



KARLSRUHE 2015

DIE STADT NEU SEHEN



INTERNATIONALES SYMPOSIUM

BEGLEITDOKUMENTATION

BRIAN CODY

Energieeffizienz versus Energieverbrauch

Professor Brian Cody ist Universitätsprofessor an der technischen Universität Graz und leitet das Institut für Gebäude und Energie. Sein Schwerpunkt in Forschung, Lehre und Praxis gilt der Maximierung der Energieeffizienz von Gebäuden und Städten. Vor dem Ruf nach Graz war er Associate Director des weltweit operierenden Ingenieurbüros Arup sowie Design Leader und Business Development Leader der deutschen Tochtergesellschaft, Arup GmbH. Er ist weiterhin als wissenschaftlicher Berater für Arup tätig. Professor Cody ist Mitglied in zahlreichen Beiräten und Preisgerichten und Gastprofessor an der Universität für Angewandte Kunst in Wien.



Einleitung

Es gibt mindestens vier Gründe, weshalb wir die Energieeffizienz unserer Gesellschaft dringend und in enormen Maße erhöhen müssen: die sich abzeichnenden Erschöpfung der fossilen Energieressourcen, die Notwendigkeit der drastischen Reduzierung der durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen verursachten ökologischen Probleme, die Notwendigkeit der massiven Eindämmung des bevorstehenden Klimawandels und die immer häufiger zu Tage tretenden geopolitischen Probleme, die sich aus der Unsicherheit der zukünftigen Energieversorgung ergeben. Der Weltenergiebedarf kann in folgende drei grobe Kategorien eingeteilt werden: Gebäude, Verkehr und Industrie. Die ersten zwei

Kategorien sind für schätzungsweise 75% des weltweiten Gesamtenergiebedarfs verantwortlich und werden durch Architektur und Urban Design direkt beeinflusst. Neben dem Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energiequellen ist das zentrale Thema zur Lösung der o.a. anstehenden Probleme die Maximierung der Energieeffizienz. Was ist jedoch Energieeffizienz?

Missverständnisse

Der Begriff „Energieeffizienz“ ist heute in allem Munde, wird jedoch leider häufig missverstanden, missbraucht und mit Begriffen wie „Energiebedarf“ und „Energieverbrauch“ verwechselt, vor allem im Bausektor, wo niedriger Energieverbrauch oft mit einer hohen Energieeffizienz gleichgesetzt wird und statt in die Maximierung der Energieeffizienz der Schwerpunkt von Forschung und Praxis in eine maximale Senkung des Energieverbrauchs gelegt wird. Dieses Missverständnis ist grundlegend und muss umgehend aufgeklärt werden, um zukünftige Fehlentwicklungen zu vermeiden. Die Maximierung der Energieeffizienz ist mehr als die Minimierung des Energieverbrauchs. Energieeffizienz impliziert Leistung und ist das Verhältnis zwischen Output (Nutzen) und Input (Ressourcen). Es geht darum, welchen Nutzen man aus der „verbrauchten“ Energie zieht.

Im Zusammenhang mit der thermischen Leistung von Gebäuden ist die Energieeffizienz als Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas und der Quantität des Energieverbrauchs zu begreifen. Derzeit gültige Instrumente zur Regulierung der Energieeffizienz von Gebäuden, einschließlich der neuen EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und insbesondere der in den einzelnen Mitgliedsstaaten entwickelten Methoden zur Bestimmung und Bewertung der energetischen Leistung von Gebäuden entsprechend der genannten Richtlinie, behandeln jedoch nur den Energiebedarf und nicht die Energieeffizienz. An meinem Institut haben wir die BEEP-Methode entwickelt, mit der die tatsächliche Energieeffizienz eines Gebäudes festgestellt werden kann, so dass verschie-

dene Entwurfs Optionen wirklich miteinander verglichen werden können (Abb. 1). Energieeffizienz bedeutet in diesem Zusammenhang das Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas eines Gebäudes einerseits und der Energie, die aufgewendet werden muss, um dieses Raumklima aufrecht zu erhalten andererseits. BEEP berücksichtigt den wechselseitigen Zusammenhang zwischen Energiebedarf und Raumklima und der berechnete BEEP-Wert ist ein Indikator für die gesamte *Building Energy and Environmental Performance* eines Gebäudes. Ergebnisse von Fallbeispielen, die mit dieser Methode untersucht wurden, zeigen eindeutig, dass niedriger Energieverbrauch mit einer hohen Energieeffizienz nicht gleichgesetzt werden kann. Ein zweites, hauptsächlich in Mittel- und Nordeuropa

vorherrschendes Missverständnis ist die Fokussierung auf Heizenergie. Dies hat vermutlich mit dem kulturellen Hintergrund zu tun, dass Menschen eine subtropische Spezies sind und jene, die in Regionen wie Mittel- und Nordeuropa mit seinem während eines Großteils des Jahres relativ kalten Klima vordringen, in der Vergangenheit hauptsächlich mit dem Heizen von Innenräumen zu Wohnzwecken beschäftigt waren. Das beherrscht unser Denken noch heute, obwohl es mit der Realität von Gebäuden, die wir heute brauchen und verwenden, wenig zu tun hat. Moderne Gebäude müssen nicht nur beheizt, sondern auch künstlich beleuchtet, belüftet und immer häufiger gekühlt werden. Das hat nur teilweise mit den verwendeten Architekturkonzepten zu tun und ergibt sich weitgehend aus den

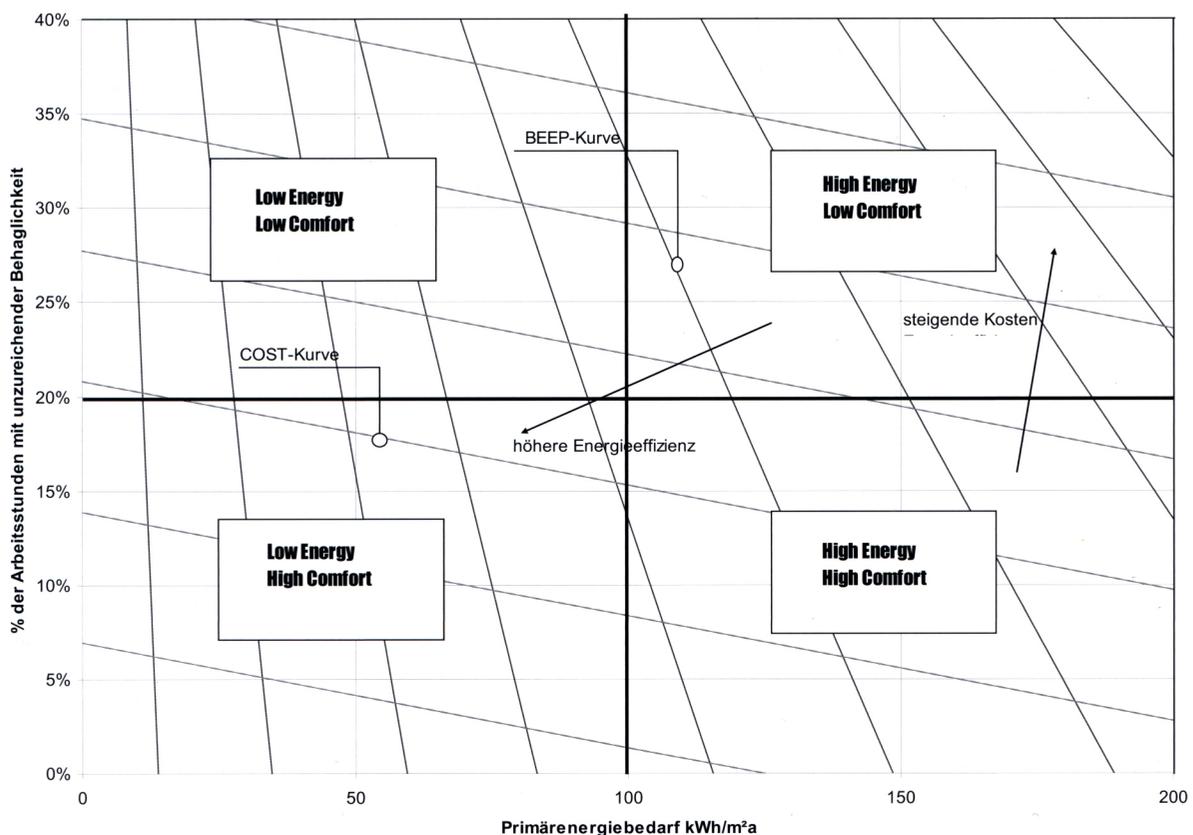


Abb. 1



veränderten Anforderungen an modernen Nutzungen. In einem modernen Bürogebäude macht die Heizenergie nur einen Bruchteil des Gesamtenergieverbrauchs des Gebäudes aus.

Ein drittes Missverständnis im derzeitigen Diskurs besteht darin, dass Quantitäten im Vordergrund stehen und Qualitäten vernachlässigt werden. Es ist jedoch wichtig, nicht nur die Menge der in einem spezifischen Prozess „verbrauchten“ Energie, sondern auch die Qualität dieser Energiemenge zu betrachten. Dies hat mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik und Entropie zu tun; die einzige Größe in der Naturwissenschaft, welche die Richtung der Zeit berücksichtigt. Ein Forschungsprojekt an meinem Institut hat gezeigt, dass mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnungssystemen, die in vielen europäischen Ländern verwendet werden, mit dem Ziel Energie zu sparen, in den meisten Fällen kontraproduktiv sind, weil die eingesparte Wärmeenergie durch die für den Betrieb der mechanischen Lüftungsanlagen aufgewendete elektrische Energie mehr als aufgewogen wird, wenn die Qualität der involvierten Energiemengen berücksichtigt wird.

Ein viertes Missverständnis ist, dass im Vergleich verschiedener alternativer Lösungen im baulichen Kontext oft nur die Energieeffizienz im Betrieb berücksichtigt wird. Wir müssen dabei viel holistischer denken; auch die Herstellung, die Errichtung und die Entsorgung eines Gebäudes müssen berücksichtigt werden. Im Rahmen eines Forschungsprojekts haben wir beispielsweise gezeigt, dass die Verwendung doppelschaliger Fassaden zur Verbesserung der Energieeffizienz bei vielen der untersuchten Fallstudien eine energetische Amortisationszeit von ca. 25 Jahren aufweist; dabei ist der wirtschaftliche Amortisierungszeitraum wesentlich länger.

Unabhängig von diesen grundlegenden Missverständnissen wird leider die Frage der Energieeffizienz im Gebäudesektor auch sonst von einem sehr engen Blickwinkel betrachtet. Es ist wichtig zu erkennen, dass die Betrachtung von Energieeffizienz auch über die Gebäudeebene hinaus und in die Stadt hineingehen

muss. Der Ausgangspunkt für eine hohe Energieeffizienz ist die Stadtplanung, nicht das einzelne Gebäude. Auch ein Gebäude mit der höchsten Energieeffizienz der Welt ist relativ ineffektiv, wenn es nicht in eine energieeffiziente städtische Struktur eingebunden ist. Die Betrachtung des Gesamtsystems („Whole Systems Thinking“) ist stets erforderlich, wenn wir Fehlentwicklungen, von denen es heute genug schon gibt, vermeiden wollen.

Der zunehmende Tendenz in unseren Baugesetzen, Maßnahmen vorzuschreiben statt Leistung zu verlangen, sowie die Versuche, Lösungsansätze für komplexe Probleme auf einfache Rezepte zu reduzieren, ist sehr kritisch zu betrachten. Es ist wichtig, in Systemen zu denken und Gesamtkonzepte von einem holistischen Ansatz heraus zu entwickeln. Jüngste Fehlentwicklungen zeigen, welche Folgen einseitiges eindimensionales Denken haben können. Die sogenannten Niedrigenergie- oder Passivhauskonzepte im Wohnbau, die von den Massenmedien derzeit so hoch gelobt werden, sind ein klassisches Beispiel solcher Fehlentwicklungen. Der verminderte Verbrauch an niederwertiger Heizenergie während des Betriebs steht in keinem Verhältnis zum notwendigen Ressourceninput (Flächenineffizienz, Herstellungsenenergetischer Aufwand (Wärmedämmung, Dreifachverglasung, mechanischer Lüftungsanlagen), Verschiebung von niederwertiger Energiequellen (Raumwärme) zu höherwertigen Energiequellen (Strom)).

Energieeffizienzsteigerung – Lösungsansätze

Das Thema darf nicht als Problem begriffen werden, das zu einer Einschränkung der gestalterischen Freiheit führt, sondern vielmehr als Herausforderung, die zu einer neuen architektonischen Qualität führen kann. Energieeffiziente Architektur ist als Triade aus minimiertem Energieverbrauch, optimalem Raumklima und hervoragender architektonischer Qualität zu begreifen. Wie oben erläutert ist es möglich mittels der BEEP-Methode die ersten zwei Parameter zu kombinieren und objektiv zu ermitteln. Der dritte Parameter kann und muss ebenfalls evaluiert werden; natürlich jedoch

nicht mit einer Zahl. Gerade dieser Aspekt hat im Namen des sogenannten energiesparenden Bauens in den letzten Jahren gelitten und dies ist eine Entwicklung, die wir uns nicht leisten können. Wenn man den Begriff der nachhaltigen Entwicklung ernst nimmt, muss man einsehen, dass mit einer solchen Entwicklung ein Verlust an der architektonischen Qualität unserer gebauten Umwelt nicht einhergehen darf. Eine zentrale Fragestellung unserer Forschung heißt „Form follows Energy“ und befasst sich mit der Beziehung zwischen der Energieeffizienz von Gebäuden und deren Form; Form im Sinne von Formsprache; das äußere Erscheinungsbild eines Gebäudes im Allgemeinen und die architektonischen Elemente und Ausdrucksmittel, die dieses bestimmen. Form jedoch auch im Sinne der geo-

metrischen Konfiguration des physikalischen Objekts „Gebäude“ bzw. des physikalischen Gebildes „Stadt“. Finden die vielseitigen Aspekte der Energieeffizienz im Formfindungs-, beziehungsweise Entwurfsprozess Berücksichtigung, ergeben sich neue Formsprachen und neue Formen in der Architektur.

Auf der Gebäudeebene arbeiten wir in Forschung und Praxis an Konzepten für die natürliche Lüftung von hohen Gebäuden, anpassungsfähige dynamische Gebäudehüllen, energieeffiziente Fassaden-, Lüftungs- und Gebäudetechniksysteme, Konzepte für nutzungs-offene Architektur und vieles mehr. Auf der städtebaulichen Ebene führen wir etwa Studien zum optimalen Maß der Verdichtung durch, unter Berücksichtigung der energetischen Strukturen des Gesamtsystems

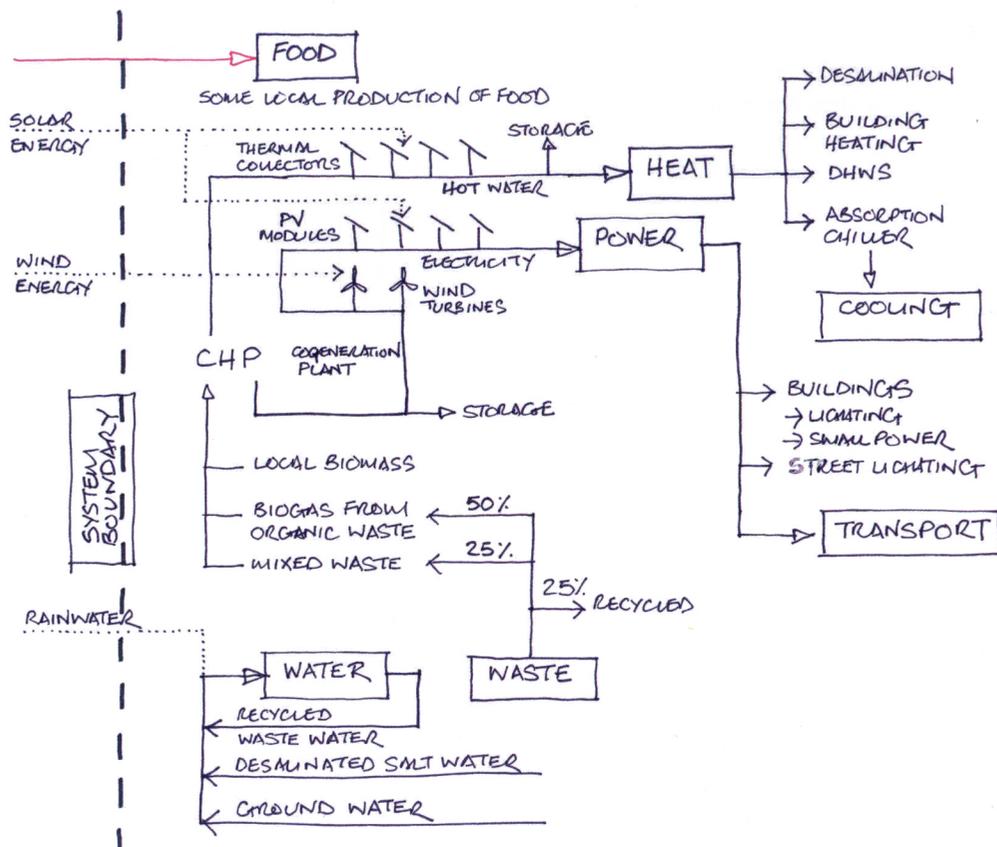


Abb. 2

(Herstellung und Betrieb von Gebäuden, Infrastruktur, Verkehr) und untersuchen das Potential geeigneter Konfigurationen von Gruppierungen hoher vertikaler Strukturen für eine nachhaltigen Erhöhung urbaner Dichte und Erhöhung der Energieeffizienz des Systems „Stadt“.

Bei der Entwicklung zukünftiger Stadtplanungen gilt es Synergien durch die Vernetzung von Gebäude- und Verkehrssystemen auszuloten. In einem Projekt an der Adriaküste haben wir ein umfassendes Energiekonzept für ein kohlenstoffneutrale Entwicklungsgebiet auf einer Halbinsel mit einer ca. 100 ha großen Fläche entwickelt. Der Energiebedarf des gesamten Entwicklungsgebiets einschließlich aller Gebäude und Fahrzeuge wird durch erneuerbare Energiequellen vor Ort gedeckt (Abb. 2). Wir schlagen ein integriertes Netzwerk aus Gebäuden und Fahrzeugen vor - ein Energy Grid. Das Verkehrssystem besteht aus Elektroautos, die mit durch erneuerbare Energie aufladbaren Batterien betrieben werden. Eine Kombination aus zentralen Anlagen und

dezentralen gebäudeintegrierten Systemen beliefern den Energieverbund mit erneuerbarer Energie. Gebäude und Fahrzeuge sind in diesem Energy Grid miteinander verbunden. Sowohl Gebäude als auch Autos können Energie aus dem Netz beziehen und in das Netz einspeisen (Abb.3).

Wenn man die energetischen Strukturen unserer Gesellschaft jedoch gründlich analysiert, wird einem klar, dass, obwohl Architektur und Urban Design eine dominierende Rolle hierin spielen und daher das theoretische Potential zur Veränderung enorm ist, all das, was wir zur Zeit unternehmen, und auch das, was bisher gedacht und von politischer Seite unterstützt wird, einen nicht wirklich bedeuteten Beitrag zur Gesamtlösung der anstehenden Probleme ausmachen kann. Es wird einem klar, dass wir im Grunde ganz anders vorgehen müssen. Wir müssen grundlegende strukturelle Änderungen vornehmen. Im Prinzip müssen wir die physischen und virtuellen Strukturen unserer Gesellschaft neu denken und umstrukturieren.

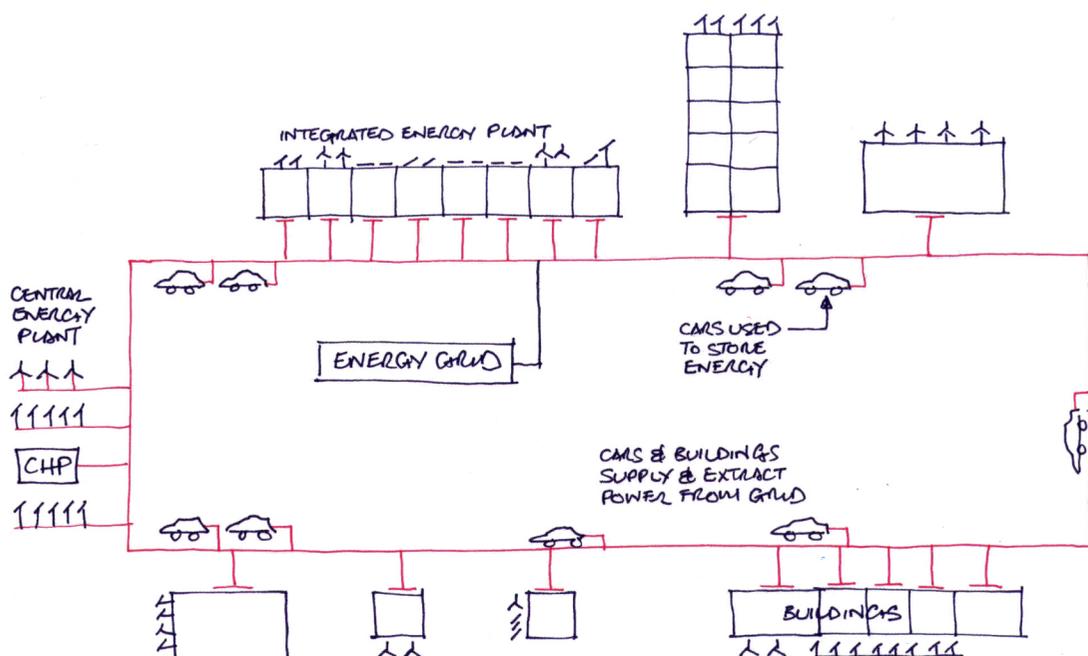


Abb. 3

Wir müssen das Gebilde „Stadt“ neu denken. In dieser Richtung gehen nun auch unsere Forschungen; wir arbeiten gerade an einem Forschungsprojekt zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Teleworking-Formen und der Gesamtenergieeffizienz der Gesellschaft, bei dem wir eine Neustrukturierung der physischen und virtuellen Infrastruktur der Gesellschaft (Gebäude, Verkehrs- und IT-Systeme) untersuchen, um das Potential zur gesellschaftlichen Gesamtenergieeffizienzsteigerung auszuloten. Bei diesen Untersuchungen bilden wir nicht die energetischen Strukturen von Gebäuden oder Städten ab, sondern die von typischen Dienstleistungsunternehmen, welche wiederum aus Gebäuden, Verkehrswegen und IT-Netzen bestehen.

Obwohl auch diese Arbeit nur den Anfang solcher Überlegungen darstellt, führt dieses Projekt bereits zu Konzepten, in denen neuartige Bürogebäude, die eher als Kommunikationszentren zu verstehen sind, und ganz andersartige Wohngebäude, die neben dem Wohnen ein vollwertiges Arbeiten ermöglichen; entweder physisch nebeneinander angeordnet oder aber durch technologische Lösungen so kombiniert, dass die unterschiedliche Nutzungen zu verschiedenen Zeitpunkten stattfinden. Eine Verdichtung nicht nur in räumlicher sondern auch in zeitlicher Dimension. Und mit einer virtuellen digitalisierter Verdichtung überlagert. Verkehrsmittel, die neben dem Weiterkommen von A nach B andere Funktionen unterstützen; Essen, Freizeit, Arbeiten. Obwohl das alles jetzt schon zu einem bestimmten Grad passiert, wird das energetische Potential, das durch die neuen Möglichkeiten der Kommunikation und des Arbeitens sich auftut, in der physischen Infrastruktur unserer Gesellschaft nicht konsequent berücksichtigt und daher nicht ausgenutzt. Neue Strukturen bis hin zu uns noch als utopisch erscheinenden Strukturen sind denkbar: eine Stadt als dreidimensionale Gitterstruktur mit Räumen, die kurzfristig gemietet und genutzt werden. Treffen und assoziierten Verkehrswege, die über GPS-ähnliche Systeme koordiniert werden. Über die Koordinierung mittels eines digitalen Steuerungssystems wird sichergestellt, dass alle Gebäude

zu einem Höchstgrad ausgenutzt werden. Gebäude als höchst adaptive Strukturen, die sich in Echtzeit den notwendigen Anforderungen anpassen können. Man lebt für einen bestimmten Zeitpunkt an einem Punkt, bevor man zu nächstem sich fortbewegt. Man besitzt nur das Minimum, nutzt jedoch so viel wie man will. Die Existenz des Menschen als Sammler, wohl aber nicht als Jäger, endlich vorbei. Auch solche Überlegungen sind im wahrsten Sinne „Form follows Energy“.



Weiterführende Literatur:

1. Cody, B., "Building Energy and Environmental Performance tool BEEP, Entwicklung einer Methode zum Vergleich der tatsächlichen Energieeffizienz von Gebäuden", HLH Fachzeitschrift, Verein Deutscher Ingenieure, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, Januar 2008
2. Cody, B., „Die Stadt neu denken“, Zeno, Zeitschrift für nachhaltiges Bauen, Callway Verlag, 2/2009
3. Cody, B., „Form follows Energy“, GAM 02, Graz Architecture Magazine, "Design Science in Architecture", Fakultät für Architektur TU Graz (Hrsg.), 2005, Springer-Verlag, Wien, ISBN 1612-9482

Alle o.a. Forschungsprojekte wurden vom Autor und seinem Team am Institut für Gebäude und Energie an der Technischen Universität Graz durchgeführt. Die Energiekonzepte für die oben beschriebenen Projekte in der Praxis wurden vom Autor und seinem Team bei Arup entwickelt.

© für alle Zeichnungen: Brian Cody