

Die große Unbekannte

GRAUE ENERGIE VON BAUMATERIALIEN Schon jahrzehntelang wird über graue Energie gesprochen. Sie ist eine wichtige Größe, wenn man die tatsächliche CO₂-Einsparung beim Bauen und Modernisieren ermitteln will. Doch ihre Bewertung ist freiwillig und bisher nicht geregelt. Dies war auch Thema beim ersten KfW-DEN-GRE-Forum „Energieeffizientes Bauen und Modernisieren“ im April 2019. Wir haben mit Marita Klempnow, Vorstandssprecherin des DEN e. V., und Prof. Dr.-Ing. Andreas Holm, 1. Vorsitzender der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e. V., sowie Prof. Eike Roswag-Klinge, Natural Building Lab TU Berlin und DEN-Mitglied, zu diesem Thema gesprochen. Britta Großmann

□ Herr Holm, was bedeutet „graue Energie“? Wie kann man sie ermitteln?

Holm: Der Begriff „graue Energie“ kommt ursprünglich aus der Schweiz. Inzwischen wird er vermehrt auch im gesamten deutschsprachigen Raum verwendet. Hierzulande ist er allerdings nicht eindeutig definiert und wird deshalb auch unterschiedlich verwendet bzw. interpretiert. Mit grauer Energie wird der kumulierte Aufwand an nicht-erneuerbarer Primärenergie zur Herstellung und Entsorgung eines Baustoffes bezeichnet. Berücksichtigt werden alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse, und die Entsorgung, inklusive der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel.

Die graue Energie ist eine Kenngröße mit großem Praxisbezug. Warum war sie bisher so wenig im Bewusstsein?

Holm: Bisher richtet der normative Rahmen zur energetischen Bilanzierung von Gebäuden seinen Fokus auf die Betriebs- bzw. Nutzungsphase des Gebäudes, indem die Verbrauchs- bzw. Bedarfswerte für nicht erneuerbare Primärenergie als wesentliche Kenngrößen ausgewiesen werden. Die graue Energie, also die Aufwände für die Herstellung der Bauprodukte, die Errichtung des Gebäudes und die letztlich notwendige Entsorgung, ist darin nicht enthalten. Im Sinne einer weiteren Reduktion von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen von Gebäuden taucht bei einer fortschreitenden Reduzierung ge-

gen Null ein gewisses „Last-Mile-Problem“ auf: Je mehr eingespart werden soll, als desto kostenintensiver und aufwendiger erweisen sich die einzuleitenden Maßnahmen. Auch steigt mit höheren Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz der nicht erneuerbare Primärenergieaufwand für die Herstellung des Gebäudes. Verbesserungen, die zur Einsparung von Energie führen sollen, sind meist mit einem höheren Materialeinsatz und damit einem höheren Input an grauer Energie verbunden. Besonders energieeffiziente Bauweisen wie z.B. das Passivhaus erfordern jedoch durch den Mehraufwand für den Wärmeschutz evtl. eine genauere Betrachtung dieser Energiebedarfsanteile. Ansonsten könnte der Einwand erhoben werden, dass es zu einer Verschiebung des Energiebedarfs in die Produktion kommt. Allerdings muss man auch aufpassen, dass man nicht die berühmten Äpfel mit Birnen vergleicht. Die Systemgrenzen spielen eine maßgebende Rolle bei der Berechnung (Abb. 1). Wichtig bei der Bewertung der grauen Energie verschiedener Materialien bzw. Konstruktionen ist immer die Betrachtungsebene und der Einfluss im Kontext des gesamten Gebäudes inkl. Versorgungstechnik. Zur Erfassung und Umsetzung aller notwendigen Angaben sind zusätzliche Planungsleistungen und eine Basisqualifikation notwendig, die sich in den Baunebenkosten niederschlagen werden.

v. l.: Prof. Dr.-Ing. Andreas Holm,
1. Vorsitzender der Gesellschaft für
Rationelle Energieverwendung e. V.

Prof. Eike Roswag-Klinge, Natural Building
Lab TU Berlin

Marita Klempnow, Vorstandssprecherin
des DEN e. V.

Bild: FfW München

Bild: Roswag-Klinge

Bild: DEN e.V.

Wie ist die Datenlage in Sachen grauer Energie?

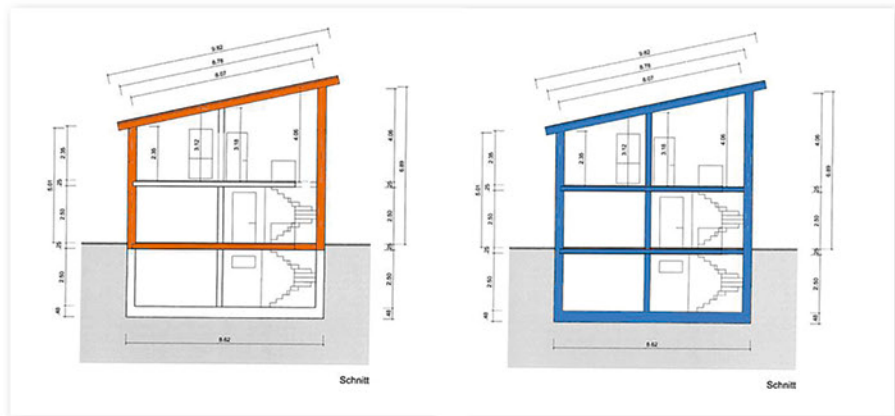
Holm: Zur Kalkulation von grauer Energie und Ökobilanzen existieren verschiedene Werkzeuge. Eine einfache Integration in den Planungsablauf ist derzeit jedoch nicht gegeben. Die vollständige Ökobilanz nach DIN 15804 untergliedert sich dabei in vier Phasen (Herstellung, Errichtung, Nutzung und Entsorgung) über den Lebenszyklus sowie einen Sonderbereich zur Wiederverwertung (Abb. 2). Für den vollständigen Bilanzrahmen (A1–D) existieren für die meisten Produkte bzw. Werkstoffe weder in den öffentlichen Datenbanken noch in Umweltproduktdeklarationen (EPDs) vollständige Datensätze. Die normativen Verfahren zur Erstellung von EPDs sehen nur eine Ausweisung der Bilanzgrenzen A1–A3 verpflichtend vor. Dies entspricht einer Bewertung nach dem Prinzip „Cradle to Gate – von der Wiege bis zum Werkstor“ (Abb. 3)

Frau Klempnow, bisher wird die Lebenszyklusbetrachtung weder in gesetzlichen Vorschriften wie z. B. der EnEV noch in Förderprogrammen berücksichtigt. Sollte sie dort aufgenommen werden, oder reichen freiwillige Instrumente wie z. B. Siegel aus?

Klempnow: Die EnEV berücksichtigt bisher den Betrieb der Gebäude, teilweise sind dort vereinfachte Berechnungsansätze zulässig für Geometrie oder Katalogkennwerte nach Bauteiltypologien. Es macht wenig Sinn, darauf zusätzlich detaillierte Kenngrößen aufzubauen und damit eine bessere Performance des Gebäudes zu suggerieren. Die häufige Forderung nach der Berücksichtigung von grauer Energie und dem Nachweis über private Gütesiegel wird insbesondere von Herstellerverbänden vorgetragen. Dabei stehen immer einzelne (zumeist die eigenen) Bauprodukte oder das eigene Zertifizierungsinstitut im Blick. Das ist aber weder technologieoffen noch ziel führend. Grundsätzlich müssen wir zu einer Lebenszyklusbetrachtung des Gesamtgebäudes kommen.

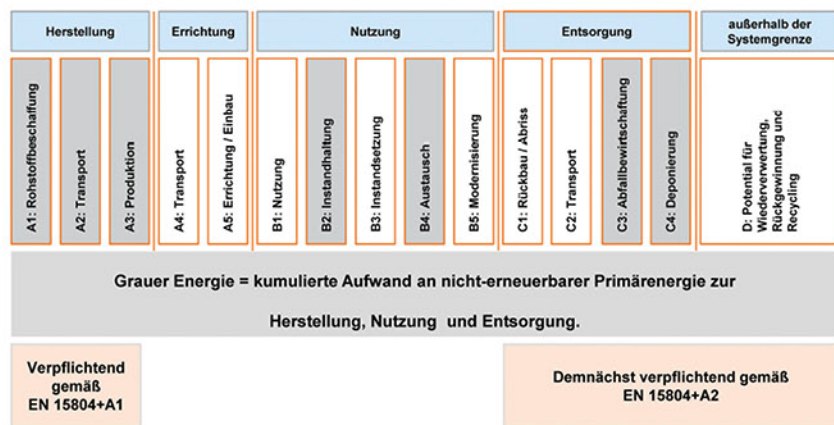
Das neue Gebäudeenergiegesetz könnte diese Aspekte aufgreifen. Dafür brauchen wir aber barrierefrei verfügbare Werkzeuge und vor allem Benchmarks, die wirkliche Unterschiede machen. CO₂-Äquivalente erfassen nicht alle Umweltwirkungen.

Was bringt uns der zusätzliche Aufwand, wenn es sich um Gebäude mit der gleichen energetischen Performance handelt? Helfen kann es, im GEG oder den staatlichen Förderprogrammen Randbedingungen zu definieren, die auch ohne hochkomplexe Nachweise den Ressourcenverbrauch im Lebenszyklus begrenzen. GRE und DEN haben in ihren jeweiligen Stellungnahmen dazu Vorschläge eingebracht.



1 Die Bilanzgrenzen der EnEV sind enger gesetzt als die Betrachtung der grauen Energie.

Lebenswegphasen und -module



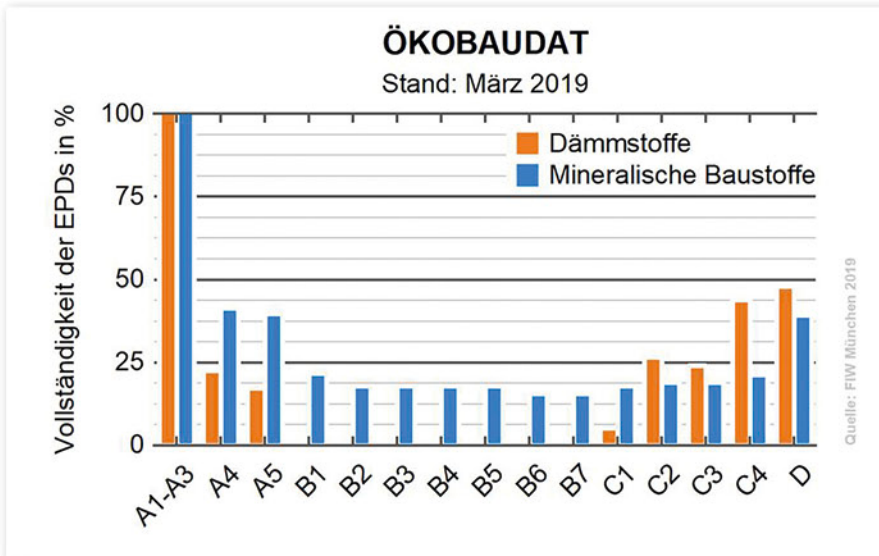
2 Die vollständige Ökobilanz nach DIN 15804 untergliedert sich in die vier Phasen Herstellung, Errichtung, Nutzung und Entsorgung.

Ganz grundsätzlich kann eine steuerfinanzierte Förderung oder das Ordnungsrecht natürlich nicht auf kostenpflichtige Gütesiegel abstellen. Sehr wohl aber können allgemeine Anforderungen definiert werden. Erfüllen Qualitätssiegel des Marktes diese Kriterien, dann sollten sie natürlich als Nachweis akzeptiert werden. Hier gibt es durchaus gute Beispiele für wirksame freiwillige Systeme wie z.B. NAWARO Siegel der Wohnungswirtschaft.

Schon lange fördert der Bund im CO₂-Gebäudesanierungsprogramm die Erstellung von Nachhaltigkeitszertifikaten. Nur reichen leider die verfügbaren Summen nicht aus, um die damit verbundenen Kosten zu decken. Solange es sich dabei mehrheitlich um private Zertifikate handelt, ist eine Erhöhung der Fördersumme aus Steuermitteln hoch komplex, u.a. wegen beihilferechtlicher Aspekte. Die Forderung, einfach in Förderprogrammen auf private Gütesiegel abzustellen, ist deshalb nur auf den ersten Blick eine Lösung für klimaverträglichere Gebäude. In Wahrheit ist das reines Marketing.

Es gibt unterschiedliche Ansätze mit unterschiedlichen Ergebnissen zur Ermittlung von grauer Energie. Wie könnte man zu einem gemeinsamen Ansatz finden, der dann in Vorschriften und Förderungen zugrunde gelegt werden kann?

Bild: FfW München



3 Die normativen Verfahren zur Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs) sehen nur eine Ausweisung der Bilanzgrenzen A1–A3 verpflichtend vor.

Klempnow: Dafür muss ein verbindliches System entwickelt werden, das nicht mit hohen Jahresnutzungsgebühren und jahrelanger Zusatzqualifizierung verbunden ist. Die Schweizer sind uns da ein gutes Stück voraus und berücksichtigen in ihren Gebäuden sogar einen Mobilitätsindex. Das eLCA-Tool des BBSR (in der Mehrheit der Energieberatungssoftware implementiert) erfasst beispielsweise nur die Teile die energetisch relevante Gebäudehülle. Das kann hilfreich sein um Konstruktionen der Gebäudehülle zu vergleichen und zu optimieren. Da steckt aber kein großes Potential drin, wie diverse Studien aufzeigen. Zusätzlich können im eLCA Innenbauteile, Keller etc. erfasst werden. Das bedeutet zusätzlichen Aufwand. Außerdem setzt es eine umfassende Baubegleitung voraus – schließlich muss das fertiggestellte und nicht das geplante Gebäude beurteilt werden. eLCA erfasst auch nicht die graue Energie der Anlagentechnik. Im Bestand müssten wir mit Annahmen rechnen und uns die Frage stellen: Was hat das Ergebnis für einen praktischen Nutzen? Denn das Bauwerk ist bereits errichtet. Grundsätzlich bedeutet die Berücksichtigung grauer Energie – wie schon von Prof. Holm erwähnt, eine Ausweitung der Bilanzgrenzen. Dafür müssen Planungsprozesse anders organisiert werden. Üblicherweise steht der Entwurf bereits, wenn die energetische Bilanzierung erfolgt. Büros, denen nachhaltiges Bauen wichtig ist, arbeiten längst in interdisziplinären Teams und binden frühzeitig kompetente Energieberater ein. Wir sind in der Praxis viel weiter als uns die Politik Glauben macht.

Ganz konkret haben GRE und DEN gemeinsam ein Pilotprojekt vorgeschlagen, bei dem mögliche Benchmarks für eine Förderung bzw. das Ordnungsrecht untersucht werden können. Bis dahin ist der Bund gut be-

Mit grauer Energie wird der kumulierte Aufwand an nicht-erneuerbarer Primärenergie zur Herstellung und Entsorgung eines Baustoffes bezeichnet.

raten, freiwillige Systeme zu unterstützen und seiner eigenen Vorbildwirkung gerecht zu werden. Das BNB-System ist das weitestgehende System der Nachhaltigkeitsbewertung und sollte entsprechend entwickelt werden.

Sicherlich kann auch die über das eLCA-Tool des BBSR bewertete Gebäudehülle ein Förderkriterium sein. Aber auch hier braucht man Benchmarks, die ambitionierte Standards beschreiben. Bisher verweisen Studien darauf, dass es bei gleichem energetischem Niveau kaum Unterschiede gibt.

Mit welchen Argumenten oder Anreizen können heutzutage Energieberater schon mit Kunden über graue Energie sprechen?

Klempnow: Als unabhängige und neutrale Berater schulden wir unseren Bauherren ein sicheres und dauerhaftes Ge-

bäude, das ihren Anforderungen und Bedürfnissen gerecht wird und die Belange der Schutzgüter entsprechend der Bauordnung berücksichtigt. Die Auswahl von Bauweisen muss dabei mehr berücksichtigen als die Performance einzelner Bauprodukte. Ressourcenschonendes Bauen und Sanieren beginnt beim Entwurf und ist grundsätzlich eine Gemeinschaftsaufgabe. Die Erstellung von Sanierungsfahrplänen für Bestandsgebäude ist z.B. eine Möglichkeit, gemeinsam mit den Bauherren ein Konzept zu entwickeln, das möglichst ressourcenschonendes Bauen erlaubt. Gerade öffentliche Auftraggeber haben eine Vorbildfunktion, und vielen ist das auch bewusst. Das zeigen diverse Anstrengungen, Nachhaltigkeitsaspekte, deren Teilaspekt die graue Energie ist, insbesondere in Vergabekriterien zu formulieren. Im Privatkundenbereich sind individuelle Anforderungen Anlass für Hinweise zu alternativen Bauweisen oder Produkten, wobei wir als Berater natürlich keine konkreten Produkte empfehlen, sondern die notwendigen Eigenschaften definieren und auf Qualitätssicherungssysteme verweisen. Bauherren tun viel für die Nutzung grauer Energie, wenn sie ein Bestandsgebäude sanieren. Das verdeutlichen wir schon in unserer Arbeit. Der ganzheitliche Blick auf die Potentiale des Gebäudes schließt graue Energie grundsätzlich ein. Am Ende überzeugen gelungene Projekte und zufriedene Bauherren. Taten statt Worte.

Herr Roswag-Klinge, die Optimierung des Einsatzes von grauer Energie beginnt bereits im Entwurf. Wo sehen Sie im Gebäudebereich hier Ansatzpunkte?

Roswag-Klinge: Um die zu investierenden Ressourcen langfristig nutzen zu können, sollten Gebäude reversibel konzipiert und gebaut werden, um Bauelemente und Baustoffe mit möglichst geringem Aufwand in der Nutzung zu behalten und Bauabfälle zu vermeiden. Zielführend sind gesteckte und verschraubte Verbindungen sowie möglichst monolithische Elemente, die nicht verklebt sind.

Ich sehe außerdem ein generelles Potential, das weit über den Wohnungsbau hinausgeht: in der Redukti-

on der Flächen pro Nutzungseinheit, also der Reduktion des Konsums. Wenn wir z.B. im Bürobau von Einzelbüros zu modernen Gruppenbüros umstellen, können bis zu 30% der Flächen eingespart werden. Im Wohnungsbau sollte das Ziel sein, die Flächen pro Kopf von aktuell im Mittel 47 m² nicht noch zu steigern, sondern signifikant zu reduzieren. In unseren Wohnungsbauprojekten streben wir im Mittel 25 m²/Person an, was den Ressourcenbedarf und die Mietkosten pro Person signifikant reduziert. Jeder Quadratmeter Gebäude, den wir nicht bauen, führt zu einer Reduktion des Ressourceneinsatzes und somit auch der Verringerung im Bereich der grauen Energie.

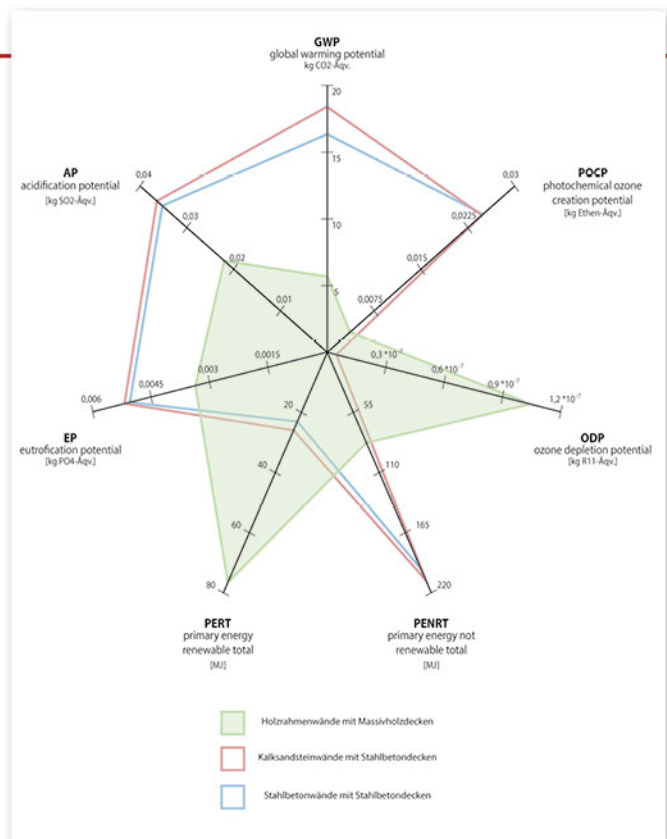
Leider wird auch in der Gliederung der Fassaden und beim Einsatz von Glas sehr oft nicht auf Ressourceneffizienz oder Anpassung an den Klimawandel gesetzt. Ein zu hoher Glasanteil reduziert den Komfort des Gebäudes, was nur mit technischen Anlagen zu kompensieren ist. Ein ressourceneffizientes Gebäude passt sich seinen klimatischen Bedingungen über seine Außenhaut an. Gerade wenn wir an Low-Tech-Gebäude mit klimaaktiven, diffusionsoffenen, feuchtesteuernenden Naturbauelementen denken, brauchen wir opake Anteile an der Außenwand für ein stabiles Raumklima, um dann auf mechanische Anlagen verzichten zu können.

Was umfasst die Beurteilung der grauen Energie, was der primärenergetische Ansatz der EnEV bisher nicht berücksichtigt?

Roswag-Klinge: Die Primärenergie, also der Q_p-Wert nach EnEV, betrachtet nur die nicht erneuerbare Energie im Betrieb wie z.B. Öl und Gas. Er lässt außer Betracht, dass die erneuerbare Energie auch nicht endlos zur Verfügung steht und zudem nicht komplett ressourcenfrei oder ohne Eingriff in die Natur zur Verfügung gestellt werden kann. Beides muss aber angemessen reduziert bzw. geringgehalten werden. Die graue Energie beschreibt die für die Errichtung des Gebäudes aufgewendeten fossilen Ressourcen, also Stahlbeton, Glas, Aluminium, Kunststoffe etc. jenseits von erneuerbaren natürlichen Baustoffen wie Holz, Naturfaserdämmstoffen, Lehm etc. Die graue Energie wird im Rahmen der EnEV nicht betrachtet, sondern über eine Lebenszyklusanalyse (LCA) bewertet. Der Kennwert CO₂-Äquivalent macht die unterschiedlichen Ressourcennutzungen vergleichbar, vernachlässigt aber viele Wirkungen auf unsere Umwelt und die zunehmende Verknappung einzelner Ressourcen wie seltener Erden oder auch von Massengütern wie z.B. Sand. In diesem Sinne ist die Lebenszyklusanalyse ein wichtiger Schritt, um zukünftig Ressourcen ihren Anforderungen angemessen einzusetzen. Nicht erneuerbare Ressourcen mit einem großen ökologischen Fußabdruck sollten so weit wie möglich durch regenerative Ressourcen ersetzt werden (Abb. 4).

Wie ist die Verhältnismäßigkeit der eingesetzten grauen Energie zu der Heizenergie heutzutage bei Neubauten? Wie sieht es bei Bestandsbauten aus (Sanierung, Erweiterung, etc.)?

Roswag-Klinge: Je nach Gebäudetyp und Nutzungsform kann der Anteil der grauen Energie bei energetisch optimierten Neubauten zwischen 30% und 50% der aufgewendeten Ressourcen liegen. Die primärenergetische Seite im Betrieb lässt sich durch heutige Technik und Nutzung regenerativer Quellen weitgehend reduzieren. Die Reduktion der grauen Energie ist hingegen viel komplexer, da fossile Baustoffe substituiert,



4 Ökologischer Fußabdruck verschiedener Wandkonstruktionen im Vergleich

Bild: Masterarbeit TU Berlin Eve Neumann / Betreuung Roswag-Klinge

also gegen Baustoffe mit kleinerem Fußabdruck ausgetauscht werden müssten. Auch wenn man – wie von Herrmann Kaufmann berechnet – alle Gebäude in EU-Europa aus Holz errichten würde, verbleiben die erdberührenden Bauteile in Beton, die, insbesondere wenn es sich um Keller handelt, einen wesentlichen Anteil des Ressourcenbedarfs der Gebäude ausmachen und kaum substituiert werden können.

Im Bestand ist die graue Energie oder Ressource ja schon investiert, sollte also so lange wie möglich erhalten werden. Aus diesem Grunde sollte der Abbruch von bestehenden Gebäuden verboten und nur in sehr begründeten Fällen genehmigt werden. Vielmehr sollte man mit dem Bestand kreativ umgehen, ihn energetisch optimieren und an heutige Nutzungsanforderungen anpassen. Wo möglich sollte der Bestand ergänzt und aufgestockt werden, um bestehende Infrastruktur zu nutzen und der fortschreitenden Versiegelung vorzubeugen.

Da ein Großteil der Ressourcen für das Tragwerk, also den Rohbau, aufgewendet wird, sollten die baulichen Strukturen so flexibel und umnutzbar wie möglich gestaltet werden. Skelettbauten eignen sich hier viel besser als Schottenbauten oder die aktuell wieder in Mode kommenden 3D-Module oder Raumzellen, die unflexibel sind und zudem nicht sonderlich effizient mit dem Einsatz von Material umgehen. Im Hochschulkontext erforschen wir aktuell in unseren Entwurfsstudios eher bauliche Infrastrukturen für wandelfähige Nutzungsformen als unikate Architekturen. Hier ist das Ziel, quasi endlos nutzbare Rohbauten zu entwerfen in denen sich über einen wandelfähigen Ausbau diverse Nutzungen etablieren und verändern können. ■

Vielen Dank!

Vertiefende Informationen finden Sie in den Vorträgen des 1. KfW-DEN-GRE-Forums unter <http://bit.ly/kfwdengre>