

Nachhaltiger Materialeinsatz – Graue Energie im Lebenszyklus

Sustainable Use of Materials – Grey Energy in the Life Cycle

Martin Zeumer, Viola John, Joost Hartwig

Der Materialeinsatz bezieht sich auf alle Bereiche der Nachhaltigkeit. Auf den Schutz der unmittelbaren wie globalen Umwelt, die Eingliederung in die sozialen Prozesse im Raum und die wirtschaftliche Umsetzung. Innerhalb der Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes treten diese unterschiedlich stark hervor und sind gebunden an die vielfältigen Aufgaben, die ihnen durch die Architektur gestellt werden. Kein Material ist für sich betrachtet nachhaltig. Ebenso ist auch kein Baustoff per se nicht nachhaltig. Der Planer entscheidet mit der Art des Materialeinsatzes, ob Baustoffe im Laufe des Lebenszyklus nachhaltig wirken können oder nicht. Und der Hersteller entscheidet mit der Baustoffleistung oder der Art seiner Produktion, wie die Bewertung des Produktes im Sinne der Nachhaltigkeit im Detail aussieht. Hersteller und Planer sind so in ihrem Handeln verknüpft. Nachhaltigkeitsbewertungssysteme wie LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) oder DGNB (Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen) bieten hierzu mehr oder weniger genaue Hilfestellungen, die mittelfristig zu einer anerkannten Planungsmethodik führen können. Aktuell sind jedoch die Planungsteams bei der Bewertung potenzieller Strategien nachhaltiger Materialwahl weitgehend auf sich gestellt (Abb. 1). Dies erfordert die Kenntnis der im Lebenszyklus ablaufenden Prozesse. Graue Energie (die Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes notwendig ist) wird in den drei Phasen Bau, Betrieb und Rückbau des Gebäudes aufgewendet. Schon heute entspricht die im deutschen Gebäudebestand gebundene graue Energie etwa 20 Jahren Betrieb dieses Bestandes^[1]. Mit der zunehmenden energetischen Sanierung und hinzukommenden Neubauten wird die Bedeutung der grauen Energie in den Phasen Bau und Rückbau langsam weiter ansteigen. Bis sie bei energiegewinnenden Gebäuden letztlich zu 100 % den Energieaufwand für das Gebäude beschreibt.

Gebäudebezogene Optimierung der grauen Energie

Vereinfachen kann man die materialbezogenen Vorgänge der Nachhaltigkeit, indem man den Fokus auf die graue Energie legt. Da sich energetischer und wirtschaftlicher Aufwand ähnlich linear verhalten^[2], werden mit einer optimierten Energiebilanz aus dem Dreiklang der Nachhaltigkeit (Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft) globale ökologische Probleme und wirtschaftliche Themen gleichermaßen adressiert.

Einen ersten Ansatzpunkt liefert die »Reduzierung« der Baumaßnahme, wobei in unseren Breiten die betriebsenergetischen Forderungen mit den Forderungen der grauen Energie teilweise einhergehen. Hier ergeben sich Vorteile, wenn

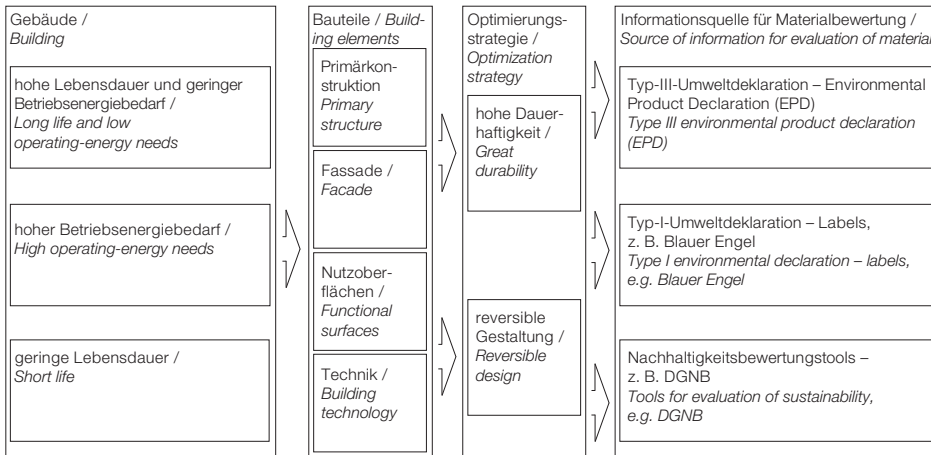
- verdichtetes Bauen,
- eine hohe Kompaktheit,
- hohe konstruktive Effizienz und

- reduzierte Erdbewegungen zum Ziel der Planung gesetzt werden. Die dadurch entstehenden Vorteile auf der Materialebene können über 50 % einer vergleichbaren Planung ausmachen und haben damit eine hohe Wirkung im Gesamtkontext der Architektur^[3]. Der Energieverbrauch kann damit schon innerhalb städtebaulicher Überlegungen oder der Grundlagenermittlung für ein Projekt beeinflusst werden.

Bauteilbezogene Optimierung der grauen Energie

Unter dem Aspekt der grauen Energie können vier unterschiedliche Gebäudebereiche benannt werden, für die jeweils unterschiedliche Optimierungsansätze zur Verfügung stehen:

- **Konstruktion**
Die Primärkonstruktion ist bezogen auf die graue Energie im Neubauzustand der energieaufwendigste Bestandteil eines Gebäudes. Die Primärenergieaufwendungen korrespondieren weitgehend mit dem in das Gebäude eingebrachten Gewicht. Leichte Konstruktionen sollten bevorzugt werden, soweit dies die weiteren Anforderungen (z. B. Schallschutz) zulassen.
- **Fassade**
Die graue Energie der Fassade ist auf den Verbrauch bei der Herstellung wie auch ihr Kostenanteil prozentual gesehen in der Regel hoch. Gerade transparente Elemente stellen flächenbezogen die energieaufwendigsten Bauteile dar (Abb. 3). Ihr Einsatz sollte daher immer mit Zusatzfunktionen einhergehen, wie z. B. verbesserter Tageslichtnutzung oder solaren Energiegewinnen. Die hohen Anforderungen durch Witterung führen an der Fassade zu einer hohen Materialbeanspruchung, die durch eine konsequente konstruktive Ausbildung der Fassade beantwortet werden kann. Einfache Dach- und Fassadenformen reduzieren den Aufwand an Detailanschlüssen, die in der Regel deutlich höherer grauer Energie bedürfen als flächige Elemente^[4]. Ebenso kann bei vorgehängten Fassaden durch optimierte Materialstärke und reduziertes Gewicht der Aufwand für metallische Unterkonstruktionen reduziert werden. Der konstruktive Schutz der Fassade führt zu einer erhöhten Dauerhaftigkeit und damit im Lebenszyklus zu reduzierter grauer Energie. Dämmstoffe hingegen amortisieren sich typischerweise energetisch innerhalb sehr kurzer Zeiträume. Ihr Einsatz ist daher unabhängig von der genauen Materialwahl über den Lebenszyklus energetisch positiv.
- **Nuttoberfläche**
Durch starke Beanspruchung, häufige Reinigungsprozesse und hohe Frequenz des Austausches haben die Nutzoberflächen innerhalb des Gebäudes eine ähnliche Bedeutung für die graue Energie wie die Fassade (Abb. 3). Zunächst kann durch die Reduzierung des konstruktiven Aufwandes graue



- 1 Vorgehensweise für die Optimierung der grauen Energie auf Gebäudeebene und Bauteilebene
- 2 Holzfassaden, Rehabilitationsklinik in Basel, Architekten Herzog & de Meuron

- 1 Method for optimizing grey-energy content of buildings and parts of buildings
- 2 Timber facade of rehabilitation centre in Basle, architects: Herzog & de Meuron

1

Energie eingespart werden. So verfügen z. B. flächig aufgebrachte oder direkt montierte Unterdecken im Gegensatz zu abgehängten Decken über einen deutlich reduzierten Primärenergieinhalt^[6]. Hohe Dauerhaftigkeit reduziert besonders bei Bodenbelägen den Primärenergieinhalt im Lebenszyklus. Hier verfügen hochwertige Oberflächen meist auch über eine dauerhafte Nutzbarkeit. Natursteinbeläge bieten z. B. die höchsten Dauerhaftigkeiten bei niedrigem Primärenergieinhalt und auch im Verhältnis geringen Reinigungskosten (Abb. 4).

• Technik

Die Technik ist im Rahmen der bauteilbezogenen Betrachtung in Bezug auf die graue Energie das meist unterschätzte Gebäudeelement. Ihr Primärenergieinhalt liegt im Neubauzustand in der Regel unter 10%, sie verfügt jedoch allgemein über eine geringe Dauerhaftigkeit^[6]. So können im Lebenszyklus steigende Kosten durch erhöhten Technisierungsgrad nachgewiesen werden. Die Geschwindigkeit der technologischen Entwicklung, z.B. in der Informationstechnologie, deutet hier auf hohe Austauschbedarfe in der Zukunft hin (Abb. 5). Der Planer kann insbesondere durch eine reversible Gestaltung der technischen Elemente den Schutz der restlichen Bauteile des Gebäudes sicherstellen.



2

Nutzungsbezogene Optimierung auf Gebäudeebene

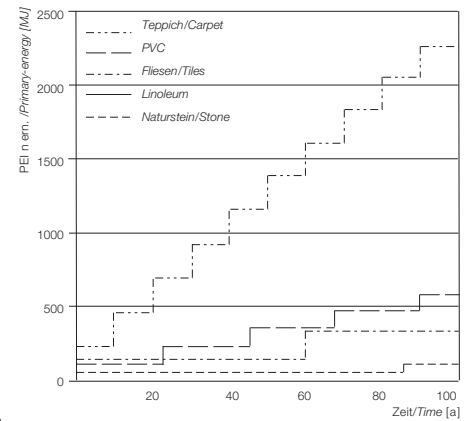
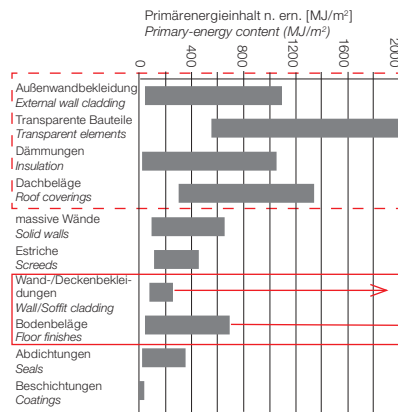
Der zweite Ansatzpunkt energetischer Optimierung bezieht sich auf das Verhältnis der grauen Energie zur Betriebsenergie. Dies ist besonders von der angestrebten Nutzungsdauer und den Behaglichkeitsanforderungen im Raum (sowie dem Technisierungsgrad für energetische Dienstleistungen) abhängig (Abb. 6). Je höher der Energieaufwand für den Betrieb ist und je mehr energetische Dienstleistungen die Nutzung erfordert, desto mehr treten die anderen Phasen in ihrer Bedeutung im Gesamtsystem in den Hintergrund. Ausgehend von üblichen Planungsaufgaben ergeben sich drei unterschiedliche Gebäudegruppen, mit jeweils unterschiedlichem Fokus zur Optimierung der grauen Energie.

- Gebäude mit einem hohen Betriebsenergiebedarf
Bei »Hochenergieverbrauchern« stellen Bau und Rückbau im Lebenszyklus nur »verhältnismäßig geringe« Aufwendungen dar. Daher tritt der durch die Betriebsenergie induzierte Materialenergieaufwand in den Vordergrund. Damit gewinnt die Reduzierung des Pflegeaufwands der Nutzoberflächen eine zentrale Rolle. Klar ausformulierte Sauberlaufzonen reduzieren den Eintrag von Schmutz in das Gebäude. Oberflächen wie Parkette oder Steinböden, die ihre Reinigung erleichtern, reduzieren im Verhältnis zu Teppichen oder strukturierten elastischen Bodenbelägen den Aufwand zur Reinigung. Weiterhin liefert auch die Art der Integration von technischen Einbauten Optimierungsmöglichkeiten. Der Architekt kann an dieser Stelle durch gute Zugänglichkeit und Erleichterung des Austausches technischer Systeme zu einer langfristigen Sicherung der Bausubstanz beitragen. Diesem Umstand kann einerseits die Führung der technischen Elemente als oberste, ggf. offene Bauteilschicht Rechnung tragen, ebenso aber auch gut zugängliche Schächte und sauber platzierte Revisionsöffnungen innerhalb des Gebäudes (Abb. 7).
- Gebäude mit besonders langer Lebensdauer und geringem Betriebsenergiebedarf
Bei Gebäuden mit einer sehr dauerhaften Nutzung, in der Regel Wohnungsbauten und Bürobauten in besonderer Lage, steigt die Bedeutung der im Bauteil gebundenen Energie. Abb. 6 zeigt dabei die herausragende Situation des Wohnungsbaus, die sich bei den aktuellen Tendenzen zur Energieeffizienz weiter verstärken wird.

Hier erfolgt die Reduzierung der grauen Energie durch die gemeinsame Betrachtung von Primärenergieinhalt des Bauteils und seiner Dauerhaftigkeit. Dabei sind dauerhafte Baustoffe in der Regel ökologisch positiver zu bewerten als solche mit einem geringen Energiebedarf in der Herstellung, die jedoch eines häufigeren Austausches bedürfen (Abb. 8).

- 3 Primärenergieinhalt von Gebäuden
 1. Optimierungsebene: Minimierung transparenter Bauteile der Gebäudehülle (rot gestrichelt)
 2. Optimierungsebene: dauerhafte Nutzoberflächen (rot eingerahmt)
- 4 Abhängigkeit von grauer Energie und Dauerhaftigkeit am Beispiel verschiedener Bodenbeläge
- 5 Investitions- (grau) und Lebenszykluskosten (schwarz) verschiedener Bauteile
- 6 Energieverbrauch n. Nutzung und Lebenszyklus

- 3 *Primary energy content of buildings*
 - 1st level of optimization: minimization of transparent building elements in the skin (broken red line)
 - 2nd level of optimization: durable functional surfaces (continuous red line)
- 4 *Relationship between grey energy and durability, taking the example of different floor finishes*
- 5 *Investment in (grey) and life-cycle costs (black) of various parts of building*
- 6 *Energy consumption of buildings according to use*



- Gebäude mit kurzer Lebensdauer
Bei Gebäuden oder Einbauten mit kurzer Lebensdauer kann der Primärenergieinhalt weitgehend ohne die Berücksichtigung der Dauerhaftigkeit optimiert werden. Hierzu zählen temporäre Bauten, Messebauten oder auch Shopeinbauten sowie kurzfristig angelegte Bauten mit Produktions- oder Büronutzung. Hierbei sollte auch der Rückbau in die Planung mit einbezogen werden.

Allgemein spielt die Lebensdauer und damit die Dauerhaftigkeit von Bauteilen bei vielen Bauaufgaben für den Primärenergieinhalt im Lebenszyklus eine wichtige Rolle. Bisherige Betrachtungen zur Nachhaltigkeit eines Gebäudes gehen in der Regel von einer Sinnhaftigkeit einer hohen Dauerhaftigkeit von Bauteilen aus. Eine allgemein hohe Dauerhaftigkeit ist jedoch nicht bei jeder Bauaufgabe erforderlich und kann sich unter Umständen sogar negativ auf die Nutzungsflexibilität eines Raumes oder eines Gebäudes auswirken. Denn nicht immer lösen materialbedingte Mängel Austauschprozesse aus. Oft führen technische, sicherheitstechnische, regulative und ästhetische Faktoren oder Funktionswechsel zu einem Austausch. Viele dieser Faktoren liegen außerhalb des Handlungs- und Tätigkeitsbereiches eines Planers.

Architekten erzeugen aber auch durch ihre Tätigkeit einen Bedarf nach Veränderung und setzen Trends. Die Bewertung von Architektur ist dabei stark zeitabhängig. Der Umgang mit dem Zeitgeist bietet für den Planer interessante Ansatzmöglichkeiten. Bei kurzfristig angelegten Bauaufgaben kann eine trendgerechte, moderne Gestaltung einen besonderen Blickfang ermöglichen. Viele Materialien mit geringer Dauerhaftigkeit bieten sich dabei für eine innovative Nutzung an und ermöglichen die Ausformulierung konzeptioneller Prägnanz (Abb. 9). Großflächige Gestaltung ohne die Ausbildung kleinteiliger Austauschzone führt hier zu besonders raumbestimmender Gestaltung. Hohe Dauerhaftigkeiten von Materialien können für solche Bauaufgaben jedoch kaum ausgenutzt werden und sollten daher weitgehend vermieden werden.

Soll die hohe Dauerhaftigkeit von Bauteilen tatsächlich genutzt werden, kann jedoch eine allzu modische, trendgerechte Gestaltung leicht zu einem vorzeitigen Austausch der Bauteile schon vor Ablauf ihrer technischen Lebensdauer wegen »optischen Verschleißes« führen. Andererseits genießt auch eine klare und qualitätsvolle, dennoch zeitgebundene architektonische Aussage auf Dauer hohe Wertschätzung. Und eine möglichst »zeitlose« Gestaltung ermöglicht auch sehr dauerhaften Bauteilen erst, ihre volle Wirkung entfalten zu können. Hier bietet die Ausbildung vieler kleinteiliger Austauschzone die Möglichkeit, die Werthaltigkeit der Gestaltung zu unterstützen. Immer neuwertige spielen in diesem Fall mit langsam alternden Bauteilen zusammen.

Arbeitshilfen zur nachhaltigen Planung im Materialbereich

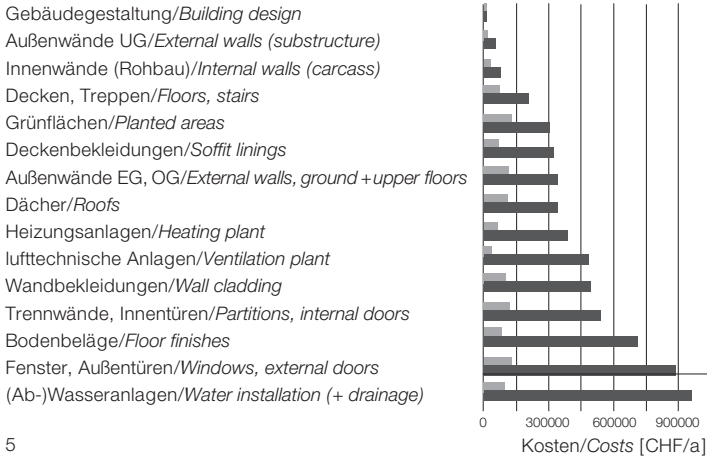
Die Bewertung von Materialien aus Sicht der Nachhaltigkeit ist ein junger, teilweise noch nicht umfassend erforschter und national sehr unterschiedlich gewichteter Arbeitsbereich. Grundsätzlich unterscheiden sich jedoch nationale Bewertungen nicht in ihren Schutzziele, sodass diese für die Erstellung von Arbeitshilfen für den Planer herangezogen werden. Dabei sind die Aspekte

- Primärenergieinhalt (PEI erneuerbar/nicht erneuerbar)
- Treibhauspotenzial (GWP 100)
- ggf. weitere Emissionen wie Ozonabbaupotenzial (ODP) oder Versauerungspotenzial (AP)
- und Immissionsreduzierung im umbauten Raum
- erbrachte Materialeistung
- Dauerhaftigkeit

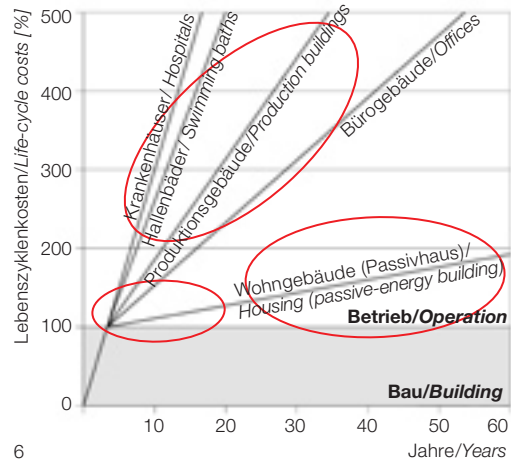
von besonderer Relevanz (Abb. 10, 11). Ebenfalls ist zu berücksichtigen, dass die Vorgehensweise zur Ermittlung einer Aussage je nach Quelle sehr unterschiedlich sein kann. Häufig werden starke Vereinfachungen vorgenommen. Es ist daher in der Regel nicht möglich, unterschiedliche Quellen eins zu eins miteinander zu vergleichen.

- Ökobilanzdaten
Zur Bewertung von Primärenergieinhalt, Treibhauspotenzial und globalen Umweltwirkungen stehen dem Planer Ökobilanzdaten (basierend auf DIN EN ISO 14040) zur Verfügung. Schon heute besteht eine Vielzahl an Quellen, weitere werden aktuell erarbeitet. Die umfassendste, frei verfügbare Datenbank ohne spezifischen Produktbezug wird durch das deutsche Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) in Form der ökobau.dat im Internet zur Verfügung gestellt. Etwa 800 Datensätze und die Pflege des Bundes ermöglichen hier eine detaillierte Betrachtung der Sachverhalte sowie eine konsistente Untersuchung anhand einer Quelle. Hinzu kommen umfassende Daten zur Dauerhaftigkeit dieser Elemente. Weniger Datensätze (ca. 200) werden durch die Schweizer Empfehlung KBOB/eco-bau/IPB Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1 zur Verfügung gestellt. Verwendet und aufbereitet im Bauteilkatalog.ch lassen sie jedoch eine besonders einfache und zielstrebige Nutzung zu. Für Österreich werden etwa 500 Datensätze und eine Berechnungsmethodik durch das Institut für Baubiologie und Bauökologie (IBO) zur Verfügung gestellt.

- EPD – Typ-III-Umweltdeklarationen
Unter der Kurzform EPD (Environmental Product Declaration) entstehen auf Grundlage der ISO 14025 aktuell auch herstellerbezogene Ökobilanzdaten. Diese – auch Typ-III-Umweltdekla-



5



6

rationen genannt – ermöglichen EU-weit den Vergleich von Herstellerdaten. Eine Prüfung erfolgt dabei durch unabhängige Dritte und lässt auch hier eine hohe Sicherheit der Datenlage zu. Sie werden für Deutschland durch das Institut für Bauen und Umwelt e. V. zur Verfügung gestellt. Bisher liegt nur eine geringe Anzahl an Datensätzen vor, die jedoch in Zukunft stetig steigen wird.

- Labels nach Typ-I-Umweltdeklaration
Als Typ-I-Umweltdeklaration (ISO 14024) ermöglichen Labels wie beispielsweise die Euro Blume international den Nachweis spezifischer Produktqualität – insbesondere baubiologischer Art. Gerade bei potenziell hoch belastenden Innenraummaterialien wie Teppichen liefern diese Labels schnell und gut Hilfe zur Produktwahl. Dabei sind die von den einzelnen Zertifizierungsstellen überprüften Sachverhalte allerdings sehr unterschiedlich, was innerhalb der Bewertung berücksichtigt werden muss.
- Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme
Beide Arten der Produktdeklaration lassen sich in Nachhaltigkeitsbewertungen und Nachhaltigkeitszertifizierungssystemen wiederfinden. So weist das amerikanische LEED-System z. B. Recyclingquoten und Schadstoffanteile der Bauteile sowie Holz mit FSC-Siegel als Ziele aus. Allerdings greift es als ein Zertifizierungssystem der »ersten Generation« relativ unwillkürlich bewertbare Aspekte des nachhaltigen Bauens heraus. Umfassender sind die Ansatzpunkte bei der Schweizer »Empfehlung SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau«, die innerhalb des »Diagnosesystems Nachhaltige Gebäudequalität« im DETAIL Energie Atlas aufgegriffen und unter Planungsgesichtspunkten vereinfacht handhabbar gemacht wurden. Die größte Anzahl von Faktoren des materialgerechten, nachhaltigen Bauens integriert das Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen (DGNB). Hier wird z.B. auch der Reinigungs- und Instandhaltungsaufwand sowie die Nutzungsflexibilität von Konstruktionsarten erfasst und vergleichbar .

Im noch jungen Themenfeld der Materialbewertung sind in Zukunft noch weitere, große Schritte zu erwarten. Hersteller sind angehalten, die Primärenergieinhalte und Schadstoffgehalte ihrer Produkte weiter zu reduzieren und den materialgerechten Einsatz ihrer Produkte durch Planer zu unterstützen. Die Architekten haben auch die Aufgabe, den Bedarf an Information an die Hersteller zu kommunizieren und an Bauherren weiterzugeben. Und letztlich sind sie gefordert – denn in dem sich langsam vom Vermieter- zum Mietermarkt wandelnden Gebäudebereich werden langfristig nur die Gebäude bestehen, die sich durch nachhaltige Qualität der Architektur bis in den Materialeinsatz auszeichnen.

7 Büroraum; Strategie: leicht zu reinigende Oberflächen, die Medienkanäle als bestimmendes Gestaltungselement vom Schreibtisch zur Decke sind bei Bedarf einfach auszutauschen. Arch.: Ippolito Fleitz Group

7 Office space strategy: easily cleaned surfaces; media ducts from desks to soffit as dominant design elements – can be simply replaced if necessary Arch.: Ippolito Fleitz Group



8 Wohnraum; Strategie: hochwertige, dauerhafte Oberflächen. Bei Bedarf können kleine Flächen unabhängig voneinander ausgetauscht werden. Arch.: Kawai Architects

8 Living space strategy: high-quality, durable surfaces; if necessary, small areas can be replaced independently of each other Arch.: Kawai Architects



9 Shop; Strategie: formal trendiger Innenausbau, die Einbauten können als zusammenhängende Elemente ohne Beeinträchtigung des Rohbaus ausgetauscht werden Arch.: Fabio Novembre

9 Shop strategy: formally trend-setting internal finishes; the fittings can be replaced as a single element without impairing the carcass structure Arch.: Fabio Novembre



	ID	Ebene I – Hauptgruppe	Ebene II – Untergruppe	Ebene III – Bereich	Ebene IV – Objekt/Material	min	max	mittel
10 Systematik der Datensammlung Dauerhaftigkeit	724	Ausbau	Bodenleisten	Sockelleisten	Linoleum			
11 Auswahl verschiedener frei verfügbarer, internet-basierter Baustoffinformationsplattformen	725				Naturstein			
	726				Stahl			
	727				Teppichbodensockelleisten			
10 System of data collection on theme of durability	728				Bodenbelagsprofile			
12 Selection of freely available internet-based information platforms for building materials	729			Installationssockelleisten	Kunststoff			
	730		Bodenbeläge	glatte Beläge	Kautschuk	10	25	20
	731				PVC			
	732				Kork			
	733				Kunststoff-Parkett			
	734				Linoleum	10	25	20
	735				Laminat			
	736				Sporthallenbeläge			
[1] Energie Atlas, Edition DETAIL, S.160, München 2007	737				Holzparkett aus Hartholz	30	70	50
[2] Energie Atlas S. 25	738				Holzdielen aus Hartholz	30	70	50
[3] Massiv- oder Leichtbauweise? Hansruedi Preisig, Zürich 2002	739				Holzparkett aus Weichholz	30	50	40
[4] Forschungsprojekt »Vergleichende Nachhaltigkeitskennwerte von Baumaterialien und Bauteilschichten«, FGee, 2005	740				Holzdielen aus Weichholz	30	50	40
[5] Energie Atlas S. 265	741				Holzpflaster			
[6] Vgl.: Energie Atlas S. 162, Grafik B5.55	742			Teppichböden	Baumwolle	5	15	10
	743				Jute	5	18	10
	744				Kokos	5	18	10
	745				Naturfasergemisch	5	18	10
	746				Sisal	5	18	10
	747				Synthetikfaser	5	15	10
	748				Wolle	5	15	10
	749			Schmutzfangbeläge	Baumwolle			
	750				Jute			
	751				Kokos			
	752				Kunststoff			
	10							

Name der Datenbank	Art der Datenbank	Einsatzbereich
WECOBIS – ökologisches Baustoffinformationssystem www.wecobis.de (siehe DETAIL 5/2009, S. 498)	<ul style="list-style-type: none"> • Informationssammlung zu Baustoffen im Lebenszyklus • Aufrasterung nach Lebenszyklusphasen der Baustoffe • herstellernabhängige Datensammlung • sehr umfangreich • geringe „Navigationshilfe“ • teilweise deutliche Wertung der Baustoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Baustoffinformation • erste Information zu Produkt und Einsatzbereichen • versierte Planer, die im Themenbereich schon ein eigenes Standing entwickelt haben
Datensammlung Dauerhaftigkeit www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html	<ul style="list-style-type: none"> • Dauerhaftigkeit von Bauteilen und Bauteilschichten in unterschiedlichen Nutzungen • konsistent, da vom Bund in Pflege 	<ul style="list-style-type: none"> • Dauerhaftigkeit • Quervergleiche von Dauerhaftigkeiten von Produkten ähnlicher Nutzung und Anwendung
Ökobau.dat www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html	<ul style="list-style-type: none"> • Informationssammlung zu Ökobilanzen von Materialien und Bauteilen • herstellernabhängige Datensammlung • Pflege durch den Bund bedeutet eine hohe Sicherheit im Bereich Datenqualität, Datenkonsistenz und Nutzungssicherheit • umfangreich – Ziel 800 Datensätze 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökobilanzdaten • Information zu Umweltwirkungen von Materialien
Institut Bauen und Umwelt www.bau-umwelt.de	<ul style="list-style-type: none"> • Informationssammlung zu Ökobilanzen von Baustoffen • zentrale Sammelstelle von EPD-Datensätzen und PCR-Dokumenten • Herstellerdaten, die von einer dritten, unabhängigen Stelle zertifiziert worden sind • daher Sicherheit in der Datenqualität • möglicherweise geringere Konsistenz, da verschiedene Bilanzierende und nicht 100% definierte Systemgrenze • potenziell sehr umfangreich – der Aufbau von EPD-Datensätzen findet aktuell statt 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökobilanzdaten • Information zu Umweltwirkungen von Bauprodukten • Quervergleiche von Umweltwirkungen von Produkten ähnlicher Nutzung und Anwendung
www.Bauteilkatalog.ch	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der technischen und ökologischen Kennwerte eines Bauteils 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökobilanzdaten • gute Aufbereitung, anschauliche Darstellung für den Vergleich unterschiedlicher Aufbauten
Institut für Baubiologie und Bauökologie (IBO) www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der technischen und ökologischen Kennwerte eines Bauteils 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökobilanzdaten • Buchpublikationen mit anschaulicher Darstellung für den Vergleich unterschiedlicher Materialien und Aufbauten

Dipl.-Ing. Martin Zeumer ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen der TU Darmstadt und Co-Autor des Energie Atlas und des Basics Materialität sowie Fachautor für den Baustoff Atlas.

Dipl.-Ing. Viola John ist Forschungsassistentin und Doktorandin am Lehrstuhl für Nachhaltiges Bauen des Instituts für Bauplanung und Baubetrieb an der ETH Zürich.

Dipl.-Ing. Joost Hartwig ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen der TU Darmstadt. Ferner ist er freiberuflich tätig für die HHS Architekten und Planer AG.

The way materials are used plays a role in all areas of sustainability: in protecting the immediate and the global environment; in the way they are integrated in socio-spatial processes; and in their economic application. Systems for the evaluation of sustainability like LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) or the German seal of quality for sustainable building (DGNB) offer more or less precise support in this respect, and in the medium term they could lead to a recognized planning methodology. At the moment, however, planners are left more or less to their own devices in evaluating strategies for choosing sustainable materials (ill. 1).

The material-related processes involved in sustainability can be simplified by focusing on grey energy (the amount of energy required for the manufacture, transport, storage, sale and disposal of a product), which is expended in the three phases: construction, operation and demolition of a building. An initial line of approach can be found in a "reduction" of the building measures, whereby in our part of the world, the requirements in terms of operating energy partly correspond to those for grey energy.

Under the heading of grey energy, different optimization approaches are conceivable for four segments of a building:

- *Structure. In a new development, the primary structure is the most energy-intensive element in terms of grey energy. The primary energy invested in the structure corresponds more or less to the weight. Lightweight forms of construction are, therefore, preferable, where other constraints – such as sound insulation – permit.*
- *Facade. In the facade of a building, the grey-energy content is generally high in respect of the manufacturing process. Transparent components are the most energy-intensive ones in relation to their area (ill. 3). Their design should, therefore, always be coupled with further functions, such as improved daylighting or solar-energy gains. The great demands imposed on the facade in terms of weather resistance result in high material strains. These can be overcome through an appropriate form of construction. Simple roof and facade forms reduce the costs for junctions and connection details, which as a rule require a much greater input of grey energy than planar elements. Similarly, by optimizing material thicknesses and ensuring a lower weight, the outlay for the metal supporting construction for curtain-wall facades can be reduced.*
- *Functional surfaces. As a result of heavy wear and tear, repeated cleaning and frequent replacement, the functional surfaces within a building will have a similar significance in terms of grey energy to that of the facade (ill. 3). Initially, grey energy can be saved by reducing the constructional outlay. Soffits that are directly mounted or applied in a planar form have a markedly lower content of primary energy than suspended soffits. In the case of floor finishes, great durability reduces the primary-energy content over the life cycle, as can be seen in high-grade surfaces such as stone pavings, which also entail comparatively low cleaning costs (ill. 4).*
- *Services and technology. Technical installations are the most underestimated element in terms of grey energy. As a rule, the prima-*

Dipl.-Ing. Martin Zeumer is a research assistant for design and energy-efficient construction at the Univ. of Technology, Darmstadt; an author of the "DETAIL Energy Atlas", of "Basics Materialität" and a specialist author of the "Baustoff Atlas".

Dipl.-Ing. Viola John is a research assistant and doctoral candidate in the Dept. for Sustainable Building of the Inst. for Building Planning and Building Operations at the ETH Zurich.

Dipl.-Ing. Joost Hartwig is a research assistant in the Department for Design and Energy-Efficient Construction at the University of Technology, Darmstadt. He also practises freelance for HHS Architekten und Planer AG.

ry energy in new construction is below 10 per cent; but technical components often have a relatively short life, and rapid advances in technology suggest a greater frequency of replacement in the future (ill. 5). The planner can at least safeguard other elements by creating a reversible design for the technical components.

The second line of approach, namely energy optimization, is based on the relationship between grey energy and operating energy.

This will depend largely on the desired functional life and the degree of comfort required in a space, as well as on the technical content of energy services (ill. 6). As far as energy consumption is concerned, great importance is assumed by the operating energy invested in materials. The reduction of care and maintenance work plays a major role, therefore. Surfaces like parquet or stone floors diminish the input for cleaning in comparison with carpets or textured, elastic floor finishes. In addition, the long-term conservation of the building fabric can be served by ensuring good accessibility to technical systems and simplifying their replacement (ill. 7).

In buildings with a very long-term use (e.g. housing structures and offices in special locations), the significance of the energy tied up in a component increases with time. Ill. 6 shows the dominance of housing, which is likely to increase further with current trends towards energy efficiency. As a rule, durable materials are ecologically more valuable than those with a low energy input at the production stage, but which require more frequent renewal (ill. 8).

In general, the life and durability of building components play an important role in terms of the primary-energy content in the life cycle. Studies of the sustainability of a building have mainly been based on the durability of such components. But a high general level of durability is not always necessary. It may even have a negative effect on the flexibility of use of a structure or space. The replacement of components may result from technical, safety or aesthetic factors or changes in regulations.

With short-term building assignments, a trend-setting, modern design can often be an eye-catcher. Materials with less durability would seem suitable for such situations (ill. 9). On the other hand, a design that is too trendy can easily lead to a premature exchange of elements before their technical life is over – as the result of "visual wear" – whereas a clear, qualitative architectural statement can enjoy great esteem over a long period. The evaluation of materials from the point of view of sustainability is a new working area.

Relevant aspects (ills. 10, 11) include primary-energy content (renewable/non-renewable); global warming potential (GWP 100); other emissions if relevant, such as ozone-degradability potential (ODP) or acidification potential (AP); the reduction of emissions in built space; and material performance and durability.

To evaluate the primary-energy content of measures, the global-warming potential and environmental effects worldwide, the planner has at his disposal data for compiling an ecological balance (based on ISO 14040). The most comprehensive freely accessible data-bank without links to a specific product is that of the Federal Ger-

man Ministry for Transport, Building and Urban Planning (BMVBS) at oekobau.dat. Some 800 records in combination with state servicing allow a detailed study of materials. Known under the abbreviation EPD (environmental product declaration) and based on ISO 14025, a series of manufacturer-related data are at present being drawn up in the context of an ecological balance. Also known as "Type III environmental declarations", these allow a comparison to be made between the data of different manufacturers throughout the EU. An examination is carried out by an independent third party, thereby ensuring great reliability in the quality of the data.

Type I environmental product declarations (ISO 14024) allow labels like Euro Blume to provide evidence of specific product quality on an international basis, especially in the field of building biology.

Both kinds of product declaration can be found in evaluations of sustainability and certification systems thereof. The US LEED system, for example, cites among its goals recycling quotas and a

definition of the maximum content of harmful substances in building components, as well as the use of timber with a Forest Stewardship Council (FSC) seal. As a "first generation" certification system, it singles out evaluable aspects of sustainable building on a relatively haphazard basis. More consistent is the method of the Swiss SIA 112/1 "recommendation for sustainable building" included in the "Diagnosesystem Nachhaltige Gebäudequalität" (see "DETAIL Energie Atlas"). The greatest number of factors relating to the appropriate use of materials for sustainable building is contained in the German seal of quality for sustainable building (DGNB).

The assessment of materials is still in its infancy, and major progress can be expected in the future. In a market that is slowly changing from being landlord-oriented to tenant-oriented, however, only those buildings will survive in the long term that distinguish themselves through the sustainable quality of their architecture, including the application of the appropriate materials.

Name of databank	Type of databank	Area of application
<p>WECOBIS – information system on ecological building materials www.wecobis.de (see <i>DETAIL</i> 5/2009, p. 498)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • collection of information on building materials in life cycle • screening of building materials according to life-cycle phases • data collection independent of manufacturers • very comprehensive • few "navigational aids" • clear evaluation of building materials in part 	<ul style="list-style-type: none"> • information on building materials • initial information on products and areas of application • experienced planners who have a standing of their own in the relevant field
<p>Data collection on durability http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungs-dauern-von-bauteilen.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> • durability of building parts and building layers in different uses • consistent, since supervised by Federal German authorities 	<ul style="list-style-type: none"> • durability • comparisons of durability between products with similar uses and applications
<p>Ökobau.dat www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaodat.html</p>	<ul style="list-style-type: none"> • collection of information on ecological balance of materials and building components • data collection independent of manufacturers • supervision by Federal German authorities means a high degree of reliability in terms of data quality, data consistency and user safety • extensive – goal: 800 recorded items 	<ul style="list-style-type: none"> • data relating to ecological balance • information on environmental effects of materials
<p>Institute for Building and the Environment www.bau-umwelt.de</p>	<ul style="list-style-type: none"> • collection of information on ecological balance of building materials • central collection point for EPD records and PCR documents • manufacturers' data certified by an independent third party • reliability of data quality, therefore • possibly less consistency, since different balancing sources, and system boundary not 100% defined • potentially very comprehensive – build-up of EPD records taking place at present 	<ul style="list-style-type: none"> • data relating to ecological balance • information on environmental effects of products • comparisons between environmental effects of products with similar uses and applications
<p>www.Bauteilkatalog.ch</p>	<ul style="list-style-type: none"> • evaluation of technical and ecological values of a building component 	<ul style="list-style-type: none"> • data relating to ecological balance • well processed; clear depiction facilitates comparison between different make-up structures
<p>Institute for Building Biology and Building Ecology (IBO) www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • evaluation of technical and ecological values of a building component 	<ul style="list-style-type: none"> • data relating to ecological balance • books and publications with clear depiction for comparison between different materials and make-up structures