Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen

Herausgeber: Bund Schweizer Architekten

Band: 78 (1991)

Heft: 4: Wände, Hülle = Parois, enveloppes = Walls, wrappings

Artikel: Die Wand, ein Medium? : Szenarien technischer Entwicklung und ihre mögliche Folgen

Autor: Breukelmann, Alfred

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-59152

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Wand, ein Medium?

Szenarien technischer Entwicklungen und ihre möglichen Folgen

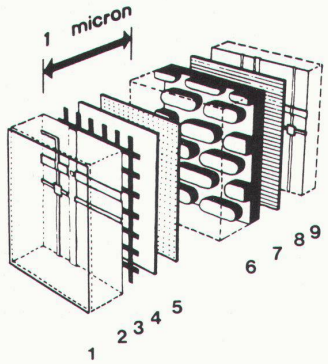
Gegenwart und Zukunft konfrontieren die Architektur zunehmend mit technischen Problemen, die die Frage nach dem Stellenwert von Material und Energie in den Vordergrund rücken. Mit der gesellschaftlichen Forderung nach dem sparsamen Gebrauch der natürlichen Ressourcen verbindet sich die apodiktische Forderung, Gebäude nach ihrer Leistungsfähigkeit zu messen: «Performance per pound» (Buckminster Fuller). Die bautechnische Innovation der letzten Jahre bezog sich denn auch fast ausschliesslich auf den energetisch bedeutendsten Bauteil – die Hülle. Der folgende Beitrag fragt – innerhalb heutiger und zukünftiger Produktionsbedingungen des Bauens – nach den Folgen für die Architektur.

Scénarios de développements techniques et leurs conséquences possibles

Contemporain et avenir confrontent toujours plus l'architecture à des problèmes techniques où la question de la place du matériau et de l'énergie devient primordiale. A l'exigence de la société réclamant un usage économe des ressources naturelles, s'allie la demande apodictique d'évaluer les bâtiments selon leur efficacité: «Performance per pound» (Buckminster Fuller). L'innovation technique des dernières années concerne donc presque exclusivement l'enveloppe, partie de la construction essentielle au plan énergétique. Le présent article pose la question des conséquences pour l'architecture au sein des conditions de production actuelles et futures.

Scenarios of technical developments and their possible consequences

To a constantly increasing extent, present and future conditions are confronting the architect with technical problems that thrust the question of the status of material and energy into the foreground. The social demand for the sparing use of natural resources is coupled with the apodictic demand for functionally efficient buildings: "Performance per pound" (Buckminster Fuller). The technical and constructional innovations of recent years refer almost exclusively to the part of a building that is the most important in terms of energetics: – the outer sheath. The following article asks – within the framework of current and future conditions of production – about the consequences for architecture.



❶

❶
Mike Davies: Polyvalente Wand, 1981. Geschichtete Glashaut mit Steuerungs- und Kontrollschichten zur Klimakontrolle und Energiegewinnung:
1 Silikon-Wetterhaut und eingelagertes Substrat, 2 Sensor und Kontroll-/Steuerungslogik – aussen, 3 photoelektrisches Gitter, 4 Wärme-Schicht-Radiator/selektiver Absorber, 5 elektro-reflektierende Einlagerung, 6 Mikro-/feinporige gasdurchströmte Schicht, 7 elektro-reflektierende Einlagerung, 8 Sensor und Steuerungslogik – innen, 9 eingelagertes Silikon-Substrat – innen /

Paroi polyvalente, 1981. Enveloppe en verre stratifiée avec couches de commande et de réglage pour le contrôle climatique et le captage d'énergie:
1 enveloppe climatique en silicone et couche-substrat, 2 senseur et logique de contrôle et de commande – extérieur, 3 grille photoélectrique, 4 couche calorifique-radiateur/absorbant sélectif, 5 couche électro-réfléchissante, 6 couche microporeuse perméable aux gaz, 7 couche électro-réfléchissante, 8 senseur et logique de commande – intérieur, 9 couche-substrat en silicone – intérieur /

Die Realität des Baugeschehens zeugt – verglichen mit anderen Technikbereichen – von beispielloser Material- und Energieverschwendung. Die Fassadenindustrie ist seit Jahren willfähriges Opfer einer spekulativen Ästhetik und einer Verselbständigung der Bauphysik, wonach die Lösung eines technischen Problems scheinbar nur durch noch kompliziertere und materialaufwendigere Konstruktionssysteme erkauft werden kann.

Sowohl die Entwicklung des Bauens vom Massivbau zum leichten Skelettbau – selbst wenn diesem durch vorgehängte Verkleidungen die «Fassade» des Massivbaus zurückgegeben wird – als auch die zunehmende Industrialisierung des Bauens in Gestalt eines «schleichenden», auf der Ebene der Bauteile und Halbfabrikate sich vollziehenden Industrialisierungsprozesses, fordert neue Konzepte heraus, die ökologische Anforderungen berücksichtigen. Wie, so muss gefragt werden, sind die bauphysikalischen Defizite leichter, transparenter Gebäude, insbesondere hinsichtlich fehlender Speicherfähigkeit, unerwünschter Wärmegewinne und -verluste auszugleichen, wenn die Baumasse selbst nicht als Umweltregler funktionieren kann? Das Konzept einer Architektur aus aktiver Klimatechnik und Hülle – vor wenigen Jahren noch euphorisch zur Schau gestellt – kann die gestiegenen Ansprüche an ein homogenes Raumklima nicht mehr erfüllen. Die Begrenzung des Energieverbrauchs zur Ressourceneinsparung bei gleichzeitiger Flexibilität der Nutzung stellt Anforderungen an die Klimaregulierung, die mit den Mitteln der aktiven Steuerung nicht mehr zu bewältigen sind.

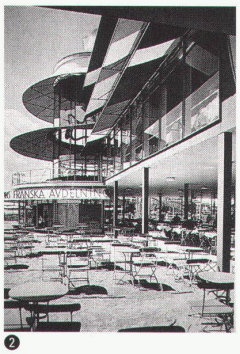
Die realistische Betrachtung der verfügbaren Mittel und Methoden zur Lösung der Umweltprobleme im Bauen verweist uns zum einen auf die Ursprünge des traditionellen, handwerklichen Bauens, anderseits auf die Nutzbarkeit moderner Technologien – Technology as a tool. Eine Architektur, die sich auf die Prinzipien des klimagerechten Bauens besinnt und diese mit moderner Computer- und Informationstechnik vereint, wäre die logische Fortführung einer jahrhundertealten Bautradition, die sich stets der leistungsfähigsten Mittel und Methoden ihrer Zeit bedient. Wie anders hätten etwa die Eisen-Glas-Konstruktionen des 19. Jahrhunderts entstehen können? Es reifen Konzepte, die das Gebäude selbst als reagiblen Organismus begreifen, welcher behutsam die inneren und äusseren Einflüsse berücksichtigt. Gebäudenutzung, technische Gebäudeausrüstung und Baukonstruktion sind integrale Bestandteile einer neuen, ganzheitlichen Betrachtungsweise.

Im Mittelpunkt dieser Architektur steht die veränderliche Aussenwand, die sich als Nahtstelle zwischen dem Innen- und Aussenraum den im tages- und jahreszeitlichen Verlauf wechselnden Bedingungen des Innen- und Aussenklimas anpasst, den spezifischen Nutzeransprüchen Rechnung trägt und dabei den physischen Beanspruchungen, zum Beispiel aus der Witterung, dauerhaft Widerstand leistet. Gekoppelt mit Kontroll- und Steuerungseinrichtungen einer sogenannten «künstlichen Intelligenz», schöpfen derartig variable Bauteile das ganze Potential ihrer polyvalenten Eigenschaften aus: jede minimale Veränderung im physischen Zustand des Gebäudes und seiner Teile sowie des Innen- und Aussenklimas wird minuziös aufgezeichnet und unmittelbar der Steuerungszentrale übermittelt, die ihrerseits geeignete Gegenmassnahmen einleitet. Gradmesser für die Leistungsfähigkeit dieser Systeme und Massstab für die «Intelligenz» ist die sensorische Sensibilität des Gebäudes. Intelligente Gebäude – wenn dieser Begriff in diesem Zusammenhang überhaupt Gültigkeit hat – sind solche Gebäude, die ihre Anpassbarkeit und Variabilität durch energiesparende Soft-Ware-Technologie erreichen.

Von der Wand zur Haut

Unser Begriff von einer Wand ist geprägt von der Vorstellung, zugleich massiv, lasttragend, raumabschliessend und schützend zu sein. Die konstruktive Auflösung in einzelne Schichten, die sich unbewusst vollzog, teilte das Bauteil – zum Beispiel eine «zwei»-schalige gemauerte Wand – in verschiedene Elemente für verschiedene Funktionen. Erst die Gesamtheit der Schichten macht die Wand bauphysikalisch anpassbar an divergente klimatische Bedingungen. Ihre passiven Eigenschaften der Selbstregelung erweisen sich in vielen Fällen als vorteilhaft, gerade weil die dicke, speicherfähige Wand langsamer auf veränderte Umwelteinflüsse reagiert und sich unsensibler verhält. In den komplexen Gebäudestrukturen unserer Zeit ist die massive Wand jedoch wenig geeignet, den Anforderungen an die Klimaregelung gerecht zu werden. Die Verwendung leichter, industriell vorgefertigter Bauteile und grossflächiger Verglasungen erfordert regelbare, dyna-

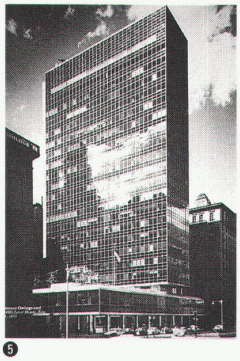
Multi-purpose wall, 1981. Layered glas skin with regulation and control layers for air-conditioning control and power production:
1 silicon weather skin and stored substrate, 2 sensor and control/regulation logic – exterior, 3 photoelectric grid, 4 heat layer radiator/selective absorber, 5 electro-reflecting storage, 6 micro/fine-pored gas-permeated layer, 7 electro-reflecting storage, 8 sensor and regulation logic – interior, 9 stored silicon-substrate – interior



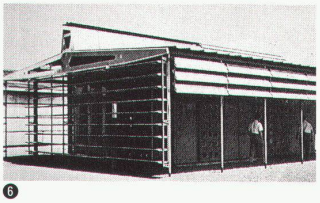
❷

❸

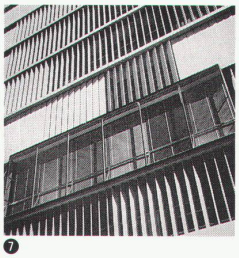
❹



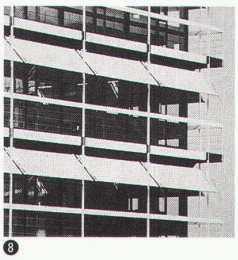
❺



❻



❼



❽

mische Wandsysteme. Überhaupt erscheint der Terminus der Aussenwand in diesem Zusammenhang ungeeignet, derartige Bauteile zu beschreiben. Es sind mehrlagige, dünne Schichten oder Häute, sensibel und blitzschnell reagierend. Ihre sichtbarste Eigenart ist die permanente Veränderung ihrer Erscheinung. Damit aber weisen die polyvalenten Häute auf weitreichende Auswirkungen hin, die sie zur konzeptionellen Vorgabe für die Architektur werden lassen. Bewegung und Dynamik – die vierte Dimension – spielten im Entwurfskonzept dieser Gebäude eine entscheidende Rolle. Anders als die visionären Utopien der sechziger Jahre geht diese Architektur doch sehr viel sensibler und pragmatischer zu Werke. Eine Ideologie der absoluten Flexibilität und Mobilität, am eindrucksvollsten verkörpert in den «plug-in-cities» von Archigram, wird durch die Erfahrung relativiert, dass der Universalismus einer Idee nur wenig Spielraum für Variation und Vielfalt lässt. Essentielle Erfahrungen des Bauens, zum Beispiel regionale und klimatische Besonderheiten, und die Anforderungen der Nutzung bleiben weitgehend unberücksichtigt. Gebäude mit polyvalenten Häuten stellen darüber hinaus den uniformen und sterilen Glaskuben des Internationalen Stils eine aus den praktischen Erfordernissen der spezifischen Bauaufgabe resultierende Architekturkonzeption der Veränderlichkeit gegenüber, deren Ursprünge in der frühen Moderne zu suchen sind.

Die Tradition der Moderne

Die geistigen Grundlagen der polyvalenten Häute wurden zu einer Zeit gelegt,

❷
Erik Gunnar Asplund: Pavillon auf der StockholmerAusstellung von 1930. Tragwerk und transparente Hülle als Prinzipien der Moderne kombiniert mit passiven Massnahmen des Sonnenschutzes / Pavillon à l'exposition de Stockholm en 1930. Structure portante et membrane transparente, principes du moderne combinés à des mesures passives de protection solaire / Pavilion at the Stockholm Exhibition of 1930. Load-bearing structure and transparent covering as principles of modern architecture combined with passive solar shading

❸
Frank Lloyd Wright: Johnson and Son, Racine, Wis., 1939. Blendfreie Ausleuchtung des Bürosaals durch Deckenlichtbänder aus Glasröhren / Eclairement sans éblouissement par bandes lumineuses en tubes de verre au plafond / Dazzle-proof illumination of the office hall through glass tube ceiling strip lighting

❹
O. Niemeyer, L. Costa, J. Moreira, A.E. Reidy, E.Vasconcelos, beratender Architekt: Le Corbusier, Erziehungsministerium Rio de Janeiro, 1943. Bewegliche Sonnenschutzlamellen vor der Aussenwand als variable Netzstruktur / O. Niemeyer, L. Costa, J. Moreira, A.E. Reidy, E. Vasconcelos avec Le Corbusier architecte-conseil, Ministère de l'Education à Rio de Janeiro, 1943. Lamelles brise-soleil mobiles devant la paroi formant structure réticulée variable / O. Niemeyer, L. Costa, J. Moreira, A.E. Reidy, E. Vasconcelos, consultant architect: Le Corbusier, Ministry of Education Rio de Janeiro, 1943. Mobile blind slats for solar shading in front of the exterior wall in the form of a variable net structure

❺
Skidmore, Owings & Merrill: Lever House, New York, 1950. Curtain wall als homogener Glasvorhang des Internationalen Stils. Künstliche Klimakontrolle / Curtain wall, exemple de paroi en verre homogène typique du style international. Contrôle climatique artificiel / Curtain wall in the form of a homogenous glass curtain in international style. Air-conditioning

als die Architektur – seit der Gotik vielleicht zum ersten Mal – antrat, sich den Prinzipien und Methoden der Technik zu öffnen. Die konstruktiven Möglichkeiten des Skelettbaus führten konsequent zur Ablösung der Fassade vom Gebäudetragwerk. Der ernsthafte Versuch, die Architektur mit den Mitteln der Technik rational neu zu begründen und auf die Bedingungen der Funktion und Konstruktion zurückzuführen, kollidierte jedoch mit dem Bemühen, das Neue Bauen typisierende, stilprägende Gestaltmerkmale zu finden. Das Interesse an neuen Materialien basierte daher stärker auf formalen als auf bautechnisch-funktionalen Kriterien. Das Glas als Inbegriff der Entmaterialisierung, welches die minimalste Grenze zwischen Innen und Aussen möglich machte, schien mit keinem anderen Material vergleichbar. Doch warf die Übertragung der Glaswand vom Industrie- und Warenhausbau auf andere Bauaufgaben Probleme der Klimaregelung auf, über die sich viele Architekten der Moderne in ihrem Hang zur Reduktion und Vereinfachung auf Elementarbaukörper hinwegsetzten. Den ursprünglichen Postulaten folgend, glaubte sich der aus der Moderne entwickelte «Internationale Stil» in seinem Wesen unabhängig von regionalen und klimatischen Einflüssen.

Diese weitgehende Isolierung der Fassade von den klimatechnischen Erfordernissen der Nutzung sowie der Verzicht auf zusätzliche, die absolut und klar komponierte Form beeinträchtigende Massnahmen zum Beispiel des Sonnenschutzes – deren Notwendigkeit zugegebenermassen erst erfahren werden musste – hatte zur Folge, dass viele der Bauten des Internationalen Stils unter erheblichen Beeinträchtigungen durch Wärmeverlust, Hitzestau oder Blendung zu leiden hatten.

Le Corbusier, der in den «5 Punkten einer neuen Architektur» mit der «freien Fassade» als Entsprechung zum «plan libre» die Teilung der Aussenwand in Tragwerk und Hülle begründet hatte, setzte in den zwanziger Jahren die reine Glaswand in direkter Südorientierung ein. Umwelttechnische Probleme waren damit vorprogrammiert und der soziale Anspruch auf Licht und gesunde Umwelt durch transparente Wände drohte sich in sein Gegenteil zu verkehren.

Um 1930 wurde sich Le Corbusier der Folgen, die sich aus der Abschaffung der tragenden massiven Wand ergaben, bewusst. Er begann, ihre klimatechnischen Funktionen durch künstliche Massnahmen wiederherzustellen: «la respiration exacte» und «le mur neutralisant». «La respiration exacte» bestand aus einer kontrollierten mechanischen Lüftung zur Schaffung eines homogenen Raumklimas. Richard Buckminster Fuller, der Pionier des industriellen Bauens, hatte bereits 1928 im «Dymaxion-Haus» regelbare mechanische Einrichtungen zur aktiven Klimasteuerung vorgesehen und mit Gläsern unterschiedlicher Transparenz gearbeitet.

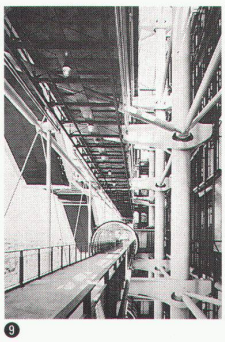
Die «mur neutralisant» basierte demgegenüber auf der Einbeziehung der Aussenwand in das Konzept der Klimatechnik. Sie bestand aus einer doppelten Verglasung mit einem Zwischenraum aus zirkulierender Luft. Ziel war es, die Wand als neutralisierendes, zwischen Innen- und Aussenklima ausgleichendes Element zu betrachten. Der französische Ingenieur Jobard schlug Sigfried Giedion zufolge bereits Mitte des 19. Jahrhunderts eine ähnliche Konstruktion aus doppelten Glaswänden vor. Der Raum zwischen den Scheiben sollte im Winter mit heisser, im Sommer mit kühler Luft durchströmt werden. «La respiration exacte» und «le mur neutralisant» waren erste Versuche, das Prinzip der Moderne von «Tragwerk und Hülle» mit umwelttechnischen Erfordernissen in Einklang zu bringen. Ihr Ziel war die aktive Umweltkontrolle.

Auf der anderen Seite traten Massnahmen hinzu, die zum Beispiel durch die Verwendung von Glasbausteinen, Sonnensegeln und Vorhängen sehr viel stärker auf traditionelle Methoden der passiven Klimaregelung Bezug nahmen. Gunnar Asplunds Pavillon auf der Stockholmer Ausstellung von 1930 setzt weitausladende Sonnensegel ein und verbindet klimatische und regionale Besonderheiten mit dem offenen Raumkonzept der Moderne. Frank Lloyd Wrights Johnson-Verwaltungsgebäude aus dem Jahr 1939 enthält im Wand- und Deckenbereich Glasröhren, die das Licht filtern. Das Erziehungsministerium in Rio de Janeiro von Niemeyer und anderen (1937–1943), bei dem Le Corbusier beratend mitwirkte, bildet auf der Nordseite ein Netz von Sonnenblenden, deren bewegliche Lamellen eine differenzierte veränderliche Aussenhaut ergeben. Ähnliche Ansätze lassen sich zur gleichen Zeit im Entwurf für die Cité d'Affaires in Algier von 1938–1942 erkennen. In seinem Spätwerk bediente sich Le Corbusier der «brise soleil», vorspringende feste Gebäudeteile, die in Anlehnung an die frühen Präriehäuser von Frank Lloyd Wright diffuse und winterliche

❻
Jean Prouvé: Tropenhäuser, 1949. Anpassung industriell vorgefertigter Bautypen aus Stahl und Alu an das tropische Klima durch Pufferzonen, Dachüberstände, Gebäudedurchlüftung und regelbare Sonnenblenden / Maisons tropicales, 1949. Adaptation de constructions normalisées préfabriquées industriellement en acier et aluminium au climat tropical par zones tampons, toitures en surplomb, ventilation transversale et brise-soleil réglables / Tropical houses, 1949. Adaptation of industrially prefabricated building types in steel and alu to the tropical climate by means of buffer zones, roof overhangs, aeration and adjustable sun screens

❼
Gian Antonio Bernasconi, Annibale Fiocchi, Marcello Nizzoli: Palazzo Olivetti, Milano, 1954. Vertikale Lamellen als Sonnenschutz erzeugen Veränderlichkeit und Variation in der Fassade / Lamelles verticales formant protection solaire et rendant la façade modifiable et variable / Vertical blind slats for solar shading provide changeability and variation in the façade

❽
Egon Eiermann: Olivetti, Frankfurt, 1972. Räumliche Schichtung der Aussenwandelemente: Sonnenschutz, Fluchtbalkon, Tragwerk, Witterungsschutz und Raumabschluss. «Entmaterialisierung» der traditionellen massiven Wand / Décomposition en strates des éléments de paroi extérieure: Protection solaire, balcon de fuite, structure portante, protection climatique et fermeture du volume. «Dématérialisation» du mur massif traditionnel / Spatial layering of the external wall elements: solar shading, escape balcony, load-bearing structure, weather protection and enclosure of space. «Dematerialisation» of the traditional solid wall



9

Strahlung passieren liessen und unerwünschte sommerliche Strahlung abfingen. Als ein Wegbereiter des klimagerechten Bauens mit industriell vorgefertigten Bauteilen aus Stahl und Alu erwies sich neben Buckminster Fuller vor allem Jean Prouvé. Die Tropenhäuser von 1949 verfolgten das Prinzip des Kernhauses mit vorgelagerten veränderlichen Strukturen, ergänzt durch Verschattung und natürliche Durchlüftung.

Insgesamt stand also eine ganze Bandbreite aktiver und passiver Methoden zur Verfügung, die in der Lage zu sein schienen, die umwelttechnischen Defizite der leichten Aussenwand zu kompensieren. Für die Nachfolgegeneration der Moderne blieben diese Ansätze jedoch wirkungslos. In den sechziger und siebziger Jahren etablierte sich eine Architektur der verspiegelten Glasfassaden. Klimaregelung wurde allein zur Frage des Aufwands an aktiver technischer Gebäudeausrüstung, der Air-Condition, deklariert und losgelöst von der Aussenwand betrachtet, eine Entwicklung, die Reyner Banham in «The Architecture of the well-tempered Environment» 1969 beklagte. Das Zur-Schau-Stellen der Gebäudetechnik in der Aussenwand, etwa im Centre Pompidou, änderte nichts an der Tatsache, dass sich die Architektur seit der Erfindung der Klimaanlage zunehmend von klimatischen und regionalen Gegebenheiten löste.

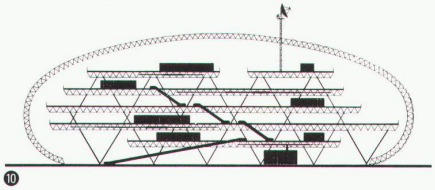
Dieses Konzept der aktiven Klimakontrolle war solange tragfähig, bis die Auswirkungen der Energiekrise die Notwendigkeit zur Energieeinsparung drastisch vor Augen führten. Dem Schock folgte der Rückzug in die Pseudo-Massivbauweise mit kleinteiligen Lochfassaden und massiven Wänden. Zum anderen etablierte sich eine alternative Solararchitektur, die in ihrem Unbehagen an der Gestaltlosigkeit des Internationalen Stils zwar die energiebewusste Ausbildung der Gebäudehülle je nach klimatischen Bedingungen und Himmelsrichtung propagierte, sich anderseits aber als absolut antitechnisch verstand.

Weder die aktive Klimatechnik noch die passive Solararchitektur allein scheinen daher bis heute in der Lage, die komplexen Anforderungen der Umweltkontrolle zu erfüllen. Die Kombination dieser Prinzipien in aktiv-passiven Systemen, auf die bereits Banham in seiner Schrift verweist, setzen die Variabilität der Aussenwand, noch manuell oder mechanisch, voraus. Die Regelung dieser Steuerungsprozesse mit den Mitteln der Mikroelektronik erscheint als ein weiterer folgerichtiger Schritt dieser Entwicklung.

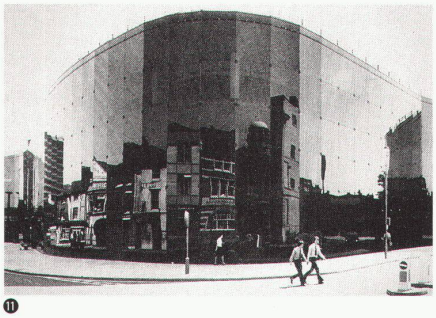
Variabilität durch Schichtung

Regelbare, geschichtete Häute nehmen traditionelle Methoden des klimagerechten Bauens auf und entwickeln sie weiter. Ihr Prinzip ist die Kombination von Aussenwand und Gebäudetechnik, von passiven und aktiven Massnahmen.

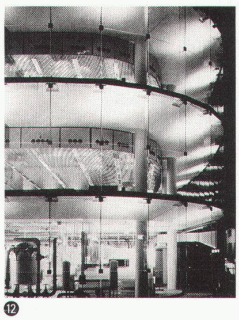
Zur natürlichen Klimatisierung von Räumen eignen sich nur bewegliche Vorrichtungen zur Steuerung des Lichteinfalls und Reduzierung der Wärmeabgabe. Bewegliche Sonnenschutzanlagen, wie Jalousetten, Markisen, horizontale und vertikale Lamellen, lassen sich den Erfordernissen anpassen und sind in konventioneller Bauart als schieb-, roll- oder faltbare Elemente bekannt, die manuell oder



10



11



12

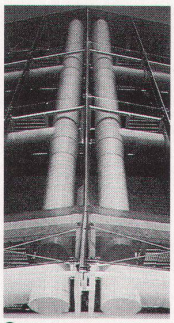
9
Richard Rogers, Renzo Piano: Centre Pompidou, Paris, 1977. Die geschichtete Aussenwand erzeugt differenzierte Raumeindrücke. Innen- und Aussenraum durchdringen und überlagern sich / La paroi extérieure crée des impressions spatiales différenciées: Espaces intérieur et extérieur s'interpénètrent et se superposent / The layered external wall creates differentiated spatial impressions. There is an overlapping and penetrating interaction between the internal and external space

mechanisch betrieben werden. Ihre bautechnisch günstige Lage an der Aussenseite der Gebäude verhindert von vornherein das Eindringen unerwünschter Wärmestrahlung. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Funktionen des temporären Wärmeschutzes zu erfüllen. Die Steuerung dieser Einrichtungen durch Sensoren erhöht die Effektivität ihrer Wirkungsweise und ermöglicht eine individuelle Regelung. Massnahmen der Sonnenenergiegewinnung werden optimiert durch den Einbau von Solarzellen und Photovoltaikanlagen, die Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom umwandeln und mit beweglichen Sonnenschutzlamellen kombiniert werden können.

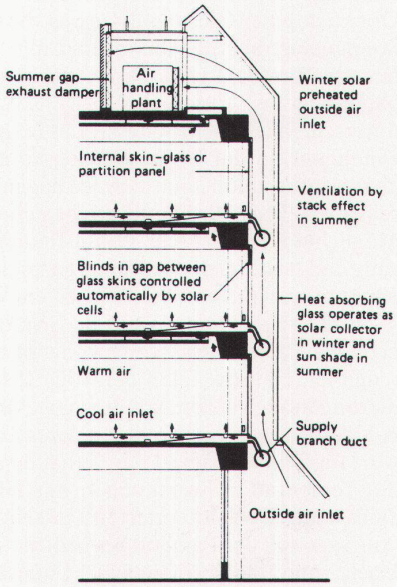
Die Nutzung der Sonnenenergie bei gleichzeitiger Steuerung des Innenraumklimas steht im Mittelpunkt der Anwendung variabler, geschichteter Häute. Das 1984 fertiggestellte Briarcliff House in Farnborough von Arup Associates enthält eine geschwungene Südfassade aus zwei Glasschichten mit einem Luftzwischenraum von 1,2 Metern. Die äussere Verglasung besteht aus wärmeabsorbierendem Glas und arbeitet als Sonnenkollektor im Winter sowie als Sonnenschutz im Sommer. Die innere Verglasung aus Doppelisolierglas enthält solarzellengesteuerte Jalousien zwischen den Scheiben. Durch natürliche Ventilation wird im Sommer warme Luft zwischen den Aussenwandschichten nach oben geführt, während im Winter die vorgewärmte Luft in Versorgungskanäle geleitet und dem Gebäude nutzbar gemacht wird. Bei überschüssigem Wärmegewinn kann kühlere Luft auf der Nordseite in das Leitungsnetz eingespeist werden. Nach ähnlichem Prinzip, unterstützt durch elektronische Steuerung, arbeitet die Aussenhaut der Lloyds-Zentrale in London von 1986, bei der eine innenraumklimatische Grundversorgung durch eine individuelle sensorgesteuerte Mikroklimaregelung ergänzt wird. Der Luftzwischenraum wird in diesem Fall auf Fassadenprofilstärke reduziert. Versorgungskonzepte dieser Art reduzieren den Wärme-und Kühlbedarf und erweisen sich durch die Verbindung passiver und aktiver Massnahmen in energetischer Hinsicht als äusserst effizient.

Die Entwicklung polyvalenter Häute wird unterstützt durch Bemühungen der Glasindustrie, grossflächige Verglasungen mit den Erfordernissen der Klimakontrolle in Einklang zu bringen. Gläser mit fixierten Eigenschaften (zum Beispiel Sonnenschutzverglasungen) haben den Nachteil, für wechselnde klimatische Anforderungen ungeeignet zu sein. Im Vordergrund stehen daher variable Gläser mit steuerbarer Transmission. Lamellen, Prismen, Jalousien oder Rollos übernehmen im Luftzwischenraum einer Isolierverglasung Funktionen der Tageslichtumlenkung und Sonnenenergienutzung. Darüber hinaus erweitern selbstregelnde Gläser, die die Lichttransmission zum Beispiel durch UV-Einstrahlung auf eingelagerte Pigmente oder durch Anlegen einer Stromspannung steuern, das Spektrum der Anwendung.

Variable Häute zeigen sich insbesondere in Regionen mit extremen klimatischen Bedingungen. Für die EXPO '92 in Sevilla entstanden eine Reihe von bemerkenswerten Projekten, die Massnahmen der Klimaregelung, Energieeinsparung und -gewinnung miteinander verbinden.



⓭



⓮

⑩
Buckminster Fuller und Norman Foster: Climatroffice, 1971. Umlaufende Aussenhaut als Megastruktur zur Klimakontrolle. Interne Flexibilität und individuelle Mikroklimasteuerung durch aktiv-passive Massnahmen. Das Konzept geht zurück auf Fullers geodätische Kuppeln der sechziger Jahre, zum Beispiel dem Climatron in St. Louis von 1960 / Mégastructure formant enveloppe périphérique contrôlant le climat. Flexibilité interne et commande individuelle du microclimat par mesures actives-passives. Le concept se réfère aux coupoles géodésiques de Fuller des années soixante, p.ex. le Climatron à St. Louis de 1960 / Surrounding external wall as a megastructure for air-conditioning. Internal flexibility and individual micro-air-conditioning by active-passive means. The concept refers to Fuller's geodesic domes of the 1960s, for example the Climatron in St. Louis from 1960

⑪ ⑫
Foster Ass.: Willis Faber & Dumas, Ipswich, 1975. Dynamik und Veränderlichkeit der Erscheinung: Die Spiegelwand wird abends zur transparenten Haut / Dynamique et variabilité de l'aspect: La paroi réfléchissante devient une membrane transparente le soir / Dynamics and changeability of appearance: the mirror wall turns into a transparent skin in the evening

⓭ ⓮
Arup Ass.: Briarcliff House, Farnborough, 1984. Funktionsweise der Klimafassade als mehrschichtige Glaswand. Verbindung von klimagerechtem Bauen mit moderner Computertechnologie / Paroi stratifiée en verre fonctionnant comme façade climatique. Combinaison d'une construction conforme au climat et de la technologie moderne de l'ordinateur / Functional method of an air-conditioning façade in the form of a multi-layered glass wall. Combination of climate-appropriate construction and computer technology

Der zur Ausführung kommende Entwurf von Nicholas Grimshaw sieht unter anderem flügelartige Solarkollektoren auf dem Dach des Gebäudes vor, die der Verschattung und Stromversorgung dienen. Den unterschiedlichen Bedingungen gemäss sind die einzelnen Gebäudeseiten verschiedenartig ausgebildet. Ein kühlender Wasserschleier auf der Ostseite sorgt für notwendige Kühlung, während Sonnenblenden auf der Südseite den Lichteinfall regeln. Eine Speicherwand auf der Westseite stabilisiert das Klima. Insgesamt ergibt sich ein abgestuftes System einander ergänzender Massnahmen im Übergang vom heissen Aussenklima zu den klimatisierten Ausstellungsräumen im Innern. Spence & Websters Wettbewerbsbeitrag geht demgegenüber von einer Gebäudehülle mit beweglichen Lamellen auf der Oberseite einer Glasmembran aus, die die Sonneneinstrahlung steuern und mit Solarzellen bestückt sind. Die variable Gebäudehülle ist durch ihre Eigenschaft, unterschiedliche Öffnungszustände einzunehmen, in der Lage, auf die starken Temperatur- und Klimaschwankungen zu reagieren. Darüber hinaus ergibt sich die Möglichkeit der Licht-Raum-Inszenierung, indem die Lamellen zum Beispiel im Rhythmus elektronischer Musik ein dynamisches Spiel von Licht und Schatten erzeugen. Ausgehend vom Konzept der reagiblen Häute spielen derartige Inszenierungen auch in den Arbeiten von Alsop & Lyall eine zentrale Rolle. In deren Entwurf für Sevilla reagiert das Gebäude auf die Temperaturschwankungen mit Hilfe eines in das Dach integrierten Luftschiffs. Am Tage soll der Pavillon bei geöffnetem Dach und aufgestiegenem Luftschiff durchlüftet werden. Auf der Oberseite des Luftschiffs befindet sich eine lichtreflektierende Schicht, die die Sonneneinstrahlung vom Gebäudeinneren fernhält. Eine nach innen gerichtete Absorptionsfläche nimmt die Wärme des Gebäudes auf. Nachts wird diese Seite nach aussen gerichtet, so dass sie ihre Wärme abgeben kann. Im Frühjahr und Herbst lässt sich diese Funktionsweise umkehren, so dass die Sonnenwärme nachts dem Gebäude zugeführt werden kann.

Architekturkonzepte der Variabilität

Zunächst ist die Fassade mehr als der zweidimensionale Curtain-wall des Internationalen Stils. Sie erhält durch die aktiv-passiven Massnahmen der Klimaregelung ihre dritte Dimension zurück. Die massive Aussenwand entmaterialisiert sich in eine Abfolge von Schichten mit spezifischen, sich ergänzenden Funktionen. Bewegliche Elemente entsprechen dem Bedürfnis nach Anpassbarkeit an divergente Anforderungen des Klimas und der Nutzung in gleicher Weise, wie sich ein Gebäude in feste und veränderliche, dienende und bediente Funktionen differenzieren lässt. Variable Häute sind somit gekennzeichnet durch den sensiblen Versuch, den besonderen Bedingungen des Ortes, des Klimas und der Nutzung Rechnung zu tragen und sie auf ihre Bedeutung für die Architektur zurückzuführen.

Die geschichteten Fassaden des Olivetti-Gebäudes in Frankfurt von Egon Eiermann oder des Centre Pompidou von Rogers und Piano sind Vorläufer dieser Richtung. Der Übergang zwischen Innen und Aussen lässt sich hier nicht lokalisieren und könnte die Ebene der Rolltreppen, des Tragwerks oder der Verglasung sein. Innen- und Aussenraum durchdringen und überlagern sich in vielfältiger Weise, so dass man sich bald im Innenraum, bald im Aussenraum zu befinden glaubt. Die Fassade ist mehr eine Summe von Erscheinungen als ein fest umrissenes Bauteil. Die Entmaterialisierung hat hier bereits über die konstruktive hinaus eine räumlich-gestalterische Komponente. Variable Häute werden so zum Modulator von Raum-Licht-Wirkungen.

Und jetzt bewegen sich diese Aussenhäute. Die Veränderbarkeit der Hülle erzeugt eine Mehrdeutigkeit des Raums, die zum Beispiel in den Arbeiten von Jean Nouvel immer wieder zum entwurfsbestimmenden Motiv wird. Die Südfassade des Institut du Monde Arabe steuert nach dem Fotoblendenprinzip die Lichttransmission und den Raumeindruck, wenngleich diese Mechanik mit den klimaregelnden Erfordernissen des Sonnenschutzes nurmehr wenig zu tun hat. Aber diese Entwicklung birgt auch Gefahren: Mike Davies' Arbeiten zur Polyvalenten Wand sind ein Versuch, Spezialgläser in ein sich selbst regelndes Bauteil zu übertragen, welches letztlich nur noch aus einer einzigen geschichteten Glashaut besteht, die mit computergesteuerten Regelungssystemen gekoppelt ist und sich unterschiedlichsten Klimazuständen anpasst. Die Wirkungsweise dieser Dünnschichttechnologien ist nicht mehr ablesbar und begreifbar. Je mehr sich aber die Haut von den klimatischen, funktionalen und konstruktiven Besonderheiten löst, um so mehr beanspruchen dekorative Elemente die Aufmerksamkeit. So würde sich die Architektur von den elementaren

⓯ ⓰
Spence & Webster: Britischer Pavillon für die Weltausstellung in Sevilla, 1992: Gebäudehülle als Klimaregler und Licht-Raum-Modulator / Pavillon britannique à l'exposition internationale de Séville, 1992. Enveloppe de bâtiment assurant contrôle climatique et modulation lumino-spatiale / British pavilion for the World Exhibition in Seville, 1992. Outer covering as a light-space modulator and means of air-conditioning control

⓱ ⓲
Nicholas Grimshaw: Britischer Pavillon für die Weltausstellung in Sevilla, 1992. Abgestuftes System einander ergänzender Massnahmen der passiv-aktiven Klimaregelung / Pavillon britannique à l'exposition internationale de Séville, 1992. Système échelonné de mesures de réglage climatique se complétant réciproquement / British pavilion for the World Exhibition in Seville, 1992. Graded system of mutually complementary elements of passive-active air-conditioning

⓳ ⓴
Alsop & Lyall: Britischer Pavillon für die Weltausstellung in Sevilla, 1992. Inszenierung der Gebäudeklimatisierung durch ein bewegliches Luftschiff / Pavillon britannique à l'exposition internationale de Séville, 1992. Mise en scène de la climatisation du bâtiment par un vaisseau aérien mobile / British pavilion for the World Exhibition in Seville, 1992. Air conditioning by means of a mobile air ship

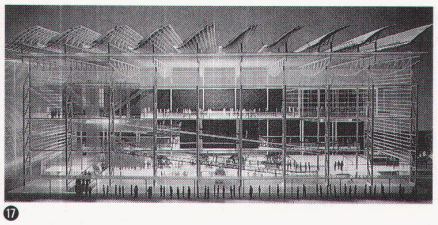
㉑
Jean Nouvel: Wettbewerb DuMont, Köln, 1990. Glashaut als ephemere Struktur und Kommunikationsmedium / Concours DuMont, Cologne, 1990. Enveloppe en verre formant structure éphémère et médium de communication / Competition DuMont, Cologne, 1990. Glass skin as an ephemeral structure and communication medium

Bedingungen des Ortes und der Bauaufgabe lösen und sich damit der Grundlage entziehen, die sie doch eigentlich gerade einzubeziehen beabsichtigt.

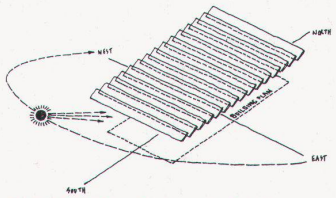
Ist diese Haut dann überhaupt noch Bauteil im konventionellen Sinne mit festgelegten Funktionen der Klimaregelung, deren wahlweise Schichtung und Kombination den klimatischen Einflüssen zugeordnet ist? Oder wiederum die Hülle des «neuen» Internationalen Stils, die alle Erfordernisse der Klimaregelung in sich vereint und sowohl in der Arktis als auch in den Tropen ihren sinnvollen Einsatz findet? Semi-Monocoque und Monocoque-Häute von Flugzeugstrukturen geben, von Future Systems in die Architektur übersetzt, vielleicht die Vision einer zukünftigen Architektur als polyvalente Haut, die wieder, wie die traditionelle massive Wand, alle Funktionen, auch die der Lastabtragung, in sich vereint.

Eines scheint klar: Die «Aussenwand» verselbständigt sich, und mit ihr bewegt sich die Architektur mehr und mehr in Richtung einer neuen Art der «Skin Technology». Ökologische Anforderungen geben den Impuls zu einem Entwicklungsprozess, der in der Moderne mit dem Postulat der «freien Fassade» begann und heute Anzeichen einer Architektur vorausschickt, die die Haut als ephemere Struktur und Medium der Kommunikation begreift, unterstützt durch Licht und Klang. *Alfred Breukelman*

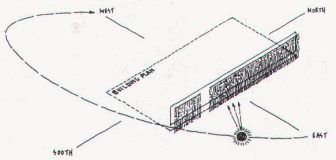
Alfred Breukelman studierte an der Universität Dortmund Architektur (1983 Diplom), war wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Braunschweig und ist seit 1988 im Akademischen Rat der Universität Hannover, wo er im Bereich «Architektur und Technik» lehrt und Forschung betreibt.



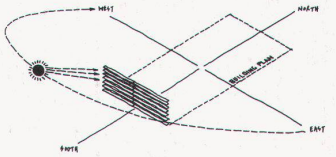
17



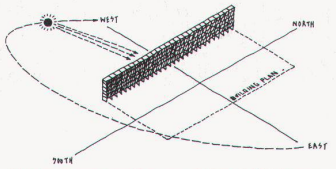
Solarzellen auf dem Dach spenden Schatten und absorbieren die Sonnenenergie



Wand aus fallendem Wasser verbreitet Kühle

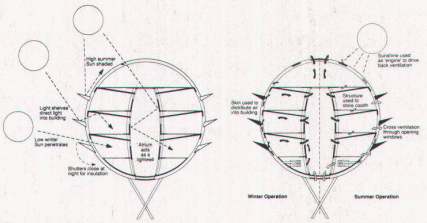


Vollständige Abschirmung durch Sonnenblenden

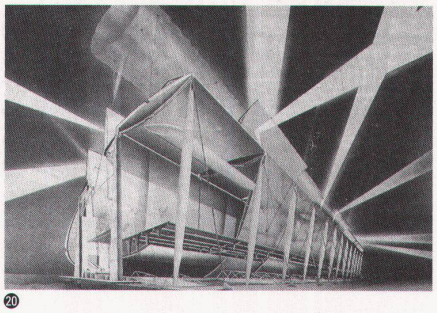


Massive Kammern dienen zur Klimastabilisierung

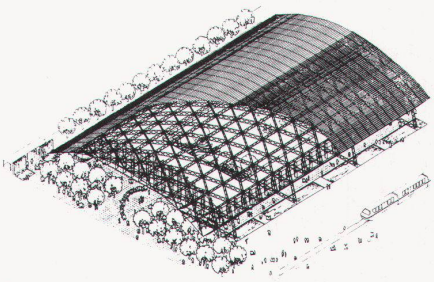
18



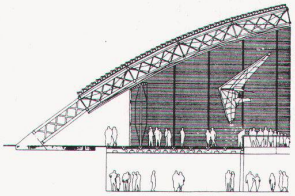
19



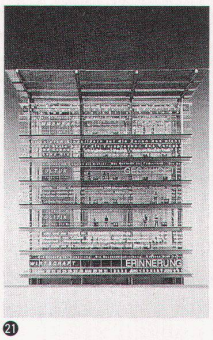
20



15



16



21