
Kybernetische Gebäudestrukturen

von Prof. Günter Pfeifer

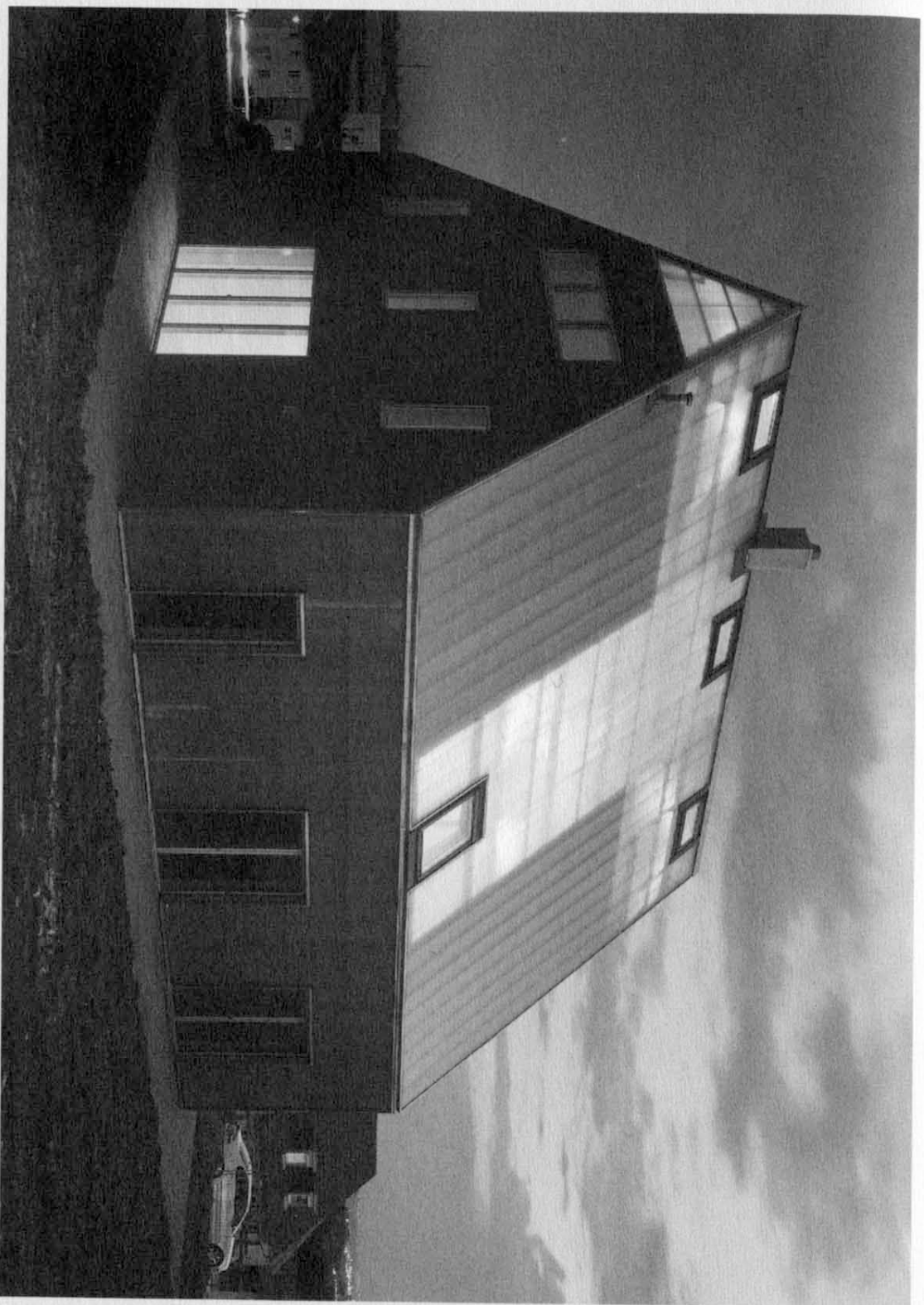


Abb. 1 – Das Gemeinsame und das Individuelle, nicht nebeneinander wie im klassischen Doppelhaus, sondern miteinander verzahnt und verwoben. Ein Haus für zwei Parteien, die gemeinsam unter einem Dach leben wollen, aber gleichzeitig unabhängige Bereiche beanspruchen. – Foto: Ruedi Walther

Es muss einmal eine Zeit gegeben haben, in der die Menschen darauf angewiesen waren, ihren Lebensstil und ihre Behausung nach der Umgebung und dem Klima auszurichten. Sie schützten sich mit den Dingen, die sie zwangsläufig umgaben und in denen sie klimatisiert wurden. Man kann also festhalten, dass sich die Geschichte der Architektur aus dem Kontext des Klimas mit der Physis des Ortes entwickelte. Niemand wird das bestreiten. Daraus entstand eine Einheit von Mensch, Klima und Architektur, die von Generation zu Generation weitergegeben und damit auch weiterentwickelt wurde. Die so entstandenen Gebäude – wir nennen diese heute autochthon – verfügten über die Fähigkeit, mithilfe einfacher typologischer, konstruktiver und thermischer Strukturen die jeweiligen Klimazonen in ihren Häusern so abzubilden, dass damit die Anforderungen an die Lebens- und Behaglichkeitsbedingungen erfüllt wurden. Dies gilt für alle Klimazonen der Erde. Die zur Verfügung stehenden Ressourcen eines Ortes – deren Physis wie Materialität, Topografie, Flora und Fauna – wurden jeweils in angemessener Form eingesetzt und typologisch und konstruktiv verwertet. Die daraus entstandenen Architekturen wurden so Teil der kulturellen Identität. Dabei muss man nicht nur auf die vielen Beispiele eingehen, die die UNESCO als Welterbe gesichert hat. Vielmehr liegen die alten, autochthonen Architekturen mehr oder weniger unbeachtet am Wegesrand und beginnen zu verrotten. Das sind zum Beispiel die letzten Dörfer im Tessin, in Italien und in Portugal.

Mein Kollege und Freund Andreas Brand hat ein höchst empfehlenswertes Buch herausgebracht, das seine über viele Jahre dauernde Arbeit dokumentiert. Er hat in entlegenen Dörfern in Nepal, Vietnam und Tibet mit Skizzen und Aufmaßen einzigartige zeichnerische Dokumente erstellt, die zeigen, dass es nach wie vor autochthone Architekturen gibt, die belebt und bewohnt und in höchstem Maße lebendig sind. Diese Zeugnisse bedeuten weit mehr als die

konservierten und von Touristen überrannten UNESCO-Welterbedenkmäler. Sie zeugen nämlich von lebendiger Gegenwart und autochthonen – im wörtlichen Sinn an Ort und Stelle entstandenen – Lebensräumen, die nach wie vor vom Klima bestimmte Architekturen zeigen, die auch ohne neuzeitliche Techniken auskommen.

Evaluierung der Architektur

Über Jahrhunderte hat sich die Architektur von Generation zu Generation weiterentwickelt. Man lernte voneinander und gab das Wissen weiter. Nach jeder neuen Art von Katastrophen wie Feuersbrünsten, Überschwemmungen, Orkanen oder Hitzeperioden wurden die Techniken verändert und verbessert.

Als einfachstes Beispiel mag man die hohe Windfestigkeit der Schwarzwaldhausdächer bestaunen. Nach Messungen der Dachformen in modernen Windkanälen kam man zu dem erstaunlichen Ergebnis, dass diese Formen und Konstruktionen die Windstärke 12 – also Orkane – aushielten. Man mag sich fragen, wie man in den Entstehungszeiten im 16. Jahrhundert zu solchen Ergebnissen gekommen ist. Die Antwort dürfte man in den nicht erzählten Geschichten finden, in denen die Dächer der Schwarzwaldhöfe reihenweise zu Schaden kamen. An denen jedoch, die dem Orkan standhielten, lernte man die Unterschiede: im Standort und der Ausrichtung, in der Art der Konstruktion und Dachdeckung, und man gab die Verbesserungen weiter und übertrug diese auf andere Gehöfte. Mit der Bewältigung des Klimas – der strengen Kälte in den langen Wintermonaten, den zum Teil überwärmten Sommertagen im Sommer und den heftigen und ergiebigen Niederschlägen – verfuhr man genauso. Daraus entwickelte sich das System der Heizung und der Rauchküche mit den angelagerten Räumen und Nebennutzungen wie der Räucherammer. So entstand die Schichtung des Gebäudes mit der Zonierung nach der Wärmeverteilung im Winter und der Durchlüftung im Sommer.

Wenn wir also von kybernetischen Gebäudemodellen sprechen, dann sprechen wir von einem System, in dem jedes Teilelement von den anderen Teilelementen abhängig ist und sich gegenseitig bedingt. Jedes dieser Teilelemente ist an sich selbstständig, aber nicht unabhängig in der Wirkungsweise. Dieses Prinzip, das wir „kybernetisch“ nennen, umschreibt damit das System eines Wirkungsgefüges, dessen Elemente durch unmittelbare gegenseitige Einwirkung miteinander verbunden sind. Dabei geht es nicht nur um die Qualität der Wirkung, sondern auch um die Art und Weise der Verknüpfung. Man kann sagen, es geht um die Qualität der Beziehung dieser Teilelemente untereinander, damit das Ganze seine volle Wirksamkeit erreichen kann. Ich will zur Anschauung auf einige Gebäudetypen eingehen:

Das Schwarzwaldhaus gab es in verschiedenen Versionen, ich greife das Kinzigtäler Haus heraus. Am besten lässt sich dies aus der Schnittfigur erklären. Denn die Schichtung im Aufbau kann man – kybernetisch betrachtet – als äußerst effizient ansehen. Das Vieh steht in der geothermisch wirksamen Zone, die im Winter eine Grundtemperatur mitbringt und mit der Prozesswärme der Kühe den Wohntrakt mitdämmt. Das Gleiche geschieht von oben mit dem eingelagerten Heu, das ebenfalls dämmt. Der Holzofen mit der Rauchküche ist zentral angeordnet und verbreitet die Wärme ringförmig in die sich anlagernden Wohn- und Schlafräume. Die Öfen waren übrigens immer so konstruiert, dass das lange Reisigholz darin genauso verbrennen konnte wie die langen Holzscheite, die dann auch die Glut über Nacht hielten. In der angelagerten Räucherammer wurden die Fleischwaren konserviert und im Dachraum wurde der Rauch genutzt, um Ungeziefer aus Gebälk und Heu fernzuhalten. Im Sommer war das Vieh auf der Weide, der Stall wurde zur geothermischen Kühlkammer, das Dach – ebenfalls ohne Heu – war auf Durchlüftung eingerichtet. Dies alles war die Voraussetzung für ein angenehmes Sommerklima der Wohnräume. Man könnte dies

nun beliebig ausdehnen, mit all den sinnvollen kleinen Details, angefangen bei den Kastenfenstern, der Südostausrichtung der Stube und der Materialgerechtigkeit, die stets darauf aus war, alles bis zur letzten Kleinigkeit zu verwerten und zu nutzen.

Das japanische Haus will ich nur kurz streifen. Die Grundstruktur ist auf eine optimale Durchlüftung ausgelegt, welche die hohe Luftfeuchtigkeit reguliert. Die Tatamimatten aus Reis und die Shoi aus Papier sorgen für eine maximale Diffusionsfähigkeit. Die Mehrschichtigkeit von Veranda und Innenräumen – übrigens überall ohne Flurverluste – wird ergänzt durch unterlüftete, aufgeständerte Konstruktionen und einen ebenso durchlüfteten Dachraum.

Letztes Jahr hatte ich die Möglichkeit in China ein Dorf nahe des 30 Breitengrades zu besuchen. Das Dorf Xidi ist als Weltkulturerbe der UNESCO eingetragen. Es ist nach wie vor bewohnt. Der 30. Breitengrad führt durch Marokko und die Mitte Ägyptens, dort ist es in China im Sommer ca. 38–40 Grad Celsius warm mit einer extremen Luftfeuchtigkeit von ca. 90 Prozent.

Die zweigeschossigen Häuser dort sind alle mit einer steinernen Wand umschlossen. Man betritt das Haus über einen schlanken, offenen Innenhof, der so ausgebildet ist, dass das Regenwasser möglichst lange über Rinnen und Hohlräume aufbewahrt wird. Der Wohnraum im Erdgeschoss ist offen und räumlich mit etwa vier Metern Raumhöhe überhöht. Das hat den Effekt, dass die warme Luft in einer Art natürlicher Thermik abfließt, wenn es geregnet hat, wird das durch den schlanken Hof unterstützt. Die Nachtauskühlung schafft ein Übriges. Die Belichtung im Erdgeschoss erfolgt ausschließlich über den Innenhof, der so schlank ist, dass nur indirektes Licht einfällt. Im Obergeschoss ist das nicht viel anders, dort schützen aber Klappläden vor Sonne. Die Schlafräume sind ausschließlich im Obergeschoss angesiedelt, dort wird aber mit kleinen Lüftungsklappen für die richtige Durchlüftung gesorgt, die über die Nachtauskühlung vorhanden ist. Die alles umschließenden Mauerwerkswände bilden die erforderlichen Speichermassen. Das

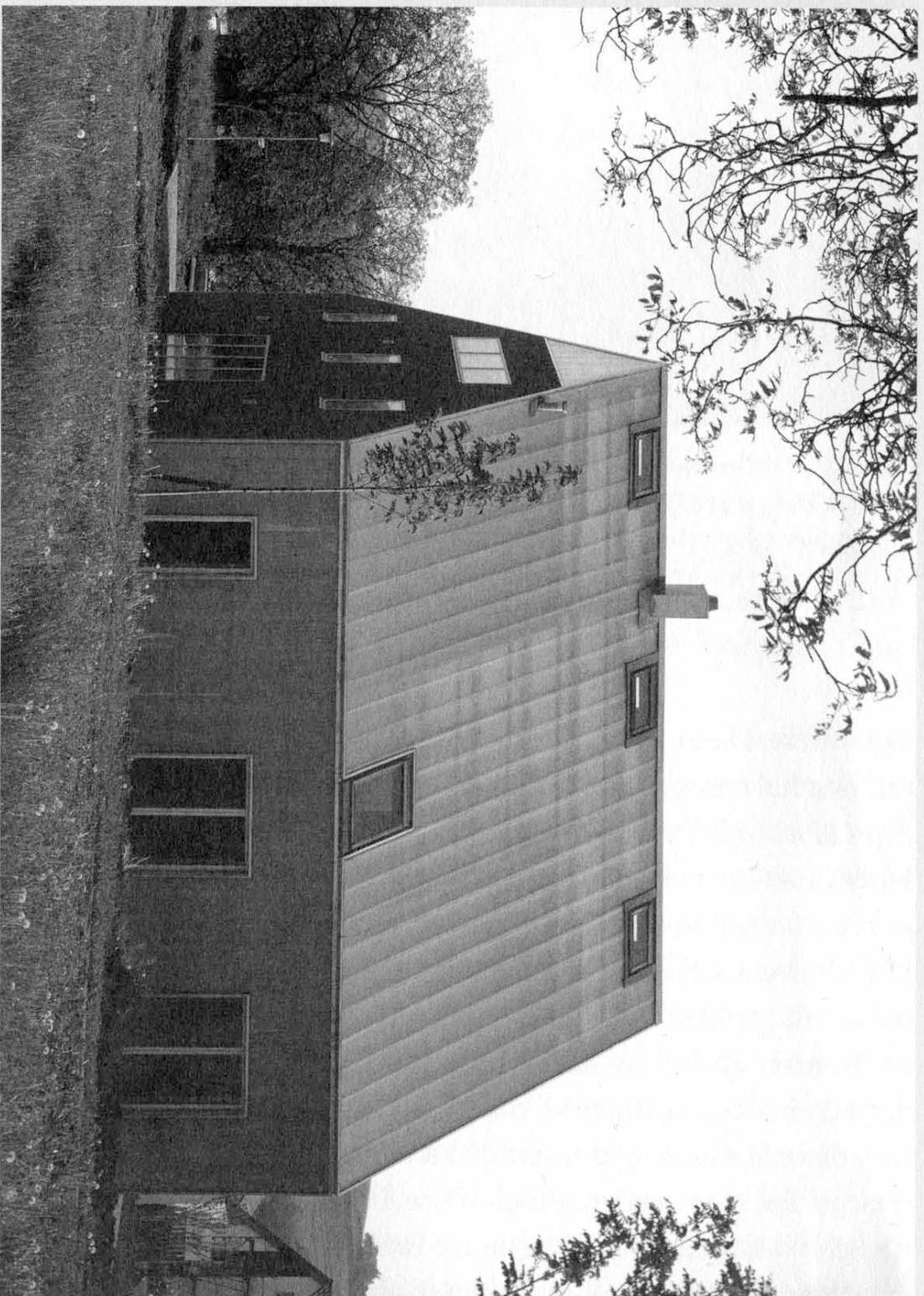


Abb. 2 – Patchworkhaus in Müllheim. Die Dachflächen und Seitenwänden bilden einen komplexen Luftkollektor mit transparenten Polycarbonatplatten, die eine kontrollierte Luftschicht bilden und zusammen mit den Speichermassen der Holzwände die Grundversorgung des Hauses mit passiver, solarer Energie sichern.

Foto: Ruedi Walti

eigentliche Haus ist in Holzkonstruktion darin eingestellt und sorgt mit den holzverschalten Wänden für den Diffusionsausgleich.

Die Häuser in der ariden Klimazone der arabischen Welt: Die großen Hofhäuser sind ebenfalls so zониert, dass die geothermische Kühle der erdnahen Räume im Sommer zum Schlafen genutzt werden. Die Räume im Erdgeschoss sind so angeordnet, dass sie je nach Sonnenstand genutzt werden. Der Iwan (Empfangsbereich) liegt generell im Norden und ist an den Windturm angeschlossen, der dem Innenhof zu einem günstigen Mikroklima verhilft. Das Wasserbecken sorgt für adiabate Kühlung und die dicken Wände haben ausreichende thermische Speichermassen. Auch diese Häuser sind generell Vorbilder für eine natürliche Kühlung ohne Technik, unter der Voraussetzung, dass man die strukturellen Eigenschaften dieser Häuser richtig transformiert. Wir können uns überall auf dem Globus umsehen, Beispiele gibt es überall.



Patchworkhaus in Müllheim, Pfeifer Kuhn Architekten – Foto: Ruedi Walth



Patchworkhaus in Müllheim, Pfeifer Kuhn Architekten – Foto: Ruedi Walti

Was lernen wir daraus?

Keineswegs propagieren wir die Rückkehr zu den alten Gebäuden und wir sehnen uns auch nicht nach den Behaglichkeitsmaßstäben des 19. Jahrhunderts. Vielmehr geht es darum, die Strukturprinzipien der architektonischen Kulturen neu zu transformieren und diese in die heutige Architektur zu übertragen. Das, was die Strukturen zu leisten vermögen, ist in Vergessenheit geraten. Denn auf die Frage, was denn ein Gebäude leisten muss, ist folgende einfache Antwort zu geben:

1. das Sammeln des im Überfluss vorhandenen Sonnenlichts, um dieses in direkte Wärme umzuwandeln,
2. die Verteilung der gewonnenen Energien,
3. das Speichern der Energien, wenn diese nicht sofort genutzt werden können, um einen möglichst hohen Ausnutzungsgrad zu erzielen,
4. das Schützen vor Energieverlust, allgemein als „Dämmen“ bezeichnet, bzw. die Reduzierung des Energieverlustes,
5. das Entladen von Energien (Auskühlen) oder das Entledigen der überschüssigen Wärmeenergie.

Zu den Wärmequellen gehören neben den solaren Wärmequellen die geothermischen, aber auch die Prozessenergien, die durch Menschen und Maschinen aller Art entstehen und deren Energieflüsse in den Energiekreislauf integriert werden sollten. Zählen wir zusammen, so kann man sagen, dass wir die fünf Leistungen – Sammeln, Verteilen, Speichern, Dämmen und Entladen – in der Struktur eines

Gebäudes zusammenführen müssen. Die Frage, wie wir diese zusammenführen, ist allerdings von entscheidender Bedeutung; denn alle diese Teilelemente müssen in einem sorgsam interdependenten Prozess aufeinander abgestimmt werden. Jedes dieser Teilelemente ist an sich selbstständig, aber nicht unabhängig in der Wirkungsweise. Dieses Prinzip, das wir „kybernetisch“ nennen, umschreibt damit das System eines Wirkungsgefüges, dessen Elemente durch unmittelbare gegenseitige Einwirkung miteinander verbunden sind. Die Qualität der Wirkung hängt davon ab, wie die Qualität der Beziehungen der Elemente untereinander konfiguriert ist. Denn ein gutes Einzelelement kann nur in einer interdependenten Verknüpfung die volle Wirkung erzielen. Dazu gehört auch, dass das System dynamisch auf die Bedingungen der Umgebung sowie den Tages- und Jahreszyklus reagieren kann.

Entscheidend ist hierbei: Das System beruht ausschließlich auf Prinzipien und Elementen, die aus architektonischen Prozessen hervorgehen, auf Fügungs-, Gestaltungs- und Tektonikprinzipien, und diese funktionieren im Idealfall ohne technische Unterstützung. Wenn all diese Aspekte auf kohärente Weise zusammengeführt werden, in dem Sinne, dass sie sich gegenseitig bedingen und ein sich selbst regelndes, vernetztes System bilden, dann sprechen wir von einem kybernetischen Gebäude. Was wir nicht meinen, ist ein hoch technisiertes Gebilde, dessen Funktionen beim Ausfall eines Teilbereichs gleich zusammenbrechen. Wir meinen Gebäude, die als innovative, aber stabile Systeme funktionieren, die ihre Umwelt aktiv mit einbeziehen und dies in ihrer Struktur und Gestalt zeigen.

Die Ausgangslage

Nun haben wir gesehen, dass jeder Entwicklungsschritt auf den Erfahrungen der vorangegangenen Schritte aufbaute. Doch aus dem architektonischen Prinzip der fortdauernden Evaluation haben wir mit Beginn der Industrialisierung den Veränderungszyklus im-



Abb. 3 – Patchworkhaus in Müllheim. Die große Halle, die im Erdgeschoss beide Bereiche trennt und als gemeinsame Aufenthaltszone genutzt wird, wird im Obergeschoss um 90 Grad gedreht und eröffnet dort individuelle Spielräume.

Foto: Ruedi Walti

mer wieder mit Technik erweitert. Die fortschreitende technische Entwicklung, das Entwickeln einer städtischen Infrastruktur zur Versorgung und Entsorgung, neue sanitäre Systeme, die Zentralheizung und letztlich die Entwicklung einer künstlichen Kühlung ließen die architektonischen Elemente zurücktreten und schließlich sogar in Vergessenheit geraten. Die Struktur einer Technik konnte man zurückführen auf eine vorgefundene Praxis, die sie hervorbracht hat. Diese Praxen wurden wiederum Teil eines größeren gesellschaftlichen Entwicklungsprozesses. Dieselbe Technik wurde dann wiederum Ausgangspunkt für die nachfolgenden Praxen und definierte damit einen neuen oder anderen Raum, in dem sich die Praxen ereignen.

Was ist zu tun?

Eine klimagerechte Architektur muss sich wieder auf das besinnen, was ich als „architektonisches Handwerk“ bezeichne. Der klimagerechte Entwurf ist nach wie vor der Schlüssel zur Klimaarchitektur. Dazu gehört, dass wir die fünf Grundelemente dessen, was ein Gebäude leisten muss, in ein System modularer Grundelemente umbauen.

Basismodule: Zu den Basismodulen gehört in erster Linie die richtige Zonierung. Erst dann können zusätzliche Elemente hinzugefügt werden. Dabei ist das Sammeln, Verteilen und Speichern der Energien das oberste Gebot. Alle diese Module haben etwas mit diesem Thema zu tun. Der letzte Punkt ist die Nutzung von Prozessenergien.

Wandaufbau: Wenn man Wandaufbauten nach dem U-Wert berechnet, kommt man zu einem eigenartigen Ergebnis: Der Wandaufbau einer 36,5 Zentimeter starken Außenwand ohne Dämmung weist den gleichen U-Wert auf wie eine 24 Zentimeter starke Wand mit 12 Zentimetern Dämmung. Der wichtige Unterschied wird im ENEV-Nachweis nicht gezeigt. Die Wand ohne Dämmung weist erhebliche solare Warmegewinne aus, die in der ENEV nicht berücksichtigt werden dürfen. Noch verrückter wird die Sache, wenn man vor einer Luftschicht verschiedene Materialien eingibt, wie zum Beispiel Glas oder Polycarbonatplatten, denn auch dort kommen vollkommen inakzeptable U-Werte heraus, die allesamt keine solaren Gewinne berücksichtigen.

Wie aber sieht die Gegenthese aus?

Im Gegensatz zur Neubauplanung wird die Arbeit am Gebäudebestand schwieriger und noch komplexer; denn hinzu kommt eine genaue Analyse des zu bearbeitenden Gebäudes. Dazu gehören neben den genauen klimatischen Bedingungen des Ortes auch die Konstruktion des Gebäudes, die Material- und Wandstärken, die Grundrissfiguration sowie Lage und Größe der Fenster, um nur einige

herauszugreifen. Man wird eine Art „energetischen Abdruck“ benötigen, der einer in der Medizin üblichen DNA-Analyse vergleichbar sein könnte und der damit die Grundlage für eine entwerferische Intervention liefern würde. Damit beginnt ein Arbeitsprozess, der einerseits eine gewisse Erfahrung mit energetischen Systemen und Kreisläufen voraussetzt, aber andererseits in viel höherem Maß kreative Erfindungs- und Entwurfsfähigkeiten abverlangt. Ergänzend gehört dazu, dass im möglichst frühen Konzeptstadium eine begleitende thermische Simulation und Beratung in Gebäudetechnologie stattfindet. Nur mit einer transdisziplinären Arbeitsweise sind für den jeweiligen Altbau Entwurfsstrategien mit verschiedenen alternativen Untersuchungen möglich. Zunächst lässt sich feststellen, dass uns dazu weit mehr Planungsmodule zur Verfügung stehen, als man oberflächlich gesehen wahrnimmt. Denn die fünf vorgenannten Elemente des energetischen Bauens lassen sich auch auf vorhandene Gebäude projizieren. Dazu gehören:

1. die Gebäudezonierung nach den Parametern der solaren und geothermischen Energiegewinne. Meist ist die in den alten Gebäuden bereits vorhanden. In den oftmals großen Grundrissen lassen sich auch gewisse Bereiche zur Energiegewinnung abtrennen und entsprechend als Energiegärten ausbilden. Zudem können Balkone oder Loggien – bei richtiger Lage und Orientierung – als Energiegärten umgebaut werden.
2. die Elemente zur Energiegewinnung wie Energiegärten und Luftkollektoren an Dach und Wänden. Energiegärten lassen sich als neue Elemente an Bauten anfügen. Förderlich sind hin und wieder die unterschiedlichen Wertigkeiten der Fassaden. Unter der Voraussetzung, dass die Dachräume nicht bis zum Letzten ausgenutzt werden, lassen sich im Dachfirst Luftkollektoren installieren. Dazu genügt unter Umständen eine Eindeckung mit Glasziegeln. Zu den

Luftkollektoren gehören genau genommen auch Kastenfenster, denn richtig gebaut und angewandt, schaffen sie vorgewärmte Luft ins Rauminnere oder sorgen für Nachtauskühlung.

3. die Elemente zur Verteilung der gesammelten Energien wie einfache Hypokaustensysteme in Böden oder auch Wänden in Form einfacher zweiter Raumschalen.

4. die Elemente zur Speicherung der gewonnenen Energien. Alte Gebäude verfügen wegen der dicken Wände über ausreichend viel Speichermassen. In den Kellerräumen trifft man oft noch auf ein Vielfaches davon, vor allem wenn alte Gewölbekeller vorhanden sind. Diese Speichermassen sind als große Energiepotenziale anzusehen; sie werden über die thermodynamische Simulationen in die Energiebilanz mit einbezogen.

5. die Elemente zur Kühlung. Dazu kann man die natürliche Thermik, die in bestehenden Gebäuden meist vorhanden ist, heranziehen. Treppenräume sind in den meisten Fällen an die Kellerräume angeschlossen, liegen auf der sonnenabgewandten Seite des Gebäudes und bilden somit einen „thermischen Kamin“, der zur Kühlung dient. Die Steuerung der Thermik lässt sich oftmals bereits mit kleinen Verbesserungen der Raumabschlüsse und dem Einsatz von steuerbaren Öffnungen herstellen. Neue Schächte oder andere thermische Verknüpfungen können ergänzend hinzugefügt werden.

6. die Nutzung von Prozessenergien. Die Verknüpfung der vorgenannten Elemente bringt es mit sich, dass die im Raum vorhandenen Energien von Mensch und Maschinen in den Kreislauf des Systems einbezogen werden und somit auch rechnerisch in die Energiebilanz einfließen.



Abb. 4 – Patchworkhaus Müllheim. Auf künstliche Dämmstoffe wird verzichtet. Die im Dachspitz gesammelte Wärme wird über den zweiten Kaminzug mittels eines kleinen Lüfters zur weiteren Verteilung in die erdgeschossige Halle befördert. In den betonierten Geschossdecken ist eine Bauteilaktivierung integriert.

Foto: Ruedi Walti

Zusammenfassung

Wenn ich zum Schluss noch eine Art von Zusammenfassung geben will, dann müsste ich eigentlich noch mal von vorne anfangen. Denn das Wichtigste wäre der Umbau der städtebaulichen Strukturen nach kybernetischen Modellen. Das aber hieße: Wegfall der Segregation aller und jedweder Arten und überall. Denn eine interdependente Nutzungsmischung würde bedeuten, dass jeder von jedem profitiert – also derjenige, der Prozessenergien produziert, muss sie dem zuführen, der sie gebrauchen kann. Dieses Denken vom Teil und dem Ganzen ergibt eine andere Struktur der Ganzheit. Die Erkenntnis, dass Gebäude Teil eines energie- und wirtschaftspolitischen Systems sind, in dem selbst die Baustoffauswahl als sozialer Prozess verstanden werden muss, eröffnet eine völlig andere Perspektive. Darüber hinaus wird man Belichtungs- und Belüftungsparameter entwickeln



Abb. 5 – Patchworkhaus Müllheim. Die komplexe innere Raumgeometrie des Hauses führt zu einem flexibel nutzbaren Haustyp unter einer intelligenten, effizienten Hülle. Das Bild der transparenten und reflektierenden Außenhaut, die ein Wechselspiel von durchscheinendem Holz, sich spiegelnder Landschaft und sich abbildenden Innenräumen hervorruft, steht im Kontrast zu den dunkel verputzten Giebelwänden und der klassischen Hausform. – Foto: Ruedi Walti

müssen, die jedem Gebäude energetisch ausreichende Besonnung garantieren. Klimaaktive Fassaden – als Gegenbild zu den klimapassiven und gedämmten Fassaden – machen die Formel vom Idealverhältnis Hüllfläche zu Volumen obsolet.

Fassen wir alle diese Forderungen zusammen, müssen wir konstatieren, dass wir uns im Grunde genommen in einer Krise der Wahrnehmung befinden. Diese entspringt dem Umstand, dass wir die Vorstellungen und Begriffe des überholten mechanistischen Weltbildes auf eine Wirklichkeit anzuwenden versuchen, die sich längst gewandelt hat. Wir leben schon länger in einer global vernetzten Welt, in der die Interdependenz aller biologischen, psychologischen, soziologischen und ökologischen Phänomene nicht mehr zu übersehen ist. Um diese Welt angemessen bewältigen zu können, brauchen wir die integrale, kybernetische Perspektive.