

xia

intelligente architektur

07-09/12

Zeitschrift für Architektur und Technik

TU
Graz

Z1124.343/1590

Der Neue Ingenieur

03
4 195135 012502

AUSGABE 80
Juli - September 2012
D EUR 12,50
A EUR 13,70
L EUR 13,80
CH sfr 24,50

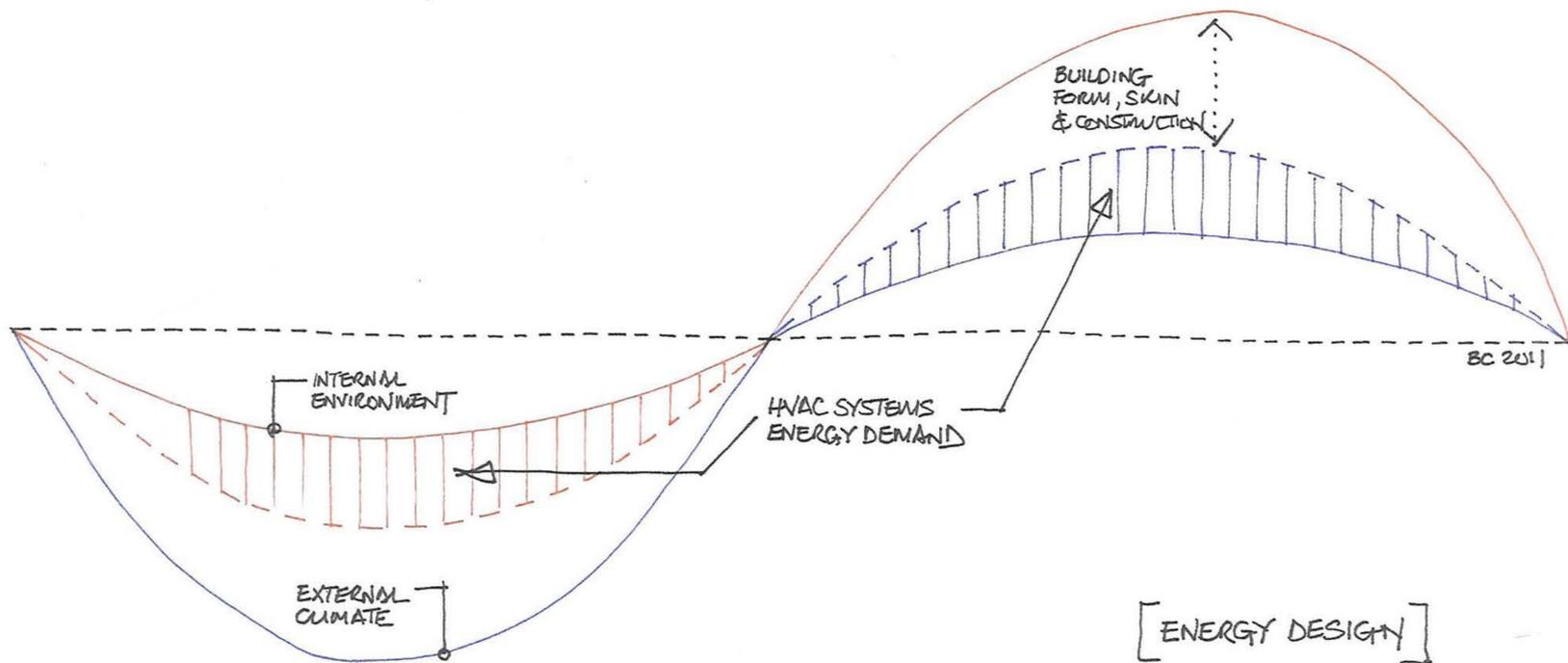


Bild 1

Form follows Energy

Von Brian Cody



Professor Brian Cody
Technische Universität Graz,
Leiter des Instituts für Gebäude
und Energie. Er ist Inhaber
des Beratungsunternehmens
ENERGY DESIGN CODY mit
Sitz in Graz. Foto: Furgler, Graz

Energetische Strategien im Formfindungsprozess führen zu neuen Formsprachen und Formen, sodass die dringend notwendige Erhöhung der Energieperformance somit zu einer neuen Ästhetik und zu neuen architektonischen Qualitäten führen kann. Der Einfluss energetischer Überlegungen kann dabei weit über die Interaktion von Sonne und Wind mit Gebäuden hinausgehen und zu völlig neuen Formen des Städtebaus und zu einer Neukonfigurierung bestehender gesellschaftlicher Strukturen führen.

Energy Design

Das Energy Design eines Gebäudes beinhaltet die Entwicklung von Strategien und Konzepten zur Ausnutzung der instationären Energieflüsse im Umfeld des Gebäudes; um optimale thermische, licht- und lufttechnische Konditionen im Gebäude herzustellen und darüber hinaus, nutzbare Energie zu erzeugen, welche sowohl im Gebäude selbst verwendet als auch ins städtische Umfeld des Gebäudes exportiert werden kann. Das übergeordnete Ziel ist die Maximierung der Gebäudeenergieperformance und die Entwicklung von zukunftsfähigen Gebäuden (Bild 1).

Ein Gebäude soll innerhalb eines natürlichen Umfelds mit sich ständig verändernden und oft stark schwankenden Konditionen in der Regel relativ konstante interne raumklimatische, lichttechnische und akustische Konditionen aufrecht erhalten. Dieses Ziel kann auf zweierlei Weise erreicht werden: indem die natürlichen Konditionen und Kräfte so weit wie möglich herausgehalten werden und die inneren Konditionen mittels Gebäudetechniksystemen hergestellt werden oder aber indem man durch die Konfiguration der Gebäudeform, -konstruktion und -haut die äußeren Konditionen und Kräfte nutzt, um zu den gewünschten inneren Konditionen zu gelangen. Ich schlage den zweiten Ansatz vor, bei welchem – ähnlich wie Strategien, die in asiatischen Kampfsportarten angewandt werden, die „angreifenden“ Kräfte abfangen und ausgenutzt werden – um das gewünschte Ergebnis zu erzielen.

Bei der Planung von Hochhäusern wird beispielsweise Wind in der Regel als Problem gesehen. Bild 2 zeigt einen konzeptuellen Ansatz für ein System der natürlichen Lüftung, das in Zusammenarbeit mit Coop Himmelblau für ein Hochhaus in der windigen Stadt Baku entwickelt wurde, bei dem Wind zum Antrieb des Lüftungssystems bewusst herangezogen und integriert wird. Der Feind wird zum Freund.

Kulturgebäude, insbesondere Museen und Ausstellungsgebäude, werden meist als „Black Box“ konzipiert. Da zu viel Licht die Exponate schädigen kann, wird Tageslicht aus dem Gebäude herausgehalten und das notwendige Lichtniveau mittels energieintensiver künstlicher Beleuchtung erreicht. Für das MOCAPE-Ausstellungsgebäude in Shenzhen, China (Architekt: Coop Himmelblau) wurde ein „Grid Roof“ entwickelt, das eine automatisch gesteuerte multi-lagige Konstruktion aufweist, um eine kontrollierte Nutzung von museumstauglichem diffusem Tageslicht zu ermöglichen (Bild 3).

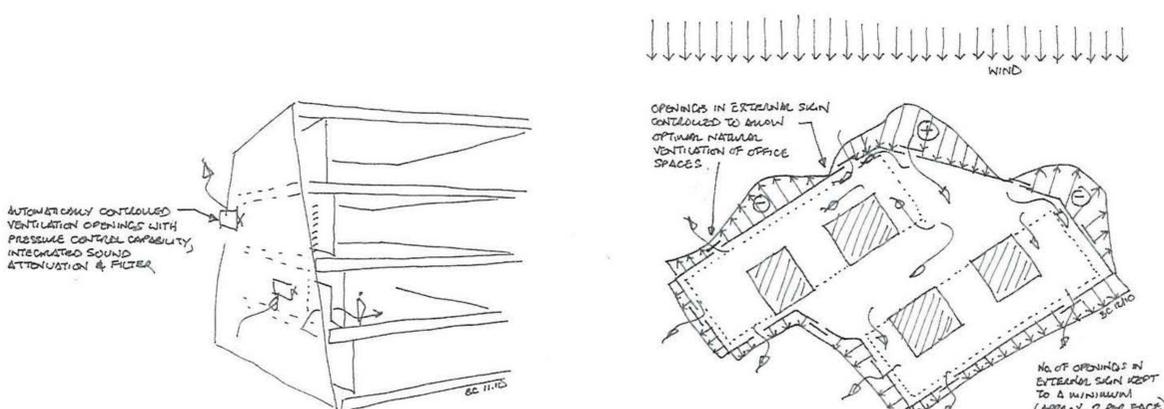


Bild 2

Für das International Conference Center, ebenfalls mit Coop Himmel(l)au, das gerade in Dalian, China fertiggestellt wird, wurde ein ähnlicher Ansatz verfolgt.

Natürlich ist die Planung von solchen Gebäuden aufwendiger als die von konventionellen Gebäuden. Das Hereinlassen der äußeren Kräfte und die erforderliche Beherrschung derselben verlangt eine komplexere Betrachtung. Dennoch stellt das Arbeiten mit den statt gegen die natürlichen Kräfte zweifelsohne die Zukunft zukunftsfähiger Gebäude dar.

Bild 3

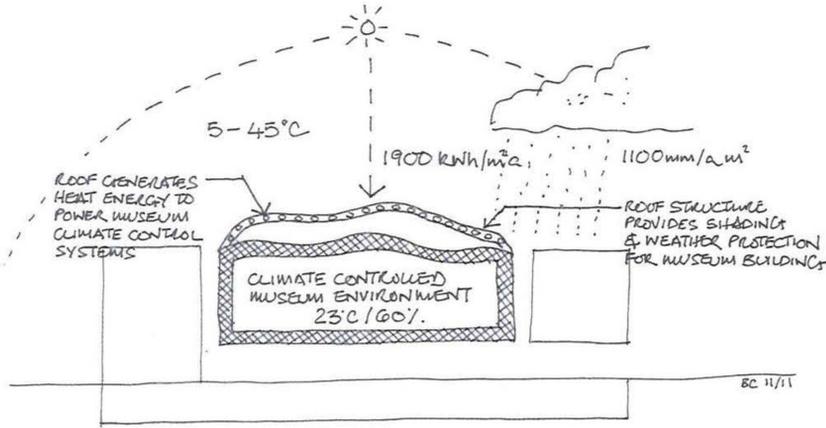
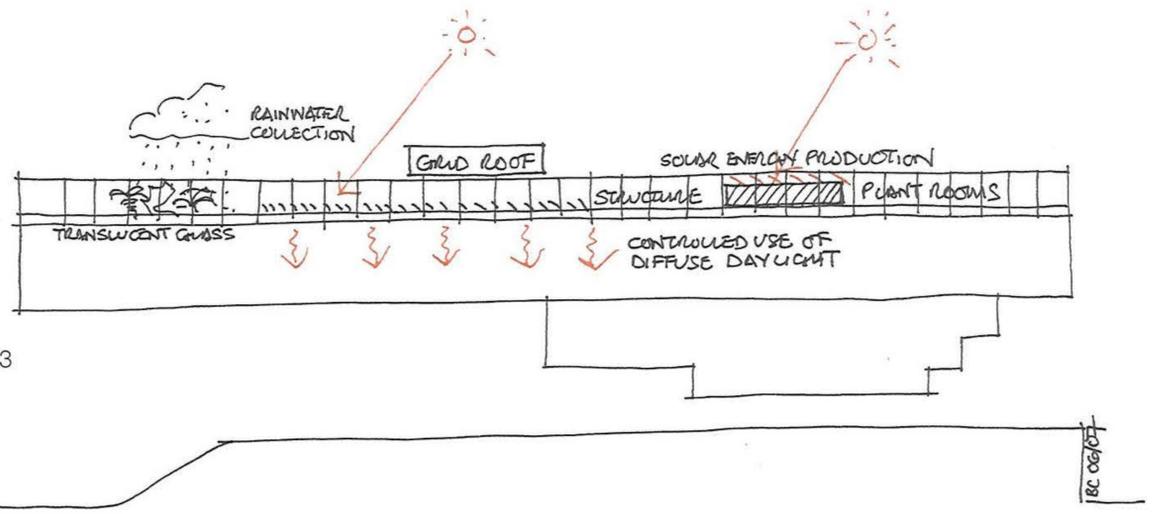


Bild 4

Ein weiteres Beispiel dieses Ansatzes liefert der Wettbewerbsbeitrag für das Patna Museum in Indien, bei dem ein mit Sonnenwärme angetriebenes Kühlungssystem entwickelt wurde (Architekt: Coop Himmelblau) (Bild 4).

Die mit einer selektiven Beschichtung behandelte äußere Hülle des doppelschaligen Betondachs ist mittels eines integrierten luftführenden Systems aktiviert, um Sonnenenergie einzufangen. Diese wird zum Antrieb des Gebäudeklimatisierungssystems genutzt, das unter anderem auf Lufttrocknung mittels eines mit Silicagel beschichteten Rads basiert. In einem zweiten System wird die freiliegende thermische Masse der Räume mit der behandelten Luft vor dem Eintritt in die Räume als Zuluft durchströmt und somit ebenfalls als Strahlungsfläche aktiviert.

Bild 5 zeigt das Klimakonzept für das New Parliamentary Building in Tirana (Architekt: Coop Himmelblau), das Ergebnis eines gewonnenen Wettbewerbs, bei dem die Kühlung, Heizung und Belüftung des Plenarsaals mittels solarer Energie geschehen. Bild 6 zeigt ein mit den Architekten Miralles Tagliabue EBMT entwickeltes Konzept für die Lüftung der vielen Hörsäle und Seminarräume der neuen Gebäude der Fudan University in Shanghai (1. Preis im Wettbewerb, 2011), das primär auf dem thermischen Auftrieb basiert, welcher infolge der Wärmeabgabe der in den Räumen befindlichen Personen entsteht.

In einem Konzept für ein Bürohochhaus in Seoul (Architekt: Delugan Meissl Associated Architects) wurden vertikale Skygardens auf allen Seiten des Gebäudes positioniert, die als Übergangsräume zwischen innen und außen vermitteln (Bilder 7). Sie fungieren als „grüne Lunge“ des Gebäudes und versorgen die Büroräume mit gefilterter und temperierter Außenluft. Diese vertikalen Landschaften setzen den östlich gelegenen Yongsan Park im Gebäude fort und bilden zugleich ein wichtiges Element des Gebäudeklimatisierungssystems. Der Gebäudekörper selbst ist wie üblich auch hier ein statisches Objekt in einem dynamisch variierenden Außenklima – ein Objekt in einem See von ständig wechselnden Konditionen. Die Gebäudehülle und Gebäudesysteme reagieren darauf jedoch dynamisch. Die Skygardens öffnen und schließen sich

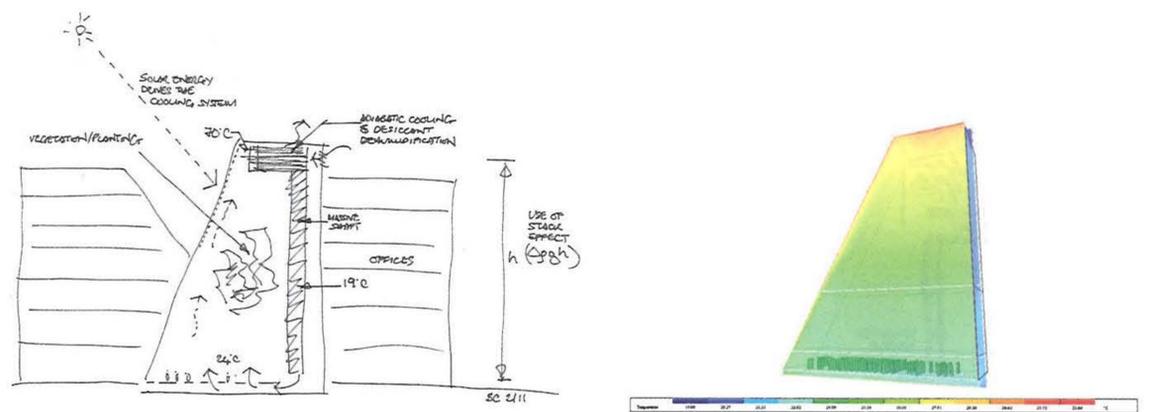
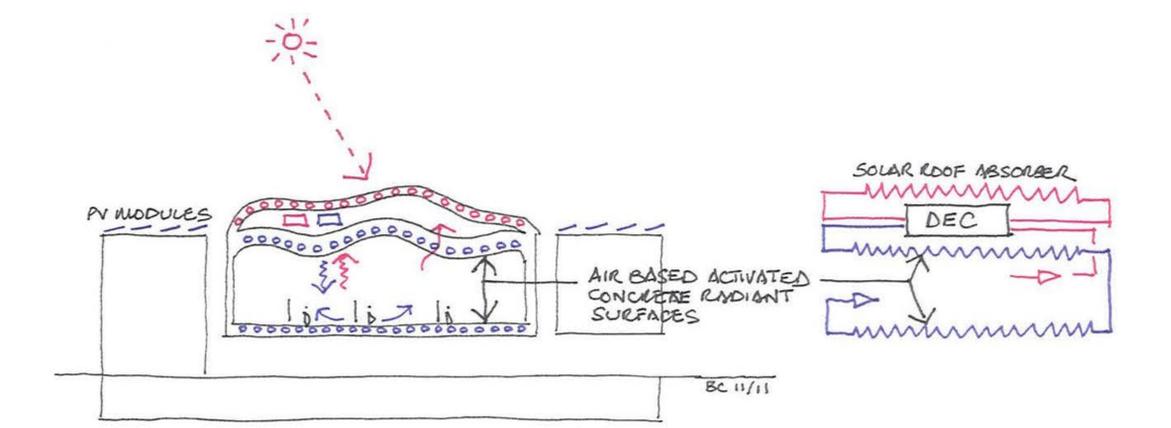


Bild 5

NATURAL VENTILATION SYSTEM FOR LECTURE HALLS & CLASSROOMS

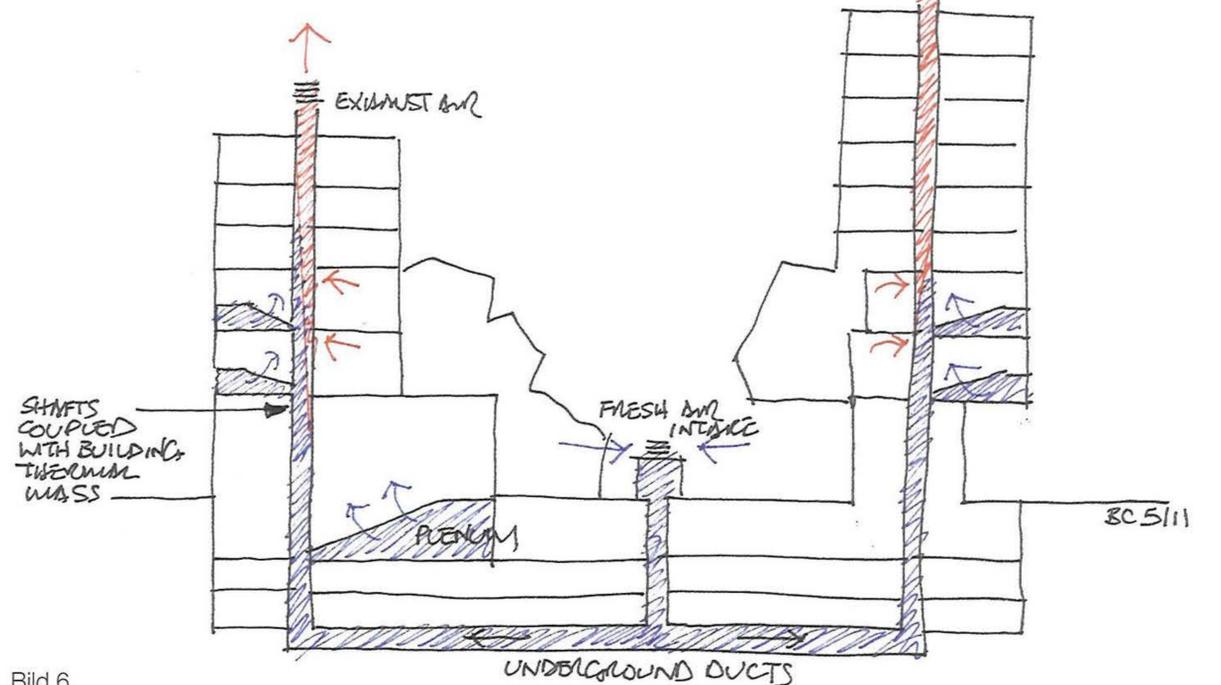


Bild 6

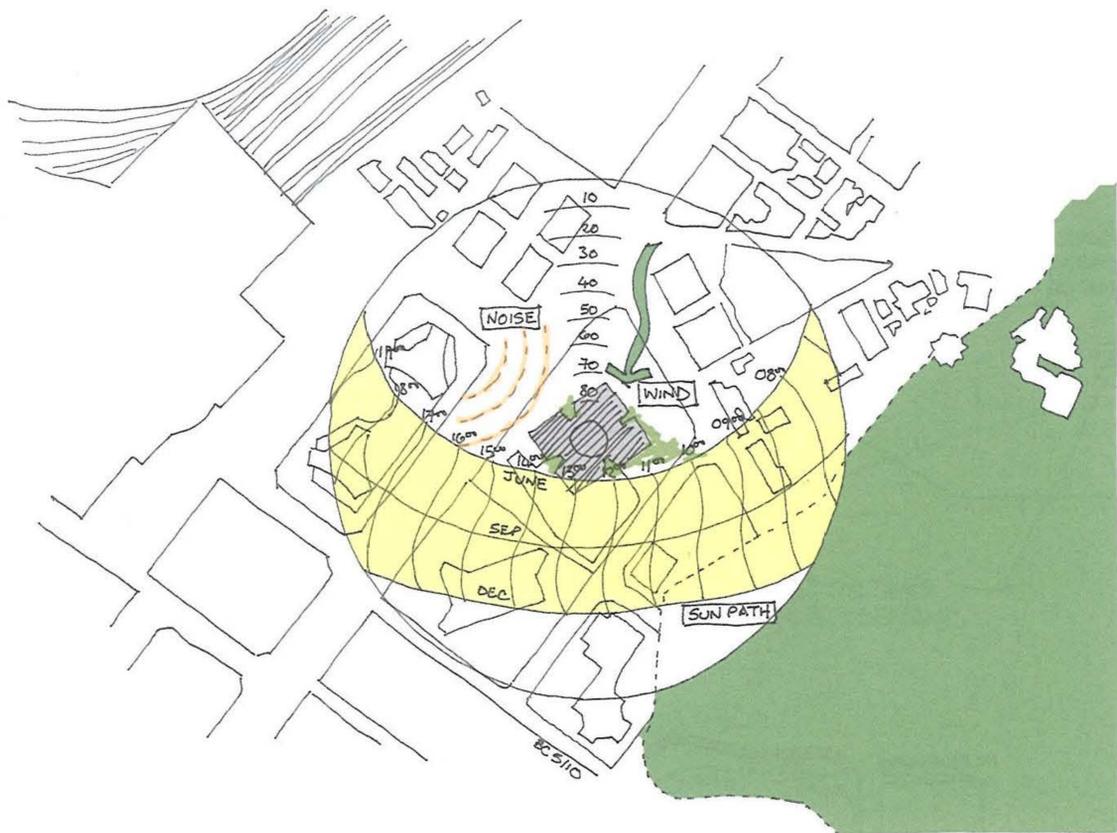


Bild 7a

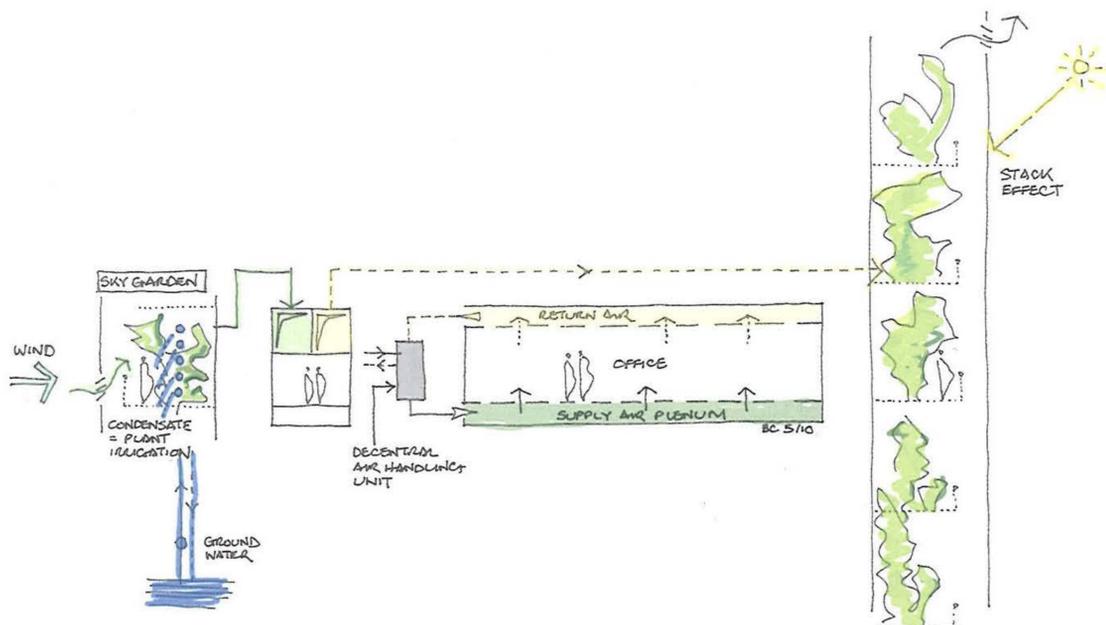


Bild 7b

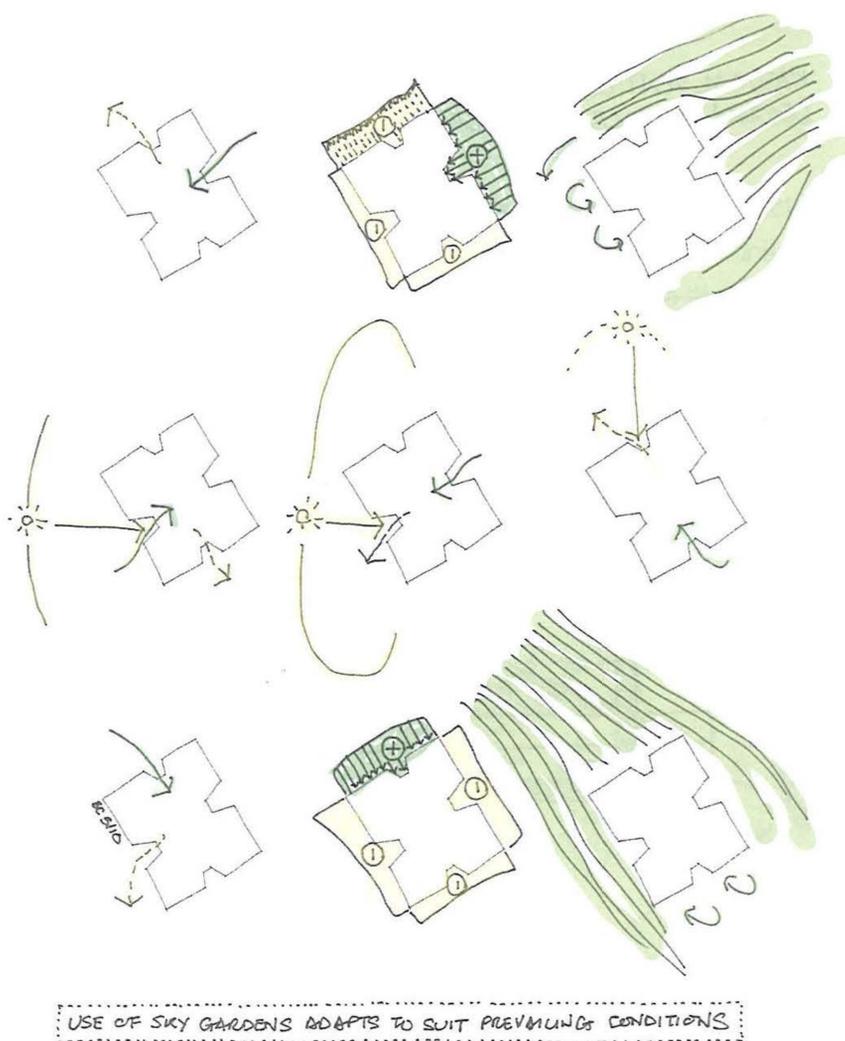


Bild 7c

automatisch, um Wind und thermischen Auftrieb für die Gebäudelüftung optimal zu nutzen. Die erforderliche Außenluft wird in dem Skygarden angesaugt, wo sich die Konditionen zur gegebenen Zeit am besten dafür eignen.

Die Vegetation und Pflanzen tragen zu Filterung, Luftreinigung, Befeuchtung im Winter und adiabatische Kühlung im Sommer sowie zur Beschattung bei. Grundwasser wird verwendet, um die eintretende Luft zu temperieren und im Sommer zu entfeuchten. Der Prozess stellt eine symbiotische Wechselwirkung zwischen Natur und Mensch dar, in dem die Menschen die getrocknete kühle Luft erhalten und die Pflanzen das kondensierte Wasser. Die Luft wird nach der weiteren Konditionierung „On-Floor“ in dezentralen Geräten ohne jegliche Luftkanalsysteme im Gebäude verteilt. Dieser zellenstrukturartige Aufbau schafft eine hohe Energieperformance und lässt ein anpassungsfähiges, flexibles und robustes System entstehen. Neben den klimatischen Funktionen bieten die Skygardens eine vertikale Verbundenheit, die selten in Bürotürmen zu finden ist. Gebäude der Zukunft müssen als Energielieferanten für die Stadt dienen, das heißt, sie erzeugen mehr Energie als sie selber benötigen; Gebäude dienen als Kraftwerke. Bild 8 zeigt ein Hochhauskonzept für Singapur (Architekt: Coop Himmelblau), bei dem die besondere Geometrie der Gebäudeform, an diesem sich fast am Äquator befindenden Standort, eine ganzjährige Energieerzeugung mittels der mit Fotovoltaikmodulen bestückten Solar Blades ohne gegenseitige Beschattung ermöglicht und gleichzeitig Tageslichtnutzung und Ausblicke sicherstellt.

Neben der Ausnutzung der im Gebäudeumfeld auftretenden instationären Energieflüsse gilt es, auch die im Gebäude von den vorgesehenen Nutzungen hervorgerufenen Energieflüsse ins Gesamtenergiekonzept zu integrieren und auszunutzen. Dies ist ein wichtiger Aspekt bei den Konzepten, welche wir für den Neubau der Medizinischen Universität in Graz in Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro Riegler Riewe gerade entwickeln. Die verschiedenen Anforderungen der vielfältigen Nutzungen der hier zu planenden Forschungslabore, Hörsäle und Büros liefern ein großes Potenzial an symbiotischer Wechselwirkungen und Synergien bei der Ausgestaltung der energetischen Konzepte. Aber auch mit einfachen Strategien können erhebliche Mengen an Energie und Ressourcen eingespart werden. In den Laborbereichen kommt statt des konventionellen Klimatisierungssystems mittels isothermer Zuluft und sekundärer Raumkühlungsanlagen ein System mit unterkühlter Zuluft und bedarfsgerechter Nacherwärmung im Labor über Nacherhitzer, welches durch Ausnutzung des freien Kühlungspotenzials die Energieperformance wesentlich erhöht, zum Einsatz (Bild 9).

Neben den entwurfsunabhängigen Faktoren wie Standort, geplanter Gebäudenutzung und Nutzerverhalten sind Gebäudeform, Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Energieversorgung entwurfsabhängigen Faktoren, welche die Gebäudeenergieperformance bestimmen. Der vor kurzem in Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro Boris Podrecca gewonnene Wettbewerb für den neuen Bank Austria Campus in Wien zeigt die Prinzipien: Optimierte Konfiguration der Baukörper, optimierte Fassaden mit abgestimmter Gebäudetechnik und energieerzeugende Dachlandschaften in Kombination mit einem großen geothermischen Energiefeld (Bilder 10). In einem Grundlagen-Forschungsprojekt wurden Ansätze, welche bei zwei Projekten aus der Praxis entwickelt wurden, kombiniert und weiterentwickelt. Das erste Projekt ist die neue Hauptverwal-

tion der EZB in Frankfurt mit Coop Himmelblau, bei dem eine Gebäudestruktur entwickelt wurde, welche ein auf natürlichen Antriebskräfte basierendes Lüftungssystem ganzjährig ermöglicht (Bild 11). Das zweite Projekt ist die neulich fertiggestellte Konzernzentrale der Volksbank in Wien mit Carsten Roth Architekten, bei dem ausgehend von energetischen Strategien eine vollkommen neue Atrium-Gebäudetypologie entwickelt wurde. Im Forschungsprojekt wurde eine Hochhausstruktur entwickelt, welche in fast beliebigen Höhen ausschließlich mit natürlicher Lüftung funktionieren kann. Das zentrale Prinzip ist die kontrollierte Nutzung von Wind und thermischem Auftrieb durch ein zentrales Atrium, das sich nach allen Gebäudeseiten hin öffnen kann, in Kombination mit einem äußeren Doppelfassadensystem. Diese Forschung, die nicht vor dem Hintergrund einer konkreten Bauaufgabe stattfand, führte einerseits zu einer Struktur, welche eine ganzjährige ausschließliche natürliche Lüftung technisch ermöglicht, und andererseits zu einer spezifischen Typologie, die sich im andersartigen Grundriss und Schnitt des Gebäudes äußert und die ein spannendes Potenzial räumlicher Möglichkeiten eröffnet: Form follows Energy.

Der Gebäudehülle kommt ein besonderer Stellenwert zu. Neben der aktiven Energieerzeugung sollte die Hülle als anpassungsfähiger Filter zwischen den außenklimatischen und den innenklimatischen Bedingungen fungieren. In einem aktuellen Projekt entwickeln wir bewegliche Elemente, welche sich in geschlossener Position luftdicht an die primäre Gebäudehülle anschließen und somit den transparenten Anteil der Gebäudehülle variieren lassen, beispielweise auf 0 Prozent, wenn der dahinterliegende Raum nicht genutzt wird beziehungsweise die vorliegende Nutzung kein Tageslicht erfordert.

Eine solche variable Gebäudehülle kann sowohl auf innere als auch auf äußere Zustände reagieren und sich adaptieren: „Space on Demand“. Smart Materials, welche ihre physikalischen beziehungsweise chemikalischen Eigenschaften wechseln, um sich an die jeweiligen Bedingungen anzupassen, stellen ein weiteres Potenzial dar.

Prozess

Das Energy Design von Gebäuden ist in der Praxis ein Entwurfsprozess ähnlich dem des Architekturstudioprozesses, in dem mittels der Gestaltung der unsichtbaren Energieflüsse innerhalb und außerhalb des Gebäudes statt Räumen Raumklimata das primäre Entwurfsziel darstellen. Anstelle des Einsatzes von Standardlösungen und der Zusammenstellung von Standardkomponenten in mechanischen Gebäudetechniksystemen kommen im Energy Design eines Gebäudes die naturwissenschaftlichen Prinzipien und Gesetze der Physik, insbesondere der Thermodynamik, Wärmeübertragung und Strömungstechnik zur Anwendung, um Gebäude und Gebäudeelemente zu entwickeln, welche einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der energetischen und klimatischen Ziele beitragen. Dabei übernehmen diese Elemente stets mehrere Funktionen: räumliche, funktionale und energetische. Energy Design verlangt eine Synthese von kreativem Entwurfstalent und präzisen analytischen Fähigkeiten. Um die Konzepte zu überprüfen, zu optimieren und deren Machbarkeit nachzuweisen, werden dynamische Simulationen des thermischen, lichttechnischen und luftströmungstechnischen Verhaltens durchgeführt. Der Einsatz von Technologie im Entwurf führt dabei häufig zu vermindertem Einsatz von Technik im ausgeführten Gebäude.

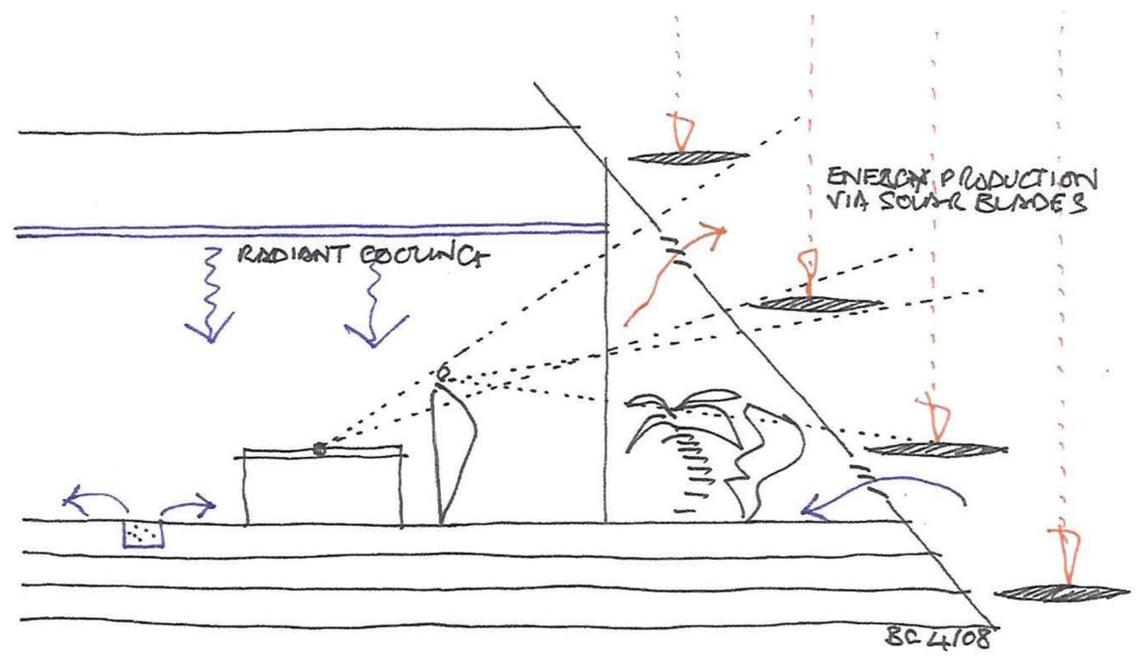


Bild 8

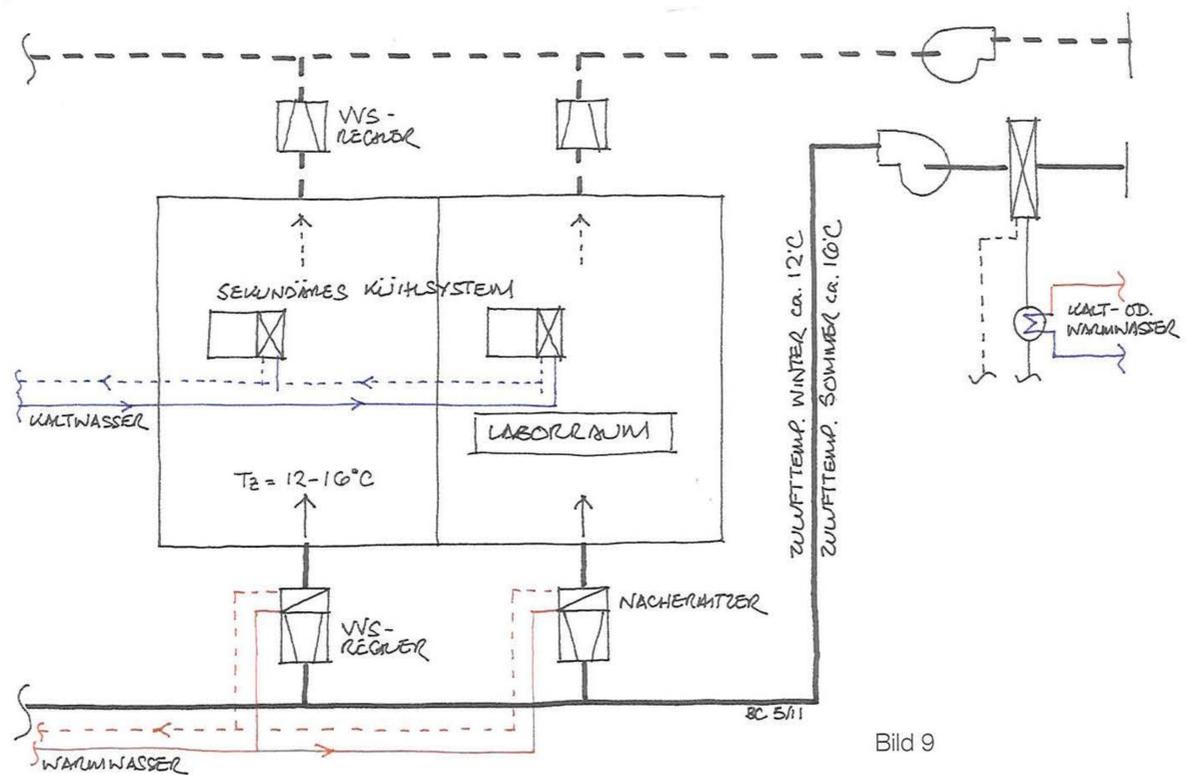


Bild 9

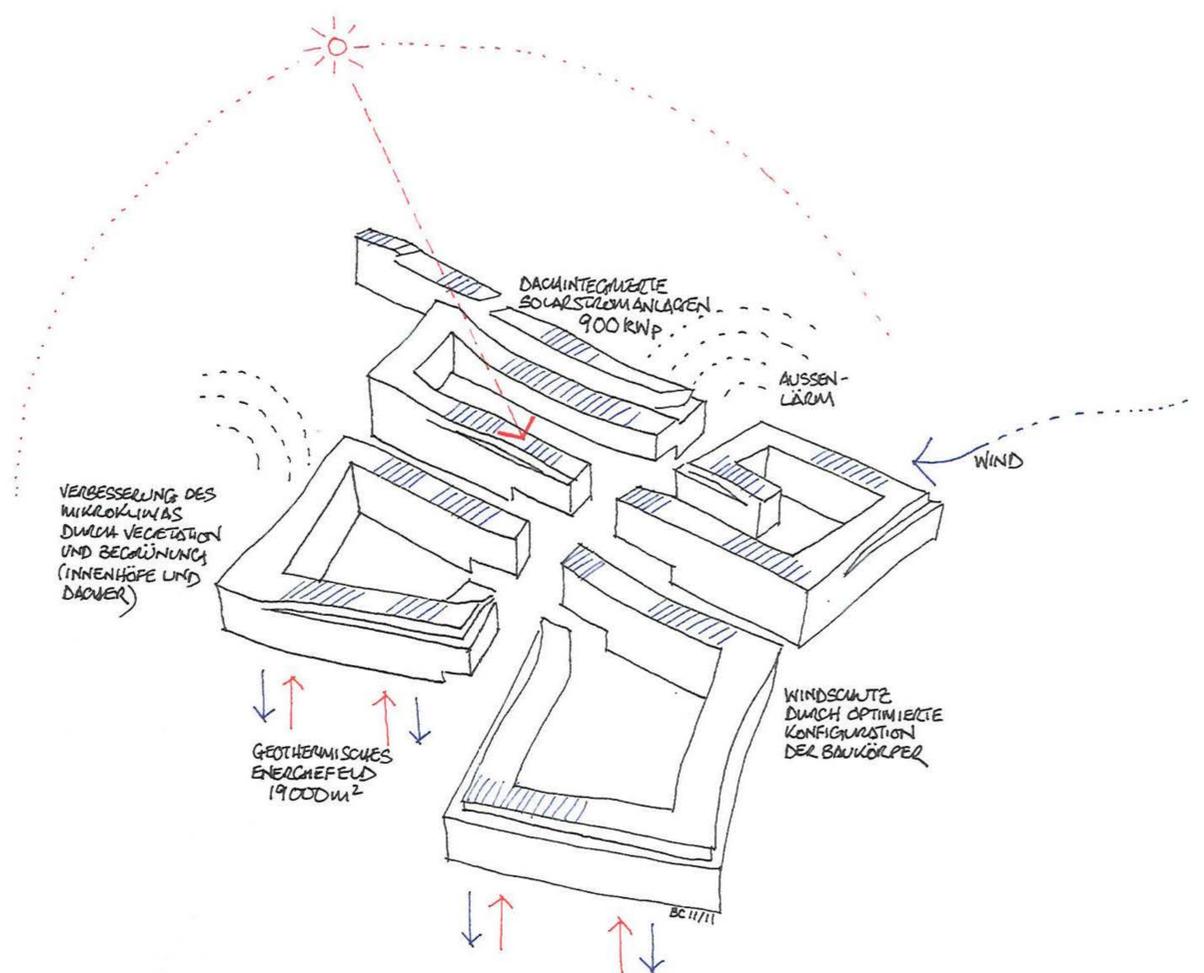


Bild 10 a

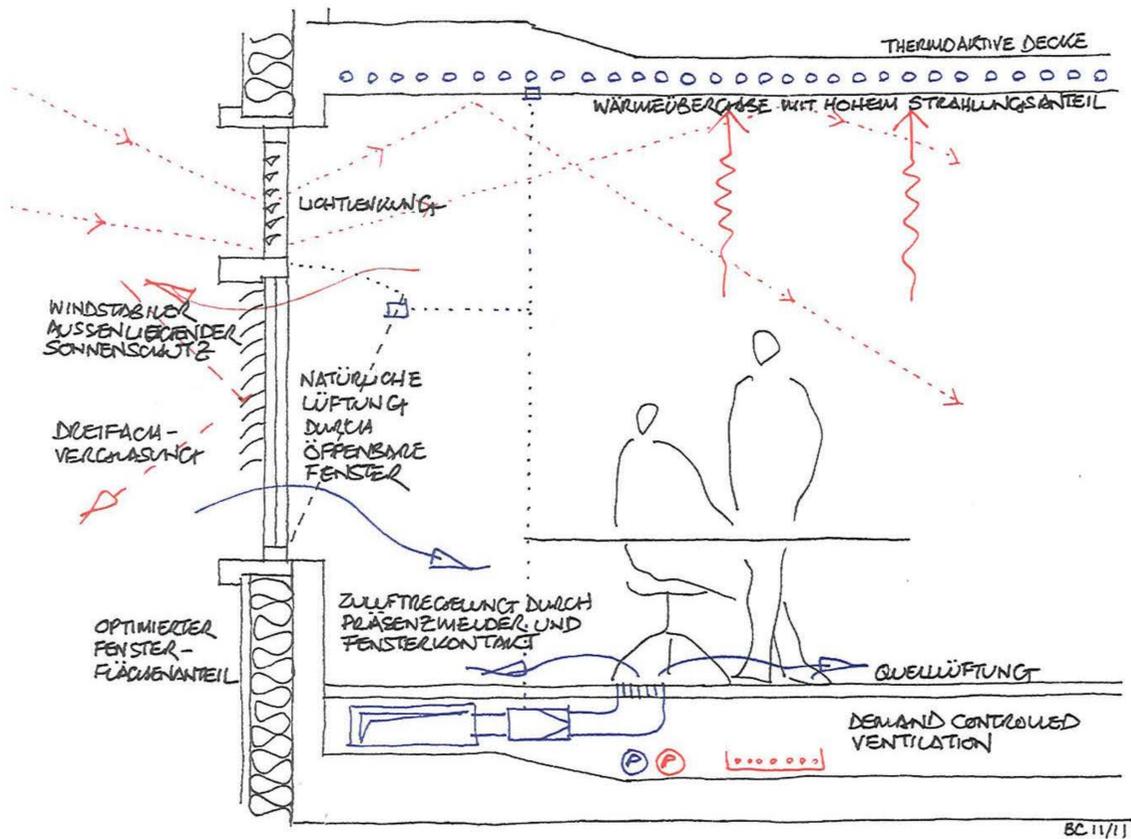


Bild 10b

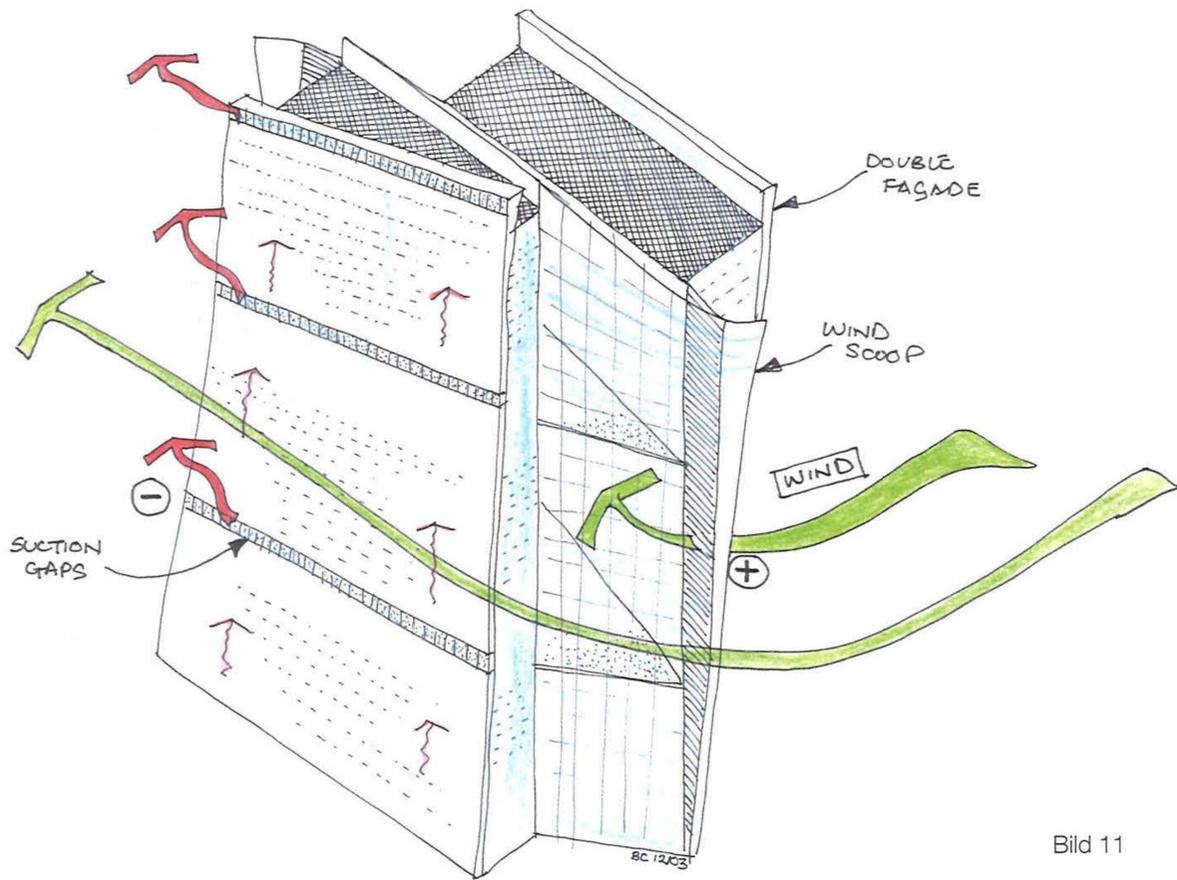


Bild 11

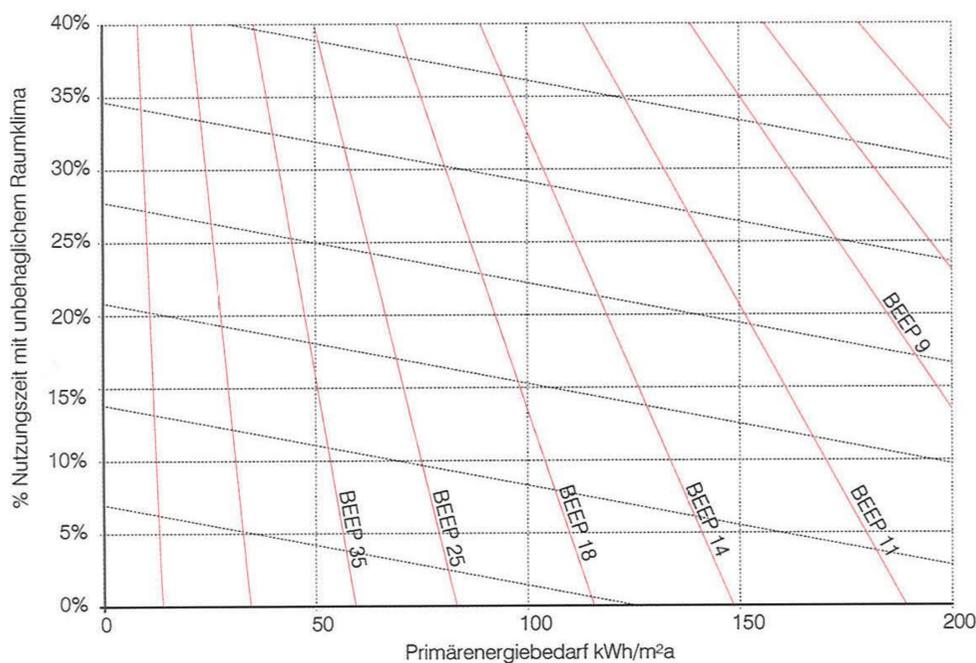


Bild 12

Bewertung

Wie wir als Gesellschaft Maßnahmen, Strategien, Konzepte und deren Resultate bewerten, belohnen und bestrafen, wird die Gesamtentwicklung der Architektur maßgeblich beeinflussen. Daher ist die Entwicklung von Methoden für die Bewertung von Energieeffizienz im Bereich der gebauten Umwelt ein wichtiger und bislang fatalerweise von Architekten unterschätzter Faktor für diese weitere Entwicklung.

Energieeffizienz ist die Minimierung des Energiebedarfs eines Gebäudes bei gleichzeitiger Erreichung optimaler Konditionen in dessen Räumen. Der Begriff „Energieeffizienz“ wird jedoch heute leider gerade im Bereich des Bauwesens häufig falsch verstanden indem die Senkung des Energiebedarfs mit einer Erhöhung von Energieeffizienz verwechselt wird. Dabei stellt Energieeffizienz das Verhältnis zwischen Output (Nutzen) und Input (Ressourcen) dar. Es geht darum, welchen Nutzen man aus der „verbrauchten“ Energie zieht. Im Zusammenhang mit der klimatischen Performance von Gebäuden ist die Energieeffizienz als Verhältnis zwischen der Qualität des Raumklimas und der Quantität des Energiebedarfes zu begreifen. Bisherige Instrumente zur Regulierung der Energieeffizienz von Gebäuden beschäftigen sich lediglich mit Energiebedarf und nicht mit Energieeffizienz.

Die BEEP (Building Energy and Environmental Performance) Methode wurde entwickelt, die tatsächliche Energieeffizienz eines Gebäudes feststellen und um verschiedene Entwurfsoptionen wirklich miteinander vergleichen zu können (Bild 12). Ergebnisse von Fallbeispielen, die mit dieser Methode untersucht wurden, zeigen eindeutig, dass niedriger Energieverbrauch mit einer hohen Energieeffizienz nicht gleichgesetzt werden kann und dass eine solche komplexere Bewertungsmethodik zu einer anderen zukünftigen Entwicklung in der Architektur führen würde als die heute verwendeten Methoden.

Darüber hinaus ist energieeffiziente Architektur als Triade aus minimiertem Energieverbrauch, optimalem Raumklima und hervorragender architektonischer Qualität zu begreifen. Wie oben erläutert, ist es mittels der BEEP-Methode möglich, die ersten zwei Parameter zu kombinieren und objektiv zu ermitteln. Der dritte Parameter kann und muss ebenfalls evaluiert werden, natürlich jedoch nicht in Form einer Zahl. Gerade dieser Aspekt hat der architektonischen Qualität im Namen des sogenannten energiesparenden Bauens in den vergangenen Jahren stark gelitten, und stellt eine Entwicklung dar, die wir uns nicht leisten können. Wenn man den Begriff der nachhaltigen Entwicklung ernst nimmt, muss man einsehen, dass damit nicht ein Verlust an architektonischer Qualität unserer gebauten Umwelt einhergehen darf.

Urban design

Um eine tatsächlich nachhaltige Entwicklung zu vollziehen, ist eine radikale Neustrukturierung der physischen Infrastruktur unserer Gesellschaft erforderlich. Das Forschungsprojekt „Stadt der Zukunft“ untersucht zukunftsfähige hypothetische Stadtmodelle (Bild 13). Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Formen der Telearbeit und der Gesamtenergieeffizienz in der Gesellschaft haben hier beispielsweise interessante Impulse geliefert (Bild 14). Ein zentraler Faktor ist die effektivere Nutzung vom Raum. Im Rahmen dieser Untersuchungen haben wir eine neue Einheit entwickelt: m^3h , womit das Produkt von Raum und Zeit und somit die Effektivität der Raumnutzung quanti-

fiziert werden kann. Auf der Suche nach Strategien für eine räumliche, zeitliche und digitale Verdichtung wurden neue Gebäudetypologien entwickelt, die alle notwendigen infrastrukturellen Elemente einer Gesellschaft, einschließlich industrieller und landwirtschaftlicher Nutzungen, Nahrungsmittelproduktion, Energieerzeugung etc. beinhalten. Diese sogenannten Hyperbuildings sind nicht als Solitäre zu verstehen, sondern sind einzelne Zellen eines komplexen Stadtmodells. Jede einzelne Zelle hat prinzipiell die Fähigkeit, autark zu funktionieren. Werden diese jedoch miteinander verbunden, so kommt es zu wechselseitigen Synergieeffekten, sodass das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist. Das Hyperbuildingkonzept sieht Strukturen vor, die urbane Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte ähnlich der von Manhattan aufweisen, jedoch keine externe Energie- und Wasserversorgung benötigen, keinen Müll produzieren, kein CO₂ emittieren und nur auf geringe oder gar keine externe Nahrungsmittelversorgung angewiesen sind. (Bild 15). Zentral für das Konzept sind die synergetische Integration der verschiedenen Systeme und die Ausnutzung symbiotischer Wechselwirkungen zwischen Natur, Mensch und Technologie.

Ausblick

In Zusammenarbeit mit OMA (Office for Metropolitan Architecture) arbeiten wir gerade an einer neuen typologischen Entwicklung eines Universitätskomplexes, welche durch die Schaffung von Mikroklima innerhalb eines größeren Makroklimas eine hohe Energieperformance ermöglicht. Wir entwickeln ein neues System der Klimatisierung für ein Hotelgebäude in Wien in Zusammenarbeit mit Schneider Schumacher Architekten, das neben höherer Behaglichkeit die Möglichkeit eröffnet, konventionelle Standard-Hotelzimmertypologien zu verlassen. Mit Delugan Meissl Associated Architects arbeiten wir an einer Weiterentwicklung des „Green Lung“-Konzepts für ein Projekt in Seoul.

In der Grundlagenforschung entwickeln wir Methoden des „Parametric Energy Design“ und arbeiten an Studien zur Determinierung des optimalen Grades der urbanen Dichte aus energetischer Sicht. Die bisherigen Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass der Parameter der Energieerzeugung mittels regenerativer Energiequellen und die dafür erforderlichen Landflächen eine erhebliche Rolle spielen und, dass die Integration dieser Energieproduktionsflächen in die Oberflächen von Gebäuden wiederum die Bestimmung der optimalen Dichte stark beeinflusst.

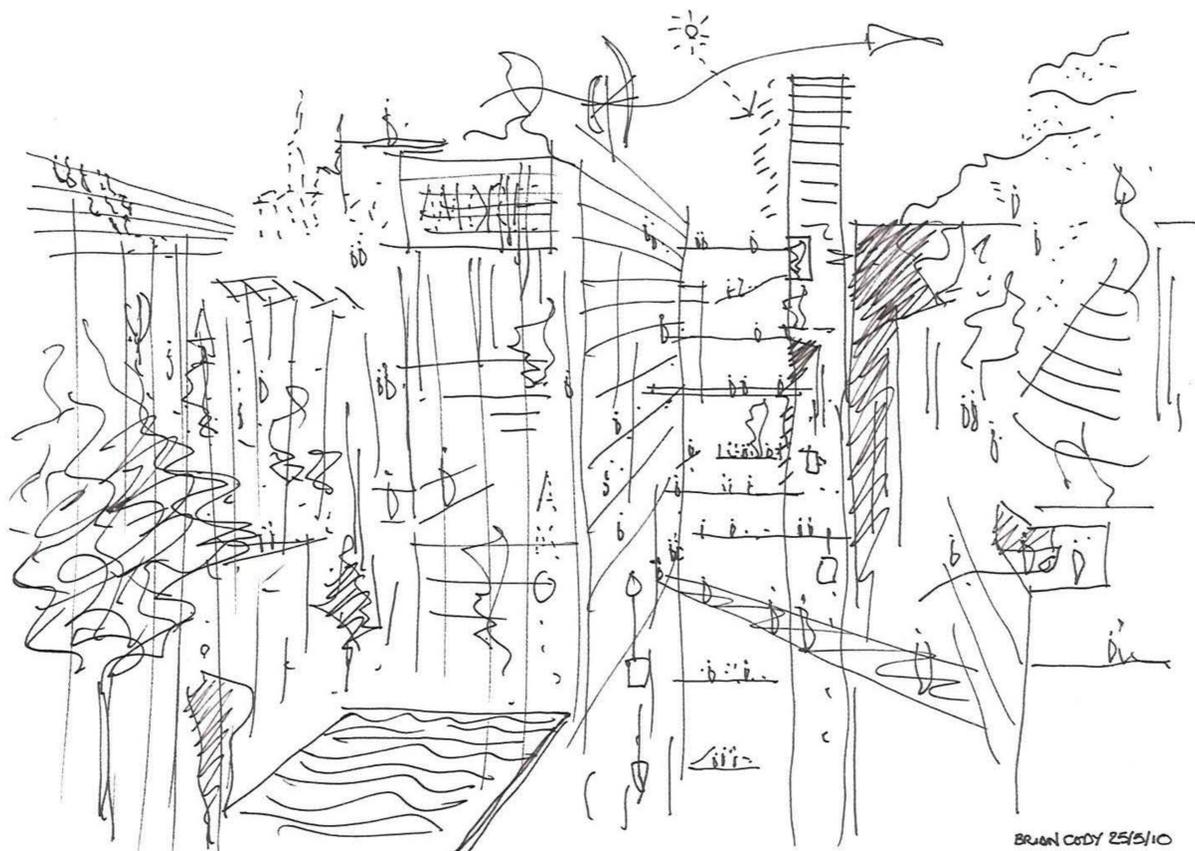


Bild 13

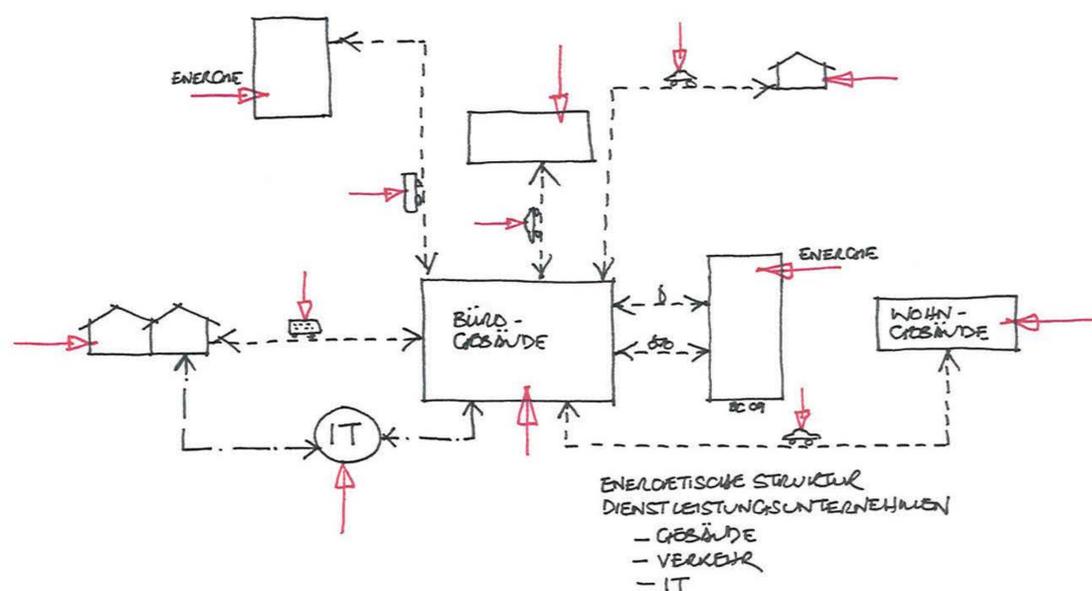


Bild 14

Der Autor, Professor Brian Cody, ist Universitätsprofessor an der Technischen Universität Graz und leitet dort seit 2004 das Institut für Gebäude und Energie. Sein Schwerpunkt in Forschung, Lehre und Praxis gilt der Maximierung der Energieperformance von Gebäuden und Städten. Er ist Gründer und Inhaber des Beratungsunternehmens ENERGY DESIGN CODY, das an der Entwicklung von innovativen Klima- und Energiekonzepten für Bauprojekte weltweit beteiligt ist. Professor Cody ist Mitglied in zahlreichen Beiräten und Preisgerichten und Gastprofessor und Leiter der Energy Design Einheit an der Universität für Angewandte Kunst in Wien.

Weiterführende Literatur:

- „Städtische Dichte und Energie“, ISSN 2074-9643, Verlag der Technischen Universität Graz, 2011
- „Stadt der Zukunft, Wege zur Energieeffizienz“, Der Entwurf, Deutsche Bauzeitschrift, November 2010
- Keynote Lecture, Conference Proceedings, Clima 2010 World Congress, 2010, Antalya, Türkei
- „Architektur, Bewegung und Energie“, MOVE, Schumacher, 2010, ISBN: 978-3-7643-9985-6
- „Form follows Energy“, „der architekt“, 3/09, BDA, Nicolaische Verlagsbuchhandlung, ISSN 0003-875X
- „Energieeffizienz versus Energieverbrauch“ Zeno 3/2009, München, Callway, ISSN 1866-8429
- „Urban Design and Energy“, GAM 05, Springer Wien New York, ISBN 978-3-211-79203-2
- „Natural ventilation of tall buildings“, Proceedings, 29th AIVC Conference 2008, Kyoto, 2008
- „Building Energy & Environmental Performance BEEP, HLH, Springer-VDI-Verlag, 2008
- „Form follows Energy“, Proceedings, UIA 2005 World Architecture Congress, Istanbul

Bild 15



online

www.ige.tugraz.at
www.energydesign-cody.com