

Form follows Energy

Beziehungen zwischen Architektur und Energie

Univ. Prof. Brian Cody BSc(Eng)Hons CEng MCIBSE

Institut für Gebäude und Energie, TU Graz, Rechbauerstrasse 12, A 8010 Graz

Tel. 0043 316 873 4751, brian.cody@tugraz.at, www.ige.tugraz.at

Angesichts der aktuellen hohen Medienpräsenz dürfte die Energiefrage der Mehrheit der Bevölkerung und nicht nur den Zuhörern dieses Fachkongresses hinreichend bekannt sein. Die dringende Notwendigkeit, die Energieeffizienz in unserer Gesellschaft drastisch zu erhöhen, ergibt sich zum einen aus der sich abzeichnenden Erschöpfung der fossilen Energieressourcen und zum anderen aus der Notwendigkeit, den vermeintlich bevorstehenden und durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen verursachten Klimawandel einzudämmen. Der Anteil an diesem Problem jedoch, welchen Gebäude, Architektur und Städtebau zu verantworten hat, ist dagegen wahrscheinlich den wenigsten wirklich bewusst. Gebäude sind für 50% des Weltenergieverbrauchs direkt verantwortlich. Nimmt man jedoch auch den Einfluss in Urban Design und Stadtplanung dazu, welcher sich im Verkehrsbedarf äußert, geht der Anteil weit darüber hinaus. Gebäude haben also einen großen Anteil am Problem und demzufolge, das Potential einen Grossteil der Lösung zu bilden - vorausgesetzt, man ergreift die Chance. Und es ist nicht allein unser Energieverbrauch, der nicht nachhaltig ist, sondern auch unser Verbrauch von Land ist keineswegs als nachhaltig zu bezeichnen. Auch hier sind Architektur und Städtebau gefordert, Lösungen zu entwickeln. Wenn man die Chance rechtzeitig ergreift, birgt auch die Lösung dieser Fragen meiner Ansicht nach ein großes Potential, die gesellschaftliche Relevanz der Architektur- und Ingenieurdisziplinen sowie des Bauwesens allgemein gegenüber dem heutigen Stand wesentlich zu erhöhen.

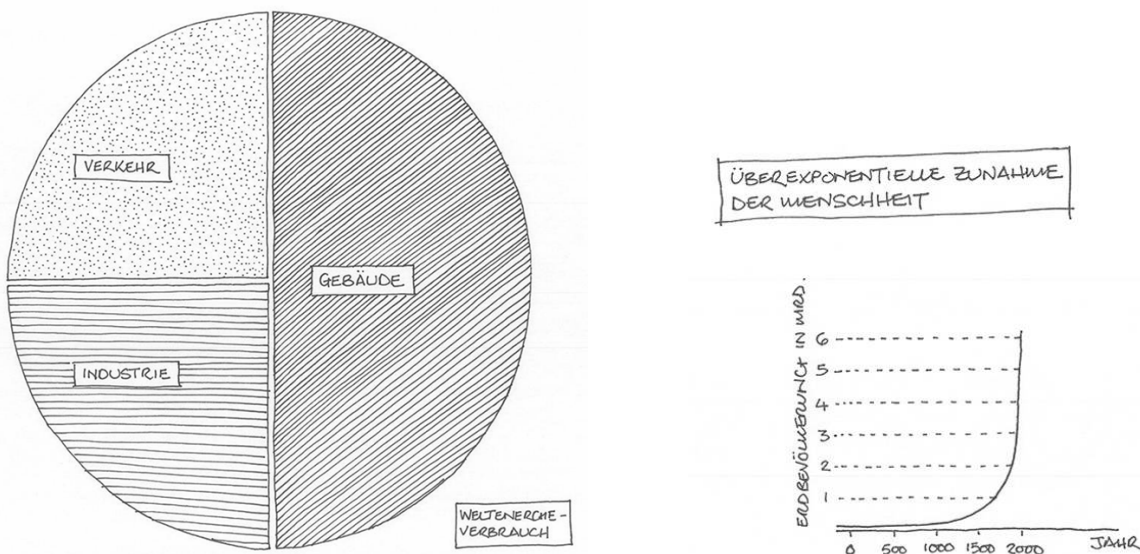


Bild 1. Weltenergieverbrauch und Bevölkerungswachstum

Mein Vortrag beschäftigt sich mit dem Begriff der Energieeffizienz und zwar mit vier grundlegenden Missverständnissen, welche die Diskussion über Energieeffizienz, insbesondere im Gebäudebereich, erschweren. Das erste hat mit der Definition des Begriffes selber zu tun. Alle reden heute von Energieeffizienz; Politiker, Wissenschaftler, die Medien und natürlich auch Architekten, Bauingenieure und Bauherrn. Gemeint wird jedoch in der Regel nicht Energieeffizienz sondern Energieverbrauch und dessen Senkung. Energieeffizienz ist jedoch etwas ganz anderes. Effizienz hat mit Performance bzw. Leistung zu tun. Sie ist das Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand. Die zentrale Frage dabei ist stets, welchen Nutzen man vom aufgewendeten Energieverbrauch hat. Im Kontext eines Gebäudes kann Energieeffizienz als Beziehung zwischen Raumklimaqualität und Energiebedarf begriffen werden. Die aktuellen Vorschriften und Gesetze jedoch, die sich mit der Energieeffizienz von Gebäuden befassen, einschließlich der neuen EU-Direktive über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und insbesondere die Methoden, welche derzeit in den verschiedenen Mitgliedsstaaten vorgeschlagen werden, um die Energieeffizienz von Gebäuden gemäß dieser Richtlinie zu berechnen, befassen sich lediglich mit Energiebedarf und nicht mit Energieeffizienz. An meinem Institut haben wir eine Methode (Building Energy and Environmental Performance tool BEEP) entwickelt, welche einen umfassenden Vergleich der tatsächlichen Energieeffizienz von verschiedenen Gebäudeoptionen ermöglicht. In dieser Methode wird Energieeffizienz definiert als das Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas und der Quantität der dem Gebäude zuzuführenden notwendigen Energiemenge, um dieses Raumklima aufrecht zu halten. Die vorgeschlagene Methode berücksichtigt den Zusammenhang zwischen Energiebedarf und Raumklima und der berechnete BEEP-Wert ist ein Indikator für die Gesamtpformance des Gebäudes hinsichtlich Energiebedarf und Raumklima. Ergebnisse von Fallstudien im Rahmen dieser Untersuchungen haben gezeigt, dass niedriger Energieverbrauch keinesfalls mit hoher Energieeffizienz gleichzusetzen ist.

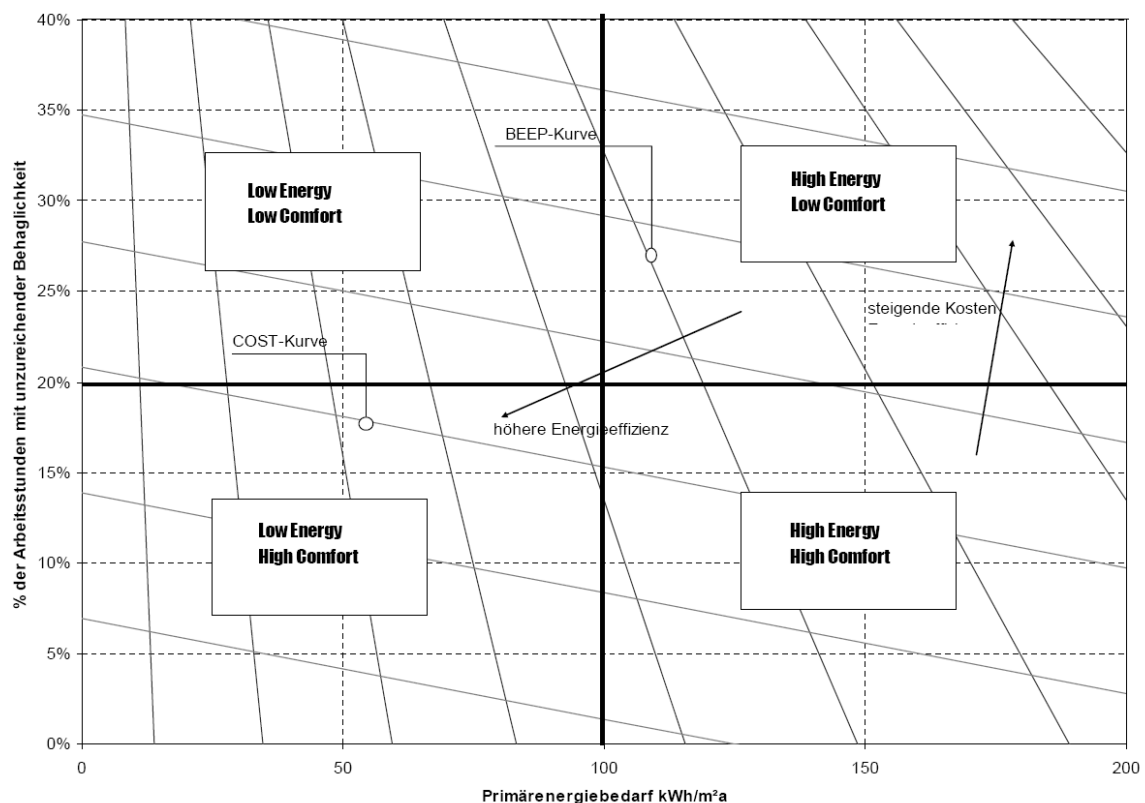


Bild 2. Building Energy and Environmental Performance BEEP-Chart

Ein zweites Missverständnis ist, dass wenn man vom Energieverbrauch von Gebäuden im Mittel- und Nordeuropa redet, meint man häufig den Heizenergieverbrauch. Dies ist sicherlich mit dem kulturellen Hintergrund zu erklären. Wir sind eine subtropische Spezies, welche ausgewandert und hier in eine Region angekommen war, die zumindest für die Hälfte des Jahres relativ kalt ist. Das klimatische Problem des Einzelnen bestand somit lange Zeit darin, die Hütte und später das Einfamilienhaus warm zu bekommen. Unser heutiges Denken wird offensichtlich immer noch von diesem Hintergrund geprägt. Genauso offensichtlich ist es jedoch, dass dieser Umstand mit den heutigen Gebäuden und deren Nutzungen bzw. Nutzeranforderungen nicht mehr viel zu tun hat. Unsere Gebäude müssen nicht nur geheizt sondern auch beleuchtet, belüftet und zunehmend gekühlt werden. Das heißt, wenn wir vom Energieverbrauch in Gebäuden reden, geht es hier nicht nur um den Energiebedarf für Heizung, sondern auch um Beleuchtung, Luftförderung und Kühlung. Heizung macht in einem modernen Bürogebäude lediglich zwischen 10% und 25% des Primärenergiebedarfs im Betrieb aus.

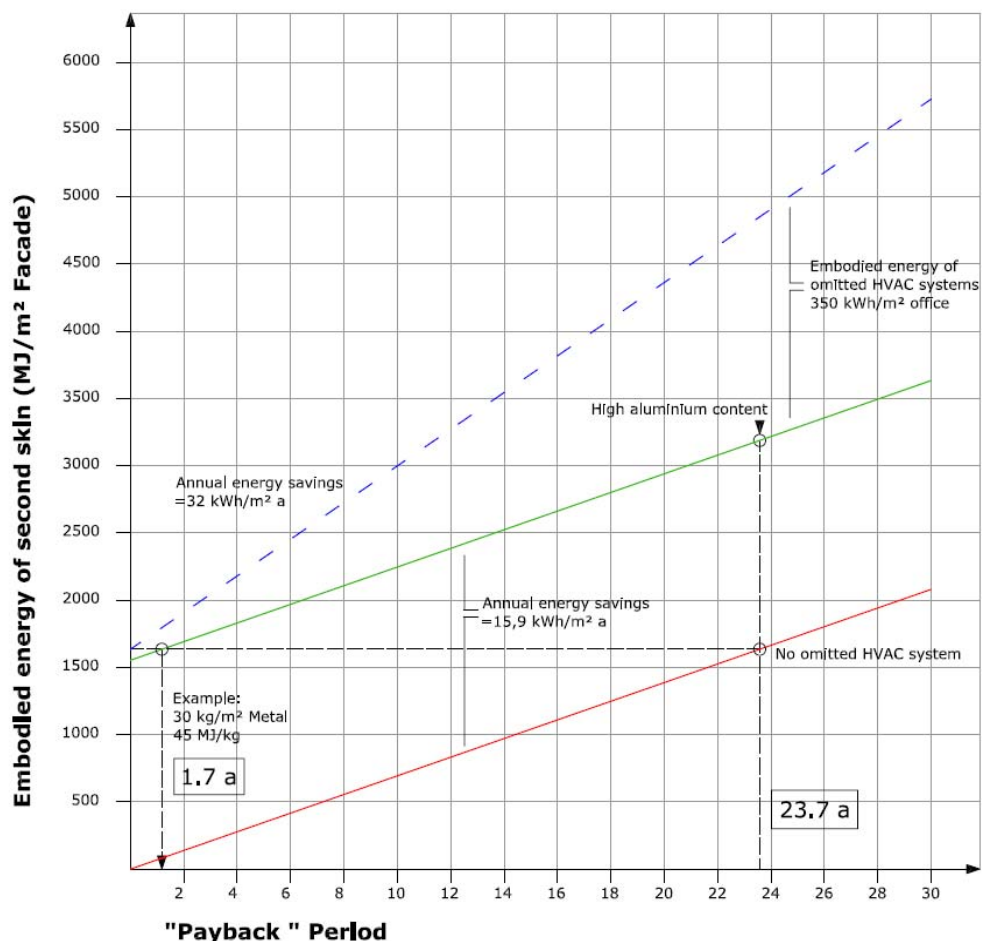


Bild 3. Energetische Amortisationszeiten von doppelschaligen Fassadensystemen

Das dritte Missverständnis in der aktuellen Diskussion ist, dass - wie so oft im Leben - zu viel über Quantitäten und nicht genug über die Qualitäten nachgedacht wird. Es ist jedoch wichtig, nicht nur über die Quantität sondern auch über die Qualität von „verbrauchten“ Energiemengen Gedanken zu machen. Wärmeenergie mit einer für eine Raumheizung

geeigneter Temperatur ist im Prinzip eine sehr niederwertige Energieform. Strom ist vergleichsweise eine sehr hochwertige Energieform. Diese Qualitätsdifferenz kann sehr leicht veranschaulicht werden, wenn man vor Augen führt, dass wir diesen Saal, in dem wir uns heute befinden, mit 30-gradigem Warmwasser mittels einer Flächenheizung problemlos auf die gewünschte Raumtemperatur erwärmen könnten. Mit dieser gleichen Energiequelle jedoch könnten wir natürlich weder die Motoren der Ventilatoren antreiben, die den Saal mit Luft versorgen noch die Leuchtkörper zum glühen bringen, um den Raum zu beleuchten. Wenn man also Energieverbräuche in Gebäuden vergleicht, muss man die Qualität der aufgewendeten Energiemengen berücksichtigen; Nutz- od. Endenergievergleiche sind daher wenig sinnvoll. Das Konzept der Exergie kann hier nützlich sein. Exergie bezeichnet den Anteil der Gesamtenergie eines Systems, der Arbeit verrichten kann, wenn er in das thermodynamische Gleichgewicht mit seiner Umgebung gebracht wird. Der Primärenergieverbrauch bzw. der CO₂-Ausstoß können auch in vielen Fällen einen sinnvollen Vergleich ermöglichen. In diesem Zusammenhang hat ein Forschungsprojekt an meinem Institut gezeigt, dass mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, so wie sie in vielen Ländern Europas mit dem Hintergrund des Energiesparens in Bürogebäuden eingebaut werden, häufig energetisch nicht sinnvoll sind, weil die eingesparte Wärmeenergie durch den Mehraufwand an elektrischer Energie mehr als ausgeglichen wird.

Beim vierten Missverständnis in der Diskussion handelt sich um die Tatsache, dass zu häufig beim Vergleich verschiedener Optionen ausschließlich die Energieeffizienz im Betrieb eines Gebäudes berücksichtigt wird. Wir müssen ganzheitlicher denken; wichtig ist ebenfalls der Energieverbrauch während der Herstellung und späteren Entsorgung des Gebäudes. Ein Forschungsprojekt über die Energieeffizienz von Doppelfassaden an unserem Institut hat beispielsweise gezeigt, dass bei vielen der realisierten Projekte mit doppelschaligen Fassaden ca. 25 Jahre verstreichen können bevor die zur Herstellung der zweiten Haut aufgewendete Energiemenge über die Energieersparnisse im Betrieb wieder hereingespielt wird. Auch die in den populären Medien so genannten Niedrigenergie- und Passivhauskonzepte im Wohnbaubereich sind unter diesem Gesichtspunkt hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz kritisch zu hinterfragen. Die Verwendung von elektrischer Energie für kontrollierte Lüftungsanlagen (s. oben) bei diesen Konzepten, mit der Intention, Wärmeenergie einzusparen, ist ebenfalls nicht unproblematisch. Energieeffizienz fängt in der Stadt an und nicht an einem Objekt. Auch das energieeffizienteste Objekt ist sinnlos, wenn es nicht in eine energieeffiziente Stadtstruktur eingebunden wird. Ein Forschungsprojekt am Institut beschäftigt sich beispielsweise mit dem möglichen Beitrag von Hochhäusern in der Erhöhung der urbanen Dichte von Städten. Ein anderes behandelt die Frage, wie man durch neue gebäudetechnische Konzepte die Energieeffizienz von Hochhäusern im betrieb und in der Herstellung maximieren kann. Ein großes Potential für die Energieeffizienz von Gebäuden steckt meiner Ansicht nach in weichen Faktoren wie Flexibilität und Adaptabilität. Flexible und anpassungsfähige Gebäudestrukturen, die verschiedene Nutzungen – beispielsweise Wohnen, Büros, Geschäfte - während des Lebens eines Gebäudes zulassen, könnten womöglich einen großen Beitrag leisten. Allerdings erfordert dies die Entwicklung von neuartigen Lösungen in der Form von nutzungs offenen bzw. nutzungsneutralen Architekturkonzepten.

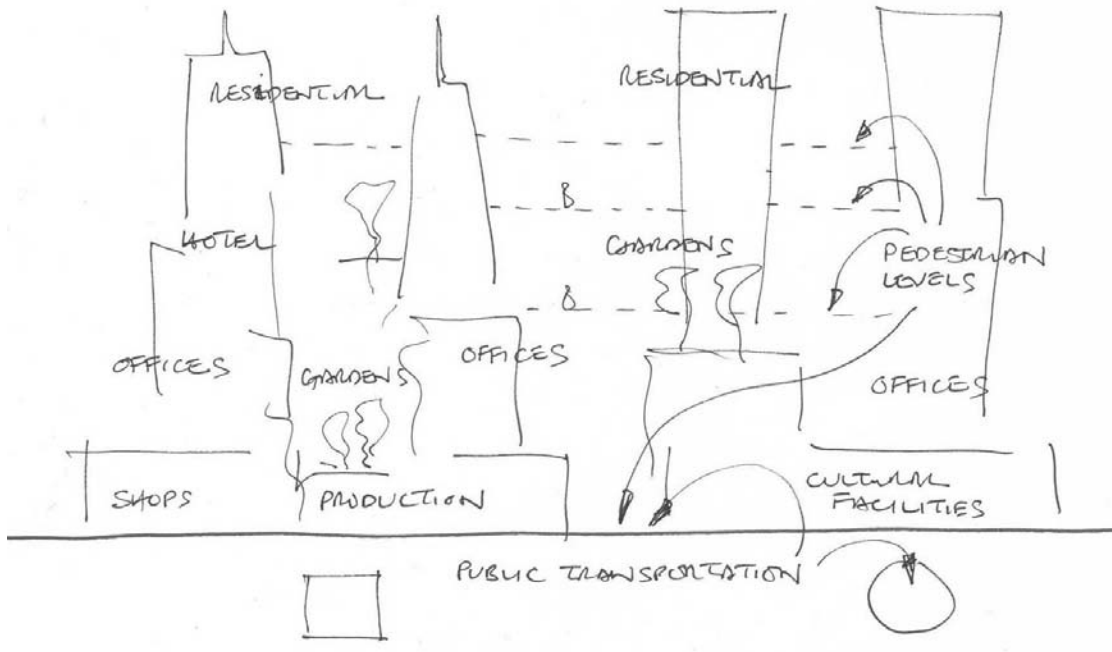


Bild 4. Vertikale Strukturen zur urbanen Verdichtung

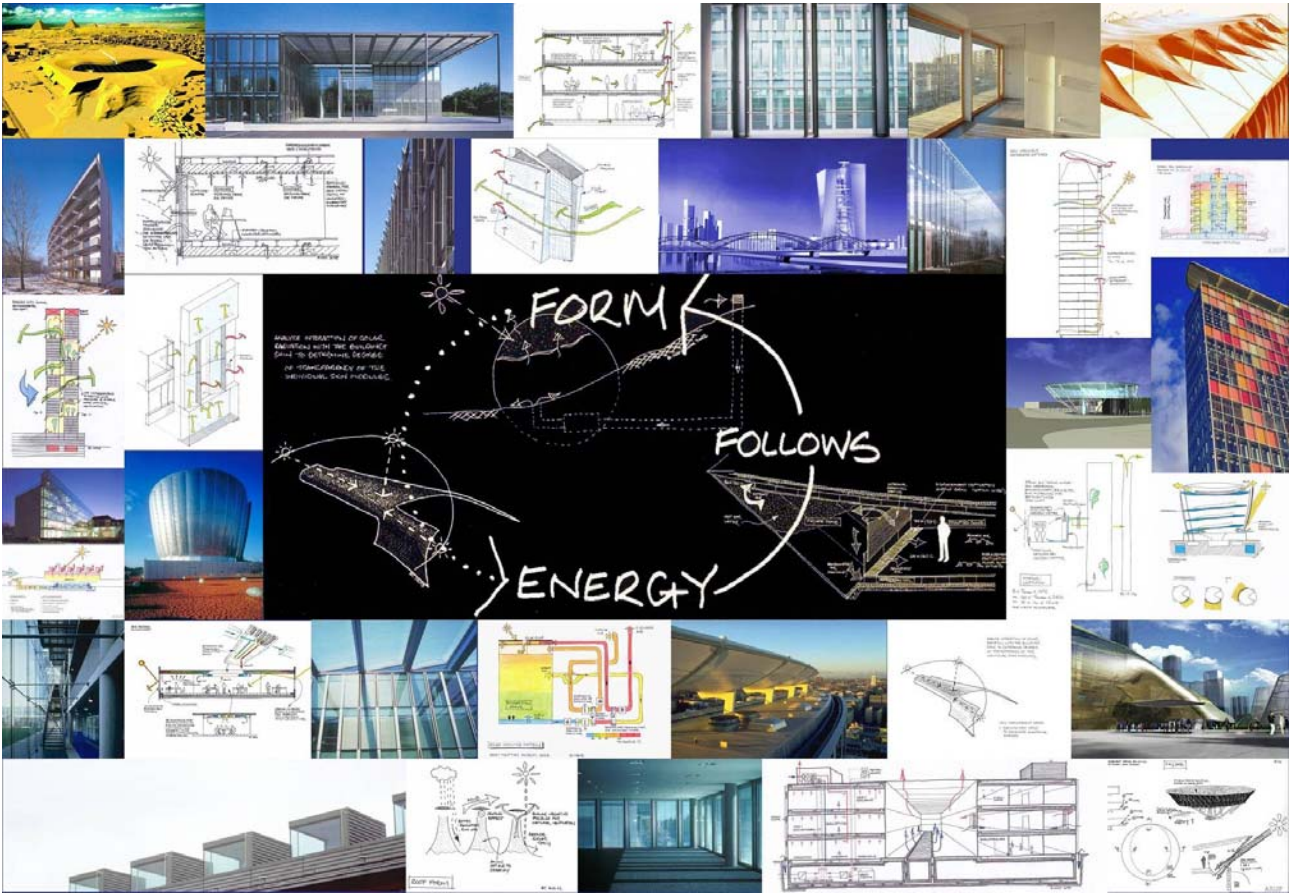


Bild 5. Form follows Energy

Eine zentrale Frage unserer Forschung befasst sich mit der Beziehung zwischen der Energieeffizienz von Gebäuden und deren Formsprachen bzw. Form. Finden die vielseitigen Aspekte der Energieeffizienz im Formfindungs- bzw. Entwurfsprozess Berücksichtigung, können sich neue Formsprachen bzw. neue Formen in der Architektur ergeben. Viele Beispiele belegen dies bereits. Die Beziehung zwischen Architektur und Energie besteht jedenfalls immer. Ob *Form follows Energy* oder *Energy follows Form*; die Energieeffizienz eines Gebäudes wird maßgeblich von seiner Architektur beeinflusst.

Bibliografie

“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

“Form follows Energy“, Profile Magazin über Architektur 05, Schüco International KG

“Building Energy and Environmental Performance Tool BEEP, Development of a method to determine the true energy efficiency of buildings“, Conference Proceedings, 9th REHVA World Congress Clima 2007, Helsinki, Finnland, 11. – 14. Juni 2007

„Energieeffiziente Sanierung von Büroobjekten am Beispiel STEWEAG-STEG“, Forschungsjournal der Technischen Universität Graz SS 07, ISBN 1682-5675

„Double Skin Building Envelopes, Building Energy Performance and Architecture“, Conference Proceedings, European Conference and Cooperation Exchange 2006, Sustainable Energy Systems for Buildings: Challenges and Chances, Arsenal Research

HLH „Energieeffiziente Lüftung von Bürogebäuden - Teil 1“, HLH Fachzeitschrift, Verein Deutscher Ingenieure, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, November 2005

HLH „Energieeffiziente Lüftung von Bürogebäuden - Teil 2“, HLH Fachzeitschrift, Verein Deutscher Ingenieure, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, Dezember 2005

GAM 02, Graz Architecture Magazine, “Design Science in Architecture“, Fakultät für Architektur TU Graz (Hrsg.), „Form follows Energy“, 2005, Springer-Verlag, Wien, ISBN 1612-9482

“Double skin building envelopes and their impact on the HVAC systems and energy efficiency of Buildings“, Conference Proceedings, 8th REHVA World Congress Clima 2005, Lausanne, Schweiz

“Form follows Energy, Building Energy Performance and Architecture“, Conference Proceedings, UIA 2005 World Architecture Congress, Istanbul

„The Role of Tall Buildings in the Sustainability of European Cities“, Conference Proceedings, 43rd International Making Cities Livable Conference on “True Urbanism and the European Square“, Venice Italy

“Form follows Energy“, Proceedings of the SOLAR 2003 Conference, Austin, Texas, USA, June 2003