

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 136 (2010)
Heft: 42-43: Meteorologisch bauen

Artikel: Form und Funktion folgen dem Klima
Autor: Hartmann Schweizer, Rahel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-130738>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

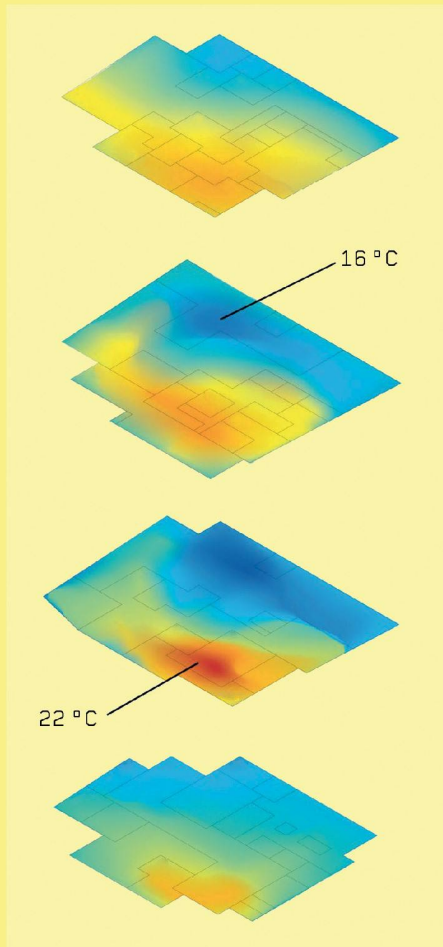
Terms of use

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

FORM UND FUNKTION FOLGEN DEM KLIMA



01

«Es gibt zwei grundsätzliche Methoden, mit dem Umwelt-Potenzial Holz umzugehen: Es könnte entweder zur Errichtung eines Wind- oder Regenschutzes genutzt werden – die konstruktive Lösung – oder um ein Feuer zu machen – die energiegestützte Lösung. Ein idealer Stamm aus wohlüberlegt handelnden Rationalisten würde die verfügbare Menge Holz abschätzen, eine Wettervorhersage [...] treffen und dementsprechend über den Holzvorrat verfügen. Ein echter Stamm würde, [...] gemäss seiner überlieferten Tradition, entweder ein Feuer machen oder ein Obdach bauen. Und das ist es, was zivilisierte, westliche Nationen [...] heute immer noch tun.»¹

Reyner Banham

Nach der physiologischen proklamiert Philippe Rahm die meteorologische Architektur. Dabei wechselt er eigentlich nur den Massstab: Was auf der Mikroebene die Physiologie – Sauerstoff, Hormone, Stoffwechsel –, ist auf der Makroebene die Meteorologie – Temperatur, Licht, Feuchtigkeit. Mit diesen «Baustoffen» kreierte Rahm Räume, die nicht nur zu meteorologischen Atmosphären, zu fühlbaren Wetterkarten mutieren.

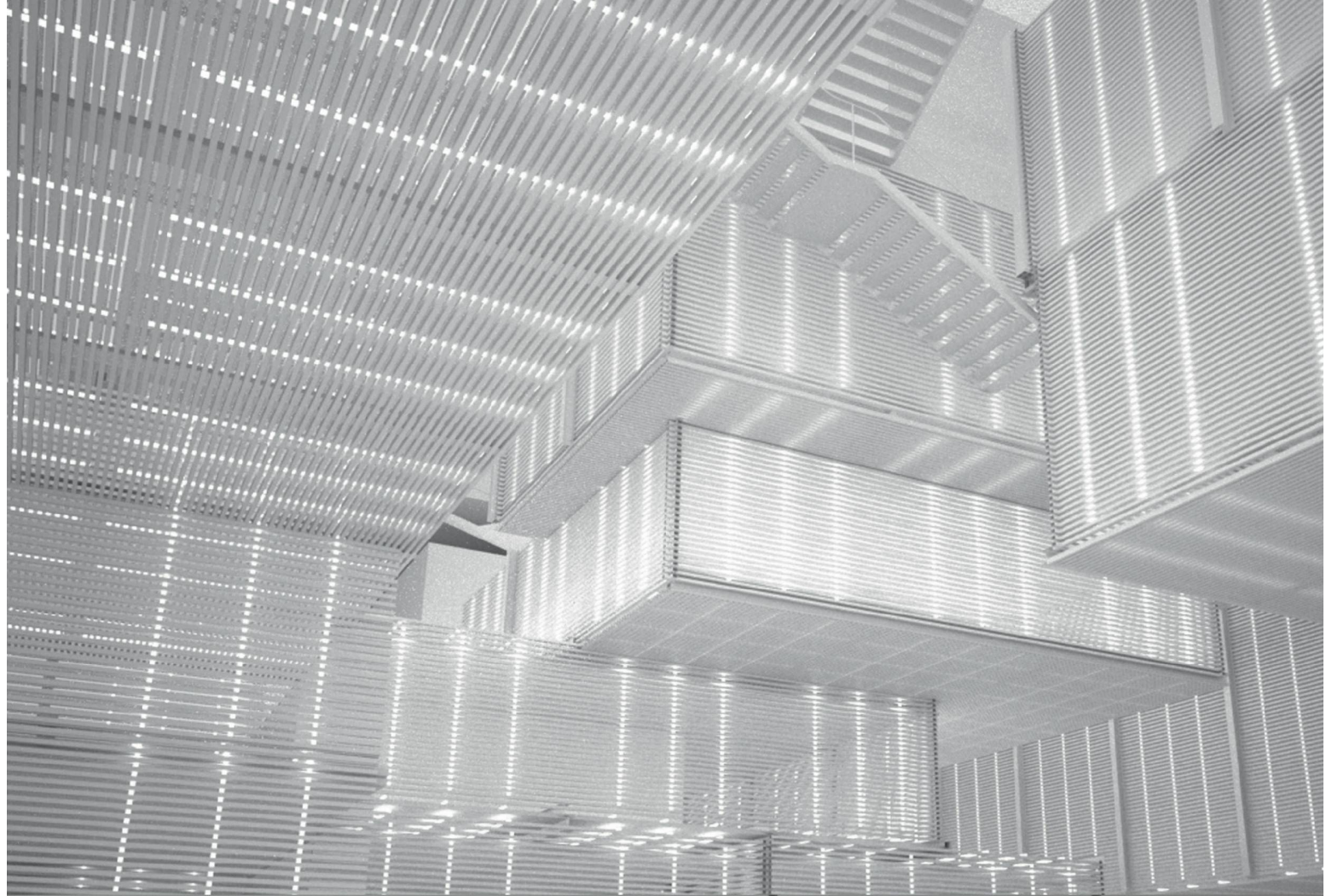
In seinem Buch «The Architecture of the Well-Tempered Environment» unterschied Reyner Banham zwischen der energiebetriebenen und der konstruktiven Art der Raumbildung. Nomadenvölker praktizieren, bedingt durch die Mobilität ihrer Lebensweise, die energiebetriebene Lösung: Die Behausung wird über die Energie definiert; ein Lagerfeuer, das Wärme ausstrahlt und Licht spendet, gliedert den Raum in Zonen unterschiedlicher Helligkeit und Wärme und differenziert entsprechend die Nutzungen: In unmittelbarer Nähe des Feuers wird gegessen und findet das soziale Leben statt, weiter davon entfernt wird geschlafen, zieht man sich in die «Privatheit» zurück. Der Übergang zur Sesshaftigkeit hat zwar zur Folge, dass das Holz nun auch für den Hausbau eingesetzt, aber die Gliederung des Obdachs nach wie vor von der Herdstelle abgeleitet wird. Das ändert sich erst mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert, als die Haustechnik in das Gebäude einzieht, sodass alle Räume beheizt und mit Strom versorgt und entsprechend flexibel genutzt werden können.

HAUS KONTRA LAGERFEUER – MASSE GEGEN ENERGIE

Doch das Prinzip der konstruktiven Lösung, die Banham angeprangert hatte, bleibt: Mit massiven Konstruktionen – der Architekt und Publizist Philipp Oswald bezeichnet sie als die «Hardware» –, d. h. Wände, Böden und Decken, versuchen wir den Einfluss der Umwelt passiv zu neutralisieren. Als «Software» figurieren Leitungen für Gas, Strom, Wasser, Lüftung, Telefon, welche die Wände und Decken der Häuser «durchlöchern» und die «Immaterialien» – Luft, Klang, Klima, Licht, Information und ihre intelligente Steuerung – einführen. «Der Raum verwandelt sich über die Zeit, reagiert auf unterschiedliche Umweltbedingungen und Nutzungsanforderungen. Es reicht nicht mehr aus, einen festen Zustand zu entwerfen [...]. Die Veränderung über die Zeit, ein Programm oder Szenario muss entworfen werden.»² Le Corbusiers Wohnhäuser Stuttgart-Weissenhof (1927) und die Maison Loucheur (1929) integrieren diesen Zeitfaktor: Tagsüber ist die ganze Wohnung als Wohnraum angelegt, nachts verwandelt sich der Einraum durch Schiebetüren und Klappbetten in mehrere Schlafkammern: Die dem Lebensrhythmus angepasste Funktionszuschreibung generiert eine ebenso ökonomisch wie ökologisch optimierte Nutzung der bescheidenen Wohnfläche.

SYNTHETISCHE ATMOSPHÄRE

Die Haustechnik greift zunehmend in Funktion und Raumerlebnis ein – exzessiv in den USA. In «Delirious New York» analysierte Rem Koolhaas dieses Phänomen: Ein 1909 in dem Populärmagazin «Life» publiziertes Projekt – ein «visualisiertes Theorem» des Potenzials von Liften – zeigte 84 verschieden ausgerüstete Stockwerke, «gerahmt» von einem Stahlskelett. «The structure frames their coexistence without interfering with their destinies.»³ Was zwei Jahre früher noch als Planspiel erschienen war, erhielt 1911 neue Nahrung mit dem unter der Federführung von Theodore Starrett – «aus der Baudynastie, die für die Hälfte der Skyscrapers in Manhattan verantwortlich ist» – präsentierten 100-stöckigen Skyscraper,



02

der in drei Zonen gegliedert war: Das erste Drittel sollte Industrie beherbergen, das zweite Geschäfte/Dienstleistungen und das dritte dem Wohnen vorbehalten sein. Im Inneren waren sieben Kanäle installiert, «for «temperature and atmosphere regulating tubes»»: A = salzige Luft, B = frische Luft, C = trockene salzige Luft, D = trockene frische Luft, E = medizinisch aufbereitete Luft (gegen Krankheiten), F = Thermostat, G,H,I = parfümierte Luft. «Die Regler dieser techno-psychischen Batterien sind der Schlüssel zu einer Reihe synthetischer Erfahrungen, die von hedonistischen bis zu hypermedizinischen reichen. Einige Räume können auf Florida eingestellt werden, andere auf Rocky Mountains. Parfüm und Inhalationsmöglichkeiten eröffnen sogar noch abstraktere «Reisemöglichkeiten». Im 100-stöckigen Hochhaus ist jede Zelle so eingerichtet, dass jeder auf seine private, existenzielle Reise gehen kann.»⁴

PHYSIOLOGIE UND METEOROLOGIE

Mit dem «Jardin d'Hybert», einem 2002 für den Künstler Fabrice Hybert entworfenen Haus, bei dem der Name in seiner phonetischen Nähe zu «Jardin d'hiver» Programm war, knüpfte Philippe Rahm an diese «Technik» an. Er plante, in dem «Winterhaus» die klimatischen und astronomischen Verhältnisse von Tahiti mittels Inversion zu simulieren – dem elektromagnetischen Spektrum, der Feuchtigkeit und dem Duft der Pflanzen (vgl. TEC21 43/2004, S. 7–11). Mit den Recherchen zur physiologischen Architektur entdeckte er einen vernachlässigten Teil der Moderne, lenkte das Augenmerk von der Architektur des Vollen auf die der Leere, vom Sichtbaren auf das Unsichtbare.

Den Fokus nun auf das Meteorologische zu richten, ist nur konsequent. Auch dass wir uns warm, unsere Körpertemperatur durch Thermoregulation konstant bei 37 °C halten müssen, ist ja nur eine körperliche Reaktion. Zu einem kleinen Teil geht das über innere Prozesse: Aufwärmen durch Zuführen von Energie über die Ernährung, Abkühlen durch Schwitzen. Überwiegend sind es aber äusserliche Anwendungen – sich zu kleiden oder Häuser zu bauen. Architektur ist also nichts anderes als eine künstliche Form von Thermogenese. Um

01–02 «Meteorological Museum», Polen, 2008:
Klima-Architektur nach dem Prinzip der
Konvektion
(Pläne, Visualisierungen, Fotos: Philippe Rahm)



03

03 «The new Olduvai Gorges», Royal Dansk Academy of Fine Arts, Copenhagen, 2009: In Anspielung auf die im Norden von Tansania gelegene, als Wiege der Menschheit geltende Schlucht entwarf Rahm drei Stationen, jede konzipiert als eine Antwort auf eine unangenehme klimatische Situation, auf eine zu kalte Umgebung durch Hinzufügen von Wärme, auf eine zu warme durch Abkühlung und auf eine zu dunkle durch Beleuchtung

04 «Interior Gulf Stream»: Konvektion

05–06 Wettbewerbsentwurf für das Tadeusz Kantor Museum in Krakau, 2006: Visualisierungen von aussen und von innen

07 Gliederung nach Drucken, Gemälden und Skulpturen

08 Zwischen fünf Wandglasscheiben entstehen vier Zonen mit unterschiedlichen Innenraumtemperaturen. Je nach Jahreszeit ist mal die innere, mal die aussen liegende Zone die wärmste oder kälteste

09 Grundrisse (von u. nach o.): UG–3. OG

zum Wesen der Architektur vorzustossen, müssten wir, so Rahm, daher zu unseren endothermen Bedingungen zurückkehren und Bauten nicht mehr als metrische, sondern als thermische Kompositionen entwerfen.

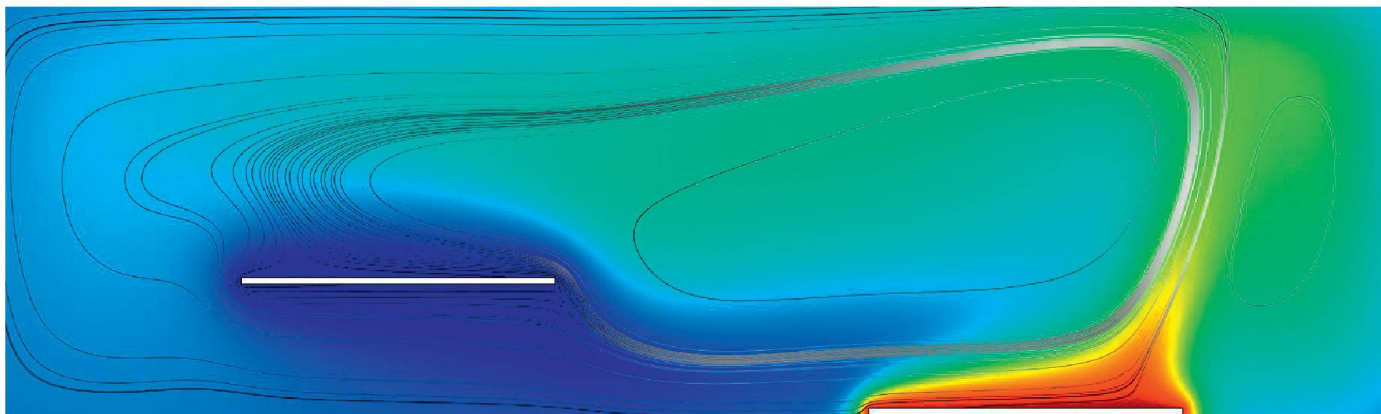
DAMPF, WÄRME, LICHT ALS «BACKSTEINE» DER ARCHITEKTUR

Das Klima könnte so eine neue Architektursprache generieren. Die klimatischen Phänomene wie beispielsweise Konvektion (Wärmeübertragung), Konduktion (Wärmediffusion) und Verdunstung könnten die neuen Werkzeuge der architektonischen Komposition, Dampf, Wärme und Licht zu den «Backsteinen» zeitgenössischen Bauens werden. Damit würde Nachhaltigkeit in den architektonischen Entwurfsprozess übersetzt und die Klimafrage nicht notwendigerweise als Problem behandelt, sondern als architektonische Lösung.

Angesichts der globalen Erwärmung ist die Idee von berückender Überzeugungskraft. Denn 55% des CO₂ wird vom Gebäudepark emittiert. Das Konzept heute ist, weniger Energie zu brauchen, besser zu isolieren, kontrollierte Lüftungen zu installieren, um den CO₂-Gehalt zu senken. Rahm dagegen orientiert sich an archaischen Bauten, deren innere Organisation sich nicht nach einem Raumprogramm richtete, sondern nach der zentralen Positionierung des Herdfeuers, d. h. nach dem Grad der Wärmestrahlung. Und er knüpft an Postulaten der Moderne an, um den von der SIA Norm 384/2 «bedrohten» (Rahm) Plan libre Le Corbusiers zu rehabilitieren: «Der Grundriss des modernen Gebäudes ist zu einem grossen Teil bedingt durch das Klima. In Puerto Rico zu leben ist nur erträglich, wenn das Haus dem Wind zugewandt ist und von totaler Querlüftung profitiert. [...]. In San Francisco jedoch müssen die strengen Winde von Norden und Nordwesten vermieden werden [...], Querlüftung ist unerwünscht, und die Sonne ist zu jeder Jahreszeit willkommen [...]. [...] Im mittleren Westen und im Nordosten ist das Problem komplexer, denn die extremen Temperaturen machen das Sonnenlicht ebenso wünschenswert im Winter wie unerwünscht im Sommer. Der moderne Architekt freut sich ob der Herausforderung dieser klimatischen Schwierigkeiten und heisst sie willkommen als die Basis des Entwurfs.»⁵ Elizabeth Mock schrieb diese Zeilen als Direktorin der Architekturabteilung des New Yorker Museum of Modern Art 1932!

ZWIEBELSCHALENPRINZIP

Rahm nun macht das Klima zum Ausgangspunkt des Entwurfs, zu seinem Kern. In dem Wettbewerbsprojekt für das Tadeusz Kantor Museum in Krakau, 2006, für das er eine lobende Erwähnung erhielt, entwarf Rahm das Gebäude im Zwiebelschalenprinzip (Abb. 5–8). Analog zum Aufbau einer Mehrfachverglasung staffelte er fünf Glasschichten hintereinander, erweiterte aber den Zwischenraum auf mehrere Meter, d. h. auf Raumgrösse. Die isolierende Funktion bleibt erhalten, d. h. sie nimmt von aussen nach innen mit jeder Schicht ebenso zu, wie das bei einer Dreifachverglasung der Fall ist, bzw. der Transmissionswärmekoeffizient (K)



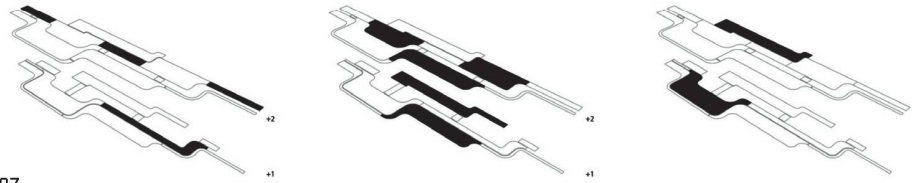
04



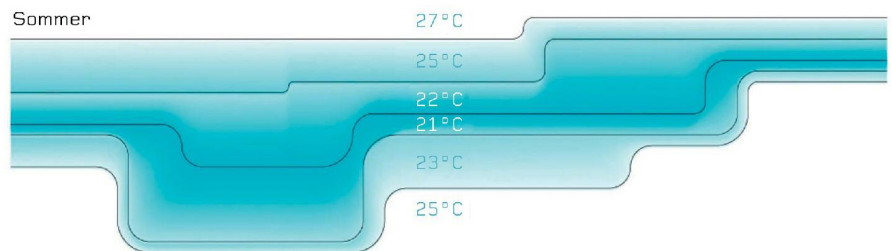
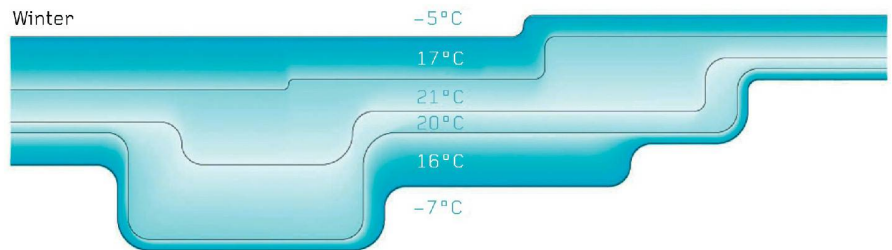
05



06

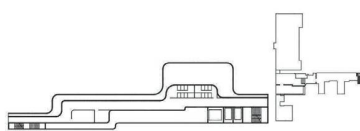
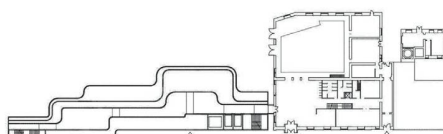
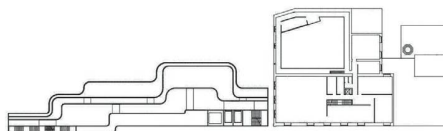
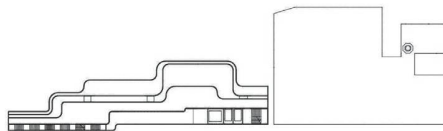
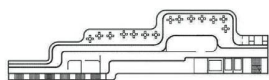


07



08

wird mit jeder Schicht reduziert (einfach: $K = 5,6$, zweifach: $K = 3$, dreifach: $K = 2$). So entsteht im Innern des Gebäudes eine differenzierte Temperatur- und Lichtlandschaft. Im Winter ist die äusserste Schicht die kälteste, die innerste die wärmste, im Sommer verhält es sich genau umgekehrt. Entsprechend sollten die Nutzungen angeordnet werden.



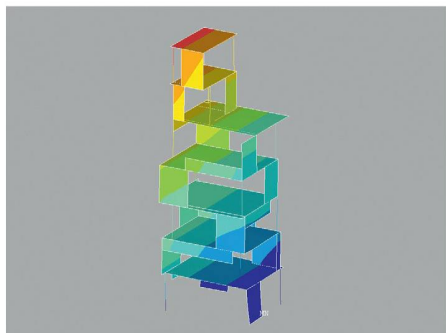
09

MIKRO-GEOGRAFIE

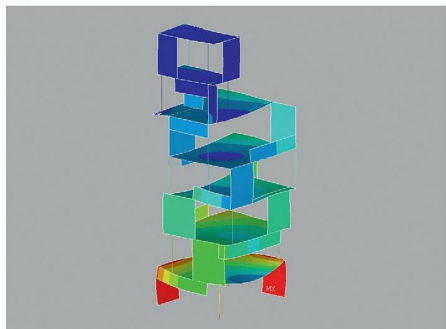
In der Installation «Interior Weather», 2006 am Canadian Centre for Architecture (CCA) in Montreal präsentiert, drehte Rahm den Designprozess um: Statt zuerst die Räume zu bauen und dann einen Klimatechniker zu engagieren, der die Haustechnik integriert, entwarf Rahm zuerst das «Wetter». Basierend auf den drei klimatischen Parametern Temperatur (Grad Celsius), Lichtintensität (lux) und relative Feuchtigkeit (%) sowie der Formel $T \times \text{lux} \times \text{HR} = \text{Form}$ und Funktion entwickelte er eine «Mikro-Geografie» – aus künstlichen, sich ständig ändernden Wettereinflüssen: Die Raumtemperatur, Ort und Intensität der Lichtquelle sowie die Luftfeuchtigkeit waren in stetigem Fluss. Im Raum entstanden – wie beim «richtigen» Wetter in der Natur – kleine Tiefdruckzonen, Luftturbulenzen und Temperaturunterschiede. Als poetisches Moment interpretierte der französische Schriftsteller Alain Robbe-Grillet die Daten in «fiktionalen Szenarien». Zum Beispiel ersann er, wie es sich bei 65% relativer Luftfeuchtigkeit, einer Lichtstärke von 200 lx und einer Temperatur von 20,5 °C leben liesse.

ARCHITEKTUR ALS SYNÄSTHESIE UND THERMODYNAMIK

Auf dem Archimedischen Prinzip – heisse Luft steigt auf, kalte sinkt ab – beruhte das 2008 auf der Architekturbienale in Venedig präsentierte Projekt «Digestible Gulf Stream». Rahm platzierte zwei horizontale Metallplatten. Die obere wurde auf 12°C gekühlt und die untere auf 28°C erwärmt. Die Luft der oberen sank in der Folge ab, diejenige der unteren stieg auf, sodass ein Zirkulationsstrom entstand. Das «Raumklima» sollte aber nicht nur über die Rezeptoren auf der Haut wahrgenommen werden, sondern auch über das Gehirn. Die kalte Fläche verströmte Mentholmoleküle, das den Kälte-Menthol-Rezeptor (TRPM8) aktiviert und den Eindruck von Abkühlung bewirkt, die warme Fläche wurde sensorisch noch mehr aufge-



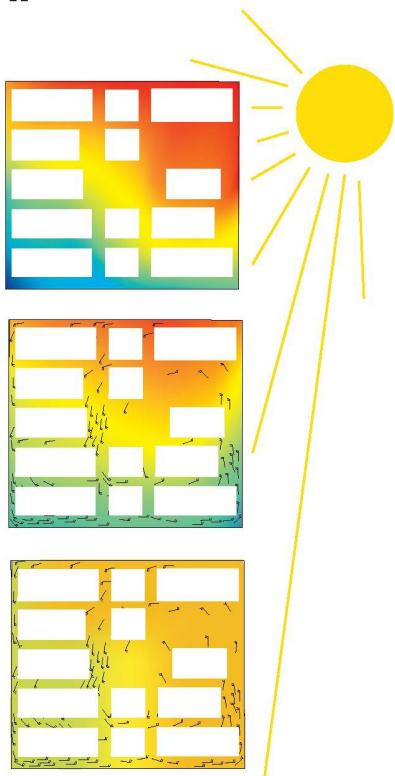
10



11



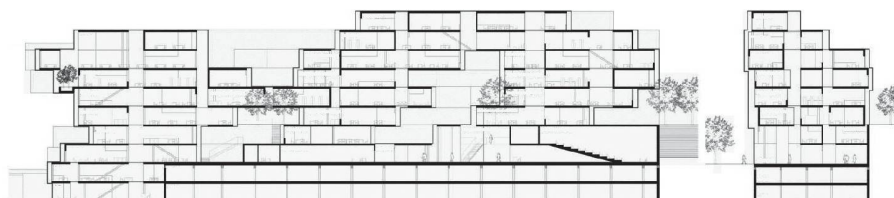
13



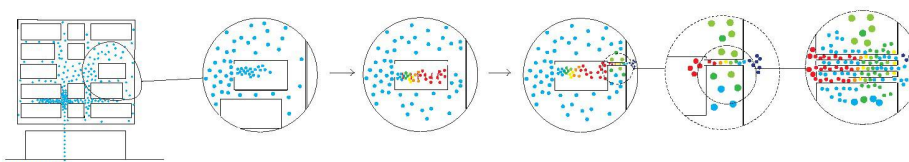
12



14



15

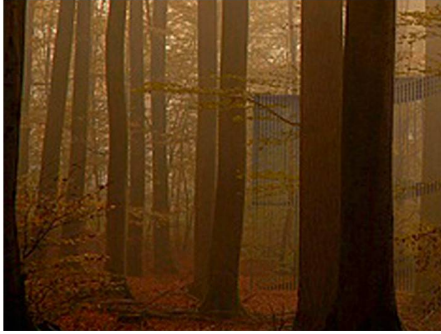


16

10+11 Projekt Epadesa, 2010: Tragwerk, horizontale Deformation unter Windeinwirkung, vertikale unter Eigengewicht plus 30 % Nutzlast (Diagramme: Bollinger + Grohmann Sarl)
 12 Luftzirkulation verteilt die Wärme (Visualisierung, Pläne, Diagramme: Philippe Rahm)
 13–15 Visualisierung Aussenansicht, Fassadenaufriss und Schnitt
 16 Luftaustausch und Wärmerückgewinnung: Die Luft wird über ein Erdregister angesogen und zirkuliert in der sogenannten «Zwischen-

zone», dem Luftreservoir, in dem die Büros «schweben». Je nach Aussentemperaturen «zapfen» die Büros die Frischluft entweder über die Fensteröffnungen zur Zwischenzone hin «an» oder werden direkt über den Aussenraum nach dem Prinzip des «double flux ventilation» be- und entlüftet: Die verschmutzte Luft wird aus den Büros in die Wärmetauscher geleitet. Darin gibt sie einen Grossteil der Energie an die Frischluft ab, die von ausserhalb des Gebäudes angesaugt wird.

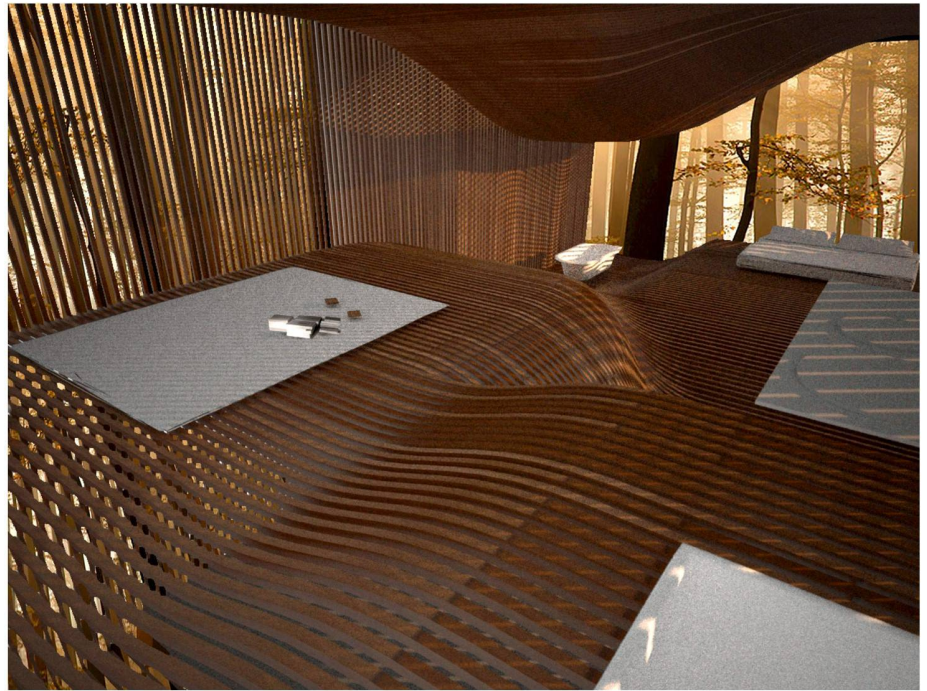
17–19 «Interior Gulf Stream», Haus für die Künstlerin Dominique Gonzalez-Foerster, 2008: Die thermodynamische Spannung zwischen Kalt und Warm – zwei Radiatoren von 22 °C bzw. 15 °C – definiert das Layout des Hauses. Basierend auf der SIA-Norm 384/2 – Toiletten 15 °C, Schlafzimmer 16 °C, Küche 18 °C, Wohnraum 20 °C, Badezimmer 22 °C – sind die Bereiche auf verschiedenen Niveaus angeordnet.



17



18



19

Anmerkungen

1 «Two basic methods of exploiting the environmental potential of that timber exist: either it may be used to construct a wind-break or rain-shed – the structural solution – or it may be used to build a fire – the power-operated solution. An ideal tribe of noble rationalists would consider the amount of wood available, make an estimate of the probable weather [...] and dispose of its timber resources accordingly. A real tribe [...] would either make fire or build a shelter according to prescribed custom – and that [...] is what Western, civilised nations still do [...]» (Übers. Philippe Oswald) Reyner Banham: *The architecture of the well-tempered environment*. Chicago, 1984, 2. Aufl., S. 18–19

2 Philipp Oswald (Hrsg.): *Wohlt temperierte Architektur*. Heidelberg, 2. Aufl., 1995, S. 94–96

3 Rem Koolhaas: *Delirious New York*. 1994, S. 82–91

4 «The outlets of this techno-psychic battery are the keys to a scale of synthetic experiences that ranges from the hedonistic to the hyper-medical. Some rooms can be «set» on Florida, others on the Canadian Rocky Mountains. The perfumes and the medicinal air suggest even more abstract destinations. In the 100-story Building each cubic is equipped to pursue its private existential journey.» (Übers. Philippe Oswald); wie Anm. 3

5 «The plan of modern building is [...] conditioned by climate. Life in Puerto Rico is tolerable only if a building faces into the wind [...] and is blessed with complete through-ventilation. [...] In San Francisco however, the strong north and northwest winds must be avoided [...], through-ventilation is undesirable, and the sun is welcome at every season [...]. [...] In the middlewest and the northeast the problem is rather more complex, as extremes of temperature make sunlight as desirable in winter as it is undesirable in summer. The modern architect enjoys the challenge of these climatic difficulties, and welcomes them as a basis of design [...]» Elizabeth Mock, *Built in USA since 1932*, Museum of Modern Art, New York, 1945, S. 20

heizt durch die Abgabe von Capsaicin, dem in Chili enthaltenen Stoff, der den für Temperaturen über 43°C sensiblen Neurorezeptor TRPV1 stimuliert. Im selben Jahr übertrug Rahm das Konzept auf den Entwurf eines Hauses für die Medienkünstlerin Dominique Gonzalez-Foerster (Abb. 4, 17–19). Wieder überliess er das Layout des Hauses dem Archimedischen Prinzip, der thermodynamischen Spannung zwischen kalten und warmen Zonen, um eine fließende Wärmelandschaft, eine sensorisch erlebbare Klimakarte zu kreieren.

FRISCHLUFTRESERVOIR ALS «ARCHITEKTONISCHE» HÜLLE

Gegenwärtig steht Rahm in der Ausmarchung um ein Projekt in der Pariser Vorstadt Nanterre: den Sitz der im Juli 2010 zur Epadesa fusionierten Gesellschaften Etablissement public d'aménagement du quartier d'affaires de la Défense (Epad) und l'Etablissement public d'aménagement de Seine-Arche (Epsa). Epadesa, die das Entwicklungsgebiet La Défense und Seine Arche bewirtschaftet, hat ihn und Renzo Piano eingeladen, einen Bau mit 50 000 m² Bürofläche zu entwerfen. Wieder hat Rahm zusammen mit Transsolar – der Urheberin des Klimakonzepts der «Cloudscape» an der Architekturbiennale (siehe Titelbild) – die Form dem energetischen Konzept unterworfen. Die Büroräume «schweben» in einer Luft-hülle, in einer Art Frischluftreservoir. Dessen Wärmeverteilung wird je nach Jahreszeit und Wetterbedingungen mittels der durch «Konvektion, Ventilation, Verdunstung, Kondensation und Depression» angeregten Luftströmung reguliert. So ist etwa im Winter gedacht, die durch die auf dem Dach auf der Südseite auftreffende Sonneneinstrahlung aufgeheizte Luft in dieser «leeren» Zwischenzone mittels Kamineffekt und/oder einer über die Ventilation erzeugten Depression nach unten auf die kalte Nordseite zu transportieren (Abb. 12–16). Quasi analog ist das System des Tragwerks von Bollinger + Grohmann konzipiert: Die Kräfte werden in «Schlaufen», bestehend jeweils aus horizontalen Elementen – Decken und Böden – sowie vertikalen – Scheiben, Trägern und Stützen –, von Etage zu Etage «drehend» – «wie beim Abschälen eines Apfels» (Rahm), von oben nach unten abgetragen (Abb. 10–11). Das Tragwerk vollzieht so gewissermassen die Bewegung der Luft nach, «reagiert» in ähnlicher Weise auf die künstlich geschaffene Meteorologie, wie die Architektur der «Hülle» aus ihr resultiert: Architektur und Tragwerk «folgen» dem Klima ...

Rahel Hartmann Schweizer, hartmann@tec21.ch