Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen
Herausgeber: Bund Schweizer Architekten
Band: 69 (1982)
Heft: 9: Bauen und Ökologie

Artikel: Ökologisches versus industrialisiertes Bauen
Autor: Minke, Gernot / P.E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-52702

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

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

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

Download PDF: 31.12.2025

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

Gernot Minke

Ökologisches versus industrialisiertes Bauen

Das ökologische Bauen, wie es Gernot Minke beschreibt, will die verschiedenen wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen auf den Gebieten des energie- und ressourcensparenden, des klimagerechten und umweltschonenden, des Niedrigkosten- und nutzergerechten, aber auch des Selbsthilfe- und biologischen Bauens koordinieren und in einem integrierten Modell realisieren. In diesem Sinne wurden an der Gesamthochschule Kassel seit Jahren Versuche mit Selbstbauverfahren, mit praktisch überall vorhandenen Baustoffen wie Lehm usw. und mit Altmaterialien angestellt. P.E.

Ecologie contre bâtiment industrialisé

La construction écologique telle que la décrit Gernot Minke se propose de coordonner et d'intégrer dans un modèle réel les diverses découvertes scientifiques et expériences pratiques ayant trait aux constructions biologiques économisant l'énergie et les ressources naturelles, conformes au climat et préservant l'environnement, bon marché et répondant aux besoins de l'utilisateur, ce dernier pouvant au besoin participer à leur réalisation. Dans ce sens, l'Ecole Supérieure Intégrée de Kassel conduit, une série d'essais à l'aide de matériaux disponibles presque partout comme l'argile ou avec des matériaux de récupération. P.E.

Ecological versus industrialized building

Ecological building, as described by Gernot Minke, seeks to coordinate and realize in an integrated model all the various findings and experience obtained in the fields of architecture concerned with energy and resource conservation, adaptation to climate and preservation of the environment, functional cost economies, as well as do-it-yourself and biological architecture. With this in mind, there have been conducted at the University of Kassel for years experiments with do-it-yourself procedures, employing universally available building materials such as clay, etc., and used materials. P.E.

Das herkömmliche industrialisierte Bauen unserer Zeit ist gekennzeichnet
- durch das Gesetz der Serie
- durch eine kapital- und energieintensive, zentralisierte Bauproduktion
- durch eine lediglich betriebswirtschaftlich optimierte Technologie
- durch Bauprodukte, die weder ausreichend an die Bedürfnisse des Bewohners angepasst sind noch die ökologischen Wechselbeziehungen mit der Umwelt berücksichtigen.

Während früher der Bewohner seine Behausung selbst plante und häufig auch selbst errichtete, ist die Wohnung heute ein massenproduzierter Konsumartikel geworden, mit dem sich der Bewohner nicht mehr identifizieren kann – ein Produkt, das unter hoher Umweltbelastung entsteht und dessen Existenz in der Regel dauernd zur Umweltbelastung beiträgt.

Durch die Konzentration von Gebäuden und Verkehr ist das Leben in unseren Städten immer ungesunder und naturferner geworden. Autos und Heizanlagen verbrauchen den knapp gewordenen Sauerstoff und produzieren Schadstoffe im Überfluss.

Riesige Beton- und Asphaltflächen führen zu einer Überhitzung des Stadtklimas und bewirken, dass die am Boden abgelagerten Schmutz- und Schadstoffpartikeln durch die entstehende Thermik nach oben gewirbelt und über die ganze Stadt verteilt werden. Die Vegetation, die die Luft reinigt und mit Sauerstoff anreichert, wurde aus der Stadt weitgehend verdrängt.

Die Herstellung von Wohnfläche ist nicht zuletzt wegen der enorm kapital- und energieintensiven Bauproduktion ohne staatliche Subventionierung nicht mehr möglich (die Kostenmiete betrug 1980 bis zu DM 22,– je m² Wohnfläche).

Das «ökologische Bauen» zielt darauf hin, die vorher erwähnten Missstände unseres Bauens und Wohnens zu vermeiden; es ist bestrebt, das Bauen wieder als einen Prozess zu verstehen, in den der betroffene Bewohner integriert und in dem die betroffene Umwelt berücksichtigt wird.

Zur Diskussion des ökologischen Bauens in der BRD

Seit 1979 ist die Diskussion um das ökologische Bauen in der BRD in die Öffentlichkeit gerückt. Anlass dafür sind verschiedene Veranstaltungen gewesen.

Dazu beigetragen hat auch das Buch «Ökologisches Bauen» der Autoren P. und M. Krusche, D. Althaus und J. Gabriel, das vom Umweltbundesamt herausgegeben wurde (Wiesbaden/Berlin 1982) und das auf 360 Seiten eine umfangreiche und mit vielen Skizzen veranschaulichte Erörterung der unterschiedlichen Aspekte des ökologischen Bauens bringt.

Ökologische Stadterneuerung

Möglichkeiten einer ökologischen Stadterneuerung wurden beispielsweise vom Institut für Zukunftsforschung, Berlin (Konzeptstudie Nürnberg-Gostenhof), und von der Gruppe Ökotop, Berlin (ökologische Systemstudie für einen innerstädtischen Gebäudekomplex am Beispiel des Blocks 108 in Berlin-Kreuzberg), untersucht.

– Das 3. Internationale Darmstädter Werkbundgespräch «Öko-Architektur/Bauen mit der Natur» (1979)
– die Tagung «Ökologie und Bauen» der Evangelischen Akademie Arnoldshain (Februar 1980)
– das «Stadtökologische Symposium» vom Umweltbundesamt und der Internationalen Bauausstellung Berlin (Oktober 1980)
– der Workshop «Ökologisches Bauen» vom Umweltbundesamt und von der Theodor-Heuss-Akademie in Gummersbach (Mai 1981)
– die Tagung «Architektur und Energie» der Evangelischen Akademie Loccum (Februar 1982)
– die Wanderausstellung «Es geht auch anders – eine Ausstellung über Energie-Alternativen», die seit 1981 in vielen Städten der BRD gezeigt wird

ÖKOLOGISCHES BAUEN	BEREICHE	ASPEKTE	MASSNAHMEN	GEBIETE
	RESSOURCEN-SPARENDES BAUEN	ENERGIEGEWINNENDES BAUEN	●PASSIVE SONNENENERGIENUTZUNG ●AKTIVE SONNENENERGIENUTZUNG ●WINDENERGIE-,LUFT-U.ERDWÄRMENUTZ	SOLARARCHITEKT.
		ENERGIESPARENDES BAUEN	●WÄRMEDÄMMUNG ●WÄRMESPEICHERUNG ●STANDORTAUSNUTZUNG	ENERGIESPARHÄUSER
		KAPITALSPARENDES BAUEN	●DEZENTRALE PRODUKTION ●ARBEITSINTENSIVE VERFAHREN ●LOKALE BAUSTOFFE	KLIMAGERECHTES BAUEN
		MATERIALSPARENDES BAUEN	●ABFALLMATERIALIEN, -PRODUKTE ●RECYCLIERBARE MATERIALIEN ●WIEDERVERWENDUNG VON GRAUWASSER	BILLIGBAUEN
	UMWELT-SCHONENDES BAUEN	LUFTREINHALTUNG LUFTREINIGUNG	●BEGRÜNUNG VON FASSADEN U.DÄCHERN ●VERMEIDEN V.VERSIEGELTEN FLÄCHEN ●SPEICHERN V.REGENWASSER	UMWELTBEW.BAUEN
		WASSERREINHALTUNG	●BIOLOG.ABWASSERREINIGUNG	BAUBIOLOGIE
	NUTZER-GERECHTES BAUEN	SELBSTHILFE IDENTIFIKATION	●MITHILFE BEI PLANUNG,HERSTELLUNG, AUSBAU UND REPARATUR	SELBSTBAU
		GESUNDES WOHNEN	●BEHAGLICHKEIT D.STRAHLUNGSW., LUFTAUSTAUSCH, OBERFLÄCHENTEMP. ●RADIOAKTIVITÄT/TOXISCHE GASE ●TERRESTR.U.KOSMISCHE STRAHLUNG	

❶

Ökologische Archen

In Tittmoning in Bayern entsteht zurzeit eine ökologische Arche, die «Arche Nova», die seit 2 Jahren bewohnt und bewirtschaftet wird. Weitere Archen sind in der BRD in Planung.

Vorbilder für diese ökologischen Archen sind das Arche-Projekt des «New Alchemy Institute» auf der Insel Cape Cod vor Massachusetts und das «Integral Urban House» des Farallone Institute in San Francisco. Beide Projekte sind Modelle für Lebens- und Produktionsformen, die versuchen, weitgehend unabhängig von den Produkten und Dienstleistungen moderner Zivilisation auszukommen.

Ökologische Siedlungen

Zurzeit gibt es in der BRD etwa 10 Gruppen, die beabsichtigen, ökologische Siedlungen zu errichten, im Bau ist davon jedoch noch keine.

Die weitestgehenden Konzepte gehen von eigenen Ver- bzw. Entsorgungssystemen für Energie, Wasser und Abwasser, von eigenständiger Nahrungsmittelversorgung und weitgehender Abfallwiederverwendung aus. Das bedeutet eine Mischung von Wohnen und Arbeiten in der Siedlung. Das Konzept setzt eine gewachsene Gruppe voraus, die in der Lage ist, die Planung und Realisierung der Idee zu tragen und Eigenarbeit zu organisieren. Es erfordert jedoch nicht nur einen langjährigen Wachstumsprozess innerhalb der Gruppe, sondern auch ein mehrjähriges Auseinandersetzen mit den einschränkenden Baugenehmigungsvorschriften und -verfahren, einen Prozess, an dem die Gruppe oder das Konzept zerbrechen kann.

Drei kleinere «ökologische Siedlungen», die jedoch nicht von einer eigenen Energie-, Wasser- und Lebensmittelversorgung ausgehen, befinden sich im Stadium der Vorplanung und werden voraussichtlich 1984 realisiert (Kassel, Gladenbach, Herford). Das Konzept der «Ökologischen Siedlung Kassel» ist am Ende dieser Abhandlung abgedruckt.

Aspekte des ökologischen Bauens

Bei den bisherigen Konzepten für «Solarhäuser», «Energiesparhäuser» und «Biohäuser» wurden lediglich einige wenige Aspekte des ökologischen Bauens optimiert. Die ausgeführten Bauten zeigten, dass bei Nichtberücksichtigung der übrigen Faktoren und ihrer gegenseitigen Beeinflussung weder eine ökologisch noch eine wirtschaftlich vertretbare Lösung erzielt werden kann.

Die Planer und Produzenten solcher Bauten stören diese Argumente jedoch nicht, nachdem die Marktforschung festgestellt hat, dass der deutsche Bauherr bereit ist, 10–20% Mehrkosten zu investieren, wenn sein Haus nach «baubiologischen Gesichtspunkten» gebaut oder mit Energiesparsystemen ausgestattet ist. Sie verdienen ja mehr, wenn das Produkt teurer ist.

Das ökologische Bauen will die unterschiedlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen auf den Gebieten des «energiesparenden Bauens», des «klimagerechten Bauens», des «Niedrigkostenbauens», des «Selbsthilfebauens» und des «baubiologischen Bauens» koordinieren und in einem integrativen Modell realisieren.

Die Abbildung 1 zeigt eine vereinfachte Übersicht über die verschiedenen Aspekte des ökologischen Bauens, die in drei Bereiche zusammengefasst sind: das «ressourcensparende Bauen», das «umweltschonende Bauen» und das «nutzergerechte Bauen». Die letzte Spalte soll andeuten, dass sich die heute propagierten Gebiete wie beispielsweise «klimagerechtes Bauen», «energiesparendes Bauen», «Billigbauen» und «baubiologisches Bauen» jeweils nur auf einige wenige Aspekte des ökologischen Bauens konzentrieren.

Thesen zum ökologischen Bauen

Auch wenn Thesen nicht das komplexe Wechselwirkungsgefüge des ökologischen Bauens darstellen können, soll hier doch der Versuch gemacht werden, durch einzelne Thesen wichtige Aspekte des ökologischen Bauens herauszustellen. Einige dieser Thesen wurden im Ansatz bereits am Workshop «Ökologisches Bauen» des Umweltbundesamtes und der Friedrich-Naumann-Stiftung in Gummersbach 1981 diskutiert und formuliert.

1. Das ökologische Bauen will Alternativen schaffen zum herkömmlichen industrialisierten Bauen unserer Zeit; es ist bestrebt, das Bauen wieder als einen Prozess zu verstehen, bei dem der betroffene Bewohner integriert und die betroffene Umwelt berücksichtigt wird.
2. Das ökologische Bauen beinhaltet energie-, kapital- und materialsparende Bauweisen.
3. Das ökologische Bauen ist ein umweltschonendes Bauen, das bei der Produktion und Verarbeitung der Baustoffe und bei der Nutzung der Gebäude die Reinhaltung von Luft, Wasser und Boden berücksichtigt.
4. Das ökologische Bauen berücksichtigt soweit wie möglich dezentrale, umweltschonende Ver- und Entsorgungssysteme.
5. Das ökologische Bauen ist angepasst an regenerierbare örtliche Energie- und Materialvorkommen und verwendet diese sparsam und umweltschonend.
6. Das ökologische Bauen schafft ein gesundes Wohnen durch Verwendung un-

schädlicher Baustoffe und Heizungssysteme und durch die Betrachtung terrestrischer und kosmischer Strahlungseinflüsse.
7. Das ökologische Bauen ist ein nutzergerechtes Bauen, das die Identifikation mit dem Gebauten ermöglicht und dessen bauliche Lösungen sich durch den Nutzer leicht an Veränderungen des Lebensablaufs anpassen lassen.
8. Das ökologische Bauen fördert die Auseinandersetzung mit der Natur zur lebenserhaltenden Reizung aller Sinne und Kräfte.
9. Das ökologische Bauen strebt nach Konfliktabbau in den Wechselbeziehungen zwischen Menschen und ihrer natürlichen und technischen Umwelt.
10. Das ökologische Bauen will durch klimagerechte und energiegewinnende Baukonzeptionen, durch kostensenkende und energiesparende Bau- und Lebensformen sowie durch die Berücksichtigung von Selbsthilfe die Baukosten drastisch senken.

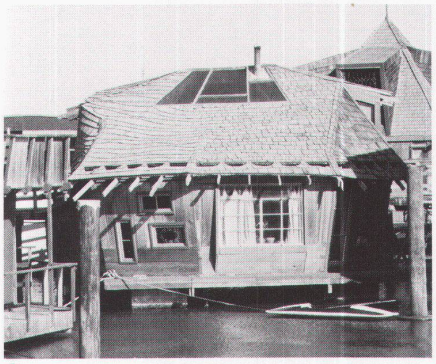
Zur Bedeutung des Selbstbaus

Da der Selbstbau ein sehr wichtiger Faktor des ökologischen Bauens ist, soll hier etwas näher darauf eingegangen werden.

Mittlerweile ist der Wohnungsbau nicht nur in Industrieländern, sondern auch in vielen Entwicklungsländern weitgehend von einer industriellen Produktion abhängig geworden; aus der vom Bewohner mitgestalteten Behausung ist ein massenproduzierter Konsumartikel geworden, der bis zu 50% des Nettoverdienstes einer Familie verschlingt.

Wenn man bedenkt, dass 80% aller bislang errichteten Gebäude auf der Erde Wohnbauten sind und dass über 80% davon weder von Architekten geplant noch von Unternehmen erstellt wurden, wenn man erfährt, dass weltweit die Wohnungsnot ständig zunimmt und dass

❷



❸

die Produktionssteigerung der in Selbsthilfe erstellten Bauten in Entwicklungsländern durchschnittlich 5- bis 10mal so hoch ist wie die Produktionssteigerung des öffentlichen industrialisierten Bausektors, muss man zu dem Schluss kommen, dass die zentralisierte industrialisierte Bauproduktion keinen wesentlichen Beitrag zur Lösung der weltweiten Wohnungsprobleme erbringen kann.

Ein Ausweg aus der weltweiten Wohnungsmisere kann ohne Berücksichtigung des Selbstbaus und ohne die Verwendung einfacher, an den Nutzer und das ökologische Umfeld angepasster Technologien nicht gefunden werden.

Die grosse Anzahl der «drop-out» und der «Protestbauer», die sich im Westen und Südwesten der USA ihre Behausungen in den Bergen, auf Lastwagen oder Schiffen (Abb. 2, 3) schufen, und die grosse Anzahl der «Selbstbauer», die sich in den USA, aber auch in Frankreich und in England in unmittelbarer Nachbarschaft von «normalen» Häusern individuelle Behausungen aus Abfallbehältern, Abfallstoffen, Lehm und Pflanzen errichteten (Abb. 4–6), weisen darauf hin, dass auch in Europa bald eine Bewegung von Selbstbauern entstehen wird, die aus der traditionellen Häuserbaunorm ausbrechen werden. Dass das Potential dafür vorhanden ist, lässt sich unter anderem am steigenden Trend zur individuellen Gestaltung der Wohnwelt ablesen, auch wenn dieser sich zunächst nur durch das Abschaffen der herkömmlichen Fenstergardinen und durch das Aufstellen von Palmen und anderen exotischen Pflanzen in der Wohnung ausdrücken mag.

Die gezeigten Beispiele sollen darauf hinweisen, wie anders die Bauprodukte sein können, wenn sie vom Bewohner selbst aus Materialien der Umgebung geschaffen werden. Sie sollen zeigen, wie wichtig die Identifikation des Bewohners mit seiner Behausung ist, wie kreativ das Bauen sein kann. Sie sollen aber auch verdeutlichen, dass solche Ansätze häufig im Widerspruch mit unseren Marktmechanismen und restriktiven Bauverordnungen stehen.

Zur Notwendigkeit, natürliche Baumaterialien zu verwenden

Der Zwang, auf natürliche Baustoffe zurückzugreifen, wird immer grösser. Ursachen dafür sind die zunehmende Energie- und Rohstoffverknappung sowie die Tatsache, dass – weltweit gesehen – der Wohnungsbedarf schneller steigt als die Wohnungsbauproduktion mit industriell gefertigten Baumaterialien und industrialisierten Bautechniken.

Wir werden immer mehr Baustoffe verwenden müssen, die entweder regenerierbar sind (wie Holz und lebende Pflanzen) oder aber ausreichend in der Natur vorhanden sind (wie Lehm, Sand und Erde).

Einer der wichtigsten Aspekte ist dabei, dass zur Gewinnung und Verarbeitung dieser natürlichen Baustoffe im Vergleich zu industriell produzierten Baustoffen nur ein minimaler Aufwand an Energie notwendig ist (vgl. Abb. 7).

Um einen Sack Zement herzustellen, benötigt man etwa 50 kWh an Energie, für 1 m^3 Zementbeton 400–800 kWh, für 1 m^3 Kalksandsteine ca. 350, für 1 m^3 Hohlblockziegel ca. 550 und für 1 m^3 Vollziegel sogar ca. 1100 kWh.

Für die Herstellung von 1m^3 Lehm werden jedoch weniger als 5 kWh an Energie für Transport, Mischen und Verdichten verbraucht (vorausgesetzt, das Lehmvorkommen ist in der Nähe der Baustelle). Das bedeutet, dass für das Erstellen einer Lehmwand weniger als 1% der Energie benötigt wird, die für eine Beton- oder Ziegelwand erforderlich ist. Darüber hinaus schaffen Lehmwände ein wesentlich gesünderes Innenraumklima als Beton- oder Ziegelwände, wie im folgenden näher erläutert wird.

❶
Schema: Aspekte des ökologischen Bauens / Schéma: Aspects de la construction écologique / Diagram: Aspects of ecological building

❷❸
Wohnboote, Sausalito, San Francisco Bay / Bateaux habités, Sausalito, San Francisco Bay / Houseboats, Sausalito, San Francisco Bay

4

5

6

Bauen mit Lehm
Lehm, ein traditionelles Baumaterial

Lehmbautechniken sind seit mehr als 8000 Jahren bekannt und in allen Erdteilen verbreitet. In den deutschen Gebieten wurden seit dem 18. Jahrhundert zigtausend Häuser mit massiven Lehmwänden errichtet (Fachwerkhäuser nicht mitgerechnet), von denen noch sehr viele erhalten sind. Oft wissen jedoch die Bewohner gar nicht, dass ihr Haus aus Lehm besteht. In Weilburg (Hessen) und in Meldorf (Schleswig-Holstein) stehen jeweils zweigeschossige Bauten mit Lehmstampfwänden, die aus dem Jahre 1796 stammen und heute noch benutzt sind (Abb. 8). In Weilburg steht ausserdem ein 5geschossiges Wohnhaus mit massiven Lehmwänden, das 1828 fertiggestellt wurde (Abb. 9). In Achim-Badenermoor, Bremen-Blumenthal, Lübeck-Moisling, Lübeck-Schlutup, Kiel, Ekkernförde, Lauenburg, Remscheid, München und Nürnberg – um nur einige Beispiele zu nennen – entstanden nach dem 1. bzw. 2. Weltkrieg, als das Baumaterial und das Baugeld knapp waren, Lehmhaussiedlungen, die noch heute weitgehend erhalten sind.

Die Bewohner von Lehmbauten kennen und schätzen das gesunde, ausgeglichene Raumklima ihrer Häuser – Lehmhäuser sind im Sommer kühl und im Winter warm. Massive Lehmwände haben gegenüber Wänden aus Naturstein, gebrannten Ziegeln oder Holz wesentliche bauphysikalische Vorteile. Durch ihr grosses Wärmespeichervermögen, ihren relativ niedrigen Dampfdruckwiderstand und ihre Fähigkeit, viel Feuchtigkeit aufzunehmen und wieder abzugeben, regulieren sie das Raumklima besser als andere Wände.

Lehm, ein alternativer Baustoff

Lehm ist ein so billiger Baustoff, dass er in der BRD in den letzten 30 Jahren gar nicht mehr beachtet wurde. Die DIN 18951, die sogenannte «Lehmbauverordnung», wurde 1970 aus dem Verkehr gezogen, sie war überflüssig geworden, da sie keiner mehr brauchte. Ziegel und Beton, die Baustoffe der Nachkriegswohlstandsgesellschaft, waren «in». Die hohen Herstellungskosten dieser «industrialisierten» Baustoffe spielten keine Rolle; Härte und Haltbarkeit verkauften sich gut.

Heute geben die Energie- und Rohstoffverknappung sowie die Forderungen nach einem «gesünderen» Wohnen den Anstoss, unsere teuren Baumaterialien unter die Lupe zu nehmen.

Aufgrund verschiedener Untersuchungen kann angenommen werden, dass in über 50% der Fälle der Bodenaushub für Fundamente oder Keller aus Lehm mit ausreichender Qualität für Wandkonstruktionen besteht. In der Regel reichen für Wandkonstruktionen 5–10% Tonanteil. Wenn der Lehm noch «fetter» ist, d.h. wenn er einen grösseren Tonanteil besitzt, sollte man ihn mit Sand magern, da er sonst beim Austrocknen eine zu starke Schwindrissbildung zeigt.

Wichtig ist bei massiven Lehmwänden, dass sie auf einem Sockel stehen und somit vor Spritzwasser und vor aufsteigender Erdfeuchtigkeit geschützt sind und dass der Schlagregen durch einen ausreichenden Dachüberstand abgehalten wird. Die Oberfläche kann durch einen Kalkputz veredelt werden. Wesentlich einfacher und in der Regel auch haltbarer ist es jedoch, die Lehmwandoberfläche noch im feuchten Zustand zu glätten, entstehende Schwindrisse mit der Kelle zuzudrücken und die glatte, ausgetrocknete Oberfläche dann mit einem Kalkanstrich zu versehen.

Einen besonders haltbaren, wetterfesten und trotzdem atmungsaktiven Anstrich, der etwa 4 Jahre lang nicht erneuert zu werden braucht, erhält man, wenn man die ausgetrocknete Lehmwand zweimal mit Molke vorstreicht und dann zweimal mit einer dünnen, speziellen Kalkbrühe folgender Zusammensetzung nachstreicht: 1 Sack Kalk, 1–2 kg Kochsalz, 0,5–1 kg Alaun, 40–60 Liter Wasser. Zum Abtönen kann man dem Anstrich etwas Lehm oder Erdfarbe beimengen.

Wenn man die relativ arbeitsaufwendige Aufbereitung und Verarbeitung von Lehm durch den Einsatz von Geräten vereinfacht, ist die Lehmstampftechnik in allen Gegenden, in denen entsprechender Lehm vorhanden ist – also auch in Mitteleuropa – anderen Techniken, unter ökonomisch-ökologischen Gesichtspunkten betrachtet, weit überlegen.

Um Lehm in grösserem Umfang als Baumaterial im modernen Wohnungsbau einzusetzen, bedarf es einer verstärkten Forschung auf diesem Gebiet. Alte, heute meist vergessene Lehmbautechniken, wie beispielsweise das Mauern von Gewölben ohne Schalungen, oder Materialveredelungsverfahren, wie beispielsweise das Vorstreichen mit Blut oder Molke, müssen wiederentdeckt, verbessert und vor allem verbreitet werden. Industrielle dezentrale Produktionstechniken müssen verstärkt eingesetzt werden. So ist es einfach, bei der bewährten Lehmstampftechnik Geräte einzusetzen, die den Herstellungsprozess wesentlich beschleunigen.

Neu entwickelte Lehmbautechniken
Bauen mit extrudierten Lehmsträngen

Aus einem umgebauten Tonschneider, wie er in Töpfereien zur Aufbereitung von Ton verwendet wird, wurde im Forschungslabor für Experimentelles Bauen an der Gesamthochschule Kassel ein Lehmstrangpressgerät gebaut, das weniger als 5000 DM kostet und mit dem sich in 1 min ein 1,5 m langer, 8×16 cm dicker Lehmstrang erzeugen lässt (Abb. 10). Lehmstränge aus diesem Gerät lassen sich im plastischen Zustand ohne Schalung und ohne Mörtel zu einer Wand aufschichten. Fährt das Strangpressgerät auf Rädern um den Bau herum, so lassen sich die produzierten Lehmstränge ohne Zwischenlagerung direkt zum Aufbau

der Wand verwenden. Die Wand wird dann schichtweise «gewickelt», während das Gerät um das Haus herumfährt.

Diese Technik ist die bei weitem schnellste Lehmbaumethode, sie ist jedoch noch im Stadium der Erprobung. Ein erster Versuchsbau, bei dem diese Technik angewendet wurde, entstand im Sommer 1982 in Kassel.

Grundrissformen mit abgerundeten Ecken weisen bei dieser Technik wesentliche Vorteile auf. Zum einen lassen sich dadurch die sonst beim Austrocknen entstehenden grossen Schrumpfrisse an den Ecken vermeiden, zum anderen ermöglichen die Rundungen einen kontinuierlichen Arbeitsprozess und eine bessere Aussteifung der Wand.

Lehmstampftechniken

Im Forschungslabor für Experimentelles Bauen wurde eine elementierte Stampflehmwandbauweise entwickelt, bei der mit Hilfe einer neu entwickelten, aufklappbaren Wandschalung 0,8 m breite, geschosshohe Tafelelemente stufenweise aus gestampftem Lehm hergestellt werden können. Diese Bauweise wurde an einem 1978 in Kassel errichteten Versuchsbau getestet und bei einem Wohnhaus in Guatemala mit Erfolg angewendet (Abb. 11, 12).

Die Fuge zwischen den Elementen lässt sich nachträglich sehr einfach mit Lehmmörtel verfugen. Diese Technik hat den Vorteil, dass die Wand nicht verputzt zu werden braucht, da keine grösseren Schwindrisse während des Austrocknungsprozesses auftreten (entstehende Haarrisse werden mit einer Kelle zugedrückt). Die Oberfläche lässt sich durch einen Kalkanstrich (wie vorher erläutert) wetterfest machen.

Da das Umsetzen und Justieren der Schalungen jedoch arbeitsaufwendig ist, ist im Forschungslabor für Experimentelles Bauen ein neues Schalungssystem entwickelt worden, bei dem die Schalung, entsprechend dem Herstellungsprozess, mit nach oben wandert, ohne dass sie neu justiert zu werden braucht (vgl. Abb. 12).

Ferner ist ein Aussenrüttler zu einem beweglichen Rüttler umgebaut worden, der selbsttätig in der Schalung hin und her wandert und die lose eingeschüttete erdfeuchte Lehmmischung mechanisch verdichtet. Durch diesen Rüttler und das spezielle Schalungssystem ist es gelungen, 50–80% der Arbeitszeit gegenüber der bei herkömmlichen Stampflehmtechniken einzusparen.

Für 1983 und 1984 ist die Anwendung dieser Lehmbautechnik bei mehreren Einfamilienhäusern geplant.

Menge	Baustoff	Energieaufwand
1 kg	Zement	1 kWh
1 kg	Stahlprofile	7 kWh
1 kg	Aluminiumfolie	70 kWh
1 kg	PVC	9 kWh
1 kg	Polystyrolschaum	19 kWh
1 kg	Flachglas	6 kWh
1 kg	Glaswolle	5 kWh
1 kg	Mineralfaser-dämmstoff	5 kWh
1 m^3	Kalksandsteine	350 kWh
1 m^3	Gasbetonziegel	400 kWh
1 m^3	Hochlochziegel	550 kWh
1 m^3	Vollziegel	1100 kWh
1 m^3	Stampflehm	5 kWh

❼

Bauen mit Erde und lebenden Pflanzen

Vorbemerkung

Das Leben in unseren Städten ist immer ungesünder und naturferner geworden. Die riesigen Asphalt- und Betonflächen, der dichte Verkehr und die Heizungsanlagen führen zu einer Überhitzung des Stadtklimas, zu gefährlichen Dunstglocken, zu einer Atemluft, die arm an Sauerstoff und reich an gesundheitsschädlichen Partikeln ist.

Das Begrünen von Vorgärten und Höfen, vor allem aber das Begrünen von Dächern und Fassaden kann das ungesunde Stadtklima entscheidend verbessern: Die Luft wird gereinigt und mit Sauerstoff angereichert, die belastenden Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen werden verringert.

Es reicht vermutlich aus, 5% aller geneigten und horizontalen Gebäudeflächen in der Stadt zusätzlich mit Grasflächen zu begrünen, um ein gesundes Stadtklima zu schaffen (ein ungemähtes Grasdach hat durchschnittlich etwa 20mal soviel Blattoberfläche wie eine gleichgrosse Fläche «öffentlichen Grüns»). Begrünte Dächer können darüber hinaus die durchschnittliche Niederschlagsmenge von 1 bis 2 Monaten speichern und den Gebäuden auf äusserst ökonomische Weise Wärmedämmung, Wärmespeicherung und Schallschutz bieten.

❽

Einige Möglichkeiten, mit Erde und lebenden Pflanzen einen Beitrag an ein ökonomisches, ökologisches Bauen zu leisten, sollen in den folgenden Abschnitten vorgestellt werden.

Begrünte Fassaden

Ein «Kletterpflanzenpelz» für ein Haus bietet einen starken ästhetischen Reiz (vgl. Abb. 13). Dass er auch das Innenraumklima positiv beeinflusst, ist eine Tatsache, von der der Bewohner in der Regel vorher gar nichts weiss, die er nachher aber erstaunt und dankbar zur Kenntnis nimmt. Dass begrünte Fassaden darüber hinaus einen wesentlichen Beitrag an die Verbesserung des Stadtklimas leisten können, ist ebenfalls noch weitgehend unbekannt.

Die positiven Wirkungen einer dichten Fassadenbegrünung lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

❹ Pithouse bei Santa Fe, New Mexiko (Lehmziegel, Lehmputz, Rundholz) / Pithouse près de Santa Fe, New Mexico (brique crue, mortier de terre, rondins) / Pithouse near Santa Fe, New Mexico (mud brick, mud rendering, logs)

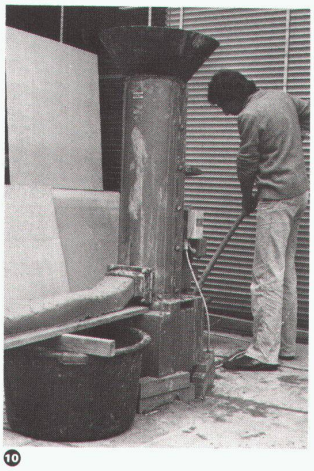
❺ Wohnhaus in Corales, New Mexico (Lehmziegel, passive Sonnenenergienutzung) / Habitation à Corales, New Mexico (brique crue, utilisation passive de l'énergie solaire) / House at Corales, New Mexico (mud brick, passive utilization of solar energy)

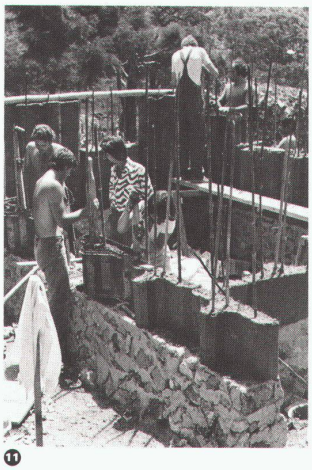
❻ Wohnhaus von Mike Reynolds in New Mexico (Lehm, Getränkedosen, Rundholz, passive Sonnenenergienutzung) / Habitation de Mike Reynolds à New Mexico (argile, boîtes en fer-blanc, rondins, utilisation passive de l'énergie solaire) / House of Mike Reynolds in New Mexico (mud, beverage cans, logs, passive utilization of solar energy)

❼ Energieaufwand in Lehm zur Herstellung von Baustoffen und Bauteilen (nach B. Baier[3]) / Dépense énergétique lors de la fabrication de matériaux et d'éléments en argile (d'après B. Baier[3]) / Energy output applied to clay for the production of building materials and building elements (according to B. Baier[3])

❽ Wohnhaus in Lehmbaustampfweise von 1796, Meldorf, Schleswig-Holstein / Habitation en pisé de 1796, Meldorf, Schleswig-Holstein / House of stamped earth, dated 1796, Meldorf, Schleswig-Holstein

9


10


11

12

– Wärmedämmung durch Luftpolsterbildung
– Verringerung des Wärmeverlustes des Gebäudes durch Abhalten des Windes von der Fassade
– Verringerung des Wärmeverlustes des Gebäudes durch Reflexion und Absorption eines Teils der langwelligen, vom Gebäude nach aussen dringenden Wärmestrahlung
– Kühlwirkung bei Sonneneinstrahlung durch Wärmeverbrauch für die Verdunstung, Strahlungsabsorption für die Photosynthese und Strahlungsreflexion
– Verringerung der Schmutzaufwirbelung durch mechanische und thermische Bremsung der vertikalen Luftbewegung entlang der Fassade (durch Blattbewegung und Kühlung)
– Reinigung der Luft von Schmutzpartikeln
– Anreicherung der Luft mit Sauerstoff
– Anreicherung der Luft mit Feuchtigkeit
– Schallschutz durch Schallreflexion und -absorption sowie Minderung der subjektiven Lärmwahrnehmung durch windbedingte Rausch- und Raschelgeräusche in den Blättern
– Erhöhung der Fugendichtigkeit von Wänden, Fenstern und Türen durch Verringerung des Winddrucks
– Schutz von Anstrichen, Putz und Mauerwerk vor starken Temperaturschwankungen, ultravioletten Strahlen und Schlagregen (dadurch Verlängerung ihrer Lebensdauer)
– Anlocken von Singvögeln, die im Pflanzenpolster Nistplätze und Nahrung finden.

Die Befürchtung, dass Putzschichten oder Mauerwerk durch Selbstklimmer wie Efeu oder wilden Wein zerstört werden, ist unbegründet. Die Haftwurzeln des Efeus und die Haftscheiben an den Ranken des wilden Weins greifen den Mörtel nicht an, dringen nicht in den Putz ein und weisen auch kein Dickenwachstum auf, so dass sie keine «sprengende» Wirkung in Fugen oder Rissen bewirken können. Lediglich bei beschädigtem Mauerwerk mit dicken Fugen kann es passieren, dass die verholzenden Triebe in Fugen hineingeraten und durch ihr Dickenwachstum die Fugen vergrössern bzw. Mauerwerkteile zum Abplatzen bringen.

Es gibt begrünte Fassaden, die über 60 Jahre lang nicht ausgebessert worden sind und dank dem Schutz durch die Pflanzen auch jetzt noch keine Schäden aufweisen.

Dass begrünte Fassaden hygienisch als unbedenklich angesehen werden, zeigen die dicht mit wildem Wein überzogenen Fassaden mehrerer Krankenhäuser und Kindergärten in Berlin, die vom Gesundheitsamt nicht beanstandet worden sind. Vom gesundheitlichen Standpunkt aus betrachtet überwiegt in jedem Fall der Vorteil, dass die Luft, die durch die Fenster in die Innenräume gelangt, durch die Pflanzen gereinigt sowie mit Sauerstoff und Feuchtigkeit angereichert ist.

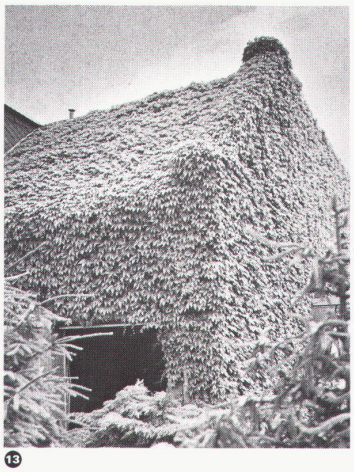
Begrünte Dächer

Begrünte Dächer sind sowohl im kalten Klima Skandinaviens, Islands und Kanadas als auch im heissen Klima Tansanias seit Jahrhunderten bekannt (Abb. 14). Im kalten Klima «wärmen» sie, indem sie die Wärme des Innenraumes speichern, im heissen Klima «kühlen» sie, indem sie die äussere Wärme vom Innenraum fernhalten. In beiden Fällen bewirkt die Vegetation im Zusammenhang mit der Erde für das Wohnklima einen Ausgleich der Temperaturschwankungen und erreicht mit einfachsten Mitteln eine ausreichende Wärmespeicherung und Wärmedämmung.

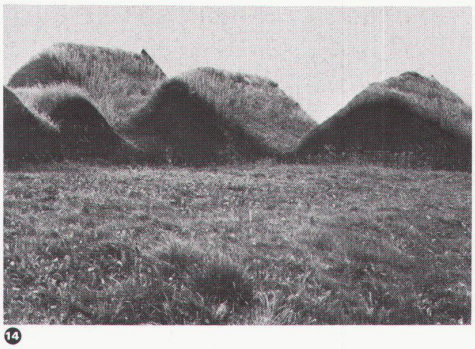
Das traditionelle Grasdach Skandinaviens hat eine Neigung von 30 bis 45° und besteht aus einer 20 cm dicken Grassodenschicht, die auf einer mehrlagigen Birkenrindenschicht verlegt wird. Die Birkenrinde, die wegen ihres hohen Gerbsäuregehalts relativ widerstandsfähig gegen Verrotten ist, wird mit Holzteer verklebt. Neuere skandinavische Grasdächer mit Bitumenverklebung oder mit Bitumendachbahnen haben sich nicht bewährt. Bitumen ist ein Nährboden für Mikroorganismen und damit auch für Pflanzen und wird von vielen Pflanzenwurzeln in kürzester Zeit durchwachsen.

In der Bundesrepublik Deutschland, der Schweiz und in Österreich sind in den letzten Jahrzehnten eine Reihe begrünter Flachdächer entstanden. Es gibt mehrere Firmen, die eigene Systeme für Flachdachbegrünungen entwickelt haben. Sie weisen im Vergleich zu den erwähnten geneigten Dächern historischer Beispiele einen komplizierten und teuren Aufbau auf. Dieser Aufbau bringt für die Flachdachkonstruktion ein zusätzliches Gewicht von etwa 200 bis 500 kg/m² und Mehrkosten von 150 bis 400 DM je m² Dachfläche. Diese Lösungen sind für übliche Wohn- und Verwaltungsbauten, für Sozialbauten, Fabrikations- und Lagerhallen viel zu teuer.

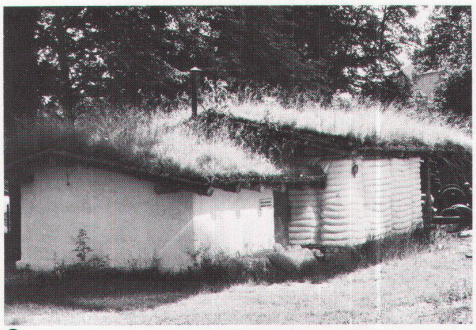
Eine pflegeleichte und besonders wirtschaftliche Grasdachkonstruktion wurde auf dem in Abb. 15 gezeigten Versuchsbau des Forschungslabors für Experimentelles Bauen, Gesamthochschule Kassel, von 1978 getestet. Ohne negative Auswirkungen überstand das Grasdach sowohl eine Aufheizung der Dachhaut auf über 100°C, die durch ein Feuer im Innenraum des Versuchsbaus erzeugt wurde, als auch eine Abkühlung auf −20°C, die durch eine mehrere Tage an-



⓭



⓮



⓯

haltende Frostperiode erreicht wurde. Das Dach wurde seit dem Erstellen weder gemäht noch bewässert.

An den Dachrändern bilden sich interessante Wuchsformen heraus: Klee, der sich in der «Dachwiese» nicht entwikkeln kann, zeigt am Rande, wo er genügend Sonne bekommt, Ranken bis 1 m Länge.

Inzwischen wurde dieses Grasdachsystem weiterentwickelt und auf mehr als 25 Gebäuden unterschiedlicher Art und Grösse montiert (Wohnhäuser, Arztpraxen, Schulbauten, Garagen, Wintergärten, Gartenpavillons u. dgl.). Dieses Dachsystem ist für Dachneigungen zwischen 5 und 45° geeignet (die wirtschaftlichste Lösung liegt bei 5–15°) und lässt sich bei entsprechender Unterkonstruktion auch nachträglich auf Flachdächer aufbringen. Die Begrünung besteht aus einer speziellen frostharten und dürreresistenten Grasmischung, die ein 20–40 cm hohes, dichtes Graspolster bildet, das nicht gemäht werden soll.

Bei diesem Grasdachsystem können folgende positive Wirkungen festgestellt werden:

1. Wärmedämmung durch Luftpolsterbildung: Zwischen den dichten, 20–40 cm hohen Gräsern bildet sich ein wärmedämmendes Luftpolster, das wie ein Pelzmantel einen wirksamen Wärmeschutz bietet.
2. Verringerung des Wärmeverlustes infolge Konvektion (Luftbewegung): Dadurch, dass das dichte Graspolster den Wind abhält, herrscht an der Bodenoberfläche keinerlei Luftbewegung, so dass ein Wärmeverlust infolge von Wind nahezu ausgeschlossen werden kann. Da bei freistehenden Gebäuden ohne erhöhten Wärmeschutz der Wärmeverlust infolge Konvektion (insbesondere durch Wind) über 50% ausmachen kann, bedeutet ein dichter Graspelz hier die wirksamste Energieeinsparung.
3. Verringerung des Wärmeverlustes durch Reflexion und Absorption eines Teils der vom Gebäude nach aussen dringenden langwelligen Wärmestrahlung: Die vom Gebäude nach aussen dringende langwellige Wärmestrahlung, die üblicherweise zu einem nicht unerheblichen Wärmeverlust führt, wird vom Gras zu einem grossen Teil wieder nach innen zurückgeworfen bzw. absorbiert.
4. Nächtliche und winterliche Aufheizung der Erdschicht durch die Wurzelatmung: Die biologische Aktivität der Pflanzen im Wurzelbereich äussert sich in der sogenannten «Wurzelatmung». Sie trägt dazu bei, dass die Wurzeln im Winter nicht einfrieren und dass die Temperaturen im Erdreich kaum unter den Nullpunkt absinken.
5. Wärmeerzeugung durch Tauwasserbildung: In den Morgenstunden zwischen 4 und 7 Uhr, wenn die Aussentemperaturen am niedrigsten sind, bildet sich in dem dichten Graspolster Tauwasser. Die dabei entstehende Wärme verringert die Temperaturdifferenz von innen nach aussen und damit auch den Wärmeverlust des Gebäudes. (Bei der Kondensation eines Liters Wasser werden etwa 2,2 MJ [530 kcal] Energie frei.)
6. Verringerung des Wärmeverlustes bei Frost durch den Latentspeichereffekt des feuchten Erdreichs: Da bei der Umwandlung eines Gramms Wasser zu Eis ca. 80 Kalorien Wärme frei werden, ohne dass die Temperatur sinkt, bleibt das gefrierende Erdreich sehr lange bei einer Temperatur von 0°C, auch wenn die Aussentemperatur wesentlich niedriger liegt. Bei einer Innentemperatur von +20°C, einer Aussentemperatur von −20°C und einer Erdtemperatur von ±0°C erhöht sich die Wärmedämmwirkung etwa um 100%, d.h. der Wärmeverlust des Daches wird um etwa 50% reduziert. Beim Auftauen von Eis wird zwar die entsprechende Energie von 80 cal/g Eis für die Rückwandlung des Aggregatzustandes wieder verbraucht, da diese jedoch weitestgehend der Luft entzogen wird, entsteht insgesamt durch diesen Latentspeichereffekt ein Wärmegewinn für das Dach.
7. Umwandlung der Windenergie in Wärme: Durch Reibung der Luft an der Vegetation und durch die Bewegungen der Pflanzenteile im Wind entsteht Wärme. (Die dadurch gewonnene Wärmeenergie ist vermutlich gering; Messungen liegen nicht vor.)
8. Wärmespeicherung: Durch die Erdschicht und durch die in den Pflanzen enthaltene Flüssigkeit entsteht eine hohe Wärmespeicherkapazität, die sich positiv auf das Wohnklima auswirkt.
9. Schallschutz: Die Schalldämmung des Substrats beträgt ca. 46 dB bei 20 cm Dicke und ca. 40 dB bei 12 cm Dicke. Das Graspolster hat ausserdem eine Schallschluckwirkung, die wesentlich höher ist als bei einem schweren Teppichboden mit Filzunterlage.

---

❾ Fünfgeschossiges Wohnhaus aus massiven Stampflehmwänden, 1882, Weilburg, Hessen / Habitation à cinq niveaux avec murs en pisé massif, 1882, Weilburg, Hesse / Five-storey house of solid stamped earth walls, 1882, Weilburg, Hessia

❿ Lehmstrangpressgerät / Presse à boudiner l'argile / Earth extrusion press

⓫ Erdbebensicheres Low-Cost-Housing-Projekt, Guatemala 1978 / Projet de Low-Cost-Housing à l'épreuve des séismes, Guatemala 1978 / Earthquake-proof low cost housing project, Guatemala 1978

⓬ Kletterschalung für Stampflehm, Versuchsbau, Gesamthochschule Kassel 1982 / Coffrage glissant pour murs en pisé, Ecole Supérieure Intégrée, Kassel 1982 / Climbing form for stamped earth, experimental building, University of Kassel 1982

⓭ Mit wildem Wein überzogene Fassaden / Façades recouvertes de vigne vierge / Walls covered with Virginia creeper

⓮ Grassodendächer, Island / Toitures en gazon, Islande / Sod roofs, Iceland

⓯ Grassodendach, Versuchshaus Gesamthochschule Kassel 1978 / Toiture en gazon, maison expérimentale de l'Ecole Supérieure Intégrée de Kassel, 1978 / Sod roof, experimental house, University of Kassel 1978

10. Luftverbesserung durch Sauerstoffanreicherung und Kohlendioxidverbrauch: Nach Bernatzky erzeugen 25 m² Blattoberfläche am Tage etwa soviel Sauerstoff, wie ein Mensch in der gleichen Zeit zum Atmen benötigt. Berücksichtigt man jedoch die Nacht- und die Winterperioden, so werden etwa 150 m² Blattgrün für den Sauerstoffbedarf eines Menschen benötigt. Demnach erzeugt ein 150 m² grosses Grasdach, das 100 m² Blattoberfläche je m² Dachfläche aufweist, im Jahresdurchschnitt für 100 Menschen ausreichend Sauerstoff zum Atmen; 150 m² «städtisches Grün» erzeugen dagegen nur etwa für 5 Menschen Sauerstoff im Jahr. Das bedeutet, dass ein Grasdach etwa 20mal soviel Sauerstoff im Jahr produziert wie ein gleichgrosses Stück «städtischen Grüns».
11. Luftreinigung durch die Filterwirkung des Graspolsters: Die Blattoberflächen binden Staubpartikeln und schädliche Aerosole, die dann vom Regen in den Boden gespült werden.
12. Kühlwirkung bei intensiver Sonneneinstrahlung im Sommer: Durch die Verdunstung von Wasser, durch den Wärmeverbrauch bei der Photosynthese und durch die Reflexion der Sonnenstrahlen entsteht eine spürbare Kühlwirkung im Sommer.
13. Verringerung der vertikalen Luftbewegung über den Dachflächen: Bei unbegrünten flachen Dächern können infolge der Erwärmung der Dachfläche aufsteigende Warmluftbewegungen mit Geschwindigkeiten von bis zu 0,5 m/sec entstehen. Dieser Luftsog reisst Staub- und Schmutzpartikeln in die Luft und trägt zur Bildung von Schmutz- und Dunst-Glocken über den Wohngebieten bei. Durch eine dichte Begrünung wird dieses Aufwirbeln von Schmutz fast vollständig verhindert.
14. Wasserspeicherung: Das Grasdach speichert bei einer Dicke von 20 cm eine Niederschlagsmenge von 50 bis 70 mm (je nach Aufbau der Substratschichten). Das entspricht etwa der durchschnittlichen Niederschlagsmenge in einem Monat.
15. Schutz der Dachhaut: Durch das Grasdach ist die Dachhaut gegen ultraviolette Strahlen, gegen starke Temperaturschwankungen und gegen mechanische Verletzung weitestgehend geschützt.

Durch das Zusammenwirken einiger erwähnter Faktoren wird erreicht, dass die bei nichtbegrünten Dächern auftretenden starken Temperaturschwankungen erheblich reduziert werden. Während auf herkömmlichen Dächern maximale Temperaturen bis zu ca. 80°C auftreten können, steigt die Temperatur bei Grasdächern nicht über 25°C (an der Erdgrenzschicht). Während bei unbegrünten Dächern Temperaturschwankungen von 100°C auftreten können, betragen diese beim Grasdach nur maximal 30°C.

Die meisten aufgeführten positiven Wirkungen sind abhängig von der Dichte des Pflanzenpolsters und von der Grösse der Gesamtblattoberfläche. Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, dass die Grasmischung, die für dieses Grasdachsystem verwendet wird, 10- bis 15mal soviel Blattoberfläche wie ein üblicher Rasen, der regelmässig geschnitten wird, und 50- bis 100mal soviel Blattoberfläche wie eine dichte extensive Begrünung mit Sedum (Mauerpfeffer) aufweist (vgl. Abb. 16). Das bedeutet, dass die positiven Wirkungen dieses speziellen Grasdaches bis zu 100mal grösser sind als bei Begrünungen mit Sedumarten.

Bei 20 cm Substratdicke und einem 20–40 cm hohen dichten Graspolster kann dieses Grasdach eine Dämmwirkung erzielen, die derjenigen von 15 cm Mineralwolle entspricht; das bedeutet, dass ohne wesentliche Kostenerhöhung eine extrem hohe Energieeinsparung erreicht werden kann. Die dabei entstehenden Kosten sind in der Regel niedriger als bei einem herkömmlichen Dach mit zusätzlicher Wärmedämmung.

Bei Dächern über Wohnräumen, die mit diesem Grasdachsystem abgedeckt sind, ist eine Kondenswasserbildung unterhalb der Dachhaut ausgeschlossen, da der Taupunkt stets im Erdreich liegt. Deshalb ist der Einbau einer Dampfsperre nicht notwendig und auch nicht sinnvoll. Die Dachhaut ist wasserdicht, jedoch wasserdampfdurchlässig. Die Dampfbremswirkung beträgt nur etwa ein Dreissigstel der einer üblichen Dachhaut aus drei Lagen Glasvlies-Bitumen-Dachbahnen.

Untersuchte Vegetation	m² Blattoberfläche je m² Bodenfläche bzw. Wandfläche
Rasen: 3 cm hoch	6
5 cm hoch	9
Wiese mit 60 cm langen Gräsern	bis zu 225
Ungemähtes Grasdach	mehr als 100
Sedum, bis 8 cm hoch	1
Sedum, sehr dicht, bis 10 cm hoch	2,4
Wilder Wein an Fassade:	
10 cm dick	3
20 cm dick	5
Efeu an Fassade, 25 cm dick	11,8

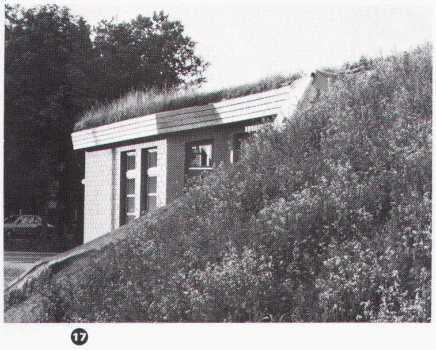
16

Das Gewicht des Grasdaches ist vorteilhaft für die Schalldämmung und die Wärmespeicherung. Bei Sanierungsmassnahmen muss jedoch die Belastbarkeit der Dachkonstruktion vorher überprüft und die Substratmischung auf die zulässige Belastung eingestellt werden. Die leichteste Ausführung des Grasdaches wiegt 60 kg/m².

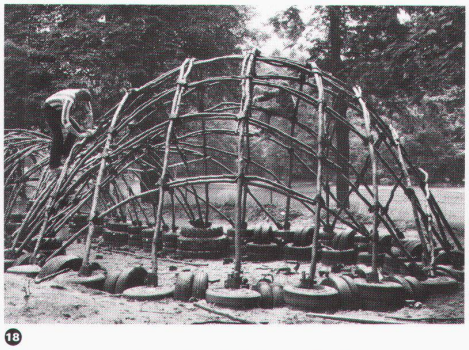
Die Abb. 17 zeigt das ca. 300 m² grosse Dach einer Zahnarztpraxis in Bücken bei Hoya, auf dem die Erde an mehreren Stellen bis zur Dachkante angeschüttet wurde. Dadurch sind die Wände weitgehend vor extremen Aussentemperaturen geschützt. Die fast 400 m² grosse Dachhaut wurde in einem Stück gefertigt, auf dem Dach ausgerollt und dann mit einer 20 cm dicken Substratschicht versehen.

Dass sich auch extrem steile Dächer mit Neigungen bis zu 80° mit Grassoden oder Rollrasen eindecken lassen, zeigen verschiedene Versuchsbauten des Forschungslabors für Experimentelles Bauen. Bei dem in Abb. 18 und 19 gezeigten Versuchsbau wird das Abrutschen des Erdreichs durch Altreifen verhindert.

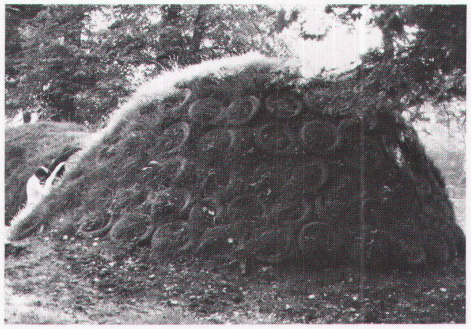
Die Unterkonstruktion dieses kuppelförmigen Baukörpers mit 120 m² Oberfläche besteht aus einer «Gitterschalenkonstruktion», die aus zwei Lagen sich kreuzender, 4–8 cm dicker Buchenstämme hergestellt wurde. Die Buchenstämme, die beim Ausforsten im Wald als «Abfall» anfielen, lassen sich im frischen Zustand relativ leicht in die gewünschte Form krümmen. Nach 6 Monaten waren die Altreifen völlig vom Gras überwuchert.



⓱



⓲



⓳

Zum Konzept der ökologischen Siedlung Kassel; Zielvorstellungen

Die ökologische Siedlung Kassel befindet sich im Stadium der Vorplanung und soll 1984 realisiert werden. Sie wird 3 Wohnhausgruppen von je 10 Einfamilienhäusern umfassen.

Das Ziel dieses Siedlungskonzeptes ist, durch klimagerechte, energiegewinnende und kostensenkende Haus- und Siedlungsplanung, durch energiesparende und kostensenkende Bauweisen, durch die Verwendung «wohngesunder» Baumaterialien und durch energiesparende Heizungssysteme ein ökologisch orientiertes gesundes Wohnen zu einem Preis zu ermöglichen, der deutlich unter dem des üblichen gehobenen Wohnungsbaus liegt. Die ökologische Siedlung soll ein Modell dafür sein,

– dass das ungesunde Stadtklima durch eine Wohnbebauung nicht noch weiter belastet zu werden braucht

– dass die durch eine Bebauung verlorengegangene Grünfläche durch eine Begrünung der Fassaden und Dächer wiedergewonnen werden kann

– dass das Regenwasser nicht in kostenerzeugenden Kanalsystemen abgeführt werden muss, sondern nutzbringend und kostensenkend im Baugebiet durch Vegetationssysteme gespeichert bzw. dem Grundwasser zugeführt werden kann

– dass der Energieverbrauch der Häuser durch gezielte Massnahmen erheblich reduziert werden kann

– dass die Baukosten durch eine klimagerechte und energiegewinnende Baukonzeption sowie durch kostensenkende und energiesparende Baumassnahmen und Bauweisen um 30 bis 50% gesenkt werden können

– dass der Wohn- und Freizeitwert in einer ökologischen Siedlung höher liegt als in einer konventionellen Siedlung.

G.M.

Massnahmenkatalog zur Erreichung der Zielvorstellungen

1. Landschaftsökologische Massnahmen zum Schutz der Landschaft und zur Verbesserung der Wohnsituation in der Siedlung:
1.1 harmonische Eingliederung der Siedlung in die Umgebung / Berücksichtigung der vorhandenen Standortsituation (Topographie, Grundwassersystem, Vegetation, Mikroklima, Makroklima)
1.2 weitestgehende Vermeidung versiegelter Flächen für Strassen, Wege, Parkplätze und Garagen
1.3 weitestgehende Begrünung aller vertikalen, geneigten und horizontalen Gebäudeflächen
1.4 Speicherung des Niederschlagswassers durch Vegetationssysteme
1.5 Schaffung gemeinsamer oder getrennter Gartenanbauflächen («Selbstversorgergärten»)

2. Siedlungsökologische Massnahmen zur Verringerung der Erschliessungskosten:
2.1 Stichstrassenerschliessung ohne Trennung von Geh- und Fahrstreifen
2.2 Verbundpflaster statt versiegelter Strassenoberflächen
2.3 gemeinsame Pkw-Abstellplätze und Garagen
2.4 Einsparung des Regenwasserkanalsystems durch Wasserspeicherung in Vegetationssystemen und oberflächliche Wasserabführung
2.5 evtl. Einsparung eines Abwasserkanalsystems durch eigene biologische Abwasserreinigung («Wurzelraumentsorgung»)

3. Bauökologische Massnahmen zur Verbesserung der Wohnqualität:
3.1 Orientierung der Bebauung zur Sonne / verschattungsfreie Südfassaden
3.2 Schaffung eines optimalen, naturbezogenen Nutzungs- und Erlebnisraumes innerhalb der Siedlung
3.3 Schaffung integrierter Gewächshäuser, die die Wohnfläche erweitern, das Innenraumklima verbessern und Anbaufläche für Nutzpflanzen bieten
3.4 gemeinsame Windschutzpflanzungen
3.5 sommerlicher Wärmeschutz durch ausgewählte Vegetation und konstruktive Massnahmen
3.6 Sauerstoffanreicherung und Reinigung der Atemluft durch Vegetation
3.7 Feuchte- und Temperaturausgleich im Innenraum durch besonders atmungsaktive und besonders wärmespeichernde Wand- und Dachkonstruktionen (Lehmwände und Grasdächer)
3.8 Verwendung von Baustoffen ohne chemische Ausdünstungen und ohne radioaktive Eigenstrahlung

4. Energiegewinnende Baumassnahmen (Solarenergienutzung):
4.1 Öffnung der Südfassaden durch Fenster (Nutzung der positiven Wärmebilanz)
4.2 Einbau von Wärmefallen mit Wärmespeichern (Anlehngewächshäuser, Wintergärten, Trombe-Wände)
4.3 evtl. Nutzung der Solarenergie zur Brauchwasserwärmung und/oder Heizung (Niedrigtemperatur-Solarkollektoren, Energiepakete u.dgl. mit Wärmepumpen)

5. Energiesparende Baumassnahmen:
5.1 Zonierung der Räume, entsprechend ihrem Wärmegefälle («Temperaturhierarchien»)
5.2 Dachkonstruktionen mit extrem hoher Wärmedämmung
5.3 Minimierung des Wärmeverlustes durch Windeinwirkung (Optimierung der Orientierung, Windschutzhecken, Fassaden- und Dachbegrünung)
5.4 Nutzung von Vegetation und Erde zur natürlichen Wärmedämmung (begrünte Fassaden oder Wände mit Erdanschüttung, begrünte Dächer)
5.5 Verringerung der Fensterflächen nach N, O, W
5.6 Zusätzlicher temporärer Wärmeschutz bei Fenstern
5.7 Schaffung klimatischer Pufferzonen bei Fenstern und Türen (integrierte Gewächshäuser, Wintergärten, Blumenfenster u.dgl.)

6. Kostensparende Bauplanung und -organisation:
6.1 Ersatz des Kellers durch ebenerdige Abstellräume
6.2 Einsparung von Baunebenkosten durch gemeinsame Planung
6.3 Einsparung von Baukosten durch gemeinsamen Materialeinkauf und koordinierte Auftragsvergabe
6.4 Einplanung eines relativ hohen Eigenleistungsanteils beim Ausbau

7. Kostensparende Bauweisen:
7.1 Dachdeckung aus Substrat und Spezialgrasmischungen
7.2 Verwendung von örtlichen Baumaterialien wie beispielsweise Lehm für Wandkonstruktionen
7.3 Verwendung von Gartenblankglas und mehrlagigen Einfachverglasungen bei Fenstern und Gewächshäusern
7.4 zentrale Strahlungsheizung, dimensioniert für ½- oder ⅔-Belastung, mit preiswerter Zusatzheizung G.M.

Fotonachweis:
Larry Birch: 7;
Bernd Baier: 23;
Gernot Minke: 1, 3–6, 9–22, 24–32

⓰
Blattoberflächen verschiedener Vegetationssysteme / Texture superficielle des feuilles dans divers systèmes de végétation / Leaf surfaces of different vegetation systems

⓱
Zahnarztpraxis, Bücken bei Hoya / Cabinet dentaire, Bükken près de Hoya / Dentist's office, Bücken near Hoya

⓲ ⓳
ÖkoBau, grassodenbedeckte Gitterschalenkonstruktion, Versuchsbau Gesamthochschule Kassel / Bâtiment écologique, construction en nappe réticulée recouverte de gazon, construction expérimentale de l'Ecole Supérieure Intégrée de Kassel / Eco-structure, sod-covered lattice shell construction, experimental building, University of Kassel