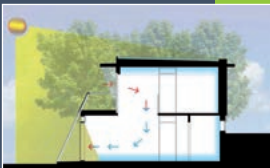


Thomas Duzia, Rainer Mucha

Energetisch optimiertes Bauen

Technische Vereinfachung –
nachhaltige Materialien –
wirtschaftliche Bauweisen



Thomas Duzia, Rainer Mucha

Energetisch optimiertes Bauen

Thomas Duzia, Rainer Mucha

Energetisch optimiertes Bauen

Technische Vereinfachung –
nachhaltige Materialien –
wirtschaftliche Bauweisen

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9507-0

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9508-7

Herstellung: Angelika Schmid

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Satz: Satzpunkt Ursula Ewert GmbH, Bayreuth

Druck: Konrad Triltsch GmbH, Ochsenfurt-Hohestadt

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2016

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 970-2500

Telefax +49 7 11 970-2508

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	7
Hintergrund	9
1 Energetische Grundlagen	11
2 Bautradition	19
2.1 Bauen im regionalen Bezug	20
3 Umweltwärme – Umweltkälte	31
3.1 Klima und regionale Besonderheiten	32
3.1.1 Normative klimatische Bedingungen Deutschlands	32
3.2 Umweltmeteorologie	34
3.3 Globalstrahlung und Strahlungsangebot	35
3.3.1 Der Einfluss des Windes	38
3.3.2 Sonnenstände und Raumausrichtung	40
3.3.3 Trübungsfaktoren und solare Gewinne	42
3.3.4 Azimut β und die Ausrichtung des Bauwerks	44
3.4 Geothermie – Erdwärme und Grundwasser	46
4 Behaglichkeit, Komfortanspruch und Raumhygiene	51
4.1 Oberflächentemperaturen im Innenraum	53
4.2 Materialien und Ansätze zur Behaglichkeitsbeurteilung	55
5 Grundlagen der Materialeigenschaften	61
5.1 Reflexion, Absorption und Albedo	62
5.2 Einfluss der Innenwandkonstruktion auf den Wärmefluss	65
5.2.1 Wärmegewinne bei opaken Bauteilen	67
5.2.2 Wärmedurchgang und Phasenverschiebung	70
5.2.3 Wärmegewinne bei transparenten Bauteilen	73
5.3 Konstruktionen und Materialeinsatz	75
5.3.1 Betonkernaktivierung	75
5.3.2 Klimatisierung über Pfahlgründungen	83
5.4 Beton und Stahlbeton – energieeffiziente Variationen	85
5.4.1 Einsatz von Leichtbeton	85
5.4.2 Dämmbeton	92

5.5	Ökologische Betrachtungsmöglichkeiten von Baustoffen	95
5.5.1	Graue Energie von Baustoffen	95
5.5.2	Wartung und Recycle-Fähigkeit	99
5.5.3	Lehm und Stroh – Rückgriff auf regionale Baustoffe	100
6	Maßnahmen im sommerlichen Wärmeschutz	107
6.1	Einflussfaktor Strahlungseintrag	112
6.1.1	Strahlungsverhalten von Glasflächen	114
6.1.2	Gesamtenergiedurchlassgrad für Verglasungen	116
6.2	Einflussfaktoren auf die Wärmeentwicklung im Raum	120
6.2.1	Raumgröße (Nettogrundfläche)	122
6.2.2	Raumverhältnis und Fenstergrößen (Fensteranteil)	123
6.2.3	Wärmespeicherfähigkeit von Bauteilen	123
6.3	Sommerliche Wärmeschutzmaßnahmen	125
6.3.1	Wirksamkeit von Verschattungsanlagen	125
6.3.2	Einbaulage von Fensterelementen	126
6.3.3	Energiearme Gebäudekühlung und natürliche Ventilation	129
6.3.4	Integrative Lüftungskonzepte	130
7	Maßnahmen im winterlichen Wärmeschutz	133
7.1	Prinzipien des Wandaufbaus	134
7.2	Gedämmte Außenbauteile – Wand, Dach, Bodenplatte	134
7.3	Potenzial monolithischer Wandkonstruktionen	137
7.4	Eigenschaften von begrünten Dächern und Fassaden	141
7.5	Dach- und Wandabsorber	145
8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Dämmmaßnahmen	155
8.1	Energieeffizienz, Energieerhalt und Energiegewinne	155
8.2	Wirtschaftlichkeit und Einsparpotenzial	155
9	Perspektiven	159
10	Anhang	163
	Literaturverzeichnis	163
	Normenverzeichnis	165
	Abbildungsverzeichnis	166
	Tabellenverzeichnis	172
	Stichwortverzeichnis	174

Danksagung

Für die inhaltliche Unterstützung und Übergabe von Unterlagen möchten wir uns bei den Architekten Baumschlager Eberle aus Österreich, Valentina Maini aus Katalonien, Traverso-Vighy aus Padua, Boltshauser Architekten AG aus Zürich, den Arquitectos Martin y Abarca aus Granada sowie TAC Arquitectes aus Barcelona, den Architekten MBA/S aus Stuttgart, der Ingenieurgesellschaft Team für Technik GmbH aus München, der HeidelbergCement AG und dem Industrieverband Polyurethan-Hartschaum bedanken.

Weiterer Dank gilt Institutionen, wie der Universität von Padua, dem Gründachverband aus Österreich, dem Pionier des solaren Bauens John Perlin aus Kalifornien, dem Stadtarchiv Wuppertal mit der Unterstützung durch Markus Teubert und Margret Wagner, unseren studentischen Hilfskräften Moritz Haider, Jaqueline Peter, Jasmin Otto, den Korrekturlesenden Birit Fiebig, Karen Wimmel und Tabitha Görz.

Hintergrund

Ziel des ökologischen Bauens ist es, umweltfreundliche und energiesparende Gebäude zu realisieren, die schonend mit den natürlichen Ressourcen sowie verantwortungsvoll mit Primärenergien umgehen und gleichzeitig alle Anforderungen an das Wohlbefinden des Menschen erfüllen. Dabei ist grundsätzlich eine optimale Raumkonditionierung unter Nutzung aller zur Verfügung stehenden planerischen Maßnahmen bei gleichzeitigem schonenden Umgang mit den Ressourcen umzusetzen.

Als 1983 Wolfgang Peht das Buch »Das Ende der Zuversicht« veröffentlichte, erschien dies im Kontext einer immer deutlicher werdenden skeptischen Haltung gegenüber der Lebensweise der industriellen Gesellschaft. Die Folgen der Ölkrisen und der Umweltverschmutzung wurden deutlich. Aus diesen Folgen entwickelte sich ein neuer Geist. Man entdeckte die Sonnenenergie wieder und stellte die Reduzierung des Energieverbrauchs in den Mittelpunkt von ökonomischen und ökologischen Betrachtungen. Im Nachhinein betrachtet stellte dieses Ende der Zuversicht jedoch nicht wirklich das Ende der modernen Architektur dar. Auch heute und damit 30 Jahre später steht das energetische Bauen stärker denn je im Mittelpunkt der Planung. Aufgrund einer ganzheitlichen Betrachtungsweise sind nicht nur die Verbrauchswerte im Betrieb eines Gebäudes von Interesse. Ebenso muss der Energieaufwand vom Abbau der Ressource, über die Produktion und Lieferung auf die Baustelle, wie auch die Recyclingfähigkeit betrachtet werden.

Folgt man heute den aktuellen technophilen Visionen der Anbieter von Telekommunikations- und Steuerungstechnik, so soll das Wohnen zukünftig ein individuelles Smart-Steuern und Programmieren aller technischen Komponenten eines Gebäudes sein. Häuser sollen intelligent und bedarfsgerecht den Energieverbrauch senken. Damit begibt man sich zugleich in die Abhängigkeit einer Technik, die zusätzliche Kosten für Installation und Wartung nach sich ziehen wird.

Eine Umfrage des Instituts für Demoskopie Allensbach ging der Frage nach, ob sich die Nutzer über technische Geräte ärgern, weil sie unnötig kompliziert sind? Von den

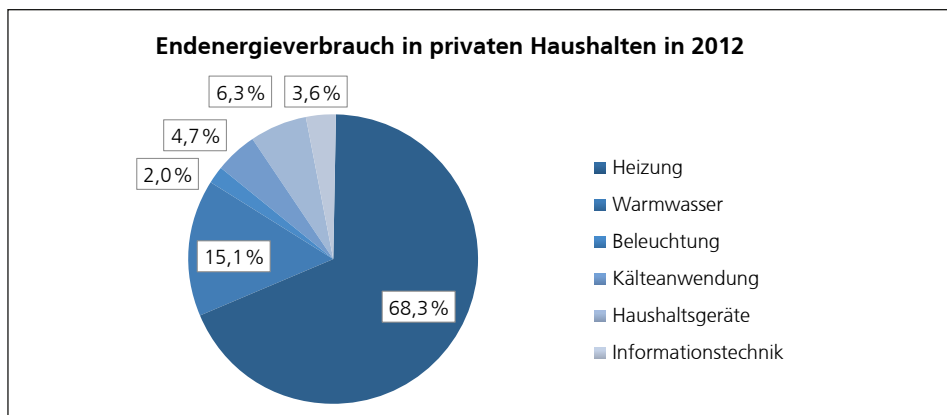


Abb. 1: Der Endenergieverbrauch in privaten Haushalten in Deutschland in 2012 ohne KFZ-Nutzung (Quelle: BDEW)

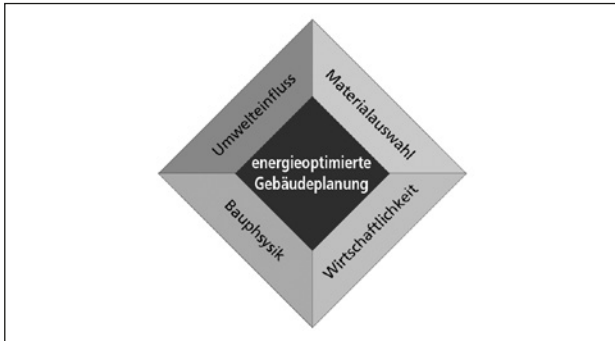


Abb. 2: Einflussfaktoren auf die energieoptimierte Gebäudeplanung

8000 Befragten antworteten 16 %, dass sie sich noch nie über die Technik geärgert hätten. Bis auf 2 % der Befragten, die sich zu der Frage nicht äußerten, entfiel auf den Rest von 82 % eine Bejahung der Verzögerung mit unterschiedlich tiefer Ausprägung.¹

Die fortschreitende Tendenz, die technische Gebäudeausstattung immer aufwendiger auszuführen, erscheint wie eine zeitliche Verzögerung von dem, was die Automobilindustrie schon lange vollzogen hat. Was regelmäßig als Innovation gefeiert wird, sorgt nun dafür, dass die Wartung an Fahrzeugen nur noch von spezialisierten Betrieben übernommen werden kann, die über die notwendige Auslesetechnik verfügen. An diesem Punkt kommt der schon 1974 von Burckhardt formulierte Anspruch ins Spiel, dass es darauf ankommt haustechnische Installationen zu entwickeln, die nicht nur das Klempner- und Elektrohandwerk bereichern. Vielmehr muss es darauf ankommen, Installationen zu entwickeln, die selbst auf eine einfache Weise von den Nutzern selbst gewartet und repariert werden können.²

Um eine energetisch optimierte Gebäudeplanung innerhalb des Planungsprozesses zu realisieren und alle Faktoren über die Nutzungsdauer zu berücksichtigen, ist ein ganzheitliches Wissen über den Gebäudeentwurf, die Konzeption der technischen Gebäudeausstattung und die bauphysikalischen und materialtechnischen Eigenschaften notwendig. Hinzu kommen Betrachtungen und Auslegungen zum Bedarf an Ressource und den Energieaufwand zur Erzeugung, zur Umnutzung und Recyclingfähigkeit von Gebäuden und Konstruktionen.

Bedingt durch diese Vielzahl an Einflüssen kann kein pauschaler Richtwert mehr für die ökologische und ökonomische Effizienz eines Gebäudes angegeben werden. Aufgrund der Einzigartigkeit und Besonderheit muss jedes Gebäude vielmehr gesondert betrachtet werden. Die Abbildung 2 stellt schematisch die vier wesentlichen Einflussfaktoren dar, die in einer frühen Phase in den Planungsprozess einfließen müssen.

Der Aufbau des vorliegenden Buches ist daher in die Themenbereiche Klima, Behaglichkeit, Materialeigenschaften und Konstruktionsweisen und die Folgen im winterlichen wie sommerlichen Wärmeschutz unterteilt. Für eine energieoptimierte Gebäudeplanung sind Kenntnisse in allen Bereichen notwendig, um die richtigen Schlüsse im Planungsalltag ziehen zu können.

¹ vgl. Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung, 19. Oktober 2014, Nr. 42, S.19

² vgl. [8], S. 179

1 Energetische Grundlagen

Seit jeher ist die wesentliche Aufgabe aller Gebäude den Einfluss der äußeren Bedingungen auf das Leben im Inneren einzuschränken und für ausgewogene klimatische Verhältnisse zu sorgen. Mit diesen Anforderungen standen immer die auf den Menschen bezogenen Behaglichkeitskriterien und Ansprüche an die Wohnraumhygiene im Vordergrund. Mit dem modernen Bauen entwickelte sich das Klimadesign, das unter Zuhilfenahme der Bauphysik vorhersehbare und akzeptable Lebensbedingungen schafft. Dieses grundsätzliche Anliegen wurde in den vergangenen Jahrzehnten erweitert, um energetische Anforderungen und dem Anspruch ressourceneffizient und nachhaltig zu leben und zu bauen gerecht zu werden. Damit rückten die stofflichen Eigenschaften von Baustoffen in das allgemeine Interesse. Insbesondere war dies der Fall, wenn es sich um Schadstoffe handelte. Aber auch die Bilanzierung des energetischen Aufwandes zur Herstellung und Recycling von Materialien rückte weiter in den Fokus des Interesses. Dazu kamen neue Betrachtungsweisen zum Lebenszyklus, die erkannten, dass der Unterhalt und die Pflege die treibenden Kostenfaktoren nach der Errichtung eines Gebäudes sind, und die zwingend bewertet werden müssen, um einen optimalen Betrieb und die Einhaltung von Wartungsintervallen sicherzustellen. Neben den aktiven Maßnahmen die Gebäudetechnik zu optimieren und Energieverbräuche zu reduzieren, folgte zwangsläufig die Anforderung, vorhandene Umweltenergien in die Gebäudekonzeption mit einzubeziehen. Aus diesem Anspruch folgt, dass Gebäudeausrichtung und Material viel deutlicher auf diese Anforderungen hin ausgewählt und konzipiert werden müssen. Neben der Reduzierung des Energiebedarfs, stehen die Varianten der Nutzung solarer Energie oder der Geothermie im Mittelpunkt der Planung.

Dass die Nutzung von Sonnenenergie im Grunde nichts Neues ist, zeigt der Blick in die Geschichte. Die Auseinandersetzung mit der Sonne stand schon immer im Zentrum des kulturellen Schaffens aller Kulturen. Ebenso waren aber auch die regionalen Besonderheiten des Klimas stilprägend. Diese grundlegenden klimatischen Vorgaben finden sich als konstruktive Reaktion in vielen traditionellen Bauformen wider. Bauen war immer

Abb. 3: Zeitungsanzeige des Climax Solar-Water Heater
(Quelle: John Perlin, University of California)

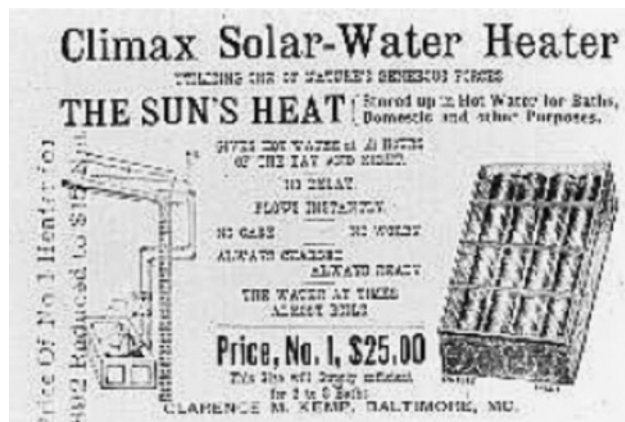




Abb. 4: Südansicht des Solar Hemicycle House (Jacob II House) von Frank Lloyd Wright in Middleton/Wisconsin (Quelle: Thomas Yanul)

eine Folge der regionalen Gegebenheiten, die geprägt waren durch die zur Verfügung stehenden Baustoffe und die klimatischen Verhältnisse.

Daneben entwickelten sich jedoch auch naturkundlich geprägte Entdeckungen, die auf den ersten Blick noch keinen Bezug zur baulichen Anwendung im Blick hatten. Unter allen Beispielen zur Nutzung solarer Energie erscheint diesbezüglich die Entwicklung des Schweizer Naturforschers Horace-Bénédict de Saussure (1740–1799) in einem besonderen Licht. Auf seinen Expeditionen zur Erkundung der Alpen nutzte er schon 1767 eine von Glasplatten abgedeckte Holzkiste als Sonnenkollektor, um Essen zu erwärmen. Erst 1891 folgte dann die erste Nutzung der Kollektortechnik nach diesem Prinzip zur Erwärmung von Brauchwasser im häuslichen Bereich. Clarence Kemp entwickelte den »Climax Solar-Water Heater«.

Wurde dadurch vielleicht der Beginn des solaren Zeitalters eingeläutet? Es folgten Entwicklungen, die die Sonnenenergie verstärkt in den Baubereich, insbesondere für die Wohnnutzung, einbanden. Mit diesen Entwicklungen setzte aber zugleich auch eine weitere Technisierung in Gebäuden ein, um solare Wärme mittels Kollektoren in ein ganzheitliches Gebäudekonzept zur Heizung- und Warmwassererzeugung zu nutzen. Damit stellte sich zugleich die Frage wie viel Technik braucht der Mensch zum Wohnen?

Folgt man den seit Jahren immer wieder publizierten Ideen des Smart Home, dann entsteht der Eindruck, dass die Konzepte eher zu einem technikfreundlichen »*more is more*« tendieren, und es scheint nur eine Frage der Zeit zu sein, wann sämtliche Nutzer-, Lebens- und Gebäudeeigenschaften mittels Sensoren erfasst werden. Die Frage ist nur: Braucht man tatsächlich so viel Technik, um in einem Gebäude ressourcenschonend und behaglich leben zu können? Ist es nicht sinnvoller, ein wartungsarmes und einfach konstruiertes Gebäude zu unterhalten bei dem ein vollständiges Recycling möglich ist? Damit ist man mitten in der Debatte zur Nachhaltigkeit von Bauwerken, bei der nicht nur der Jahresprimärenergiebedarf, wie es die Energieeinsparverordnung fordert, betrachtet wird, sondern auch Aspekte der Erstellung, des Lebenszyklus und der Entsorgung in Einklang zu bringen sind.

Auch hier könnte sich noch einmal ein Blick in die Baugeschichte lohnen. Ein vielzitiertes Beispiel stellt dabei das Wohnhaus nach Sokrates dar, das als Sonnenfalle im Winter funktioniert, dafür in den Sommermonaten durch konstruktive Maßnahmen die

Abb. 5: Ansicht der geschlossenen und in den Erdhügel eingelassenen Nordseite des Solar Hemicycle House (Quelle: Thomas Yanul)



direkte Einstrahlung reduziert, um eine zu hohe Erwärmung des Innenraums auszuschließen. Verknüpft wird dies mit wärmespeichernden Eigenschaften von Wand und Boden und einer differenzierten Geometrie des Bauwerks. Das Gebäude öffnet sich über eine relativ große südorientierte Fläche und maximiert damit die solaren Erträge. Im Umkehrschluss wird die Nordseite dagegen bewusst klein gehalten. Hier sind keine solaren Wärmegewinne zu erwarten und hier liegen eigentlich nur Transmissionswärmeverluste vor. Einfache konstruktive Maßnahmen zeigten hier bereits einen Weg, der die Energieeffizienz und Nutzung von solarer Energie in sich trägt.

In Analogie zu dem einfachen, Sokrates zugeschriebenen Konzept, kann das »Solar Hemicycle« Haus gesehen werden, das Frank Lloyd Wright für die Familie Jacobs zwischen 1944 und 1948 in Middleton/Wisconsin plante. Wie der Name des Gebäudes besagt, wählte Frank Lloyd Wright einen halbkreisförmigen Grundriss. Als Reaktion auf das in Middleton vorherrschende Klima schuf Frank Lloyd Wright ein Wohnhaus, das differenziert auf die Sonnenstände und Windbedingungen reagiert. Zum Süden öffnet sich das Gebäude über eine zweigeschossige Glasfassade zur Landschaft. Hier wirkt die Struktur mit der Glasfassade wie eine Sonnenfalle für die winterlichen Sonnenstände. Um jedoch der Überhitzung in den Sommermonaten vorzubeugen erhielt das Gebäude einen weit auskragenden Dachüberstand, der vor der direkten Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten schützt und eine übermäßige Erwärmung des Innenraums verhindert. Der großflächigen verglasten Öffnung zum Süden steht eine grundsätzliche andere und geschlossene Ausführung der Nordseite gegenüber. Um die Innenräume vor hohen Wärmeverlusten zum Norden zu schützen, die auch aus den starken Winden resultieren, wurde der erdgeschossige Wohnbereich zum Norden in einen Erdhügel abgesenkt und tritt nur als eingeschossiges Gebäude in Erscheinung. Damit schützte man nicht nur einen großen Teil des Gebäudes vor dem direkten Windangriff und der daraus resultierenden Abkühlung, sondern man nutzte zugleich die Trägheit des Wärmeübergangs im Erdreich.

Die in Abbildung 6 dargestellte Funktionsweise des Solar Hemicycle House von Frank Lloyd Wright nutzt die Topografie und die Möglichkeit der Sonnenorientierung. Die Nordseite wird zur Reduzierung der Angriffsflächen des Windes in den Hang eingelassen. Dadurch verringern sich die Transmissionswärmeverluste. Der Wohnraum ist zum Süden orientiert und wird mit einer Glaswand abgeschlossen. Weit auskragende Dachüber-

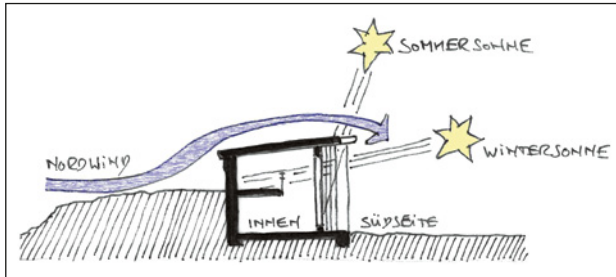


Abb. 6: Funktionsprinzip des Solar Hemicycle House von Frank Lloyd Wright

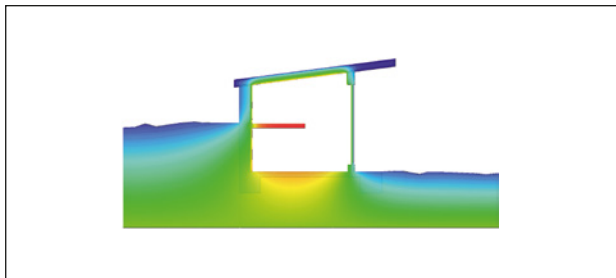


Abb. 7: Wärmestromsimulation des Solar Hemicycle House von Frank Lloyd Wright unter stationären Bedingungen

stände verhindern die direkte Sonneneinstrahlung im Sommer, die zur Überhitzung des Innenraums führt. Die Wintersonne gelangt dagegen ungehindert in den Innenraum und kann die massiven Wand- und Bodenflächen erwärmen, die wiederum als Speicher dienen.

Die Hanglage auf der Nordseite bietet neben dem Windschutz auch einen Temperaturschutz durch den Bodenkontakt des Gebäudes. Dadurch kann die kalte Außenluft nicht die gesamte Wand erreichen und das Erdreich einen Temperaturpuffer bilden. Diese Auswirkung ist in der nachstehenden Wärmesimulation durch den schematischen Schnitt des Gebäudes gut zu erkennen. Die positive Wirkung erstreckt sich daher auf das gesamte Innenklima und stellt so eine natürliche Dämmmaßnahme dar.

Ein ebenso einfaches Konzept zur Nutzung der solaren Einstrahlung entwickelte Félix Trombe zusammen mit Jacques Michel in den 1960er Jahren (siehe Kapitel 5.2.3). Mit einem geringen Abstand stellte Trombe vor eine schwarz gestrichene Mauerwerkswand eine Glasscheibe. Die kurzwelligigen Strahlen der Sonne passierten die Glasscheibe und wurden von der schwarz gestrichenen Wandoberfläche absorbiert und in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Auf diese Weise konnte die Wand als Wärmespeicher genutzt werden, der die Wärme zeitverzögert an den Innenraum weitergibt. Zugleich erwärmte sich die Luft in dem Zwischenraum zwischen Glasscheibe und Wand. Über oberseitige Öffnungen in der Wand wurde die Luft direkt in den dahinterliegenden Raum eingeleitet und zur Beheizung genutzt. Um die Thermik im Zwischenraum zu unterstützen, wurden weitere zusätzliche Öffnungen am Fußpunkt der Wand ausgeführt. Durch diese Öffnungen strömte die kühle Luft aus dem Innenraum nach, erwärmte sich, stieg auf und konnte so dem Raum wieder zugeführt werden. Diese Trombe-Wand genannte Konstruktion konnte auch abgewandelt als Solarkamin genutzt werden, der

Abb. 8: Systemskizze des 1949 von Jean Prouvé geplanten *Maison tropicale* mit seiner zweischaligen Trennung von Zelle und sonnenbeschienener Dachhaut, die die Zelle verschattet und zugleich zu einem kühlenden Kamineffekt führt

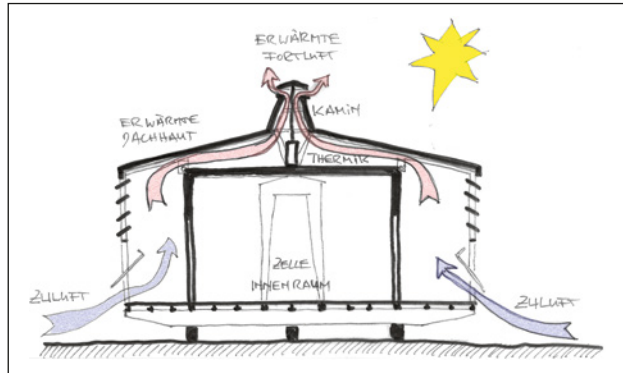
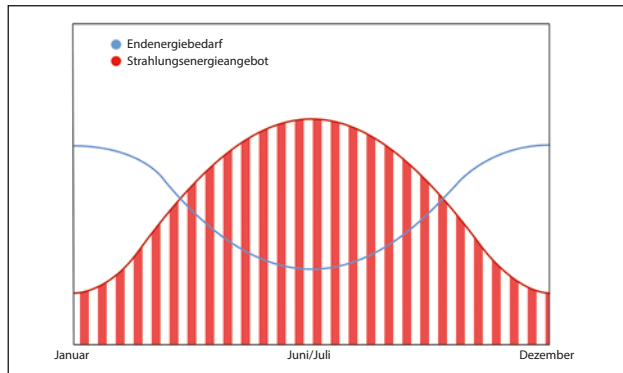


Abb. 9: Schematische Darstellung der gegenläufigen Jahresgänge von Strahlungsangebot zum häuslichen Endenergiebedarf zur Abnahme von Wärme



die natürliche Thermik aufgrund der Dichteunterschiede in der Luft, selbst an windstillen Tagen, nutzt und Wärme erzeugt.

Ein weiteres Projekt, das solare Energien nutzte und thermische Effekte integrierte, war das 1949 von Jean Prouvé entwickelte »Maison tropicale«. Prouvé verfolgte dabei einen anderen Weg, die Energie der Sonne zu nutzen. Bei diesem kleinen Gebäude, das eine Abmessung im zellenartigen Innenraum von 6/12 m hat, diente die Sonne der Erwärmung der Oberflächen und zur Raumkühlung. Die Dachhaut lag, von der Raumzelle thermisch getrennt, hinterlüftet oberhalb des Aufenthaltsbereichs und diente zugleich als Verschattung. Aufgrund der starken Erwärmung der Dachhaut verringerte sich unterhalb der Dachbleche die Dichte der Luft und es entstand eine natürliche Thermik. Diese führte dazu, dass die erwärmte Luft aufstieg und zum kaminartigen First geleitet wurde. Durch die geöffneten Lamellen des vorgelagerten Umgangs strömte die kühlere Zuluft nach.

Die Nutzung solarer Energien ist jedoch letztendlich nicht nur entwurfsabhängig, sondern wird bestimmt von den Bedingungen der Umgebung. Eine Schwierigkeit stellt dabei immer noch der Umstand dar, dass im Sommer die größten solaren Gewinne erzielt werden können, zu diesem Zeitpunkt jedoch der Heizwärmebedarf der Geringste ist und aus einer hohen solaren Exposition ein Kühlbedarf für den Innenraum resultiert.

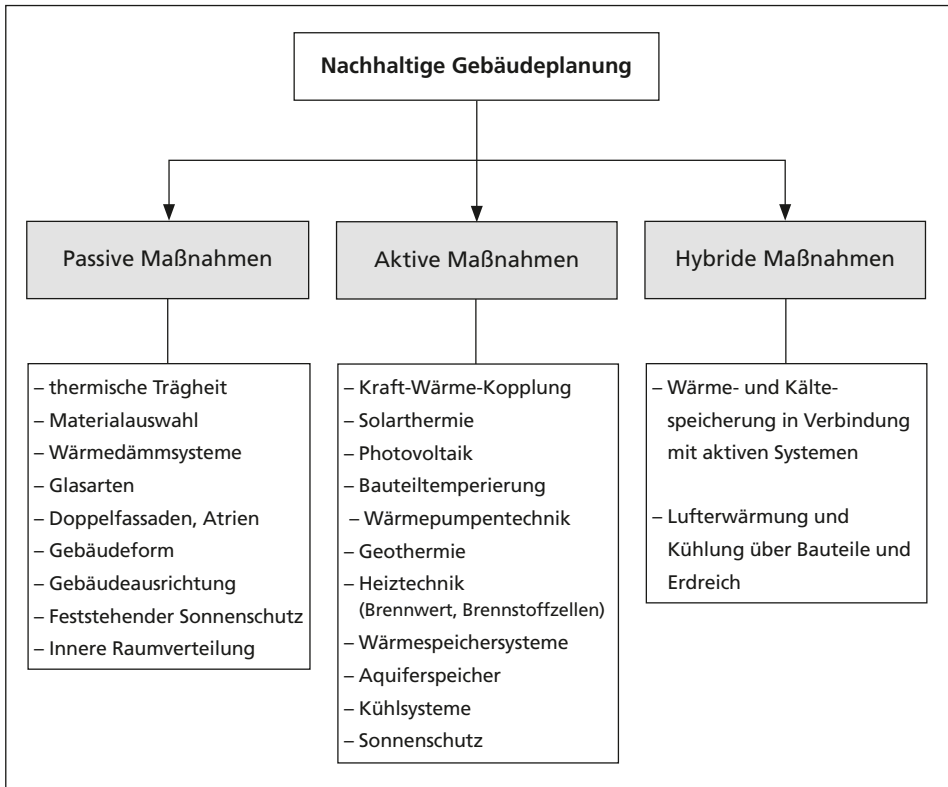


Abb. 10: Aspekte der nachhaltigen Gebäudeplanung

Wo liegen nun die Unterschiede zu den einfachen Entwurfsansätzen der Vergangenheit und den heute üblichen Gebäudekonzeptionen? Besteht heute noch die Möglichkeit ein klimagerechtes und energieoptimiertes Gebäude mit geringer technischer Ausstattung umzusetzen? Tatsächlich haben sich die Anforderungen an die Planung in den vergangenen Jahren deutlich verändert und damit auch die Art und Weise der Konstruktionen. Diese Entwicklung deckt sich u. a. mit einem Phänomen, das Bonk und Anders³ beschrieben haben. Danach hat sich die Entwicklung der mittleren winterlichen Raumtemperaturen in den letzten dreihundert Jahren kontinuierlich erhöht. Lagen um 1700 die mittleren Raumlufttemperaturen noch zwischen 8 °C und 13 °C, stiegen sie bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts schon auf einen Bereich von 14 °C bis 17 °C, um dann zu Beginn des 21. Jahrhunderts eine mittlere Temperatur von ca. 21 °C zu erreichen. Daraus scheint ableitbar, dass sich mit den verbesserten baulichen und technischen Möglichkeiten zugleich die Bedürfnisse an die Behaglichkeit änderten und der Bedarf an Heizenergie zwangsläufig ansteigen musste.

Neben den energetischen Aspekten stehen jedoch noch weitere Punkte im Fokus einer ganzheitlichen Betrachtungsweise und integrativen Gebäudeplanung:

³ vgl. [6], S. 11, Abb. 1

- Nutzung recycelter oder erneuerbarer Materialien
- Verwendung von Materialien mit einem geringen Bedarf an Grauer Energie
- Nutzung von Materialien, die im Abbruch leicht fraktionierbar und sortenrein sind
- Materialien, die frei sind von Chemikalien, z. B. Algiziden, Fungiziden, etc.
- Nutzung von heimischen Hölzern aus kontrolliertem Anbau
- Nutzung von Materialien aus regionaler Produktion mit kurzen Lieferwegen
- Verwendung von Grauwasseranlagen im Haushalt
- Reduktion des Flächenverbrauchs und damit der Versiegelung von Oberflächen, zur Verbesserung des städtischen Mikroklimas
- Abschätzung und Bilanzierung der Wartungszyklen und der Haltbarkeit der Baustoffe und Konstruktionen
- Umnutzung von Gebäuden und damit Ressourcenschonung.