ während der Phasen „Errichtung“, „Instandhaltung“ und „Abriss“.

Aspekte einer Sicherung der individuellen Gesundheit von Nutzern und Verarbeitern werden zusätzlich durch den „Gesetzgeber“ vertreten und durchgesetzt.

#### ■ *Motivationsebene 2 (lokale/regionale Dimension)*

Die Motivationsebene 2 erfaßt die lokale und regionale Dimension im Sinne der unmittelbaren Umgebung des Gebäudes, des Stadt- oder Siedlungsteiles, der Stadt- oder Siedlung und der näheren Umgebung. In Ausnahmefällen kann die regionale Betrachtung auf einen nationalen Rahmen ausgedehnt werden.

Die Motive der Handelnden ergeben sich aus der individuellen Betroffenheit (Nutzer) bzw. aus Anspruch und Notwendigkeit, die Interessen Dritter zu wahren. Es ergibt sich u.a. ein Informationsbedarf hinsichtlich Flächenverbrauch, Flächenversiegelung, Beeinflussung von Grundwasser und Landschaftsbild, Auswaschung von Schadstoffen aus Gebäudeoberflächen, Emissionen von lokal wirksamen Luftschadstoffen oder der Inanspruchnahme regional verfügbarer Ressourcen. In einem erweiterten Rahmen planerischer Überlegungen besteht ein zusätzlicher Informationsbedarf hinsichtlich verursachter lokaler Stoffströme (Baustoffe, Waren, Abfälle) und Personentransporte. Hauptgegenstand ist i.d.R. die Phase „Nutzung“, bei erweiterter Betrachtung werden zusätzlich die Phasen „Errichtung“, ggf. auch „Instandhaltung“ und „Abriss“ berücksichtigt.

#### ■ *Motivationsebene 3 (globale Dimension)*

Die globale Dimension ergibt sich aus dem Motiv des nachhaltigen Umgangs mit der Umwelt. Die Umwelt in ihrer Eigenschaft als Rohstofflager, Produktivkraft und Lebensraum soll hierbei einerseits durch die Verringerung der Ressourceninanspruchnahme sowie die Aufrechterhaltung der Regenerationsfähigkeit der natürlichen Systeme und andererseits durch die Verringerung der Umweltbelastung durch den Eintrag von Schadstoffen geschützt werden. Zusätzlich besteht ein Interesse am Schutz von Flora und Fauna zur Sicherung der Biodiversität. Hinsichtlich der Sicherung von Gesundheit und Lebensqualität besteht das Ziel in einer Verringerung des Ausstoßes gesundheitsgefährdender Substanzen. Es ergibt sich ein Informationsbedarf hinsichtlich verursachter (globaler) Energie- und Stoffströme (Ressourceninanspruchnahme, Emissionen, Abfälle) sowie der resultierenden Folgen für die Umwelt. Betrachtungsebenen sind i.d.R. das „Einzelgebäude“

während seines vollständigen Lebenszyklusses bzw. der „Gebäudebestand“ in seiner „dynamischen Entwicklung“.

Eine Einbeziehung globaler Dimensionen in die Motive der Handelnden setzt sich bei „Nutzern“, „Planern“ und „Investoren“ allmählich durch. Eine Ursache für bisherige Probleme war, dass die Akteure i.d.R. nicht mit entsprechenden Informationen versorgt werden konnten. Die bei Einzelvertretern teilweise vorhandene Motivation führte ohne ausreichende Datengrundlage zu einer „Ideologisierung“ der Diskussion, die nun durch objektive Entscheidungsgrundlagen abgelöst werden muß.

Auf der Ebene der Gebäudebestände wird die globale Ebene durch den Gesetzgeber und seine Organe berücksichtigt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Motivationsebenen der Akteure gut mit der Struktur einer Beschreibung von Wirkungen auf die Umwelt korrespondieren. Eine Deckung des Bedarfes an Informationen hinsichtlich punktueller/individueller; lokaler/regionaler sowie globaler Ursachen und Wirkungen mit einer Relevanz für Energie und Umwelt ist daher prinzipiell möglich.

In der nachstehenden Übersicht wird der Versuch einer Zuordnung von Motiven der Akteure zu den Phasen des Lebenszyklusses unternommen. Der Informationsbedarf ergibt sich dabei nicht während dieser Phase sondern im Rahmen der Planung und Entscheidungsvorbereitung hinsichtlich dieser Phase.

Phase	Investor	Nutzer	Planer	Baubetrieb	Service
Vorstufen			lokal global		
Errichtung	lokal (global)		lokal (global)	<i>individuell</i> lokal (global)	
Nutzung	<i>individuell</i> <b>lokal</b> global	<b>individuell</b> <b>lokal</b> global	<i>individuell</i> <b>lokal</b> <b>global</b>		<i>individuell</i> lokal global
Instandhaltung	lokal (global)	<b>individuell</b> <b>lokal</b>	<i>lokal</i> global	<i>individuell</i> lokal (global)	
Abriss			<i>lokal</i> (global)	<i>individuell</i> lokal (global)	
Entsorgung			<i>lokal</i> global		

**Abb. 1:** Zuordnung von Motivationsebenen für einen Informationsbedarf der Akteure zu den Phasen des Lebenszyklusses (*kursiv = indirekt für Dritte, fett = besonderes Interesse*) (Verfasser)

**b) Gegenstand des Informationsbedarfes**

Im Rahmen der Entscheidungsvorbereitung ergibt sich ein Informationsbedarf in Bezug auf unterschiedliche Betrachtungsgegenstände. Das Interesse der Akteure ist hierbei auf spezifische Betrachtungsgegenstände gerichtet.

Für die Entwicklung einer Struktur zur Beschreibung und Bewertung von Methoden und Werkzeugen erscheint es notwendig, diese auch hinsichtlich des Untersuchungsgegenstandes zu differenzieren. Allgemein ergibt sich bei den Akteuren ein Informationsbedarf zu folgenden Untersuchungsgegenständen (funktionellen Einheiten):

- Bauprodukte (Rohbaumaterial, Ausbaumaterial, Bauhilfsstoffe)
- Bauprozesse
- Stofflich-konstruktive Lösungen = Elemente (Rohbau-Elemente, Ausbau-Elemente)
- Technische Systeme = Elemente (Haustechnik-Elemente)
- Gesamtgebäude
- Systeme der Energie- und Medienbereitstellung / Infrastruktur

Mit nachstehender Übersicht wird der Versuch der Lokalisierung von Interessenlagen zum Informationsbedarf hinsichtlich des Untersuchungsgegenstandes unternommen.

Gegenstand	Investor	Nutzer	Planer	Baubetrieb	Service
Bauprodukte - Rohbau - Ausbau - Hilfsstoffe	■	■	■ ■ □	■ ■ ■	■ ■
Bauprozesse			□	■	
Elemente - Rohbau - Ausbau - Technik	□ ■ □	□ ■ □	■ ■ ■	□ □ □	■ ■
Gesamtgebäude	■	■	■		
Infrastruktur	□	□	■		■

**Abb.2:** Lokalisierung des Informationsbedarfes in der Relation Akteur/funktionelle Einheit (■ = Schwerpunkt des Informationsbedarfes; □ = Informationsbedarf vorhanden) (Verfasser)

**c) Detaillierungsgrad der Information, Eingriffsmöglichkeiten, Form der Darstellung**

Im Rahmen der Entscheidungsvorbereitung und –findung ergeben sich bei den Akteuren unterschiedliche Anforderungen an Informationen. Ihre Interessenlage unterscheidet sich hinsichtlich Detaillierungsgrad, Art der gewünschten Aggregation und Form der gewünschten Darstellung sowie Umfang möglicher Eingriffs- und Analysemöglichkeiten. Prinzipiell lassen sich mögliche Interessenlagen zu folgenden Fällen zusammenfassen:

**- Fall 1 – passive Rolle (Entgegennahme (und Weitergabe) von Informationen)**

Es besteht ein Bedarf an möglichst hochaggregierten Aussagen im Sinne eines (bereits bewerteten) Gesamtergebnisses. Es besteht das Ziel, die Ergebnisse energetischer/ökologischer Bewertungsabläufe in Kombination mit weiteren Aspekten (z.B. Kosten, Gewinn, Bauzeit u.a.) innerhalb eines komplexen Entscheidungsvorgangs zu berücksichtigen.

Teilweise reichen Vorkenntnisse und/oder das zur Verfügung stehende Zeitvolumen nicht aus, die Information zu hinterfragen oder detailliert zu bewerten. Der Entscheidungsträger setzt im Rahmen eines Vertrauensverhältnisses die fachliche Kompetenz des Bearbeiters und die Richtigkeit der gelieferten Informationen als gegeben voraus. Hieraus ergibt sich ein Bedarf an allgemein anerkannten Konventionen zur Erarbeitung und Bewertung von Informationen.

*Beispiel: Der Käufer einer Immobilie erhält einen Energieausweis oder Gebäudepass, der ihm die (geprüften) Eigenschaften des Objektes hinsichtlich der erreichten energetischen und/oder ökologischen Qualität zusichert. Diese Information läßt er in seine Kaufentscheidung einfließen.*

*Sonderfall: Developer und Investoren stellen einen Sonderfall dar. Sie benötigen zunächst im Rahmen ihres Eigenbedarfes Informationen für eine Entscheidungsfindung bei der Vorbereitung der Investition. Gleichzeitig besitzen sie ein zusätzliches Interesse, Informationen mit hohem Marketing-Wert an spätere Käufer oder Nutzer der Immobilien weitergeben zu können (z.B. Energieausweis, Gebäudepass, Zertifikate).*

**- Fall 2 – aktive Rolle (Erarbeitung, Bewertung und Bereitstellung von Informationen)**

Es besteht ein Bedarf an detaillierten Ausgangsinformationen, die in unterschiedlichen Aggregationsstufen aktiv weiterverarbeitet und bewertet werden können. Die Informationen sollen sich während der Phase der Bearbeitung hinsichtlich zweckmäßiger Teilaussagen analysieren lassen. Wünschenswert sind zusätzlich ein Aufzeigen von Eingriffsmöglichkeiten für eine Verbesserung der Lösung bzw. das Ermöglichen einer Durcharbeitung und vergleichenden Bewertung von Lösungs-Szenarien.

Nach Abschluß der Bearbeitung besteht ein Bedarf, die Informationen – angepaßt an den Informationsbedarf Dritter – ohne Mehraufwand darzustellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenzufassen.

*Beispiel: Der Planer bearbeitet den Entwurf eines umweltfreundlichen Niedrigenergiehauses. Er benutzt hierzu Planungswerkzeuge, die eine Ermittlung des Energieaufwandes für die Beheizung des Bauwerkes sowie die Berechnung und Bewertung der Energie- und Stoffströme während der Lebensdauer erlauben. Durch die Analyse des Beitrages einzelner Bauwerksteile zum Energie- und Stoffstrom sowie durch die Variation der wärmeschutztechnischen und haustechnischen Lösung gelangt er über einen iterativen Planungsprozess zu einem Entwurfsergebnis, welches den vorgegebenen Zielen entspricht. Das erreichte Ergebnis wird dokumentiert. Es erfolgt die Erstellung eines Energieausweises und/oder Gebäudepasses mit dem Ziel einer Weitergabe von Informationen und Bewertungsergebnissen an den Investor/Bauherren.*

Mit nachstehender Übersicht wird der Versuch unternommen, die Fall 1 und Fall 2 beschriebenen Grade der Aktivität beim Umgang mit Informationen den Akteuren zuzuordnen.

Rolle	Investor	Nutzer	Planer	Baubetrieb	Service
passiv Entgegennahme	■	■	□	□	□
passiv Weitergabe	■		□	□	□
aktiv Bearbeitung	□		■	■	□

**Abb.3:** Relation Akteur/Grad der Aktivität bei Informationsbeschaffung und –verarbeitung (■ = typisch; □ = möglich) (Verfasser)

Detaillierung	Investor	Nutzer	Planer	Baubetrieb	Service
hochaggregiert	■	■			
detailliert			■	■	■

**Abb.4:** Relation Akteur/gewünschter Detaillierungsgrad von Informationen  
(Verfasser)

### Zusammenfassung

Es wird deutlich, daß sich die unterschiedlichen Interessenlagen und Informationsbedürfnisse der Akteure nur mit spezifischen Methoden und Hilfsmittel befriedigen lassen. Die angeführten Möglichkeiten für eine Systematisierung der Informationsbedürfnisse könne in die Entwicklung einer Typologie für Werkzeuge zur Unterstützung des Planungsprozesses einfließen.

Für Entwickler von Methoden und Werkzeugen kann empfohlen werden, sich stärker als bisher bereits in der konzeptionellen Phase an den spezifischen Informationsbedürfnissen einzelner Akteure zu orientieren. Die Entwickler sollten die jeweilige Arbeitsweise und die Entscheidungsabläufe der Akteure analysieren, um die notwendige Kompatibilität und Integrationsfähigkeit der Methoden und Werkzeuge im Planungsalltag zu sichern.

Für die Recherche, Analyse und Darstellung verfügbarer Methoden und Werkzeuge wird eine Trennung in Methodische Grundlagen sowie in aktive und passive Hilfsmittel vorgeschlagen. Bei den Methoden handelt es sich um Berechnungs- und/oder Bewertungsverfahren auf der Basis theoretischer Modelle oder empirischer Meinungsbildung. Die aktiven Werkzeuge erlauben eine Anwendung der Methoden und Modelle, die passiven Hilfsmittel dienen der Zusammenfassung, Darstellung und Weitergabe von Informationen.

#### *Beispiel: BREEM /01/*

*BREEM baut auf einer Methode der Bewertung und Aggregation von Informationen auf – hier auf der Basis von Punktsystemen sowie Wertungs- und Wichtungsfaktoren. Es existieren Werkzeuge zur Erarbeitung des BREEM-Rasters in Form von Softwarelösungen. Das Ergebnis ist ein Zertifikat, welches als Hilfsmittel durch den Investor zur Darstellung und Vermarktung der ökologischen Eigenschaften des Bauwerkes benutzt wird.*

Es besteht in Ausnahmefällen die Möglichkeit, daß bekannte Lösungen den Kategorien Methode, Werkzeug und Hilfsmittel gleichzeitig zugeordnet werden können. Hierin wird kein Widerspruch zum methodischen Ansatz gesehen.

/01/ BREEAM – building research establishment environmental assessment method  
Building Research Establishment Report 1/93, BRE Watford UK, 1993

/02/ Nibel, Sylviane  
Output sets related to actor's needs  
Diskussionsbeitrag zum IEA-Annex31  
(unveröffentlichtes Manuskript)

# **Methodische, berechnungs- und datentechnische Grundlagen für die Ermittlung des Energie- und Stoffstromes während der Lebensdauer von Bauwerken bei der Erstellung von Sachbilanzen während der Planung**

## **Vorbemerkungen**

Es werden die methodischen Grundlagen für eine Erstellung von Sachbilanzen für die Energie- und Stoffströme während der Lebensdauer eines Bauwerkes in Form eines theoretischen Beitrages behandelt.

Im nachstehenden, nach Abschnitten des Lebenszyklusses eines Bauwerkes geordneten Beitrag werden die zur Ermittlung des Energie- und Stoffstromes notwendigen Aktivitäten beschrieben. Der manuell bzw. computergestützt zu deckende Informationsbedarf wird herausgearbeitet. Zusätzlich wird angegeben, zu welchen Datenbanken eine Verknüpfung hergestellt werden muß. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit erfolgt die Darstellung in Form von Arbeitsblättern.

Der Beitrag dient einerseits dazu, die bisher vorwiegend an methodischen Grundlagen einer Lebenszyklusanalyse (LCA) arbeitenden Wissenschaftlern in die Besonderheiten der Errichtung und Nutzung von Bauwerken einzuweisen. Gleichzeitig ergeht die Anregung, auf nationaler Ebene die jeweils verfügbaren Datenbanken zu recherchieren, weiterzuentwickeln und den Nutzern bzw. Entwicklern von Planungswerkzeugen zugänglich zu machen.

Die Ermittlung der hier beschriebenen Sachbilanzen zum Energie- und Stoffstrom bildet die Grundlage für eine nachfolgende Bewertung der Folgen einer Errichtung, Nutzung und Entsorgung von Bauwerken für die Ressourcenbewirtschaftung, Umwelt und Gesundheit.

## energetische und stoffliche Vorstufen/Herstellung von Bauprodukten u. techn. Systemen

Für die Erfassung, Beschreibung und Bewertung des Lebenszyklusses von Bauwerken hinsichtlich einer verursachten Ressourceninanspruchnahme und der resultierenden Folgen für Umwelt und Gesundheit bilden Angaben zum Energie- und Stoffstrom für die Herstellung der Bauprodukte und technischen Systeme (z.B. Heizungsanlagen) die wesentliche Voraussetzung.

Es wird i.d.R. davon ausgegangen, daß Basisdaten zum Energie- und Stoffstrom für Energie- und Transportdienstleistungen, für die Gewinnung von Rohstoffen und die Herstellung von Grundstoffen sowie für allgemeine Entsorgungsprozesse bereits vorliegen und genutzt werden können. Informationsquellen sind i.d.R. nationale Datenbanken.

Innerhalb des Bausektors besteht die Aufgabe, den Energie- und Stoffstrom bei der Herstellung von Bauprodukten, Bauhilfsstoffen und technischen Systemen im Rahmen der Erstellung von Sachbilanzen (inventory analysis) zu quantifizieren und zu bewerten. Ein typisches Ergebnis sind Angaben zum vergegenständlichten Energieaufwand mit dem Bilanzkreis „frei Werktor aufgeladen“ (from grade to gate). Es besteht ein Interesse an der Ermittlung von Durchschnittswerten, da bei einer Bewertung von zu planenden Gebäuden der Lebensweg der Bauprodukte nicht bis zu einem konkreten Unternehmen zurückverfolgt werden kann.

Für die Datenermittlung kommen die Methoden der Prozesskettenanalyse bzw. der input/output-Tabellen oder auch Mischformen (Hybridmethode) zum Einsatz.

Zur Verbesserung von Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Datenermittlung sind der Bilanzrahmen mit seinen Systemgrenzen, der Bilanzraum, der Zeitpunkt und die Datenqualität zu deklarieren. I.d.R. enthalten die ermittelten Werte den Aufwand für materielle und energetische Vorstufen (Bereitstellung von Energieträgern und leistungsgebundener Energie, Herstellung von Ausgangsstoffen und Materialien einschließlich Antransport), den direkten Energieaufwand für die Herstellungsprozesse und den indirekten Energieaufwand zum Betreiben der Produktionsstätte. Der Aufwand zur Reproduktion der lebendigen Arbeit (Ernährung der Arbeitskräfte) sowie zur Bereitstellung der Maschinen und Produktionsgebäude bleibt i.d.R. unberücksichtigt. Es wird hier auf die allgemein bekannten Prinzipien und Vereinbarungen zur Ermittlung des vergegenständlichten Energieaufwandes bzw. zur Erstellung von Sachbilanzen verwiesen.

Bewährt hat sich die Erstellung von Datenbanken, die einerseits einheitliche Basisdaten für Energie, Grundstoffe und Prozesse verwenden und andererseits die vollständige Verknüpfung einzelner Produktionsprozesse aufrechterhalten. Nur so ist eine spätere Berichtigung, Ergänzung und Aktualisierung der Daten für Bauprodukte und technische Systeme möglich.

Als Ergebnis liegen für bauwesentypische Produkte und Systeme Angaben zum Energie- und Stoffstrom infolge ihrer Herstellung vor. Die Daten können in Form von Ergebnissen einer Sachbilanz und/oder in bereits bewerteter Form (z.B. als embodied energy Kennwert) für eine Weiternutzung bereitgestellt werden. Je nach späterer Verwendung ist die Ermittlung von Daten für Einzelbaustoffe oder komplexe Produkte sinnvoll. Es kann zwischen Bau- und Bauhilfsstoffen (z.B. Zement, Schalöl), zusammengesetzten Bauprodukten (z.B. Beton), Bauteilen (z.B. Fenster) und Bauelementen (z.B. ein sich aus mehreren Schichten zusammensetzender vollständiger Außenwandaufbau) unterschieden werden. Zusätzlich werden Daten für technische Systeme wie die Heizungs-, Elektro- und Sanitärinstallation bereitgestellt. Die unbewerteten und/oder bewerteten Daten werden auf Funktionseinheiten (functional units) bezogen angegeben.

Informationsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Energie- und Stoffströme bei der Herstellung von Bauprodukten</li> <li>■ Energie- und Stoffströme bei der Herstellung von techn. Systemen</li> </ul>
Methoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Prozesskettenanalyse</li> <li>■ input/output-Methode (Verflechtungsbilanzierung)</li> <li>■ Hybridmethode (Prozessketten in Kombination mit input/output-Tabellen)</li> </ul>
Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Werkzeuge zur Erstellung von produktbezogenen Ökobilanzen</li> </ul>
Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von End-/Nutzenergie</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Transportdienstleistungen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Gewinnung von Rohstoffen/Grundstoffen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für allg. Entsorgungsprozesse</li> </ul>

### *DB ... Datenbanken*

## Herstellung/Errichtung des Gebäudes

Die Erfassung und Bewertung der Ressourceninanspruchnahme und der resultierenden Folgen für Umwelt und Gesundheit infolge der Herstellung und Errichtung eines Bauwerkes setzt eine vollständige Beschreibung der verwendeten Bauprodukte (einschließlich der Bauhilfsstoffe, der Baustellenabfälle und der anteilig anzurechnenden Materialien - z.B. Schalung) und Systeme sowie der Transport- und Bauprozesse voraus. Bilanzgrenze ist der Zeitpunkt der Fertigstellung und Übergabe des Gebäudes. Vergleichbar der Kostenermittlung hängen Methoden und Genauigkeitsgrad der Ermittlung des Energie- und Stoffstromes für die Herstellung und Errichtung von Bauwerken vom Bearbeitungszeitpunkt innerhalb des Planungsprozesses und dem dabei erreichten Informations- und Konkretisierungsstand ab. Der Ansatz einer Ermittlung von Mengen und Massen eingesetzter Bauprodukte, der notwendigen Transporte sowie des direkten Energieaufwandes für Baumaschinen und Bauprozesse ist i.d.R. erst in einer späten Planungsphase und nur mit hohem (manuellen) Aufwand möglich. Eine Ermittlung des unbewerteten und/oder bewerteten Energie- und Stoffstromes infolge der Herstellung und Errichtung des Bauwerkes setzt die Verknüpfung der gebäudespezifischen Daten zur Art und Menge eingesetzter Produkte und Prozesse mit Werten aus nationalen Datenbanken voraus. Diese Arbeitsweise und der Zugang zu Datenbanken sind für Planungsbüros nicht typisch. Eine Anwendung erfolgte bisher nur für wissenschaftlich Zwecke - eine Akzeptanz in der Planungspraxis liegt (wegen des hohen Aufwandes) i.d.R. nicht vor.

*alternativ:*

Im Sinne einer Arbeitserleichterung und Rationalisierung kann eine Ermittlung des Aufwandes für Herstellung und Errichtung des Bauwerkes auf der Basis der aus der Kostenermittlung übernommenen Element-Methode erfolgen. Hierbei werden alle Informationen zum unbewerteten und/oder bewerteten Energie- und Stoffstrom infolge der Herstellung der Bauprodukte, ihres Antransportes zur Baustelle sowie im Rahmen der Verarbeitung/des Einbaus einem funktionalen Äquivalent (functional unit) - dem Element - zugeordnet. Das Element repräsentiert damit einen Teil des fertigen Bauwerkes im eingebauten Zustand (z.B. 1 m<sup>2</sup> Außenwand, 1 Stück Heizungssystem). Für den Planer reduziert sich der Aufwand auf eine Ermittlung von Art und Anzahl zu planender Elemente. Die Elemente lassen sich über ihren Aggregationsgrad (Makro-, Grob-, Feinelement) an die Planungsphase anpassen und eignen sich so auch für frühe Entwurfsstadien. Voraussetzung ist das Vorhandensein von Datenbanken oder Katalogen mit entsprechenden Angaben zu Elementen. Die Informationen lassen sich mit einfachen Hilfsmitteln (z.B. EXCEL-Tabellen ohne direkte Verbindung zum geometrischen Gebäudemodell) bzw. mit komplexen Planungswerkzeugen mit CAAD-Schnittstelle verarbeiten. Als Ergebnis liegen Angaben zum Energie- und Stoffstrom infolge der Herstellung und Errichtung des Bauwerkes im Sinne des Erst- bzw. Investitionsaufwandes vor.

Informationsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Art und Menge eingesetzter Bauprodukte und Systeme</li> <li>■ durchschnittlicher Transportaufwand für Antransport zur Baustelle</li> <li>■ Art und Umfang von Bauprozessen/Baumaschineneinsatz</li> </ul> <p><i>alternativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Art und Menge eingesetzter Bauelemente</li> </ul>
Methoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mengen- und Massenermittlung</li> </ul> <p><i>alternativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Element-Methode (Ansatz aus dem Bereich der Kostenermittlung)</li> </ul>
Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Werkzeuge zur Mengen- und Massenermittlung</li> </ul> <p><i>alternativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ komplexe Planungswerkzeuge auf CAD-Basis und mit Element-Methode zur energetischen, ökologischen und ökonomischen Bewertung</li> </ul>
Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von Bauprodukten</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von techn. Systemen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Transportdienstleistungen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von End- und Nutzenergie</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Bauprozesse/Baumaschinen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für allg. Entsorgungsprozesse (Bauabfälle)</li> </ul> <p><i>alternativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ DB Energie- und Stoffströme bei Einbau komplexer Bauelement</li> </ul>



## Nutzungsphase/laufender Aufwand - Teil Betreiben (Beheizen, Beleuchten, Belüften,...)

Die Erfassung und Bewertung der Ressourceninanspruchnahme und der resultierenden Folgen für Umwelt und Gesundheit infolge des Betriebes des Gebäudes während der Nutzungsphase beruht auf Annahmen (Szenarien) und Rechenregeln. Ermittelt wird der Aufwand an Nutzenergie und/oder an Endenergieträgern für den gebäudebedingten Energieaufwand zur Aufrechterhaltung der Nutzungsfähigkeit. Dies umfaßt i.d.R. den Energieaufwand für Beheizung / Kühlung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung, Belüftung, Aufzüge und sonstige Haustechniksysteme einschließlich der Antriebs- und Hilfsenergie (z.B. Strom für Pumpen).

Die Ermittlung des Energieaufwandes im Sinne einer Vorhersage erfolgt u.a. auf der Basis von Annahmen zu Nutzungsart, Nutzungsdauer, Grad der Befriedigung von Nutzerbedürfnissen, Standort, Klima, Belegungsdichte u.a., die durch Szenarien beschrieben werden können. Die Rechenregeln sind i.d.R. national vorgegeben. Es wird empfohlen, zur Sicherung der Transparenz den laufenden Energieaufwand getrennt nach Verwendungszwecken und Arten von Energieträgern auszuweisen und nicht auf der Stufe Endenergie zusammenzufassen. Aus methodischer Sicht ist eine Aggregation des Energieverbrauches erst auf der Stufe Primärenergieeinsatz bzw. Energie- und Stoffstrom (z.B. resultierende CO<sub>2</sub>-Emissionen) korrekt.

Bei der Ermittlung des Energieaufwandes z.B. für die Beheizung ist heute die Erstellung einer Bilanz aus Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten unter Abzug nutzbarer äußerer und innerer Wärmegewinne üblich. Dieser Nutzenergie- bzw. Jahresheizwärmebedarf wird unter Annahme eines Nutzungsgrades des Wärmeversorgungssystems in einen Endenergie- bzw. Jahresheizenergieaufwand umgerechnet. Die ermittelte Menge an Energieträgern (z.B. m<sup>3</sup> Erdgas) wird mit Daten zum Energie- und Stoffstrom infolge der Bereitstellung der Energieträger verknüpft. Die resultierenden Emissionen ergeben sich aus den Vorstufen (Datenbank Bereitstellung Endenergie) und den systemspezifischen Emissionen des Haustechniksystems (Datenbank Emissionsfaktoren von Heizungssystemen). Es wird darauf hingewiesen, daß der Energieaufwand für Beheizung/Kühlung über die inneren Gewinne sehr stark durch nutzerabhängige Einflußgrößen wie Abwärme technischer Prozesse, Abwärme aus Computeranlagen, Installationsdichte, Belegungsdichte u.a. beeinflusst wird, die sich während der Nutzungsdauer auch ändern können. (Statt einer guten Dämmung können auch „schlechte“ Computeranlagen zu geringem Heizenergieverbrauch führen). Die Berechnung übriger Energieverbrauchskennwerte - z.B. für Beleuchtung - erfolgt durch die Annahme von Durchschnittswerten bzw. über die Anwendung aufwendiger Simulationsprogramme. Auf die Notwendigkeit einer Berücksichtigung der Hilfs- und Antriebsenergie - z.B. Strom für Ventilatoren in der Lüftungsanlage - wird nochmals hingewiesen.

Eine Ermittlung der Werte zum nutzungsbedingten Energie- und Stoffstrom erfolgt durch Spezialplaner auf der Basis von Simulationsprogrammen bzw. im Rahmen einer Abschätzung durch die Anwendung komplexer Planungswerkzeuge. Als Ergebnis liegen Angaben zum unbewerteten und/oder bewerteten Energie und Stoffstrom infolge des Betriebes des Gebäudes während der Nutzungsphase vor - einschließlich des Aufwandes zum Bereitstellen/Umwandeln der Energieträger. Es ist zweckmäßig, diesen Wert sowohl als Gesamtsumme während der angenommenen Nutzungsdauer als auch als Aufwand pro Jahr auszuweisen.

Informationsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Art und Menge benötigter Energieträger zum Betreiben des Bauwerkes</li> </ul>
Methoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Berechnung und Simulation des Energieverbrauchs</li> </ul>
Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Berechnungs- und Simulationsprogramme zum Energieverbrauch für Beheizung, Beleuchtung, Belüftung, ...</li> <li><i>alternativ:</i></li> <li>■ komplexe Planungswerkzeuge auf CAD-Basis mit integrierten Modulen zur Ermittlung des Energieaufwandes zum Betreiben des Gebäudes</li> </ul>
Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DB nationale/regionale Klimawerte</li> <li>■ DB Standardnutzungsszenarien</li> <li>■ DB bauphysikalische Werte von Bauprodukten (<i>alternativ:</i> von Elementen)</li> <li>■ DB technische/energetische/ökologische Werte für Haustechniksysteme (wie z.B. Nutzungsgrade, systemspezifische Emissionsfaktoren)</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von End- und Nutzenergie</li> </ul>

## Nutzungsphase/laufender Aufwand - Teil nutzerabhängiger Aufwand

Nicht immer lässt sich der laufende Aufwand sinnvoll in einen gebäudebedingten und einen nutzerabhängigen Anteil trennen. Gleichzeitig besteht ein Bedarf an Untersuchungen zum Energieaufwand und zur resultierenden Umweltbelastung, die den Bilanzrahmen des Einzelgebäudes verlassen - z.B. „Dienstleistung Wohnen“, Standortbetrachtungen incl. öffentlichem/privaten Verkehr u.a.. Teilweise wird im Rahmen der Untersuchung von Baunutzungskosten eine Vorhersage der Nutzungskosten einschließlich nutzerabhängigem Stromverbrauch, Wasserverbrauch und Abfallaufkommen benötigt.

Für genannte Zwecke kann im Sinne eines Zusatzmodules zu bereits dargestellten Berechnungsgrundlagen die Ermittlung u.a. folgender Angaben sinnvoll sein:

- Energieaufwand für Kochen, Haushaltgeräte und sonstige Verbraucher
- Energieaufwand für technologische Prozesse, Bürogeräte und sonstige Verbraucher
- Bedarf an Trinkwasser und Aufkommen an Abwasser
- Abfälle nach Art und Menge
- standortverursachter Personen- und Güterverkehr

Die Berechnung erfolgt i.d.R. unter Verwendung statistischer Werte und über eine Verknüpfung mit Angaben aus Datenbanken. Im Ergebnis liegt ein unbewerteter und/oder bewerteter Energie- und Stoffstrom für den nutzerabhängigen Teil des laufenden Aufwandes - geordnet nach Ursachen - vor.

Informationsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Art und Menge benötigter Energieträger - nutzerabhängiger Teil</li> <li>■ Art und Menge des sonstigen nutzerabhängigen Energie- und Stoffstromes (z.B. Abfallaufkommen)</li> <li>■ ggf. Art und Menge des Personen- und Güterverkehrs vom/zum Haus</li> </ul>
Methoden	■ Statistik
Werkzeuge	■ komplexe Planungswerkzeuge
Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DB zum Energieverbrauch von Haushalts- und Bürogeräten</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von End- und Nutzenergie</li> <li>■ ggf. DB nutzungsspezifisches Abfallaufkommen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Entsorgungsprozesse</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Transportdienstleistungen</li> </ul>

## Nutzungsphase/laufender Aufwand - Teil Reinigung, Wartung, Instandhaltung/-setzung

Zur Aufrechterhaltung der Gebrauchsfähigkeit des Bauwerkes während der Nutzungsphase werden Aktivitäten zur Reinigung, Wartung und Instandhaltung/-setzung erforderlich. Diese sind mit einem Energie- und Stoffstrom verbunden, der im Rahmen der Erstellung von Sachbilanzen für den Lebenszyklus von Bauwerken zu ermitteln ist.

Der Reinigungsaufwand (z.B. Wand- und Bodenoberflächen, Fenster) wird durch die Art der zu reinigenden Oberflächen und den Grad ihrer Nutzung/Beanspruchung beeinflusst. Dem i.d.R. geringen Energieaufwand steht ein häufig erhöhter Stoffstrom für Wasser und Reinigungsmittel gegenüber. Der mögliche Weg einer rechnerischen Berücksichtigung besteht in der Annahme einer Reinigungstechnologie, für die eine Sachbilanz vorliegt und ihrer Verknüpfung mit einem Reinigungszyklus.

Der Aufwand zur Wartung (der haustechnischen Anlagen) ist i.d.R. mit einem geringen Energie- und Stoffstrom verbunden und wird häufig vernachlässigt. Im Bereich der Ermittlung von Baunutzungskosten erfolgt i.d.R. eine Berücksichtigung.

Die Ermittlung des Energie- und Stoffstromes und der Folgen für Umwelt und Gesundheit infolge der Instandhaltung/-setzung erfolgt im Sinne einer Vorhersage. Sie setzt Annahmen zur Nutzungsdauer des Bauwerkes und zur Lebensdauer seiner Einzelbestandteile voraus. Aus dem Unterschied zwischen der angenommenen Nutzungsdauer des Bauwerkes und der Lebensdauer von Einzelkomponenten ergibt sich für diese ein Instandhaltungszyklus. Der Aufwand je Instandhaltungs-/setzungsmaßnahme umfaßt die Bau- und Entsorgungsprozesse für zu entfernende Bauteilschichten, Bauteile und/oder Systeme, den Aufwand zur Herstellung und zum Antransport neuer Bauprodukte, Bauteile und/oder Systeme sowie den Aufwand für deren Einbau. Insofern unterscheidet sich die Aktivität zur Instandsetzung gegenüber dem Neubau durch einen zusätzlichen Aufwand für Ausbau und Entsorgung. Für grobe Abschätzungen wird i.d.R. der Aufwand für die Herstellung, den Antransport und den Einbau eines Bauproduktes oder Systems auf seine Lebensdauer aufgeteilt und als mittlerer jährlicher Aufwand für Instandhaltung/-setzung berücksichtigt. Hierbei würden der Aufwand für Ausbau und Entsorgung sowie die Spezifik der Instandsetzungsprozesse (z.T. andere Technologie) vernachlässigt. Für exaktere Betrachtungen hat sich die Ermittlung des zeitpunktbezogenen Aufwandes für Einzelmaßnahmen zur Instandhaltung/-setzung in Abhängigkeit eines spezifischen Instandhaltungszyklusses und die Überlagerung der Ergebnisse innerhalb der Nutzungsdauer des Bauwerkes durchgesetzt. Die Erneuerung von Bauteilen wird als Sonderfall der Instandhaltung/-setzung betrachtet. Im Rahmen komplexer Planungswerkzeuge kann heute die Verknüpfung von Neubau- und Instandhaltungselementen unter Wahl eines Instandhaltungszyklusses die Berechnung unterstützen.

Als Ergebnis liegen Angaben zum unbewerteten und/oder bewerteten Energie- und Stoffstrom für Reinigung und Instandhaltung/-setzung vor. Es ist zweckmäßig, diesen Wert sowohl als Gesamtsumme während der angenommenen Nutzungsdauer, als mittleren jährlichen Aufwand bzw. - bei exakterer Betrachtung - konkret für einzelne Jahre der Nutzung auszuweisen.

Informationsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Art, Umfang und Zyklus des Reinigungsaufwandes</li> <li>■ Art und Umfang von Wartungsaktivitäten</li> <li>■ Art, Umfang und Zyklus des Instandhaltungsaufwandes</li> </ul>
Methoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Statistik</li> <li>■ ggf. Elementmethode</li> </ul>
Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ komplexe Planungswerkzeuge</li> </ul>
Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Reinigungsmittel und Reinigungsprozesse</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von Bauprodukten</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von techn. Systemen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Transportdienstleistungen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme zur Bereitstellung von End- und Nutzenergie</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Bauprozesse/Baumaschinen</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für allg. Entsorgungsprozesse (Bauabfälle)</li> <li>■ DB zur mittleren Lebensdauer von Bauteilen und Haustechniksystemen</li> <li>■ Szenarien für Reinigungszyklen</li> <li><i>alternativ:</i></li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Reinigungs-Elemente</li> <li>■ DB Energie- und Stoffströme für Instandhaltungs-Elemente</li> </ul>

## Abriß/Entsorgung

Am Ende der Nutzungsdauer eines Bauwerkes entsteht ein Aufwand für dessen Abriss und Entsorgung. Im Sinne einer Vorhersage ist der Energie- und Stoffstrom für die Prozesse während des Abbrisses und Abtransportes und ggf. bei der Entsorgung zu ermitteln. Bedingt durch die i.d.R. lange Nutzungsdauer der Gebäude ist die Vorhersage problematisch und der Grad der zu erwartenden Exaktheit nimmt mit wachsendem Betrachtungszeitraum deutlich ab.

Die Ermittlung der Energie- und Stoffströme infolge Abriß setzen eine Abrißplanung mit Annahme einer Abrißtechnologie voraus. Der zu ermittelnde Energieaufwand ergibt sich aus den Prozessen für Rückbau oder Abriß in Abhängigkeit von Art und Menge abzureißender Bausubstanz. I.d.R. wird zusätzlich der Transportaufwand bis zur Deponie bzw. bis zur Stätte der Wiederverwendung, Weiterverwendung, Recyclierung oder Entsorgung erfaßt. Eine Verknüpfung mit Daten zum Energie- und Stoffstrom infolge allgemeiner Entsorgungsprozesse ist theoretisch möglich - erfolgt i.d.R. jedoch nicht. Üblich ist ein Ausweisen von benötigtem Deponieraum - geordnet nach Deponiearten.

Die durch Wiederverwendung, Weiterverwendung oder Recyclierung möglichen positiven Effekte werden nicht beim zu bewertenden Gebäude, sondern erst nach dessen Beseitigung bei dann entstehenden Bauprodukten oder Bauwerken wirksam. Insofern ist ein Verrechnen rückgewinnbarer Anteile mit dem übrigen Aufwand während der Nutzungsdauer methodisch nicht korrekt. Sinnvoll scheint das gesonderte Ausweisen eines Wiederverwendungs- und Recycling-Potentials, welches als Zusatzinformation berechnet werden kann.

Alternativ zur beschriebenen Vorgehensweise besteht die Möglichkeit der Verarbeitung von alle notwendigen Informationen enthaltenden Abriß-Elementen in komplexen Planungswerkzeugen.

Als Ergebnis liegen unbewertete und/oder bewertete Angaben zum Energie- und Stoffstrom infolge Abriß und Entsorgung vor. Im Sinne von Zusatzinformationen ist die Angabe eines Wiederverwendungs- und Recyclingpotentials denkbar.

Alternativ zur Definition des Endes des Betrachtungszeitraumes für einen Lebenszyklus des Bauwerkes durch den angenommenen Zeitpunkt von Abriß und Entsorgung kann als Sonderform die Weiterverwendung des Gebäudes durch Umnutzung oder Modernisierung stehen. Hierbei wird der entstehende Aufwand für die Umnutzung/Modernisierung dem nachfolgenden Lebenszyklus zugeordnet.

Informationsbedarf	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Art und Menge abzureißender Bausubstanz in Abhängigkeit von zu wählender Abrißtechnologie und Aufwand für Abriß- und Transportprozesse</li><li>■ Art und Umfang ggf. weiter-/wiederzuverwertender Bauprodukte/Systeme</li><li>■ Art und Umfang ggf. recyclingfähiger Bauprodukte/Systeme</li></ul>
Methoden	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Prognose</li><li>■ ggf. Elementmethode</li></ul>
Werkzeuge	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Spezialprogramme zur Simulation des Aufwandes für Abriß/Entsorgung</li><li>■ komplexe Planungswerkzeuge</li></ul>
Datenbanken	<ul style="list-style-type: none"><li>■ DB Energie- und Stoffströme für Bauprozesse/Baumaschinen</li><li>■ DB Energie- und Stoffströme für Transportdienstleistungen</li><li>■ DB Energie- und Stoffströme für allg. Entsorgungsprozesse</li><li>■ DB Abfallartenverschlüsselung (waste code) und Zuordnung zu Deponien</li><li>■ DB zum bauproduktspezifischen Recycling-Grad und Recycling-Potential</li></ul> <p><i>alternativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ DB Energie- und Stoffströme für Abriss-Elemente</li></ul>

## Literatur:

- /01/ DIN EN ISO 14040 Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen; 1997  
Beuth Verlag GmbH
- /02/ DIN EN ISO 14041 Ökobilanz – Festlegung des Zieles und des Untersuchungsrahmens  
sowie Sachbilanz; 1998  
Beuth Verlag GmbH
- /03/ DIN EN ISO 14042 Ökobilanz – Wirkungsabschätzung; 1998  
Beuth Verlag GmbH
- /04/ DIN EN ISO 14043 Ökobilanz – Auswertung; 1998  
Beuth Verlag GmbH
- /05/ Grenzdörfer, G.; Lützkendorf, T.  
Beiträge zur Erfassung, Bewertung und Optimierung des Energieaufwandes bei Gebäuden  
Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen,  
Dissertation A; 1985
- /06/ Kohler, N.; Lützkendorf, T.; Holliger, M.  
Die Verknüpfung von Ökobilanz und Elementkostenmethode  
Schweizer Ingenieur und Architekt; 9/92 (110. Jahrgang), S. 170 – 172
- /07/ KOBEEK – kombinierte Berechnung von Energiebedarf, Umweltbelastung und Baukosten  
in frühen Planungsstadien  
Forschungsvorhaben – gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Schlussbericht Uni Karlsruhe; Uni Weimar; 1996
- /08/ LEGOE – Entwicklung von Planungswerkzeugen zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung  
des Lebenszyklusses von Gebäuden unter ökologischen Gesichtspunkten  
Forschungsvorhaben – gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Schlussbericht Edition AUM; Uni Karlsruhe; Uni Weimar; 1999
- /09/ Sidoroff, S.  
Systematik und Analyse von verfügbaren Datenbanken  
Teilbeitrag im Rahmen des Forschungsvorhabens IEA-Annex31 „energy related environmental  
impact of buildings“; 1999  
Zugang über <http://www.uni-weimar.de/ANNEX31> – siehe databases
- /10/ Fritsche; Jenseit, Lützkendorf, Eiermann, Kohler  
Erarbeitung von Basisdaten zum Energieaufwand und der Umweltbelastung von energie-  
intensiven Produkten und Dienstleistungen für Ökobilanzen und Ökoaudits  
Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes Nr. 104 01 123  
Zugang über <http://www.oeko.de/service/kea>
- /11/ Lützkendorf, T.  
Ökologische Bewertung von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden  
International Symposium of CIB W67 „energy and mass flow in the life cycle of buildings“  
4.-10.08.1996, Tagungsband S. 201 – 206
- /12/ Lützkendorf, T.; Kohler, N.; Holliger, M.  
Methodische Grundlagen für Energie- und Stoffflussanalysen – Handbuch und Leitfaden  
Herausgeber: Koordinationsgruppe des Bundes für Energie- und Ökobilanzen;  
Bern, 1992

# Vorschlag zur Ermittlung und Interpretation eines Recycling - Potentials bei der Beschreibung und Bewertung von Gebäudeentwürfen

## 1. Zielstellung

Die Langlebigkeit von Bauprodukten (hier Bauwerken/Gebäuden) macht spezifische Regelungen bezüglich der Ermittlung und Interpretation von künftig durch Recycling rückgewinnbaren Anteilen am Energieaufwand und Stoffeinsatz für die Errichtung von Bauwerken erforderlich. Das Ziel besteht in der Entwicklung einer Methode, die es erlaubt, bereits in der Planung Möglichkeiten und Grenzen einer Einflußnahme auf ein mögliches Recycling nach Ablauf der Nutzungsdauer aufzuzeigen.

## 2. Methodische Abgrenzung von kurzlebigen Konsumgütern

Bei Lebenszyklusbetrachtungen zu kurzlebigen Konsumgütern wird teilweise die Auffassung vertreten, daß bei der Ermittlung eines „Gesamtaufwandes“ an Energie, Stoffen und resultierenden Umweltwirkungen ein durch Wiederverwendung oder thermische Nutzung am Ende der Lebensdauer rückgewinnbarer Anteil im Sinne einer Gutschrift mit abmindernder Wirkung eingerechnet werden kann und soll. Es erfolgt somit eine Verrechnung von Erst-, Betriebs- und Entsorgungsaufwand mit einem Wiedergewinnungsanteil. Diese Betrachtung kann für kurzlebige Konsumgüter zweckmäßig sein.

Eine Übertragung dieses Ansatzes auf langlebige Produkte (hier Bauwerke/Gebäude) führt aus Sicht des Autors zu einer unzulässigen Vernachlässigung von Raum und Zeit. Die Langlebigkeit von Gebäuden führt dazu, daß ein späteres Recycling keine abmindernde Wirkung auf den heute zu treibenden Erstaufwand hat. Insbesondere bei der Untersuchung und Bewertung von Einzelgebäuden würde eine Verrechnung des Recyclings mit dem Erstaufwand zu einer dramatischen Verfälschung des realen zeitabhängigen Energie- und Stoffstroms führen. Im Unterschied zu Geldeinheiten ist das „Auf- und Abzinsen“ von Naturalgrößen (Energieaufwand, Ressourceninanspruchnahme, Umweltbelastung) im Sinne einer Vergleichbarmachung von Effekten zu unterschiedlichen Zeitpunkten methodisch nicht geregelt. Die Machbarkeit und Sinnhaftigkeit derartiger Überlegungen ist noch zu untersuchen.

## 3. Vorschlag

Aus Sicht des Bearbeiters ergeben sich bezüglich der Berücksichtigung des Recyclings am Ende der Nutzungsphase im Rahmen von Lebenszyklusbetrachtungen zu Bauwerken folgende Möglichkeiten :

- 1) Die Recyclingthematik am Ende der Lebens- oder Nutzungsdauer wird bei der lebenszyklusbezogenen Betrachtung von Bauwerken vollständig ausgeklammert.
- 2) Der Recyclingeffekt wird als „Entlastung“ beim Entsorgungsaufwand berücksichtigt. Stoffe, die einem Recycling zugeführt werden, müssen nicht entsorgt werden und sind so nicht mit Deponievolumen oder resultierenden Umweltwirkungen zu belasten. Sonstige positive Effekte werden nicht berücksichtigt.
- 3) Der Recyclingeffekt wird zusätzlich zu 2) als zeitpunktabhängige „globale Entlastung“ berücksichtigt, wenn nach Abzug des Aufwandes für die Recyclingprozesse zur Herstellung eines gleichwertigen Recyclingproduktes weniger Energieaufwand, Stoffeinsatz und/oder Umweltbelastung verursacht wird als bei der Herstellung eines Neuproduktes.

Vorgeschlagen wird die Einführung eines „**Recycling-Potentials**“, welches als Sonderinformation angegeben wird. Es darf jedoch nicht mit abmindernder Wirkung mit dem Aufwand an Energie, Stoffen und resultierenden Umweltwirkungen in übrigen Phasen des Lebenszyklusses von Gebäuden verrechnet werden.

Das Ermitteln und Ausweisen eines Recycling-Potentiales hat den Sinn, insbesondere dem Planer die Auswirkungen von Entscheidungen zu Material, Konstruktion und Bauweise auf eine quantifizierbare Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit aufzuzeigen. Der Recycling-Effekt tritt dann noch nicht automatisch ein, sondern hängt vom realen Verhalten (Entsorgungsszenario/Nachfrage nach Recyclingprodukten) zum Zeitpunkt von Abriss und Entsorgung ab. Beeinflusst durch die Planung wird jedoch das dann ggf. erschließbare Recycling-Potential.

Methodische Schwierigkeiten bereitet das Definieren einer „potentiellen Recyclingfähigkeit“. Im Rahmen dieses Vorschlages wird unterstellt, daß damit nicht nur die technische Machbarkeit sondern auch unter Hinweis auf ein günstiges Verhältnis von Aufwand zu Nutzen eine nachweisbare Sinnhaftigkeit gemeint ist. Diese Sinnhaftigkeit ist insbesondere dann gegeben, wenn bereits heute verfügbare Technologien für Recyclingprozesse ein günstiges Verhältnis von Aufwand zu Nutzen aufzeigen. Ggf. müssen mangels Daten heutige Verhältnisse auf die Zukunft übertragen oder Szenarien formuliert und mit Daten untersetzt werden.

#### 4. Zeitpunktabhängige Betrachtung des Recycling

Im Rahmen der Untersuchung des Lebenszyklusses von Gebäuden kann und muß der Einfluß von Recyclingprozessen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt untersucht werden. Folgende Zeitpunkte bzw. Zeitabschnitte sind relevant:

- *Zeitpunkt der Materialherstellung*
- *Zeitpunkt der Errichtung*
- *Zeitdauer der Nutzung (Periode der Instandsetzung)*
- *Zeitpunkt von Abriss und Entsorgung*

##### *Materialherstellung*

Zum Zeitpunkt der Materialherstellung im Sinne der Schaffung von Voraussetzungen für die Errichtung des Gebäudes wird von einer „Jetzt-Zeit“ ausgegangen. Im Rahmen der realen Recyclingquoten für spezifische Materialien kann der Effekt des Recycling bei der Bestimmung des Energieaufwandes, des Stoffeinsatzes sowie der resultierenden Umweltwirkungen „heute“ herzustellender Materialien und Bauprodukte berücksichtigt werden. Es bestehen die Möglichkeiten

- a) einer Berücksichtigung des Recyclingeffektes und der aktuellen Recyclingquote bei der Ermittlung des **durchschnittlichen** Aufwandes an Ressourcen und Energie im Rahmen von Sachbilanzen für die Herstellung von Materialien  
(*bei der Herstellung von Stahl geht durchschnittlich bereits auch Schrott in die Sachbilanz ein*)
- b) die Erstellung von Sachbilanzen getrennt für Neu- und Recyclingmaterialien sowie die Unterscheidung in Neumaterial bzw. Recyclingmaterial bei der Erstellung von Sachbilanzen für die Gebäude

Verbreitet ist ein Vorgehen nach a). Bei der Berücksichtigung des Recyclingeffektes in der „Jetzt-Zeit“ wird ein Aufwand an Energie, Stoffen und resultierenden Umweltwirkungen, der in der Vergangenheit angefallen ist, durch Weiter- und Wiederverwendung genutzt, um „heute“ Einspareffekte zu erzielen.

Recyclingeffekte, die beim Herstellungsprozess im Rahmen geschlossener Kreisläufe beim Hersteller auftreten, werden direkt in der Sachbilanz wirksam und sind nur noch in Prozessanalysen feststellbar.

##### *Errichtung*

Die bei der Errichtung des Gebäudes anfallenden Reststoffe können Recyclingprozessen zugeführt werden. I.d.R. werden die anfallenden Mengen vernachlässigbar klein sein.

Eine Wiederverwendung von Verpackungen, Gerüsten u.ä. wird dadurch berücksichtigt, daß dem Einzelobjekt nur ein Prozentsatz des Energie- und Stoffstromes sowie der resultieren-

den Umweltwirkungen (ähnlich einer Abschreibung) zugeordnet wird, der sich aus der mittleren Anzahl der Einsätze/Umläufe ergibt.

#### *Instandsetzung*

Das Problem einer Berücksichtigung von Recyclingeffekten im Rahmen der Instandsetzung ist methodisch mit dem der Phase Abriss/Entsorgung identisch und unterscheidet sich nur durch den Zeitpunkt.

#### *Abriss/Entsorgung*

Die Frage, ob nach Ende der Nutzungsdauer eines heute errichteten Bauwerkes potentielle Recyclingmöglichkeiten **tatsächlich** genutzt werden, liegt außerhalb von Einfluß und Verantwortung heutiger am Bau Beteiligter. Es kann daher nicht der heute zu treibende Aufwand mit möglichen Recyclingeffekten in der Zukunft verrechnet werden. Der Recyclingeffekt heute errichteter Bauwerke wird erst in der Zukunft wirksam.

Die **potentiellen Möglichkeiten** im Sinne der Bereitstellung von Optionen und Voraussetzungen für ein künftiges Recycling werden jedoch durch heutige Entscheidungen beeinflusst. Geschaffen wird in Abhängigkeit von Entscheidungen zu Materialwahl, Konstruktion und Bauweise ein Recycling-Potential (im Sinne von recyclingfreundlichen Konstruktionen und Verbindungen), welches durch entsprechendes Verhalten in der Zukunft dann auch real erschlossen werden kann.

### **5. Schaffung von Voraussetzungen zur Ermittlung eines Recycling-Potentials**

Die Ermittlung von Recycling-Potentialen ist an eine Reihe von Voraussetzungen gebunden, die erst in ihrem Zusammenwirken zu interpretierbaren Ergebnissen führen. Folgende Aufgaben bestehen hinsichtlich der Bereitstellung und Verknüpfung von Informationen:

#### *Material-Ebene*

Bezüglich der Materialebene müssen für eine Ermittlung eines entscheidungsabhängigen Recycling-Potentials szenariengerechte Ausgangsinformationen bereitgestellt werden.

Zu berücksichtigen sind die Fälle

- Weiterverwendung
- stoffliche Wiederverwendung
- thermische Nutzung
- Deponie

Es ist szenariengerecht anzugeben, wieviel des vergegenständlichten Stoffeinsatzes rückgewonnen bzw. durch Vermeidung von Abbau erspart und wieviel der vergegenständlichten Energie durch Weiternutzung, thermische Nutzung bzw. durch Vermeidung von Herstellungsprozessen für Neuprodukte gewonnen bzw. erspart werden kann.

Im Rahmen von Lebenszyklusbetrachtungen muß gleichzeitig ermittelt werden, mit welchem Aufwand an Stoffen, Energie und resultierenden Umweltwirkungen die Entsorgungs- und Recyclingprozesse (z.B. Einsammeln, Aufbereiten u.a.) ablaufen.

Ein Verrechnen der rückgewinnbaren Anteile mit dem Aufwand für die Rückgewinnung ist auf der Ebene von Umweltwirkungen zulässig.

Wesentlichen Einfluß haben die Materialien (Recyclingeigenschaften) sowie die für diese Materialien derzeit oder künftig vorhandenen Recycling-/Entsorgungstechnologien (-optionen).

Der Planungseinfluß (in der Jetzt-Zeit) ergibt sich zunächst aus der Materialwahl.



### *Element-Ebene*

Im Rahmen von Betrachtungen auf der Element-Ebene ist abzuklären, ob und inwieweit die Ausgangsmaterialien durch ihre Zusammenführung zu einer stofflich-konstruktiven Einheit (Element) ihre wesentlichen technischen- und recycling-/entsorgungsrelevanten Eigenschaften beibehalten, verändern oder nur noch auf der Ebene Element beschreibbar werden lassen. Wesentlichen Einfluß haben die Art der Verbindung der Materialien zueinander (dauerhaft, lösbar, untrennbare Einheit u.a.) sowie der Grad der Verschiedenheit von Eigenschaften verbundener Materialien.

Benötigt wird die Formulierung von „Vererbungsregeln“, die eine in Abhängigkeit von der Art der Materialverbindung beschreibbare Beibehaltung, Modifizierung oder vollständige Veränderung von Material- (hier Recycling- und Entsorgungseigenschaften) erlauben. *(Bei dauerhafter Verbindung würden z.B. „negative“ Eigenschaften auf das Gesamtelement vererbt, bei trennbaren Verbindungen behalten die Materialien ihre spezifischen Eigenschaften bei).*

***Der Planungseinfluß (in der Jetzt-Zeit) ergibt sich aus der Wahl und Realisierung von Materialkombinationen.***

### *Gebäude-Ebene*

Die Aussagen zur Element-Ebene lassen sich sinngemäß auf das Gesamtgebäude übertragen. Benötigt werden Vererbungsregeln und Indikatoren zur Charakterisierung der Rückbaubarkeit des Gesamtgebäudes.

***Der Planungseinfluß (in der Jetzt-Zeit) ergibt sich aus Wahl der Struktur des Gebäudes und der Rückbaufreundlichkeit getroffener Entscheidungen. Die Rückbaufreundlichkeit des Gesamtgebäudes hat wesentlichen Einfluß darauf, welche Szenarien im Rahmen einer vorausschauenden Untersuchung der Lebenszyklusphase Rückbau/Abriss/Entsorgung im Sinne vorhandener Optionen überhaupt untersucht werden können.***

### *Szenarien*

Für Lebenszyklusbetrachtungen müssen Szenarien beschrieben und datenseitig untersetzt werden, die Einfluß auf die Erschließbarkeit des Recycling-Potentials besitzen. Benötigt werden Szenarien für z.B.

- Rückbau / "sanfter" Abriss (ggf. modifizierte Unterformen)
- Abriss mit nachgelagerter Materialtrennung
- Abriss ohne Materialtrennung

Der Planungseinfluß (in der „Dann-Zeit“) ergibt sich durch die Wahl der Rückbau- bzw. Abrissttechnologie.

## **6. Darstellungsformen und Bewertung**

Die potentiellen Recyclingeffekte können auf der Basis angenommener Szenarien bereits in der Sachbilanz der Einzelgebäude ausgedrückt werden. Sie spiegeln sich zunächst stofflich im geringeren Deponie-Volumen nach Ende der Nutzungsdauer wieder. Es kann im Sinne der plausiblen Darstellung diskutiert werden, ob zwischen einem Deponievolumen und einer

für nachgelagerte Recyclingprozesse bereitstehenden Stoffmenge unterschieden werden soll.

In der Wirkungsbilanz ergeben sich entsprechende positive Effekte durch eine Verringerung deponieverursachter Umweltwirkungen (Emissionen, Flächeninanspruchnahme).

Das Recycling-Potential im Sinne eines ggf. künftig zu vermeidenden Aufwandes an Rohstoffen und Energie sowie resultierenden Umweltwirkungen sollte als gesonderte Information ausgewiesen werden. Es ist zu diskutieren, ob neben den „Entlastungen“ bei Wirkungskategorien auch stoffliche Hinweise (Bereitstellbarkeit von x Tonnen Zuschlagstoffe) gegeben werden können.

Mit der Einführung eines Recycling-Potentials soll es insbesondere gelingen, bisher nur qualitativ beschreibbare Effekte einer Instandsetzung-, Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit zu quantifizieren und hinsichtlich ihrer positiven Wirkungen für die Umwelt zu bewerten.

## **7. Sonderfall der Untersuchung von Gebäudebeständen**

Im Unterschied zu Einzelgebäuden mit einer vorzugsweisen zeitraumbezogenen Untersuchung des Lebenszyklusses besteht bei Gebäudebeständen auch ein Interesse an zeitpunktbezogenen Analysen (Bezugsjahr). Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist es möglich, innerhalb eines Bezugsjahres die durch Recycling aus dem Altbestand erreichbaren Effekte mit dem für Neubauten zu treibenden Aufwand zu verrechnen (z.B. im Rahmen der Ermittlung und Bewertung des durchschnittlichen jährlichen Energie- und Stoffstromes für Bauen und Wohnen).

Eine weitere Fragestellung bei Gebäudebeständen im Zusammenhang mit dem Recycling besteht in dem Versuch einer Vorhersage, zu welchen künftigen Zeitpunkten ggf. recyclingfähige Baurestmassen welcher Art und Menge anfallen.

Literatur:

- /01/ Bredenbals, B.; Willkomm, W.  
Ausschreibungshilfen für recyclinggerechte Wohnbauten  
Fraunhofer IRB Verlag, Bauforschung für die Praxis Band 41, Stuttgart 1997
- /02/ Schultmann, F.  
Kreislaufführung von Baustoffen – stoffflußbasiertes Projektmanagement für die operative Demontage- und Recyclingplanung von Gebäuden  
Erich Schmidt Verlag, Berlin 1998
- /03/ Bredenbals, B.; Willkomm, W.  
Neue Konstruktionsalternativen für recyclingfähige Wohngebäude  
Fraunhofer IRB Verlag, Bauforschung für die Praxis Band 22, Stuttgart 1996
- /04/ Andrä; Schneider; Wickbold  
Baustoff-Recycling – Arten, Mengen und Qualitäten der im Hochbau eingesetzten Baustoffe – Lösungsansätze für einen Materialkreislauf  
eco-med-Verlagsgesellschaft, Landsberg 1994

# Zur Arbeitsteilung sowie Wechselwirkung von globalen sowie akteursorientierten Grenz- und Zielwerten beim Entwurf von Gebäuden

## Vorbemerkungen

Es besteht die Aufgabe, Grenz- und Zielwerte im Rahmen einer Recherche zu erfassen, zu beschreiben und in den Planungsprozess einzuordnen. Nachfolgender Beitrag faßt die theoretischen Vorarbeiten zusammen und illustriert die möglichen Ebenen einer Anwendung von Grenz- und Zielwerten auf der Basis der Verhältnisse in Deutschland.

Im Sinne einer Einschränkung werden nur Grenz- und Zielwerte behandelt, die direkt bei Planungsentscheidungen im Zusammenhang mit der Vorbereitung und Realisierung einer Errichtung von Bauwerken und während deren Lebensdauer Anwendung finden (produktbezogener Umweltschutz). Von der Betrachtung ausgeschlossen sind damit die jeweiligen nationalen Gesetzgebungen im Bereich des allgemeinen Schutzes von Luft, Wasser und Boden.

## 1. Zur Aufgabe von Grenz- und Zielwerten im Planungsprozess

Grenz- und Zielwerte stellen ein wesentliches Hilfsmittel im Prozess der Entscheidungsfindung dar. Sie lassen einerseits die Überprüfung des Erreichens sowie andererseits die Überprüfung des Grades der Erfüllung vorgegebener Ziele zu. Durch einen Vergleich objekt konkreter Parameter mit Grenz- und Zielwerten erfolgt die Beurteilung der Lösungsvariante vor dem Hintergrund eines Bewertungsmaßstabes im Sinne von „nicht erfüllt“, „erfüllt“ oder „übererfüllt“. Über die Wahl von Grenz- oder Zielwerten für die Formulierung von Vorgaben lassen sich Schärfe und Verbindlichkeit von Anforderungen steuern.

Durch die Vorgabe von Grenz- und Zielwerten im Planungsprozess können Projektziele konkretisiert und i.d.R. quantifiziert werden. Neben der Anwendung i.d.R. gesetzlich geforderter Werte ist es möglich, projektbezogen zusätzliche individuelle Grenz- und Zielwerte zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn in den offiziellen Regelungen derartige Aspekte nicht verankert sind bzw. wenn die i.d.R. gesetzlich vorgegebenen Werte projektspezifisch verschärft werden sollen.

Grenz- und Zielwerte können sowohl anforderungs- als auch aufwandsseitig formuliert und verwendet werden. Auf der Seite der Anforderungen an den Nutzwert stellen Grenz- und Zielwerte i.d.R. ein minimales Niveau an Gebrauchswerteigenschaften dar, welches nicht unterschritten werden sollte oder darf. Unterstellt man dem Grenzwert einen naturwissenschaftlich bzw. gesellschaftlich begründbaren Hintergrund zur Beschreibung berechtigter Bedürfnisse, so kann der Zielwert als Vorgabe für den Grad der Bedürfnisbefriedigung aufgefasst werden. Auf der Seite des zur Realisierung eines vorgehenden Nutzens zu treibenden Aufwandes stellen Grenz- und Zielwerte i.d.R. maximal zulässige bzw. maximal erwünschte Aufwendungen dar, die nicht überschritten werden sollen oder dürfen.

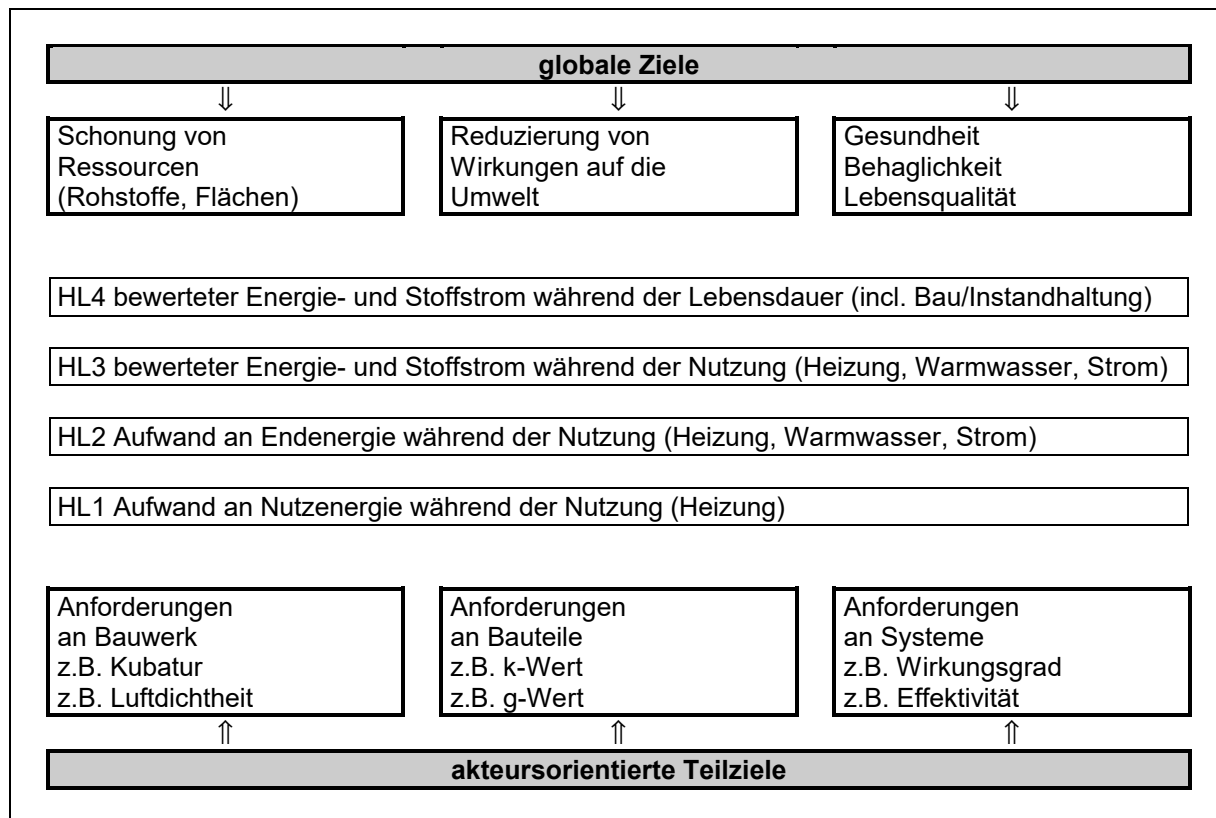
Unter einem **Grenzwert** wird dabei eine zwingend einzuhaltende, in der Regel quantifizierbare Anforderung bezüglich eines spezifischen Kriteriums (gekennzeichnet durch Parameter und Einheit (Maß)) verstanden. Der Grenzwert beschreibt eine Minimalanforderung, deren Nichteinhaltung ein Ausschlußkriterium darstellt. In diesem Sinne entscheidet die Einhaltung von Grenzwerten sowohl anforderungs- als auch aufwandsseitig über die „Zulässigkeit“ von Lösungsvarianten.

Unter einem **Zielwert** wird eine anzustrebende erhöhte Anforderung bezüglich eines spezifischen Kriteriums verstanden. Die Einhaltung von Zielwerten ist nicht zwingend vorgeschrieben. Der Zielwert beschreibt eine Orientierungsgröße. Teilweise werden Zielwerte als Ankündigung künftiger Grenzwerte verwendet, um dem Bausektor eine mittel- und langfristig vorausschauende Orientierung zu ermöglichen.

Inwieweit ein Nichterreichen des Zielwertes bei Einhaltung des Grenzwertes zu einem Ausschlußkriterium wird, bedarf gesonderter Festlegungen.

## 2. Vorschlag für eine Systematik der Grenz- und Zielwerte

Die Komplexität von Grenz- und Zielwerten kann einerseits über Betrachtungs- bzw. Hierarchieebenen (z.B. Einzelbauteil, Gebäudeoberfläche, Gesamtgebäude während seiner Lebensdauer) und andererseits durch die „Breite“ der einbezogenen Parameter und Einflüsse beschrieben werden. Nachstehende Abbildung illustriert diesen Umstand am Beispiel von Grenz- und Zielwerten aus dem Energiebereich.



**Abb.1:** Systematik akteursorientierter Grenz- und Zielwerte (low level benchmarks) und globaler Grenz- und Zielwerte (high level benchmarks HL1 – HL4) am Beispiel energieorientierter Kriterien (Verfasser)

Es wird deutlich, daß akteursorientierte Teilziele (Anforderungen an Bauwerk und Bauteile sind z.B. für den Architekten wichtig, Anforderungen an die haustechnischen Systeme für den Heizungs-Ingenieur) klare Entwurfsvorgaben darstellen, die eine konkrete Dimensionierung und Bewertung erlauben. Sie lassen jedoch die Auswirkungen der Einzelentscheidung auf der Ebene der globalen Ziele nicht erkennen. Akteursorientierte Teilziele sind daher aus Sicht des Autors handlungsorientiert, während globale Ziele bewertungsorientiert sind. Globale Ziele wiederum geben i.d.R. keine konkreten Handlungs- und/oder Dimensionierungsanleitungen. Hieraus erklärt sich die Notwendigkeit einer arbeitsteiligen Betrachtung von akteursorientierten Teilzielen und globalen Zielen.

### 3. Diskussion von Grenz- und Zielwerten der niederen Hierarchieebenen (low level)

#### 3.1. Grenz- und Zielwerte zur Beschreibung des Bauaufwandes

Im Sinne der Festlegung eines notwendigen bzw. vertretbaren baulichen Aufwandes zur Erfüllung vorgegebener Funktionen können Grenz- und Zielwerte verwendet werden. Sie werden häufig als staatliche oder unternehmensinterne normative Vorgaben für den baulichen Aufwand (hier ausgedrückt in Fläche und/oder Volumen) zur Realisierung funktioneller Erfordernisse und Notwendigkeiten verwendet. Beispiele sind der

- Bedarf an Flächen je Funktionseinheit (z.B. m<sup>2</sup> Fläche / Patient im Krankenhaus)
- Bedarf an umbautem Raum (Volumen) je Funktionseinheit (z.B. m<sup>3</sup> u.b.R. / Schüler)

#### 3.2. Grenz- und Zielwerte zur Beschreibung der Nutzeranforderungen

Grenz- und Zielwerte zur Beschreibung der Nutzeranforderungen nehmen eine Sonderstellung ein. Sie dienen nicht zur Bewertung des Aufwandes sondern der Formulierung zu befriedigender Bedürfnisse bzw. der Bestimmung des Grades der angestrebten Bedürfnisbefriedigung. In diesem Sinne stellen sie Normwerte dar. Insbesondere in frühen Planungsphasen sind sie für die Diskussion und Festlegung konkreter Projektziele notwendig. Festlegungen zu Nutzer- bzw. Gebrauchswertanforderungen haben indirekt einen hohen Einfluß auf den zu ihrer Realisierung erforderlichen Aufwand (hier Energie- und Stoffströme sowie Umweltwirkungen). Beispiele für Nutzer- bzw. Gebrauchswertanforderungen mit dem Charakter von Grenz- oder Zielwerten sind :

- mittlere und min/max-Raumlufttemperaturen bzw. Behaglichkeitstemperaturen
- hygienisch bzw. technisch erforderlicher Luftwechsel / Raumluftqualität
- Warmwasserbedarf / hygienisch erforderliche Speichertemperatur
- mittlere oder raum-/arbeitsplatzspezifische Beleuchtungsstärke

#### 3.3. Grenz- und Zielwerte für quantifizierbare allgemeine Planungsentscheidungen

In frühen Planungsphasen können Grenz- und Zielwerte als Anhaltspunkte zur Erstellung eines Gebäudekonzeptes Anwendung finden. Typisch sind Zielwerte im Sinne von Empfehlungen. Als Beispiele können angeführt werden:

- Verhältnis Oberfläche/Volumen
- Festlegungen zur Raumhöhe
- Verglasungsanteile/Art und Anordnung der Fenster
- Grad und Art der Verschattung für sommerlichen Wärmeschutz
- Verhältnis von Haupt- zu Nebenflächen

#### 3.4. Bauteilbezogene Grenz- und Zielwerte

Im Bereich von Bauteilen erfolgt die Formulierung von energie- und umweltrelevanten Grenz- und Zielwerten bisher i.d.R. auf der Ebene von k-Werten (für die Bauwerkshülle auf der Ebene von gemittelten k-Werten ( $k_m$ )). Die k-Werte dienen indirekt der Begrenzung des Wärmebedarfes zur Deckung von Transmissionswärmeverlusten. Die Vorgabe derartiger Werte ist „planerfreundlich“, da sich direkte Hinweise und Prüfkriterien für eine stofflich-konstruktive Umsetzung der Anforderungen ableiten lassen. Sie stehen jedoch nur indirekt im Zusammenhang mit dem Energie- und Stoffstrom sowie den daraus resultierenden Umweltbelastungen.

Aktuelle Grenz- und Zielwerte für Bauwerkshüllen betreffen die Luftdichtheit der Konstruktion. Diese Werte haben über die Beeinflussung der Lüftungswärmeverluste und Rückgewinnungsraten einen indirekten Einfluß auf den Energieaufwand sowie über die Effekte der Konvektion einen indirekten Einfluß auf bauliche und gesundheitliche Risiken.

#### 3.5. Systembezogene Grenz- und Zielwerte

Systembezogene Grenz- und Zielwerte sind einerseits Effizienzkriterien. Sie lassen sich für Anlagen zur Heizung, Beleuchtung, Klimatisierung, Lüftung, alternativen Gewinnung von Energie u.a. einsetzen. Sie beschreiben häufig das Verhältnis von aufzuwendender End-

energie zu bereitzustellender (ggf. auch zu erzeugender oder einzusparender) Nutzenergie. Als Beispiele können angeführt werden:

- Jahresnutzungsgrade von Wärmeversorgungssystemen
- Lichtausbeute/Stromeinsatz bei Beleuchtungsanlagen
- Wärmegewinn/Stromeinsatz bei Wärmerückgewinnungsanlagen
- Primärenergieeinsatz/End- und Nutzenergiebereitstellung

Für derartige Systeme ist andererseits die Formulierung auslegungs- bzw. installationsorientierter Richtgrößen sowie Grenz- und Zielwerte möglich und üblich. Beispiele sind

- Leistungsbedarf für Raumheizung  $W/m^2$
- Bedarf an Beleuchtungsinstallation in  $W/m^2$ .

### *3.6. Grenz- und Zielwerte zur Begrenzung gebäudebezogener Verluste*

Im Bereich von Grenz- und Zielwerten auf dem Gebäudeniveau bestehen z.T. Vorgaben zur Begrenzung gebäudebezogener Verluste. Es handelt sich hierbei i.d.R. um Transmissions-, ggf. auch um Lüftungswärmeverluste. In Deutschland werden für untergeordnete Gebäude (z.B. Werkstattgebäude mit niedrigen Innentemperaturen) die Transmissionswärmeverluste über maximal zulässige Werte in  $kWh/m^2a$  begrenzt.

### *3.7. Bewertung der Rolle von Grenz- und Zielwerten auf geringer Hierarchieebene*

Die Auswertung von Grenz- und Zielwerten auf niedriger Hierarchieebene zeigt, daß einerseits die Formulierung von Teilzielen hilfreich für spezifische Planungsphasen, Arbeitsschritte und Spezialplaner ist. Die Vereinbarung möglichst konkreter Teilziele erleichtert gleichzeitig deren Überprüfbarkeit. Es ist möglich, für spezifische Planungsaufgaben spezifische Teilziele zu vereinbaren, die sich in das Arbeitsgebiet des konkreten Bearbeiters einordnen lassen (Vorgaben zum Heizungssystem für den Heizungsplaner, empfohlene Wärmedämmwerte für Architekten usw.).

Als Nachteil erweist sich die Tatsache, daß der Zusammenhang zum Energie- und Stoffstrom und zur resultierenden Umweltbelastung wegen der Komplexität der Zusammenhänge nur indirekt hergestellt werden kann.

Für die Überprüfung der Auswirkung von Teillösungen und Einzelkomponenten auf die Erfüllung globaler Ziele wie Ressourcenschonung, Energieeinsparung und allgemeiner Umweltschutz werden komplexe Simulationsmöglichkeiten mit Sensitivitätsanalysen benötigt. Gleichzeitig besteht ein Bedarf an Grenz- und Zielwerte, die in ihrem Bewertungsniveau globalen Fragestellungen genügen. Diese werden nachstehend diskutiert.

## 4. Diskussion von Grenz-/Zielwerten auf höherer Hierarchieebene (high level)

### 4.1. Grenz- und Zielwerte auf dem Niveau Nutzenergie (HL1)

Das Niveau Nutzenergie für Raumheizung (Jahres-Heizwärmebedarf) wird z.Z. in Deutschland im Rahmen der aktuellen Wärmeschutzverordnung von 1995 als Grenzwert verwendet.

Oberfläche/Volumen in 1/m	Maximaler Jahres-Heizwärmebedarf (Nutzenergie)	
	in kWh/m <sup>3</sup> a	in kWh/m <sup>2</sup> a
0,2	17,3	54,0
0,4	20,7	64,8
0,6	24,2	75,6
0,8	27,7	86,5
1,0	31,1	97,3

**Tab.1:** Grenzwerte in Deutschland - Niveau Nutzenergie /01/

Im Rahmen von Programmen zur finanziellen Förderung der Errichtung von privaten Einfamilienhäusern existiert als Voraussetzung für die Gewährung eines Zusatzbonus die Anforderung, die Werte zum zulässigen Jahres-Heizwärmebedarf um 25% zu unterschreiten. Im Rahmen dieses Artikels wird dies als Zielwert interpretiert. Im Rahmen zusätzlicher Förderprogramme einzelner Bundesländer werden Zielwerte für Einfamilienhäuser zwischen 60 und 70 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. für Mehrfamilienhäuser zwischen 50 und 60 kWh/m<sup>2</sup>a auf dem Niveau Jahres-Heizwärmebedarf (Nutzenergie) vorgegeben.

Das Niveau Nutzenergie weist einen höheren Grad an Komplexität auf als die Festlegung von k-Werten für Einzelbauteile. Der Jahres-Heizwärmebedarf ergibt sich rechnerisch aus einer Bilanz zwischen Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten sowie den nutzbaren inneren und äußeren Wärmegewinnen. Dies ergibt für den Planer eine größere Entscheidungsfreiheit hinsichtlich einer Wahl von k-Werten und sonstigen Gebäudeparametern (z.B. Art der Lüftungsanlage). Der orientierende Charakter der Werte nimmt jedoch ab. Als nachteilig hat sich erwiesen, daß insbesondere ein rechnerisch ermittelter Jahres-Heizwärmebedarf während der Nutzung des Bauwerkes nicht einem realen Wert gegenübergestellt werden kann. Insofern ist keine Überprüfung des realen Erreichens des Zieles möglich. Zusätzlich entzieht sich der Jahres-Heizwärmebedarf einer direkten ökonomischen und ökologischen Bewertung, da er hierfür nicht geeignet ist. Weder zu erwartende Heizkosten noch der Ressourcenverbrauch oder die resultierende Umweltbelastung lassen sich direkt aus dem Jahres-Heizwärmebedarf ableiten.

### 4.2. Grenz- und Zielwerte auf dem Niveau Endenergie (HL2)

Es ist geplant, in Deutschland die Wärmeschutzverordnung 1995 zu einer Energieeinsparverordnung weiterzuentwickeln. Die Anforderungen an den Wärmeschutz und an den zulässigen Energieverbrauch von Gebäuden sollen dabei so verschärft werden, daß gegenüber dem Niveau von 1995 eine nochmalige Reduktion von 25 - 30 % beim Energieverbrauch von Neubauten erreicht wird.

Aus methodischer Sicht wird ein wesentlicher Fortschritt durch einen Übergang bei der Nachweisgröße vom Niveau Nutzenergie (Jahres-Heizwärmebedarf) zum Niveau Endenergie (Jahres-Heizenergiebedarf) erreicht werden. Bei einer Gegenüberstellung der Grenzwerte von Tabelle 1 und 2 ist zu beachten, daß es sich um verschiedene Niveaus der energetischen Betrachtung handelt, die ausschließlich Neubauten betreffen. Weiterhin sind derzeit zur künftigen Energieeinsparverordnung nur konzeptionelle Überlegungen bekannt.

Oberfläche/Volumen in 1/m	Maximaler Jahres-Heizenergiebedarf (Endenergie)	
	in kWh/m <sup>3</sup> a	in kWh/m <sup>2</sup> a
0,2	15,6	48,7
0,4	18,7	58,4
0,6	21,8	68,1
0,8	24,9	77,8
1,0	28,0	87,5

**Tab.2:** Grenzwerte der Energieeinsparverordnung (Entwurf 1997) - Niveau Endenergie /02/

Der Jahres-Heizenergiebedarf wird auf der Basis einer Energiebilanz der Bauwerkshülle (wie bei Jahres-Heizwärmebedarf) in Verbindung mit einem mittleren Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage ermittelt. Erstmals wird hierdurch möglich, die komplexen Einflüsse auf den Energieverbrauch eines Hauses infolge Wärmebedarf der Bauwerkshülle (einschließlich deren Abhängigkeit von Klima und Nutzeranforderungen) und Wirkungsgrad der Energieversorgung zu modellieren. Die Energieeinsparverordnung wird hierfür das europäische Berechnungsverfahren EN 832 auf der Basis einer Bilanzierung von Einzelmonaten verwenden. Um zu einer Berechnung und Bewertung des Energieverbrauches zu gelangen, wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf auch der Energiebedarf für die Bereitung von Warmwasser und für Strom (Hilfs- und Antriebsenergie, voraussichtlich ohne Beleuchtung) ermittelt und einbezogen.

Auf dem Niveau Endenergie sind für die Raumheizung allein bei Niedrigenergiehäusern Zielwerte von ca. 60 - 70 kWh/m<sup>2</sup>a in der Diskussion. Diese sind jedoch rechtlich nicht verbindlich und basieren auf Ansichten von Einzelautoren.

Neben der Ermittlung und Bewertung des Jahres-Heizenergiebedarfes werden in der Energieeinsparverordnung voraussichtlich zusätzliche Teilnachweise für die Bauwerkshülle und die Heizungsanlage gefordert. Für die Bauwerkshülle erfolgt dies auf der Basis des Jahres-Heizwärmebedarfes (bzw. eines mittleren k-Wertes), für die Heizungsanlage auf der Basis des Jahresnutzungsgrades. Dies stellt eine günstige Kombination eines komplexen Bewertungsmaßstabes (Jahres-Heizenergiebedarf) mit der Möglichkeit einer Zuordnung zu globalen Zielen und einer akteurs- und lösungsorientierten Teilbewertung von Bauhülle und Haustechnik dar.

Aus Sicht des Autors wird mit dem Nachweisniveau „End-Energie“ die Voraussetzung für eine energetische Bewertung auf höherer Hierarchieebene sowie durch die Einbeziehung des Energieaufwandes für die Warmwasserbereitung sowie des Hilfs- und Antriebsstromes für eine ausreichende Komplexität geschaffen. Das Niveau „End-Energie“ bildet die Basis für

- eine ökonomische Bewertung auf Basis vorausgesagter Heizkosten,
- eine ökologische Bewertung des Ressourcenverbrauches auf Basis eines vorausgesagten Einsatzes an Endenergieträgern, ausgedrückt in physischen Einheiten oder in Primärenergie,
- eine ökologische Bewertung der resultierenden Umweltwirkungen direkt am Bauwerk und durch Einbeziehung vorgelagerter Stufen der Gewinnung und Umwandlung von Energie auf nationaler oder globaler Ebene.

Allerdings ist die Bewertung auf die Phase der Nutzung des Gebäudes begrenzt. Aspekte des einmaligen Aufwandes infolge der Herstellung und Errichtung von Bauwerken werden hier ebenso nicht berücksichtigt wie der laufende Aufwand infolge der notwendigen Instandhaltung. Andererseits weist der Grenzwert „Heizenergiebedarf“ auf der Stufe Endenergie gegenüber allen anderen hier erwähnten Kriterien den Vorteil auf, das die berechnete Größe während der Nutzung mit dem realen Verbrauch verglichen werden kann.

#### 4.3. Grenzwerte auf dem Niveau Primärenergie (HL3)



Eine Bewertung des laufenden Energieaufwandes in der Nutzungsphase infolge Raumheizung, Warmwasserbereitung und Stromversorgung auf der Basis Primärenergie hat bereits eine ca. zwanzigjährige Tradition. Das Kriterium Primärenergie eignet sich neben einer Abbildung des Energieaufwandes einschließlich aller Vorstufen der Energiegewinnung und Umwandlung i.d.R. indirekt auch als Indikator für einen Aufwand an Ressourcen (hier Energieträgern) und in begrenztem Umfang zusätzlich als Maßstab für resultierende Umweltwirkungen (z.B. Treibhauseffekt). Trotz des langen Zeitraumes einer Anwendung des Ansatzes einer primärenergetischen Bewertung war es bisher nicht gelungen, diesen im Planungsalltag sowie in Form von Grenz- und Zielwerten zu etablieren.

Für den Bereich von Passivhäusern schlägt FEIST in /03/ die Einführung eines Grenzwertes auf dem Niveau Primärenergie vor. Passivhäuser zeichnen sich durch eine extreme Wärmedämmung, einen Jahres-Heizwärmebedarf kleiner 15 kWh/m<sup>2</sup>a und durch den möglichen Verzicht auf eine Heizungsanlage aus.

	Grenzwert
Kennwert Aufwand an Primärenergie für Raumheizung Warmwasserbereitung, Lüftung, Beleuchtung, Kochen und alle Haushaltgeräte gesamt	120 kWh/m <sup>2</sup> a
<u>davon</u> für direkten Stromverbrauch für Lüftung, Beleuchtung Kochen und alle Haushaltgeräte	55 kWh/m <sup>2</sup> a

**Tab.3** : Grenzwerte auf dem Niveau Primärenergie nach /03/ und /04/

Aus Sicht des Autors sind Grenzwerte auf dem Niveau Primärenergie bereits sehr stark bewertungsorientiert und können direkt den Lösungsbeitrag zum Erreichen globaler Ziele ausdrücken, sofern diese auf der Ebene Primärenergieaufwand formulierbar sind. Es hat sich jedoch gezeigt, daß das Kriterium Primärenergieaufwand durch eine Vermischung energetischer Aspekte (Bewertung des Aufwandes an Energie) und stofflicher Aspekte (Bewertung des Aufwandes an Energieträgern) methodische Probleme aufweist. Insofern wäre die Anwendung von Kriterien, die jeweils spezifisch die Aspekte Energieaufwand, Ressourceneinsatz und resultierende Umweltbelastung erfassen und bewerten, vorzuziehen.

#### 4.4. Grenzwerte im Bereich nutzungsbezogener Emissionen (HL3)

Während der unter 4.3. beschriebene Ansatz einer Bewertung über Primärenergiekennwerte den Aufwand beurteilt, ist ebenso eine Formulierung von Grenz- und Zielwerten im Bereich der resultierenden Umweltwirkungen in Form von Emissionen denkbar. Derartige Grenz- und Zielwerte liegen bisher nur für die Abgase von Heizungsanlagen (z.B. für mg CO/kWh und mg NOx/kWh), nicht jedoch für nutzungsbezogene Emissionen (z.B. kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a) vor. Die Entwicklung derartiger Grenzwerte scheint möglich und wird angeregt.

#### 4.5. lebenszyklusbezogene Grenz- und Zielwerte (HL4)

Lebenszyklusbezogene Grenz- und Zielwerte für eine Erfassung und Bewertung von Energieaufwand, Ressourceneinsatz und resultierenden Umweltwirkungen erreichen ein Maximum an Komplexität und stellen die obere Hierarchieebene dar. Sie umfassen den Lebenszyklus des Bauwerkes von der Herstellung über die Errichtung und Nutzung bis zum Abriss und der Entsorgung. Für die Berechnung derartiger Werte wurden unter Mitwirkung des Autors komplexe Planungshilfsmittel wie ECOPRO /05/ oder LEGOE /06/ entwickelt. Durch den Autor wird jedoch auch auf den Umstand verwiesen, daß für diesen Bereich konsensfähige Grenz- und Zielwerte noch nicht vorliegen.

#### 4.6. Bewertung der Rolle von Grenz- und Zielwerte auf hohen Hierarchieebenen

Es wird deutlich, dass Grenz- und Zielwerte auf hoher Hierarchieebene bewertungsorientiert angewendet werden können und den jeweiligen Beitrag einer komplexen Lösung zur Umsetzung globaler Ziele aufzeigen. Durch eine Loslösung der Vorgaben von konkreten Anforderungen an Bauteile und Systeme entsteht eine höhere planerische Freiheit. Gleichzeitig geht der orientierende Charakter der Grenz- und Zielwerte, wie er beim low-level-Ansatz noch vorhanden ist, mit steigender Hierarchieebene verloren. Der Autor vertritt die Ansicht, daß insbesondere die Bewertungsebene „End-Energie“ gute Ansätze für einen Kompromiss zwischen Handhabbarkeit und Komplexität bietet. Sie ist die Schnittstelle für eine kombinierte ökologische/ökonomische Bewertung auf höherer Hierarchieebene.

### 5. Zusammenfassung und Lösungsvorschlag

Aus Sicht des Autors besteht zwischen Grenz- und Zielwerten auf niedriger und hoher Hierarchieebene kein Konflikt oder Widerspruch, sondern eine Arbeitsteilung. Es wird eine Verbindung der lösungs- und aktorsorientierten Werte mit der Bewertung auf dem Niveau globaler Zielstellungen möglich. Nachstehend wird das Hilfsmittel HIER-Arch1 /07/ auf EXCEL-Basis vorgestellt, welches vom Autor für Zwecke der Aus- und Weiterbildung sowie für die Vereinbarung von Zielen und die Erstellung von Konzepten in frühen Planungsphasen entwickelt wurde. Im Unterschied zu komplexen Werkzeugen wie ECOPRO /05/ oder LEGOE /06/ befaßt es sich ausschließlich mit dem laufenden Energieaufwand in der Nutzungsphase. Der Vorteil der sehr komplexen Darstellung wird durch den Autor darin gesehen, daß die Auswirkungen von Planungsentscheidungen sowie der Einhaltung von Grenz- und Zielwerten auf niedriger Hierarchieebene sofort auf dem Niveau der globalen Ziele bewertet werden können. „Spielerisch“ können so die Effekte von Teillösungen erprobt werden. Zusätzlich zu ökologischen Kriterien werden die zu erwartenden jährlichen Energiekosten angegeben. Bezugsgrößen sind das Gesamtgebäude, die m<sup>2</sup> Wohnfläche sowie die Anzahl der Bewohner. Mit Hilfsmitteln wie HIER-Arch1 kann ein allgemeiner Trend zur Festlegung von Grenz- und Zielwerten auf höherem Niveau unterstützt werden, da die Verknüpfung zu den Entwurfsentscheidungen im Bereich der Einzellösungen (z.B. Hülle und Haustechnik) aufrechterhalten werden kann.

#### Literatur:

- /01/ Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden, BGBl 24.8.1994
- /02/ Diskussionspapier zur Energiesparverordnung 2000, Bundesbauministerium 1997
- /03/ Feist, W. : Passivhäuser - Behaglichkeit ohne Heizung  
in: Tagungsunterlagen der 1. Passivhaus-Tagung, Darmstadt 1996
- /04/ Feist, W.; Ebel, W.: Verfahren zur Berechnung des Stromverbrauchs  
in: Tagungsunterlagen der 2. Passivhaus-Tagung, Darmstadt 1998
- /05/ ECOPRO – softwaretool im Rahmen des KOBEEK-Projektes zur kombinierten Berechnung von Energiebedarf, Umweltbelastung und Baukosten in frühen Planungsstadien (gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt) Uni Karlsruhe und Uni Weimar, 1997
- /06/ LEGOE – Umweltorientierte Planungsinstrumente für den Lebenszyklus von Gebäuden (gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt) Edition AUM et.al., 1999
- /07/ HIER-Arch1 – Hilfsmittel für die Zielfindungsdiskussion und Vorplanung bei Niedrigenergiehäusern  
Thomas Lützkendorf, Bauhaus-Uni Weimar (unveröffentlicht)

HIER-Arch1						
A	B	C	D	E	F	G
<b>1 CO<sub>2</sub> - Emission</b> → HL3	<b>Heizung</b>	<b>Ziel</b>	<b>je Haus</b>	<b>je Person</b>	<b>WW</b>	<b>Elt</b>
in kg/m <sup>2</sup> a	15,03	???			1,91	9,42
gesamt	26,37		3,64 t/a	0,91 t/a		
<b>2 Primärenergie</b> → HL3	<b>PE<sub>H</sub></b>	<b>Ziel</b>			<b>PE<sub>WW</sub></b>	<b>PE<sub>Elt.</sub></b>
in kWh/m <sup>2</sup> a	82,68	Passivhaus			10,52	43,48
gesamt	136,68	120,00				
<b>3 Energiekosten</b>			<b>H+WW+Elt.</b>	<b>H+WW+Elt.</b>		
in DM/a	726,05	???	1.478,48 DM	369,62 DM	92,43	660,00
in DM/m <sup>2</sup> Monat	0,44		123,21 DM	30,80 DM	0,06	0,40
<b>4 Endenergie</b> → HL2	<b>EE<sub>H</sub></b>	<b>Ziel</b>	<b>Energieträger</b>		<b>EE<sub>WW</sub></b>	<b>EE<sub>Elt.</sub></b>
in kWh/m <sup>2</sup> a	75,16	ESVO	<b>Erdgas</b>		9,57	14,49
gesamt H+WW	84,73		1.169 m <sup>3</sup> /a			
<b>5 Nutzenergie</b> → HL1	<b>Q<sub>H</sub></b>	<b>Ziel</b>			<b>Q<sub>WW</sub></b>	<b>SolarWW</b>
in kWh/m <sup>2</sup> a	67,64	WSVO			8,61	0,50
<b>6 Bilanzanteile</b>	<b>Q<sub>T</sub></b>	<b>Q<sub>L</sub></b>	<b>Q<sub>I</sub></b>	<b>Q<sub>S</sub></b>		
in kWh/m <sup>2</sup> a	75,38	47,99	24,00	19,38		
<b>7 Bauteile</b>	<b>Wand</b>	<b>Fenster</b>	<b>Dach</b>	<b>Boden</b>	<b>Heizung</b>	<b>Rückgew.</b>
m <sup>2</sup>	105,73	35,24 <sup>0,25</sup>	138,00	138,00		
k in W/m <sup>2</sup> K	0,30	1,40 <sup>0,60</sup>	0,20	0,30	0,90	0,00
<b>8 Bedarf</b>	<b>Personen</b>	<b>m<sup>2</sup>/Pers.</b>	<b>Lufttemp.</b>	<b>Luftwechsel</b>	<b>I WW/P*d</b>	<b>kWh/P*a</b>
	4	30	20	0,7	40	500
	a= 11,75 A 138	V= 414	H= 416,97	A/V= 1,01		

Abb. 2: Oberfläche von HIER-Arch1 - ein Hilfsmittel zur Illustration von Bewertungsebenen (Verfasser)

Zeile 8: **Eingabe** von Flächenbedarf, Lufttemperatur, Luftwechsel, Warmwasserbedarf, Strombedarf

Zeile 7: **Eingabe** der Eigenschaften der Bauteile, Wirkungsgrad der Heizung und Lüftungsanlage

Zeile 5: **Eingabe** des solaren Deckungsgrades der solaren Wassererwärmung

Zeile 4: **Eingabe** des Energieträgers

Zeile 5: Bewertung auf dem Niveau HL1 Nutzenergie - Möglichkeit der Vorgabe und Überprüfung von Zielwerten

Zeile 4: Bewertung auf dem Niveau HL2 Endenergie - Möglichkeit der Vorgabe und Überprüfung von Zielwerten

Zeile 2: Bewertung auf dem Niveau HL3 Primärenergie - Möglichkeit der Vorgabe und Überprüfung von Zielwerte

# Vorstellung einer Systematisierung von Grenz- und Zielwerten durch Zuordnung zu Bewertungsebenen und Bilanzrahmen

## Vorbemerkungen

Für eine vorzunehmende Analyse zu vorhandenen Grenz- und Zielwerten mit Relevanz für Energie und Umwelt entstand der Bedarf einer Entwicklung von Grundlagen für eine Strukturierung und Systematisierung derartiger Grenzwerte. Auf der Basis eines durch den Verfasser entwickelten Vorschlages wird vereinbart, allgemein zwischen

- **low level benchmarks (actor-oriented limit and target values)**  
*Grenz-/Zielwerte unterhalb des Niveaus Nutzenergie  
im Sinne akteursorientierter Anforderungen*
- **high level benchmarks (global limit and target values)**  
*Grenz-/Zielwerte einschließlich und oberhalb des Niveaus Nutzenergie  
im Sinne globaler Anforderungen*

zu unterscheiden. Neben dieser groben Einteilung besteht jedoch ein Bedarf, konkrete Grenz- oder Zielwerte hinsichtlich Bewertungsebene und Bilanzrahmen in einen Gesamtzusammenhang einordnen zu können. Mit nachstehendem Text wird das hierfür entwickelte und in nachstehender **Abb. 1** dargestellte System erläutert. Für die Charakterisierung von Grenz- und Zielwerten für den Bereich des direkten Energieaufwandes in der Nutzungsphase von Bauwerken wird zusätzlich ein Vorschlag für eine vereinfachte Darstellung unterbreitet und an einem Beispiel illustriert.

## 1. Systematik (Gesamtsystem)

Es wird vorgeschlagen, Grenz- und Zielwerte hinsichtlich der zutreffenden Bewertungsebene und des betroffenen Bilanzrahmens in ein System einzuordnen.

Die **Bewertungsebenen** entsprechen der Arbeits- und Aggregationsstufe, der jeweilige **Bilanzrahmen** charakterisiert die einbezogenen Abschnitte des Lebenszyklusses sowie die (indirekte) Beschreibung der funktionellen Einheit.

Für die Systematisierung der Bewertungsvorgänge wird eine Einteilung in folgende Ebenen vorgeschlagen:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Ebene 00</b> | - Nutzeranforderungen  |
| <b>Ebene 01</b> | - allgemeine Planungsentscheidungen                          |
| <b>Ebene 02</b> | - allgemeine Randbedingungen (Bauprodukte, Bauprozesse u.a.) |
| <b>Ebene 04</b> | - Auswahl von Baukonstruktionen und technischen Systemen     |
| <b>Ebene 05</b> | - Energiebilanz Raumwärme, Teilaspekte                       |
| <b>Ebene 06</b> | - Nutzenergiebedarf  |
| <b>Ebene 07</b> | - Endenergieaufwand  |
| <b>Ebene 08</b> | - direkte Emissionen infolge Energieumwandlung               |
| <b>Ebene 09</b> | - Energie- und Stoffstrom (kumuliert)                        |
| <b>Ebene 10</b> | - (bewertete) Einwirkungen auf die Umwelt                    |
| <b>Ebene 11</b> | - (bewertete) Auswirkungen in der Umwelt                     |
| <b>Ebene 12</b> | - Folgewirkungen   |

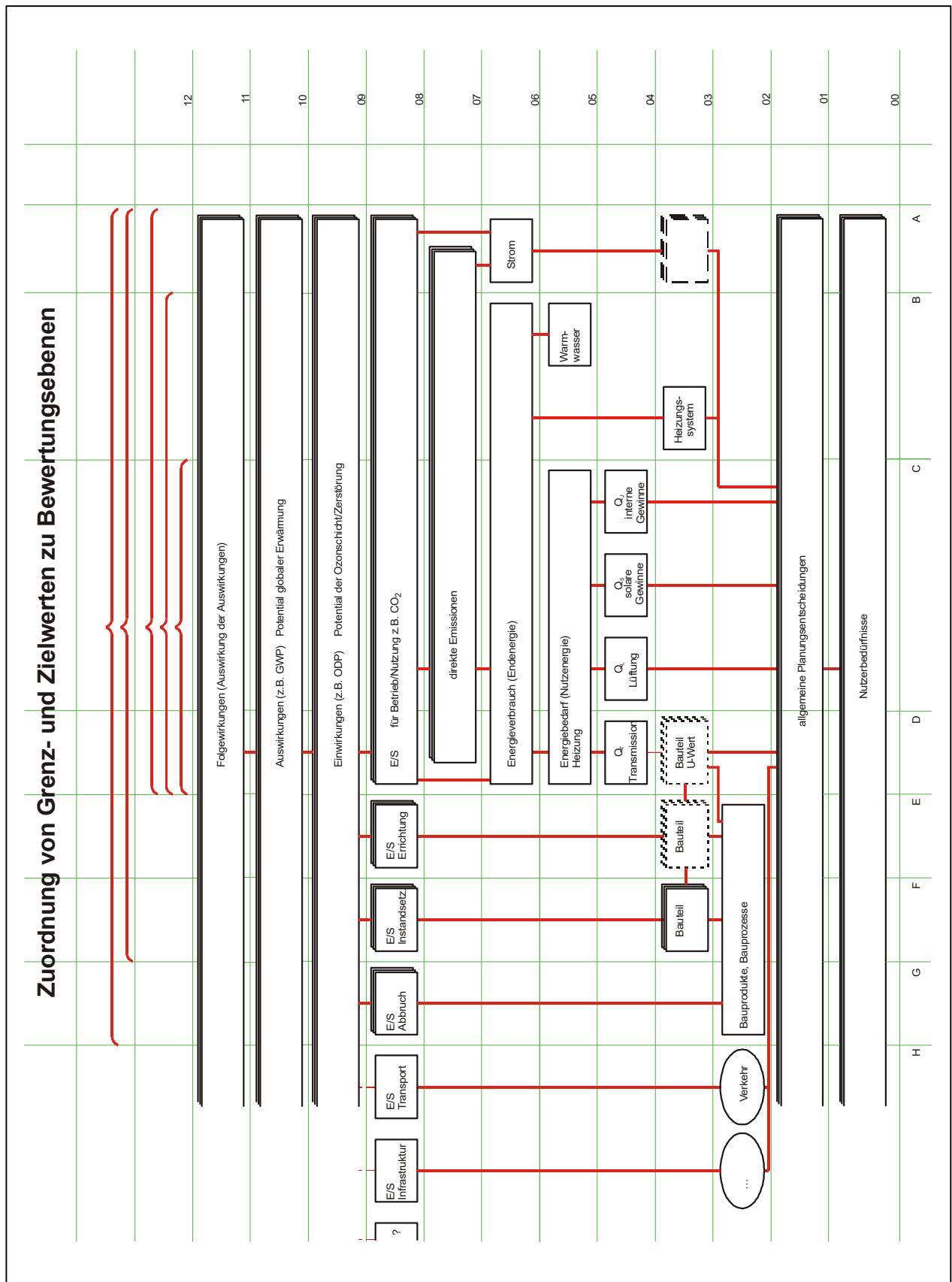


Abb.1: Systematik der Zuordnung von Grenzwerten zu Betrachtungsebenen (Verfasser)

Für eine Systematisierung des Bilanzrahmens für Einzelbauwerke in Bereiche wird folgende Einteilung vorgeschlagen:

<b>Errichtung des Bauwerkes</b>	- Bereich E
<b>Betreiben des Bauwerkes</b>	- Bereich A/B/C/D
<b>Instandhaltung des Bauwerkes</b>	- Bereich F
<b>Abriss des Bauwerkes</b>	- Bereich G
<b>Einbeziehung der Infrastruktur</b>	- Bereich H (optional bei Bilanzerweiterung)

Nachstehend werden einige Beispiele für die Zuordnung üblicher Grenz- und Zielwerte zur Gesamtsystematik angegeben.

#### **a) Vorgaben für k-Werte**

Die Angabe von Grenz- und Zielwerten für die k-Werte (künftig U-Werte) der Einzelbauteile betrifft die Arbeitsebene der Auswahl von konstruktiven Lösungen (Ebene 3) und hat einen direkten Einfluß auf den Raumwärmebedarf während der Nutzung des Bauwerkes (Bereich D).

#### **b) Vorgaben zur Begrenzung des Raumwärmebedarfes (Nutzenergie)**

Die Angabe von Grenz- und Zielwerten zur Begrenzung des Energiebedarfes für Raumwärme betrifft die Aggregationsstufe Nutzenergie (Ebene 5) und hat einen direkten Einfluß auf den Nutzenergiebedarf während der Nutzung des Bauwerkes (Bereich C-D). Ein vergleichbarer Wert kann ggf. für die Begrenzung des Nutzenergiebedarfes zur Warmwasserbereitung (Bereich B) angegeben werden. Eine Darstellung von Grenz- und Zielwerten für den Einsatz von Strom auf der Stufe Nutzenergie ist i.d.R. nicht üblich.

#### **c) Vorgaben zur Begrenzung des Heizenergieaufwandes (Endenergie)**

Die Angabe von Grenz- und Zielwerten zur Begrenzung des Energieaufwandes für Raumwärme betrifft die Aggregationsstufe Endenergie (Ebene 6) und hat einen direkten Einfluß auf den (gebäudeabhängigen und betriebsbedingten) Energieverbrauch während der Nutzungsphase (Bereich C-D). Bei Anlagen, die eine Energieversorgung für Raumwärme und Warmwasser gleichzeitig abdecken, ist eine Erweiterung des Bilanzrahmens sinnvoll (Bereich B-D), ansonsten ist eine getrennte Angabe des Energieaufwandes für die Warmwasserbereitung (Bereich B) auf der Stufe Endenergie möglich und bei unterschiedlichen Systemen/Energieträgern für Heizung und Warmwasserbereitung notwendig.

Werte zur Beschreibung und/oder Begrenzung des Endenergieaufwandes an Strom sollten immer gesondert angegeben werden (Bereich A). Eine weitere Differenzierung in Ursachen/Anwendungsbereiche ist zweckmäßig (z.B. gebäudebedingt/nutzerbedingt).

#### **d) Vorgaben zur Begrenzung direkter Emissionen**

Die Angabe von Grenz- und Zielwerten zur Begrenzung direkter Emissionen infolge von Energieanwendungsprozessen (Ebene 7) beschreibt die Umweltbelastung während der Nutzungsphase. Ein Zusammenfassen der Emissionen infolge der Verwendung unterschiedlicher Energieträger ist möglich (Bereich A-D). Bei Bedarf kann eine Unterteilung in Emissionen infolge Beheizung (Bereich C – D), Warmwasserbereitung (Bereich B) und infolge der Stromanwendung (Bereich A) erfolgen.

#### **e) Vorgaben zur Begrenzung des Einsatzes an Primärenergie**

Die Angabe von Grenz- und Zielwerten zur Begrenzung des Einsatzes an Primärenergie kann auf dem Niveau der Ermittlung und Bewertung des Energie- und Stoffstromes (Ebene 8) erfolgen. Häufig ist eine Angabe von Grenz- und Zielwerten für die Nutzungsphase üblich (Bereich A-D). Zusätzlich kann auf der Ebene der Ermittlung und Bewertung des kumulierten Energie- und Stoffstromes der vollständige Lebenszyklus des Bauwerkes (Bereich A-G), ggf. unter Einbeziehung von Infrastrukturbauwerken und Verkehrsprozessen (Bereich A – H) abgebildet werden. Eine differenzierte Betrachtung einzelner Abschnitte des Lebenszyklusses ist möglich und sinnvoll.

## 2. Vorschlag für eine gesonderte Betrachtung der Nutzungsphase

International liegen insbesondere Grenz- und Zielwerte zur Begrenzung des Energieaufwandes während der Nutzungsphase vor. Die i.d.R. als kWh/m<sup>2</sup>\*a bzw. MJ/m<sup>2</sup>\*a angegebenen Werte werden jedoch häufig fehlinterpretiert, wenn nicht zusätzlich die Ebene der Bewertung, der Bilanzrahmen und die Bezugsgröße näher erläutert werden. Es wird vorgeschlagen, zu jedem Grenz- und Zielwert daher die Ebene der Bewertung (Nutzenergie, Endenergie, Primärenergie), den Bilanzrahmen (Heizung, Heizung + Warmwasserbereitung, Heizung + Warmwasserbereitung + Hilfs-/Antriebsenergie (Strom), usw.) sowie die Art der Bezugsgröße (Bruttofläche, Nettofläche u.a.) erläuternd anzugeben. Es wird weiterhin vorgeschlagen, die Interpretationsfähigkeit von Grenz- und Zielwerten durch ihre Einordnung in eine vereinfachte Darstellung zu verbessern. Mit der nachstehenden **Abbildung 2** wird das System dargestellt und am Beispiel der Situation in Deutschland illustriert.

Beispiele aus Deutschland für Grenz- und Zielwerte im Energiebereich

	Errichtung	Nutzung/Instandhaltung			Sonstiges
		Heizung	Warmwasser	Strom	
Ein- und Auswirkungen					
Energie- und Stoffstrom					
Primärenergie		C			
direkte Emissionen					
Endenergieaufwand	(2000)	B			(**)
Nutzenergiebedarf	1994	A			
„low level“					

(\*\*) Es bestehen konzeptionelle Überlegungen, auch den Strombedarf auf der Ebene Endenergie zu begrenzen

### Beispiel A

Wärmeschutzverordnung 1995

Grenzwerte der Wärmeschutzverordnung 1995 (Nutzenergiebedarf)	
A/V 1/m	maximal kWh/m <sup>2</sup> *a
0,40	64,80
0,60	75,60
0,80	86,50

### Beispiel B

Energieeinsparverordnung 2000 (Entwurf 1997) (\*)

Grenzwerte der Energieeinsparverordnung (Endenergieaufwand)	
A/V 1/m	maximal kWh/m <sup>2</sup> *a
0,40	58,40
0,60	68,10
0,80	77,80

### Beispiel C

Empfehlungen für Passivhäuser

Grenzwert für Passivhäuser (Primärenergieaufwand)
Gesamtaufwand an Primärenergie für Beheizung, Warmwasser, Licht, Lüftung und Haushaltsgeräte gesamt < 120 kWh/m <sup>2</sup> *a

(\*) zwischenzeitlich überarbeitet und deutlich verändert (Anmerkung des Verfassers)

**Abb. 2** : Graphische Möglichkeit zur Angabe von Bewertungsebene und Bilanzrahmen bei Grenzwerten (illustriert mit Beispielen aus Deutschland)

### Literatur:

- /01/ Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden, BGBl 24.8.1994
- /02/ Diskussionspapier zur Energiesparverordnung 2000, Bundesbauministerium 1997
- /03/ Feist, W. : Passivhäuser - Behaglichkeit ohne Heizung  
in: Tagungsunterlagen der 1. Passivhaus-Tagung, Darmstadt 1996
- /04/ Feist, W.; Ebel, W.: Verfahren zur Berechnung des Stromverbrauchs  
in: Tagungsunterlagen der 2. Passivhaus-Tagung, Darmstadt 1998

# Hilfsmittel zur Berücksichtigung energetischer und ökologischer Eigenschaften und Qualitätsmerkmale von Bauprodukten, Bauteilen und Bauwerken

## Vorbemerkungen

Prozesse der Planung und Entscheidungsfindung im Lebenszyklus von Bauwerken können durch die Nutzung von Hilfsmitteln unterstützt werden. Unter Hilfsmitteln werden hier Instrumente verstanden, die i.d.R. eine Informations- und/oder Handlungsgrundlage für den Anwender bieten. Alternativ hierzu können derartige Hilfsmittel auch der Beschreibung und Bewertung von Bauprodukten, Bauteilen und Bauwerken und/oder der Zertifizierung auf der Basis von Qualitätsstandards dienen.

Im Unterschied zu interaktiven Werkzeugen, die im Sinne der Anwendung von Rechenprogrammen und -modellen ein aktives Handeln erlauben, stellen die Hilfsmittel i.d.R. unveränderliche (passive) Instrumente dar. Während Werkzeuge die Erstellung von Grundlagen für eine Entscheidung aktiv unterstützen, stellen Hilfsmittel Entscheidungsgrundlagen bereits anwendungsbereit zur Verfügung. Der Anwender muß diese Grundlagen nur noch interpretieren.

Zwischen Werkzeugen, Methoden und Hilfsmitteln besteht ein enger Zusammenhang. Werkzeuge wenden i.d.R. Rechenmodelle und Bewertungsmethoden an. Ihre Ergebnisse liefern i.d.R. die Grundlage für die Erstellung von Hilfsmitteln. Teilweise können Werkzeuge die Hilfsmittel (im Sinne von Dokumenten) direkt als Ergebnisausdruck erzeugen.

## 1. Systematisierung von Planungs- und Bewertungshilfsmitteln

Die nachstehende Systematisierung und Beschreibung von Hilfsmitteln orientiert sich an deren äußerem Erscheinungsbild. Im Sinne der Definition sind auch Datenbanken ein „Hilfsmittel“. Datenbanken werden hier nicht behandelt und wurden in anderem Zusammenhang ausführlich diskutiert /01/. Die Ergebnisse einer internationalen Recherche zu interaktiven Planungswerkzeugen können /02/ entnommen werden.

Folgende „Hilfsmittel“ werden nachstehend ohne Vollständigkeitsprinzip erörtert:

- Gesetze und Konventionen
- Leitlinien
- Checklisten
- Güte- und Umweltzertifikate für Gebäude
- Objektbeispiele/Fallbeispiele/Demonstrationsbauten
- Gebäudepass/Objekt-Dokumentation
- Energieausweis
- Element-Katalog
- ökologisch-orientierte Ausschreibungshilfen
- Güte- und Umweltzeichen für Produkte
- Produkt-Deklarationen
- Empfehlungs- und Ausschlußkriterien
- Positiv- und Negativlisten

Hinweise auf im deutschsprachigen Raum verfügbare Hilfsmittel können der Zusammenstellung unter 2. entnommen werden.



Instrument	<b>Güte- und Umweltzeichen für Produkte</b>
Gegenstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauprodukte (z.B. Farben, Spanplatten)</li> <li>- Bauteile (z.B. Fenster)</li> <li>- Systeme (z.B. Heizkessel, Solaranlagen, Wasserspararmaturen)</li> <li>- Technologien/Baumaschinen (z.B. emissionsarme Fahrzeuge)</li> </ul>
Entwicklung/ Vergabe	<p>Zeichen werden i.d.R. durch eine neutrale, unabhängige Fachkommission (Jury) auf der Grundlage vereinbarter Qualitätskriterien/Vergaberichtlinien für konkrete Produkte/Systeme und mit einer räumlich und zeitlich definierten Gültigkeit vergeben.</p> <p>Teilweise existieren Zeichen von Gütegemeinschaften der Industrie, deren Unabhängigkeit schwer zu kontrollieren ist. Auf Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Vergabekriterien und -verfahren ist zu achten.</p>
Anwender/ Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer/öffentliche Hand als Vorgabe bei Ausschreibungen</li> <li>- Planer/Bauherr als Orientierung bei Ausführungsplanung</li> <li>- Ausführungsbetrieb als Orientierung bei Einkauf, Anwendung</li> <li>- Selbstbauer als Orientierung bei Einkauf</li> <li>- öffentliche Hand als Orientierung bei Beschaffung</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache Handhabung</li> <li>- gute Orientierung</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verlust von Detailinformationen</li> <li>- i.d.R. Verlust der Transparenz von Zeichenvergabe und Vergabekriterien</li> </ul>
Kommentar	<p>Häufig gelten Zeichen für konkrete Produkte innerhalb einer Produktgruppe. Mit der Zeichenvergabe soll angezeigt werden, daß bei mit anderen Produkten der Produktgruppe vergleichbaren Gebrauchseigenschaften das konkrete Produkt überdurchschnittlich gute Qualitätsmerkmale bei energie-, umwelt- und/oder gesundheitsrelevanten Kriterien besitzt.</p> <p>Es kann zwischen (den hier gemeinten) Güte- bzw. Umweltzeichen und den Warn- bzw. Überwachungszeichen unterschieden werden. Die Vielzahl heute verwendeter Zeichen erschwert die Orientierung.</p>
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltzeichen „Blauer Engel“ - Deutschland</li> <li>- EU-Umweltzeichen - Europäische Union</li> </ul>

*Für die Inhalte und Ziele dieses Beitrages sind insbesondere Kennzeichnungen für Produkte mit besonders günstigen energetischen/ökologischen Eigenschaften von Interesse, z.B.:*

- energiesparende und emissionsarme Heizungsanlagen
- effiziente Solar- und Photovoltaikanlagen
- hochwirksame Verglasungen und Dämmstoffe
- ressourcenschonende Recyclingprodukte
- Wasserspararmaturen
- emissionsarme und schadstofffreie Farben und Baustoffe.

Instrument	<b>(unbewertete) Produkt-Deklarationen</b>
Gegenstand	- Bauprodukte - Bauhilfsstoffe
Entwicklung/ Vergabe	Häufig durch Organisationen wie Architektenkammern/Ingenieurverbände oder Berufsgenossenschaften wurden Kriterien-Raster zur Beschreibung der Eigenschaften und Merkmale von Bauprodukten entwickelt. Die Raster umfassen i.d.R. technische Merkmale, die Produktzusammensetzung (Deklaration der Inhaltsstoffe) inklusive der Herkunft der Ausgangsstoffe sowie ggf. energie-, umwelt- und/oder gesundheitsrelevante Eigenschaften und Angaben für die Herstellung, Anwendung/Verarbeitung, Nutzung, Beseitigung/Entsorgung/Recyclierung. Teilweise werden die Angaben durch (bewertete) Daten zum vergegenständlichten Energieaufwand ergänzt. Die Angaben selbst erfolgen i.d.R. durch die herstellende Industrie - entweder durch Ausfüllen der Raster auf Anfrage oder durch das Bereitstellen von Angaben im Rahmen der Produktunterlagen. In wenigen Fällen ist eine zentrale Sammlung der Produkt-Deklarationen in Form von Datenbanken oder Auskunftssystemen von Architektenkammern einschließlich einer Überprüfung der Angaben auf Plausibilität vorgesehen.
Anwender/ Anwendungsfall	- Planer/Bauherr als Orientierung bei der Ausführungsplanung
Vorteile	- Angabe zahlreicher Detailinformationen zu verschiedenen Kriterien
Nachteile	- Interpretation unbewerteter Angaben für ungeübte Anwender schwierig - teilweise ungeprüfte Herstellerangaben
Kommentar	Eine vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe eines Produktes kann in Sonderfällen (z.B. Bauen für Allergiker) nützliche Detailinformationen liefern. Allgemein sind ohne Spezialausbildung die Deklarations-Raster für Planer nur bedingt anwendbar. Es ist zu beachten, daß die Angabe von Inhaltsstoffen im Sinne einer Rezeptur nicht in jeder Lebensphase mit den Eigenschaften des Produktes identisch ist (z.B. Sand, Zement als Rezeptur, Beton als Produkt).
Beispiele	- Raster für Produkt-Deklarationen SIA 493 - Schweiz - Produkt-Deklarationen der Bayerischen Architektenkammer - Deutschland

*Für die Inhalte und Ziele dieses Beitrages ist insbesondere die Möglichkeit der Angabe von Art und Menge der bei der Herstellung eingesetzten Rohstoffe und Produkte sowie der Energieträger in Interesse. Teilweise enthalten Produkt-Deklarationen Hinweise auf das Vorliegen von Ökobilanzen sowie Angaben zum kumulierten Aufwand an Primärenergie mit dem Bilanzrahmen „von der Wiege bis zum Werktor“ (from cradle to gate).*

Instrument	<b>Positiv- und Negativlisten</b>
Gegenstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauprodukte</li> <li>- Bauhilfsstoffe</li> </ul>
Entwicklung/ Vergabe	<p>Positiv- und Negativlisten im Sinne einer Aufzählung zu empfehlender bzw. auszuschließender konkreter Produkte bzw. allgemeiner Materialien können zwischen Bauherren und Planern individuell vereinbart werden. Teilweise entwickeln kommunale oder staatliche Behörden (interne) bzw. Verbände oder auch Fachzeitschriften erzeugniskonkrete Listen mit zu empfehlenden bzw. zu vermeidenden Produkten. Typisch sind z.B. der Ausschluß von Aluminium, PVC oder Tropenholz.</p> <p>Die Erstellung insbesondere von Negativlisten erfolgt i.d.R. auf der Basis einer Abschätzung von Risiken für Umwelt und Gesundheit bei der Anwendung, aber auch bei der Herstellung und Entsorgung der Produkte.</p>
Anwender/ Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer/Bauherr zur Entwicklung von Vorgaben für Bauvorhaben</li> <li>- Planer/Bauherr als Orientierung bei Ausführungsplanung</li> <li>- Ausführungsbetrieb als Orientierung bei Einkauf, Anwendung</li> <li>- Selbstbauer als Orientierung bei Einkauf</li> <li>- öffentliche Hand als Orientierung bei Beschaffung</li> <li>- Formulierung von Forderungen bei Förderprogrammen</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache Handhabung</li> <li>- liefert eindeutige Orientierung</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ungeeignet für „produktneutrale“ Anwendung, z.B. bei Ausschreibung</li> <li>- hohes Prozessrisiko bei negativ bewerteten Produkten und Herstellern</li> <li>- notwendige Transparenz der Entscheidung nicht immer gegeben</li> <li>- Aufnahme aller Produkte in Listen unmöglich</li> </ul>
Kommentar	<p>Positiv- und Negativlisten werden von Praktikern wegen der für sie klaren und leicht interpretierbaren Aussage bevorzugt. Vorzuziehen sind Listen, die eine Aufnahme in die positiv oder negativ bewertete Gruppe unter Angabe von Kriterien begründen.</p>
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ergebnisse der Fachzeitschrift „Öko-Test“, Deutschland</li> </ul>

*Im Zusammenhang mit Inhalten und Zielen dieses Beitrages wird darauf hingewiesen, daß teilweise auch ein (vergleichsweise) sehr hoher kumulierter Aufwand an Primärenergie zur Herstellung des Produktes mit dem Bilanzkreis „von der Wiege bis zum Werktor“ (from cradle to gate) zur Aufnahme in eine Negativliste führen kann - Beispiel Aluminium. Teilweise kann das Problem durch Einsatz von Recyclingmaterial verringert werden. Ein besonders geringer kumulierter Aufwand an Primärenergie zur Herstellung eines Produktes kann u.a. zur Aufnahme in die Positiv-Liste führen.*

Instrument	<b>Empfehlungs- und Ausschlußkriterien</b>
Gegenstand	- Bauprodukte - Bauhilfsstoffe
Entwicklung/ Vergabe	Produktneutrale Empfehlungs- und Ausschlußkriterien können individuell zwischen Planer und Bauherr erarbeitet bzw. durch die öffentliche Hand, Organisationen bzw. Fachleute (i.d.R. auf der Basis der Ergebnisse von Arbeitsgruppen) entwickelt und vorgegeben werden. Ausschlußkriterien können insbesondere auf die Vermeidung gefährlicher Inhaltsstoffe und/oder die Schonung knapper Ressourcen abzielen. Typische Ausschlußkriterien sind z.B. der Gehalt an Asbest oder Formaldehyd in Produkten.
Anwender/ Anwendungsfall	- Planer/Bauherr zur Entwicklung von Vorgaben für Bauvorhaben - Planer/Bauherr als Orientierung bei Ausführungsplanung - Planer bei Formulierung der Ausschreibung - Ausführungsbetrieb als Orientierung bei Einkauf, Anwendung - Selbstbauer als Orientierung bei Einkauf - öffentliche Hand als Orientierung bei Beschaffung - Formulierung von Forderungen bei Förderprogrammen
Vorteile	- einfache Handhabung - liefert eindeutige Orientierung - eignet sich für „produktneutrale“ Anwendung bei der Ausschreibung
Nachteile	- setzt i.d.R. bei der Anwendung auf Produkte konkrete Angaben (Deklarationen) zu diesen voraus, die nicht immer vorliegen (z.B. Gehalt an Binde- oder Lösemitteln nach Art und Menge)
Kommentar	Im Unterschied zu Positiv- und Negativlisten (siehe dort) ergibt sich kein Prozessrisiko, da eine „produktneutrale“ Anwendung möglich ist.
Beispiele	- Schwarz: Ökologie im Bau (Fachbuch) - Schweiz

*Im Zusammenhang mit Inhalten und Zielen dieses Beitrages wird darauf hingewiesen, daß die (relative) Höhe des kumulierten Aufwandes an Primärenergie zur Herstellung von Produkten mit dem Bilanzkreis „von der Wiege bis zum Werktor“ (from cradle to gate) zur Formulierung von Empfehlungs- und Ausschlußkriterien herangezogen werden kann. Gleiches gilt für Eigenschaften wie Langlebigkeit und Recyclingfreundlichkeit. In der aktuellen Praxis werden Ausschlußkriterien i.d.R. im Zusammenhang mit akuten Risiken für Gesundheit und Umwelt bei der Anwendung und Nutzung von Produkten formuliert.*

Instrument	<b>ökologisch orientierte Ausschreibungshilfen</b>
Gegenstand	- Leistungsbeschreibungen
Entwicklung/ Vergabe	Ökologisch orientierte Ausschreibungshilfen werden i.d.R. von kommunalen oder staatlichen Behörden für den Eigenbedarf entwickelt bzw. vereinzelt von kommerziellen Anbietern von Textbausteinen für die computergestützte Erstellung von Ausschreibungen angeboten. Es handelt sich um ergänzende Module zur üblichen Leistungsbeschreibung. Sie unterstützen eine Integration energie-, umwelt- und/oder gesundheitsrelevante Anforderungen in die Ausschreibungstexte. Ökologisch orientierte Ausschreibungshilfen sind i.d.R. produktneutral. Sie basieren z.T. auf Empfehlungs- und Ausschlußkriterien (siehe dort).
Anwender/ Anwendungsfall	- Planer bei der Formulierung der Ausschreibung
Vorteile	- Zeitersparnis und Arbeitserleichterung durch fertige Textbausteine
Nachteile	- Anwendung i.d.R. erst bei Erstellung der Ausschreibungsunterlagen
Kommentar	Die Bereitstellung und Einführung ökologisch orientierter Ausschreibungshilfen (Textbausteine) wird als ein Weg gesehen, energie- und umweltrelevante Anforderungen und Informationen in die direkte Arbeitsumgebung des Planers zu transportieren. Es kann von einer hohen Praxiswirksamkeit ausgegangen werden, da Anforderungen in der Ausschreibung für den Ausführungsbetrieb i.d.R. rechtsverbindlich sind.
Beispiele	- ökologische Submissionsunterlagen - Schweiz

*Im Zusammenhang mit den Inhalten und Zielen dieses Beitrages kann die Entwicklung und Anwendung ökologisch orientierter Ausschreibungshilfen u.a. zur verbindlichen Vorgabe von langlebigen/recyclingfreundlichen Bauprodukten mit geringem Energieaufwand für Ihre Herstellung sowie von energiesparenden Bauprozessen führen.*

Instrument	<b>Energieausweis</b>
Gegenstand	- Beschreibung (und Bewertung) der energetischen Qualität von Bauwerken - ggf. getrennt für Bauwerkshülle und/oder Heizungstechnik
Entwicklung/ Vergabe	Der Energieausweis basiert auf europäischen, nationalen oder kommunalen Vorgaben. Diese Vorgaben regeln Inhalt, Erscheinungsbild und berechnungstechnische Grundlagen. Dargestellt (und bewertet) wird i.d.R. der jährliche Nutz- und/oder Endenergiebedarf für Raumheizung und Warmwasserbereitung. Teilweise erfolgen Zusatzangaben zur thermischen Qualität der Hüllkonstruktion und/oder der Haustechnik sowie allgemeine Angaben zum Objekt. Zusätzlich ist eine Bewertung des Energieaufwandes über Vergleiche mit Grenz-/Zielwerten bzw. auf der Basis einer Ermittlung des Primärenergieaufwandes und/oder der resultierenden Emission von Luftschadstoffen und CO <sub>2</sub> möglich. Der Energieausweis wird durch Planer, Gutachter oder Ingenieure erstellt, dem Eigentümer übergeben und verbleibt bei den Unterlagen zum Gebäude.
Anwender/ Anwendungsfall	- Planer im Rahmen der Erstellung von Dokumenten für das Gebäude - Eigentümer bei Verbrauchsüberwachung (Entnahme von Soll-Werten) - Eigentümer bei Vermietung (Nachweis der energetischen Qualität) - Eigentümer bei Verkauf (Nachweis der energetischen Qualität)
Vorteile	- macht als „offizielles“ Dokument die thermische Qualität des Bauwerkes für Bauherren, Mieter und/oder Käufer erkennbar
Nachteile	- Notwendigkeit der Aktualisierung bei Veränderungen nicht geregelt - Möglichkeiten zur Manipulation durch Ersteller gegeben
Kommentar	Über den Energieausweis sollen Bauherren, Käufer und/oder Mieter über die energetische Qualität von Bauwerken informiert und in die Lage versetzt werden, dieses Kriterium in ihre Entscheidungen einfließen zu lassen. Angestrebt wird eine allgemeine Sensibilisierung gegenüber dem Aufwand zur Beheizung und Warmwasserbereitung während der Lebensdauer von Bauwerken. Die Thematik des Energieausweises (hier im Sinne eines Dokumentes) ist eng mit Berechnungsverfahren zum Energieaufwand und mit methodischen Grundlagen zur Ermittlung, Interpretation und Bewertung von Energiekennzahlen verbunden.
Beispiele	- Wärmebedarfsausweis nach WSVO'95 - Deutschland - Energiepaß Heizung/Warmwasser (IWU) - EPASS (Hauser; Hausladen)

*Im Zusammenhang mit Inhalten und Zielen dieses Beitrages wird empfohlen, bei der Ausgestaltung von Energieausweisen eine Angabe von Energiekennzahlen auf der Stufe Endenergie (brutto) im Sinne der Vorhersage des zu erwartenden Verbrauches durchzusetzen. Dieser Wert läßt sich einerseits in einen Aufwand an Primärenergie zur Bereitstellung der Energieträger und zur Erzeugung der Nutzenergie und andererseits in die resultierende Umweltbelastung (insbesondere Luftschadstoffe und CO<sub>2</sub>) umrechnen.*

Instrument	<b>Gebäudepass (Objekt-Dokumentation)</b>
Gegenstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauwerke</li> <li>- Angaben zu Geometrie und Kubatur</li> <li>- Angaben zu Art und Menge von Baustoffen</li> <li>- Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz</li> <li>- Gesundheitsschutz, Umweltschutz</li> <li>- Soll-Werte für Energie- und Wasserverbrauch</li> <li>- Hinweise für Wartung, Pflege, Erneuerung, Abriss</li> </ul>
Entwicklung/ Vergabe	Der Gebäudepass kann auf Regelungen von Berufsorganisationen bzw. Vorgaben von nationalen oder kommunalen Behörden basieren. Diese regeln Inhalt und Erscheinungsbild. Ziel ist die vollständige Beschreibung (und ggf. Bewertung) des Objektes hinsichtlich seiner Bestandteile und Eigenschaften. Der Gebäudepass entspricht sinngemäß einer Dokumentation und Gebrauchsanleitung für Häuser. Er Gebäudepass wird durch Planer, Gutachter oder Ingenieure erstellt, dem Eigentümer übergeben und verbleibt bei den Unterlagen zum Gebäude.
Anwender/ Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer im Rahmen der Erstellung von Dokumenten für das Gebäude</li> <li>- Planer bei späterer Erneuerung, Modernisierung, Abriss (Datengrundlage)</li> <li>- Eigentümer bei Vermietung/Verkauf</li> <li>- Eigentümer während der Bewirtschaftung</li> </ul>
Vorteile	- Vorliegen einer vollständigen und objektkonkreten Dokumentation und Gebrauchsanleitung als Dokument
Nachteile	- bei manueller Erstellung hoher Aufwand, computergestützte Hilfen erst in Entwicklung
Kommentar	Ein Gebäudepass kann modular aufgebaut sein und enthält u.U. den Energieausweis (siehe dort). Teilweise wird bei Gebäudepässen zwischen einem beschreibenden und einem bewertenden Teil unterschieden. Die Thematik des Gebäudepasses (hier im Sinne eines Dokumentes) ist eng mit methodischen Fragen der systematisierten Gebäudebeschreibung, der Entwicklung von Kriterien zur Beschreibung und Bewertung von Bauwerken und Fragen der Sicherung der Qualität von Planung und Ausführung verbunden.
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzeption zum Gebäudepass des BM Bau - Deutschland</li> <li>- Umweltpaß für Gebäude (Glücklich)</li> </ul>

*Im Zusammenhang mit den Inhalten und Zielen dieses Beitrages wird empfohlen, den Energieausweis (siehe dort) zum Bestandteil des Gebäudepasses zu machen. Der zusätzliche Wert des Gebäudepasses wird in der Möglichkeit einer Vorgabe von Betriebs- und Wartungsanleitungen sowie in der vollständigen Beschreibung (und Lokalisierung) verbauter Materialien gesehen. Insbesondere die Angabe und Lokalisierung der verwendeten Materialien erleichtert die Vorbereitung der Instandhaltung und/oder Abriss und Recycling.*

Instrument	<b>Element-Katalog</b>
Gegenstand	Teile (funktionelle Einheiten) von Bauwerken im eingebauten Zustand  (repräsentieren den Aufwand für materielle und energetische Vorstufen, die Herstellung der Bauprodukte, ihren Antransport zur Baustelle sowie den Aufwand für Verarbeitung/Einbau auf der Baustelle = Bauprozesse)
Entwicklung/ Vergabe	Element-Kataloge wurden bisher i.d.R. für wissenschaftliche Zwecke von Forschungseinrichtungen entwickelt. Durch das Publizieren derartiger Kataloge wurden sie einem Teil der Planer zugänglich. Die in Element-Katalogen verwendeten Datengrundlagen und Bewertungsverfahren sind bisher nicht in jedem Fall konsensfähig.  In jüngster Zeit beginnen kommerzielle Anbieter von Planungshilfsmitteln mit der Entwicklung bzw. Erweiterung von Element-Katalogen. Ausgangsbasis sind i.d.R. Kataloge zur Kostenermittlung unter Nutzung der Element-Methode.
Anwender/ Anwendungsfall	- Planer bei Entwurfsplanung (Makro- und Grob-Elemente) - Planer bei Ausführungsplanung (Fein-Elemente)
Vorteile	- Unterstützung und Erleichterung einer objektorientierten Planung - Sicherung der Vergleichbarkeit bei Variantenbildung - Zeitersparnis - Darstellung von Bewertungsergebnissen in einer interpretierbaren Form
Nachteile	- Kataloge in Papierform können nicht immer die vom Planer benötigte konkrete Situation beschreiben (dieser Nachteil lässt sich ggf. durch eine computerunterstützte Entwicklung bzw. die Anpassung von Elementen beheben) - die Element-Methode ist bisher nicht in jedem Land bekannt bzw. anerkannt/üblich
Kommentar	Element-Kataloge enthalten unbewertete und/oder qualitativ/quantitativ bewertende Angaben zu funktionellen Einheiten im Sinne von Teilen eines Bauwerkes (z.B. 1m <sup>2</sup> Außenwand mit vollständigem Schichtenaufbau, 1 Stück Heizungsanlage). Element-Kataloge bilden die Voraussetzung für die Entwicklung und Anwendung komplexer Planungswerkzeuge auf der Basis objektorientierter CAD-Lösungen (siehe tools). Sie können vom Planer auch manuell im Sinne eines Nachschlagewerkes verwendet werden.  Element-Kataloge eignen sich insbesondere als Datengrundlage für Variantenvergleiche auf der Ebene von Bauwerksteilen. Teilweise erlauben sie die manuelle, bausteinartige Beschreibung und Bewertung vollständiger Bauwerke.
Beispiele	- SIA D0123 Hochbaukonstruktionen nach ökol. Gesichtspunkten - Schweiz - F 2249 Der Primärenergieinhalt der Baukonstruktionen ... - Deutschland - Element-Katalog der Edition AUM zu LEGOE - Deutschland

*Element-Kataloge können u.a. Angaben zum vergegenständlichten Energieaufwand für die Herstellung der Bauprodukte sowie die Durchführung von Bauprozessen und Angaben zum direkten und indirekten Energieaufwand für die Instandhaltung innerhalb eines Betrachtungszeitraumes enthalten. Teilweise erfolgt zusätzlich die Angabe von resultierenden Wirkungen auf die Umwelt - z.B. in Form des CO<sub>2</sub>- und des SO<sub>2</sub>-Äquivalentes.*



Instrument	<b>Objekt-Beispiele</b>
Gegenstand	- Gebäude mit guten/vorbildlichen Lösungen (Fallbeispiele) - technische Einzellösungen mit Demonstrationscharakter
Entwicklung/ Vergabe	Fallbeispiele mit Vorbildwirkung werden durch internationale, nationale bzw. kommunale Gremien bzw. Berufsverbände ausgewählt und publiziert. Die Fallbeispiele betreffen i.d.R. komplette Gebäudelösungen, teilweise auch Einzelkomponenten (z.B. Systeme zur alternativen Energieversorgung). Häufig erfolgt die Auswahl durch eine Jury auf der Basis eines Kriterienkataloges.
Anwender/ Anwendungsfall	- Planer als Orientierung bei Konzeptentwicklung - Bauherr als Orientierung für Aufgabenstellung - Bauherr bei Bewirtschaftung (Vergleich mit „best-practice“-Werten)
Vorteile	- gute Öffentlichkeitswirkung - Nachweis der Realisierbarkeit und Praxistauglichkeit
Nachteile	- häufig geringer Detaillierungsgrad bei der Beschreibung der Lösung - verführt zur Kopie von Lösungen ohne lokale Anpassung
Kommentar	Fallbeispiele mit Vorbildwirkung beeinflussen häufig auch indirekt die Entwicklung von Leitbildern in der Öffentlichkeit (so auch bei Politikern, Planern und Bauherren). Sie eignen sich für die Propagierung positiver Beispiele in der Öffentlichkeit und insbesondere in der Aus- und Weiterbildung. Sie dienen dem Nachweis der Realisierbarkeit und Praxistauglichkeit. Ihre Veröffentlichung dient auch der Weitergabe gesammelter Erfahrungen. Häufig bilden Fallbeispiele die Grundlage zur Entwicklung oder Anpassung von Kennwerten oder Zielgrößen. Es kann zwischen nachträglich ausgewählten positiven Fallbeispielen und geplanten, i.d.R. geförderten Demonstrationsbauvorhaben unterschieden werden.
Beispiele	- GBC'98-Beispielgebäude – deutscher Beitrag

*Im Zusammenhang mit Inhalten und Zielen dieses Beitrages wird empfohlen, bei der Veröffentlichung von positiven Fallbeispielen und der Auswertung von Demonstrationsbauvorhaben jeweils den (ggf. klimabereinigten) realen Energieverbrauch anzugeben. Eine differenzierte Angabe des Energieverbrauches nach Energieträger und Verwendungszweck (z.B. Strom für Beleuchtung) erleichtert das Erkennen von Zusammenhängen zwischen gewählter Lösung und erreichtem Ergebnis.*

*I.d.R. ist eine mehrjährige Begleitung und Auswertung erforderlich. Ein repräsentativer Energieverbrauch stellt sich oft erst nach dem zweiten oder dritten Jahr der Nutzung ein.*

Instrument	<b>Leitlinien</b>
Gegenstand	Formulierung von Zielen, Grundsätzen und Leitbildern
Entwicklung/ Vergabe	Allgemeingültige Leitlinien werden durch internationale, nationale oder kommunale Gremien bzw. Berufsverbände formuliert und publiziert. Je nach Detaillierungsgrad, Gegenstand und strategisch-politischer Ebene dienen Leitlinien i.d.R. der Formulierung von Grundsätzen und Zielen im Sinne von Vorgaben für künftiges Handeln. Sie sind i.d.R. verbal argumentierend gehalten und können als Absichtserklärungen interpretiert werden. Auf der Seite von Bauherren können ggf. Unternehmensziele und -leitlinien vorliegen, die auch hinsichtlich von Anforderungen an eigene Bauvorhaben zu interpretieren und zu beachten sind.
Anwender/ Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauherr im Rahmen der Formulierung eigener Ziele (Eigenentwicklung)</li> <li>- Bauherr als Orientierung bei Grundlagenermittlung</li> <li>- Planer als Orientierung bei Aufgabenstellung</li> </ul>
Vorteile	- Formulierung einer allgemeinen Handlungsgrundlage
Nachteile	- i.d.R. zu allgemein für konkrete Planungsfragen
Kommentar	Leitlinien im Sinne allgemeiner politischer bzw. unternehmensspezifischer oder objektkonkreter Ziele, Vorgaben und Absichtserklärungen definieren einen allgemeinen Handlungsrahmen. Sie werden bei der Planung i.d.R. bei der Formulierung der Ziel- und Aufgabenstellung berücksichtigt.
Beispiele	- Umwelt-Leitfaden für Architekten - Deutschland

Instrument	<b>Checklisten</b>
Gegenstand	differenziert nach Verwendungszweck/Anwendungsfall  (z.B. spezifisch für Gebäudearten - Checkliste Planung von Wohngebäuden; z.B. spezifisch für Kriterien/Ziele - z.B. Checkliste energiesparendes Bauen; z.B. spezifisch für Einzelaktivitäten - z.B. Checkliste Wartung der Heizung, u.a.)
Entwicklung/ Vergabe	Checklisten werden i.d.R. von Berufsverbänden oder Unternehmen entwickelt. Allgemeingültige Checklisten werden publiziert.
Anwender/ Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planer in allen Phasen</li> <li>- Bauherr bei Entwicklung der Aufgabenstellung</li> <li>- Baubetrieb bei Vorbereitung und Durchführung der Bauprozesse</li> <li>- Bauherr während der Bewirtschaftung</li> <li>- Dienstleistungsunternehmen bei Bewirtschaftung</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strukturierung eines Handlungsablaufes, Formulierung von Teilschritten</li> <li>- Sicherung des Vollständigkeitsprinzips</li> <li>- gute Grundlage für Aus- und Weiterbildung</li> </ul>
Nachteile	- i.d.R. geringe (zusätzliche) Unterstützung bei der Lösung von Fragen
Kommentar	Checklisten dienen i.d.R. der Strukturierung von Aktivitäten oder Entscheidungsabläufen. Sie erlauben einerseits die Vorgabe abzuarbeitender Teilschritte (Merkblätter) und andererseits die Kontrolle der Vollständigkeit erfolgter Aktivitäten. Checklisten sind handlungsorientiert. Sie sind ein bewährtes Hilfsmittel.
Beispiele	- Checklisten für energiegerechtes, ökologisches Planen u. Bauen - Schweiz

Instrument	<b>Güte- und Umwelt-Zertifikate für Gebäude</b>
Gegenstand	- Gebäude
Entwicklung/ Vergabe	Güte- und Umweltzertifikate für Gebäude basieren i.d.R. auf einem Anforderungs- und Kriterienkatalog. Die Kriterien werden durch unabhängige oder abhängige Gremien (z.B. Forschungsinstitute, Industrieverbände) entwickelt. Die Vergabe erfolgt objektkonkret oder für Typenlösungen auf der Basis einer Begutachtung durch Dritte (Fremdüberwachung) oder im Rahmen einer Eigenzertifizierung unter Nutzung vorgegebener Bewertungsverfahren - z.B. durch den Planer oder den Hersteller von Fertighäusern. Güte- und Umweltzertifikate kommen i.d.R. zu einem vollaggregierten Bewertungsergebnis im Sinne einer Gesamtaussage. Basis sind i.d.R. Wertungs- und Wichtungsfaktoren für Einzelkriterien.
Anwender/ Anwendungsfall	- Käufer/Mieter als Orientierung bei Kauf- oder Mietentscheidung - Bauherr im Rahmen der Vermarktung des Gebäudes
Vorteile	- öffentlichkeitswirksame Gesamtaussage möglich - gutes Marketinginstrument
Nachteile	- teilweise mangelhafte Transparenz von Kriterien und Verfahren - teilweise manipulierbar
Kommentar	Güte- und Umweltzertifikate für Gebäude stehen in einem engen Zusammenhang mit Gebäudepässen (siehe dort). Sie stellen i.d.R. den bewerteten Teil der Objektbeschreibung dar. Typische Erscheinungsformen sind Zeichen (labels) und/oder Urkunden. Güte- und Umweltzertifikate für Gebäude dienen einerseits Käufern und Mietern als Orientierung und Bewertungsmaßstab, andererseits Investoren und Baubetrieben als Anreiz und Marketinginstrument. Die Erstellung der Zertifikate erfolgt i.d.R. auf der Basis von Bewertungsmethoden und unter Nutzung von Hilfsmitteln. Wesentliche Voraussetzung für den „Wert“ des Zertifikates sind Neutralität und Transparenz der Kriterienwahl, Datenermittlung und Bewertung.
Beispiele	- AKÖH-Gebäudebrief – Deutschland - RAL-Gütezeichen Niedrigenergiebauweise (RAL-GZ 965)

*Häufig wird der Versuch unternommen, für Gebäude neben dem Energieaufwand für die Nutzung auch den Energieaufwand für Errichtung und Instandhaltung zu ermitteln und zu bewerten. Dies ist i.d.R. nur über die Verwendung spezieller Planungswerkzeuge und nicht durch manuelle Bemühungen von Planern/Gutachtern möglich.*

Instrument	<b>Gesetze und Konventionen</b>
Gegenstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffe im Sinne von Chemikalien</li> <li>- Bauprodukte</li> <li>- Bauwerke</li> <li>- Schutz der Umwelt</li> </ul> u.a.
Entwicklung/ Vergabe	<p>Gesetze und Konventionen werden i.d.R. durch internationale, nationale oder regionale Gesetzgebungsorgane verabschiedet. Sie basieren i.d.R. auf gesellschaftlich konsensfähigen Schutzziele. Neben den naturwissenschaftlichen Grundlagen fließen häufig politische und wirtschaftliche Interessen in die Ausgestaltung der Gesetze ein.</p> <p>Neben regulären Gesetzen existieren gesetzesähnliche Konventionen, die i.d.R. durch Berufsorganisationen entwickelt und angewendet werden.</p>
Anwender/ Anwendungsfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Genehmigungsbehörden als Entscheidungsgrundlage</li> <li>- Prüfstellen bei Vergabe von Fördermitteln</li> <li>- Planer als verbindliche Zielvorgabe bzw. Orientierung</li> <li>- Bauherr als verbindliche Zielvorgabe bzw. Orientierung</li> </ul>
Vorteile	- rechtliche Verbindlichkeit
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- häufig Ergebnis von politischen Kompromissen</li> <li>- langwieriger Entstehungsprozess, lange Reaktionszeiten</li> <li>- geringer Anreiz für überobligatorische Erfüllung von Anforderungen</li> </ul>
Kommentar	<p>Gesetze im Sinne rechtsverbindlicher Anforderungen eignen sich insbesondere zur Formulierung und Durchsetzung von Grenzwerten. Diese Grenzwerte repräsentieren neben naturwissenschaftlichen Auffassungen häufig einen Ausgleich mit wirtschaftlichen und politischen Interessen.</p> <p>Neben den in Gesetzen verankerten Grenzwerten können Zielwerte eine wesentliche Handlungs- und Orientierungsgrundlage bieten. Zielwerte im Sinne von überobligatorischen Empfehlungen werden häufig bei staatlichen/kommunalen Förderprogrammen oder im Rahmen von Konventionen durch Berufsorganisationen entwickelt und angewendet.</p>
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Europäische Bauproduktenrichtlinie - EU</li> <li>- Wärmeschutzverordnung - Deutschland</li> <li>- Luftreinhalteverordnung - Deutschland</li> </ul>

*Im Zusammenhang mit Inhalten und Zielen dieses Beitrages sind u.a. die nationalen Gesetze zur Begrenzung des laufenden Energieaufwandes während der Nutzungsdauer von Bauwerken sowie die Art der Festlegung von Grenz- und Zielwerten von Bedeutung.*

## 2. Ausgewählte Beispiele für Werkzeuge und Hilfsmittel – ein Überblick

Die angegebenen Werkzeuge und Hilfsmittel dienen als Beispiele der Illustration unterschiedlicher Möglichkeiten und Formen, den Planungs- und Entscheidungsfindungsprozess zu unterstützen. Die Übersicht erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

### Leitfäden (Auswahl)

Bund Deutscher Architekten (Hrsg.)

Umwelt-Leitfaden für Architekten & Planungs-Checkheft für Städtebau und Wettbewerbe  
Ernst & Sohn, Berlin 1994; ISBN 3-433-02901-6; 209 S.

Umweltbundesamt (Hrsg.)

Leitfaden zum ökologisch orientierten Bauen

C.F.Müller, Heidelberg 1997; ISBN 3-7880-7521-X; 112 S.

Bundesarchitektenkammer (Hrsg.)

Energiegerechtes Bauen und Modernisieren – Grundlagen und Beispiele

Birkhäuser, Basel 1996; ISBN 3-7643-5362-7; 216 S.

Institut für Wohnen und Umwelt Darmstadt

Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten, Wiesbaden 1993;  
145 S.

Institut für Wohnen und Umwelt Darmstadt

Leitfaden Elektrische Energie

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie- und Bundesangelegenheiten; Wiesbaden  
1995; 120 S.

Umweltverträglichkeitsprüfung in der Stadt- und Dorfplanung

BM Bau, Bonn 1991, 98 S.

Umweltbundesamt (Hrsg.)

Umweltschutz in der Flächennutzungsplanung

Bauverlag, Wiesbaden 1995, ISBN 3-7625-3251-6, 97 S.

Umweltbundesamt (Hrsg.)

Umweltverträglichkeitsprüfung in der Bauleitplanung

Schmidt-Verlag, Berlin 1995

### Checklisten (Auswahl)

Ökologische Bauerneuerung – methodische Wege zur Umsetzung

Bundesamt für Konjunkturfragen (CH), Bern 1995; ISBN 3-905234-22-X; 111 S.

SIA-Dokumentation D 0137

Checklisten für energiegerechtes, ökologisches Planen und Bauen

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1996, 36 S.

SIA-Dokumentation D 0118

Ökologie in der Haustechnik – eine Orientierungshilfe

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein; Zürich 1995; 93 S.

SIA-Dokumentation D 0122

Ökologische Aspekte des Bauens

Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein; Zürich 1995;

## computergestützte Planungshilfsmittel (Auswahl)

**LEGOE** – Planungswerkzeug zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung des Lebenszyklusses von Gebäuden unter ökologischen Gesichtspunkten (gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt) – Informationen: LEGOE GmbH (in Gründung) c/o Edition AUM, Wilhelm-Maigatter-Weg 1, 85221 Dachau und unter [www.legoe.de](http://www.legoe.de)

**OGIP** – Instrument zur Ermittlung und Bewertung der Umweltbelastung bei der Erstellung, Nutzung und Entsorgung von Bauwerken – Informationen: ZEN c/o EMPA-Dübendorf, CH 8600 Dübendorf und unter [www.ogip.ch](http://www.ogip.ch)

**ecopt** – Planungswerkzeug zur Untersuchung von Neubau-Sanierungs-Alternativen in frühen Phasen der Planung – (ifib Uni Karlsruhe, Englerstr. 7, 76131 Karlsruhe) – Informationen unter [www.ifib.uni-karlsruhe.de](http://www.ifib.uni-karlsruhe.de)

**ecopro** – Planungswerkzeug zur kombinierten Berechnung von Energiebedarf, Umweltbelastung und Baukosten in frühen Planungsstadien – (ifib Uni Karlsruhe & IREB Bauhaus-Universität Weimar) Informationen unter [www.ifib.uni-karlsruhe.de/kobek/](http://www.ifib.uni-karlsruhe.de/kobek/)

## Datenbanken (Auswahl)

**GEMIS** – Informationen: Öko-Institut, 79114 Freiburg und unter [www.oeko.de/service/gemis](http://www.oeko.de/service/gemis)

**KEA** – Informationen: Öko-Institut, 79114 Freiburg und unter [www.oeko.de/service/kea](http://www.oeko.de/service/kea)

**BauBioDataBank** (GIBB Genossenschaft Information Baubiologie, St Galler Str. 28 CH 9230 Flawil) – Informationen unter [www.gibbeco.org](http://www.gibbeco.org)

**KEV** – Detaildokumentation kommunaler Energieprojekte, Forschungs- und Fördervorhaben von Bund und Ländern, Informationen: Informationsdienst BINE, Fachinformationszentrum Karlsruhe mbH, Büro Bonn, Mechenstr. 57, 53129 Bonn und unter <http://bine.fiz-karlsruhe.de>, Rubrik Kommune und Energie

**IKARUS** – Instrumente für Klimagas-Reduktionsstrategien, Informationen: Forschungszentrum Jülich GmbH, Programmgruppe Technologie-Folgenforschung, 52425 Jülich und Fachinformationszentrum Karlsruhe mbH, Dr. Karl-Heinz Weber, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

## Element-Kataloge (Auswahl)

Institut für Bauforschung e.V. Hannover  
Der Primärenergieinhalt der Baukonstruktionen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der wesentlichen Baustoffeigenschaften und der Herstellungskosten – Bauteilkatalog  
Forschungsberichte des BM Bau F 2249, IRB-Verlag Stuttgart 1993

SIA Dokumentation 0123  
Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten  
Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1995

Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie & Donau-Universität Krems (Hrsg.)  
Ökologischer Bauteilkatalog  
Springer-Verlag; Wien 1999; ISBN 3-211-83370-6

Katalyse – Institut für angewandte Umweltforschung Köln  
Bauteilplanung – Beschreibung und Bewertung raumumschließender Bauteile  
Landesinstitut für Bauwesen des Landes NRW; Aachen 2000

## Regeldetails (Auswahl)

Institut des Zimmerer- und Holzbaugewerbes  
Entwicklung von Konstruktionsdetails für Niedrigenergiehäuser in Holzbauweise  
Reihe Bau- und Wohnforschung F2337, IRB-Verlag, Stuttgart 1998, ISBN 3-8167-4810-4

DIN V 4108 – 7 (1996)

Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen – Planungs- und Ausführungsempfehlungen

DIN 4108 – Beiblatt 2 (1998)

Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele

### **Energieausweise, Energiekennzahlen, Energiesimulation (Auswahl)**

Hauser; Hausladen

**EPASS** – Energiekennzahl zur Beschreibung des Heizenergiebedarfes von Wohngebäuden  
Energiepass-Service-GmbH, Baunatal

Institut für Wohnen und Umwelt Darmstadt

**Energie-Paß** Heizung/Warmwasser – energetische Qualität von Baukörpern und Heizungssystemen

IMPULS-Programm Hessen des Ministeriums für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit

**VDI 3807** – Blatt 1 (1994)

Energieverbrauchskennwerte für Gebäude – Grundlagen

**VDI 3807** – Blatt 2 (1998)

Energieverbrauchskennwerte für Gebäude – Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte

**TRNSYS** – Informationen: Transsolar, Stuttgart und unter [www.transsolar.com/index15.htm](http://www.transsolar.com/index15.htm)

**Helios** – Informationen: bei econzept Energieplanung GmbH, 79115 Freiburg und unter [www.econzept.com](http://www.econzept.com)

**HELENA** – Informationen: Grünzweig + Hartmann AG, Ludwigshafen und unter [www.gh-isover.de](http://www.gh-isover.de) (siehe unter software)

wichtig: weitergehende Informationen im software-Führer Energie & Umwelt des FIZ Karlsruhe

### **Gebäudepässe, Gebäudezertifikate**

Die Grüne Hausnummer

Saarländisches Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr; 1996

Gebäudepaß (Entwurf)

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Bonn 1997

Glücklich

Umweltpaß für Gebäude

TU Hamburg-Harburg, 1997

Gebäudepaß Sachsenhaus

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Sozialwesen; Zittau/Görlitz 1997



SIA 493 - Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten  
(siehe auch SIA-Dok. D093 - Informationen unter [www.sia.ch/siad/](http://www.sia.ch/siad/) Bauproduktdeklaration)  
Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, 1997  
(vergleichbare Informationen können auch beim Öko-Zentrum NRW sowie bei der Bayerischen Architektenkammer abgefordert werden)

Adriaans, Leuters, Löfflad  
Positivliste Baustoffe – Ratgeber zur Baustoffauswahl im Holzhausbau  
Arbeitskreis Ökologischer Holzbau e.V., Herford 1998; ISBN 3-933601-00-2; 102 S.

**WINGIS**- Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft  
GISBAU

### Hinweise zur Nutzungsphase

Gesellschaft für kommunales Energiemanagement  
Energietreffs für Hausmeister – ein Schulungsprogramm  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit, Wiesbaden  
1997

Schnapauff, Richter-Engel  
Gebrauchsanweisung für Häuser  
Reihe Bauforschung für die Praxis Band 40, IRB Verlag, Stuttgart 1997, ISBN 3-8167-4239-4, 116 S.

### Positiv-/Negativlisten

Adriaans, Leuters, Löfflad  
Positivliste Baustoffe – Ratgeber zur Baustoffauswahl  
Hrsg. Arbeitskreis Ökologischer Holzhausbau e.V.; Kassel 1998

Bauen, Wohnen, Renovieren – Ratgeber für Haus- und Wohnung  
Öko-Test – Sonderheft Nr. 20 1996

Kur, F. (Hrsg.)  
Handbuch für gesundes Bauen und Einrichten  
Eichborn-Verlag, Frankfurt 1993

### Empfehlungs- und Ausschlußkriterien

Schwarz, J.  
Ökologie im Bau – Entscheidungshilfen  
Haupt-Verlag, Bern 1993

### Ausschreibungshilfen

Ökologische Auflagen für die Ausschreibung nach BKP/NPK  
Hochbauamt Kanton Solothurn (CH); 1993

eco-devis – Instrument zur Ausschreibung ökologischer Bauleistungen  
Hochbauamt – Baudirektion Kanton Zürich (CH); 1988

## Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der erfolgten Systematisierung von Planungs- und Bewertungshilfsmitteln sowie der Zusammenstellung einer Auswahl von Werkzeugen und Hilfsmitteln aus dem deutschsprachigen Raum kann festgestellt werden, daß zu vielen Fragen einer energetischen bzw. ökologischen Bewertung von Bauprodukten, Bauelementen und Bauwerken Möglichkeiten einer Unterstützung der Entscheidungsfindung vorhanden sind. Die zwar nach Art und Qualität sehr unterschiedlichen Lösungen sind i.d.R. prinzipiell geeignet, Planern eine konkrete und praxistaugliche Hilfestellung zu geben.

Der Bekanntheits- und Einsatzgrad derartiger Planungswerkzeuge und –hilfsmittel ist als gering zu bewerten. I.d.R. fehlt die Einbindung in übliche Arbeitsabläufe. Es ist erforderlich, in einer Art Navigationssystem den Planern bei konkreten Fragestellungen die notwendigen und verfügbaren Arbeitshilfen zu erschließen. Insofern besteht die Aufgabe, vorhandene Hilfsmittel in den Planungsablauf einzuordnen und hinsichtlich Art und Umfang benötigter Ausgangsinformationen und erzielbarer Ergebnisse zu systematisieren.

### Literatur:

- /01/ Autorengemeinschaft  
Arbeitsergebnisse des IEA-Annex 31 „energy related environmental impact of buildings“ – Teil Übersicht zu existierenden Datenbanken  
<http://www.uni-weimar.de/ANNEX31>
- /02/ Autorengemeinschaft  
Arbeitsergebnisse des IEA-Annex31 „energy related environmental impact of buildings“ – Teil Übersicht zu existierenden Planungswerkzeugen  
<http://www.uni-weimar.de/ANNEX31>
- /03/ Blum, Deilmann, Neubauer  
Grundlagen eines Umweltgütesiegels für Gebäude  
Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Dresden 1998
- /04/ Lützkendorf  
Diskussion verfügbarer Instrumente zur Beurteilung von Bauerzeugnissen aus ökologischer Sicht  
Wissenschaftliche Zeitschrift der HAB Weimar-Universität  
39(1993), Reihe a; Heft 4, S. 307 – 314
- /05/ European Commission, Directorate General XII for Science, Research, Development  
European Methodology for the Evaluation of Environmental Impact of Buildings  
REGENER-Projekt, final report 1997

# Zur Anwendung von Bewertungsmethoden und -hilfsmitteln für Bauprodukte und Bauwerke im Planungsprozess

## 1. Grundlagen, Ziele und Anforderungen

Im Zusammenhang mit einer zunehmenden Sensibilisierung gegenüber Umweltfragen und dem Ziel einer praktischen Umsetzung von Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung auch im Gebäudebereich ergibt sich bei den am Bau Beteiligten die Notwendigkeit einer Integration von Aspekten des energiesparenden, ressourcenschonenden und gesundheitsgerechten Planens in Prozesse der Entscheidungsfindung. Dies führt zu einem Bedarf an Informationen, Bewertungsmethoden und –maßstäben, der einerseits eine Reaktion auf aktuelle Entwicklungen, gesellschaftliche Ziele und rechtliche Rahmenbedingungen darstellt und andererseits durch bereitzustellende und anwendbare Hilfsmittel umsetzungsorientiert gedeckt werden muß. Einen Ansatzpunkt für Entwicklung und Einsatz von (ökologisch orientierten) Bewertungsmethoden und –hilfsmitteln stellt die Europäische Bauproduktenrichtlinie mit ihren Anforderungen im Bereich Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz dar. Sie macht gleichzeitig deutlich, daß diese Aspekte Teil eines komplexen Anforderungssystems sind, welches insbesondere auch funktionelle, technische und bauphysikalische Bereiche abdeckt.

Mit den Bauprodukten müssen Bauwerke errichtet werden können, die (als Ganzes und in ihren Teilen) unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich sind und hierbei die genannten wesentlichen Anforderungen erfüllen, sofern für die Bauwerke Regelungen gelten,

die entsprechende Anforderungen enthalten. Diese Anforderungen müssen bei normaler Instandhaltung über einen wirtschaftlich angemessenen Zeitraum erfüllt werden.

Die Anforderungen setzen normalerweise vorhersehbare Einwirkungen voraus.

1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. Brandschutz
3. **Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz**

*Das Bauwerk muß derart entworfen und ausgeführt sein, daß die Hygiene und die Gesundheit der Bewohner und der Anwohner insbesondere durch folgende Einwirkungen nicht gefährdet werden:*

- Freisetzung giftiger Gase
- Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft
- Emissionen gefährlicher Strahlen
- Wasser- oder Bodenverunreinigung oder –vergiftung
- unsachgemäße Beseitigung von Abwasser, Rauch, festem/flüssigem Abfall
- Feuchtigkeitsansammlungen in Bauteilen
- Feuchtigkeitsansammlungen auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen

4. Nutzungssicherheit
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz

**Abb.1: Wesentliche Anforderungen der Europäischen Bauproduktenrichtlinie  
Auszug aus Anhang I (/01/)**

Auf der Basis formulierter Ziele zur Umsetzung des Leitbildes einer Nachhaltigen Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen kann eine Erweiterung und Präzisierung des durch geeignete Methoden und Hilfsmittel abzudeckenden Informations-, Bewertungs- und Entscheidungsbedarfes vorgenommen werden.

### **Ökonomische Dimension**

- Minimierung der Lebenszykluskosten von Gebäuden
- relative Verbilligung von Umbau-/Erhaltungsinvestitionen gegenüber Neubau
- Optimierung des Aufwandes für technische und soziale Infrastruktur
- Verringerung des Subventionsaufwandes

### **Ökologische Dimension**

- Reduzierung des Flächenverbrauchs
- Beendigung der Zersiedelung der Landschaft
- Geringhaltung zusätzlicher Bodenversiegelung
- Ausschöpfung von Entsiegelungspotentialen
- Orientierung der Stoffströme an den Zielen der Ressourcenschonung
- Vermeidung von Verwendung und Eintrag von Schadstoffen in Gebäude
- Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

### **Soziale Dimension**

- Sicherung bedarfsgerechten Wohnraums nach Alter und Haushaltsgröße
- Schaffung eines geeigneten Wohnumfeldes
- Vernetzen von Arbeiten, Wohnen und Freizeit in der Siedlungsstruktur
- „Gesundes Wohnen“ innerhalb wie außerhalb der Wohnung
- Erhöhung der Wohneigentumsquote
- Entkopplung von Eigentumbildung und Flächenverbrauch
- Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen

**Abb.2:** *Ausgewählte Zieldimensionen für das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen /02/ (Hervorhebungen durch Verfasser)*

Unter Hinweis auf die hervorgehobenen Passagen können folgende Anforderungen an Bewertungsmethoden formuliert werden, die den Informations- und Bewertungsbedarf im Zusammenhang mit den Zielen einer Sicherung der Nachhaltigkeit im Baubereich abdecken sollen.

- Erfassung, Beschreibung und Bewertung des vollständigen Lebenszyklusses von Bauwerken
- parallele Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Faktoren
- Erfassung, Beschreibung und Bewertung globaler und regionaler Energie- und Stoffströme bei gleichzeitiger Beachtung lokaler und punktueller Risiken durch Gefahr- und Schadstoffe
- parallele Verwendung inputseitiger (Ressourceninanspruchnahme) und outputseitiger (Emissionen) Kriterien
- parallele Beachtung bauökologischer (Energie- und Stoffströme) und baubiologischer (gesundes Wohnen) Aspekte

Es wird deutlich, daß der Umfang dieser Anforderungen nur durch sehr komplexe Methoden und Hilfsmittel oder durch einen aufeinander abgestimmten Satz jeweils spezifischer Werkzeuge umgesetzt werden kann.

Für die Lösung ökonomischer Fragen hat sich im Prozess der Planung ein fester Ablauf herausgebildet, dem Hilfsmittel zur Kostenschätzung, Kostenberechnung und Kostenfeststellung zugeordnet werden können. Zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung liegen die jeweiligen, an den Planungsfortschritt angepaßten Informationen und Bewertungsergebnisse vor. Im Unterschied hierzu sind eine Reihe von ökologisch orientierten Bewertungsmethoden und –hilfsmitteln bisher nicht optimal auf Arbeitsweise, Arbeitsumgebung und Arbeitsablauf von Planern abgestimmt. Häufig wird eine vollständige Zerlegung des zu planenden Bauwerkes in die Einzelbaustoffe als Grundlage für die Bewertung vorausgesetzt, die in frühen Planungsphasen so nicht zu leisten ist. So wurden bisher also die Bewertungsmethoden aus wissenschaftlicher Sicht weiterentwickelt, Fragen der Integration in den Arbeitsalltag jedoch nicht immer ausreichend gelöst.

Im Sinne einer Gleichbehandlung von ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten bei der Entscheidungsvorbereitung und -findung ist es jedoch notwendig, daß zum Entscheidungszeitpunkt das volle Bild der Informationen und Bewertungsergebnisse vorliegt. Somit werden ökologisch orientierte Bewertungsmethoden und -hilfsmittel benötigt, die auch in frühen Planungsphasen und angepaßt an übliche Arbeitsabläufe benötigte Daten und Ergebnisse bereitstellen. Siehe auch **Abb. 3**.

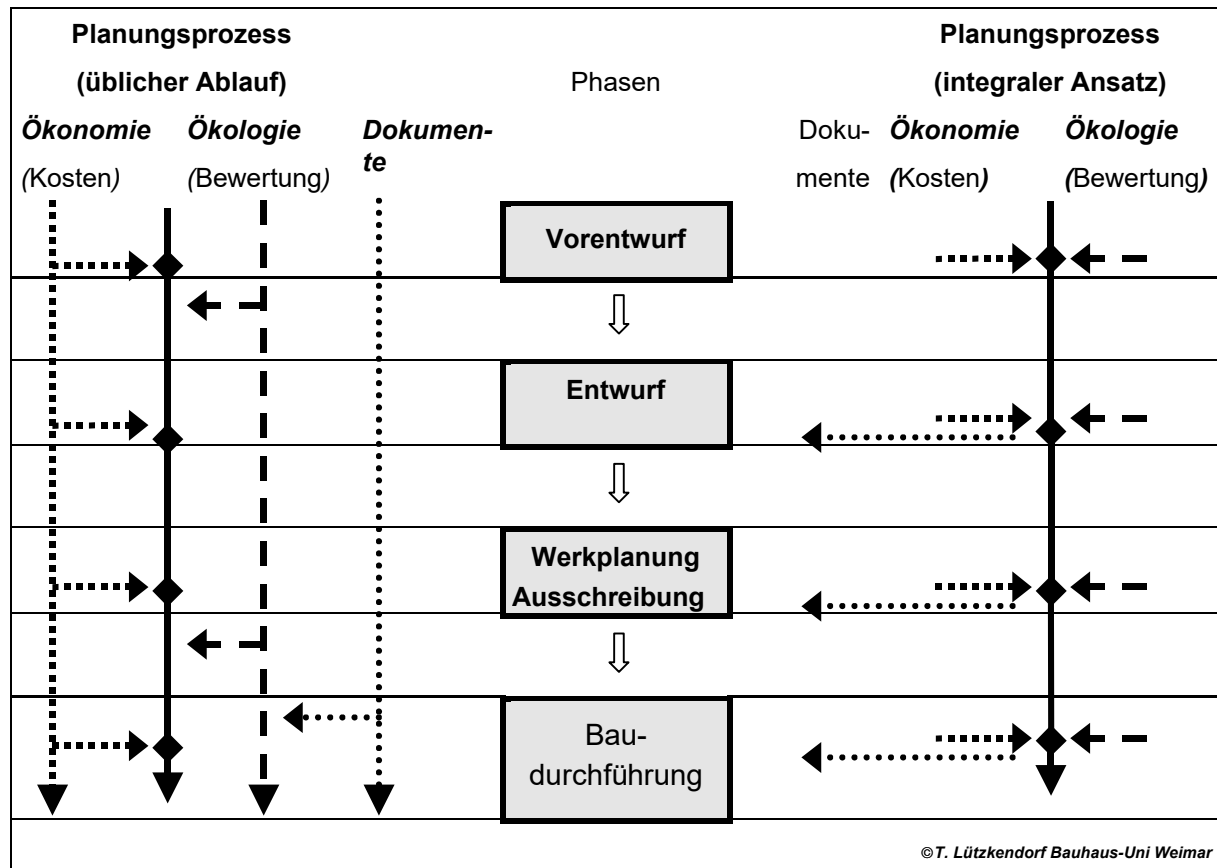


Abb.3 : vereinfachte Darstellung des Planungsprozesses mit der Zuordnung der Informationsbereitstellung durch ökonomische/ökologische Bewertungsmethoden/-hilfsmittel

Ebenso wie bei den Bewertungsaufgaben ist es beim Aspekt der planungsbegleitenden Entscheidungsvorbereitung möglich und notwendig, komplexe Methoden und Hilfsmittel bzw. einen Satz spezifischer Werkzeuge einzusetzen. Gleichzeitig sollte es möglich sein, benötigte Dokumente (z.B. Gebäudepass) nicht mit gesonderten Werkzeugen und durch nachgelagerte Aktivitäten sondern im Sinne einer Dokumentation der Entscheidungsergebnisse zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung (ggf. modulartig) zu erzeugen. Im Zusammenhang mit dem Vorschlag eines modulartigen Aufbaus wird u.a. empfohlen, den künftigen Energieausweis in den Gebäudepass zu integrieren.

## 2. Prozess der Planung und Entscheidungsfindung

Die Darstellung von Abläufen der Entscheidungsfindung während der Planung und während des Lebenszyklusses von Bauwerken erfolgt aus Gründen der Vereinfachung häufig in Form eines linearen Prozesses. Entscheidungsvorbereitung und Entscheidungsfindung sind in der Realität jedoch iterative, teilweise sogar intuitive Vorgänge. Sie stehen in Wechselwirkung mit dem jeweils erreichten Informationsstand und Konkretisierungsgrad. Je nach erarbeitetem Ergebnis kann der Übergang zu einem niederen oder höherem Niveau der Bearbeitung bzw. das Durchlaufen mehrerer Zyklen auf gleichem Niveau möglich oder notwendig werden.

Nachstehend wird mit **Tab. 1** der Versuch unternommen, einen allgemeinen Ablauf von Prozessen der Entscheidungsvorbereitung und Entscheidungsfindung im Planungsprozess zu beschreiben. Dies erfolgt insbesondere, um in der Praxis verwendete Methoden und eingesetzte Hilfsmittel zu identifizieren und innerhalb des Ablaufs zu lokalisieren. Der geschilderte Ablauf der Entscheidungsvorbereitung und -findung versteht sich als allgemeingültige Systematik, die sowohl auf hoher Aggregationsebene (Planung eines Bauwerkes) als auch für die Lösung von Detailfragen (Auswahl eines Materials) angewendet werden kann. Insofern können die handelnden Akteure sowohl Planer, Teams von Planern bzw. Vertragspartner (Auftraggeber/Auftragnehmer) sein.

Eine andere Form des iterativen Vorgehens ist die Behandlung identischer Themen mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad während einzelner Phasen und Teilschritte des Planungsprozesses. Betroffen sind i.d.R. besonders die Teilschritte der Aufgabenstellung, Konzeptentwicklung, Entwurfserarbeitung und Ausführungsplanung. Typische Punkte, die jeweils mit zunehmenden Detaillierungsgrad behandelt werden, sind:

- Nutzeranforderungen und Nutzungsbedingungen
- die gestalterische Lösung (Formensprache, Farbauswahl u.a.)
- die geometrische Lösung (Kubatur, Raumprogramm u.a.)
- die stofflich-konstruktive Lösung (Materialauswahl, Dimensionierung u.a.)
- die haustechnische Lösung/Energiekonzept

**I.d.R. erfolgt während jeden Teilschrittes eine technisch, rechtlich, ökonomisch und ökologisch begründete Variantenauswahl. In Ausnahmefällen kann unter Nutzung komplexer Planungswerkzeuge eine Parallelarbeit an verschiedenen Varianten über mehrere Teilschritte hinweg erfolgen.**

<b>Schritt</b>	<b>Erläuterungen, Hinweise auf Methoden &amp; Hilfsmittel</b>
<b>Problemidentifikation</b>	- Erkennen eines Problems - Erzeugen eines „Problembewußtseins“
<b>Problembeschreibung</b>	- Analyse und Beschreibung des Ausgangszustandes - Analyse und Beschreibung der Bedürfnisse
<b>Aufgabenstellung</b>	- Vorgabe eines Anforderungsprogramms - Benennung technischer, rechtlicher Randbedingungen - Benennung ökonomischer, ökologischer Randbedingungen - ggf. Auswertung von <u>Leitlinien</u> - Vorgabe von <u>Bewertungskriterien</u> - Vorgabe von <u>Grenz- und Zielwerten</u> - Veranlassung der Problemlösung
<b>Schaffung von Voraussetzungen</b>	- Auswahl von <u>Berechnungsmethoden und -hilfsmitteln</u> - Auswahl von <u>Bewertungsmethoden und -hilfsmitteln</u> - ggf. Beschaffung von Informationen ( <u>Deklarationsraster</u> ) - ggf. Auswertung von <u>Informationsquellen (Datenbanken)</u> - ggf. Auswertung von <u>Fallbeispielen</u>
<b>Erzeugung von Varianten</b>	- Erarbeitung von Lösungs-Varianten - Beschreibung technischer Parameter - Anwendung von <u>Berechnungsmethoden und -hilfsmitteln</u> - ggf. Erstellung von <u>Sachbilanzen</u>
<b>Bewertung von Varianten</b>	- technische, ökonomische und ökologische Bewertung - Anwendung von <u>Bewertungsmethoden und -hilfsmitteln</u> - ggf. Erstellung von <u>Wirkungsbilanzen</u>
<b>Vorauswahl Niveau 1</b>	- Prüfung/Feststellung der „Zulässigkeit“ von Lösungen - Anwendung (technischer) <u>Grenzwerte</u> - Anwendung von <u>Ausschlußkriterien / Negativlisten</u> - Anwendung von <u>Checklisten</u>
<b>Vorauswahl Niveau 2 (*)</b>	- Prüfung/Feststellung der „Vorteilhaftigkeit“ von Lösungen - Anwendung techn./ökonomischer/ökologischer <u>Zielwerte</u> - Anwendung von <u>Empfehlungskriterien / Positivlisten</u> - Einbeziehung extern vorbereiteter Lösungen ( <u>Kataloge</u> )
<b>Entscheidungsfindung</b>	- Auswahl einer (weiterzuverfolgenden) Variante / Abbruch (**) - Anwendung von <u>Methoden</u> der mehrkriteriellen Entscheidung - Anwendung von <u>Entscheidungshilfsmitteln</u> - Dokumentation der Ergebnisse ( <u>Zertifikate</u> , <u>Pässe</u> u.a.)
<b>in besonderen Fällen:</b>	
<b>Vorbereitung der Umsetzung</b>	- Planung von Maßnahmen - technische, rechtliche, organisatorische Absicherung
<b>Umsetzung</b>	- Realisierung
<b>Erfolgskontrolle</b>	- u.a. Überprüfung der Einhaltung von <u>Grenz- und Zielwerten</u>

(\*) Die Vorauswahl auf Niveau 2 versteht sich als weitere Einschränkung der Lösungsmenge nach einer Vorauswahl auf Niveau 1. Aus der Menge der (technisch) zulässigen Lösungen werden die hinsichtlich der Einhaltung vereinbarter Kriterien „günstigen“ Varianten ausgewählt. Ziel ist die Einschränkung der Lösungsvarianten bei der endgültigen Entscheidungsfindung auf ein überschaubares Maß.

(\*\*) Der Abbruch der Entscheidungsfindung wegen Erfolglosigkeit der Lösungsbemühungen wird der Identifikation eines Problems gleichgestellt und führt zu einem neuen Zyklus der Entscheidungsvorbereitung auf gleichem oder niederm Niveau.

**Tab.1: Beschreibung von Prozessen der Entscheidungsvorbereitung und –findung**  
(Verfasser)

### **3. Bearbeitungs- und Bewertungsgegenstände**

Bewertungsmethoden und –hilfsmittel müssen u.a. an den Bearbeitungs- und Bewertungsgegenstand angepaßt werden. Folgende grobe Unterteilung wird vorgeschlagen:

#### **a) Einzelsubstanzen, Stoffe und Zubereitungen**

Unter Einzelsubstanzen können im Baubereich u.a. Treibmittel, Lösemittel, Zusatzmittel relevant sein, die häufig in dieser Form nicht direkt in den Entscheidungsbereich des Planers gelangen. Sie sind meist Bestandteil einer stofflich-konstruktiven Lösung, die der Planer nur noch als Komplex wahrnimmt. Die Untersuchung und Bewertung derartiger Substanzen ist dennoch notwendig und dient der Bereitstellung notwendiger Informationen und Standpunkte u.a. für die Erarbeitung begründeter Ausschlußkriterien. Lösungsansätze bestehen u.a. durch die Bereitstellung von Datenbanken im Sinne von Stoff- bzw. Gefahrstoffinformationssystemen. Wesentlicher – noch zu deckender - Informationsbedarf besteht hinsichtlich der Risiken für Umwelt und Gesundheit.

#### **b) Baustoffe und Bauteile (Bauprodukte)**

Baustoffe und Bauteile stellen im Rahmen vorzufindender Ansätze den Hauptgegenstand der ökologischen Bewertung dar. Hierbei sind jedoch unterschiedliche Herangehensweisen feststellbar, die von der Auslegung des Begriffs Baumaterial beeinflußt werden. Steht z.B. der stoffliche Aspekt als solcher im Vordergrund, werden die Angaben ohne nähere Hinweisse auf die Art der Verwendung auf das Material im Sinne von Holz, Aluminium, PVC usw. bezogen. Das Material ist so ein Träger von Informationen, die jedoch erst in Kenntnis von Einbauort und Beanspruchungsart bewertet werden können und sollen.

In der Mehrzahl der Fälle erfolgte bereits der Übergang zu einer Betrachtungsweise, die den stofflichen mit dem funktionellen Aspekt verknüpft. Typisch hierfür ist die Bewertung und der Vergleich unterschiedlicher Dämmstoffe. In der Praxis hat es sich jedoch als problematisch erwiesen, auf der Ebene von Baustoffen eine Vergleichbarkeit zu sichern. So ist in der Regel eine funktionelle Anforderung nicht durch einen Baustoff allein zu erfüllen (z.B. erfordern einzelne Dämmstoffe in Abhängigkeit von ihrer Lage und Art eine Dampfsperre, andere nicht). Aus Sicht des Autors kann jedoch ein Vergleich auch ökologischer Auswirkungen erst auf der Ebene einer identischen Funktionserfüllung der stofflich-konstruktiven Lösung erfolgen.

Als nahezu unproblematisch erweist sich das Untersuchen von Bauprodukten im Sinne von Bauteilen, die eine in sich geschlossene stofflich-konstruktive Lösung darstellen (z.B. Fenster) und eine klar zu definierende Funktion erfüllen. Einziges Defizit bei der Sicherung der vollständigen Vergleichbarkeit ist das Fehlen der Einbautechnologie mit ihren spezifischen Umweltbelastungen und Gesundheitsgefährdungen (z.B. Einschäumen von Fenstern). Dies Problem ist jedoch durch Teilbetrachtungen (z.B. a) ökologisch günstige Fenster; b) ökologisch günstige Einbautechniken inkl. notwendiger Hilfsstoffe) lösbar.

Auf der Ebene der Baustoffe und Bauteile können Informationen zu

- Aufwand, Umweltbelastung und Risiken infolge Herstellung und Anwendung
- Aufwand, Umweltbelastung und Risiken während der Nutzung (Normal- und Sonderfälle)
- Aufwand, Umweltbelastung, Risiken infolge Entsorgung gemäß unterschiedlicher Szenarien

bereitgestellt werden. Typische Formen sind (bewertende) Baustoffdatenbanken, Deklarationsraster, Zeichen u.a..



### **c) Funktionseinheiten (Elemente)**

Unter Funktionseinheiten werden hier stofflich-konstruktive (z.B. Außenwand) bzw. systemtechnische (z.B. Heizungsanlage) Lösungen im eingebauten Zustand. Es handelt sich um Bauwerksteile im Sinne der Kombination von Material (Baustoffe, Bauteil) und Leistung (Bauprozeß). Voraussetzung für Variantenvergleiche auf der Ebene Element ist die identische Erfüllung einer definierten Funktion. Die Bildung und Verwendung von Elementen ist ein geeignetes Vorgehen, um die problematisch zu handhabende Komplexität von Bauwerken und ihres Lebenszyklusses in Einzelprobleme aufzulösen. So lassen sich einerseits gewünschte Gebrauchswerteigenschaften von der Ebene Gesamtbauwerk auf das Element herunterbrechen und andererseits die Eigenschaften von Bauprodukten auf der Ebene von Elementen zusammenfassen. Insofern stellt bereits das Element eine Schnittstelle von Aufwand und Nutzen und somit einen eigenen Bewertungsgegenstand dar.

Für Funktionseinheiten im Sinne von Elementen können Informationen über

- Aufwand, Umweltbelastung und Risiken bei der Herstellung und Einbau
- Aufwand, Umweltbelastung und Risiken infolge Nutzung, Alterung und Instandhaltung
- Aufwand, Umweltbelastung und Risiken bei der Entsorgung
- ggf. Aufwand, Umweltbelastung, Risiken infolge Heizung, Beleuchtung u.ä.

bereitgestellt werden. Ein typisches Beispiel sind Element-Kataloge. Entweder wird der Versuch unternommen, den (ökologisch zu bewertenden) Aufwand für Herstellung, Einbau und Unterhalt von Elementen zusammenfassend darzustellen oder durch die Bereitstellung von Neubau-, Instandhaltungs-, Reinigungselemente eine modulartige Zusammenstellung im Rahmen der Anpassung an Szenarien zu ermöglichen.

### **d) Gebäude und bauliche Anlagen**

Gebäude und bauliche Anlagen stellen das eigentliche Objekt der planerischen Überlegungen dar. Sie sind somit der zentrale Bewertungsgegenstand. Neben Aufwand und Auswirkungen der Errichtung sind im Interesse der Erfassung, Beschreibung und Bewertung des Lebenszyklusses auch Nutzung, Instandhaltung und Entsorgung zu berücksichtigen.

Speziell die Aufwendungen, Umweltbelastungen und Risiken infolge der Nutzung, Unterhaltung und Betreibung von Bauwerken lassen sich i.d.R. erst auf der Ebene Gesamtgebäude abschätzen und bewerten. Gleichzeitig lassen sich erst auf der Ebene Gesamtbauwerk mögliche Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Funktionseinheiten (Bauelementen) erkennen (z.B. der Heizenergieverbrauch und die resultierende Umweltbelastung hängt nicht nur vom k-Wert der Bauteile, sondern auch von Art und Wirkungsgrad der Energiebereitstellung ab.). Problematisch ist teilweise der Umgang mit nutzer- und nutzungsbedingten Aufwendungen und Wirkungen. Hier kann zwischen unterschiedlichen Sichtweisen und Bilanzrahmen (Einzelbauwerk bzw. „Bauen und Wohnen“) unterschieden werden.

Für Einzelbauwerke existieren u.a. folgende Bewertungsaufgaben:

- einmaliger und laufender finanzieller Aufwand (ggf. auch externe Kosten)
- einmaliger und laufender energetischer Aufwand (u.a. gemessen in Primärenergie)
- Ressourceninanspruchnahme, inputseitiger Stoffstrom
- Abfallaufkommen, outputseitiger Stoffstrom
- direkter und indirekter Flächenverbrauch
- globale Wirkungen auf die Umwelt
- lokale Wirkungen auf die Umwelt (u.a. durch Emissionen, Eluate)
- Risiken für Umwelt und Gesundheit bei Errichtung, Nutzung und Entsorgung
- Raumluftqualität und Behaglichkeit in Einzelräumen

Insbesondere für Bauwerke existieren unterschiedlichste Methoden und Hilfsmittel zur ökologischen bzw. komplexen Bewertung. Sie können u.a. hinsichtlich der Zielgruppe und Handlungsmöglichkeit u.a. in aktiv bedienbare Planungs- und Bewertungswerkzeuge (tools) bzw. dokumentierende/zertifizierende Unterlagen (Gebäudepässe) unterschieden werden. Gleichzeitig wenden sie ggf. eine oder mehrere Bewertungsmethoden an.

#### 4. Bewertungsmethoden

In der Entwicklung der letzten Jahre haben sich eine Vielzahl von Bewertungsansätzen herausgebildet, die auf unterschiedliche Art und Weise geeignet sind, die spezifischen Sichten und Interessenlagen der am Bau Beteiligten zu berücksichtigen sowie den umweltbezogenen Aufwand sowie die Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit abzubilden und bewertbar zu machen. Hierbei ist ein Trend weg von den „klassischen“ Bereichen Luft, Wasser Boden zu effektorientierten Kriterien (Ein- und Auswirkungen auf die Umwelt im Sinne von Treibhauseffekt und Versauerung) feststellbar.

Bewertungsverfahren sind u.a. hinsichtlich ihres Umgangs mit quantitativen und qualitativen Daten und der Aggregationsstufe zu unterscheiden.

##### **quantifizierbare Aspekte als Teil- oder Gesamtkriterium, u.a.**

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| - Ressourceninanspruchnahme    | = biotischer/abiotischer Stoffeinsatz         |
| - Stoffstrom inputseitig       | = kumulierter Stoffstrom                      |
| - Stoffstrom outputseitig      | = Abfallaufkommen                             |
| - Stoffstrom total             | = MIPS /05/                                   |
| - Energieaufwand               | = kumulierter Primärenergieaufwand KEA        |
| - kumulierter Flächeneinsatz   | = ökologischer Fußabdruck /06/                |
| - Allgemeingesundheit          | = Daly's /07/                                 |
| - Umweltein- und –auswirkungen | = effektorientierte Kriterien (GWP u.a.) /08/ |
| - individuelle Behaglichkeit   | = PMV /09/                                    |

##### **qualitative Aspekte, u.a.**

- Risiken für Umwelt- und Gesundheit
- Verarbeitungs-, Instandhaltungs-, Recyclingfreundlichkeit

Eine Vollaggregation kann anschließend entweder auf der Basis quantitativer, ggf. naturwissenschaftlich begründeter Überlegungen (Umweltbelastungspunkte, ECO-Indikator) bzw. auf der Basis qualitativer Verfahren zur Wertung und Wichtung erfolgen. Aus Sicht des Autors birgt die Vollaggregation jedoch die Gefahr des Informationsverlustes in sich. Es wird daher vorgeschlagen, vorzugsweise effektorientierte Teilkriterien zu verwenden und in Profilen bzw. Netzdarstellungen mit „Zielraum“ auszuwerten.

Qualitative Aspekte sind zur Abrundung des Bildes und zur Füllung von Lücken bei quantitativen Aspekten erforderlich. Problematisch ist i.d.R. die computergestützte Weiterverarbeitung von qualitativen Angaben auf nächsthöherer Bearbeitungsstufe (z.B. Informationsübertragung vom Einzelelement auf das Gesamtbauwerk). Vorgeschlagen wird eine arbeitsteilige Vorgehensweise zur Abdeckung unterschiedlicher Informationsbedürfnisse. Quantitative Informationen (Energie- und Stoffstrom) können kumuliert bzw. aggregiert, qualitative Daten wie Risikoangaben vorzugsweise lokalisiert werden.

Aus Sicht des Autors haben die unterschiedlichen Bewertungsansätze und -methoden eine Berechtigung, da sie spezifische Informations- und Bewertungsbedürfnisse bedienen müssen. Insofern sollte nicht der (ggf. aussichtslose) Versuch unternommen werden, das „wichtigste“ Kriterium zu finden, sondern vergleichbar einem Cockpit ein Satz aussagefähiger und durch Planer interpretierbarer Satz an Bewertungskriterien und –methoden (ggf. auch allgemein verbindliche bzw. konsensfähige „Pflicht-Kriterien“ und projekt- bzw. situationsabhängige „Kür-Kriterien“) bereitgestellt und angewendet werden.

#### 5. Hilfsmittel und Werkzeuge

Im Rahmen der Einordnung ökologischer Aspekte in den Planungsprozeß ist es wichtig, verfügbare Hilfsmittel an geeigneter Stelle auf der Basis jeweils bereits vorhandener Informationen zur Beantwortung spezifischer Fragestellungen einzusetzen. Sie stehen in einem engen Zusammenhang mit Bewertungsmethoden und machen diese bzw. deren Ergebnisse i.d.R. für die am Bau Beteiligten erst verfügbar.

Heute bekannte Arbeitshilfen können in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- Komplexe Planungs- und Bewertungswerkzeuge (tools)
- Planungs- und Bewertungshilfsmittel (instruments).

Die Planungs- und Bewertungshilfsmittel wurden bereits systematisiert und vorgestellt. Zusätzlich existieren Planungswerkzeuge, die eine interaktive Rolle des Bearbeiters bei der Datenbereitstellung und –auswertung erlauben, andererseits werden durch spezifische Mittel bereits aufbereitete Informationen und Bewertungsergebnisse an unterschiedliche Zielgruppen (Planer, Nutzer, Behörden) weitergegeben.

In den vergangenen Jahren hat es im Bereich der Entwicklung interaktiver Werkzeuge international eine beachtliche Entwicklung gegeben. Für die Vielzahl der Ansätze ist es notwendig, ihre Anwendungsziele, -möglichkeiten und –voraussetzungen so zu deklarieren, daß sich ein potentieller Anwender ein Bild machen kann. Nachstehend wird am Beispiel eines komplexen Planungs- und Bewertungshilfsmittels, an dessen Entwicklung der Autor in Kooperation mit mehreren Partner unmittelbar beteiligt ist, der Versuch unternommen, in Kurzform eine Deklaration von ausgewählten Eigenschaften vorzunehmen (Siehe Tab. 4).

Es wird vorgeschlagen, die Eigenschaften von neu entwickelten Planungs- und Bewertungshilfsmitteln im Rahmen ihrer Veröffentlichung künftig in ähnlicher Weise zu beschreiben.

Im Ergebnis eines internationalen Forschungsvorhabens im Rahmen der Internationalen Energieagentur IEA-Annex 31 „energy related environmental impact of buildings“ wurde unter aktiver Mitwirkung des Autors eine Übersicht zu z.Z. international verfügbaren Planungswerkzeugen und ihrer Einordnung in den Planungsprozess erstellt /04/.

## 6. Zusammenfassung

Für eine Integration von Aspekten des energiesparenden, ressourcenschonenden und gesundheitsgerechten Planens und Bauens in Prozesse der Entscheidungsvorbereitung und –findung eignen sich unterschiedliche Methoden und Hilfsmittel. Ihre Auswahl und ihr Einsatz wird u.a. beeinflusst durch den Informations- und Bewertungsbedarf der Zielgruppe, den erreichten Informationsstand im Planungssprozess sowie den gewünschten bzw. notwendigen Grad der Komplexität der Aussagen. Momentan ist für die Vielzahl der Ansätze eine arbeitsteilige Vorgehensweise zu empfehlen. Unterschiedliche Lösungen haben ihre Berechtigung, da spezifische Informationsbedürfnisse zu bedienen sind. Es wird empfohlen, stärker als bisher vorhandene Hilfsmittel in den Planungsprozess zu integrieren bzw. ihre Anwendung durch Leitfäden, die auf die Möglichkeiten im „Werkzeugkasten“ aufmerksam machen, überhaupt erst zu initiieren. Jede vorhandene Methode und jedes vorhandene Hilfsmittel ist i.d.R. zweckdienlich und findet einen Platz im Gesamtsystem. Mit **ANLAGE 1** wird ein vom Autor entwickeltes Übersichtsschema eingeführt, welches die energie- und umweltrelevanten Aktivitäten und Fragestellungen in den einzelnen Phasen der Planung und des Lebenszyklusses von Bauwerken herausarbeitet. In diese Struktur werden einerseits verfügbare Werkzeuge und Hilfsmittel eingeordnet und andererseits erfolgt eine Empfehlung für sinnvoll zu verwendende Klassen von Grenz- und Zielwerten.

Mit der **ANLAGE 2** wird der Versuch unternommen, energie- und umweltrelevante Aktivitäten den am Bau Beteiligten zuzuordnen.

Mit ANLAGE 1 und 2 liegt ein Ansatz für eine Systematisierung und umsetzungsorientierte Unterstützung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich vor.

Mittelfristig werden die Entwicklung und der Einsatz komplexer Planungs- und Bewertungshilfsmittel empfohlen, die sich unmittelbar in die Arbeitsumgebung und den Arbeitsablauf von Planern einordnen.

Abschließend wird auf den Umstand verwiesen, daß in den letzten Jahren nicht immer die Bereitstellung und Veröffentlichung von Daten (z.B. Sachbilanzen) mit der Entwicklung und Weiterentwicklung von Bewertungsmethoden schritt hielt. Durch den Autor werden hierzu – auch und gerade im Europäischen Rahmen – verstärkte Aktivitäten und die Intensivierung von Kooperationsbeziehungen angeregt.

<b>Eigenschaften zur Charakterisierung von Werkzeugen</b>	<b>dargestellt und illustriert am Beispiel von LEGOE (/03/)</b>
<b>Bearbeitungs-/Bewertungsgegenstand</b>	<i>Einzelbauwerk</i>
<b>Bearbeitungs-/Bewertungsrahmen</b>	<i>vollständiger Lebenszyklus</i>
<b>Bearbeitungs-/Bewertungsziele</b>	<i>ökonomische/ökologische Bewertung von Lösungen Bauteil- und Bauwerksoptimierung Datenbereitstellung für Zertifikate/Gebäudepässe</i>
<b>Bewertungskriterien</b>	<i>einmalige und laufende Kosten einmaliger und laufender Energieaufwand Ressourceninanspruchnahme/Umweltbelastung Behaglichkeit</i>
<b>Methoden für teilaggregierte Bewertung</b>	<i>Kosten kumulierter Energieaufwand effektorientierte Bewertung Behaglichkeitsklassen Netzdarstellung mit Zielraum</i>
<b>Methoden für vollaggregierte Bewertung</b>	<i>Eco-Indikator (Umweltbelastungspunkte) (externe Kosten)</i>
<b>Bewertungsmaßstäbe</b>	<i>gesetzliche Grundlagen/Anforderungen Durchschnitts- und Bestwerte individuell mit dem Bauherrn zu vereinbarende Ziele</i>
<b>Ergebnisse</b>	<i>Interpretation/Präsentation am Bildschirm Analysen für Verbesserungsansätze Ergebnisdrucke</i>
<b>Informationsbedarf</b>	<i>Objektbeschreibung in unterschiedlicher Detaillierung (Geometrie, stofflich-konstruktive/technische Lösung) Nutzung, Standort</i>
<b>Annahmen/Konventionen</b>	<i>Standardnutzungsszenarien Szenarien zur Reinigung, Instandhaltung Klima</i>
<b>Verknüpfung mit Basisdaten</b>	<i>mit Datenbanken verknüpfte Element-Kataloge (Neubau-, Reinigungs-, Instandhaltungselemente) Datenbanken für Energieträger (Ökoinventare)</i>
<b>enthaltene Berechnungsmöglichkeiten</b>	<i>Baukosten, Baunutzungskosten (LCC) Energieaufwand für Heizung und Warmwasser Stromeinsatz Energie- und Stoffstrom (LCA) Wasserbedarf, Abwasseraufkommen Abfallaufkommen thermische Behaglichkeit, Nachhallzeit (raumweise)</i>
<b>Anwendungszeitpunkt</b>	<i>ca. Leistungsphase 2 – 6 nach HOAI (je nach Makro-, Grob- bzw. Feielementen)</i>
<b>Zielgruppe für Anwendung</b>	<i>Planer</i>
<b>Zielgruppe für Ergebnisse</b>	<i>Planer, Bauherr, Nutzer</i>

**Tab. 4:** Darstellung von wesentlichen Eigenschaften komplexer Planungs- und Bewertungs-Hilfsmittel – illustriert am Beispiel von LEGOE (Verfasser)

Literatur:

- /01/ Richtlinie des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte 89/106/EWG Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 40/12
- /02/ Konzept Nachhaltigkeit  
Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“  
Deutscher Bundestag, Bonn 1997
- /03/ LEGOE – Planungswerkzeug zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung des Lebenszyklusses von Gebäuden unter ökologischen Gesichtspunkten  
Edition AUM GmbH, ASCONA GbR, SIDOUN GmbH, IEZ AG, fbta Uni Karlsruhe, ifib Uni Karlsruhe, IREB Bauhaus-Uni Weimar, IBS Jena, Architekturbüro Eble, Architekturbüro Arndt; gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- /04/ Lützkendorf, T.; Tanz, K.  
Übersicht zu Planungswerkzeugen sowie zu Grenz- und Zielwerten in Prozessen der Entscheidungsfindung  
Deutsche Teilbeiträge zum IEA-Annex 31 energy related environmental impact of buildings  
Gefördert durch BMBF und BMWi, koordiniert durch BEO Jülich  
(unveröffentlichtes Manuskript)
- /05/ Schmidt-Blek, F.  
Das MIPS-Konzept  
Droemersch Verlag, München 1998
- /06/ Wackernagel, M.; Rees, W.  
Unser ökologischer Fußabdruck  
Birkhäuser-Verlag, Basel 1997
- /07/ DALYS – Konzept der Ermittlung und Bewertung von „disability-adjusted life years“  
in: Health conditions in an environmental context, Weltgesundheitsorganisation, 1998
- /08/ Heijungs, R. et al.  
environmental life cycle assessment of products – guide and backgrounds  
National Reuse of Waste Research Program (NOH), CML, Leiden 1992
- /09/ PMV – vorausgesagtes mittleres Votum für die Klimabeurteilung  
in: DIN EN ISO 7730 Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit  
Beuth-Verlag 1995
- /10/ Klingele, M.  
Lebenszyklusbezogene Analysemethoden für die Bewertung von Gebäuden nach Kriterien der ökologischen Nachhaltigkeit und deren Integration in den Planungsprozess  
Rohfassung der Promotionsschrift, Universität Karlsruhe, ifib, 1999

Phase	energie-/umweltrelevante Aktivität	Hilfsmittel zur Entscheidungsvorbereitung	
		Werkzeuge (tools/instruments)	Grenz-/Zielwerte (benchmarks)
<b>1 Vorplanung</b>			
<b>1a Grundlagenermittlung</b>	Prüfung Neubau/Sanierung/Verzicht auf bauliche Lösungen	tools für Erzeugung und Bewertung von Neubau- und Sanierungsszenarien Fallstudien (cases), spezif. Leitlinien, spezif. Checklisten	Energie- und Stoffstrom/Funktionseinheit
<b>1b Machbarkeitsstudie</b>	Analysen für potentielle Standorte Prüfung möglicher Wirkungen auf die Umwelt (Umweltverträglichkeit) Prüfung der Energieversorgung/Medienanschlüsse	Umweltverträglichkeitsprüfung	nationale Umweltgesetzgebung (z.B. Luftreinhaltverordnung u.a.) Kennzahlen zur Ausnutzung von Grundstücken (GFZ,GRZ) Kennzahlen für Besonnung/Verschattung/Tageslichtversorgung Kennzahlen für Leistungsbedarf und Spitzenlast
<b>1c Aufgabenstellung</b>	Standortauswahl Formulierung geometrischer Randbedingungen (Nutzflächen, Raumhöhen,...) Formulierungen von Nutzeranforderungen (Temperatur, Licht, Luftwechsel,...) Formulierung von Nutzungsbedingungen (Fechteproduktion, Abwärme,...) Formulierung von Grenz- und Zielwerten (Medienverbrauch, Behaglichkeit,...) Benennung von Sonderproblemen (Allergiker, Elektrosensible,...)	allgemeine und interne Leitlinien gesetzliche Vorgaben, interne Aufwandsnormative spezifische Checklisten Pflichtenheft	Grenz-/Zielwerte für installierte Leistungen Grenz-/Zielwerte für Medienbedarf/-verbrauch (Energiekennzahl) Behaglichkeits-/Schallschutzklasse Raumluftqualität Vorgaben zum Recyclingpotential
<b>2 Planung</b>			
<b>2a Konzeptentwicklung (Konzeptphase)</b>	Festlegung der Orientierung, Gebäudekonzept Energiekonzept (z.B. Festlegung der wärmetauschenden Hüllfläche) Vorauswahl Energieträger und Heizungssystem Simulationsrechnungen zum laufenden Energieverbrauch	komplexe tools zur Beschreibung und Bewertung von Gebäudevarianten (makro) Elementkataloge (Makro-Ebene) spezif. Checklisten, Datenbanken zu Energieträgern und -systemen Hilfsmittel zur energetischen Simulation (Wärme, Licht u.a.)	Energie- und Stoffstrom bzw. Umweltwirkung/Funktionseinheit (makro) Verhältnis Oberfläche/Volumen Verhältnis Verkehrs-/Nutzfläche Anforderungen an Dämmeigenschaften von Einzelbauteilen (Konzept)
<b>2b Entwurfsplanung (Vorprojekt)</b>	Auswahl der Bauweise, Haupt- und Massenbaustoffe Vorauswahl und Grobplanung der Heizungs- und Lüftungsanlagen Vorauswahl und Grobplanung der Sanitär- und Elektroanlagen Simulation des Lebenszyklusses (Energie- und Stoffstrom, Kosten)	komplexe tools zur Beschreibung und Bewertung von Gebäudevarianten (grob) Elementkataloge (Bauteil-Ebene) Planungssoftware Haustechnik Fallstudien (cases)	Energie- und Stoffstrom bzw. Umweltwirkung/Funktionseinheit (grob) Begrenzung direkter Emissionen für Haustechnik Effizienz von Haustechnikanlagen (Heizung, Lüftung, Beleuchtung u.a.)
<b>2c Genehmigungsplanung</b>	Erarbeitung von Nachweisen, z.B. Wärmeschutznachweis	Berechnungstools (komplex bzw. spezifisch - z.B. Nachweisprogramme)	nationale Gesetze (z.B. Energiesparverordnung), Förderprogramme
<b>3 Vorbereitung Ausführung</b>			
<b>3a Ausführungsplanung</b>	Auswahl von Material für Oberflächen/Finishelemente Detailplanung zum Energiekonzept (Wärmebrücken, Luftdichtheit) Detailplanung Haustechnik (Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro) ggf. Betrachtungen zur Raumluftqualität/Behaglichkeit auf Ebene Einzelraum ggf. Berücksichtigung von Sonderproblemen (Allergiker, Elektrosensible,...)	komplexe tools zur Beschreibung und Bewertung von Gebäudevarianten (fein) Deklarationsraster, Positiv-/Negativlisten, Empfehlungs-/Ausschlusskriterien tools zur Raumsimulation / „ökologisches“ Raumbuch Elementkataloge (Schicht-Ebene), Bauprodukt-Datenbanken, spezif. Ökobilanzen Planungssoftware Haustechnik Zeichen, Empfehlungen, Konventionen, spezif. Checklisten	Energie- und Stoffstrom bzw. Umweltwirkung/Funktionseinheit (fein) einzuhaltende k-Werte von Einzelbauteilen als Nachweisgröße Effizienz von Haustechnikanlagen Behaglichkeitsklassen (% zufriedener Nutzer) Kennzahlen zur Raumluftqualität (TVOC, CO2, decipol, Formaldehyd u.a.) Kennzahlen zur Begrenzung von Radon, elektromagnetische Felder u.a. Maximale Immissionskonzentrationen (MIK-Werte)
<b>3b Leistungsbeschreibung</b>	Formulierung ökologischer Anforderungen in der Ausschreibung an Baustelle und Baustelleneinrichtung an einzusetzende Bauprodukte und Qualitätsnachweise an Bauprozesse	„ökologische“ Ausschreibungstexte und Leistungsbeschreibungen rechtliche Rahmenbedingungen (Verdingungsordnung VOB)	
<b>3c Angebotserarbeitung (durch Baubetrieb)</b>	Abklärung von Risiken für Umwelt und Gesundheit durch Prozesse und Produkte Auswahl umweltfreundlicher Bauverfahren und Transportprozesse Auswahl umwelt- und gesundheitsgerechter Produkte (Bau- und Bauhilfsstoffe)  (durch Baubetrieb)	Gefahrstoffinformationssysteme / Bauprodukt-Datenbanken R-Sätze (Risiken); S-Sätze (Sicherheitsratschläge) Gesetze und Richtlinien für Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz Deklarationsraster, Positiv-/Negativlisten, Empfehlungs-/Ausschlusskriterien, Zeichen für Produkte, Zeichen für Prozesse (lärmarme Baumaschine u.a.)	Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK—Werte)
<b>3d Vergleich/Vergabe</b>	Prüfung von Angebotsunterlagen nach ökologischen Kriterien Quervergleich von Angeboten auf technisch/physikalische Verträglichkeit	Gefahrstoffinformationssysteme / Bauprodukt-Datenbanken Deklarationsraster	
<b>4 Ausführung</b>			
<b>4a Baustelleneinrichtung</b>	Organisation des Umwelt- und Gesundheitsschutzes (Schutzzeiten/-zeiten) Vorbereitung der Trennung und Entsorgung von Bauabfällen	spezifische Checklisten/Maßnahmekataloge	
<b>4b Baudurchführung</b>	Sicherung der Einhaltung von Umwelt- und Gesundheitsschutz Eigenkontrolle der Ausführungsqualität durch Ausführungsbetrieb	spezifische Checklisten/Maßnahmekataloge	Vorgaben für max. Streu- und Bruchverluste (Baustellenabfälle) Vorgaben zur Anzahl von Nutzungszyklen für Schalungen u.a. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) Begrenzung von Lärm
<b>4c Überwachung/Abnahme</b>	Qualitätskontrollen/ Fremdüberwachung (z.B. Thermografie, Luftdichtheit)	Meß-/Prüfverfahren	z.B. Grenz-/Zielwerte für Luftdichtheit
<b>4d Dokumentation/ Inbetriebnahme</b>	Erarbeitung Gebäudepass/Energieausweis, ggf. externe Zertifikate Vorbereitung von Wartungsanweisungen für Haustechnik organisatorische und techn. Vorbereitung der Messung/Verbrauchserfassung Vorgabe von SOLL-Werten zum Medienverbrauch für Verbrauchsüberwachung Einarbeitung/Schulung des Bedienungspersonals für Haustechnik	Gebäudepass (Gebäuedokumentation) und Werkzeuge zur Erstellung Energieausweis und Werkzeuge zu ihrer Erstellung Zertifikate und Werkzeuge zu ihrer Erarbeitung spezifische Checklisten	Soll-Werte für Medienverbrauch
<b>5 Nutzung</b>			
<b>5a Betrieb/ Bewirtschaftung</b>	laufende Überwachung/Auswertung und Optimierung des Energie- und Medienverbrauchs, Heizkostenabrechnung laufende Überwachung der bestimmungsgemäßen Nutzung/des Bauzustandes	spezifische Checklisten Hilfsmittel zur Verbrauchserfassung und -abrechnung	Soll-Werte für die Lebensdauer von Bauteilen/Systemen Soll-Werte für den Medienverbrauch
<b>5b Instandhaltung/Wartung</b>	Management, Ausführung und Qualität der Instandhaltung/Instandsetzung regelmäßige Wartung der Haustechnik Anpassung der Haustechnik an Stand der Technik bei Austausch	spezifische Checklisten Wartungs- und Bedienungsanleitung fortschreibbare/aktualisierbare Gebäuedokumentation	Grenzwerte für Abgasverluste und Emissionen der Heizung

**ANLAGE 1:** Zuordnung von Hilfsmitteln sowie Grenz- und Zielwerten zu einem verallgemeinerten Ablauf der Planung (Verfasser)

Phase	Grundleistung	energie-/umweltrelevante Aktivität	Verantwortlichkeiten					
			Bauherr	Nutzer	Planer	Baubetrieb	Betreiber	
<b>1 Vorplanung</b>								
<b>1a Grundlagenermittlung</b>	Zustandsanalyse, Bedürfnisanalyse Abklärung des Bedarfes an baulichen Maßnahmen	Prüfung Neubau/Sanierung/Verzicht auf bauliche Lösungen	•					
<b>1b Machbarkeitsstudie</b>	Abklärung technischer, rechtlicher, finanzieller Randbedingungen Kostenschätzung	Analysen für potentielle Standorte Prüfung möglicher Wirkungen auf die Umwelt (Umweltverträglichkeit) Prüfung der Energieversorgung/Medienanschlüsse	• • •		• • •			
<b>1c Aufgabenstellung</b>	Entwicklung eines Anforderungsprogramms, Formulierung von Zielen, Entwicklung eines Pflichtenheftes	Standortauswahl Formulierung geometrischer Randbedingungen (Nutzflächen, Raumhöhen,...) Formulierungen von Nutzeranforderungen (Temperatur, Licht, Luftwechsel,...) Formulierung von Nutzungsbedingungen (Feuchteproduktion, Abwärme,...) Formulierung von Grenz- und Zielwerten (Medienverbrauch, Behaglichkeit,...) Benennung von Sonderproblemen (Allergiker, Elektrosensible,...)	• • • • • •	• • • •				
<b>2 Planung</b>								
<b>2a Konzeptentwicklung (Konzeptphase)</b>	Entwicklung von Konzepten ( u.a. zu Kubatur, Raumplan) - Konzept der Konstruktion - Konzept der Installation - Konzept der Reaktion auf den Standort	Festlegung der Orientierung, Gebäudekonzept Energiekonzept (z.B. Festlegung der wärmetauschenden Hüllfläche) Vorauswahl Energieträger und Heizungssystem Simulationsrechnungen zum laufenden Energieverbrauch	• • •		• • • •			
<b>2b Entwurfsplanung (Vorprojekt)</b>	Grobplanung mit iterativer Optimierung von Gebäude/Bauteilen Abschätzung von Investitions- und Bauunternehmenskosten Wirtschaftlichkeitsrechnung	Auswahl der Bauweise, Haupt- und Massenbaustoffe Vorauswahl und Grobplanung der Heizungs- und Lüftungsanlagen Vorauswahl und Grobplanung der Sanitär- und Elektroanlagen Simulation des Lebenszyklusses (Energie- und Stoffstrom, Kosten)	• • •		• • • •			
<b>2c Genehmigungsplanung</b>	endgültige Auswahl der zu realisierenden Variante Erarbeitung von Genehmigungsunterlagen, Einholen von Genehmigungen	Erarbeitung von Nachweisen, z.B. Wärmeschutznachweis			•			
<b>3 Vorbereitung Ausführung</b>								
<b>3a Ausführungsplanung</b>	Fein- und Detailplanung Materialbestimmung für raumbildende Ausbauten	Auswahl von Material für Oberflächen/Finishelemente Detailplanung zum Energiekonzept (Wärmebrücken/Luftdichtheit) Detailplanung Haustechnik (Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro) ggf. Betrachtungen zur Raumluftqualität/Behaglichkeit auf Ebene Einzelraum ggf. Berücksichtigung von Sonderproblemen (Allergiker, Elektrosensible,...)	•		• • • • •			
<b>3b Leistungsbeschreibung</b>	Erarbeitung von Leistungsverzeichnissen und Ausschreibungsunterlagen	Formulierung ökologischer Anforderungen in der Ausschreibung - an Baustelle und Baustelleneinrichtung - an einzusetzende Bauprodukte und Qualitätsnachweise - an Bauprozesse	•		•			
<b>3c Angebotserarbeitung</b>	Erarbeitung der technologischen Lösung für die Ausführung Zeit- und Kapazitätsplanung im Bauunternehmen Erarbeitung Kosten- und Leistungsangebot	Abklärung von Risiken für Umwelt und Gesundheit durch Prozesse und Produkte Auswahl umweltfreundlicher Bauverfahren und Transportprozesse Auswahl umwelt- und gesundheitsgerechter Produkte (Bau- und Bauhilfsstoffe)				• • •		
<b>3d Vergleich/Vergabe</b>	Vergleich von Angeboten Auswahl, Vergabe, Vertragsabschlüsse	Prüfung von Angebotsunterlagen nach ökologischen Kriterien Quervergleich von Angeboten auf technisch/physikalische Verträglichkeit	•		• •			
<b>4 Ausführung</b>								
<b>4a Baustelleneinrichtung</b>	Antransport und Aufbau der Baustelleneinrichtung Vorbereitung der Ausführung	Organisation des Umwelt- und Gesundheitsschutzes (Schutzzeiten/-zeiten) Vorbereitung der Trennung und Entsorgung von Bauabfällen				• •		
<b>4b Baudurchführung</b>	Ausführung der Bauleistungen	Sicherung der Einhaltung von Umwelt- und Gesundheitsschutz Eigenkontrolle der Ausführungsqualität durch Ausführungsbetrieb				• •		
<b>4c Überwachung/Abnahme</b>	Überwachung/Qualitätskontrolle Feststellen und Behebung von Mängeln/Kostenkontrolle	Qualitätskontrollen/Fremdüberwachung (z.B. Thermografie, Luftdichtheit)			•			
<b>4d Dokumentation Inbetriebnahme/</b>	Erstellung einer Gebäudedokumentation Erstellung von Wartungs- und Pflegeanweisungen Vorbereitung der Nutzung Probetrieb	Erarbeitung Gebäudepass/Energieausweis, ggf. externe Zertifikate Vorbereitung von Wartungsanweisungen für Haustechnik organisatorische und techn. Vorbereitung der Messung/Verbrauchserfassung Vorgabe von SOLL-Werten zum Medienverbrauch für Verbrauchsüberwachung Einarbeitung/Schulung des Bedienungspersonals für Haustechnik	• • •		• • •			• •
<b>5 Nutzung</b>								
<b>5a Betrieb/ Bewirtschaftung</b>	Sicherung der bestimmungsgemäßen Nutzung ■ gebäudeabhängig (Beheizung, Beleuchtung u.a.) ■ nutzerabhängig (Kochen, Computerbetrieb u.a.)	laufende Überwachung/Auswertung und Optimierung des Medienverbrauchs Heizkostenabrechnung laufende Überwachung der bestimmungsgemäßen Nutzung/des Bauzustandes	• • •	•				• • •
<b>5b Instandhaltung/Wartung</b>	Aufrechterhaltung der Nutzungsfähigkeit ■ Instandhaltung/Instandsetzung von Bauteilen ■ Wartung/Erneuerung von haustechnischen Anlagen	Management, Ausführung und Qualität der Instandhaltung/Instandsetzung regelmäßige Wartung der Haustechnik Anpassung der Haustechnik an Stand der Technik bei Austausch	• • •		• •	•		•
<b>6 Rückbau</b>								
<b>6a Rückbauplanung</b>	Erarbeitung eines Rückbauprojektes	Grundsatzentscheidung über Rückbau/Abriss Auswahl der Rückbautechnologie	•		•			
<b>6b Rückbauvorbereitung</b>	Ausschreibung, Vergabe, Klärung von Entsorgungsfragen	Auswahl der Ausführungsfirma auch nach ökologischen Kriterien	•		•			
<b>6c Rückbauausführung</b>	Rückbau	Ausführung des Rückbaus, Realisierung der Trennung/Separierung Zuführung zu Entsorgungs-/Recyclingprozessen				• •		
<b>6d Entsorgung/Recycling</b>	Entsorgung/Recycling	Nutzbarmachung des Recyclingpotentials (Bauteil- bzw. Baustoffrecycling)						•

**ANLAGE 02 : Zuordnung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten zu Akteuren (Verfasser)**

Doppelbelegungen im Bereich Verantwortung deuten auf Kooperation und unmittelbare Aufgabenteilung, i.d.R. Bauherr = juristische Verantwortung, Planer = fachliche Verantwortung

# Konzeption für ein Qualitätssicherungssystem „Niedrigenergiehaus“

## **Zielstellung**

Im Zusammenhang mit einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Vorhaben einer wissenschaftlichen und meßtechnischen Betreuung und Begleitung des Demonstrationsbauvorhabens Niedrigenergiehaussiedlung in Greiz (Thüringen) wurde die Zielstellung verfolgt, ausgehend von gemachten Erfahrungen und erkannten Bedürfnissen ein Konzept für ein Qualitätssicherungssystem Niedrigenergiehaus zu entwickeln.

Das Qualitätssicherungssystem versteht sich dabei als ein Beitrag zur Entwicklung eines Energiepasses für Niedrigenergiehäuser in moderlarem Aufbau. Dieser dient einer Vorbereitung der Einführung eines allgemeinen Energieausweises im Rahmen der Energieeinsparverordnung /08/. Der Energiepaß für Niedrigenergiehäuser soll dabei mit nationalen Aktivitäten im Bereich der Erstellung von Wärmebedarfs- bzw. Energieausweisen und im Bereich der Gestaltung von Gebäudepässen mit konzeptionellen Überlegungen des Bundes /01/ harmonisiert werden. Gleichzeitig sind auch europäische Anforderungen, die sich aus der Bauproduktenrichtlinie /11/ und dem SAVE-Programm zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses /09/ ergeben, zu berücksichtigen.

Zur Sicherung der notwendigen Kompatibilität und Fortschreibbarkeit sowie in Würdigung des komplexen Bewertungsgegenstandes Gebäude wird durch den Autor ein modularer Aufbau des Systems vorgeschlagen, welches berechnungs- und meßtechnische Bewertungsverfahren umfasst. Die hier erarbeiteten konzeptionellen Überlegungen stellen gleichzeitig einen Beitrag im Rahmen der Diskussion von Grundzügen einer Energieeinsparverordnung 2000 dar.

Das Konzept versteht sich vorzugsweise als Beitrag zur Entwicklung eines Qualitätsmanagementsystems, welches zwar Dokumente wie Energieausweis und Gebäudepass umfasst bzw. bedient, jedoch überwiegend maßnahmeorientiert ist. Nicht die Erstellung weiterer und zusätzlicher Dokumente ist das Ziel sondern die sinnvolle Zusammenführung ohnehin vorhandener Ansätze und Planungsaufgaben. Insbesondere sollen Fragen der Verantwortung und Haftung nicht an i.d.R. nur indirekt beteiligte Sachverständige übertragen, sondern noch stärker an die am Bau Beteiligten gebunden werden.

## **1. Gesamtkonzept**

Das Gesamtkonzept eines Qualitätssicherungssystems Niedrigenergiehaus berücksichtigt die Besonderheiten der Lebenszyklusphasen einer Planung, Errichtung, Abnahme und Bewirtschaftung von Niedrigenergiehäusern. Insofern wird im Konzept zwischen Anforderungen und Maßnahmen während

- **Planung**
- **Errichtung/Bauüberwachung**
- **Abnahme**
- **Betrieb/Bewirtschaftung**

unterschieden. Nachstehend wird das Gesamtkonzept erläutert. Es ist zunächst auf die Sicherung der thermischen Qualität der Hüllkonstruktion ausgerichtet, umfasst jedoch gleichzeitig das Gebäude- und Versorgungskonzept einschließlich der haustechnischen Komponenten sowie Aspekte des Umwelt- und Gesundheitsschutzes.



### **A.1. Konzepterstellung und -dokumentation**

#### *a) Formulierung und Vereinbarung von Zielwerten*

Als Basis für die Entwicklung von Lösungsvarianten wird die Formulierung von Energiekennzahlen auf der Ebene End- und Primärenergie als Grenz- bzw. Zielwert vorgeschlagen.

Möglich ist die Angabe in Form einer prozentualer Unterschreitung aktueller gesetzlicher Anforderungen (z.B. z.Z. 25% geringerer Jahres-Heizwärmebedarf als nach Wärmeschutzverordnung 1995 zugelassen) bzw. in Form konkreter Werte (zulässiger Jahresheizwärmebedarf kleiner 65 kWh/m<sup>2</sup>a (Nutzenergie Raumheizung) bzw. zulässiger Jahresheizenergiebedarf kleiner 70 kWh/m<sup>2</sup>a (Endenergie Raumheizung)). Bei der Formulierung der Zielwerte ist zu deklarieren, welche energetische Ebene betrachtet wird (Nutz-, End- oder Primärenergie), was die Bezugsgröße ist (z.B. Wohnfläche nach II.BV, An nach WSVÖ '95) und welche energieaufwandsverursachenden Teilgrößen enthalten sind (Raumheizung, Warmwasserbereitung, Strom für Antriebe u.a.)

Es ist möglich und sinnvoll, neben der Energiekennzahl Teilziele bzw. Zielkorridore zu vereinbaren für die energetische Qualität der Hülle (z.B. km-Wert, Anforderung an Luftdichtheit u.a.) sowie für die energetische Qualität haustechnischer Anlagen.

#### *b) Hülle*

Im Rahmen einer Konzepterstellung soll zunächst die Lage der wärmetauschenden Hüllfläche fixiert und in Grundrissen und Schnitten gekennzeichnet werden. Durch die Anlagerung unbeheizter Pufferräume kann ein positiver Einfluß auf die zu erwartende Energiebilanz genommen werden.

Eine Voraussetzung zur Sicherung der notwendigen thermischen Qualität der Hüllkonstruktion bei Niedrigenergiehäusern ist neben dem entsprechend dimensionierten Wärmeschutz der Einzelbauteile die Sicherung von Gebrauchstauglichkeit und Langlebigkeit. Neben dem Einsatz von zugelassenen Materialien und Konstruktionen gelangen die Reduzierung bzw. Vermeidung geometrischer und stofflicher Wärmebrücken sowie die Gewährleistung einer ausreichenden Wind- und Luftdichtheit zu besonderer Bedeutung. Das Gebäudekonzept ist hierauf abzustellen. Zur Sicherung einer Übersichtlichkeit und insbesondere Nachvollziehbarkeit planerischer Überlegungen sind in allen Grundrissen und Schnitten, insbesondere jedoch in den Detailzeichnungen, folgende Kennzeichnungen über durchgehende Linien vorzunehmen:

- grün = Ebene der Sicherung der Winddichtheit („Dämmschutzschicht“)
- rot = Ebene der wärmetauschenden Hüllfläche
- blau = Ebene der Sicherung der Luftdichtheit

#### *c) Haustechnik*

Notwendig ist ein Konzept zur Bereitstellung, Umwandlung, Verteilung und Abgabe von Wärme in frühen Planungsphasen (Versorgungskonzept). Beinhaltet sind u.a. die Wahl des Energieträgers, Art und Lage des Wärmeerzeugers, Art, Lage und Verlauf von Verteilleitungen, Art und Größe von Heizflächen. Die künftige Energieeinsparverordnung wird auf dieser Basis zu einer Abschätzung eines geplanten Jahres-Nutzungsgrades der Anlage kommen. Dieser stellt gleichzeitig eine Qualitätsvorgabe für den realen Betrieb dar.

#### *d) Konzept zur Erfassung des Energieaufwandes*

Wesentliches Moment eines Qualitätsmanagements ist die laufende Überwachung und Bewertung des Betriebs- und Verbrauchsverhaltens während der Bewirtschaftung. Um eine Erfassung der zu erhebenden und zu bewertenden Größen zu sichern, wird die Erstellung eines Konzeptes zur Erfassung des laufenden Energieaufwandes empfohlen. Neben üblichen Überlegungen zur Organisation und erfassungstechnischen Vorbereitung der Heizkostenverteilung wird eine Vorgabe für Unterzähler beim Stromverbrauch ausdrücklich angeregt. Während selbst im Einfamilienhaus ein gesonderter

Unterzähler für Hilfs- und Antriebsenergie sinnvoll sein kann, wird bei größeren Objekten (Verwaltungsbauten) eine verursachergerechte bzw. nutzungsspezifische Erfassung (Beleuchtung, Hilfs- und Antriebsenergie u.a.) dringend empfohlen.

## **A.2. Nachweise im Bereich der Einzelbauteile und Systeme**

### **a) Bauwerkshülle**

Einzelbauteile sind durch den vollständigen Schichtenaufbau mit Angabe relevanter Materialeigenschaften (u.a. Dichte, Wärmeleitfähigkeit, Dampfdiffusionsbeiwert) bzw. in sonstiger geeigneter Form (Fenster) zu dokumentieren. Im Bereich der Bewertung des dampfdiffusionstechnischen Verhaltens ist auf Regellösungen zu verweisen bzw. ein Nachweis gemäß DIN 4108 zu führen. Für relevante Anschlüsse und Durchdringungen sind Regeldetails anzugeben bzw. Detailzeichnungen im Maßstab 1 : 10 anzufertigen. Die Wirkung von Wärmebrücken ist über pauschale Annahmen, über die Anwendung von Wärmebrückenkatalogen bzw. über zwei-/dreidimensionale Wärmebrückenberechnungen zu erfassen und zu bewerten. Die Genauigkeit soll sich an den erreichten Planungsstand anpassen.

### **b) haustechnische Anlage**

Für Komponenten haustechnischer Anlagen ist die Einhaltung aktueller Anforderungen (z.B. der Heizungsanlagenverordnung) nachzuweisen. Dies betrifft bei Heizungsanlagen die Dimensionierung und Auswahl des Wärmeerzeugers, die Dämmung der Verteilungen, die Art der Regelung u.a.)

## **A.3. Nachweis im Bereich des Gesamtgebäudes**

Für das Gebäude sind die in wärmeschutztechnischer Hinsicht obligatorischen Nachweise der Einhaltung aktueller Anforderungen (z.Z. der Wärmeschutzverordnung '95, künftig Energieeinsparverordnung) zu führen. Folgende Werte sind zu dokumentieren und für eine Bewertung bereitzustellen:

- Verhältnis A/V
- Energiebezugsfläche
- $k_m$ -Wert (als Indikator für die wärmeschutztechnische Qualität der Bauwerkshülle)
- Transmissions- und Lüftungswärmeverluste, innere und äußere nutzbare Gewinne
- resultierender Jahres-Heizwärmebedarf (absolut und flächenbezogen)
- resultierender Jahres-Heizenergiebedarf (absolut und flächenbezogen)
- resultierender Leistungsbedarf der Energieumwandlungsanlage (absolut/bezogen)

Der Nachweis der Einhaltung von Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ist obligatorisch zu führen. (Hinsichtlich der dabei anzuwendenden Methodik besteht ein Klärungsbedarf, da das in DIN 4108 angegebene Verfahren nur einen orientierenden Charakter besitzt. Empfohlen wird der Nachweis einer Vermeidung von Kühllasten und der Einhaltung von Anforderungen der DIN 1946.)

Aus der Konfiguration der Komponenten für die Erzeugung, Verteilung und Abgabe von Wärme einschließlich der Regelung ist ein

- mittlerer Jahres-Nutzungsgrad für die Energieumwandlungsanlagen
  - Kennwert für die bezogene installierte Leistung
- zu ermitteln und für eine Bewertung bereitzustellen.

## **A.4. Bewertung des Endenergiebedarfs**

Der Beitrag von Niedrigenergiehäusern zur Reduzierung der Ressourceninanspruchnahme (Verringerung des Einsatzes von i.d.R. fossilen Energieträgern), zur Senkung

des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes sowie zur Verminderung der Heizkosten ist erst über ein Ausweisen des zu erwartenden Aufwandes an Endenergie - getrennt für die einzelnen Endenergieträger - darstell- und bewertbar.

Während die Wärmeschutzverordnung (und ggf. die künftige Energieeinsparverordnung) im Sinne eines allgemeingültigen Nachweisverfahrens auf der Basis durchschnittlicher Klima- und Nutzungsbedingungen die Einhaltung gesellschaftlicher Ziele fordert und überprüfbar macht, erwartet der Bauherr i.d.R. eine realitätsnahe Vorhersage des zu erwartenden Aufwandes an Endenergie - gemessen in benötigten Mengen an Endenergieträgern. Insofern ist für die Vorhersage und Bewertung des Endenergiebedarfes ein Monatsbilanzverfahren unter Berücksichtigung standortkonkreter (mittlerer) Klimakennwerte einzusetzen. Folgende Kennwerte sind auszuweisen:

- Bedarf an Endenergieträgern für die Raumheizung (absolut/bezogen)
- Bedarf an Endenergieträgern für die Warmwasserbereitung (absolut/bezogen)
- Bedarf an Hilfsenergie (für Pumpen, Lüfter u.a.) (absolut/bezogen)

Ein rechnerisches Zusammenfassen von Aufwendungen an Endenergieträgern auf der Stufe Endenergie ist nicht zulässig. Zur Sicherung von Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Honoraransprüchen wird empfohlen, in frühen Planungsphasen zwischen Bauherren und Planern im Ergebnis einer Zielfindungsdiskussion Kennwerte für zu erreichende Energiekennzahlen vertraglich zu fixieren und deren Einhaltung bereits während der Planung erstmals zu überprüfen.

#### **A.5. Nachweis der Sachkunde**

In geeigneter Weise sollen die Planer ihre Sachkunde auf dem Gebiet der Planung von Niedrigenergiehäusern durch die nachweisliche Teilnahme an Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen dokumentieren sowie Art und Umfang der Einbeziehung von Sonderfachleuten deklarieren. Über eine ggf. mögliche Zertifizierung von Planungsbüros wäre mit den Kammern zu diskutieren. Vorüberlegungen in diese Richtung bestehen bereits.

**B.1. Auswahl von Ausführungsbetrieben/Dokumentation der Arbeitsergebnisse**

Bei der Auswahl von Ausführungsbetrieben im Rahmen der Vergabe ist in besonderer Weise auf den Nachweis der Sachkunde zu achten. Dies trifft im vorliegenden Fall insbesondere auf Fachbetriebe mit dem Profil Maurer/Putz/Beton, Fensterbauer, Dachdecker, Fachunternehmen für Fassadendämmung, Trockenbauer, Heizung/Lüftung/Sanitär zu. In einzelnen Bundesländern hat sich die Zertifizierung von „Fachunternehmen“ bewährt.

Im Rahmen der Dokumentation der Arbeitsergebnisse und zur Verstärkung ohnehin gegebener Gewährleistungsansprüche kann über eine „Fachunternehmerbescheinigung“ die Bestätigung der projekt- und sachgerechten Ausführung der Arbeiten abverlangt und dokumentiert werden.

Bei voller Etablierung des Qualitätssicherungssystems und unter Ausnutzung von Marktmechanismen soll das Moment der Eigenkontrolle und Selbstüberwachung gestärkt werden. Ein Beispiel hierfür wäre die Prüfung auf Einhaltung von Anforderungen an die Luftdichtheit durch Dachdecker und/oder Trockenbauer. Unter Anwendung des „air-test“-systems kann der Ausführungsbetrieb die eigene Ausführungsqualität bei laufender Tätigkeit kontrollieren und nachweisen.

**B.2. Dokumentation von Eigenschaften/Qualität eingebauter Produkte und Systeme**

Es wird angeregt, Nachweise zu Eigenschaften und Qualitäten eingebauter Produkte und Systeme stärker als bisher abzuverlangen und zu dokumentieren. Gleichzeitig soll hierüber die Industrie motiviert werden, derartige Unterlagen und Nachweise in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen. Dies betrifft u.a.

- Wandbaustoffe/Dämmstoffe
- Nachweis des Einsatzes von getrocknetem bzw. Konstruktionsvollholz
- Rolladenkästen (mittlerer k-Wert)
- Fenster
- Lüftungsanlagen (Angabe Relation eingesetzter Strom/gewonnener Energie)
- Heizungsanlagen (Wirkungsgrade/Emissionsfaktoren)
- Heizkörper mit Abschirmung für Einsatz unmittelbar vor Fenstern.

Im Sinne einer Sofort- bzw. Minimalvariante wird empfohlen, die jedem Dämmstoffpaket beigefügten Zettel mit Angabe der Materialart, der Wärmeleitfähigkeitsgruppe und der überwachenden Stelle (ggf. im Bautagebuch) zu dokumentieren.

Auswahl und Nachweis des Einsatzes von Konstruktionsvollholz trägt zur Qualitätssicherung bei Holzbauteilen - insbesondere im Dach - bei. Eine deutliche Verringerung des Risikos eines Auftretens von Rissen und/oder Verdrehungen sichert die Eigenschaft der Luftdichtheit entsprechender Bauteile.

Anmerkung:

Die hier gegebenen Empfehlungen zur Erfassung, Dokumentation und Bewertung energierelevanter Bauprodukte und Systeme ordnet sich modular in weitergehende Bestrebungen zur Verbesserung der Erhebung und Verwaltung von Informationen über Gebäude ein. Sie dienen letztlich auch als Datengrundlage für künftig zu erstellende Gebäudepässe - aufbauend auf dem Konzept des BM Bau Teil A - beschreibender Teil. (*Quellenhinweise am Ende*)

### **B.3. begleitende externe Überwachungen**

#### *a) Sicherung der Luftdichtheit der Bauwerkshülle*

Im Rahmen der Sicherung der Luftdichtheit der Bauwerkshülle durch eine externe Prüfung und Überwachung während oder nach der Bauausführung kann zwischen einer „helfenden“ und einer „feststellenden“ Prüfung unterschieden werden. Die helfende Messung erfolgt unmittelbar nach Fertigstellung der Luftdichtheitsebene und dient insbesondere dem Auffinden noch vorhandener Mängel mit dem Ziel der sofortigen Abstellung. Eine helfende Messung setzt eine ablauforganisatorische Beeinflussung des Baugeschehens dahingehend voraus, daß Zeitpunkt der Messung und Zeitpunkt geeigneter Randbedingungen zusammenfallen.

Eine feststellende Messung erfolgt nach Fertigstellung des Objektes im Rahmen der Qualitätsprüfung bei Abnahme. Sie dient vorzugsweise der Feststellung und Bewertung der erreichten Qualität.

#### *b) Vermeidung von Wärmebrücken*

Zur Vermeidung unerwünschter Wärmebrücken kann die Qualitätskontrolle mittels Infrarottechnik (Thermographie) bereits im Rahmen der Bauüberwachung sinnvoll sein. Voraussetzungen sind eine Beheizbarkeit des Rohbaus sowie ausreichende Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenluft. Benötigt wird eine entsprechende ablauforganisatorische Beeinflussung des Baugeschehens für die Wahl und Sicherung eines geeigneten Zeitpunktes für die Messung.

Die meßtechnische Prüfung der Hülle auf Vorhandensein von Wärmebrücken vor oder bei Abnahme des Objektes wird zur Zeit empfohlen, um den Qualitätsdruck auf Planer und ausführende Unternehmen zu erhöhen. Mittelfristig kann und muß (zur Entlastung der Bauherren) davon ausgegangen werden, daß durch die Planung und Ausführung von Regeldetails Wärmebrücken weitgehend vermieden werden können.

#### *c) Qualitätsnachweis*

Auf Vorschlag des Autors wurde gemeinsam mit der Abteilung Bauphysik der Materialforschungs- und -prüfanstalt Weimar (MFPA) ein Konzept des modulweisen Qualitätsnachweises entwickelt. Jeweils nach Abschluß einer Messung einschließlich der Bewertung der Ergebnisse wird ein Dokument erstellt, welches in einen komplexen Qualitätsnachweis einfließen bzw. in den Energieausweis und/oder Gebäudepass integriert werden kann.

## **C Modul Abnahme/Übergabe/Erstellung von Dokumenten**

### **C.1. Abnahme haustechnischer Anlagen**

Die Abnahme der haustechnischen Anlagen - der Heizungsanlage, der Abgasanlage, ggf. der Lüftungsanlage versteht sich als Teil eines Qualitätssicherungssystems. Das Ergebnis sollte stärker als bisher transparent für den Bauherren dokumentiert und ergänzend mit Bezügen zur energetischen Qualität der Anlage/des Hauses ausgestattet werden.

### **C.2. Energieausweis**

Gerade aus Gründen der Qualitätssicherung wird empfohlen, den Nachweis der Einhaltung von Anforderungen der Wärmeschutzverordnung'95 (bzw. der künftigen Energieeinsparverordnung) in frühen Planungsphasen von der Erstellung eines Energieausweises im Unterschied zur heutigen automatischen Kopplung zu trennen. Erfahrungsgemäß können bei einer Bauausführung häufig noch geometrische, konstruktive, stoffliche und/oder systemtechnische Veränderungen eintreten. Die Erstellung des Energieausweises wird im Rahmen des Qualitätssicherungssystems der Leistungsphase 9 gemäß HOAI zugeordnet. Insofern beschreibt er die energetische Qualität des Objektes in der tatsächlich ausgeführten Form. Gleichzeitig sind die Ergebnisse des rechnerischen Nachweises dem aktuellen Stand von Gebäudehülle und Haustechnik anzupassen. Zur Verbesserung der Transparenz für den Bauherren soll der Energieausweis eine Vorhersage zur Höhe des zu erwartenden Aufwandes an Endenergieträgern enthalten und diesen primärenergetisch und CO<sub>2</sub>-seitig bewerten. Gleichzeitig soll eine Teilbewertung von Bauhülle und Haustechnik möglich sein. Ein Energieausweis sollte daher im Mindestumfang folgende Daten enthalten:

- a) Identifikation und Charakterisierung des Objektes
- b) energetische Bewertung des Gebäudes
  - Grad der Erfüllung von Anforderungen der WSV0'95 (ESVO2000) in %
  - absoluter und bezogener Endenergieträgeraufwand für Raumwärme
  - absoluter und bezogener Endenergieträgeraufwand für Warmwasser
  - absoluter und bezogener Endenergieträgeraufwand für Hilfsenergie
  - Bewertung des Endenergieträgeraufwandes in Primärenergie
  - Bewertung des Endenergieträgeraufwandes in CO<sub>2</sub>
- c) Teilbewertung der Hülle
  - K<sub>m</sub>-Wert
  - n<sub>L50</sub>-Wert (Luftdichtheit)
  - Fensterflächenanteile und Art der Verschattung
  - absolute und bezogene Transmissionswärmeverluste
  - absolute und bezogene nutzbare solare Gewinne (passiv)
  - absoluter und bezogener Leistungswärmebedarf (W/m<sup>2</sup>)
- d) Teilbewertung der Haustechnik
  - installierte Leistung (absolut/bezogen) (W/m<sup>2</sup>)
  - Jahresnutzungsgrad
  - Emissionswerte
  - zweckdienliche Parameter zur Bewertung von alternativen Anlagen (z.B. Arbeitszahl, Wirkungsgrad u.a.) einschließlich einer Beschreibung der Anlage
  - Angabe und Bewertung der in der heutigen Heizungsanlagenverordnung und Bundesimmissionsschutzverordnung geforderten Werte und Sachverhalte (Dämmung der Verteilungen, Art der Regelung, Abgasverlust)
- e) Teilbewertung der Behaglichkeit (z.Z. optional)
  - Vorhersage der mittleren thermischen Behaglichkeit im Sommer/im Winter
  - Vorhersage der mittleren Raumluftqualität

Im Zusammenhang mit der vorbereitenden Diskussion zur Gestaltung eines künftigen Energiebedarfsausweises im Geltungsbereich der Energieeinsparverordnung wurde durch den Autor ein Vorschlag entwickelt (ANLAGE 3). Es wird versucht, einerseits eine für Bauherren nachvollziehbare und leicht interpretierbare Form der Darstellung wesentlicher Daten zu finden und insbesondere Mißverständnisse zwischen Nutz-, End- und Primärenergie zu vermeiden. Gleichzeitig kann eine ergänzende Bewertung des Erreichens von Teilzielen vorgenommen werden. Die ggf. europäisch zu harmonisierenden charakteristischen Merkmale können zusätzlich im nationalen Rahmen bewertet werden. Die Überlegungen des Autors flossen in die Entwicklung des Energie-Passes für Heizung und Warmwasser des Institutes für Wohnen und Umwelt ein, der im Rahmen des IMPULS-Programms Hessen den dortigen Planern zur zwischenzeitlichen Anwendung empfohlen wird.

Im Sinne eines Ausblickes wird angeregt, künftig eine Beurteilung der zu erwartenden thermischen Behaglichkeit im Winter und Sommer in den Energieausweis zu integrieren, um so den Konflikt zwischen Energieeinsparung und Komfort/Raumluftqualität aufzulösen.

### **C.3. Gebäudepass**

Im Rahmen der Leistungsphase 9 ist durch den verantwortlichen Planer ein Gebäudepass Teil A - beschreibender Teil - zu erstellen und dem Bauherren zu übergeben.

Die Beschreibung der stofflich-konstruktiven Lösung (aus der Planung und aktualisiert nach Fertigstellung) der baulichen Hülle geht in den Gebäudepass im Bereich der Beschreibung und Lokalisierung von Bauprodukten ein.

Der Energieausweis geht in den Gebäudepass im Bereich der Beschreibung der energetischen Qualität von baulicher Hülle und Haustechnik ein. Siehe hierzu auch ANLAGE 1 und ANLAGE 2 am Ende dieses Beitrages.

Die Erstellung eines Gebäudepasses wird z.Z. gesetzlich nicht gefordert, jedoch empfohlen. Es existieren zahlreiche Anbieter, die in unterschiedlicher Qualität, Form und Tiefe Gebäudepässe anbieten – i.d.R. mit dem Ziel eine gleichzeitigen Bewertung.

Seitens des Autors wird ein Gebäudepass entsprechend der vom BM Bau vorgeschlagenen Struktur, die sich an die Europäische Bauproduktenrichtlinie anlehnt, vorgeschlagen. Die Unterscheidung in einen beschreibenden und einen bewertenden Teil geht hierbei auf eine in einer Anhörung gemachten Anregung des Autors zurück. Er vertritt die Ansicht, daß zunächst das Raster zu beschreibender Merkmale konsensfähig gestaltet werden sollte und momentan anerkannt werden muß, daß auf der Basis dieser Daten unterschiedliche Interessengruppen und Sichtweisen zur Anwendung spezifische Bewertungsverfahren und –maßstäbe führen werden.

Die in den ANLAGEN 1 und 2 angegebene Struktur des Gebäudepasses entspricht der Empfehlung des BM Bau.

### **C.4. Wartungs- und Pflegeanweisungen**

Es wird empfohlen, die in Leistungsphase 9 der HOAI enthaltenen Möglichkeiten auszuschöpfen und bei Übergabe des Objektes Wartungs- und Pflegeanweisungen - im Rahmen dieses Qualitätssicherungssystems insbesondere für energierelevante Bauteile und Systeme - dem Bauherren auszuhändigen. Der Planer sollte den Bauherren den Abschluss von Wartungsverträgen empfehlen und ihn hierbei unterstützen. Für folgende energierelevanten Bauteile und Systeme wird der Abschluß von Wartungsverträgen empfohlen:

- Fenster (Aufrechterhaltung der Luftdichtheit)
- Heizung (Aufrechterhaltung von Abgasverlusten und Emissionswerten)
- Lüftungsanlage (Aufrechterhaltung von Wirkungsgrad und Hygiene)

### **C.5. Vorbereitung der Verbrauchserfassung**

Es wird empfohlen, durch den Planer ein System zur Erfassung und Bewertung des laufenden Energieaufwandes vorzubereiten und den Gebäudenutzer in seine Nutzung einzuweisen. Insbesondere soll der Planer die geeigneten Bezugsgrößen (z.B. Wohnfläche nach II.BV) vorgeben. Durch die Übernahme von Soll-Werten für den Endenergeträgerverbrauch aus der Planung und durch Angabe von Durchschnittsverbräuchen ähnlicher Gebäude in der Region (mit ggf. jährlicher Aktualisierung) sind Bewertungsmaßstäbe bereitzustellen. Folgende Daten sollten erhoben und bewertet werden:

- jährlicher Endenergeträgereinsatz für Raumheizung (absolut und bezogen) gemäß Bezug und Rechnung
- jährlicher Endenergeträgereinsatz für Warmwasserbereitung (absolut und bezogen) gemäß Bezug und Rechnung bzw. gemäß Heizkostenverteilung
- jährlicher Endenergeträgereinsatz für Hilfs- und Antriebsenergie (absolut und bezogen gemäß Bezug und Rechnung
- jährlicher Verbrauch an Warmwasser/Person bzw. je Person und Tag

Es ist möglich, Erfassung und vergleichende Bewertung des Energie- und Wasserverbrauches als Dienstleistung durch Energieabrechnungsdienste ausführen zu lassen.

## **D Modul Bewirtschaftung - facility management**

### **D.1. Laufende Erfassung und Bewertung des Verbrauches**

Die Aktivität beinhaltet die Umsetzung von Punkt 3.5. Die jährlichen Ergebnisse der Erfassung und Bewertung des Verbrauchs an Energie und Warmwasser sind den entsprechenden Abschnitten von Energieausweis und Gebäudepass beizufügen.

### **D.2. Wartung und Pflege/Instandhaltung von Hülle und Haustechnik**

Die Aktivität beinhaltet die Umsetzung von Punkt 3.4. Die durchgeführten Wartungs- und Pflegearbeiten sind ebenso wie Instandhaltungsarbeiten im entsprechenden Abschnitt des Gebäudepasses zu dokumentieren.

### **D.3. Pflicht zur Fortschreibung von Energieausweis und Gebäudepass**

Bei einem Austausch von haustechnischen Anlagen bzw. bei größeren Instandsetzungs-, Modernisierungs- oder Umbaumaßnahmen am Gebäude - hier insbesondere im Bereich der wärmetauschenden Hüllfläche - sind Energieausweis und Gebäudepass an den jeweils erreichten Stand anzupassen.

### **D.4. Prüfungen während der Bewirtschaftung (optional)**

Insbesondere bei Gebäuden mit kontrollierter Lüftung unter Einbezug einer Wärmerückgewinnung kann eine Kontrolle der Luftdichtheit der Bauwerkshülle einmalig in einem Zeitraum 3 - 5 Jahre nach Übergabe empfohlen werden.



## **2. Vernetzung von Qualitätssicherungssystem, Energieausweis und Gebäudepass**

Abschließend soll nochmals auf den Umstand verwiesen werden, daß mit dem Konzept zur Sicherung der Qualität bei Niedrigenergiehäusern ein maßnahme- und aktorsorientiertes Qualitätsmanagementsystem angestrebt wird, welches sich an den Lebenszyklus der Planung, Errichtung und Bewirtschaftung der Gebäude anpaßt. Energieausweis und Gebäudepass werden in diesem Zusammenhang als Dokumente betrachtet, welche genormt die Ergebnisse der Maßnahmen festhalten und bewerten. Insofern hätte ein Energieausweis Niedrigenergiehaus nur eine Übergangsfunktion bis zur Einführung eines SAVE-II-gerechten Energieausweises gemäß künftiger Energieeinsparverordnung zu erfüllen. Bestand haben soll vielmehr das Qualitätssicherungssystem im Sinne eines Leitfadens.

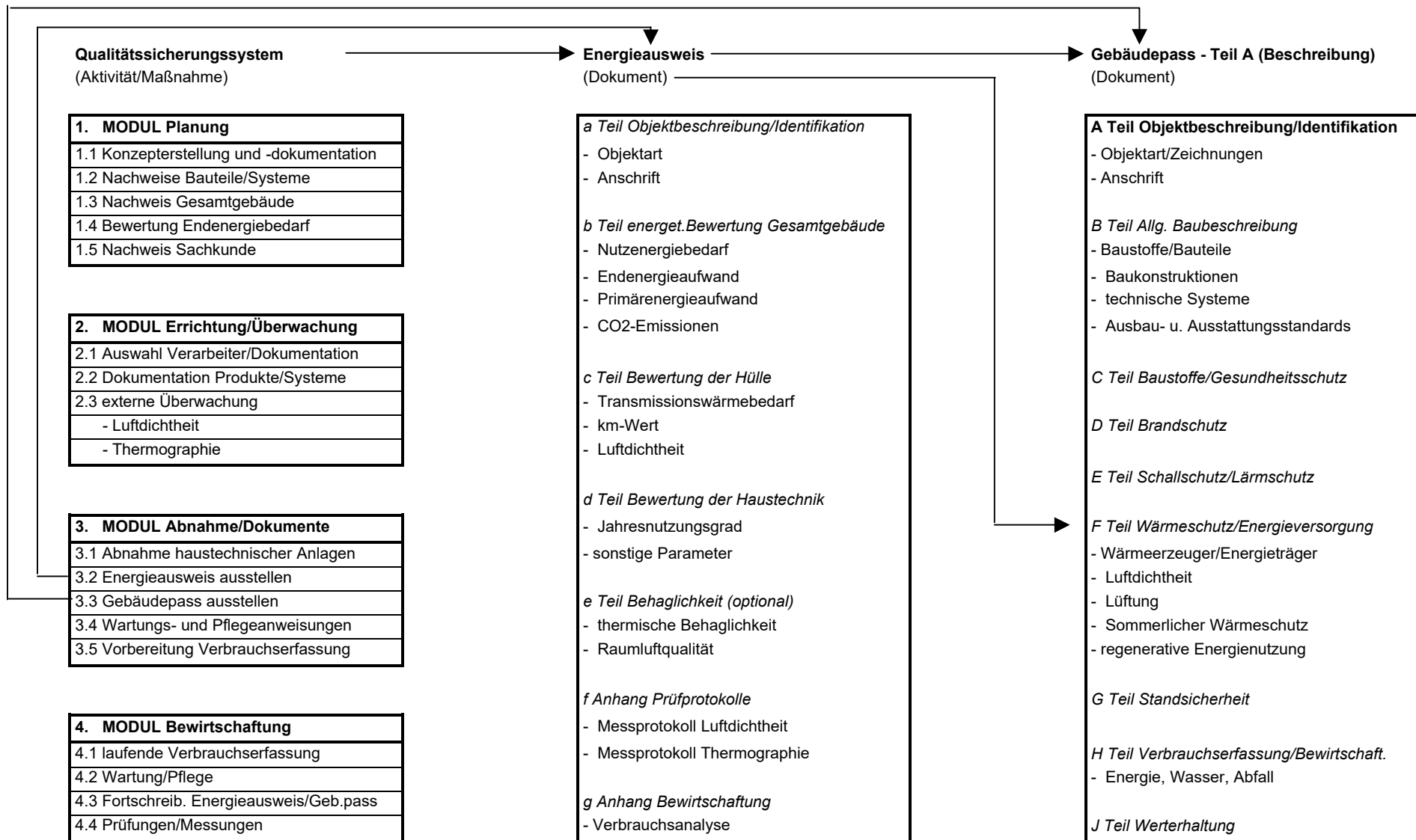
**ANLAGE 1** zeigt die Vernetzung zwischen Qualitätssicherungssystem, Energieausweis und Gebäudepass auf einer strategischen Ebene. Es wird deutlich, daß durch Synergieeffekte und Übernahme ohnehin geforderter Dokumente und Aktivitäten ein System der Qualitätssicherung einschließlich der notwendigen Dokumentation und Bewertung erzeugt werden kann.

**ANLAGE 2** zeigt ergänzend die innere Vernetzung zwischen Teilmodulen auf, wodurch Synergieeffekte erst möglich werden.

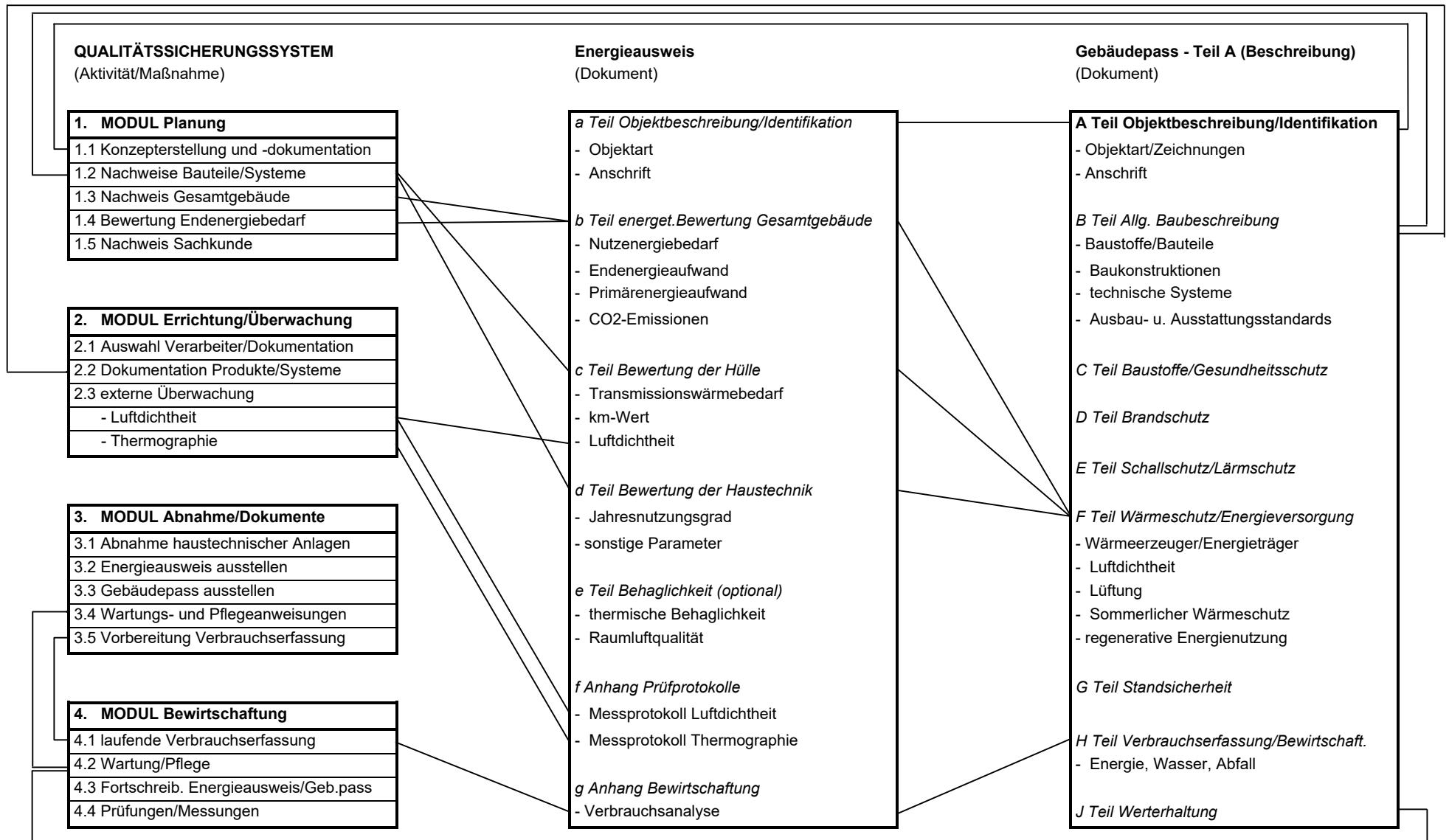
Letztlich wird sich die Qualität von Niedrigenergiehäusern nicht in Pässen oder Ausweisen ausdrücken, sondern in ihrem dauerhaft niedrigen Aufwand an Endenergieträgern für Raumheizung, Warmwasserbereitung und Antriebe bei gleichzeitiger Sicherung von Gesundheit und Behaglichkeit. Qualität zeigt sich in der Praxis, die in Dokumenten nur widergespiegelt und auf Basis transparenter Regeln bewertet werden kann.

## Literatur


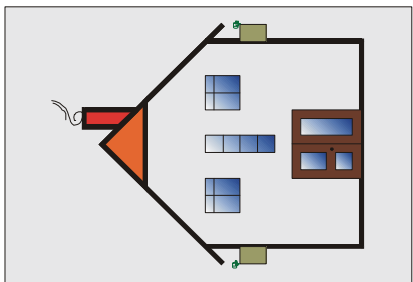
- /01/ Konzeption für einen Gebäudepaß für Eigenschaften von Wohngebäuden - Entwurf  
BM Bau, Bonn 1997
- /02/ Ehm; Schettler-Köhler  
Von der Wärmeschutzverordnung zur Energiesparverordnung  
BBauBI Heft 11/97 S. 780 ff
- /03/ Hauser, G.  
ESVO 2000 - ein Konzeptvorschlag  
Internationaler Bauphysikkongress, Berlin 1997
- /04/ Gronau, Lützkendorf  
Energieausweise für Gebäude  
CIB-Kongress „energy and massflow in the life cycle of buildings, Wien 1996  
Seite 121 - 125
- /05/ Lützkendorf, Thomas  
Ökologische Bewertung von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden  
CIB-Kongress „energy and massflow in the life cycle of buildings, Wien 1996  
Seite 201 - 206
- /06/ Lützkendorf, Thomas  
Energiekennzahlen - Voraussetzungen für Energiepässe und -ausweise  
Energieanwendung 43(1994)2 S. 55 ff
- /07/ Energie-Paß Heizung/Warmwasser  
Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 1997
- /08/ Eckpunktepapier zur Fortschreibung der Wärmeschutzverordnung und Zusammenfassung mit der Heizungsanlagen-Verordnung  
BMBau, BMWi, Bonn 1997
- /09/ Richtlinie 93/76/EWG zur Begrenzung der Kohlendioxidemissionen durch effizientere Energienutzung (SAVE)  
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 237/28 vom 22.9.93
- /10/ Lützkendorf, Thomas  
Hinweise zur Erstellung und Interpretation von Wärmebedarfsausweisen  
Arbeitskreis Energieberatung Thüringen, Tagungsband 4/94, S. 63 ff
- /11/ Richtlinie des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte 89/106/EWG  
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L40/12
- /12/ Pohl, W.-H.; Horschler, S.; Pohl, R.  
Wärmeschutz – Optimierte Details  
herausgegeben durch Kalksandstein-Information, 1996
- /13/ RAL-Gütezeichen Niedrigenergiebauweise (RAL-GZ 965)  
Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V., Detmold



**ANLAGE 1: Darstellung von Zusammenhängen zwischen Qualitätssicherungssystem, Energieausweis und Gebäudepass (Verfasser)**



**ANLAGE 2: Darstellung von Zusammenhängen zwischen Qualitätssicherungssystem, Energieausweis und Gebäudepass (Verfasser)**

Energieausweis D/96/99423/C/48		Einhaltung nationaler Normen	
		Ort	99423 Musterstadt
		Straße	Europastraße 96
		Typ	Einfamilienhaus
		Baujahr	1996
		EBF (m <sup>2</sup> )	100
		Nutzenergiebedarf	60 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		Endenergieverbrauch	70 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		Raumwärme	70 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		Kühlung/ Klimatisierung	0 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		Warmwasser	10 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		Hilfsenergie	5 $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		TGA vorhanden	<input checked="" type="checkbox"/>
		BW	<input checked="" type="checkbox"/>
		SWW	<input checked="" type="checkbox"/>
		WRG	<input type="checkbox"/>
		WP	<input type="checkbox"/>
		Energie-träger	EGas
		CO2	14 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		PE	77 $\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$
		EGas	0
		EGas	2
		Strom	4
		$\Sigma$	20
		$\Sigma$	103
		Dämmung	WSVO'95
		Luftdichtheit	DIN ...
		Heizung	HAVO
		Warmwasser	HAVO
		Regelung	HAVO
		$k_m$	0,3
		$n_{L50}$	1,0
		h	0,85
		h	0,85
		Regelung	AT / NA

**ANLAGE 3:** Vorschlag für eine SAVE-II-gerechten Energieausweis (Verfasser)

# **Methodische Grundlagen für den produkt- und produktions-integrierten Umweltschutz bei der Entwicklung von Bauprodukten**

## **Vorbemerkung**

Die inzwischen bei der Entwicklung und Weiterentwicklung von Bauprodukten zu beachtenden und umzusetzenden Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung führen zu der Aufgabe, vorhabensbegleitend Aspekte des Gesundheits- und Umweltschutzes zu bewerten und zu integrieren. Wurde in den zurückliegenden Jahren verstärkt die Ökobilanzierung von Produkten in den Vordergrund gestellt, ist aktuell eine Wiederbelebung unternehmens- und standortbezogener Betrachtungsweisen (Öko-Audit) zu erkennen. Aus Sicht des Autors wäre jedoch ein Auseinanderdriften der produkt- und der unternehmensbezogenen Betrachtungsweise zu bedauern und nicht zweckdienlich. Vielmehr wird angeregt, die gemeinsamen Wurzeln und Datengrundlagen herauszuarbeiten und eine arbeitsteilige Rolle unterschiedlicher Ansätze zu betonen. Vor dem Hintergrund eines Forschungsvorhabens für die Ziegelindustrie wird nachstehend der Versuch unternommen, für die präventive Beurteilung neuer Verfahren und Produkte einen Leitfaden zu entwickeln und einen Beitrag zur Harmonisierung unterschiedlicher Sichten und Bewertungsgegenstände zu leisten.

## **1. Aktuelle Zielstellungen in der Bau- und Bauproduktindustrie zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung**

Im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung der Wirtschaft zur Erhaltung von Zukunftschancen künftiger Generationen sind die Energie- und Stoffumsätze gegenüber dem heutigen Stand abzusenken. Hierzu hat auch die Bau- und Bauproduktindustrie in den Bereichen Rohstoffgewinnung, Produktion, Nutzung und Wiederverwendung von Produkten ihren Betrag zu leisten.

Notwendig wird u.a. ein Übergang von nachsorgenden Umweltmaßnahmen (im Sinne von end of the pipe - Technologien) hin zum präventiven Umweltschutz. Insbesondere bei der Neuentwicklung von Verfahren und Produkten sind diese frühzeitig hinsichtlich ihrer auch mittel- und langfristigen Folgen für Umwelt und Gesundheit zu untersuchen und zu bewerten. Insofern besteht einerseits ein Bedarf an innovativen Entwicklungen im Bereich materialtechnischer, stofflich-konstruktiver und technologischer Lösungen. Gleichzeitig ist eine Notwendigkeit zur Herausbildung und Weiterentwicklung konsensfähiger Schutzziele und Bewertungsverfahren gegeben. Es ist notwendig, im Bereich der Ökonomie eine stärkere Harmonisierung von betriebs- und volkswirtschaftlichen Interessen herzustellen und diese durch die bewertende Einbeziehung von Aspekten des Umwelt- und Gesundheitsschutzes zu ergänzen.

## 2. Allgemeine Auswahl- und Bewertungskriterien für Bauprodukte

Im Bereich der Auswahl und Bewertung von Bauprodukten stehen u.a. technische, rechtliche, ökonomische und ökologische Kriterien zur Verfügung. Diese decken unterschiedliche Interessenlagen, Bewertungsziele und Handlungsfelder ab.

Im Rahmen einer Produktentwicklung eignen sich diese Kriterien für die Formulierung von Anforderungen im Sinne einer Vorgabe von Teilzielen (ggf. in Form von Grenz- und Zielwerten). Grenzwerte können dabei sowohl in Form von obligatorisch zu erfüllenden Minimalanforderungen als auch in Form von Ausschlußkriterien Anwendung finden. Zielwerte sind i.d.R. Orientierungsgrößen, deren Umsetzung wünschenswert jedoch nicht obligatorisch ist.

Bereits während der Produktentwicklung kann so eine an Teilzielen orientierte Zielkontrolle erfolgen. Gleichzeitig ist eine an den jeweiligen Entwicklungsstand angepasste vorausschauende Produktbewertung möglich. Mit nachstehenden Kapitel werden existierende Bewertungskriterien mit Schwerpunkt Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz beschrieben und diskutiert. Es wird dabei die Auffassung vertreten, daß insbesondere ökologische Bewertungskriterien bisherige Anforderungen nicht ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen.

### 2.1. Technische Kriterien

Technische Daten im Sinne material- ggf. auch verarbeitungstechnischer Angaben sind zunächst produktspezifische Eigenschaften, die sich erst vor dem Hintergrund des konkreten Anwendungsfalles bewerten lassen. Der Anwendungsfall wird hierbei u.a. über die Art des Einbaus, die Lage im Gebäude bzw. Bauteil, die zu erfüllende Funktion bzw. die Art und Dauer von Beanspruchungen beschrieben.

Im Auswahl- und Bewertungsvorgang werden jedoch auch material- und verarbeitungstechnische Vorgaben formuliert. In diesem Sinne werden die dort genannten Parameter zu Bewertungskriterien. Das Maß der Erfüllung der Anforderungen entscheidet über den Grad der (material- und verarbeitungstechnischen) Zulässigkeit. Die Nichterfüllung technischer Kriterien ist ein Ausschlußkriterium.

Technische Kriterien lassen sich auf einem allgemeinen Niveau nicht umfassend beschreiben. Es ist üblich, technische Kriterien bzw. zu deklarierende Daten und Eigenschaften für Produktgruppen zu vereinbaren. Die Systematik der Produktgruppen folgt material- und funktionsspezifischen Unterscheidungsmerkmalen (z.B. Massivbaustoffe, Dämmstoffe, Kleber u.a.).

Technische Eigenschaften beeinflussen u.a. den Grad der Erfüllbarkeit funktioneller Anforderungen. Insofern ergeben sich aus den produktgruppenspezifisch zu erfüllenden funktionellen Anforderungen die jeweils besonders relevanten Eigenschaften und Kriterien. U.a. können dies statische oder bauphysikalische Daten sein. Aus dem Bereich der Europäischen Bauproduktenrichtlinie /06/ lassen sich technische Kriterien für die Auswahl und Bewertung von Bauprodukten mit direkter Auswirkung auf folgende Eigenschaften von Gebäuden ableiten:

- *Mechanische Festigkeit und Standsicherheit*
- *Brandschutz*
- *Nutzungssicherheit*
- *Schallschutz*
- *Energieeinsparung und Wärmeschutz*

Der Forderungskomplex Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz wird im Abschnitt 2.4. behandelt.

Als Beispiele für technische Kriterien können u.a. die Druckfestigkeit, die Wärmeleitfähigkeit und die Rohdichte angegeben werden. Im Bereich technischer Daten sollten zusätzlich verarbeitungstechnische Angaben erfolgen und Hinweise auf materialtechnisch bedingte Unverträglichkeiten mit anderen Produkten gegeben werden.

## **2.2. Rechtliche Kriterien**

Im Bereich von Rechtspositionen im Zusammenhang mit der Herstellung und Anwendung von Bauprodukten bestehen zahlreiche Regelungen. Nachfolgende Ausführungen beschränken sich auf die bauwesenrelevanten Grundsätze der DIN 18 299 /10/.

### **a) allgemeine rechtliche Anforderungen**

Allgemein gelten folgende Grundlagen:

„Stoffe und Bauteile, für die DIN-Normen bestehen, müssen den DIN-Güte- und Maßbestimmungen entsprechen.“ (DIN 18 299, 2.3.2.)

„Stoffe und Bauteile, die nach den deutschen behördlichen Vorschriften einer Zulassung bedürfen, müssen amtlich zugelassen sein und den Zulassungsbedingungen entsprechen.“ (DIN 18 299, 2.3.3.)

„Sofern für Stoffe und Bauteile eine Überwachungs-, Prüfzeichenpflicht oder der Nachweis der Brauchbarkeit, z.B. durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, allgemein vorgesehen ist, kann von einer Gleichwertigkeit nur ausgegangen werden, wenn die Stoffe und Bauteile ein Überwachungs- oder Prüfzeichen tragen oder für sie der genannte Brauchbarkeitsnachweis erbracht ist.“ (DIN 18 299, 2.3.4.)

Insbesondere im Zusammenhang mit der Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Bauprodukten wird auf den Umstand verwiesen, daß im Rahmen der Erstellung von Leistungsbeschreibungen der Planer Angaben bezüglich

- verlangter Eignungs- und Gütenachweise
- geforderter Eigenschaften hinsichtlich Art, Güte und Umweltverträglichkeit der Stoffe und Bauteile

machen und im Sinne von Forderungen formulieren kann. Es wird empfohlen, sich auf derartige Forderungen durch die Vorbereitung und Vorhaltung zweckdienlicher Unterlagen vorzubereiten.

### **b) Besonderheiten von Recycling-Baustoffen**

„Stoffe und Bauteile, die der Auftraggeber zu liefern und einzubauen hat, die also in das Bauwerk eingehen, müssen ungebraucht sein. Wiederaufbereitete (Recycling-)Stoffe gelten als ungebraucht, wenn sie Abschnitt 2.1.3 (*siehe unten - Anmerkung des Verfassers*) entsprechen.“ (DIN 18 299, 2.3.1)

„Stoffe und Bauteile müssen für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet und aufeinander abgestimmt sein.“ (DIN 18 299, 2.1.3)

## **2.3. Ökonomische Kriterien**

Die ökonomische Bewertung von Bauprodukten kann u.a. aus Sicht des Herstellers, des Verarbeiters, des Nutzers sowie aus gesamtgesellschaftlicher Sicht erfolgen. Nachstehend werden Erläuterungen gegeben.



a) **Zur Ökonomie des Herstellers**

Ökonomische Interessen des Herstellers können mit bekannten betriebswirtschaftlichen Kategorien wie Kosten, Umsatz, Gewinn - in einem erweiterten Sinne auch Marktakzeptanz - beschrieben werden, die hier nicht näher aufgeführt werden. Bei einer teilweise material- und transportintensiven Bauproduktproduktion kommt im Zusammenhang mit Kostenüberlegungen der Verfügbarkeit und dem Kostenniveau von Ausgangsstoffen und Vorstufenprodukten eine ebenso hohe Bedeutung zu wie der Art der Verkehrsanbindung sowie der Lage der Produktionsstätte zu Lieferanten oder Abbaugebieten und zu potentiellen oder bestehenden Märkten bzw. Absatzgebieten. Beim Neuaufbau von Produktionsstätten kommen Fragen der Investitionsrechnung hinzu.

Spezielle Förderinstrumente im Zusammenhang mit Standortentscheidungen oder auch die Förderung der Entwicklung und Produktion innovativer Produkte können ökonomisch orientierte Entscheidungen von Unternehmen beeinflussen.

Moderne ökonomische Auffassungen führen zu einer Annäherung an ökologische Aspekte. Indizien sind die Einführung einer Umweltkostenrechnung /11/ oder die Einführung von ökonomisch/ökologischen Kennziffern. Als Beispiel können die Kennziffern *Umweltbelastung/Umsatz* bzw. *Umweltbelastung/Gewinn* angegeben werden. Die Umweltbelastung wird dabei als *Schadschöpfung* /12/ ausgedrückt.

b) **Zur Ökonomie des Anwenders/Verarbeiters**

Die ökonomischen Interessen des Verarbeiters liegen u.a. in einem geringen Einkaufspreis, in einer rationellen und kostengünstigen Verarbeitbarkeit sowie in einer Qualität, die keinerlei gewährleistungsrechtliche Probleme verursacht.

Insbesondere Neuentwicklungen im Bauproduktbereich, zu denen keine Erfahrungen bezüglich Verarbeitbarkeit und Langzeitverhalten vorliegen, leiden in einer Einführungsphase unter Akzeptanzproblemen.

c) **Zur Ökonomie des Nutzers**

Die Interessen des Nutzers liegen i.d.R. in einer preiswerten, wartungsarmen und langlebigen Konstruktion. Häufig nimmt er das in der Baukonstruktion enthaltene Bauprodukt so nicht wahr, sondern trifft seine Entscheidungen auf der Ebene Konstruktion (Bauteil) bzw. Gesamtgebäude.

Im Rahmen einer stärkeren Durchsetzung von Aspekten der Nachhaltigkeit im Rahmen von Investitionsentscheidungen von Gebäudenutzern wächst die Bedeutung von Entsorgungseigenschaften und damit von künftig zu erwartenden Entsorgungskosten bei der Auswahl von Konstruktionen und Bauprodukten an.

d) **Gesamtgesellschaftliche Sicht**

Zur Beschreibung gesamtgesellschaftlicher Effekte in der Ökonomie, die sich nicht mit betriebswirtschaftlichen Kategorien abbilden lassen, wurde die Methode der Ermittlung und Bewertung externer Kosten entwickelt. Eine Anwendung im Rahmen der Bewertung von Produktneuentwicklungen kann empfohlen werden, auch wenn breite Interpretationsspielräume bei der praktischen Umsetzung vorliegen.

Angeregt wird die Diskussion der Ermittlung und Bewertung eines ggf. vorhandenen externen Nutzens.

#### 4.4. **Ökologische Kriterien**

Bis heute besteht keine allgemein anerkannte Definition zu Kriterien und Eigenschaften, aus denen eindeutig und nachvollziehbar eine Beurteilung als „ökologisches“ Bauprodukt abgeleitet werden kann. Dennoch wird die Notwendigkeit einer ergänzenden Einbeziehung von Kriterien aus den Bereichen Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz zunehmend akzeptiert. Nachstehend werden unterschiedliche Ansätze beschrieben und diskutiert.

##### a) **Anforderungen der Europäischen Bauproduktenrichtlinie**

Eine erste Basis bietet die Europäische Bauproduktenrichtlinie /06/, die Anforderungen an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz im Zusammenhang mit der Auswahl und dem Einsatz von Bauprodukten formuliert. Sinngemäß dürfen durch den Einsatz von Bauprodukten bzw. durch aus ihnen errichteten Bauwerken die Hygiene und Gesundheit von Bewohnern und Anwohnern nicht gefährdet werden durch:

- Freisetzung giftiger Gase,
- Vorhandensein gefährlicher Teilchen oder Gase in der Luft,
- Emissionen gefährlicher Strahlen
- Wasser- oder Bodenverunreinigung oder -vergiftung
- unsachgemäße Beseitigung von Abwasser, Rauch und festem/flüssigem Abfall
- Feuchtigkeitsansammlungen in Bauteilen
- Feuchtigkeitsansammlungen auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen

Insofern handelt es sich hier vorzugsweise um Anforderungen, die für die Nutzungsphase der Bauprodukte und Bauwerke sowie für Standort, einschließlich näherer Umgebung und die Innenräume gelten. Anzugebende Daten bzw. zu erfüllende Anforderungen beziehen sich auf das Produkt im Nutzungszustand (z.B. ausgehärtet/trocken u.a. „nutzungsbereite Endzustände“).

##### b) **Lebenszyklusbezogene Betrachtungsweisen**

Im Bereich lebenszyklusbezogener Betrachtungsweisen hat sich die LCA-Methodik (life-cycle-assessment) etabliert. Diese untersucht i.d.R. die Energie- und Stoffströme während der Lebensphasen (allgemein i.d.R. Vorstufen, Herstellung, Anwendung, Nutzung, Erhaltung, Entsorgung/Verwertung) und bewertet diese hinsichtlich ihrer Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit.

Energie- und Stoffstromanalysen basieren auf Auffassungen, wonach sich ein ressourcenschonendes und gesundheitsgerechtes Handeln insbesondere unter dem Aspekt der Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung an folgenden Zielen orientiert:

- *Schutz der Umwelt in ihren Eigenschaften als Rohstofflager, Produktivkraft und Lebensraum durch Vermeidung bzw. Verringerung der Ressourcenentnahme, des Flächenverbrauchs sowie der Ausschöpfung natürlicher Regenerationskräfte (Umwelt als Entnahmemedium)*
- *Schutz der Umwelt in ihren Eigenschaften als Rohstofflager, Produktivkraft und Lebensraum durch Vermeidung bzw. Verringerung des unerwünschten Eintragens von Energie und Stoffen (Umwelt als Aufnahmemedium)*
- *Schutz von Flora und Fauna, Erhaltung der Biodiversität (Artenvielfalt) im Sinne einer positiven Bewertung möglichst vielfältiger vorhandener Erbinformationen*
- *Sicherung von Gesundheit, Behaglichkeit und Lebensqualität der Menschen*  
Die Anwendung der LCA-Methoden führt zu Sachbilanz- und Wirkungsbilanzkriterien (/07;/08/), die nachstehend unter c) und d) diskutiert werden.

c) **Sachbilanzkriterien**

Gemäß der LCA-Methode werden unterschiedliche Abschnitte des Lebensweges von Produkten definiert, innerhalb derer spezifische Angaben zu erheben und im Sinne der Anforderungen unter b) zu bewerten sind.

**Vorstufen**

- *energetische Vorstufen*
- *materielle Vorstufen*
- *bereitzustellende Infrastruktur*

**Herstellungsprozess**

- *Art, Menge und Verfügbarkeit eingesetzter Medien (Wasser, Energie)*
- *Art, Menge, Verfügbarkeit und Herkunft eingesetzter Rohstoffe*
- *Art, Menge, Eigenschaften und Herkunft eingesetzter Hilfs- und Betriebsstoffe*
- *Art, Menge, Eigenschaften und Herkunft eingesetzter Vorstufenprodukte*
- *Art und Umfang von Transportprozessen*
- *Art, Menge und Verwendbarkeit von ggf. entstehenden Kuppelprodukten*
- *Art, Menge und Verwendbarkeit von anfallenden Wertstoffen*
- *Art, Menge und Entsorgungseigenschaften von Abfällen und Sonderabfällen*
- *Art, Menge von Emissionen in Luft, Wasser und Boden*
- *ggf. Flächeninanspruchnahme*

Bezüglich einer Zwischenbewertung ist für allgemeine Produkte eine Bilanzgrenze „Werktor aufgeladen“ üblich. Es lassen sich Teilziele formulieren und hinsichtlich ihrer Einhaltung überprüfen.

**Verarbeitungsprozess**

- *Art, Menge und Verfügbarkeit eingesetzter Medien (Wasser, Energie)*
- *Art, Menge und Eigenschaften eingesetzter Hilfs- und Betriebsstoffe*
- *Art und Umfang von Transportprozessen*
- *Art und Menge von Emissionen in Luft, Wasser und Boden*
- *Art, Menge und Verwendungs-/Entsorgungseigenschaften von Abfällen*
- *Art, Menge und Verwendungs-/Entsorgungseigenschaften von Verpackungen*

**Nutzung** (getrennt für Normal- und Sonderfall im Sinne Brand/Überschwemmung)

- *Ausgasungspotential in die Innenraumluft bei entsprechender Lage*
- *Ausgasungspotential in die Außenluft bei entsprechender Lage*
- *Auswaschungspotential*
- *Potential für Abgabe von Radioaktivität/Radon*
- *ggf. Aufwand an produktspezifischen Reinigungs- bzw. Betriebsstoffen*
- *Instandhaltungsaufwand bei vorgegebener Nutzungsart und -dauer*

**Dekomposition/Entsorgung**

- *Aufwand an Energie und Stoffen für Dekomposition/Demontage*
- *Möglichkeiten und Aufwand einer stofflichen/thermischen Verwertung*
- *Art, Aufwand sowie Energie- und Stoffströme bei Abfallbeseitigung*

Prinzipiell besteht bei der Erstellung von Sachbilanzen das Ziel, einen vollständigen Lebenszyklus („von der Wiege bis zur Bahre“) abzubilden. Dies ist ohne großen Aufwand i.d.R. nur für kurzlebige Konsumgüter möglich. Für Bauprodukte mit durchaus unterschiedlichen Einsatzbereichen und -orten lassen sich Lebenszyklusbilanzen nur auf der Basis von Szenarien erarbeiten. Empfohlen wird ein modulartiger Aufbau der Datengrundlagen durch eine „szenariengerechte“ Informationsbereitstellung.

Eine Bewertung auf der Ebene von Sachbilanzkriterien ist möglich. Übliche Bewertungskriterien auf Sachbilanzniveau sind u.a.

- Stoffstrom total (ohne/mit „ökologischen Rucksäcken“)
- Aufwand an nicht erneuerbaren Ressourcen
- Aufwand an Energieträgern bzw. an End- oder Primärenergie
- Abfallmengen, geordnet nach Abfallarten oder Deponieklassen
- Emissionen in Luft, Wasser und Boden

Da für die genannten Kriterien i.d.R. keine allgemeinen oder produktgruppenspezifischen Grenz- und Zielwerte vorliegen, können Bewertung (nur) auf der Basis von Variantenvergleichen erfolgen.

**d) *Wirkungskriterien***

Im Bereich der Wirkungskriterien hat sich eine effektorientierte Betrachtungsweise durchgesetzt. Sie beruht auf der Anwendung von Summenparametern, die sowohl global als auch lokal relevante Wirkungen auf die Umwelt illustrieren. I.d.R. gelangen folgende Wirkungskriterien zur Anwendung:

- Ressourcenverbrauch (ggf. erneuerbar/nicht erneuerbar)
- Naturraumbeanspruchung/Flächenverbrauch
- Ozonabbau
- Treibhauseffekt
- Ökotoxizität
- Humantoxizität
- Versauerung
- Eutrophierung
- Sommersmog

Da für die genannten Kriterien i.d.R. keine allgemeinen oder produktgruppenspezifischen Grenz- und Zielwerte vorliegen, können Bewertung (nur) auf der Basis von Variantenvergleichen erfolgen. Für die Kriterien Treibhauseffekt und Versauerung liegen jedoch mit /09/ Werte für vollständige Baukonstruktionen im Sinne von Orientierungswerten und Von-Bis-Angaben vor.

**e) *Kriterien zur Bewertung von Risiken sowie qualitative Kriterien***

Im Unterschied zu energie- und stoffstromorientierten Kriterien, bei denen i.d.R. eine Summation/Aggregation erfolgt, besteht das Ziel einer Bewertung auf der Basis von Risiken im Lokalisieren von Gefahrenpotentialen für Umwelt und Gesundheit. Es ist jeweils festzustellen, wer bzw. was, wann, wo und unter welchen Randbedingungen erhöhten Risiken ausgesetzt sein könnte oder wird.

Mit /14/ liegt eine Grundlage zur Deklaration von Risiken vor, die in nachstehender **Abb. 1.** – durch den Verfasser nach Bewertungsbereichen geordnet - angegeben wird.

### kurzfristige Risiken für Menschen

- R20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen
- R23 Giftig beim Einatmen
- R26 Sehr giftig beim Einatmen
- R37 Reizt die Atmungsorgane
- R42 Sensibilisierung durch Einatmung möglich

---

- R21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut
- R24 Giftig bei Berührung mit der Haut
- R27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
- R34 Verursacht Verätzungen
- R35 Verursacht schwere Verätzungen
- R38 Reizt die Haut
- R43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich

---

- R22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- R25 Giftig beim Verschlucken
- R28 Sehr giftig beim Verschlucken

---

- R36 Reizt die Augen
- R41 Gefahr ernster Augenschäden

### langfristige Risiken für Menschen

- R39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
- R40 Irreversibler Schaden möglich
- R48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition

---

- R45 Kann Krebs erzeugen
- R49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen

---

- R46 Kann vererbare Schäden verursachen
- R60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- R63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
- R64 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

### Luft

- R59 Gefährlich für die Ozonschicht

### Wasser

- R53 Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben

### Boden

### Umwelt allgemein

- R58 Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben

### Flora

- R54 Giftig für Pflanzen

### Fauna

- R50 Sehr giftig für Wasserorganismen
- R51 Giftig für Wasserorganismen
- R 52 Schädlich für Wasserorganismen

---

- R55 Giftig für Tiere
- R57 Giftig für Bienen

---

- R56 Giftig für Bodenorganismen

**Abb. 1.:** Systematik der R-Sätze zur Beschreibung von Risiken (Autor nach /14/)

Gleichzeitig ist zu klären, für welchen Bearbeitungs-, Verarbeitungs-, Nutzungs- oder sonstigen Zustand des Produktes die Angaben gelten. So betreffen Risiken, die mit der Be- und Verarbeitung von Ausgangsstoffen im Zusammenhang stehen i.d.R. nicht den Nutzer eines Endproduktes mit inzwischen völlig anderen Eigenschaften. (Eine Illustration erfolgt am Beispiel des Mörtels: die Ausgangsstoffe Zuschlagstoff und Bindemittel (Herstellung) weisen jeweils spezifische Eigenschaften auf, die ggf. in einer Trockenmischung erhalten bleiben. Im angemachten Zustand (Verarbeitung) weist der Mörtel veränderte Eigenschaften auf, die sich im Rahmen der Aushärtung (Nutzungszustand) nochmalig verändern. Folgende Risikobetrachtungen sind für die einzelnen Lebenszyklusabschnitte denkbar:

### ***Herstellung***

- Verwendung/Entstehung umwelttoxikologischer Komponenten R 50 - R 59 (Angabe von R-Sätzen = Deklaration von Risikogruppen gemäß EU-Richtlinie)
- Verwendung/Entstehung humantoxikologischer Komponenten R 20 - R 49
- Verwendung von Arbeitsstoffen mit BAT-Werten (biologischer-Arbeitsstoff-Toleranzwert)
- Verwendung von Komponenten mit EU-Gefahrensymbol
- Verwendung/Entstehung von Komponenten mit MAK- oder MIK-relevanten Einstufungen
- Verwendung/Entstehung von Komponenten mit TRK-relevanter Einstufung (technische Richtkonzentrationen für krebserzeugende oder krebserzeugende Stoffe)

### ***Transport***

- Vorliegen spezifischer Risiken bei Transporten mit unterschiedlichen Verkehrsträgern

### ***Anwendung/Verarbeitung auf der Baustelle***

- Verwendung/Entstehung umwelttoxikologischer Komponenten R 50 - R 59
- Verwendung/Entstehung humantoxikologischer Komponenten R 20 - R 49
- Verwendung von Arbeitsstoffen mit BAT-Werten (biologischer-Arbeitsstoff-Toleranzwert)
- Verwendung von Komponenten mit EU-Gefahrensymbol
- Verwendung/Entstehung von Komponenten mit MAK- oder MIK-relevanten Einstufungen
- Verwendung/Entstehung von Komponenten mit TRK-relevanter Einstufung (technische Richtkonzentrationen für krebserzeugende oder krebserzeugende Stoffe)
- Wassergefährdungsklasse

### ***Nutzung (Normal- und Sonderfall (Brand, Wasser, Beben u.a.))***

- Entstehung/Freisetzung von Komponenten mit MIK-relevanter Einstufung
- Entstehung/Freisetzung von umwelttoxikologischen Komponenten R 50 - R 59
- Entstehung/Freisetzung von humantoxikologischen Komponenten R 20 - R 49

### ***Entsorgung***

- Verwendung/Entstehung/Freisetzung umwelttoxikologischer Komponenten
- Verwendung/Entstehung/Freisetzung humantoxikologischer Komponenten
- Entstehung/Freisetzung von Stoffen mit BAT-Werten (biologischer-Arbeitsstoff-Toleranzwert)
- Entstehung/Freisetzung von Komponenten mit MAK- oder MIK-relevanten Einstufungen

- Entstehung/Freisetzung von Komponenten mit TRK-relevanter Einstufung (technische Richtkonzentrationen für krebserzeugende oder krebserzeugende Stoffe)
- Wassergefährdungsklasse
- Vorhandensein von Anforderungen hinsichtlich Endlagerung in Sonderdeponien

Es kann festgestellt werden, daß insbesondere bei Bauprodukten die Anforderungen hinsichtlich der Beachtung und Vermeidung von Risiken für den Herstellungs- und Verarbeitungsprozess klarer als für die Nutzungsphase geregelt sind.

Zusätzlich zur Beurteilung auf der Basis vorhandener Risiken für Umwelt und Gesundheit (wobei eine Einstufung gemäß TRK, BAT, MAK bzw. MIK als Indikator für das Vorhandensein von Risiken betrachtet wird) kann die Meinungsbildung durch qualitative Aussagen („weiche Kriterien“) unterstützt werden. I.d.R. werden auch qualitative Angaben nach Abschnitten des Lebenszyklusses systematisiert (siehe Bewertungsprofil in /09/). Als Beispiele können u.a. verbale Einschätzungen der

- Verarbeitbarkeit
  - Fehleranfälligkeit und Fehlertoleranz
  - Instandhaltungsfähigkeit und -freundlichkeit
  - Recyclingfreundlichkeit
- angeführt werden.

## 2.5. Systematisierung von Produktinformationen

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Sensibilisierung im Bereich des Umwelt- und Gesundheitsschutzes entsteht bei Bauherren, Planern und weiteren Interessengruppen bis hin zum Baugewerbe, zum Baustoffhandel und der bauproduktherstellenden Industrie selbst ein Bedarf an produktbezogenen Informationen zu Fragen der Ressourceninanspruchnahme und der möglicherweise auftretenden Risiken für Umwelt und Gesundheit bei der Herstellung, Anwendung, Nutzung, Instandhaltung und Entsorgung der Produkte bzw. der mit Bauprodukten errichteten Bauwerke. Die Europäische Bauproduktenrichtlinie und ggf. das deutsche Bauproduktengesetz verstärken mit speziellen Anforderungen im Bereich Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz diesen Trend. Die heute i.d.R. unter dem Sammelbegriff "ökologische Aspekte" zusammengefaßten Angaben zu umwelt- und gesundheitsrelevanten Eigenschaften sollen als ergänzende Kriterien in die Bewertung von Produkten und in die Entscheidungsfindung zur Produktauswahl eingehen. Voraussetzung ist die Bereitstellung zweckdienlicher Bauproduktinformationen, welche einerseits den unterschiedlichen Informationsbedürfnissen einzelner Zielgruppen gerecht werden und die Ausgangsinformationen für spezifische Bewertungsverfahren liefern sowie andererseits die berechtigten Interessen der produktherstellenden Seite (Wahrung der Produktionsgeheimnisse, Schutz vor Imageverlust durch fehlinterpretierte Daten) berücksichtigen.

Mögliche Grundlagen für eine Systematisierung von Produktinformationen sind Bauproduktdatenbanken und -informationssysteme, Deklarationsraster, Elementkataloge, Zeichen, computergestützte Entwurfs- und Bewertungshilfsmittel u.a.. Diese Instrumente sind jedoch als Hilfsmittel aufzufassen, die in unterschiedlicher Weise mit den bereitzustellenden Bauproduktinformationen umgehen. Als aktuelle Beispiele für die Bereitstellung von Bauproduktinformationen können neben den Datenblättern der Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V., die bereits Informationen sowohl lebenszyklusbezogen als auch teilweise szenariengerecht (Normal-/Sonderfall), jedoch nicht computergestützt weiterverarbeitbar bereitstellt, folgende Entwicklungen angegeben werden:

#### a) GISBAU- Gefahrstoffinformationssystem der Bauberufsgenossenschaften

Das Gefahrstoff-Informationssystem wurde durch die Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft entwickelt. Es liegt mit WINGIS als Computersystem vor. Es bietet Informationen über die Gefahren, die von einem Produkt ausgehen, listet Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln auf, weist auf Ersatzprodukte hin und liefert Betriebsanweisungsentwürfe. Es umfaßt u.a. folgende Angaben:

- Angabe von EU-Gefahrensymbolen
- Angabe zutreffender R-Sätze (Risiken) und S-Sätze (Sicherheitsratschläge)
- Charakterisierung (Einsatzbereich, Inhaltsstoffe, Gesundheitsgefährdungen)
- Grenzwerte und Einstufungen (MAK)
- Entsorgung (ggf. Abfallart/Abfallschlüssel-Nr.)
- Verhalten im Störfall (ggf. WGK, ggf. Angaben zu Brennbarkeit u.a.)

Das Informationssystem orientiert sich momentan überwiegend an Aufgaben im Bereich Arbeits- und Gesundheitsschutz für die Beschäftigten des Bauwesens. Es bestehen konzeptionelle Überlegungen dahingehend, den Betrachtungs- und Verantwortungsbereich auch auf die Nutzer (z.B. der Wohnungen) auszuweiten.

#### b) Volldeklaration der Arbeitsgemeinschaft der Naturfarbenhersteller

Im Bereich der Arbeitsgemeinschaft Naturfarben ist eine Volldeklaration der Zusammensetzung firmenspezifischer Produkte verfügbar, die als Beispiel für einen Kompromiß zwischen einer ausreichenden Genauigkeit einerseits und der Wahrung von Produktionsgeheimnissen andererseits angeführt werden kann. Danach werden die Anteile von Rohstoffen im Produkt in Gruppen von kleiner 1, 1 bis 10 und mehr als 10 Masse-Prozent vollständig deklariert.

#### c) Deklarationsraster (ÖKO-Zentrum NRW bzw. Bayerische Architektenkammer)

In Anlehnung an Vorbilder in der Schweiz /13/ wird in Deutschland z.Z. versucht, für die Beschreibung von Bauprodukten aus ökologischer Sicht normierte Datenblätter (Deklarationsraster) einzuführen. Vor dem Hintergrund der darin enthaltenen Informationen soll es insbesondere Planern ermöglicht werden, selbst eine Beurteilung von Bauprodukten im Rahmen ihrer Auswahl vorzunehmen. Wesentliche Angaben im Deklarationsraster sind:

- technische Daten
- Angaben zur Herstellung
  - \* Materialzusammensetzung (Grobangabe)
  - \* ökologisch und toxikologisch relevante Bestandteile (Detailangabe)
- Hinweise zur Verarbeitung (Risiken durch Staub, Gas, ...)
- Hinweise zur Nutzung (Risiken durch Radon, ...)
- Hinweise zur Entsorgung
- Hinweise zur Verpackung und ihrer Rücknahme
- Hinweise auf Primärenergieaufwand und Umweltbelastung bei Herstellung, Anwendung und Entsorgung

Es soll im Zusammenhang mit Bauproduktinformationen ausdrücklich darauf verwiesen werden, daß der eigentliche Bewertungsgegenstand von Planern und Bauherren das gesamte Gebäude während seines Lebenszyklusses ist. Bauprodukte liefern zwar wesentliche Informationen und ihre Auswahl stellt eine wichtige Planungsentscheidung dar. Sie sind jedoch als Bewertungsgegenstand „an sich“ mit Ausnahme von Ausschlußkriterien nicht geeignet und nur vor dem Hintergrund ihres konkreten Einsatzes in Konstruktionen zu beurteilen. Bauprodukte können unter unterschiedlichsten Nutzungsbedingungen in verschiedenen Konstruktionen verwendet werden. Die Bauprodukt-Informationen sollten daher so strukturiert werden, daß



sie eine Auswahl in Abhängigkeit von Szenarien ermöglichen. Diese Szenarien können in Abhängigkeit von folgenden Parametern beschrieben werden:

- Lage des Bauproduktes im Bauwerk und Art der Beanspruchung
- mögliche Sonderfälle bei der Nutzung (Brände, Überschwemmung)
- Art und Häufigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen
- Art des Abrisses des Hauses
- Art der Entsorgung.

Zusätzlich bilden Bauprodukt-Informationen eine Quelle für durch unterschiedliche Nutzer benötigte Angaben. Derartige Nutzer sind u.a. Planer, Bauherren, Mediziner, Umweltschützer, Feuerwehr.

Es wird durch den Autor empfohlen, die Bauproduktinformationen entsprechend der in **Abb. 2.** vorgeschlagenen Systematik zu ordnen und auch für neu zu entwickelnde Produkte zu erheben und zu veröffentlichen.

## 2.6. Zusammenfassung

Die vorgenannten technischen, rechtlichen, ökonomischen und ökologischen Kriterien eignen sich vorzugsweise zur Bewertung von Bauprodukten. In Teilen - hier insbesondere mit Abschnitt 2.4. - liegt eine Eignung zur Untersuchung von Herstellungsprozessen in der bauproduktherstellenden Industrie vor.

Insbesondere vor und während einer Produktentwicklung, bei der künftige Informationsbedürfnisse Dritter nicht vollständig vorhergesagt werden können, sollte eine möglichst umfassende Sammlung und Aufbereitung von Daten als Bewertungsgrundlage vorgenommen werden. Insofern sind die vorgenannten Kriterien als zunächst gleichgewichtig zu betrachten. Eine Differenzierung ergibt sich erst durch sichtspezifische Bewertungsabläufe und einen Einsatz von Informationen in unterschiedlichen weiterverarbeitenden Bewertungshilfsmitteln (siehe auch Abschnitt 3).

**techn. Parameter/Gebrauchseigenschaften  
(nach produktgruppenspezifischer Systematik)**

- physikalisch
- chemisch
- biologisch
- Langlebigkeit, Beständigkeit gegen Einflüsse ...
- anwendungstechnische Eigenschaften
- ggf. Unverträglichkeiten gegenüber Materialien und Beanspruchungen
- ggf. Masse (für Transportaufwand)

**Kennwerte zur Charakterisierung „ökorelevanter Eigenschaften“**

- Einstufung nach R-/S-Sätzen (Risiken und Sicherheitsratschläge)
- Wassergefährdungsklasse (WGK)
- Abfallartenschlüsselnummer
- sonstige wie MAK-, MIK-, BAT- bzw. TRK-Einstufungen u.a.

**Stoff- und Energiefluß der Herstellung**

- energetischer Input incl. Vorstufen und incl. Aufwand für Bereitstellung
- stofflicher Input incl. Vorstufen
- Transportaufwand (Antransport stofflicher Input)
- energiebezogener Output (Berechnungsergebnis)
- prozessbezogener Output (Herstellerangabe)

**Deklaration der Inhaltsstoffe**

- Volldeklaration für Spezialanwender (Allergologen, Toxikologen u.a.)
- Grobdeklaration zur allgemeinen Anwendung

**Risiken**

- Emissionen am Ort der Herstellung
- Emissionen am Ort der Anwendung/des Einbaus
- Emissionen - Nutzung/Normalfall bei Lage im Bauteil .....
- Emissionen - Nutzung/Sonderfall bei Lage im Bauteil .....
- Eluate - Nutzung/Normalfall bei Lage im Bauteil .....
- Eluate - Nutzung/Sonderfall bei Lage im Bauteil .....
- ggf. Transportrisiken

**Informationsbereitstellung für Nutzungsszenarien**

- ggf. Alterungsverhalten, Abrieb, ....
- ggf. Reinigungsbedarf

**Informationsbereitstellung für Entsorgungsszenarien**

- Verhalten auf der Deponie (Deponieklasse)
- Verhalten bei energetischer Verwertung
- Recyclingverhalten

**Abb. 2.:** Systematik der Bauproduktinformationen (Verfasser)

### 3. Umweltorientierte Instrumentarien

Im Rahmen der Entscheidungsvorbereitung und -findung stehen heute für eine Berücksichtigung von Umwelt-, Ressourcen- oder Gesundheitsaspekten eine Reihe von Instrumentarien zur Verfügung. Teilweise basieren sie auf gesetzlichen Grundlagen, folgen allgemeinen Empfehlungen oder stellen interne Hilfsmittel dar. Die dabei zwischenzeitlich eingetretene Unübersichtlichkeit resultiert aus dem Umstand, daß für unterschiedliche Fragestellungen, Bewertungsgegenstände und Interessenlagen jeweils spezifische Instrumentarien entwickelt wurden. Diese überlagern sich in Teilbereichen und basieren i.d.R. auf einer gemeinsamen Datenbasis.

Zur Beschleunigung von Genehmigungsverfahren oder auch einer Markteinführung kann es vorteilhaft sein, zwingend benötigte oder allgemein nachgefragte Dokumente bereits in der Entwicklungs- oder Planungsphase zu erstellen und gemäß des Planungsfortschritts vorzuhalten und fortzuschreiben. Einerseits ist durch dieses Vorgehen eine laufende Zielüberprüfung möglich, andererseits liegen die Dokumente jeweils aktuell vor. Insbesondere für die Entwicklung von Produkten und Verfahren, bei denen ein erhöhtes Diskussions- und Konfliktpotential zu unterstellen ist, ist die präventive Erstellung von Dokumenten anzustreben, die geeignet sind, zur objektiven Klärung von Sachverhalten beizutragen. Zur Reduzierung des dabei ggf. erforderlichen Aufwandes (insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen) ist eine Systematisierung des benötigten Datenbedarfes notwendig und sinnvoll. Im nachstehenden Kapitel soll daher aufgezeigt werden, auf welcher Datengrundlage, methodischer Basis und rechtlicher Verbindlichkeit heute verfügbare Instrumentarien zur umweltorientierten Bewertung von

- Unternehmensstandorten
- Unternehmen
- Herstellungsverfahren (-prozessen)
- Produkten

verfügbar sind. Im Rahmen einer Analyse soll insbesondere die gemeinsame Datengrundlage herausgearbeitet und eine Empfehlung für eine komplexe präventive Bewertung von Standort, Unternehmen, Prozess und Produkt insbesondere aus ökologischer Sicht für kleine und mittlere Unternehmen entwickelt werden.

#### 3.1. *Systematik von Instrumenten einer ökologischen Bilanzierung*

Instrumente zur umweltorientierten Bewertung von Standorten, Unternehmen, Prozessen und Produkten können sowohl nach dem Untersuchungsgegenstand als auch nach Ebene und Umfang einbezogener Kriterien systematisiert werden. Es wird deutlich, daß z.Z. kein Instrument existiert, welches komplex sämtliche Sichten, Ebenen und Bewertungsgegenstände umfaßt. Vielmehr bestehen nebeneinander spezifische Vorgehensweisen und Regelungen, die für jeweils konkrete Fragestellungen Bewertungsansätze und -grundlagen liefern sollen.

### 3.1.1 Bewertung des Standortes

Bei der Bewertung der Standortwahl für z.B. den Neuaufbau von Produktionsstätten können die Prinzipien und Instrumente der **Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)** angewendet werden. Gemäß /15/ läßt sich die UVP sinngemäß in folgende Phasen einteilen:

- Problemidentifikation und Erarbeitung der Fragestellung, auf die die UVP antworten soll (hier Bewertung einer Standortwahl),
- Beschreibung des untersuchten Systems, welches aus dem Vorhaben und der zu beachtenden Umgebung besteht,
- Wirkungsabschätzung, die eine Veränderung der Umwelt durch das Vorhaben voraussagt,
- Bewertung der erwarteten Umweltveränderungen,
- Erarbeitung von Handlungsempfehlungen.

Die Wirkungsabschätzung basiert dabei i.d.R. auf der Ermittlung von Risiken, Belastungen, Schädigungen und Zerstörungen von Umwelt und Gesundheit. Die Umwelt wird mit ihren Teilfunktionen Ressourcenlager, Produktivkraft und Lebensraum berücksichtigt. Im Rahmen der Bewertung erfolgt eine Beurteilung des aktuellen Umweltzustandes, eine Beurteilung von möglichen Zustandsänderungen ohne das Vorhaben und eine Beurteilung der Zustandsveränderungen bei Realisierung des Vorhabens. Im Rahmen der UVP werden u.a. die in **Abb. 3** dargestellten ökologische Leitindikatoren herangezogen (nach /15/ u.a.)

- Veränderung des Landschaftsbildes
- Veränderung der Oberflächengewässer
- Veränderung des Grund- und Bodenwasserhaushaltes
- Stoffeinträge (Emissionen in Luft und Wasser)
- Emission von Licht, Abwärme, Schall; Strahlung, Erschütterung
- Unterbrechung der Vernetzung mit der Umgebung
- Störung von Tieren und Menschen
- Veränderung des Kleinklimas

**Abb. 3:** Leitindikatoren für die Standortbewertung (nach /15/)

Im Vorgriff auf eine spätere Auswertung wird bereits hier auf den Umstand verwiesen, daß für eine standortbezogene Umweltverträglichkeitsprüfung Angaben (ggf. Vorhersagen) für Energie- und Stoffströme - hier insbesondere in die Umwelt = Emissionen) - benötigt werden.

Es wird darauf hingewiesen, daß bei einer Standortbewertung neben der Belastungssituation infolge künftigen Anlagenbetriebes die Bauphase als Sonderfall berücksichtigt werden muss. Insofern werden ggf. Informationen insbesondere zu transport- und bauprozessbedingten Emissionen (Luftschadstoffe, Lärm, Erschütterung u.a.) benötigt.

Es wird dabei auf dem Umstand verwiesen, daß eine Datenerhebung zunächst auf dem Niveau der Emissionen erfolgt, eine Bewertung jedoch i.d.R. die Beurteilung der resultierenden Immissionslage erfordert.

Im Rahmen einer laufenden ökologischen Bewertung eines Unternehmensstandortes hinsichtlich der Auswirkungen auf die unmittelbare Umgebung wird in der Literatur die Vereinbarung, Erhebung und Auswertung von **Umweltzustandskennzahlen** vorgeschlagen. Diese bilden die Qualität der Umwelt am Standort und in der Umgebung des Unternehmens in ihrem zeitlichen Verlauf ab. (Wassergüte, Luftqualität u.a.). Umweltzustandskennzahlen (i.d.R. auf dem Niveau Immissionslage erhoben) werden häufig nicht nur vom Unternehmen selbst, sondern auch von anderen Betrieben, Institutionen und Siedlungen der Umgebung beeinflusst. Eine betriebliche Erhebung ist daher nur dann sinnvoll, wenn dieser gleichzeitig der Hauptverursacher (z.B. Direkt-einleiter von Abwasser) ist. I.d.R. können Unternehmen aus Gründen der Kostensparnis auf Informationen und Meßwerte regionaler Behörden zurückgreifen und diese auswerten.

Standortbezogene Umweltzustandskennzahlen können der Darstellung von Auswirkungen des Unternehmens auf die nähere Umwelt in **Umwelterklärungen** dienen. Die Umwelterklärung ist nach /21/ Bestandteil der EG-Öko-Audit-Verordnung (siehe auch Abschnitt 3.2.) und muß von Standorten sowohl nach der ersten Umweltprüfung als auch im Rahmen nachfolgender Betriebsprüfungen erstellt werden. Sie dient der Information der Öffentlichkeit. Neben der EG-Öko-Audit-Verordnung können Umwelterklärungen und damit standortbezogene Umweltzustandskennzahlen Bestandteil von **freiwilligen Umweltberichten** sein. Grundsätze der Umweltberichterstattung werden in der DIN 33 922 geregelt.

Berührungspunkt zwischen einer standort- und einer unternehmensbezogenen Bewertung von Umweltaspekten ist die **Umweltprüfung**. Es handelt sich um eine Analyse des Ausgangszustandes im Sinne der Formulierung ökologischer Fragestellungen, Umweltwirkungen und Leistungen für einen Unternehmensstandort. Nach /25/ sind bei einer Umweltprüfung folgende Themen zu behandeln:

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tätigkeitserfassung/Auswirkung auf Umweltmedien (Bewertung/Kontrolle/Verhütung)</li> <li>■ Energiemanagement</li> <li>■ Wassermanagement</li> <li>■ Rohstoffmanagement mit Transport</li> <li>■ Entsorgungs- und Recyclingpraxis</li> <li>■ Auswahl von Produktionsverfahren</li> <li>■ Produktmanagement</li> <li>■ Verhütung/Verringerung von Unfällen</li> <li>■ Mitarbeiterinformation/Weiterbildung</li> <li>■ Information der Öffentlichkeit.</li> </ul> |
|---|

**Abb. 4:** Themen einer Umweltprüfung (nach /25/)

Es kann festgestellt werden, daß bei der Umweltprüfung der Begriff „Unternehmensstandort“ nicht ausschließlich raumbezogen sondern auch organisationsbezogen verwendet wird. Insofern geht die Umweltprüfung über den Rahmen von Punkt 3.1. hinaus, verwendet jedoch Komponenten einer raum- bzw. standortbezogenen Betrachtungsweise.

### 3.1.2 Bewertung des Unternehmens

Ein wesentliches Instrument zur unternehmensbezogenen Prüfung und Bewertung von Umweltwirkungen stellt das **Öko-Audit** dar. Zielgruppe sind Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft (produzierendes Gewerbe, auch Erzeugung von Energie, Recyclingprozesse, Behandlung von Abfällen u.a.). Grundlage bildet die „Verordnung des Rates über die freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die **Umweltbetriebsprüfung**“ von 1993. Sicherzustellen ist eine regelmäßige betriebsinterne Rechenschaft und Prüfung über die Umwelleistungen, die von unabhängigen und amtlich zugelassenen Prüfern zu verifizieren sind. Die Beteiligung an dieser Regelung erfolgt bei Betrieben innerhalb der EU auf freiwilliger Basis. Es kann jedoch unterstellt werden, daß insbesondere die Erfordernisse des Marktes sowie die Ergänzung von innerbetrieblichen Managementmethoden und -systemen um Umweltaspekte zu einer stärkeren Verbreitung des Öko-Audits führen. In der Literatur /25/ wird davon ausgegangen, das die Freiwilligkeit in den kommenden Jahren durch einen Sachzwang ersetzt werden könnte.

Neben Fragen im Zusammenhang mit dem Unternehmensstandort (siehe auch 3.2.) baut eine umweltorientierte Betriebsführung insbesondere auf managementorientierten Methoden auf (Klärung von Organisationsstruktur, Zuständigkeiten, förmlichen Verfahren und Abläufen u.a.). Voraussetzung für eine Integration des Umweltmanagementsystems ist seine aufbau- und ablauforganisatorische Einbindung. Die Grundelemente, die in der EG-Konzeption eines Umweltmanagementsystems vorausgesetzt werden und von den Unternehmen zu gewährleisten sind, können nachstehender Darstellung entnommen werden.

- Umweltpolitik, Umweltziele, Umweltprogramme
- Organisations- und Personalstrukturen
- **Informations- und Bewertungssystem zu den Umweltauswirkungen**
- **Betriebskontrolle**
- Dokumentation des Umweltmanagementinstrumentariums
- Interne Revisionsprogramme

**Abb. 5:** Grundelemente eines Umweltmanagementsystems (nach /25/)

Für Inhalt und Ziele dieses Beitrages sind insbesondere die Informations- und Bewertungsstruktur sowie die Betriebskontrolle relevant. Nach /25/ umfassen sie die in **Abb. 6** und **Abb. 7** dargestellten Aktivitäten.

### **Informations- und Bewertungssystem**

- *Emissionen in die Luft*
- *Ableitungen in Gewässer und Kanalisation*
- *Abfälle*
- *Umweltwirkungen und Kontaminierung von Böden*
- *Ressourcennutzung: Boden, Wasser, Energie, Brennstoffe, natürliche Ressourcen*
- *Freisetzung von thermischer Energie, Lärm, Geruch, Staub, Erschütterungen, Licht*
- *ökosystemarme Auswirkungen*

**Abb. 6:** Aspekte eines Informations- und Bewertungssystems (nach /25/)

### **Controllingverfahren**

- *Erhebung umweltrelevanter Aktivitäten, Verfahren und Daten*
- *Erarbeitung und schriftliche Fixierung von Kriterien und Normen*
- *Erstellung schriftlich dokumentierter Arbeitsvorschriften und Verfahrensregeln*
- *schriftliche Regelung verfahrenstechnischer Aspekte (z.B. der Entsorgung)*
- *Institutionalisierte Regelungen für die Genehmigung von Verfahren/Ausrüstungen*

**Abb. 7:** Festlegungen im Controllingverfahren zur Betriebskontrolle (nach /25/)

Es kann festgestellt werden, daß ein wesentlicher Aspekt der unternehmensbezogenen Bewertung die Erfassung, Beschreibung und Beurteilung von Energie- und Stoffströmen (inputseitig und outputseitig) - hier mit der Bilanzgrenze Betrieb/Unternehmen) - ist.

### 3.1.3 Bewertung von Prozessen

Im Rahmen einer **Prozessanalyse** werden innerbetrieblich die Energie- und Stoffströme (input- und outputseitig) für Einzelanlagen, Verfahrensschritte und Produktionsprozesse untersucht. Sie können inner- und überbetrieblich zur **Prozesskettenanalyse** verknüpft werden. Die Prozessanalyse ist die kleinste Einheit für ökologisch orientierte Bilanzierungs- und Bewertungsverfahren und bildet den Ausgangspunkt für den „bottom-up-Ansatz“.

Zur Erstellung einer Prozessbilanz sind nach /23/ folgende Vorarbeiten erforderlich:

- Einsicht in Aufstellungs- und Layoutpläne des Betriebes (Maschinen/Anlagen)
- Erstellung eines Fließschemas der Produktion incl. Nebenanlagen
- Recherche zu Daten der Anlagenbuchführung
- Einsicht in Herstellerdokumentation der Anlage
- Einsicht in Betriebsmitteldateien
- Recherche zu Maschinenstundensätzen.

Für die Erstellung einer Prozessanalyse können prinzipiell Methoden aus der klassischen Betriebswirtschaft herangezogen (Kostenartenrechnung, Kostenstellenrechnung) und auf umweltorientierte Fragestellungen übertragen werden.

Zur Erhebung von Daten bei bestehenden Unternehmen können nach /23/ verschiedene Quellen zum Aufbau einer zweckdienlichen Betriebsdatenerfassung verwendet werden:

#### **inputseitig**

- Bedarfsmeldungen, Bestellscheine, Lieferscheine
- Wiegedaten, Wiegescheine
- Lagerzugangsbuchungen
- Gefahrgutannahmen
- Verbrauchsstatistiken
- Sicherheitsdatenblätter
- Materialbewegungsscheine

#### **outputseitig**

##### Abfall

- Entsorgungsnachweise
- Rechnungen von Entsorgern
- Gefahrgutstatistiken, Abfallkataster
- Abfallwirtschaftskonzept, Abfallbilanz

##### Abwasser

- Einleiteneignung, Einleitemengenerfassung
- Einleiteparametererfassung
- Abwassergebührenrechnung
- Abwasserkataster

##### Abluft

- Abluftmengenmessung
- Schreiberstreifen
- Emissionskataster

Im Rahmen einer vorausschauenden Prozessbewertung, wie sie für eine Verfahrens- und/oder Produktentwicklung angeregt wird, bildet eine prognostische Prozessanalyse auf Basis von Pilotversuchen und Rechenwerten die Datengrundlage.

### 3.1.4 Bewertung von Produkten



In der allgemeinen Umweltdiskussion sind Tendenzen einer Ergänzung des standort-, unternehmens- und umweltkompartimentorientierten (Luft, Wasser, Boden) Umweltschutzes durch einen produktbezogenen Umweltschutz erkennbar. Dieser trägt zu einer wesentlichen Erweiterung des Bilanzkreises bei - soll doch der vollständige Lebensweg eines Produktes (hier dargestellt am Beispiel eines Bauproduktes) über die Phasen

- energetische und stoffliche Vorstufen
- Herstellung
- ggf. Handel
- Einsatz/Verarbeitung/Anwendung
- Nutzung/Alterung
- Instandhaltung
- Abriss
- Entsorgung/Aufbereitung

verfolgt werden. (In dieser Darstellung sind Transportprozesse nicht dargestellt und werden intern den Phasen zugeordnet.) Als methodische Grundlagen steht hierfür zunächst die **Öko-Bilanz** zur Verfügung. „Öko-Bilanz“ ist i.d.R. nach aktuellem Verständnis ein umgangssprachlicher Sammelbegriff für die **LCA - life cycle analysis** auf der Basis einer Erfassung, Beschreibung und Bewertung von Energie- und Stoffströmen. Die methodischen Grundlagen zur Erstellung von Ökobilanzen befinden sich z.Z. in einem permanenten Entwicklungs- und Anpassungsprozess. Kontaktstelle in Deutschland ist der DIN-Normenausschuß „Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS)“. Im Sinne einer konsensfähigen Definition umfaßt eine Öko-Bilanz folgende Schritte:

#### 1. Zieldefinition

- Zielbeschreibung
- Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes/funktionelle Einheit
- Festlegung räumlicher und zeitlicher Systemgrenzen
- Festlegung einzubeziehender Energie- u. Stoffströme / Umweltwirkungen

#### 2. Sachbilanz

- Analyse des Lebenszyklusses
- ggf. Entwicklung von Szenarien für nachgelagerte Phasen
- Datenerhebung (Energie- und Stoffströme) im Unternehmen
- Datenerhebung für vorgelagerte Prozesse und Abläufe
- Datenerhebung für nachgelagerte Prozesse und Abläufe
- Datenverknüpfung und Umrechnung auf eine funktionelle Einheit
- Datendarstellung (ggf. mit Zwischenauswertung nach Ort/Zeit/Verursacher)

#### 3. Wirkungsbilanz

- Abschätzung von Wirkungen auf die Umwelt durch Umrechnung der Ergebnisse der Sachbilanz auf ausgewählte Bewertungskriterien

#### 4. Bilanzbewertung

- Ziehen von Schlußfolgerungen und Prioritätensetzung

Auf Europäischer Ebene bestehen Vorstellungen, auf der Basis einer „ökobilanz-ähnlichen“ Bewertungsmatrix, die in **Abb. 8**. zur Illustration angegeben wird, zur Vergabe eines Europäischen Umweltzeichens zu gelangen.

	Produktions- vorstufen	Produktion	Verpackung und Vertrieb	Verwendung Nutzung	Entsorgung
Abfall- aufkommen					
Boden- verschmutzung					
Wasser- verschmutzung					
Luft- verschmutzung					
Lärm					
Energie- verbrauch					
Verbrauch von Ressourcen					
Wirkungen auf Ökosysteme					

**Abb. 8:** Prüfschema des Europäischen Umweltzeichens auf Basis einer Ökobilanz nach EG-Verordnung 880/92 (in leicht veränderter Fassung)

Die Untersuchung des Lebenszyklusses eines Produktes im Baubereich ist durch teilweise unterschiedlichste Einsatzbedingungen und Verwendungszwecke sehr komplex und kompliziert. Im Sinne einer Vorschau auf Nutzung, Instandhaltung und Entsorgung läßt sich eine Recherche nur auf der Basis zu vereinbarenden Szenarien durchführen. Als wesentliches Teilergebnis ist daher die Sachbilanz im Unternehmen, umgerechnet auf das Produkt, sowie die kumulierte produktbezogene Sachbilanz bis „Werktor aufgeladen“ einschließlich der energetischen und materiellen Vorstufen anzusehen. Die Datenbereitstellung für eine produktbezogene Sachbilanz mit dem Bilanzkreis Unternehmen ist i.d.R. (u.U. mit geringem externen Beratungsaufwand) mit innerbetrieblichen Kräften und Mitteln auch für kleinere Unternehmen möglich. Die Einbeziehung energetischer und stofflicher Vorstufen setzt i.d.R. die Beauftragung externer Experten voraus.

Im Unterschied zur Öko-Bilanz, die aufbauend auf Energie- und Stoffströmen - ggf. unter Einbeziehung von Risiken für Umwelt und Gesundheit - sich mit Wirkungen auf die Umwelt befaßt, versuchen methodische Konzepte der **Produktlinienanalyse** und der **Produktfolgeabschätzung** zusätzlich Aspekte der Wirkungen von Produkten auf Wirtschaft und Gesellschaft bewertend einzubeziehen. Dies betrifft insbesondere die Analyse einer Vermarktungsfähigkeit, der Auswirkungen auf die Beschäftigungssituation sowie der allgemeinen Folgen für die gesellschaftliche Entwicklung. Bereits handhabbare methodenspezifische Analyse- und Bewertungsabläufe konnten in diesem Bereich jedoch nicht recherchiert werden.

Es kann festgestellt werden, daß auch für produktbezogene Bewertungsverfahren die Analyse der Energie- und Stoffströme von innerbetrieblichen Prozessen einen Ausgangspunkt und Kernbereich von notwendigen Aktivitäten darstellt - mit der Besonderheit des Bezuges auf Produkte.

### 3.2. Vorschlag für ein komplexes Vorgehen

Bei einer zusammenfassenden Analyse der Abschnitte 3.1.1 bis 3.1.4 kann festgestellt werden, daß jeweils Daten zum Energie- und Stoffstrom ergänzend zu sonstigen - i.d.R. ökonomischen - Kennziffern einen Ausgangspunkt für die Bewertung, Entscheidungsvorbereitung und Entscheidungsfindung bilden. Insofern wird deutlich, daß eine standort-, unternehmens-, prozess- und/oder produktorientierte Bewertung auf einem einheitlichen Zahlenwerk aufbaut, welches sich i.d.R. nur durch den Bilanzrahmen, die Bezugsgröße sowie Art und Umfang ergänzender Werte unterscheidet.

Insofern gibt es hinsichtlich der Datengrundlage keinen Widerspruch zwischen Öko-Audit und Öko-Bilanz. Vielmehr sollte aus Sicht des Verfassers die Angabe des stufenbezogenen innerbetrieblichen Aufwandes als Teilaussage einer Öko-Bilanz Bestandteil der Dokumentation zum Öko-Audit werden. Nachstehende **Abb. 9** illustriert diesen Zusammenhang.

KRITERIEN	S T A N D O R T	U N T E R N E H M E N	P R O Z E S S	P R O D U K T
Ressourcenbedarf durch materielle Vorstufen				
Ressourcenbedarf durch energetische Vorstufen				
globaler Flächenverbrauch				
<b>betrieblicher Energieeinsatz</b>				
<b>betrieblicher Stoffeinsatz</b>				
lokaler Flächenverbrauch				
<b>lokale Emissionen von Stoffen und Energie</b>				
<b>lokale Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit</b>				
globale Emissionen von Stoffen/Energie - zp/j				
globale Wirkungen auf Umwelt/Gesundheit - zp/j				
globale Emissionen von Stoffen und Energie - lz				
globale Wirkungen auf Umwelt/Gesundheit - lz				

zp/j .... zeitpunkt- bzw. jahresbezogen  
lz .....lebenszyklusbezogen

**Abb. 9:** Zusammenstellung von Bewertungskriterien für unterschiedliche Bewertungsgegenstände (Verfasser)

Es wird deutlich, daß jeweils die Angabe zum betrieblichen Einsatz an Stoffen und Energie sowie die lokalen Emissionen und ihre Wirkungen die Grundlage bzw. einen wesentlichen Bestandteil der Beurteilung bilden.

Insbesondere im Rahmen einer Verfahrens- und/oder Produktentwicklung, bei der hinsichtlich Standortwahl, Verfahren oder Produkt ein erhöhtes Konfliktpotential oder Akzeptanzproblem zu erwarten ist, wird eine komplexe prognostische Bewertung aus ökologischer Sicht empfohlen, welche klassische betriebswirtschaftliche Verfahren der Investitionsrechnung ergänzt.

Basis ist ein Prognosemodell zum prozessbezogenen Energie- und Stoffeinsatz sowie zum output an Energie und Stoffen einschließlich der Bewertung der Wirkungen für Umwelt und Gesundheit. Zusätzlich ist eine prognostische Bereitstellung und Bewertung von Produktinformationen erforderlich, wie sie in Abschnitt 2 angeregt wurden.

Durch den Verfasser werden abschließend nochmals Notwendigkeit und Gleichberechtigung einer Bewertung von Standort, Unternehmen, Prozess und Produkt betont. Bei Aufrechterhaltung der relativen Selbständigkeit dieser Ansätze sind durch die Nutzung gemeinsamer Datengrundlagen Synergieeffekte möglich, die zu einem effizienten „Bedienen“ unterschiedlicher Sichten beitragen. Für ein weiteres Auseinanderdriften von (unternehmensbezogenem) Öko-Audit und (produktbezogener) Öko-Bilanz bzw. für ein Abwägen zwischen beiden Ansätzen besteht kein Grund. Vielmehr sollten in einem arbeitsteiligen Ansatz prozessbezogene Angaben des Öko-Audits für die lebenszyklusbezogene Beschreibung und Bewertung von Produkten zur Verfügung gestellt werden. Durch ein bausteinartiges Zusammenführen der Prozessinformationen unterschiedlicher Unternehmen kann eine Prozesskettenanalyse deutlich erleichtert werden. Eine stärkere Nutzung derartiger Möglichkeiten auf zunächst freiwilliger Basis durch die Industrie sowie durch Anpassung und Harmonisierung der Rahmenrichtlinien zum Öko-Audit und zur Öko-Bilanz wird hier ausdrücklich angeregt.

Literatur:

- /01/ Deklarationsraster Massivbausteine, Dachziegel, Betonfertigteile, Klinker und Fliesen  
Bayerische Architektenkammer, Informationsbüro Baustoffe, Umwelt, Gesundheit  
München, 1995
- /02/ Deklarationsraster D1/94 - Beton, Mauersteine und andere Massivbaustoffe  
ÖKO-Zentrum NRW, Hamm 1994
- /03/ Deklarationsraster D1/95 - Massivbaustoffe  
ÖKO-Zentrum NRW, Hamm 1995
- /04/ SIA 493 - Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten
- /05/ Lützkendorf, Thomas  
Bauprodukt-Informationen für ökologisch orientiertes Bauen  
Bauzeitung 50(1996) 4, S. 31 - 34
- /06/ Richtlinie des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG)  
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 40/12 vom 11.2.1989
- /07/ EN ISO 14 040 - Produkt-Ökobilanz (Prinzipien und allgemeine Anforderungen)  
Entwurf vom August 1996
- /08/ DIN 33 926 - Produktbezogene Ökobilanzen (Standardberichtsbogen)  
Entwurf vom Februar 1996
- /09/ Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten  
Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein, Dokumentation D 0123  
Zürich 1995
- /10/ DIN 18 299  
VOB-Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art  
Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Juni 1996
- /11/ Handbuch Umweltkostenrechnung  
Verlag F. Vahlen, München 1996, ISBN 3 8006 21 10 X
- /12/ Schaltegger S.; Sturm, A.  
Ökologieorientierte Entscheidungen im Unternehmen  
Verlag Paul Haupt, Bern 1992, ISBN 3-258-04654-9
- /13/ SIA 493 - Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten  
Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, 1996
- /14/ Bezeichnung der besonderen Gefahren bei gefährlichen Stoffen/Zubereitungen  
R-Sätze  
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L110A/36. Jahrgang 4.5.1993
- /15/ Hübler, K.-H.; Otto-Zimmermann, K. (Hrsg.)  
Bewertung der Umweltverträglichkeit - Bewertungsmaßstäbe und Bewertungsverfahren  
Blottnner-Verlag, Taunusstein 1993, ISBN 3-89367-002-5
- /16/ Handbuch Umweltverträglichkeitsprüfung  
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 1990
- /17/ Umweltverträglichkeitsprüfung in der Stadt- und Dorfplanung  
Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn 1991

- /18/ Beck, M. (Hrsg.)  
Ökobilanzierung im betrieblichen Management  
Vogel Buchverlag, Würzburg 1993, ISBN 3-8023-1479-4
- /19/ Sietz, M. (Hrsg.)  
Umweltbewußtes Management  
Blottner Verlag, Taunusstein 1992, ISBN 3-89367-023-8
- /20/ Schaltegger, S.; Sturm, A.  
Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen  
Haupt-Verlag, Bern 1992, ISBN 3-258-04654-9
- /21/ Leitfaden betriebliche Umweltkennzahlen  
Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt, Bonn/Berlin 1997
- /22/ Handbuch Umweltcontrolling  
Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt (Hrsg.)  
Verlag Vahlen, München 1995, ISBN 3-8006-1929-6
- /23/ Handbuch Umweltkostenrechnung  
Bundesumweltministerium und Umweltbundesamt (Hrsg.)  
Verlag Vahlen, München 1996, ISBN 3-8006-2110-X
- /24/ Kramer, Rainer  
Kommentar zum Umweltinformationsgesetz  
Kohlhammer Verlag, Stuttgart 1994, ISBN 3-17-012665-2
- /25/ Sietz, M.; von Saldern, A.  
Umweltschutz-Management und Öko-Auditing  
Springer-Verlag, Berlin 1993, ISBN 3-540-56911-1
- /26/ Baumgartner, Thomas  
Grundlagen zur Entwicklung firmenspezifischer Produktlinienanalysen  
Seminar „Ökologische Produktlinienanalyse“ Umwelt-Akademie Freiburg, 1992
- /27/ Grießhammer, Eberle, Gensch, Strubel  
Ökologische Produktentwicklung  
und Produkteinführung mit Ökobilanzen und Akteurskooperation  
Öko-Institut, Freiburg, 1995

## Zusammenfassung und Ausblick

Mit den vorgelegten Beiträgen des Autors konnte aufgezeigt werden, daß zur stärkeren Berücksichtigung von Aspekten des energiesparenden, ressourcenschonenden und gesundheitsgerechten Planens und Bauens eine Vielzahl von Ansätzen, Methoden und Hilfsmitteln bereits vorliegen. Es wurde versucht, diese zu systematisieren und den Fragestellungen im Prozess der Planung und Entscheidungsfindung zuzuordnen.

Aus Sicht des Autors ist es momentan wenig aussichtsreich, eine Konzentration auf bestimmte Bewertungskriterien und –methoden bzw. Werkzeuge herbeiführen zu wollen. Vielmehr ist eine gewisse Vielfalt von Ansätzen notwendig, um einerseits unterschiedliche Sichten und Interessenlagen sowie spezifische Besonderheiten unterschiedlicher Bewertungsgegenstände zu berücksichtigen und um andererseits durch Parallel- und Nebenbetrachtungen das Risiko von fehlerhaften Entwicklungen und Urteilen zu minimieren.

Die Entwicklung von Bewertungsmethoden hat einen Stand erreicht, der unterschiedliche Sichten und Aspekte abdeckt. Defizite existieren dagegen noch immer im Bereich der Bereitstellung belastbarer Daten zum Energie- und Stoffstrom infolge der Herstellung und Anwendung von Bauprodukten. Es wird erwartet, daß beginnend im Jahr 2000 unter Mitwirkung des Autors in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Vorhaben ein Anforderungsprofil für Bauproduktinformationen entwickelt wird. Dieses kann ggf. als Grundlage für ein zu entwickelndes Bauprodukt-Informationen-System (BIS) verwendet werden.

Aus Sicht des Autors ist es zur verstärkten Umsetzung und Anwendung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung notwendig, den Planern einen Zugang zu vorhandenen Methoden und Werkzeugen zu erschließen. Bisherige Ansätze waren i.d.R. losgelöst von Arbeitsablauf und Arbeitsumgebung von Planern. Es besteht ein Bedarf hinsichtlich eines „Navigationssystems“ zur Orientierung im „Werkzeugkasten“ verfügbarer Möglichkeiten. Unter leitender Mitwirkung des Autors besteht beginnend im Jahr 2000 in einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Vorhaben die Absicht, im Projekt „tool-pool 2001“ die im deutschsprachigen Raum verfügbaren Hilfsmittel zu recherchieren, zu systematisieren und für konkrete Fragestellungen aufbereitet den aktiven Planern zu erschließen. Hierzu sind Hinweise an den Autor jederzeit willkommen.

Das für das Projekt „Niedrigenergiehaussiedlung Greiz“ entwickelte Qualitätssicherungssystem wird für die Weiterbildung von Bauherren und Planern in Thüringen genutzt und im Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Begleitung einer in Jena geplanten Passivhaus-Siedlung weiterentwickelt werden. Die Vorschläge zu einem Energieausweis werden in die aktuelle Diskussion zur Umsetzung der künftigen Energieeinsparverordnung in Thüringen einfließen.

Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf

Bauhaus-Universität Weimar  
Fakultät Architektur  
Institut für Ressourcenschonendes Bauen  
Professur Bauklimatik und Bauökologie  
Bauhausstr. 7b  
99 421 Weimar

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit, daß mir die Habilitationsordnung der Bauhaus-Universität Weimar vom 1.7.1998 bekannt ist.

Ferner erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Bei der Auswahl und Auswertung folgenden Materials haben mir die nachstehend aufgeführten Personen in der jeweils beschriebenen Weise entgeltlich/unentgeltlich geholfen: Hierzu erkläre ich, daß bei der Auswahl und Auswertung von Material die Hilfe Dritter nicht in Anspruch genommen wurde.

Weitere Personen waren an der inhaltlich-materiellen Erstellung der Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich hierfür nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Arbeit stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich versichere, daß ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit gesagt und nichts verschwiegen habe.

Weimar, den 10.01.2000

Thomas Lützkendorf