

Von der passiven Nutzung zu einer smarten Solararchitektur

Manfred Hegger

Das Thema Nachhaltigkeit beherrscht in den letzten Jahren in zunehmendem Maße die Diskussion um Architektur und Bauen. Dabei werden die Inhalte dieses Begriffs arg strapaziert. Es gibt Auslegungen, in die sich die »steinerne Architektur« Berlins ebenso einordnet wie experimentelle Solarbauten. Bereinigt wird diese Begriffsverwirrung derzeit unter anderem durch eine EU-Kommission.¹ Unbestritten ist jedoch: Die Berücksichtigung der Einstrahlung und die passive Nutzung von Sonnenenergie im Bauen ist ein wesentliches Merkmal nachhaltiger Architektur.

Der Begriff der Nachhaltigkeit war in anderen Lebensbereichen immer mit einem eindeutigen Sinn verbunden. Nachhaltig waren sättigende Mahlzeiten wie Omas Erbsensuppe, eine auf Stetigkeit abzielende Waldbewirtschaftung oder ein solides Gebäude mit langer Lebensdauer. Dinge, von denen wir wussten, dass sie gut waren und weswegen. Doch eine kürzlich durchgeführte Umfrage² hat Verwirrendes ergeben: nur 10 % der Bürger kennen in irgendeiner Form den Sinn des Wortes. Doch fast 90 % finden das, was sie nicht mit Bedeutung zu füllen vermögen, gut. Es besteht wohl Erklärungsbedarf. Der Begriff der Nachhaltigkeit, ursprünglich für eine dauerhafte Waldwirtschaft verwendet, bezeichnet als Sammelbegriff ganz allgemein einen korrekten Umgang mit der Umwelt. Die UN-Expertenkommission unter Leitung der ehemaligen norwegischen Ministerpräsidentin Brundtland formuliert es treffend so: »Nachhaltigkeit ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generationen deckt, ohne die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen zu beeinflussen.«³

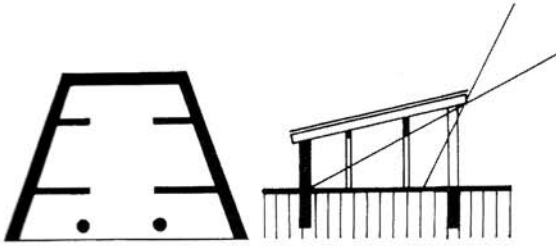
Das Bauen ist hier in vielerlei Hinsicht angesprochen. Zum einen von seiner wirtschaftlichen Bedeutung, es bindet mehr als die Hälfte des gesamten Anlagekapitals unseres Landes, zum anderen geht es einher mit dem größten Teil des Ressourcenverbrauchs. Auch wenn die gebaute Umwelt selbst ein langfristiges Gut ist, wird durch sie bis dato weit mehr als die Hälfte aller »Abfälle« erzeugt, d.h. die Kreislaufwirtschaft im Bauen ist noch unterentwickelt. Der Anteil der Gebäude am gesamten Energieverbrauch in Deutschland liegt bei ca. 40 % und ist damit höher als der des Verkehrs oder der Industrie.⁴ Es wird deutlich, dass zu einem nachhaltigen Gebäude ganz selbstverständlich die Energieeinsparung und eine intelligente Nutzung der einfallenden Sonneneinstrahlung gehören sollten. Fossile Energieträger, seit 150 Jahren die Grundlage der Energieversorgung und besonders der Beheizung unserer Häuser, sind begrenzt. Bereits seit einigen Jahren unterschreiten die jährlich entdeckten neuen Vorkommen den Verbrauch, die Kosten steigen, die Auseinandersetzungen um den Zugang zu den Quellen sind

unerträglich. Genauso gravierend sind die schädlichen Umwelteinflüsse der fossilen Energieträger, sie verändern unser Weltklima. Viele Alternativen hierzu haben sich als trügerisch erwiesen, weil sie letztlich ebenfalls auf begrenzten Ressourcen gründen, technologisch schwer beherrschbar sind und schädliche Nebenwirkungen haben. Vielleicht wird man bald die Ära der intensiven fossilen Energienutzung für unsere Gebäude als eine Episode betrachten. Warum sollten wir schließlich noch in großem Umfang fossil gespeicherte Sonnenenergie nutzen, wenn wir sie auch direkt einsetzen können? Sie stört das natürliche globale Gleichgewicht nicht, sondern bildet im Gegenteil dessen Grundlage. Sie ist uns als Licht- und Energiequelle vertraut. Doch es wäre kurzsichtig, lediglich alte Prinzipien zu beschwören. »Zurück zur Natur« ist ein beliebter, aber wenig durchdachter Slogan. Wir können keine Häuser mehr bauen wie vor Beginn des fossilen Zeitalters. Die seitdem bestehende bequeme und überall gleichermaßen zugängliche Energieversorgung hat unsere Ansprüche erheblich gesteigert, wir werden wohl auch in Zukunft nicht auf diesen Komfort verzichten wollen. Sicherlich, Architektur, die sich auf die Sonne bezieht, wird einerseits alte Prinzipien geschickter solarer Nutzung in Gebäuden aufgreifen können. Andererseits wird sie als intelligente Architektur darüber hinaus gehen müssen, um heutigen Ansprüchen zu genügen und akzeptiert zu werden. War vor Beginn des fossilen Zeitalters mit den damals verfügbaren Mitteln nur eine passive Nutzung der Sonnenenergie möglich (gegebenenfalls unterstützt durch Brennstellen für nachwachsende Rohstoffe), so erlauben die fossilen Heizquellen und die daraus abgeleiteten neueren Technologien heute ein aktives Temperaturmanagement – völlig unabhängig von Umgebungsbedingungen, Form und Materialität unserer Häuser. Die Phasen der erst passiven und dann auch aktiven Energieversorgung von Gebäuden werden zunehmend abgelöst durch interaktive oder smarte Gebäudekonzeptionen. Sie greifen gewisse passive Systeme auf und ergänzen diese um intelligente Komponenten.

Passive Nutzung

Die passive Nutzung der Sonneneinstrahlung kommt ohne den Einsatz technischer Systeme aus. Das Gebäude mit seiner Platzierung, seiner Geometrie, seinen Bauelementen und Materialien gebraucht die Sonnenenergie ganz direkt

2.1 Pfarrheim, Schwindkirchen (2001), arc Architekten.
Nutzung eines alten Stadels als klimatischen Puffer für den eingestellten Holzbaukörper des Pfarrheims.



und ohne Umwege. Dies ist die einfachste und gleichzeitig wirksamste Form solaren Bauens. Das Haus und seine Elemente werden hierbei als solares System betrachtet. Eine sorgfältige Planung kann ein Gebäude an das natürliche Energiepotenzial anpassen, um dieses effizient zu nutzen. Die geschickte Wahl des Standortes, die Platzierung, Formgebung und Ausrichtung, die überlegte Anordnung der Fenster, eine sorgfältige Wahl der Materialien und Wandaufbauten: Dies sind die Faktoren, die es ermöglichen, Sonnenwärme aufzunehmen und zu speichern, die Temperaturen in einer klimagerechten Hülle angenehm zu gestalten und das Licht optimal einzusetzen. Auf diese Weise wird Solararchitektur unter Berücksichtigung nur weniger Regeln eine zukunftsweisende und zugleich die effektivste Form des energiesparenden und -gewinnenden Bauens. Der Heizwärmebedarf reduziert sich, die Heizperiode und die Zeit des Zuheizens verkürzen sich deutlich. Das Bauen leistet hiermit einen deutlichen Beitrag zum Umweltschutz durch Reduktion der CO₂-Emissionen; dazu trägt auch der Einsatz CO₂-neutraler Materialien bei. Bauen und Leben mit der Sonne bedeutet zugleich auch einen erhöhten Wohnkomfort. Helle, lichtdurchflutete Innenräume haben messbar positive physiologische und psychische Auswirkungen auf den Menschen. Solares Bauen bewirkt deshalb mehr als Umweltschutz und Energieeinsparung. Darüber hinaus verbessert es die Behaglichkeit: Die tief in das Haus eindringende Sonne erhöht das Wohlbefinden ebenso wie die höheren Oberflächentemperaturen gut gedämmter Außenwände. Damit einher geht eine erweiterte Nutzung des Tageslichts, die wiederum den Energiebedarf für Kunstlicht reduziert und daneben gleichfalls positive Auswirkungen auf die Benutzer eines solchen Gebäudes hat.

Ein wenig Geschichte ...

Besonnung hatte seit Beginn des Bauens wesentlichen Einfluss auf Lage, Orientierung, Form, Konstruktion und Materialwahl von Gebäuden. Sie war, zusammen mit anderen klimatischen Besonderheiten, prägend für die Entwicklung von Haustypen und die ortsspezifischen Bauweisen. Das Megaron-Haus⁵ des Sokrates (470–399 v. Chr.) weist archetypische Merkmale des solaren Bauens auf. Der kompakte Baukörper öffnet sich nach Süden. Die trapezoidale Grundform maximiert diese Ausrichtung und minimiert gleichzeitig die sonnenabgewandte Nordfläche. Hier liegt auch der kühle Vorratsraum, zugleich Pufferzone für den Wohnbereich. Wände und Boden des Hauses sind massiv und besitzen somit eine hohe Speicherwirkung. Der Dachüberstand nach Süden verschattet das Haus bei steil stehender Sommersonne, während die Wintersonne tief in das Gebäude eindringen kann (Abb. 2.2).

Diese Hauskonzeption zeigt exemplarisch wesentliche, zeitlose Prinzipien passiven solaren Bauens:

- Minimierung der Oberfläche (günstige A/V-Verhältnis)
- Öffnung zur Sonne
- solare Zonierung – kühle Räume im Norden
warme im Süden
- selektive Verschattung, Schutz vor steiler Sommersonne
- Nutzung von Speichermassen zum Temperatenausgleich

Mit den entstehenden, kostengünstigen Produktionsverfahren für großformatige Verglasungen ergeben sich im 19. Jahrhundert neue Möglichkeiten für das solare Bauen. Die frühen Gewächshäuser schufen künstliche exotische Welten, ermöglicht

durch den Treibhauseffekt des Glases, mit dessen Hilfe ultraviolette Strahlung in infrarote Wärmestrahlung umgewandelt und hinter Glas eingefangen werden konnte (Abb. 2.3). Im frühen 20. Jahrhundert wurden Transparenz, Licht, Luft und Sonne zum Credo der Moderne. Die Künstler und Architekten der Gläsernen Kette propagierten kristalline Strukturen als Idealbilder, entwarfen Gegenwelten zum Elend der dunklen und unhygienischen Städte, deren Strukturen sich durch die industrielle Revolution rasant verändert hatten. Doch erst in der Moderne wurden diese Ideen verwirklicht, wenn die damals realisierten großen Glasfassaden auch häufig erhebliche bauphysikalische Probleme mit sich brachten. Anfang der 30er-Jahre entstand mitten in der Not der Weltwirtschaftskrise, eine Architektur, welche die Ideen des ökologischen Bauens der 70er-Jahre vorwegnahm: Der Berliner Wettbewerb »Das wachsende Haus« zeigt versorgungstechnisch weitgehend autonome, passiv-solare Hausentwürfe.⁶ Das Dritte Reich bereitete diesen Ansätzen jedoch ein abruptes Ende. Erst 40 Jahre später entwickelten sich diese Ideen unter anderen Vorzeichen weiter: Die Raumfahrt (Umkreisung der Erde von Gagarin 1961, erster bemannter Flug auf den Mond 1969) erlaubte nun einen Blick von außen auf die Erde und machte die Einmaligkeit, und führt zugleich auch die Verletzlichkeit unseres Planeten vor Augen. Die Energiekrise (1973) verdeutlichte die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen und die Endlichkeit dieser Ressourcen. Die Warnungen des Club of Rome zu den Grenzen des Wachstums, erstmals 1972 veröffentlicht,⁷ verdichteten sich zur Realität. Unter diesen Rahmenbedingungen entstand das so genannte ökologische Bauen, das die Rückbesinnung auf überkommene Bauformen, die Nutzung natürlicher Materialien, regenerierbarer Energiequellen sowie besonders der Sonnenenergie zu seinen Themen machte. Von der etablierten Architektur zunächst ignoriert, entwickelte es sich weiter zum solaren und zum nachhaltigen Bauen. Die intelligente Nutzung der Sonneneinstrahlung blieb, bei aller Veränderung in den übrigen Zielsetzungen, immer eine Konstante dieses Bauens. Die konstituierenden Merkmale der solaren Architektur werden im Folgenden beschrieben. Sie alle nehmen Einfluss auf die Nachhaltigkeit und die Energieeffizienz. Sie ausschließlich zu berücksichtigen führt jedoch nicht weiter, weil unter Umständen übergeordnete Aspekte der Nachhaltigkeit aus Städtebau, Verkehr oder anderen Rahmenbedingungen außer Acht gelassen werden. Die Nichteinhaltung eines Kriteriums kann deshalb also insgesamt durchaus vernünftig sein; sie ist durch andere Maßnahmen in aller Regel kompensierbar (zum Beispiel mikroklimatisch ungünstiger Standort durch bessere Dämmung, Verzicht auf Windschutz durch bessere Dichtigkeit).

Standort und Mikroklima

Der Energiebedarf eines Gebäudes ist nicht nur von seinen bauphysikalischen Eigenschaften abhängig, sondern ebenso sehr von seinem Standort und den jeweiligen klimatischen Gegebenheiten. Die globalen Klimazonen haben natürlich überragende Bedeutung: typische Temperaturverläufe über die Jahreszeiten und den Tag, Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeiten und -richtungen. Jeder

2.2 Das Megaron-Haus (um 400 v. Chr.), Sokrates. Trichterförmig nach Süden zur Sonne geöffnet und mit Pufferräumen im Norden der erste Entwurf eines Solarhauses.

2.3 Palmenhaus im Sefton Park, Liverpool (1896), Entwurf und Ausführung Mackenzie & Moncur.

2.3



Kleinklimaraum weist darüber hinaus typische Besonderheiten auf, die sich aus Topographie, Landschaftsformation, Bepflanzung, Baumbestand, Nachbarschaft zu offenen Gewässern usw. ableiten. Schon bei der Ausweisung von Bauland sollte deshalb darauf geachtet werden, das am gewählten Standort möglichst positive mikroklimatische Rahmenbedingungen herrschen. Bereits die Lage auf dem Grundstück beeinflusst die Energiebilanz des Hauses.

Topographie

Die Topographie definiert die Temperaturverhältnisse eines Standortes ganz entscheidend. Höhenlagen bedeuten in aller Regel niedrigere Durchschnittstemperaturen. Umgekehrt können in Tieflagen Kaltluftseen oder -schneisen sowie zeitweise Bodennebel entstehen, die auch gegenüber Nachbarlagen deutlich niedrigere Durchschnittstemperaturen bedeuten. Kaltluftstaugebiete haben besonders wegen ihrer nächtlichen Tiefpunkttemperaturen auch niedrige Temperaturmittelwerte und erfordern einen entsprechend höheren Energieeinsatz zur Gebäudeheizung. Nicht beeinflussbare Kaltluftstaugebiete sollte man daher als Standort meiden. Man erkennt sie unter anderem an begrenzten Nebelfeldern, an Tau- und Reifniederschlägen und Frostschäden an Pflanzen. Geeignete Gebäudestellungen und Vegetationsschutz verhindern Kaltluftstau im Nahbereich von Objekten und damit unnötige Wärmeverluste. Kaltlufteinflüsse können durch bauliche Maßnahmen wie Einbettung des Gebäudes ins Erdreich, Erdwälle, Hecken oder Nebengebäude abgelenkt werden. Hanglagen weisen je nach Orientierung eine sehr unterschiedliche Sonneneinstrahlung und daher eine unterschiedliche Erwärmung der Böden bzw. bodennaher Luftschichten auf. Entsprechend stark unterscheiden sich auch die Einstrahlungsverhältnisse für die Gebäude. Natürlich sind die südorientierten Lagen am wärmsten – im Winterhalbjahr die nach Südwest orientierten, im Sommer die nach Süd bis Südost gerichteten Lagen.

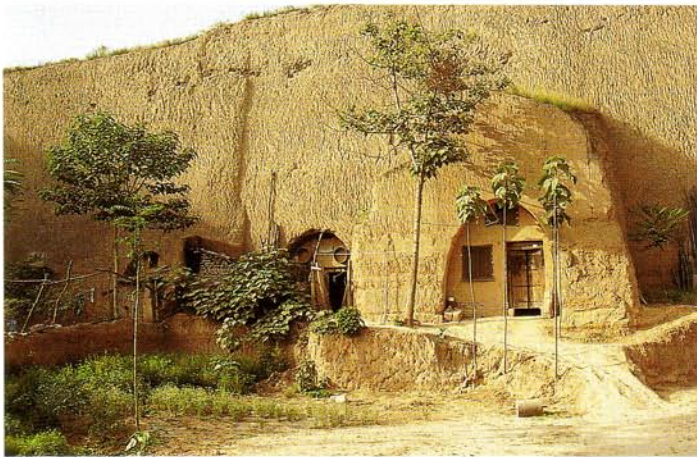
Windschutz

Hohe durchschnittliche Windgeschwindigkeiten führen zu entsprechenden Transmissionsverlusten am Gebäude. Man ist deshalb gut beraten, windgeschützte Standorte zu bevorzugen oder, sollte dies nicht möglich sein, Windschutzmaßnahmen zu ergreifen. Dies können Pflanzungen wie Hecken und dichte Baumreihen sein, Fassadenbegrünungen oder Böschungen. Hecken und Baumgruppen blockieren nicht nur kalte Luftströmungen, sondern lenken diese auch in gewünschte Kanäle ab. Windgeschützte Lagen und aktive Windschutzmaßnahmen verbessern daher die Standorteigenschaften eines Gebäudes deutlich.

Pflanzungen können darüber hinaus durch Verdunstung die Umgebung kühlen und Kohlendioxid zu Sauerstoff umwandeln. Richtig ausgewählt und platziert, übernehmen sie während der Vegetationsperiode, also in der warmen Jahreszeit, zugleich eine Sonnenschutzfunktion. Immergrüne Pflanzen führen zur Verschattung eines Gebäudes, weil sie die winterliche Sonneneinstrahlung reduzieren. Laubbäume hingegen lassen im Herbst die Blätter fallen, so dass die wärmenden Sonnenstrahlen dann ungehindert in das Hausinnere eindringen können. Wie deutlich der Energieverbrauch von Gebäuden infolge der Lage differiert, zeigen Untersuchungen von identischen Bauten an verschiedenen Standorten. Legt man ein frei stehendes Einfamilienhaus in normaler Lage mit einem 100 % Energieverbrauch zugrunde, so kann

2.4





2.5

ein identisches Gebäude an anderen Standorten deutlich veränderte Heizwärmemengen benötigen.⁸

Bauform

Die energetisch optimale Bauform berücksichtigt klimatische Gegebenheiten und geht auf mikroklimatische Besonderheiten ein. Aus städtebaulichen Gründen und infolge anderer übergeordneter Zusammenhänge lässt sich dieses Ideal jedoch nicht oft erreichen. Um sich diesem dennoch so weit als möglich anzunähern, lohnt es sich neben Messgrößen auch auf überlieferte ortstypische Bauformen und Vorbilder aus der Natur zurückzugreifen.

Autochthone Bauformen als Vorbild

Die traditionellen Gebäudetypen geben wichtige Hinweise für geeignete Bauweisen. Sie wurden über Jahrhunderte entwickelt und immer weiter optimiert. In ihren Strukturen basieren sie auf ortsüblichen Wirtschaftsformen und Nutzungsanforderungen, gehen auf die Verfügbarkeit von Baumaterialien ein und berücksichtigen die klimatischen Gegebenheiten des Ortes. Insbesondere letzteren begegnen autochthone Bauformen, betrachtet man sie einmal etwas genauer, meist sehr geschickt. Auf windige Situationen wird mit eingegrabenen Gebäuden oder weit heruntergezogenen Dächern reagiert. In besonders kalten Regionen ist die Wärme abstrahlende Oberfläche minimiert, die Häuser sind entsprechend kompakt. Wohngebäude in gemäßigten Klimazonen richten sich zur Sonne aus und nutzen schon seit früher Zeit über große Öffnungen den Treibhauseffekt verglasten Flächen; Baum- und Heckenpflanzungen vermindern Auskühlung durch Wind und können zugleich für Verschattung im Sommer sorgen. (Abb. 2.4–2.6)

Bionik – die Natur als Vorbild

Tiere und Pflanzen richten sich in vielen ihrer Lebensformen nach den natürlichen Gegebenheiten, insbesondere den klimatischen Bedingungen eines Standortes. Was für sie überlebensnotwendig ist, kann dem Bauen wichtige Impulse geben. Lange Zeit waren allerdings die konstruktiv-technischen Voraussetzungen für die Übertragung solcher vorbildhafter Lösungen auf den Bereich des Bauens nicht gegeben. Heute sind sie vorhanden: Das Formenrepertoire der Architektur hat sich erweitert, die gewonnenen Freiheiten lassen sich sinnvoll nutzen. Ein Beispiel aus extremen Klimata zur Verdeutlichung: Der Eisbär hat unter seinem transluzenten



2.6

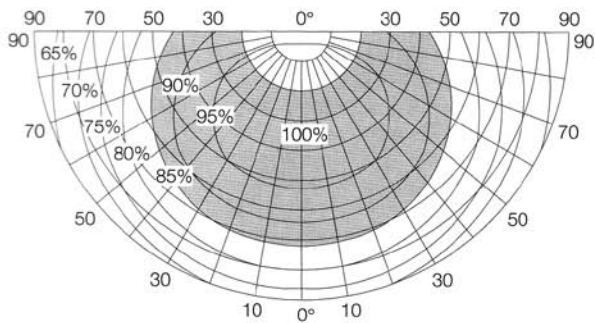
weißen Pelz eine schwarze Haut. Auf diese lenken die Haare des Oberfells die Sonnenstrahlen, die Haut erwärmt sich. Der Pelz transportiert aber nicht nur die Sonne zum Körper, sondern wirkt zugleich auch als Wärmedämmung.

AV-Verhältnis

Auch bei einem Gebäude lässt sich über die richtige Gestaltung seiner Oberflächen Energie gewinnen und Wärme bewahren. Dies ist besonders wichtig in Regionen, in denen – wie bei uns – die Innentemperaturen zu einem Großteil des Jahres über den Außentemperaturen liegen. Um die energetisch unerwünschten Transmissionswärmeverluste so gering wie möglich zu halten, sind minimierte Oberflächen sinnvoll. Jedoch nicht nur zur Verringerung der Verluste: Oberflächen, die einen guten Wind- und Wärmeschutz liefern sowie eine effektive Nutzung des natürlichen Lichts und der Sonnenwärme erreichen können, sind aufwändig und teuer. Ökonomie und Ökologie gehen hier also Hand in Hand. Ein brauchbarer Messwert zur Bestimmung einer energetisch optimalen Bauform ist das so genannte AV-Verhältnis, das die Wärme abstrahlenden Oberflächen eines Gebäudes (A) ins Verhältnis zu dessen Volumen (V) setzt. Ein niedriges AV-Verhältnis spart Kosten und Energie.

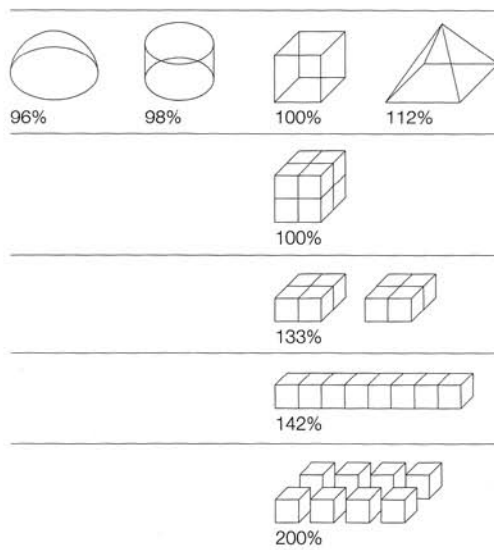
Zur Erläuterung wieder einige Beispiele: Das beste AV-Verhältnis hat die Kugel. Da eine Kugel als Bauform aufwändig ist und Nutzungsnachteile hat (Grundfläche), nähert sich die Halbkugel als brauchbare Form dem Ideal weitgehend an. So nutzt das Iglu ein optimales AV-Verhältnis und wird damit der besonderen Klimasituation der kalten Regionen gerecht. Bei steigendem Volumen kompakter Formen verringert sich der Oberflächenanteil und damit der Transmissionswärmeverlust. Kleinere Volumina haben immer ein ungünstigeres AV-Verhältnis als größere Volumina. Kompakte Körper und verdichtete Bauweisen minimieren deshalb gegenüber frei stehenden Gebäuden die Abkühlungsflächen deutlich. Große und kompakte Baukörper sind deshalb kleineren und gegliederten vorzuziehen (Abb. 2.8). Ist man dennoch auf letztere angewiesen, so kann man deren geometrische Nachteile durch

- 2.4 Traditionelles Haus der Färöer-Inseln. Ein geteilter Holzbau mit einem Sockel aus örtlichen Basaltsteinen und üppigem Grasdach. Neben dem Schutz vor Wind und Sturm ist die Ausrichtung nach Süden bzw. Südwesten, um die Sonneneinstrahlung zu nutzen, wesentlich.
- 2.5 Erdwohnungen in Shaanxi/China. Bemerkenswert ist ihre temperaturausgleichende Wirkung in einer Zone extremer Klimaunterschiede: im Winter ist es innen 10° wärmer und im Sommer 10° kälter als im Freien.
- 2.6 Bergdorf im Tessin. Die Steinhäuser sind mit Steinschindeln gedeckt und ohne Mörtel in den Hang gebaut.



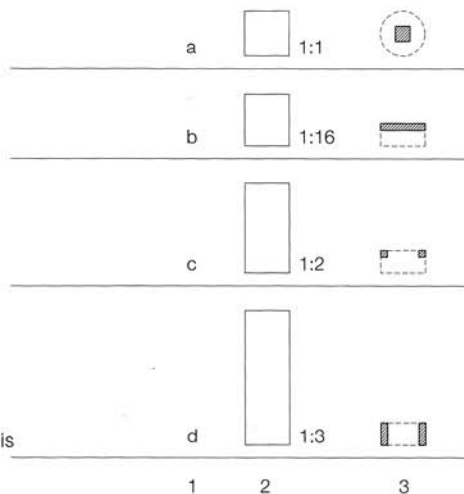
■ Bereich empfohlener Flächenorientierung
max. jährliche Einstrahlung 1055 kWh/m²

2.7



2.8

2.9



1 Klimazone
2 Seitenverhältnis
3 Gebäudeorientierung

verbesserte Dämmung und eine gesteigerte Ausnutzung der solaren Einstrahlung kompensieren. Auch hier gilt also der oben beschriebene Grundsatz: Es macht wenig Sinn, unbedingt und ausschließlich eine nach energetischen Kriterien optimierte Bauform zu verfolgen. Allein AV-optimierte Kuben ergeben noch keine wirklich lebenswerte solare Architektur.

Einbettung

Auch die Einbettung eines Gebäudes in das Erdreich vermindert Wärmeverluste, denn dadurch erfährt das Gebäude wesentlich geringere Temperaturschwankungen und der Einfluss des wechselnden Außenklimas wird gedämpft. Eine Nordeinbettung in Verbindung mit einer günstigen Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne kann wesentlich zu einem angenehmen Raumklima beitragen.

Ausrichtung und Besonnung

In der frühen Phase des solaren Bauens schien die Ausrichtung von Gebäuden zur Sonne unverrückbares Gesetz. Gemeint war damit natürlich in unseren Breiten eine mehr oder weniger eindeutige Südausrichtung. In heißen Regionen ist dagegen der Schutz vor Sonne wesentlicher Entwurfsparameter. Doch dieses Primat ist eindimensional, es schränkt die Möglichkeiten städtebaulicher Gliederung und Raumbildung ein. Die technischen Entwicklungen im Bereich des Bauens lassen heute auch bei anderen Ausrichtungen erhebliche solare Gewinne zu.

Hohe Dämmstandards in Verbindung mit dauerhaft hohen inneren Lasten (Kunstlicht, Gerätebestand, Belegung) können auch das Gegenteil geraten erscheinen lassen: nämlich der Sonne auszuweichen, um zusätzliche solare Einträge wirksam zu vermeiden. Welche Maßnahmen ergriffen werden, gilt es im Einzelfall zu klären, insbesondere für Gebäudearten mit hohen inneren Lasten (zum Beispiel dicht besetzte Büros, Labors). Ausrichtung zur Sonne, Tageslichteinfall und Beschattung sollten auch bei städtebaulichen Projekten immer vorab geprüft werden. Klassisches Hilfsmittel hierzu sind einfache Sonnenstandsdiagramme, in der Regel wird man heute jedoch CAD-Programme oder spezielle CAD-Tools einsetzen, die zuverlässige Daten ermitteln sowie statische oder bewegte Bilder erzeugen. Dabei sind die Verschattungen durch benachbarte Gebäude, Vegetation oder Topographie zu berücksichtigen.

Nach wie vor gilt: In unseren Breiten kann die Ausrichtung – insbesondere der Haupträume von Wohnungen – nach Süden vorteilhaft sein. Sie lässt auch in dichteren Baugebieten selbst im Winter Sonne in das Gebäude eindringen und verschafft ihm hohe solare Gewinne. Darüber hinaus ist im Sommer der Sonnenschutz leichter zu bewältigen als bei Ost- oder Westausrichtung: Der steilere Einfallswinkel der Sonne führt zu einem höheren Reflektionsanteil auf der Scheibenaußenseite der Verglasung. Außerdem lassen sich Sonnenschutz und Tageslichtversorgung, ebenfalls wegen des steileren Sonnenwinkels, besser in Einklang bringen. Die Orientierung von Öffnungen nach Osten oder Westen führt in der warmen Jahreszeit zu hohen solaren Einträgen, da die Sonnenstrahlen in flachen Winkeln durch die Verglasung einfallen. Effizienter Sonnenschutz führt in diesem Fall – sofern es sich nicht um hoch entwickelte Systeme handelt – zu Einbußen beim Tageslichteinfall. Im Winter sind die solaren Gewinne dagegen geringer als bei einer Südausrichtung. Dennoch gelingt es zunehmend, zum Beispiel durch größere

Kompaktheit und bessere Dämmqualitäten, auch bei Westausrichtung gute Ergebnisse bis hin zur Passivhausqualität zu erreichen. Eine Nordausrichtung ist besonders für Nutzungen mit geringeren Wärmeanforderungen oder bei hohen inneren Lasten geeignet. Zu beachten ist, dass hochwertige Verglasungen selbst bei reiner Nordausrichtung in der Jahresbilanz einen Energieüberschuss erwirtschaften können.

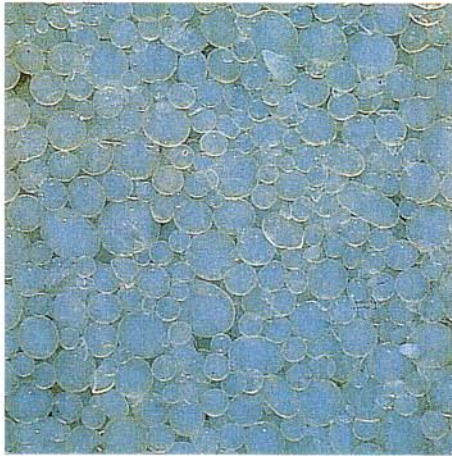
Zonierung

Die Zonierung eines Gebäudes geht von der Prämisse aus, dass Räume unterschiedliche Qualitätsanforderungen in Bezug auf Nutzung und Innenraumklima erfüllen. Dies gilt besonders für den Wohnungsbau. Die Temperaturansprüche an Wohn- und Arbeitsräume sind grundsätzlich verschieden von denen an Schlaf- und Nebenräume. Auch bei anderen Gebäudearten sind thermische Differenzierungen der Nutzungen sinnvoll: etwa zwischen Arbeits- und Pausenräumen, Büro- und Produktionsbereichen, Ausstellungs- und Lagerräumen. Liegen solche unterschiedlichen Anforderungen vor, so ist eine Zonierung des Gebäudes entsprechend der Nutzungen sinnvoll. Die klassische Zonierung sieht eine räumliche Struktur vor, die konzentrisch ist wie bei einer Zwiebel. Die dauerhaft benutzten und warmen Räume liegen innen, die kühleren und weniger benutzten Räume außen. Dieses Konzept lässt jedoch die Wirkung der Sonneneinstrahlung unberücksichtigt. Demgegenüber orientiert sich das Gebäude bei der solaren Zonierung in einem ersten Schritt nach Süden. Dorthin öffnen sich die innen liegenden, wärmebedürftigen Räume und nutzen die solare Einstrahlung, an den drei anderen Seiten werden sie von Räumen mit geringeren thermischen Anforderungen umhüllt. Diese idealtypische Anordnung ist jedoch meistens räumlich nicht umsetzbar. Daraus ergibt sich die lineare Zonierung. Die Räume sind hier in der Regel zeilenartig angeordnet: die wärmebedürftigen, qualitativ hochwertigen nach Süden, die weniger anspruchsvollen nach Norden. Dazwischen liegt häufig eine Verkehrs- und Verteilerzone. Vorbauten für temporäre Nutzungen bzw. Pufferzonen können diese Struktur im Süden und im Norden ergänzen. Eine klar gegliederte Zonierung macht nicht nur energetisch Sinn: Funktionen sind geordnet, die Gebäudestruktur wird übersichtlich, Bau und Betrieb wirtschaftlich. Sie schafft Ordnungen – eine wesentliche Bedingung für das Entstehen von Architektur.

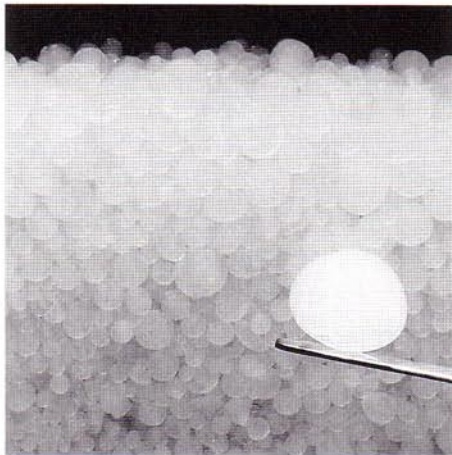
Gebäudehülle

Die Hülle erfüllt die Aufgaben des Witterungsschutzes, stellt Behaglichkeit im Innern her, lässt Tageslicht in das Gebäude und ermöglicht den Sichtkontakt nach außen. Solare Nutzung erweitert das ohnehin schon komplexe Funktionsspektrum der Hülle. Die Schnittstelle zwischen innen und außen ist dann als dynamisches System zu betrachten, das auf die permante Veränderung der äußeren Einstrahlungs-, der klimatischen Rahmenbedingungen und der inneren Anforderungen reagiert. Simple Regeln wie die Herstellung hoher Wärmeschutzqualität werden damit nicht ausgehebelt, sie sind jedoch in einen größeren Zusammenhang gestellt.

- 2.7 Sonnenstandsdiagramm und empfohlene Gebäudeorientierung
- 2.8 Veränderungen des Wärmebedarfs eines Gebäudes bei verschiedenen Oberflächen, aber unverändertem Volumen.
- 2.9 Klimaeinflüsse auf Gebäudeform und -orientierung mit sinnvoller Anordnung von Speichermassen.



2.10



2.11

Wärme- und Windschutz

Eine gute Wärmeschutzqualität der Gebäudehülle ist für die passive Nutzung der Sonnenenergie mit entscheidend. Denn es macht wenig Sinn, in großem Umfang Sonneneinstrahlung aufzufangen, wenn diese nicht wirksam im Inneren gespeichert werden kann. Einen effizienten Wärmeschutz erhält die Hülle in aller Regel mit hoch dämmenden Bauelementen: in den opaken Fassadenbereichen mit Dämmstoffen oder gut dämmenden Bauteilen, in den transparenten Bereichen mit hochwertigen Verglasungen, transparenter Wärmedämmung oder mehrschichtigen Fassaden. Hierbei sind durch sorgfältige Planung Wärmebrücken zuverlässig zu vermeiden. Moderne Energiesimulationssysteme oder Programme zur Berechnung der EnEV⁹ unterstützen den Architekten beim Aufspüren und der Beseitigung derselben.

Bei opaken Bauteilen sind hohe Dämmqualitäten mit entsprechend starken Aufbauten zu erreichen. Die Kosten liegen weniger in den Materialien als vielmehr in deren Verarbeitung. Bei der Wahl der Dämmstärken sind besonders die Einbaubedingungen und die architektonische Wirkung zu beachten. So stellen die extrem hohen Dämmstärken von Passivhäusern neue Herausforderungen für Architekten dar. Vakuumdämmungen, zunächst für den Kühlschrankbau entwickelt und später in der Raumfahrt eingesetzt, sind für den Baubereich eine Neuerung. Mit wenigen Zentimetern Dämmstärke lassen sich außerordentlich hohe Qualitäten erreichen. Jedoch sind Probleme der Verlegung, insbesondere die Behandlung der Stoßfugen, vor allem bei vertikaler Verlegung noch weitgehend ungelöst.

Wärmeschutz macht wenig Sinn ohne einen wirksamen Windschutz. Um neben den Transmissions- auch unkontrollierte Lüftungswärmeverluste in Griff zu bekommen, ist die Gebäudehülle auf Winddichtheit entsprechend der Richtlinien auszuführen; ihre Wirksamkeit lässt sich nur empirisch durch Blower-door-Tests prüfen. Neuere Studien und Planungen zeigen allerdings, dass offensichtlich auch mit anderen Mitteln Fassaden mit hohen energetischen Qualitäten realisierbar sind. Voraussetzung dafür ist, dass man die Gebäudehülle nicht mehr als statisches System auffasst, sondern als dynamisch auf die Umweltbedingungen reagierende Hülle begreift und berechnet. Diese so genannte kybernetische Betrachtungsweise führt zu völlig neuen Lösungen, bei denen die Einstrahlung der Sonne über direkte Nutzung oder Zwischenspeicherung in Bauteilen offensichtlich so effizient wirken kann, dass ein solches, wirklich interaktives System durch direkte Solarnutzung Dämmung weitestgehend ersetzt. Erste Gebäude sind in Betrieb, die dynamischen Simulationen viel versprechend.¹⁰ Inwieweit sich diese Lösungen im Alltag bewähren, bleibt allerdings noch abzuwarten.

Öffnungen

Die Öffnungen eines Hauses bieten die größten Chancen und zugleich die meisten Risiken für eine passive solare Nutzung. Richtig bemessen, angeordnet, ausgerichtet und ausgeführt, können sie heute entscheidend zur Energieversorgung des Gebäudes und zum Komfort seiner Benutzer beitragen. Umgekehrt entstehen durch sie erhebliche Wärmeverluste, Abkühlungen oder Überhitzungen, die die Aufenthaltsqualitäten stark mindern. Die Berechnungen der EnEV legen nahe, dass der Anteil der Fensteröffnungen bei heute durchschnittlicher Verglasungsqualität möglichst nicht

zu groß sein sollte, mit Standardverglasungen nicht über 45 % der Gebäudeoberfläche. Bei höherem Anteil sollte zur Verminderung der Wärmeverluste im Winter eine entsprechend bessere Glasqualität eingesetzt werden.

Will man über transparente Öffnungen Energie gewinnen, wählt man Gläser, die gute Dämmqualitäten und gute Licht- und Wärmetransmissionswerte besitzen. Sie sind zur Sonne hin ausgerichtet, die Strahlung wird über den bekannten Treibhauseffekt – UV-Strahlung wird beim Durchgang durch die Verglasung und beim Auftreffen auf Oberflächen in IR-Wärmestrahlung umgewandelt – im Raum gefangen, je nach Verglasung mehr oder weniger effizient.

Rahmen stellen in der Konstruktion von Fenstern einen Schwachpunkt dar. In der Regel sind ihre Dämmqualitäten denen der Gläser weit unterlegen – trotz thermisch getrennter Profile und anderer besonderer Konstruktionsmerkmale.

Wirklich gut gedämmte Fensterrahmen sind sehr aufwändig und wirken oft ziemlich klobig – hier ist noch erhebliche Entwicklungsarbeit notwendig. Eine Alternative dazu ist der weitgehende Verzicht auf Rahmen, sofern dies mit Konstruktions- bzw. Lüftungskonzept und Nutzung vereinbart werden kann: keine allzu kleinen Fensterformate, wenige, lüftungstechnisch optimal angeordnete Öffnungsflügel.

Vernachlässigt wird häufig auch die Auswahl geeigneter Türen, deshalb stellen auch sie energetische Schwachstellen dar. Schlecht gedämmte Türen zum Außenbereich oder zu ungeheizten Räumen verziehen sich darüber hinaus unter den unterschiedlichen Temperaturbedingungen der beiden Oberflächen, tendieren zu Undichtheiten, mechanische Probleme sind die Folge. Ein Windfang kann Abhilfe schaffen, sofern er räumlich möglich bzw. gewünscht ist.

Die Anforderungen an Öffnungen sind nicht gleich bleibend. Als Nahtstelle zwischen Innen- und Außenklima sollen sie je nach äußeren Bedingungen und inneren Anforderungen in der Lage sein, Licht, Luft und Energie aufzunehmen oder abzuwehren. Im Mittelpunkt der architektonischen Entwicklung steht deshalb die adaptionsfähige Außenwand, die sich veränderlichen Bedingungen und Anforderungen anpasst.

2.12



Verglaste Pufferzonen – Wintergärten

Verglaste Pufferzonen bzw. Wintergärten sind dann energetisch sinnvoll, wenn sie nicht beheizt werden und entsprechend nicht dem dauernden Aufenthalt dienen. Als Zwischentemperaturzone oder als simpler Warmluftkollektor genutzt, lässt sich die hier erwärmte Luft über Schwerkraftlüftung bzw. mit mechanischer Unterstützung im Haus verteilen. Der Reiz des Wechsels zwischen innen und außen mit wechselnden Klimazuständen ist groß, nicht nur im Wohnungsbau. Die Dachverglasung spielt für dieses Raumgefühl eine wesentliche Rolle; energetisch hat sie die Nachteile der schnellen Auskühlung bei Nacht und der Überhitzung durch die steil einfallende Sommersonne. Die räumlichen Qualitäten solcher Pufferzonen können dazu verleiten, hier nachträglich einen beheizbaren Zusatzraum zu schaffen. Dies konterkariert jedoch die Funktion der Pufferzonen, denn der hohe Verglasungsanteil und die geringe Glasqualitäten (vorzugsweise Einfachverglasung) machen dann den anfänglichen energeti-

2.10 Aerogel-Granulat

2.11 Aerogel-Granulat; Aerogele (Basogel®)

2.12 Fachhochschule, Kufstein (2000), Henke und Schreieck. Tageslichtsituation im PC-Arbeitsraum, Sonnenschutz über Lamellenjalousien in der Doppelfassade.

schen Vorteil mehr als zunichte. Mit verschiebbaren Balkonverglasungen lassen sich ähnliche Effekte erzielen wie mit einem Wintergarten. Diese Form des temporären Wintergartens ist besonders in skandinavischen Ländern beliebt.

Transparente Wärmedämmung (TWD)

Der Begriff der transparenten Wärmedämmung ist insofern unkorrekt, als es sich in aller Regel um eine transluzente Dämmung handelt. Diese ist in verschiedenen Materialien erhältlich: als durchscheinende, zwischen Gläsern eingeschlossene oder als in ebenfalls transluzente Putze eingeschlossene, Licht transportierende und streuende Strukturen aus Kunststoffen, wie etwa den so genannten Aerogelen, die quasihomog aufgebaut und in Form von Platten oder Kügelchen erhältlich sind (Abb. 2.10, 2.11). Transparente Wärmedämmung wird auf eine absorbierende Außenwand aufgebracht und wärmt diese mit dem durchgelassenen Sonnenlicht auf. Konstruktiv entsprechend ausgebildet wird sie zur solaren Wandheizung, besonders im Winter und in den Übergangszeiten (Abb. 2.15). Bei ausreichender Speicherfähigkeit der Wand können so kalte Nächte und bedeckte Tage gut überbrückt werden. Im Sommer muss die TWD jedoch wirksam abgeschattet werden, um Überhitzung zu vermeiden. Dies erhöht den Aufwand und die Reparaturanfälligkeit des Gesamtsystems.

Transparente Wärmedämmung kann auch als Licht streuendes Glas, insbesondere in Oberlichtern, eingesetzt werden. Dies schafft eine gleichmäßige Beleuchtung im Inneren, die vor allem in tiefen Arbeits- oder Ausstellungsräumen von Vorteil sein kann. Allgemein anzumerken ist, dass eine in die Verglasungen eingebettete TWD im Vergleich zu hochwertigen, selektiv beschichteten und mit Edelgas gefüllten Gläsern eine weitaus größere Bautiefe ermöglicht, jedoch höhere Kosten verursacht. Deshalb kommen häufig geätzte, sandgestrahlte oder bedruckte Verglasungen mit vergleichbarer Licht streuender Wirkung zum Einsatz.

Speichermassen

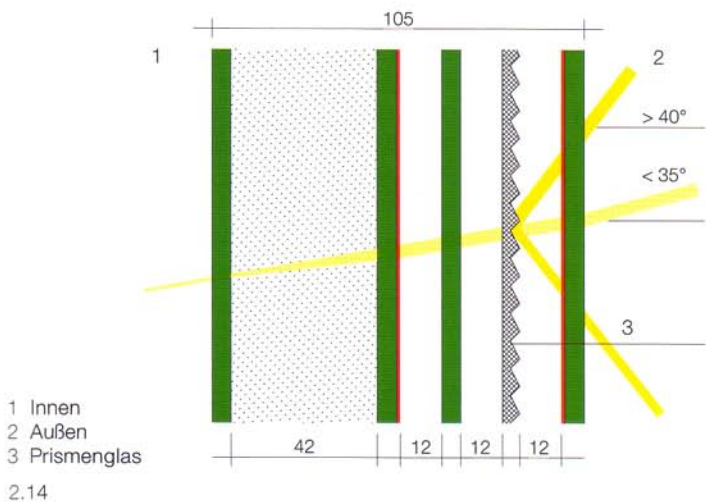
Speichermassen haben die Aufgabe, die Temperatur im Gebäude gegenüber Schwankungen des Außenklimas, der Sonneneinstrahlung und den inneren Wärmequellen zu stabilisieren. Sie halten das Innenklima konstant und können dazu beitragen, Energiepotenziale geschickt zu nutzen.

Massespeicher

Besonders einfach und effizient ist die solare Nutzung massiver oder gut speichernder Bauteile eines Gebäudes. Begünstigt wird die Wärmespeicherfähigkeit durch eine große Oberfläche, eine hohe Wärmekapazität des Materials und direkte Besonnung. Solche Eigenschaften weisen unter anderen frei liegende Massivbauteile wie Wände und Decken auf. Hohlraumböden und abgehängte Decken mindern deren Speicherfähigkeit jedoch erheblich. Auch die Sonnenenergie kann dann nur eingeschränkt genutzt werden, wegen des fehlenden Stabilisierungseffekts steigen in der warmen Jahreszeit zudem die Innenraumtemperaturen, wodurch der Einsatz aktiver Systeme zur Kühlung erforderlich wird. An die Stelle von Massivspeichern können Flüssigkeitsspeicher treten. Diese haben, zum Beispiel beim Medium Wasser, den Vorteil deutlich höherer Speicherkapazität pro Volumeneinheit. In größeren Abmessungen sind sie als Langzeitspeicher (saisonale Speicher) einsetzbar; im Sommer eingespeicherte Sonnenenergie wird

2.13





dann zur Beheizung im Winter genutzt. Die hierfür notwendigen Volumina sind allerdings sehr groß; für ein Einfamilienhaus werden ca. 50 m³ benötigt. Wirtschaftlich einsetzbar sind Flüssigkeitsspeicher deshalb eher für größere Einheiten, insbesondere für eine solare Nahwärmeversorgung in Siedlungen. Verschiedene Pilotprojekte sind in Betrieb, sie alle bedienen sich unterirdischer Großspeicher, bei denen das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen wesentlich günstiger ist als bei kleineren hausbezogenen Einheiten.¹¹ Flüssigkeitsspeicher benötigen immer aktive Zusatzelemente, d.h. Pumpen, die ihre Integration in das Heizsystem bewerkstelligen. Ähnliches gilt für so genannte Energiepfähle. Hier wird die hohe Speicherfähigkeit des Fundamentbetons in Verbindung mit dem über das Jahr annähernd stabilen Temperaturniveau des Erdreichs genutzt, um im Sommer solare Wärme einzuspeichern und sie im Winter (über eine Wärmepumpe) zu nutzen. Umgekehrt kann im Sommer die niedrige Temperatur des Erdreichs zur Kühlung des Gebäudes dienen (s. S. 43ff.)

Latentspeicher

Latentspeicher nutzen den Phasenübergang von Stoffen, vorwiegend vom festen zum flüssigen Zustand, für die materialsparende Wärmespeicherung. Sie besitzen eine sehr große Speicherkapazität. Bei der Einspeicherung von Wärme beginnt das verwendete Material zu schmelzen, erhöht seine Temperatur aber solange nicht, bis es komplett geschmolzen ist. Da trotz Wärmezufuhr keine merkliche Temperaturerhöhung eintritt, nennt man die während des Phasenübergangs eingespeicherte Wärme auch »versteckt« oder latent. Zur Speicherung kommt zum Beispiel Paraffin infrage, das eine etwa zehnmal höhere Wärmekapazität als Beton aufweist. Eine 3 cm starke Trockenbauwand mit Paraffinzusatz erreicht so das Speichervermögen einer 40 cm starken Betonwand. In die Verglasung integriert, kann Paraffin auch einen ausgesprochen sinnlichen Reiz ausüben. Die Interaktion mit der Außenwelt wird im Innenraum durch die Helligkeit der Wand spürbar. Im Sommer wirkt sie im Innenraum lichtundurchlässig. Im Winter hellt sie, weil das Paraffin geschmolzen ist, nach sonnigen Tagen auf. Bei einer Schlechtwetterperiode verdunkelt sie sich wieder, da das Paraffin bei der Energieabgabe zum Innenraum gefriert.¹²

Auf dem Weg zu smarten Solararchitektur

Mit einigen der zuletzt angesprochenen Maßnahmen ist der Weg zu interaktiven Gesamtsystemen bereits vorgezeichnet. Weitere Ansätze und Technologien sind in der Entwicklung und auch im Einsatz (vgl. S. 38ff., S. 56ff.).

• Erdkanäle zur Vorwärmung und Kühlung:

Erdkanäle nutzen das gleichmäßige Temperaturniveau des Erdreichs. Als Erdwärmetauscher liegen sie im frostfreien Bereich und erwärmen mit entsprechender Kanallänge die angesaugte Frischluft, deren Temperatur sich dabei der Erdtemperatur annähert (ganzjährig ca. 8 °C). In der kalten Jahreszeit heizt der Erdkanal die für das Gebäude benötigte Frischluft vor, in der heißen Jahreszeit kühlt er sie.

2.13 Wohnhaus, Argau (1997), Theresia Schreiber. Außenwand mit Kartonschwebstoffdämmung hinter Einscheibensicherheitsglas zur dynamischen Verbesserung des U-Wertes.

2.14 Wohnhaus, Ebnet-Kappel (2000), Dietrich Schwarz. Schemaschnitt Wandaufbau mit Paraffin-Latentspeicher

- *Adiabate Kühlung:*

Die adiabate Kühlung funktioniert nach dem bereits in der Antike angewendeten Prinzip des Springbrunnens. Wasser verdunstet und kühlt dabei durch Befeuchtung die Umgebungsluft um wenige Grad ab. Dieses Verfahren hat physikalische Grenzen, die freie adiabate Kühlung kann durch ihre atmosphärischen Qualitäten jedoch wesentlich zum Wohlbefinden der Nutzer beitragen. Der Nachteil der steigenden relativen Luftfeuchte bei sinkender Temperatur lässt sich bei mechanischen Lüftungssystemen durch Zwischenschaltung eines Wärmetauschers überwinden.

- *Freie nächtliche Kühlung:*

Freie Kühlung ist nicht mehr und nicht weniger als Fenster- oder Klappenlüftung. In Verbindung mit thermischen Speichermassen kann sie allerdings sehr wirkungsvoll zum Ausgleich sommerlicher Temperaturen beitragen: Wärme, die im Laufe des Tages in Bauteile eingespeichert wird und damit Temperaturspitzen verhindert, kann nachts bei geöffneten Fenstern oder Klappen abgebaut werden. Diese sind so bemessen und ausgeführt, dass sie Einbruch, Eindringen von Insekten und allzu hohe Luftgeschwindigkeiten verhindern. Sie können manuell oder mechanisch gesteuert werden. Morgens ist so auch ein gut gedämmtes Volumen wirksam entwärmt.

- *Lichtlenkelemente:*

Lichtlenkelemente führen Tageslicht tief in Räume und reduzieren damit den Bedarf an Kunstlicht. Sie können als reflektierende Lamellen oder Lichtschwerter (Lightshelves), als Licht streuende Scheiben, Licht umlenkende Prismen oder als holografisch-optische Elemente ausgeführt sein. Sie sollten so ausgebildet sein, dass sie – über minimierte Querschnitte – die Tageslichtversorgung optimieren, ohne die thermischen Lasten durch Sonneneinfall stark zu erhöhen.

- *Schaltbare Gläser:*

Die Entwicklung in der Glastechnologie ist rasant. Besonders interessant für das Bauen sind schaltbare Gläser. Durch Anlegen von Strom oder durch Gase lassen sie sich in unterschiedliche Zustände versetzen, so zum Beispiel von transparent in transluzent.

In Abhängigkeit von Lichteinfall oder Temperaturniveau ist auch eine selbstständige Veränderbarkeit möglich, die zum Beispiel Sonnenschutzqualitäten herstellt. Diese Glasart ist sehr aufwändig oder noch in der Entwicklung; in den nächsten Jahren werden wir aber ihren Einzug in die Praxis erleben.

- *Schaltbare Folien/Folienkissen:*

Leichte Konstruktionen sind mit neuartigen Kunststoffen möglich. Aus ETFE-Folien entstehen extrem leichte Bauteile, die meist als formstabile pneumatische Kissen eingesetzt werden. Mehrlagige Konstruktionen ermöglichen es, die Dämmfähigkeit zu erhöhen sowie Lichteinfall und Sonnenschutz zu steuern. Hierfür werden einzelne Folienlagen versetzt zueinander beschichtet oder bedruckt. Durch Druckerhöhung bzw. Evakuierung der Luftzwischenräume werden die Folienzwischeneinlagen »geschaltet«; Lichteinfall in Fassaden und Dächer steuerbar.

- *Vakuuminisulationspaneele:*

Die so genannten »VIPs« kamen bisher vorwiegend in Kühlgeräten zum Einsatz. Sie funktionieren nach dem Prinzip der Thermoskanne. Sie bestehen aus in Kunststoffolie vakuumverpackten Dämmstoffen, wie zum Beispiel gepresster Kieselsäure. Paneele mit 2 cm Stärke dämmen so gut wie 20 cm Mineralfaser. Sowohl bei Sanierungen als auch bei Neubauten eröffnen sich dabei neue Möglichkeiten der Gestaltung:

Wand- und Dachaufbauten können in ihrer Stärke deutlich reduziert werden.

Die dargestellten und viele weitere Entwicklungen verbinden klassischerweise passiv genannte Elemente mit aktiven Komponenten, die in der Regel auch über »eigene Intelligenz« verfügen. Sie sind smart, d.h. in der Lage, auf sich verändernde klimatische Verhältnisse und solare Einstrahlungsbedingungen zu reagieren. Das steigert ihre Material- wie Energieeffizienz.

Dies wird der Weg nachhaltiger und energieeffizienter Solararchitektur sein. Ausgehend von der passiven solaren Nutzung ausgehen, sie ist einfach umzusetzen und stabil, effizient durch Materialien, die auf Sonneneinstrahlung jeweils entsprechend reagieren – smarte Materialien. Sie wird lenkbar durch intelligente, sich selbst regulierende Steuerungstechnologien – smarte Regelung. Schließlich verknüpft sie passive und aktive solare Systeme: Die direkte, passive Nutzung der Sonnenenergie wird synergetische Beziehungen mit der aktiven Nutzung der solaren Einstrahlung herstellen. Stichworte hierzu sind beispielsweise Hybrid-Solarsysteme, mikro-klimatische Hüllen und selbstregelnde Fassaden. Die Entwicklung smarter Solararchitektur wird neue Technologien, eine neue Architektur hervorbringen, auf die wir gespannt sein dürfen.

Anmerkungen

- 1 Die Europäische Union hat zu Beginn des Jahres 2003 unter der Schirmherrschaft des Architects Council of Europe (ACE) das internationale Komitee Sustainable Construction Methods and Technologies (SCMT) eingerichtet mit dem Ziel, die Thematik der Nachhaltigkeit im Bauen für die zukünftige politische und gesetzgebende Arbeit aufzubereiten.

- 2 Lotter, Wolf (Text), Kimmerle, Julia (Zeitleiste), Kochs, Monika (Zeichnungen): Trägheit. Ein kompakter Überblick über unverstandene Worte wie Nachhaltigkeit, Grüne, Gentechnik und Inertia, übersetzt: Trägheit. In: brand eins, Heft 9/2002
 - 3 Wird auch als Brundtland-Formel bezeichnet. In: brand eins, Heft 9/2002
 - 4 Statistisches Bundesamt Deutschland. www.destatis.de
 - 5 Sokrates forderte um 400 v.Chr. die Ausbildung von trichterförmigen, nach Süden geöffneten Solarhäusern und entwarf mit dem Megaron-Haus den Urtyp eines passiven Gebäudes.
 - 6 Martin Wagner: Das wachsende Haus: Ein Beitrag zur Lösung der städtischen Wohnungsfrage, Leipzig 1932
 - 7 1972 erschien die Studie »Limits to Growth«, auf Deutsch »Die Grenzen des Wachstums«. Sie entstand auf Initiative des Club of Rome und basiert auf dem Modell der »Dynamik komplexer Systeme« einer homogenen Welt. Es berücksichtigt die Wechselwirkungen zwischen Bevölkerungsdichte, Nahrungsmitelressourcen, Energie, Material und Kapital, Umweltzerstörung, Landnutzung etc. www.clubofrome.org
 - 8 Heizwärmebedarf in Abhängigkeit vom Standort: In Kaltluftstaugebieten 125 %, in Beschattet durch dichte Wälder 110 %, an exponierter Höhenlage 110 %, in windgeschützter Flachlage 85 % an offener Süd- und Hanglage 85 %, bei windstiller sonniger Südlage 60–70 %. Aus: Sabady, Biologischer Sonnenhausbau 1980
 - 9 Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist in Deutschland mit dem 1. Februar 2002 in Kraft getreten. Sie fasst die Wärmeschutz- und Heizungsanlagenverordnung zu einer Verordnung zusammen und gilt für alle beheizten Gebäude, auch den Bestand; das hier vorhandene Energiesparpotenzial wird ausdrücklich erwähnt. www.bmwbw.de
 - 10 Pfeifer, Günter: Vernetzte Systeme. Und: Das kybernetische Prinzip. In: Der Architekt 11/2002
 - 11 Etwa die Solarsiedlung Hannover Kronsberg, oder der Stadtteil Wiggenshausen-Süd in Friedrichshafen.
 - 12 Die Schmelztemperatur eines Paraffins hängt von der Anzahl seiner Kohlenstoff-Atome ab, spezielle Paraffine können bei Raumtemperatur schmelzen und gefrieren.
- 2.15 Atelierhaus, München (1994), Thomas Herzog. Erste Realisierung einer Fassadenkonstruktion mit Aerogel-Granulat.

2.15

