9,90 € (D), ISSN 0003-875X

3 2009

der architekt

Bund Deutscher Architekten BDA

Ästhetik der Ökologie

Aufbruch in die klimatische Moderne

Zeichnungen:
Brian Cody

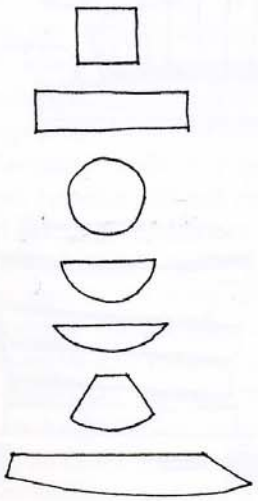
Brian Cody

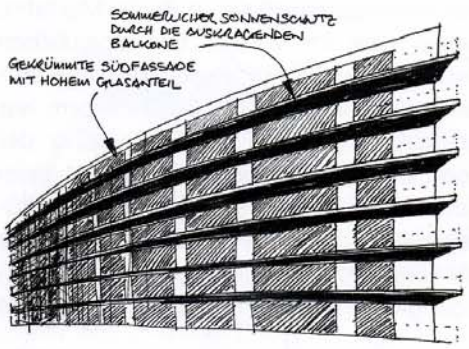
Form follows Energy

Auf der Suche nach einer ökologischen Formensprache

Welche Beziehungen gibt es zwischen Energie und Architektur, zwischen Energie und Urban Design? Führt die Einbeziehung des Parameters Energieeffizienz zu neuen Formsprachen oder gar zu neuen Formen in der Architektur? Was ist überhaupt Energieeffizienz im Gebäudekontext? Dieser Begriff, so Brian Cody, ist heute in aller Munde und wird doch leider häufig missverstanden, missbraucht und mit Begriffen wie „Energiebedarf" und „Energieverbrauch" verwechselt. Dieses Missverständnis ist grundlegend und muss umgehend aufgeklärt werden.

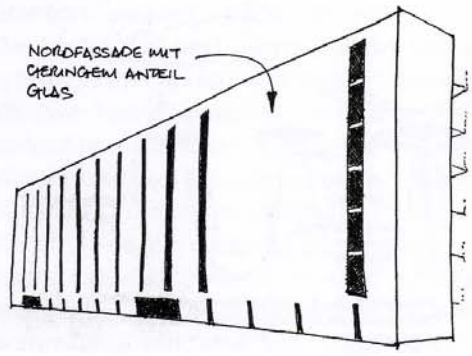
Die Maximierung der Energieeffizienz ist mehr als die Minimierung des Energieverbrauchs. Energieeffizienz impliziert Leistung und ist das Verhältnis zwischen *Output* (Nutzen) und *Input* (Ressourcen). Derzeit gültige Instrumente zur Regulierung der Energieeffizienz von Gebäuden behandeln jedoch nur den Energiebedarf und nicht die Energieeffizienz. An meinem Institut haben wir die sogenannte *BEEP*-Methode (*Building Energy and Environmental Performance*) entwickelt, mit der wir die tatsächliche Energieeffizienz eines Gebäudes feststellen können, so dass verschiedene Entwurfsoptionen wirklich miteinander verglichen werden können.[1] Unabhängig von diesem grundlegenden Missverständnis wird leider die Frage der Energieeffizienz im Gebäudesektor aus einem sehr engen Blickwinkel betrachtet. Es ist wichtig zu erkennen, dass es bei der Betrachtung von Energieeffizienz eines Gebäudes um mehr als die Senkung des Heizenergieverbrauchs geht! Vielmehr geht es um die Gesamtperformance einschließlich Kühlung, Beleuchtung und Lüftung, und es geht auch über die Betriebsphase eines Gebäudes hinaus. Der energetische Aufwand der Herstellung und Entsorgung muss berücksichtigt werden und die Betrachtung von Energieeffizienz muss über die Gebäudeebene hinausgehen und in die Stadtplanung hineinwirken. Die Betrachtung des Gesamtsystems („Whole Systems Thinking") ist erforderlich, wenn wir weitere Fehlentwicklungen, von denen es heute bereits genug gibt, vermeiden wollen.

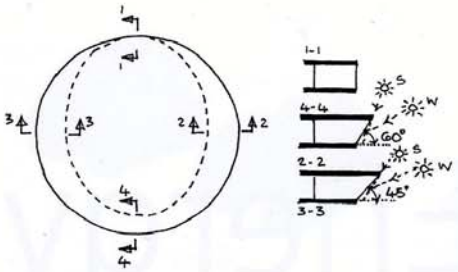




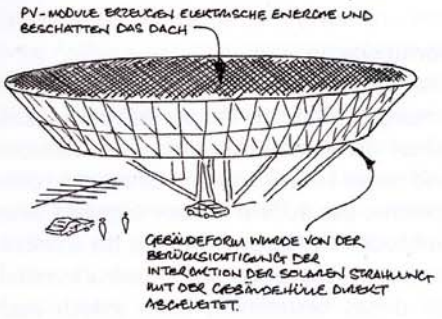
Formsprache

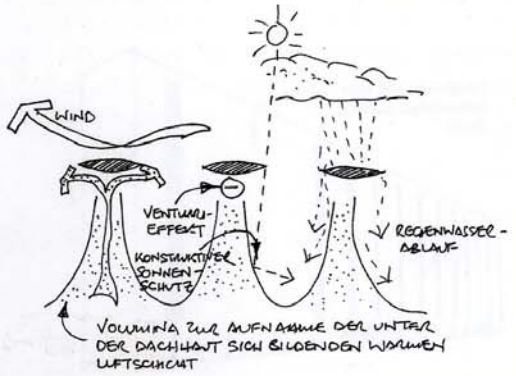
Eine zentrale Fragestellung meiner Forschung befasst sich mit der Beziehung zwischen der Energieeffizienz von Gebäuden und deren Form – Form im Sinne von Formsprache, das äußere Erscheinungsbild eines Gebäudes im Allgemeinen und die architektonischen Elemente und Ausdrucksmittel, die dieses bestimmen. Form jedoch auch im Sinne der geometrischen Konfiguration

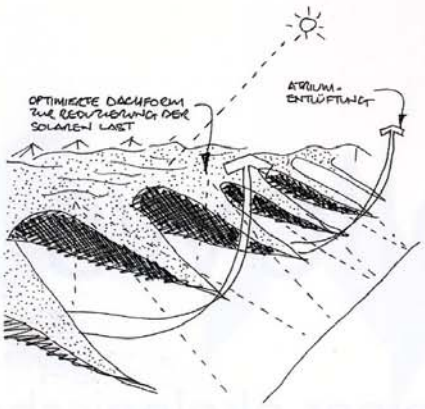




des physikalischen Objekts „Gebäude" beziehungsweise des physikalischen Gebildes „Stadt". Diese Beziehung habe ich Mitte der neunziger Jahre „Form follows Energy" genannt, nachdem wir damals das erste Projekt in dieser Richtung fertiggestellt hatten: das Niedrigenergiehaus in Berlin Marzahn, wobei eine im Vorfeld des eigentlichen Architekturentwurfprozesses durchgeführte Studie zur optimalen Gebäudeform aus energetischer Sicht die Generierung der Form wesentlich beeinflusste. Später, beim Entwurf für das *Sunbelt Management* Bürogebäude in San Diego/Kalifornien, wurde die Form des Gebäudes aus der Berücksichtigung der Interaktion solarer Strahlung mit

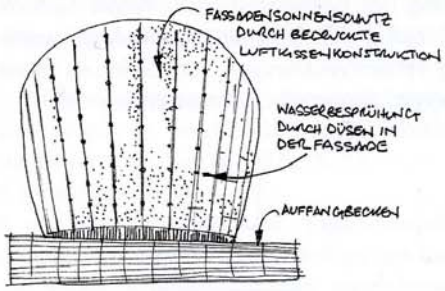


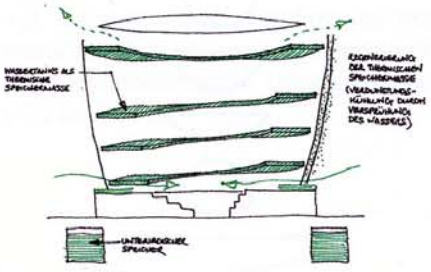




der Gebäudehülle direkt abgeleitet. Ein ähnlicher Ansatz wurde für das Atriumdach des Gebäudes der *Infineon Asia Pacific Headquarters* in Singapur verwendet.

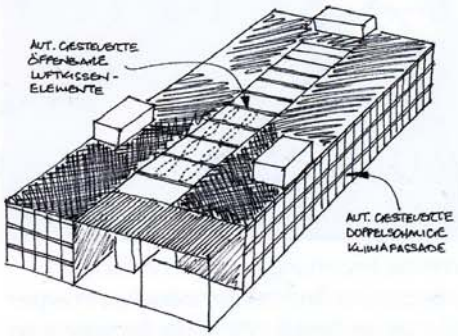
Das Klimakonzept für den ‚Duales System Pavillon' auf der EXPO 2000 in Hannover mit leicht transportierbarer thermischer Masse in der Form von Wassertanks, welche in die Ausstellungsrampen integriert wurden, und die Regenerierung ihrer Speicherfähigkeit durch ein in der Fassade integriertes Verdunstungskühlungssystem, war nicht nur treibende Kraft im Entstehungsprozess des Gebäudeentwurfs, sondern wurde auch zu

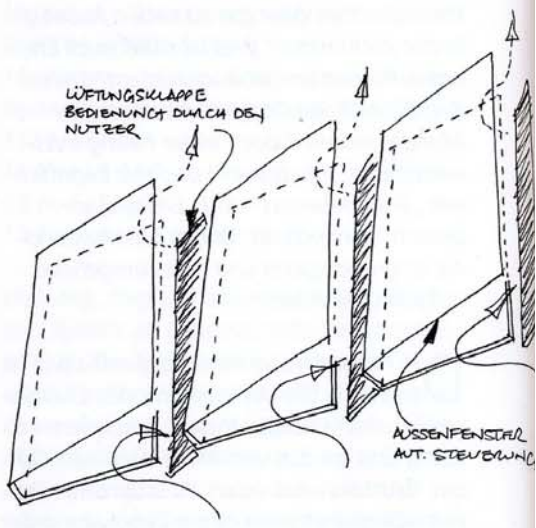




einem wesentlichen Teil des Ausstellungskonzepts und brachte die Firmenphilosophie des geschlossenen ökologischen Kreislaufs zum Ausdruck.

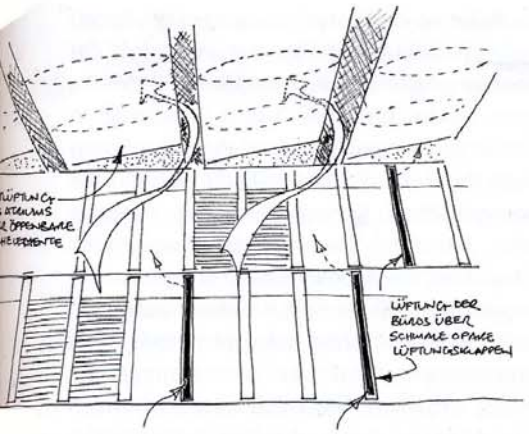
Das Hauptverwaltungsgebäude der Braun AG in Kronberg war das erste Bürogebäude mit einer doppelschaligen Fassade,





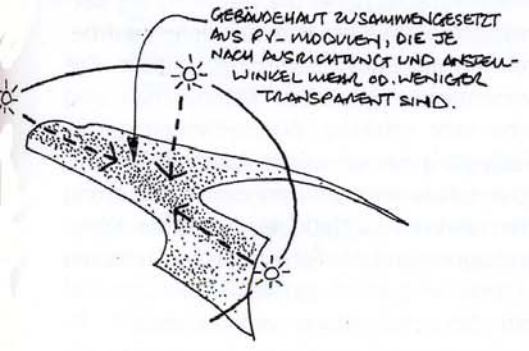
bei dem die Fassade in seiner energetischen Performance so effektiv konzipiert wurde, dass dafür ganze Gebäudetechniksysteme eingespart werden konnten. Es ist somit eines der wenigen Gebäude, die sich ökonomisch und energetisch innerhalb eines akzeptablen Zeitraums amortisiert haben. Erlebt man die automatische Öffnung der äußeren Hülle bei einer bestimmten Außenluftkondition, nimmt man eine Metamorphose des äußeren Erscheinungsbilds von einer glatten Glasoptik in eine viel expres-

Zeichnungen:
Brian Cody

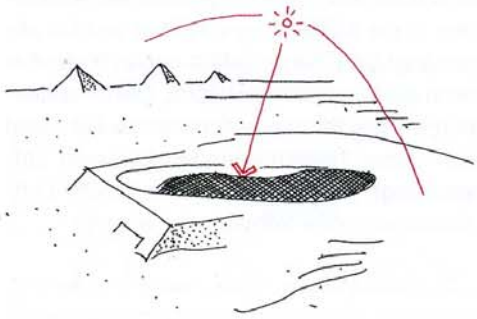


sivere architektonische Formsprache wahr. Fast zehn Jahre später haben wir dieses Konzept mit denselben Architekten beim Neubau eines Büro- und Laborgebäudes in Wels/Österreich, derzeit im Bau, weiterentwickelt. Diesmal ermöglicht ein einfaches Trommelelement in der Fassade durch Drehung die Einstellung von verschiedenen Lüftungsszenarien: beispielsweise findet im Winter eine Vorerwärmung der Außenluft im Fassadenzwischenraum statt, während im Sommer die Luft ohne unerwünschten Aufheizeffekt ins Büro nachströmt.

Dient die Oberfläche eines Gebäudes zur Energieproduktion, so kann dieser Aspekt auch zum Ausdrucksmittel seiner Architektur werden. Bei dem Entwurf für das neue Opernhaus in Guangzhou/China wurde die Interaktion der auftreffenden solaren Strahlung mit der Gebäudehaut analysiert, um den Grad der Durchlässigkeit je nach Ausrichtung und Anstellwinkel zu optimieren. Die Haut wird zusammengesetzt aus photovoltaischen Modulen, die mehr oder weniger transparent sind und der Erzeugung von elektrischer Energie dienen. In Abhängigkeit von der Intensität der jährlichen solaren Strahlung wurde die Dichte der PV-Zellen so optimiert, dass die Transparenz der einzelnen Module unterschiedlich ausfällt. Dadurch entsteht eine Art Textur in der Gebäudehaut.



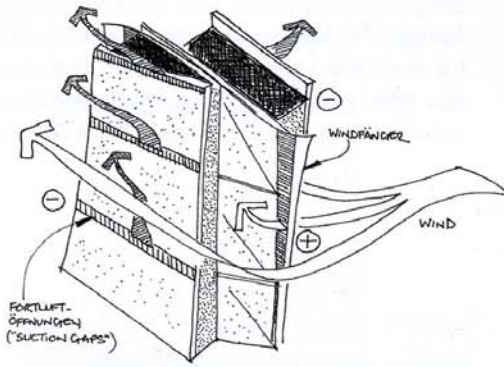
Im Wettbewerb für das *Great Eygptian Museum* in Giza wurde ein zweischaliges Dachsystem mit einer äußeren Haut aus schwarzem Stein entwickelt. Im darunter liegenden Zwischenraum wird die dadurch geführte Abluft aus dem Ausstellungsbereich so erwärmt, dass ihre Temperatur für die Regeneration eines Sorptionsrads ausreichend erhöht wird. Ein einfaches System, das auf Lufttrocknung mittels eines mit Silicagel beschichteten Rads in Kombination mit Luftbefeuchtung basiert, erlaubt die notwendige Kühlung der Luft. Die zum Betrieb des Prozesses erforderliche Wärmeenergie wird vom Dach geliefert.



Beim Siegerprojekt des Wettbewerbs für das Erste Campus-Projekt in Wien wurde ein neuartiges Fassadenelement entwickelt, da aufgrund der Lärmsituation vor Ort eine natürliche Lüftung mittels normaler Fenster nicht sinnvoll war. In der ersten Phase hatten wir besondere Fassadenelemente vorgeschlagen, welche eine natürliche Lüftung ermöglicht hätten. In der zweiten Phase allerdings kam hauptsächlich aufgrund des hohen Anteils an *Open-Space*-Bereichen die Forderung des Bauherrn hinzu, eine kontinuierliche Lüftung ohne Eingreifen des Nutzers sicherzustellen. Als Antwort darauf ermöglicht die neu entwickelte *FAST*-Box (*Fresh Air Supply Terminal*) die Nachströmung von Außenluft mit integrierter Schalldämmung, Temperierung und ggf. Entfeuchtung. Durch eine einfache mechanische Verriegelung wird sichergestellt, dass beim geschlossenen Fenster die Außenluft über die *FAST*-Box nachströmt.

Licht und Luft

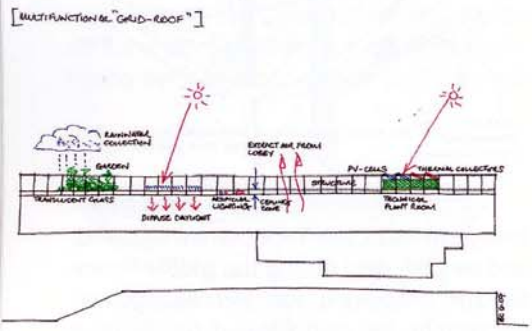
Das größte Potential für Energieeffizienzsteigerung bei vielen Gebäudetypen liegt in den Bereichen Lüftung und Belichtung – nicht zuletzt deshalb, weil hierfür hochwertige Energie in Form von Strom verwendet wird, und weil bei der Lüftung das größte Potential zur Einsparung von Herstellungsenergie besteht. Bei dem Entwurf für die neue Hauptverwaltung der europäischen Zentralbank in Frankfurt wurde die Gebäudeform durch Überlegungen zur Maximierung der Energieperformance stark beeinflusst. Zwei optimal orientierte Türme wurden auf dem Standort platziert, wobei der erste Turm die Südfassade des zweiten vor der Sonne schützt. Dann wurde eine zweite Haut um die zwei Türme ‚gewickelt', so dass ein zentrales Atrium zwischen den Türmen und den doppelschaligen Fassaden auf den äußeren Seiten der Türme entstanden. Die Form und Konstruktion der Gebäude wurden so optimiert, dass sowohl Wind- als auch Sonnenenergie als direkte Antriebskräfte für eine kontrollierte wirksame und natürliche Lüf-



Zeichnungen:
Brian Cody

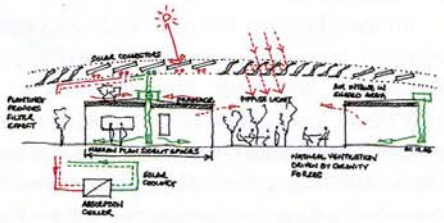
tung der Büroräume eingesetzt werden. Die Fassaden des Atriums sind so konstruiert, dass sie als „Windfänger" fungieren, um den Wind in das Atrium hinein zu lenken. Die Form der so genannten „suction gaps" in der doppelschaligen Außenfassade der Bürotürme wurde so konzipiert, dass die verbrauchte Luft – unabhängig von der vorherrschenden Windrichtung – aus den Büroräumen heraus gesaugt wird. Nutzungen wurden aus den Büroetagen in das Atrium hinein verlagert (*Meeting*räume, Pausenzonen, Brücken, Aufzüge), um das Verhältnis zwischen Brutto- und Nettoflächen auf den Büroebenen zu verbessern.

Museen werden heute vorwiegend als fensterlose Räume mit künstlicher Beleuchtung geplant, weil sich auf diese Weise die Aufgabe einfacher und unproblematischer für die Planer zu erfüllen scheint. Der daraus sich ergebende Energieverbrauch ist jedoch enorm. Für das Projekt MOCAPE in

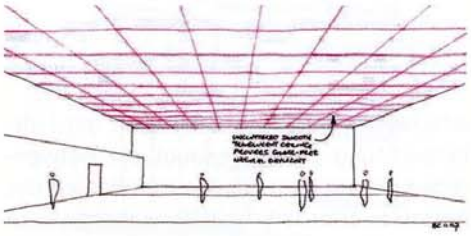


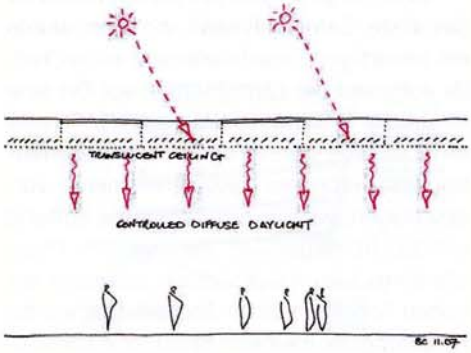
Shenzen/China haben wir ein sogenanntes „Grid Roof" entwickelt: eine gitterartige Dachkonstruktion, die aufgrund der umgebenden Hochhäuser als fünfte Fassade fungiert und viele technische Funktionen einschließlich Energieerzeugung übernimmt. Aus energetischer Sicht wesentlich ist jedoch der Beitrag der mehrlagigen Konstruktion zur kontrollierten Nutzung von Tageslicht, um die darunterliegenden Ausstellungsräume mit museumstauglichem indirektem Licht zu versorgen.

Für ein Museumsprojekt auf der Insel La Reunion haben wir eine Form entwickelt, die sich an die traditionellen Hofstrukturen anlehnt und diese mit einer „Big Roof"– Konstruktion überdacht. Diese spendet Schatten für die sich darunter befindenden Pavillons und erzeugt Warmwasser durch integrierte Warmwasserkollektoren, die die Wärme für den Betrieb einer Absorptionskältemaschine liefert. Durch die Geometrie der Konstruktion wird sichergestellt, dass lediglich diffuses Tageslicht durchgelassen, während direktes

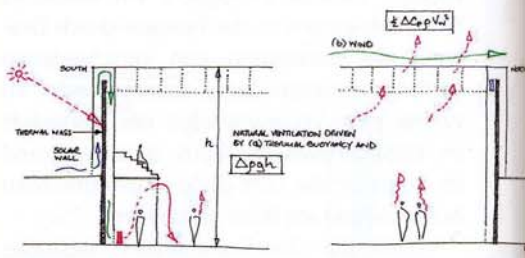


Licht abgehalten wird. Kühlelemente im Dachbereich der Pavillons kühlen die Luft, die anschließend aufgrund der Schwerkraft in Schläuchen, die in regelmäßigen Abständen in die Ausstellungspavillons vertikal abgehängt sind, herunterfällt und in Bodennähe in die Räume hineinströmt. Die im oberen Bereich der Räume aufgewärmte Luft wird von dieser nachströmenden kühleren Luft verdrängt, so dass sich eine natürliche Luftzirkulation ohne Ventilatoren einstellt.





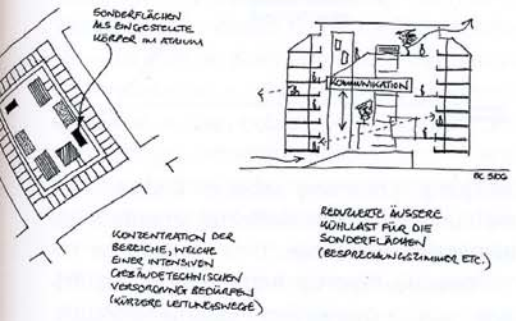
Im Rahmen des Forschungsprojekts „Sporthalle der Zukunft" haben wir im Vorfeld des nachgeschalteten Architektenwettbewerbs eine Studie für eine 3-fach-Sporthalle in Slowenien entwickelt. Das Projekt „Sporthalle der Zukunft" beschäftigte sich mit der energetischen Konzeption eines Pilotprojekts, das durch seinen richtungsweisenden Charakter die Möglichkeiten für einen energieeffizienten Sportstättenbau aufzeigen soll. Die Entwicklung erfolgte mittels eines analytischen Prozesses der Optimierung eines virtuellen Modells. Untersuchungen des Modells durch dynamisch-thermische Simulationen, Tageslichtsimulationen und CFD-Simulationen wurden durchgeführt. Neben der Erreichung einer hohen energetischen *Performance* wurden neuartige Gestaltungsmöglichkeiten aufgezeigt, die sich durch die Konzepte eröffnet hatten.



Für das Landesarchivgebäude NRW in Duisburg haben wir ein Konzept entworfen, das mit einer Kombination von organisatorischen und baulichen Maßnahmen – aufgrund der hygroskopischen Natur des Archivgutes – ein erforderlich stabiles Raumklima ohne konventionelle Klimatisierung sicherstellen kann. Die wichtigste organisatorische Maßnahme ist dabei die Trennung der permanenten Arbeitsplätze von den Archivbereichen mit Zutritt durch Luftschleuse. Die wesentlichen baulichen Maßnahmen sind eine sehr effektive Wärmedämmung, die Freilegung der schweren Konstruktion, poröse Gebäudematerialien zur Stabilisierung der relativen Luftfeuchte, luftdichte Konstruktionen und das Fehlen von Fenstern, um schädliche Auswirkung des Tageslichts und der Sonnenstrahlung auszuschließen. Im vorhandenen Getreidespeicher wurden alle

Fenster geschlossen und auch der Neubauteil des Archivbereichs weist keine Fenster auf. Die gebäudetechnischen Maßnahmen reduzieren sich auf ein einfaches Heizsystem zur Regulierung der Temperatur – und dadurch die relative Feuchte – und eine energieeffiziente Beleuchtung, um die inneren Wärmelasten zu minimieren.

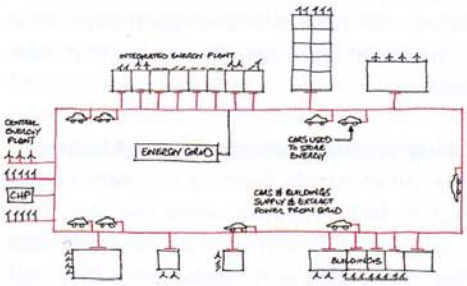
In Wien entsteht demnächst eine Bankzentrale mit einer vollkommen neuen Typologie eines Atriumgebäudes, die aus Überlegungen zum Klima- und Energiekonzept hervorgegangen ist, kombiniert mit einem Außenring von Zellenbüros zum konzentrierten Arbeiten mit Gemeinschaftsbereichen, die als eigenständige Baukörper in ein zentrales gebäudehohes Atrium eingestellt werden. Das Atrium ist im Gegensatz zu vielen zeitgenössischen Beispielen kein steriles Element eines Klimakonzepts, sondern eine dynamische repräsentative Räumlichkeit, die zudem auch ein wesentliches Element der Kommunikationsstruktur des Unternehmens bildet. Darüber hinaus wird die energetische Effizienz des Gebäudes durch die hierdurch erreichte Kompaktheit des Baukörpers erhöht, aber auch durch die Reduzierung der äußeren Kühllast der Sonderbereiche und die durch die Struktur gegebene Verkürzung



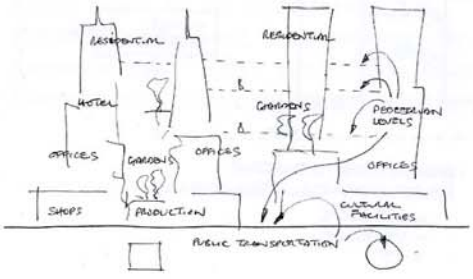
der Leitungswege für die Bereiche, die einer intensiven gebäudetechnischen Versorgung bedürfen. Durch diese Typologie wird sichergestellt, dass die anderen üblichen Probleme des Atriumgebäudetyps vermieden werden: alle Arbeitsplätze haben die gleiche Qualität und negative Wechselwirkungen zwischen den Nutzungen im Atrium und in den angrenzenden Büros werden ausgeschlossen. Hier ist der Einfluss des Parameters Energie viel subtiler. Er äußert sich nicht in der Gestaltung der Gebäudehülle oder in der äußeren Form, sondern in der Entwicklung der typologischen Lösung und letztendlich in der Konfiguration der Gebäudegrundrisse und Schnitte.

Neue Impulse

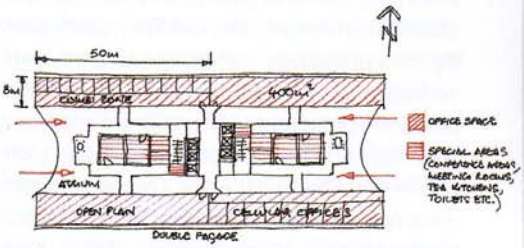
Bei der Entwicklung zukünftiger Stadtplanungen gilt es, Synergien durch die Vernetzung von Gebäude- und Verkehrssystemen auszuloten. In einem Projekt an der Adriaküste haben wir ein umfassendes Energiekonzept für ein kohlenstoffneutrales Entwicklungsgebiet auf einer Halbinsel mit einer etwa 100 Hektar großen Fläche entwickelt. Wir schlagen ein integriertes Netzwerk aus Gebäuden und Fahrzeugen vor – ein *Energy*

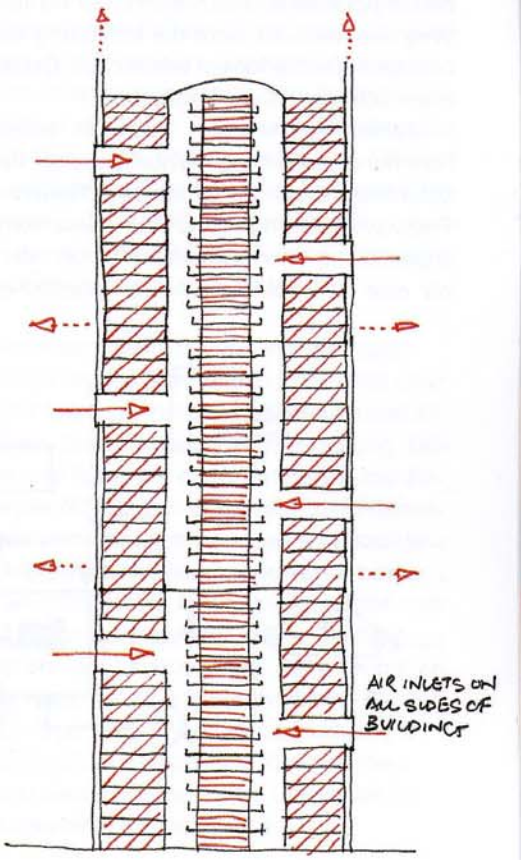


Grid. Das Verkehrssystem besteht aus Elektroautos, die mit durch erneuerbare Energie aufladbaren Batterien betrieben werden. Eine Kombination aus zentralen Anlagen und dezentralen gebäudeintegrierten Systemen beliefern den Energieverbund mit erneuerbarer Energie. Gebäude und Fahrzeuge sind in diesem *Energy Grid* miteinander verbunden. Sowohl Gebäude als auch Autos können Energie aus dem Netz beziehen und in das Netz einspeisen.



Auch in der Grundlagenforschung arbeiten wir derzeit an einigen Projekten, die neue Impulse für die Beziehung zwischen Form und Energie liefern: etwa Studien, die gezeigt haben, dass geeignete Konfigurationen von Gruppierungen hoher vertikaler Strukturen ein beträchtliches Potential zur nachhaltigen Erhöhung urbaner Dichte und





Zeichnungen:
Brian Cody

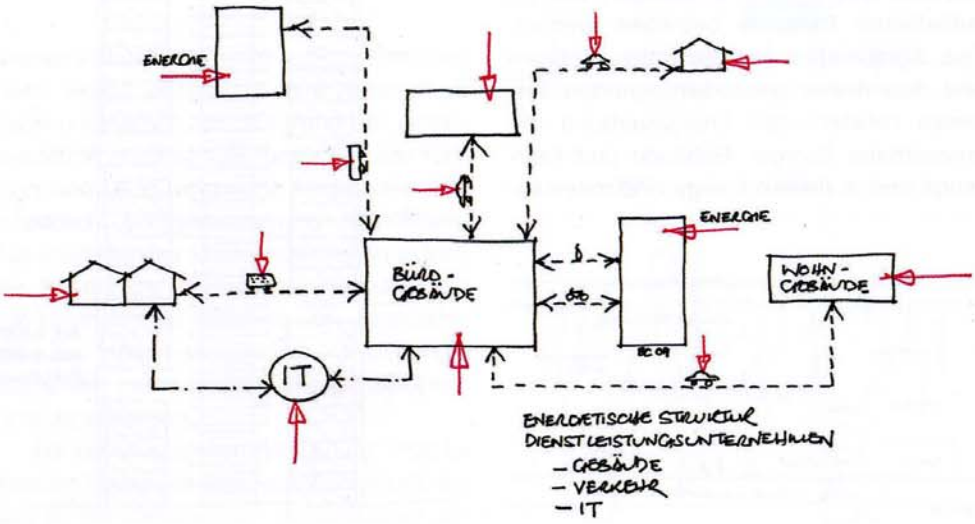
Erhöhung der Energieeffizienz des Systems „Stadt" aufweisen. Um die Energieeffizienz des Hochhaustyps selbst zu steigern, entwickelten wir im Rahmen eines Forschungsprojekts Konzepte für die natürliche Lüftung sehr hoher Gebäude und haben die technische Machbarkeit solcher Konzepte mittels dynamischer Berechnungen und Computersimulationen nachgewiesen. Diese Konzepte erfordern vollkommen neue Konfigurationen der Gebäudegrundrissfiguren und Schnitte. Wir arbeiten zurzeit an einem Forschungsprojekt, in dem es um die Ermittlung des optimalen Maßes der Verdichtung geht – unter Berücksichtigung der energetischen Strukturen des Gesamtsystems (Herstellung und Betrieb von Gebäuden, Infrastruktur, Verkehr). Diese Studie wird nutzvolle Informationen bezüglich der optimalen Dichte aus energetischer Sicht liefern. Dennoch stellt sich die Frage, ob die gegenwärtige Praxis, ohne einen Entwurf die Dichte in Bebauungsplänen vorzuschreiben, der richtige Weg sein kann. Ist nicht die Ermittlung der optimalen Dichte für ein bestimmtes Gebiet eigentlich eine Entwurfsaufgabe?

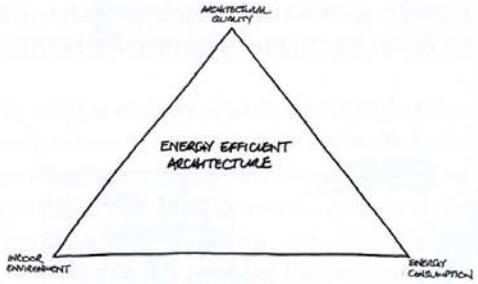
Ferner arbeiten wir auch an einem Forschungsprojekt zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen *Teleworking*-Formen und der Gesamtenergieeffizienz der Gesellschaft, bei dem wir eine Neustrukturierung der physischen und virtuellen Infrastruktur der Gesellschaft (Gebäude, Verkehrs- und *IT*-Systeme) 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.

In den meisten Fällen übt die Nutzung einen stärkeren Einfluss auf die Gebäudeform aus als das Außenklima. Obwohl dies zum Teil durchaus gerechtfertigt ist, sollte grundsätzlich überlegt werden, ob der Einfluss der Erstnutzung so ausgeprägt sein sollte. Die aus dem energetischen Standpunkt kommenden Anforderungen an Flexibilität und Adaptabilität während der Lebensdauer eines Gebäudes führen fast zwangsläufig zu nutzungsneutralen beziehungsweise nutzungsoffenen Architekturkonzepten. So würde der Parameter Energieeffizienz einen starken Einfluss auf die Architektur nehmen.

Neue architektonische Möglichkeiten

Die zunehmende Tendenz der Reduzierung auf einfache Rezepte sowie der Vorschreibung von Maßnahmen in Baugesetzen, statt der Abfragung von Leistungen, ist kritisch zu betrachten. Es ist wichtig, in Systemen zu denken. Die Beziehung zwischen Form und Energie gewinnt (wieder) an Bedeutung. Die dringend notwendige Erhöhung der Energieeffizienz kann zu einer neuen Ästhetik, zu einer neuen architektonischen Qualität führen. Strategien zur Optimierung der Energieeffizienz eines Entwurfs führen in vielen Fällen zu neuen Formsprachen, aber in zunehmender Masse auch zu neuen Formen. Wobei zu betonen ist, dass hier keine einheitliche Formensprache der energieeffizienten Architektur entsteht, sondern vielfältige diverse Architekturen, die durch das Thema Energie maßgeblich beeinflusst werden. Andererseits zeigen Grundlagenforschungsprojekte, wie das oben beschriebene über die natürliche Lüftung von Hochhäusern, dass die Erreichung von hoher Energieeffizienz durchaus zu neuen architektonischen Möglichkeiten führen kann. In *Urban Design* werden die Berücksichtigung der komplexen energetischen Interaktionen zwischen den einzelnen Objekten sowie eine Optimierung der kumulativen Effekte von Gebäudegruppen (Nutzung passiver Solarenergie, Tageslichteinfall, Energieerzeugung, Erhöhung urbaner Dichte, Vermeidung Wärmeinseleffekte) ebenfalls zu neuen Formen führen.





Energieeffiziente Architektur ist als Triade aus minimiertem Energieverbrauch, optimalem Raumklima und hervorragender architektonischer Qualität zu begreifen. Wie 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; 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 wir den Begriff „nachhaltige Entwicklung" ernst nehmen, dann wird es keinen Verlust an architektonischer Qualität unserer gebauten Umwelt geben.

Analysiert man die energetischen Strukturen unserer Gesellschaft jedoch gründlich, so wird 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 – auch das, was bisher gedacht und von politischer Seite unterstützt wird –, einen nicht wirklich bedeutetenden Beitrag zur Gesamtlösung der anstehenden Probleme ausmachen kann. Es wird einem einsichtig, 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. Wir müssen das Gebilde „Stadt" neu denken. In diese Richtung gehen auch unsere Forschungen: beispielsweise die Arbeiten zu integrierten Gebäude- und Verkehrssystemen und zu nutzungsoffenen Architekturkonzepten – zum Beispiel „Teleworking". Dieses Projekt stellt nur den Anfang solcher Überlegungen dar: Es führt jedoch bereits zu Konzepten, in denen neuartige Bürogebäude – die eher als Kommunikationszentren zu verstehen sind –, und andersartige Wohngebäude – die neben dem Wohnen ein vollwertiges Arbeiten ermöglichen –, entweder physisch nebeneinander angeordnet oder aber durch technologische Lösungen so kombiniert sind, dass unterschiedliche Nutzungen zu verschiedenen Zeitpunkten stattfinden. Eine Verdichtung nicht nur in räumlicher, sondern auch in zeitlicher Dimension, und mit einer virtuellen digitalisierten Verdichtung überlagert. Verkehrsmittel, die neben dem Weiterkommen von A nach B andere Funktionen unterstützen: Essen, Freizeit, Arbeiten.

Obwohl dies alles jetzt schon zu einem bestimmten Grad passiert, wird das energetische Potential, das sich durch die neuen Möglichkeiten der Kommunikation und des Arbeitens auftut, in der physischen Infrastruktur unserer Gesellschaft nicht konsequent berücksichtigt und daher nicht ausgenutzt. Neue Strukturen, bis hin zu uns noch als utopisch erscheinenden Formationen, sind denkbar: eine Stadt als dreidimensionale Gitterstruktur mit Räumen, die kurzfristig gemietet und genutzt werden, assoziierte 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 zum nächsten 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, ist endlich vorbei. Auch solche Überlegungen sind im wahrsten Sinne „Form follows Energy".

Literatur

Die Stadt neu denken, Zeno, Zeitschrift für nachhaltiges Bauen, Callwey Verlag, 2/2009

Urban Design and Energy, GAM 05, *Graz Architecture Magazine*, „Urbanity not Energy", Fakultät für Architektur TU Graz (Hrsg.), Springer Wien New York, ISBN 978-3-211-79203-2

„Exploring the potential for natural ventilation of tall buildings", *Conference Proceedings, the 29th AIVC Conference*, 2008 in Kyoto, Japan, 14. bis 16. Oktober 2008

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

Energieeffiziente Lüftung von Bürogebäuden", HLH Fachzeitschrift, Verein Deutscher Ingenieure, Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, November und Dezember 2005

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

Anmerkung

1 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 in Zusammenarbeit mit den folgenden Architekten entwickelt; Coop Himmelb(l)au (Guangzhou, La Reunion, Giza, Frankfurt, Shenzen), Schneider + Schumacher (Kronberg, San Diego, Wels), Ortner & Ortner (Duisburg, Montenegro), Carsten Roth (Wien), Assmann, Salomon und Scheidt (Berlin), Atelier Brückner (Hannover), TEC PMC (Singapur), Klaus Kada (Erste Campus, 1. Stufe) und Henke Scheieck (Erste Campus, 2. Stufe).

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. Brian Cody ist Mitglied in zahlreichen Beiräten und Preisgerichten und Gastprofessor an der Universität für Angewandte Kunst in Wien.