

# IN DIESER AUSGABE:

LEHMBAU:	77
Lehmbauten in Burkina Faso, Lehmausfachung von Fachwerkbauten in Südlirnburg, Neue Lehmabautechniken auf der BUGA '87 in Düsseldorf	
HOLZBAU:	84
Fugen im Holzbau	
BAUKONSTRUKTION:	83
Aluminiumfenster	
TERMINE; VERMISCHTES:	88



Kuppelbau ohne Schalung

## Lehmbau in Burkina Faso – Die Gesundheitsstation von Batié Nord

Nach dem Panafrikanischen Institut für Entwicklung und mehreren Wohnhäusern stellt ARCH<sup>+</sup> in diesem Heft ein weiteres Projekt vor, das sich aus der Zusammenarbeit zwischen ADAUA und DED ergeben hat.

Vor kurzem berichteten wir über zwei ADAUA-Bauten in Burkina Faso (siehe 85 ARCH<sup>+</sup>, S. 12-13). In der Zwischenzeit ist es in Ouagadougou zu einer Zusammenarbeit zwischen dem DED (Deutscher Entwicklungsdienst) und ADAUA (Association pour le Developement Naturel d'une Architecture et d'un Urbanisme Africains) mit dem Ziel gekommen, eine Reihe von Ambulanz- und Entbindungstationen im

ländlichen Raum in einer durch Zement stabilisierten Lehmabauweise zu errichten.

Der DED engagiert sich seit mehr als zehn Jahren im Basisgesundheitswesen von Burkina Faso (finanziell unterstützt durch die GTZ, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). Neben Ärzten und Krankenschwestern, die in Landeskrankenhäusern und Buschstationen bei der Krankenversorgung und der

Ausbildung von einheimischem Personal mitwirken, sind auch Architekten mit der Planung und Realisierung von Gesundheitsbauten in drei Provinzen des Landes beauftragt. Dieses vollzieht sich im Rahmen der nationalen Gesundheitsplanung, die vorsieht, bis zum Jahre 1990 das ganze Land mit einem Netz von Ambulanzstationen zu erschließen, die untereinander nicht weiter als 25 bis 30 Kilometer entfernt sein

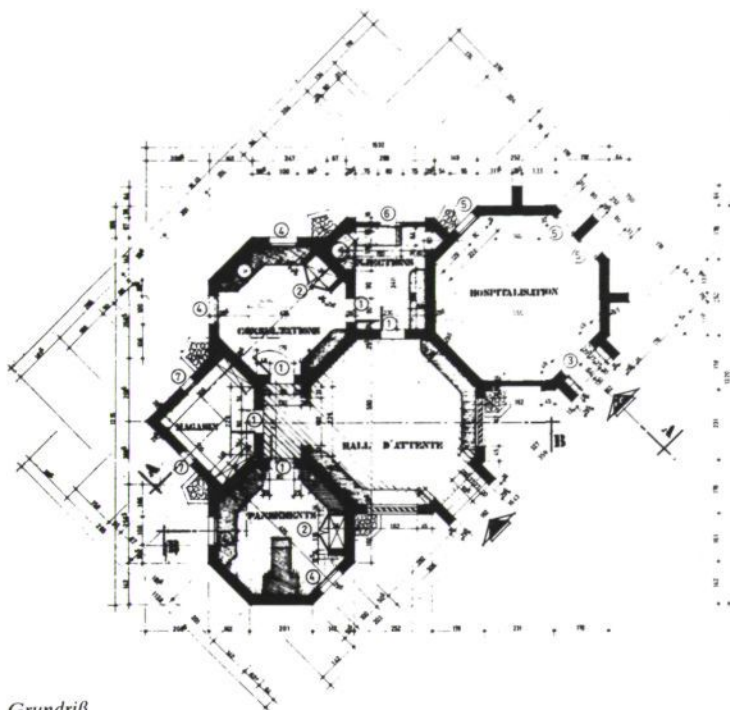
sollen.

Bislang waren diese Bauten ausschließlich in einer „modernen“ Bauweise erstellt worden (Betonhohlblocksteine, Stahlbetondecke, Wellblech). Seit dem letzten Wechsel innerhalb der Architektengruppe des DED wurde diese Bauweise zunehmend in Frage gestellt, mit der Absicht, einen Versuchsbau in einer alternativen, den lokalen Bedingungen und Möglichkeiten





Schnitt A-A



Grundriß



Lufttrocknung der gepreßten Lehmsteine

besser angepassten Technologie zu errichten – wobei sich der traditionelle Baustoff „Lehm“ wie von selbst anbietet. Diese Bemühungen gingen hauptsächlich in drei Zielrichtungen

1. durch eine Substitution der „modernen“, meist importierten Baumaterialien durch den lokalen Baustoff Erde zu einer Kostendämpfung und -stabilisierung zu gelangen,
2. die Bevölkerung vor Ort verstärkt in die Baumaßnahmen miteinbringen, um das Bewußtsein und Verantwortungsgefühl der Dörfer für „ihre“ Gesundheitsstation zu stärken,
3. an einem konkreten Beispiel die raumklimatischen Vorteile von dicken, massiven Bauteilen und Raumabschlüssen (sprich Lehmwänden und -dächern) im Gegensatz zu der in einem heißen Klima unnötigen, aber leider weit verbreiteten Leichtbauweise der Hohlblocksteine und Wellblechdächer zu demonstrieren.

Als Standort für eine erste Modellbaustelle wurde Batié Nord ausgewählt, ein kleines Dorf im Südwesten von Burkina Faso, 450 Kilometer von der Hauptstadt Ouagadougou und 50 Kilometer von der Provinzhauptstadt Gaoua entfernt an der Schwarzen Volta gelegen, dem Grenzfluß zu Ghana. Seitdem in dieser Ortschaft vor einigen Jahren eine Schule eingerichtet worden war, war auch der Bau einer Gesundheitsstation als Ausgangspunkt für die medizinische Betreuung von etwa vierzig umliegenden Dörfern geplant.

In Kooperation mit dem Büro von ADAUA, das im westafrikanischen Raum wohl die meiste Erfahrung auf dem Gebiet „angepaßter“ Bauweisen besitzt, wurden im September und Oktober 1985 die Entwurfs- und Ausführungspläne erarbeitet. Das Raumprogramm hatte sich dabei an Vorgaben des burkinischen Gesundheitsministeriums zu orientieren, das für eine solche



Handwerker beim Pressen von Lehmsteinen



Schalung und Herstellung der Mauerbögen

Station unterer Größenordnung, die in der Regel mit ein bis zwei Krankenpflegern besetzt wird, drei Funktionsräume (Konsultationsraum, Behandlungsraum, Spritzenraum), ein kleines Magazin sowie einen Bettenraum für die stationär untergebrachten Kranken vorsieht. Zusätzlich wurde eine überdachte, zentrale Eingangs- und Wartehalle geschaffen, die auch als Versammlungs- und Schulungsraum (für präventive Gesundheitserziehung) genutzt werden soll.

Von den ersten Vorgesprächen an hatte sich die Dorfbevölkerung zur aktiven Mitarbeit bereit erklärt, was sie dann im Dezember unter Beweis stellte, als sie innerhalb von drei Wochen einen fünfzehn Meter tiefen Grabbrunnen aushob, um die für die Baustelle notwendige Wasserversorgung sicherzustellen. Auf Vorschlag von ADAUA wurde eine auf früheren Baustellen geschulte und in der speziellen Bautechnik erfahrene Mauerequipe

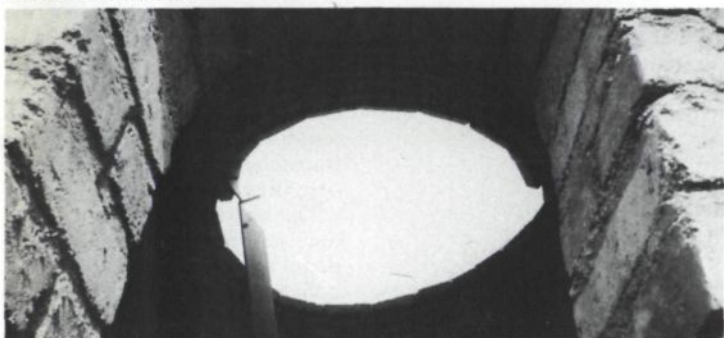
(drei Maurer, zwei Ziegelhersteller) mit der Ausführung aller spezialisierten Arbeiten beauftragt. Organisation und Einkauf der notwendigen Materialien sowie Bauleitung lagen in der Hand des DED-Architekten.

Anfang Januar wurde mit der Produktion der Lehmziegel begonnen. Mit Hilfe von zwei Handpressen wurden in vier Wochen ca. 30.000 Steine hergestellt, luftgetrocknet, in drei unterschiedlichen Formaten (größere Steine für die Wände, kleinere für Kuppeln und Gewölbe) und mit je nach Bauteil differenzierten Zementbeimischungen (8% für das Sockelmauerwerk, 4% für das aufgehende Mauerwerk, 10% für die Dachabschlüsse). Alle Wände sind aus statischen und aus raumklimatischen Gründen 30 Zentimeter dick. Im Bereich der weitgespannten Kuppeln (Hospitalisationsraum) wurden die Wände zusätzlich durch äußere Strebepfeiler verstärkt. Die kostengün-





Ansicht von Südosten



Eine Kuppel kurz vor der Fertigstellung

stigste Art und Weise des oberen Raumabschlusses sind bei dieser Bauweise ganz ohne Schalung gemauerte Kuppeln aus Lehmsteinen. Dabei werden die Steine in konzentrischen Kreisen in einem Winkel aufeinander gesetzt, der ungefähr 10 bis 15 Grad flacher geneigt ist als der Winkel, der durch den Radius der Kuppel bestimmt wird, wodurch Reibungskräfte entstehen, die ein Abrutschen verhindern. Aus Demonstrationsgründen wurden ebenfalls zwei kleinere Tonnengewölbe mit Hilfe einer Holzschalung ausgeführt. Auf die geschlossenen Dachflächen wurde ein geglätteter Betonestrich aufgebracht und, angesichts der noch erheblichen Niederschlagsmenge von jährlich 1000 bis 1100 Millimetern in der Region, mit einer zusätzlichen Regensperre (Alu-Bitumen-Folie) abgeklebt. Demontable Licht- und Lüftungskuppeln gewährleisten den korrekten Abzug der durch die horizontal beweglichen Blechla-

mellenfenster einströmenden Heißluft im Scheitelpunkt der Kuppel. Nach einer Rekordbauzeit von nur drei Monaten wurde die Station in den ersten Apriltagen, rechtzeitig vor Beginn der Regenzeit, fertiggestellt, etwa zwei Wochen später die dazugehörigen Duschen und Latrinen.

Zieht man eine Schlußbilanz, so läßt sich feststellen, daß dieser Bau aus zementstabilisiertem Lehm fast 30% billiger gewesen ist als ein vergleichbarer Bau aus Betonsteinen an einem vergleichbaren Standort. Die hohe „Arbeitsintensität“ der Lehm- bautechnik (im Gegensatz zur „Materialintensität“ moderner Stahlbetonbauten) schuf dabei die Voraussetzungen für eine umfangreiche Beteiligung der Bevölkerung am Baugeschehen. Es hat sich gezeigt, daß sich die Dorfbewohner bei einer rechtzeitigen Sensibilisierung und einer richtigen Auswahl der Bauzeiten (es muß dann gebaut werden, wenn keine oder nur wenige



Ansicht von Norden

Arbeiten auf den Feldern anfallen) durchaus für solche Gemeinschaftsaufgaben motivieren lassen. Diese Verpflichtung zur Mitarbeit im Sinne einer „Hilfe zur Selbsthilfe“ ist sicherlich eine sinnvollere Form der Entwicklungszusammenarbeit als die großzügige Verteilung von „Geschenken“ von außen. Erste offizielle Besucher des Bauwerks (aus der Provinzhauptstadt und vom Ministerium in Ouagadougou) waren überrascht von der relativen Kühle hinter den massiven Lehmmauern bei 40 Grad Außentemperatur im Schatten – ein Bewußtsein für die vielfältigen Vorteile der eigenen traditionellen Baustoffe scheint sich in den Ländern Westafrikas erst langsam wieder zu entwickeln. Ein erster Erfolg des Versuches in Batié Nord ist die Genehmigung einer zweiten entsprechenden Baustelle für den Zeitraum von Oktober bis Dezember 1986 und die Aussicht auf eine umfangreichere Erprobung dieser

Bauweise im Bereich des Gesundheitswesens in den nächsten Jahren.

Michael Peterek

## Anmerkungen:

Eine ausführliche Dokumentation dieser Baumaßnahme wird demnächst in TRIALOG Nr. 11, Zeitschrift für das Planen und Bauen in der Dritten Welt, erscheinen.

## Einige Daten:

Planung und Leitung der Ausführung: Michael Peterek (im Auftrag des DED) in Zusammenarbeit mit ADAUA

Ausführung: Maurerkooperative SOUGRI-NOMA, unterstützt durch die Bevölkerung von Batié Nord

Bauzeit: Januar-April 1986

Baukosten: 4.825.700 FCFA (= 30.160,- DM)

Bruttogrundrißfläche: 120 qm

Nutzfläche: 100 qm

Baukosten pro qm-BGF: 40.000 FCFA (= 250,- DM)



## Lehmausfachung von Fachwerkbauten

– ein Beispiel aus Südlimburg, Holland

Auf meine Frage, warum sie mit Lehm bauen, antwortet mir *Paul Laugs*: „Weil wir gefunden haben, daß Lehm das beste Material für die Ausfachung von Fachwerkbauten ist.“ Paul und Baudewijn Laugs sind zwei Architekten-Handwerker in Südlimburg, die seit 20 Jahren Fachwerkhäuser restaurieren – ihr 1. Haus haben sie schon als Teenager gebaut. Sie machen die Planung, und einen Großteil der Arbeiten führen sie selbst aus.

Vor sechs Jahren wurden sie durch das Bauernhofmuseum in Bockrijk/B. angeregt, die in der Gegend traditionellen Lehmstakungen als Ausfachung zu verwenden. Nachdem das am Anfang schwierig war, Bauherren von der Qualität des Materials zu überzeugen, wird es nun von Haus zu Haus einfacher, da es bei den mit Lehm gebauten Häusern keine Beanstandungen gibt, sondern – im Gegenteil – niedere Heizkosten. Der Lehm wird in einer Baugrube nahe der Werkstatt in dünnen Schichten gestochen, und kann gleich dort mit Urin von Kühen, Kalk und Stroh mit Hilfe einer Mörtelschnecke vermischt werden. (Mischungs-

verhältnis 30 l Urin auf 30 Schaufeln Lehm und 6 Schaufeln Kalk. Ca. 2 1/2 Ballen Stroh auf 1 m<sup>3</sup>) Ich schätze das Gewicht dieses Strohlehms auf 1200-400 kg/m<sup>3</sup>. Kalk und Urin gehen eine feste Verbindung ein, die dem Lehm eine witterungsbeständige Oberfläche verleiht. Der Kalk trägt weiterhin zur Magerung bei, wodurch Risse vermieden werden.

Zuerst werden die Schäden am Fachwerk repariert, je nach Zustand des Gebäudes muß manchmal auch eine ganze Front erneuert oder sogar das Gebäude abgerissen und rekonstruiert werden. Das vorgegebene konstruktive System bleibt bis ins Detail erhalten, die Grundrisse können sich ändern. Bevorzugtes Bauholz ist Eiche – weil es das beste und langlebigste Holz ist. Auch der Wandaufbau folgt der Tradition: Stakungen setzen, flechten (Weidengeflecht), den Lehm aufbringen, außen und innen von Hand glattstreichen – dies ist ein äußerst arbeitsintensiver, aber auch sehr schöner, angenehmer Prozeß. Das Geflecht garantiert eine höhere Stabilität und längere Haltbarkeit als z.B. eine Leichtlehmausfachung. Es paßt sich je-

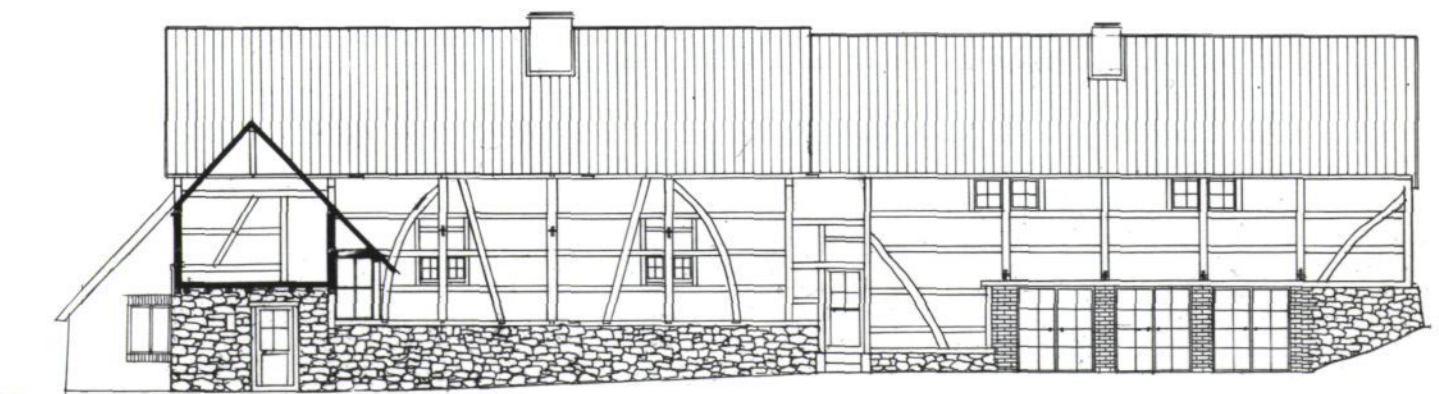
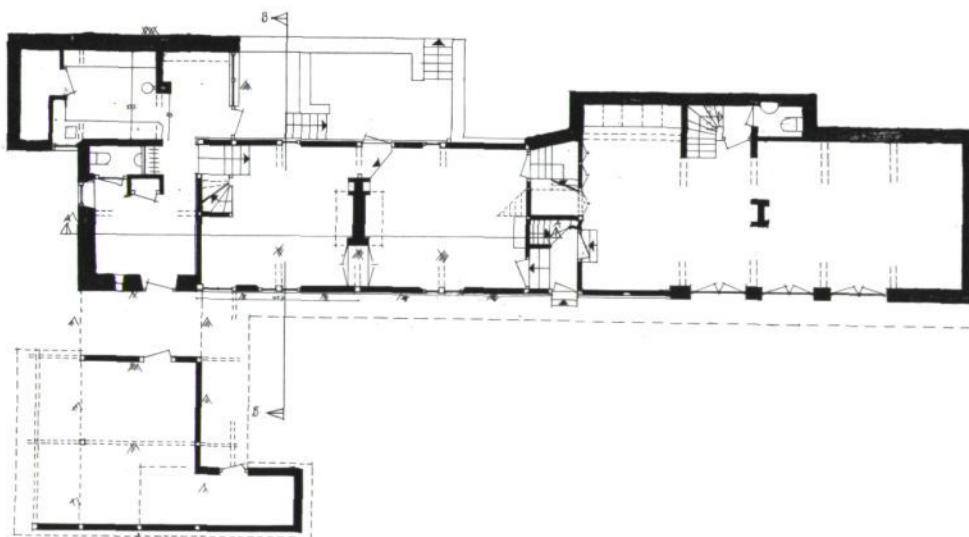
der Verwindung und Krümmung der Fachwerkwände an. Die lebenswert-sanfte Unregelmäßigkeit der alten Häuser bleibt damit erhalten, und das Licht spielt weich auf den niemals ganz geraden Flächen. Die Außenwände werden 20-25 cm dick, so dick wie die Ständerbalken, außen schließt der Lehm bündig mit dem Fachwerk ab und wird nur noch mit Kalk überstrichen, innen bündig mit den Ständern, eventuell durchgehende Fugen treten nur links und rechts der Ständer auf. Anders wie in Bokrijk wird der Lehm nicht in mehreren Schichten, sondern in einem Arbeitsgang aufgebracht. Der alte Grundsatz, daß ein Lehmhaus einen großen Hut und hohe Stiefel haben muß, soll heißen, einen weiten Dachüberstand und einen hohen Sockel, wird befolgt. Der Sockel besteht aus Bruchstein, auf dem die Eichenschwelle direkt aufliegt und als Horizontal Sperre ausreicht. Die Wetterseiten müssen i. a. verschalt werden, um Schutz vor Schlagregen zu garantieren. Für niederländische Verhältnisse ist mit den 25 cm starken Außenwänden eine gute Wärmedämmung gegeben, was

für deutsche Anforderungen kaum zutrifft. Es ist ein Punkt, über den man verschiedener Ansicht sein kann. In Betracht ziehen muß man bei diesen restaurierten Häusern den geringen Anteil an Fensterfläche. Kleine Fenster sind das älteste Mittel, um Wärmeverluste zu reduzieren. Trotzdem ist es nicht dunkel in den Räumen, im Gegenteil, man fühlt das Licht sehr intensiv – es erhält eine weiche, fast stofflich wahrnehmbare Qualität. Die Ausblicke nach draußen werden zu Bildern, die die Landschaft nach drinnen holen; – wobei ich allerdings genauso von den Qualitäten eines lichtdurchfluteten Wintergartens überzeugt bin. Es kommt ganz auf den Kontext an. Diese Häuser stehen alle unter Denkmalschutz und dürfen dementsprechend nicht verändert werden.

Alle Häuser, die ich gesehen habe, kennzeichnet eine besondere Sorgfalt in der Ausführung, eine Genauigkeit, die nicht exakt ist, eine Treue zum Original, die nicht kopiert. Vielleicht kommt dies daher, daß hier zwei Architekten am Werk sind, die auch als ausführende Handwerker arbeiten; viele Details werden auf der Baustelle entschieden und sind der Situation angepaßt. Sicherlich kann man sich darüber streiten, ob diese Art zu bauen in jedem Fall sinnvoll ist. Wegen des hohen Arbeitsaufwandes sind die Häuser nicht billig, der geringe Aufwand an Material und Fremdenergie, die einfache Ausführung und die Möglichkeit der Selbsthilfe machen sie jedoch bezahlbar und gesamtökologisch gesehen – da vor allem menschliche Energie eingesetzt wird – sogar recht billig.

Sabine Rothfuß

Paul und Baudewijn Laugs  
6274 NN Reimerstok  
Dorpstraat 96  
Holland



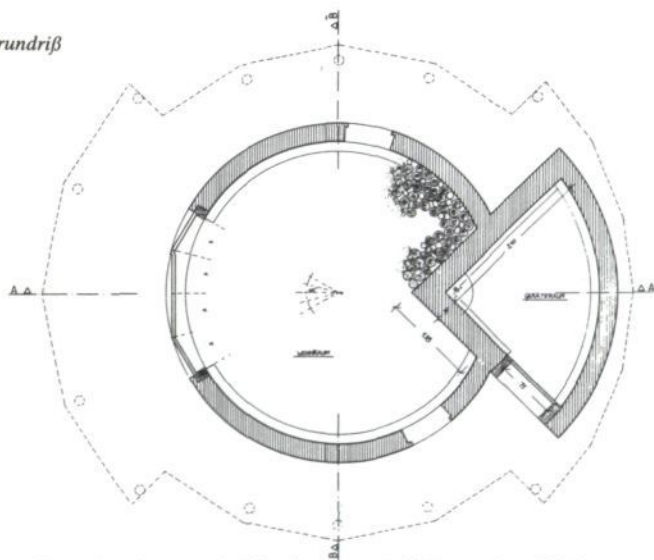




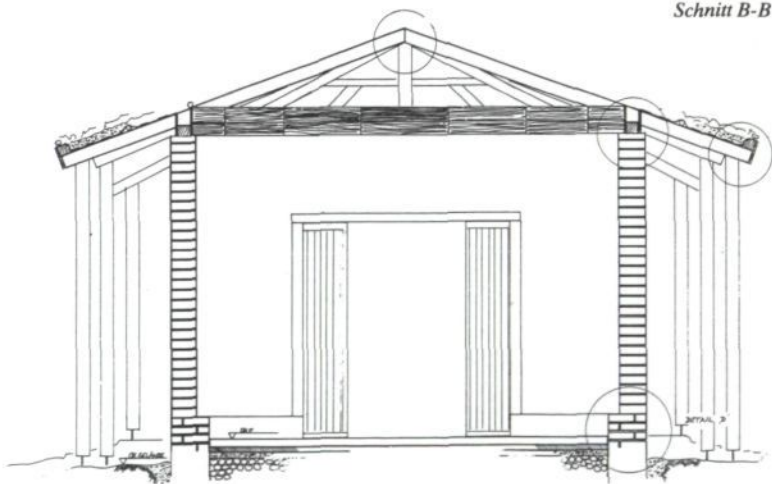
## Lehmlaube

– Neue Lehmbautechniken auf der BUGA '87, Düsseldorf

Grundriß



Schnitt B-B



Der Bewußtseinswandel in der Bevölkerung, von hochtechnischen zu überschaubaren, umweltschonenden Systemen, ist auch an der Bundesgartenschau 1987 in Düsseldorf nicht vorübergegangen. Neben verschiedenen Biotopen, Lehmteichen und dem Biogarten entstand auch eine Lehm-Gartenlaube.

Der harmonische Rundbau, der in diesem Sommer, von Freiwilligen unter meiner Leitung entstand, nutzt die Sonne zur passiven Raumheizung und er-

möglicht so dem Kleingärtner eine intensivere Nutzung seiner Laube. Neben verschiedenen traditionellen Lehmbautechniken, wie Fachwerk- und Stampflehmbauweise, habe ich auf eine Maschine zurückgreifen können, die dem Lehm neue Einsatzbereiche erschließen könnte. Das Gerät, das von der Radevormwalder Firma INTREX, vorwiegend für den Export in Entwicklungsländer, gebaut wurde, kann meiner Ansicht nach auch den Europäischen

Lehmbau, vor allem in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit, ein Stück weiterbringen.

### Herstellung

In Düsseldorf konnte Lehm vom Ausstellungsgelände verarbeitet werden. Dazu wurden in einem Universalzerkleinerer die größeren Klumpen zerschlagen. Anschließend wurde der Lehm in den oberen Mischer der CLU 3000-Erdsteinmaschine gefüllt und auf die gewünschte Feuchtigkeit eingestellt. Vom unteren Mi-

scher werden die Preßformen, in denen der Lehm mit einem Druck von 15 t verdichtet wird, gefüllt. Der dann von der Maschine ausgeworfene Stein läßt sich sofort vermauern.

Durch die Verwendung von Lehmmörtel entsteht dabei eine homogene Lehmwand. So ist es möglich, die Vorteile des Stampflehmbaus (einfacher, tonarmer Lehm und dadurch geringe Schwundrisse, und geringe Trocknungszeiten durch geringen Wasserbedarf) mit der Ge-



Der Rohbau; Tragende Lehm-Mauerwerks-Wände, Grasdach mit Glasöffnung



Holzkonstruktion aus Rundholz, Anbau in Fachwerkbauweise; Entwurf: Gundula Richter

staltungsvielfalt des Mauerwerkbaus zu verbinden.

## Wirtschaftlichkeit

Für die Herstellung der Lehmsteine wurden in Düsseldorf noch vier Hilfskräfte (1. Füllen des Zerkleinerers, 2. Füllen der Erdsteinmaschine, 3. (Hand-)Steuerung der Maschine, 4. Herausnehmen und Stapeln der Steine) benötigt. Durch die Verwendung einer Siebmaschine, die den zerkleinerten Lehm direkt in den Mischer transportiert und technische Veränderungen an der Steuerung, die von der Herstellerfirma bereits zugesagt wurden, läßt sich der Arbeitskräfte-Bedarf soweit reduzieren, daß von nur zwei Arbeitern ca. 400 Steine pro Stunde produziert werden können.

## Die Vorteile dieser Technik auf einen Blick

- Geringe Anforderungen an die Qualität des Lehms. Es können auch sehr magere und sogar feinkiesige Lehme verwendet werden, wodurch der Schwund weiter verringert werden kann.
- Durch Zugabe von Stroh oder anderen Leichtstoffen können Steine mit hoher Festigkeit und Wärmedämmung hergestellt werden.
- Druckfestigkeit der Steine: nach 3 Tagen: 1,04...1,49 N/mm<sup>2</sup>,

	DM/Tag	DM/Stein
Treibstoff für „CLU 3000“: 20l Diesel	25,--	
Treibstoff für Siebmaschine: 12l Normal	15,--	
Wartung und Ersatzteile	12,80	
Abschreibung (5 Jahre)	46,00	
Eigenleistung + Lehm vorhanden:		
Zwischensumme	98,80	0,03
Lohnkosten 2 x 8 x 38,--	608,--	
ohne Lehm: Zwischensumme	706,80	0,24
Materialkosten (30,--/m <sup>3</sup> Lehm)	240,--	
komplett: Summe	946,80	0,32
Zum Vergleich:		
Kalksand-Vollsteine NF		0,26
Mauerziegel NF		0,43
Porenziegel 2 DF		0,39

## Kostenvergleich zwischen Lehm- und Ziegelbau

nach 7 Tagen: 1,62 ... 2,92 N/mm<sup>2</sup>, Endfestigkeit: 4 ... 10 N/mm<sup>2</sup>

- Gestaltungsvielfalt des Mauerwerkbaus verbunden mit den Oberflächengestaltungsmöglichkeiten des Lehmbaus.

- Der homogene Wandaufbau bei Verwendung von Lehmmörtel läßt die positiven Einflüsse des Baustoffs Lehm voll zur Geltung kommen:

- feuchteregulierend
- temperaturregulierend
- schalldämmend
- in großen Mengen vorhanden und wiederverwendbar
- ungiftig
- schafft angenehmes Wohnklima
- fördert den Selbstbau

## Die technischen Daten der Maschine

- Abmessungen der Maschine:

Länge 300 cm, Breite 145 cm, Höhe 152 cm, Nettogewicht: 1600 kg.

- Transport: Die gesamte Maschine ist auf einem gefederten Einachsanhänger mit verstellbarer Deichsel fest montiert.

- Antrieb: 11,4 kw Dieselmotor oder Elektromotor mit direkt gekoppelter Hydraulikpumpe zum Antrieb der hydraulisch betätigten Komponenten für Mischen, Pressen, Auswerfen, Rotation.

- Misch- und Füllgerät: Horizontal arbeitender Doppelmischer mit ca. 50 rpm und je 100 l Fassungsvermögen für losen Lehm. Der obere Mischer dient der Vorbereitung des Pressmaterials (Beigabe von Wasser, Stroh u.a.) Der untere Mischer füllt die Pressformen.

- Steuerung: von Hand (Jeder Pressvorgang wird einzeln eingeleitet) oder automatisch (Geschwindigkeit der Maschine regelbar)

- Pressung: Der Pressdruck beträgt 150 kN bzw. 500 N/cm<sup>2</sup>

- Ziegelformate: 25 x 12 x ca. 7,5 oder 24 x 11,5 x ca. 7,1 cm (NF) - 2 DF in Vorbereitung -

- Leistung: zwei Arbeitskräfte (bei automatischer Steuerung) können bis zu 400 Steine pro Stunde produzieren.

Klaus-P. Fütterer

## Holzbau-Wettbewerb für Studierende

Die Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf, verleiht 1987 erneut den „Holzbau-Förderpreis“ an Studierende der Architektur und des Bauingenieurwesens für besondere Leistungen in Bauplanung, Konstruktion und Gestaltung. In den Studienarbeiten sollen unter Verwendung des Werkstoffes Holz materialgerechte Konstruktionen in Form von Zeichnungen, Fotos (z.B. von Modellen) und schriftlichen Erläuterungen dargestellt werden.

Die besten Arbeiten werden mit Geldpreisen zu je 1.000 DM ausgezeichnet.

Die Arbeiten werden von einem Preisgericht beurteilt, das sich aus Fachleuten der Architektur, des Bauingenieurwesens und der Holzwirtschaft zusammensetzt.

## TERMINE

Die Übergabe der Preise erfolgt anlässlich der Fachtagung Holzbau Baden-Württemberg 1987.

Letzter Einsendetermin ist der 20. Juli 1987 (Datum des Poststempels) an:

Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Füllbachstraße 6, 4000 Düsseldorf 30.

Dort können auch die Wettbewerbsunterlagen angefordert werden.

## Blockheizkraftwerke

Am 23. und 24.06.87 findet in Essen die Tagung „Blockheizkraftwerke“ statt. Fachliche Träger der Tagung sind die VDI-Gesellschaft Energietechnik (VDI-GET) in Zusammenarbeit mit der VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung (VDI-TGA) und der Forschungsgesellschaft für Energietechnik und Verbrennungsmotoren mbH (FEV).

In der Bundesrepublik Deutschland werden z.Zt. rund 400 BHKW – überwiegend mit

Erdgas – betrieben oder befinden sich im Bau. Ein verstärkter Einsatz dieser Technik wird diskutiert. Die VDI-GET hat dieses Thema aufgegriffen, um auf einem Forum die weitere Entwicklung in der Technik der Blockheizkraftwerke unter besonderer Berücksichtigung der Umweltaspekte voranzutreiben. Es werden folgende Gebiete behandelt:

- Einsatzbereiche und Rahmenbedingungen für BHKW
- Planung und Bau von BHKW
- Umweltaspekte
- Neue technische Lösungen
- Überblick über die Verwendung anderer Gase in BHKW sowie über Gasturbineneinsatz.

Weitere Informationen und Programme erhalten Sie bei der VDI-Gesellschaft Energietechnik Postfach 1139 D-4000 Düsseldorf 1 Tel.: 0211/6214-363



## Die Augen des Hauses Teil III: Aluminiumfenster

Aluminiumfenster gelten wie Kunststoffenster als pflegeleicht und wartungsfreundlich. Doch mit welchem Energieaufwand und Chemiemüll wurden diese Vorzüge erkauft?

Aluminiumfenster paßten vielleicht in die Vorhangfassaden amerikanischer Wolkenkratzer; in Wohnbauten und Altbaufassaden, wohin sie die Hersteller auch wärmstens empfehlen, haben sie wohl nichts zu suchen. Mag auch ihre Beständigkeit gegen Hitze, Frost, UV-Strahlung, Feuchtigkeit für ihre Verwendung sprechen, das optische Erscheinungsbild, sowie der Energieverbrauch und die Schadstoffemission bei der Herstellung sprechen eine deutliche Sprache dagegen.

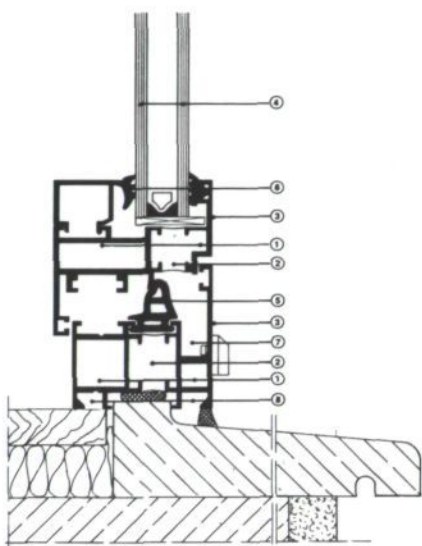
### Energieaufwand und Umweltbelastung bei der Herstellung

Die Produktion von Aluminium ist durch einen besonders hohen Energieeinsatz (1 kWh elektrische Energie zur Herstellung von 50 g Aluminium) und eine sehr hohe Umweltbelastung (1978 wurde 11.800 Tonnen Staub emittiert, die Fluoremissionen betrugen 1.240 Tonnen) gekennzeichnet.

### Materialeigenschaften

Fensterrahmen aus Aluminium bringen aber auch einige Probleme aus den Materialeigenschaften mit sich. Da Aluminium eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit hat – d.h. schlechte Wärmedämmeigenschaften besitzt –, werden die Aluminium-Strangpreßprofile, um Wärmeverluste und vor allem Tauwasserbildung zu verhindern, mit einer Kunststoff-Dämmzone ausgestattet. Diese besteht entweder aus Kunststoffschäum, aus Kunststoffprofilen oder aus

- 1) Verbundkonstruktion mit 55/62 mm Profiltiefen aus zwei getrennten Aluminium-Profilen.
- 2) Außen- und Innenprofil sind durch Polyurethan-Integral-Hartschaumstoff (Baydur) verbunden und zugleich thermisch getrennt.
- 3) Blend- und Flügelrahmen sind außen flächenbündig.
- 4) Mehrscheiben-Isolierverglasung sowie Schallschutz- und Wärmeschutz-Isoliergläser bis maximal 33 mm Einbaustärke.
- 5) Mitteldichtung aus APTK-Profilschlauch.
- 6) Trockenverglasung mit 2 APTK-Dichtungen.
- 7) Kontrollierte Vorkammer-Entwässerung bei gleichen Druckverhältnissen.
- 8) Maßgenaue Profilmuten.



Gießharz. Alle genannten dafür in Frage kommenden Kunststoffe weisen wiederum ökologische Probleme bei der Herstellung, als Abfallprodukt und im Brandfall auf.

Mit dieser „Dämmzone“ ist jedoch lediglich die Neigung zur Tauwasserbildung der Aluminium-Rahmen gemindert, nicht jedoch ausgeschaltet, wie selbst die Hersteller zugeben. Auch mit dieser Dämmung haben Aluminiumrahmen einen schlechteren K-Wert als Holzrahmen (siehe auch Wärmeschutz V vom 24.02.82).

Während es bei der Herstellung der Profile, der Eckausbildung mittels Abrennstumpfschweißen oder durch Schrau-

ben, Stiften, Einkerben und/oder Kleben bei fachgerechter Ausführung keine Probleme gibt, die Glasabdichtung mittels spritzbarer Dichtstoffe oder Dichtprofile in der Ausführung und Sorgfalt keine höheren Anforderungen stellt als bei Holz- und Kunststoffestern, muß beim Einbau – vor allem bei gedämmten Aluminiumfenstern – darauf geachtet werden, daß der Zwischenraum zwischen der Außenkante der Rahmen und dem Mauerwerk mit elastischem Dämmstoff ausgefüllt wird, um den sogenannten „thermischen Kurzschluß“ zu verhindern, d.h. zu verhindern, daß die Kälte des Mauerwerks zum wärmege- dämmten Teil des Rahmenpro-

files durchdringen kann. Bei Beiputzarbeiten ist darauf zu achten, daß Kalk- oder Zementmörtel nicht mit eloxiertem Mörtel in Berührung kommt, da durch die alkalischen Bestandteile die Oberfläche angegriffen wird.

### Farbgebung

Die Eloxierung, d.h. die Bildung einer transparenten, künstlichen Oxidschicht von Aluminiumprofilen ist die werkstoffspezifische Oberflächenbehandlung und Farbgebung des Aluminiums. Die Farbpalette reicht jedoch lediglich von Naturton über Hell-, Mittel-, Dunkelbrunze bis Schwarz. In Eloxalbetrieben fallen erhebliche Mengen sehr giftiger Abwässer an, z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe, säure- und fluoridhaltige Flüssigkeiten. Bei deren Neutralisation entstehen Schlämme, die als Sonderabfälle deponiert werden müssen. Als weitere Möglichkeit der Farbgebung gibt es Beschichtungen mit Kunstharzlacken. Dafür muß die Oberfläche gereinigt, entfettet und vorbehandelt werden. Die durch die Vorbehandlung erzeugten chromathaltigen Schichten gewährleisten die Lackhaftung.

Andrea Berndgen, Ursula Placzek-Brandt, Büro für ökologische Bau- und Umweltplanung

### Literatur:

Institut f. Fenstertechnik e.V., Rosenheim  
ifa-Report '85  
RAL-Gütegemeinschaften Fenster, Al-  
les über Fenster  
Wärmeschutzverordnung 1985

# PAIDOS

## ... im Blickpunkt des öffentlichen Interesses.

In der Planung und Ausführung optisch attraktiver, beeindruckend zweckmäßiger Haltestellen- und Schutzdach-Sonderkonstruktionen zeigt sich PAIDOS als kompetenter Partner bei der Gestaltung öffentlicher Räume.

Fordern Sie ausführliches Info-Material an.

### PAIDOS GMBH

Friedrich-Ebert-Str. 5-7 · 4052 Korschenbroich 1  
Telefon 0 21 61/6 47 31 · Teletex 2 16 13 52 PAIDOS





## Klare Konstruktionen

### Fugen im Holzbau

**Der Holzbau unterscheidet sich grundsätzlich vom Massivbau: das Auflösen der homogenen Wand in einzelne Bauteile verändert das baukonstruktive Denken. Wesentlicher Unterschied ist die Fugenausbildung.**

Die Strenge und Einfachheit, die den Werkstoff Holz als Stabwerk (mit all den Auswirkungen auf Tragkonstruktion, Verbindungstechnik, Montage) charakterisiert, muß mit planerischen Mitteln der Geometrie und Maßkoordination in Architektur übertragen werden. Die Klarheit der Konstruktion, die kontrollierte Gestaltung bis hin zur millimetergenauen Umsetzung, zur präzisen Ausführung der Werkplanung zwingt zu veränderter Konstruktions- und Planungs-routine.

Beim Holzbau geht es um die Addition von einzelnen, mitunter kleinteiligen Komponenten und Bauteilen, die zu einer differenzierten Mehrschichtigkeit

führt:

- Tragwerke aus Stützen/Wandrippen, Hauptträger/Neben-träger und Pfetten/Sparren, Wand- und Decken- und Dach-füllungen aus Materialien, adäquat den bauphysikalischen Gesetzen und baubiologischen Kriterien.

- Verkleidungen aus schmalen Lattungen, Brettern als Schalung oder Tafeln.

Wenn – wie beim Skelettbau mit sichtbarer Tragkonstruktion – die Addition und Trennung der einzelnen Komponenten bewußt sichtbar bleibt (doch auch für das zwangungsfreie und passgenaue Zusammenfügen einzelner Bauteile) wird die Fugenausbildung im Holzbau zum bauphysikali-

schen, material- und ausfüh-rungstechnischen Problem.

Prinzipielle Grundlagen der Fugenausbildung wurden in einer Untersuchung des Institutes für Baukonstruktionen und Festigkeit der TU Berlin, die von Prof. Dr. Erich Cziesieliski, Dipl.-Ing. Bernd Raabe, TU Berlin und Prof. Dr.-Ing. Peter Stürzebecher, FH Rosenheim bearbeitet wurde, im Auftrag der Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung durchgeführt, und in der Reihe Informationsdienst Holz als EGH-Bericht vorgestellt wird.

#### Abdichtungsmaterialien

Die statischen Anforderungen

ergeben sich nach dem Maß der Kraft- und Lastübertragung bzw. -umlenkung und aus der Größe der Kräfte von Setzung, Bewe-gung, Längenänderung. Die bau-physikalischen Anforderungen ergeben sich aus den Bereichen

- Wärmedurchlaßwiderstand (Transmissionswärmeverlust)
- Fugendurchlaßkoeffizient (Winddichtigkeit)
- Tauwasserbildung
- Witterungsschutz
- Schallschutz (Schalldäm-mung)
- Brandschutz

Bei den durchgeführten Ver-suchsreihen wurden nur Abdich-tungsmaterialien mit hohem Kompressionsgrad verwendet.:

- Fugenbänder (Polysulfid-Fu-

Abdichtungsmaterial	Fertigungstechnische Eignung				Bautechnische Eignung						Bauphysikalische Eignung				
	Einbau bei niedrigen Temperaturen	Einbau in vorhandene schmale Fugen	Einbau in vorhandene breite Fugen	Einbau während der Bauteilfertigung	Ebene Fugenflanken	Gering unebene Fugenflanken	Stark unebene Fugenflanken	Geringe Fugenbewegungen	Große Fugenbewegungen	Mechanische Beschädigungsgefahr	Witterungsschutz	Winddichtigkeit	Wärmeschutz	Schallschutz	Brandschutz
Polysulfid-Fugenbänder	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	/	/	/
Mineralfasereinlage	+	○	+	+	+	+	+	○	-	○	/	-	+	○ <sup>1)</sup>	+
Getränkte Polyurethanschaumstoffbänder	○ <sup>2)</sup>	+ <sup>3)</sup>	+	+	+	+	○ <sup>4)</sup>	+	○ <sup>4)</sup>	+	5) 7)	5) 7)	+	5) 7)	/ 8)
Vinyl-Schaumstoffbänder	+	- <sup>6)</sup>	○	+	+	○ <sup>6)</sup>	- <sup>6)</sup>	- <sup>6)</sup>	- <sup>6)</sup>	+	+ <sup>5)</sup>	+ <sup>5)</sup>	+	+ <sup>5)</sup>	/ 8)
Mineralschaumstoff-einlage	+	○	+	+	+	+	+	+	+	-	/	+	+	+	+

Fertigungstechnische, bautechnische und bauphysikalische Eignung der Fugensabdichtungsmaterialien

Es bedeuten:

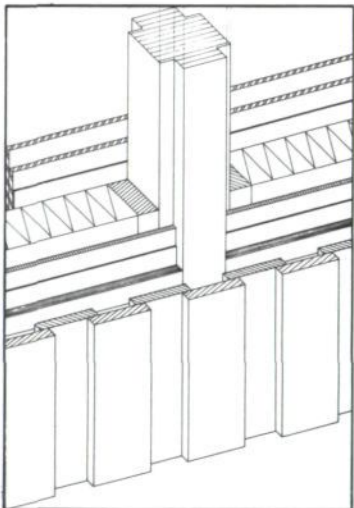
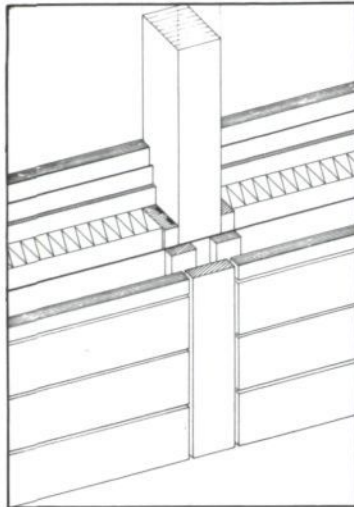
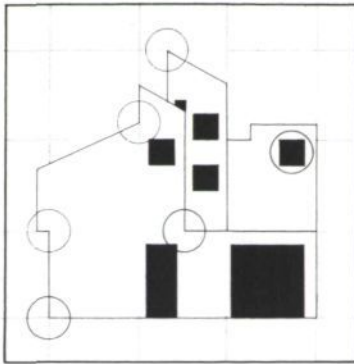
- + geeignet
- bedingt geeignet
- nicht geeignet
- / Anwendungsbereich nicht vorgesehen
- 1) Für große Fugenbreiten
- 2) Rückstellgeschwindigkeit und Kompressionskräfte temperaturabhängig
- 3) Bei Verwendung vorkomprimierter Bänder
- 4) a-Wert und  $R_{w,St}$  stark kompressionsabhängig
- 5) Nur für geringe Kompressionsänderungen infolge Fugenbewegungen
- 6) Geringe Kompressionsmöglichkeit
- 7) Bei Fugenbreiten unter 10 mm und Mindestkompression  $K = 1:5$
- 8) Eignung hängt von der gesamten Fugenkonstruktion ab

Materialgruppe	bauphysikalisches Einsatzgebiet	mögliche Fugenbreiten [mm]	zulässige Veränderung der Fugenbreite [%]	Hinweise zum Einbau
Polysulfid-Fugenbänder	Witterungsschutz	0 10 120 130	0 25 50 75 100	Materialbeständigkeit gegenüber Anstrichen u. Beschichtungen muß gegeben sein, winddichte Stoßausbildung erforderlich
	Winddichtigkeit (a-Wert)	0 10 120 130	0 25 50 75 100	
Mineralfaser-einlage	Schallschutz	0 5 10 20 30	0 25 50 75 100	Einbau nur während der Montage Mindestkompression $k = 1:4$  nachträgliche Ausstopfung möglich
	Brandschutz	0 10 20 30	0 25 50 75 100	
	Wärmeschutz	0 10 90 100	0 25 50 75 100	
getränkte Polyurethan-Schaumstoffbänder	Witterungsschutz	0 10 20 30	0 25 50 75 100	Muß auf 20 % der Ursprungsdicke komprimiert eingebaut werden ( $k = 1:5$ ). Unter Berücksichtigung von Bewegungen bzw. Unebenheiten der Fugenflanken darf eine Mindestkompression $k = 1:4$ nicht unterschritten werden.
	Schallschutz	0 10 20 30	0 25 50 75 100	
	Winddichtigkeit (a-Wert)	0 10 20 30	0 25 50 75 100	
Vinyl-Schaumstoff-bänder	Witterungsschutz	0 5 10 20 *30	0 25 50 75 100	Empfohlene Einbaukompression $k = 1:1,8$ ; Mindestkompression $k = 1:1,2$ . Aufgrund der geringen Kompression müssen Fugenflanken eben und parallel sein. *Bänder weisen oft nur eine Dicke von 3 mm auf; $b_{Fuge} \leq 2,0$ mm
	Schallschutz	0 10 20 *30	0 25 50 75 100	
	Winddichtigkeit (a-Wert)	0 10 20 *30	0 25 50 75 100	
Mineralschaumstoff-einlage	Schallschutz	0 10 20 30	0 25 50 75 **100	Läßt sich leicht komprimieren, empfohlene Einbaukompression $k = 1:4$ ; ** Mindestkompression $k = 1:2$ darf nicht unterschritten werden.
	Wärmeschutz	0 10 90 100	0 25 50 75 **100	
	Brandschutz	0 10 20 30	0 25 50 75 **100	
	Winddichtigkeit (a-Wert)	0 10 20 30	0 25 50 75 **100	

Einbauweise für unterschiedliche Fugenabdichtungsmaterialien



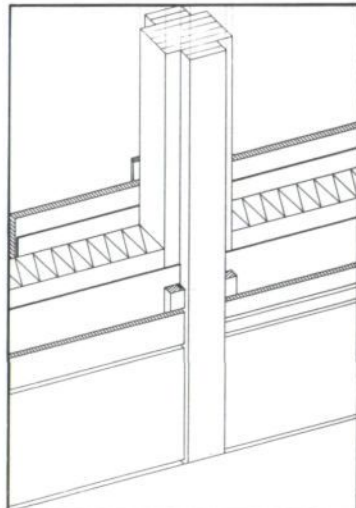
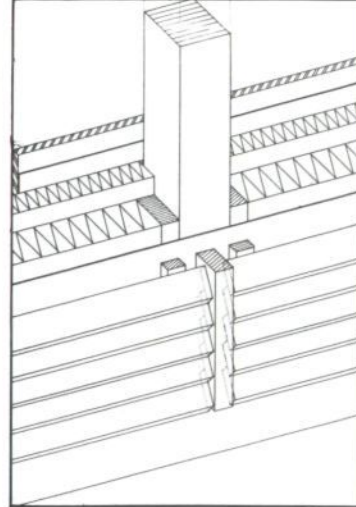
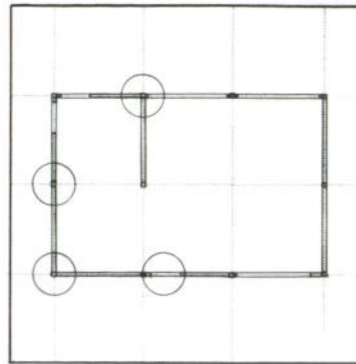
Vertikale  
Detailausbildungen



nungsgemäßem Einbau und Einhaltung der Mindestkompression  $k=1:5$  können Veränderungen der Fugenbreite bis zu 25% der Banddicke im komprimierten Zustand aufgenommen werden. Beispiel: Ein getränktes Polyurethan-Schaumstoffband 50/30 wird auf 10/30 komprimiert eingebaut. Zulässige Fugenbewegung: 25% von 10 mm = 2,5 mm.

**Vinyl-Schaumstoffbänder**

Fugen mit Vinyl-Schaumstoffbänder erreichen hinsichtlich des Schallschutzes und der Winddichtigkeit (a-Wert) günstige Kennwerte, sobald die Bänder fest an den Fugenflanken anliegen (Kompression  $k=1:1,05$ ). Aufgrund der standardmäßigen Banddicken (unter 5 mm) und der hohen Kompressionskräfte eignen sich Vinyl-Schaumstoffbänder nur für Fugen mit Fugen-



breiten unter 2,5 mm und ebenen sowie parallelen Fugenflanken. Vinyl-Schaumstoffbänder sollten im eingebauten Zustand eine Kompression  $k=1:1,8$  aufweisen. Vinyl-Schaumstoffbänder sind nicht zum Einbau in Fugen geeignet, deren Breiten sich witterungs- oder nutzungsbedingt verändern können.

**Mineralschaumstoffe**

Die untersuchten Mineralschaumstoffe sind zur Dämmung im Hochtemperaturbereich entwickelt worden. Fugen mit Mineralschaumstoffen weisen hervorragende schallschutztechnische Kennwerte und geringe Fugendurchlaßkoeffizienten auf. Ein Brandüberschlag im Fugenbereich kann durch die Anordnung von Mineralschaum wesentlich verzögert werden. Zur Erzielung eines ausreichenden Witterungs-

Horizontale  
Detailausbildungen

schutzes sind jedoch weitere Maßnahmen erforderlich. Mineralschaumstoffe lassen sich leicht komprimieren und weisen bereits bei geringen Kompressionen ( $k=1:2$ ) günstige bauphysikalische Kennwerte (a-Werte,  $R_{w,s}$ -Werte,  $\gamma_R$ -Werte), auf, die sie daher auch hervorragend geeignet für Fugen mit großen Breitenänderungen.

Beispiel: Mineralschaumstoffreifen auf 10mm Dicke komprimiert ( $k=1:4$ ) in eine Fuge eingebaut. Es ist eine Vergrößerung der Fugenbreiten auf 20 mm möglich ( $k=1:2$ ).

## Fugenausbildungen und Typologie

Die Lage der wichtigsten Fugen und Anschlußpunkte im Gebäude läßt sich aus der Sicht der Baupraxis eingrenzen auf die vertikalen Detailausbildungen:

- Übergang Wand-Sockel (Fundament)
- Wandöffnungen (Türen, Fenster)
- Wand-Dachanschlüsse (auch Flachdach bzw. Terrassen) und auf die horizontalen Detailpunkte:
- Außenwand und Stütze
- Wandecken
- Außenwand-Innenwandanschlüsse
- Wandöffnungen (Türen, Fenster)

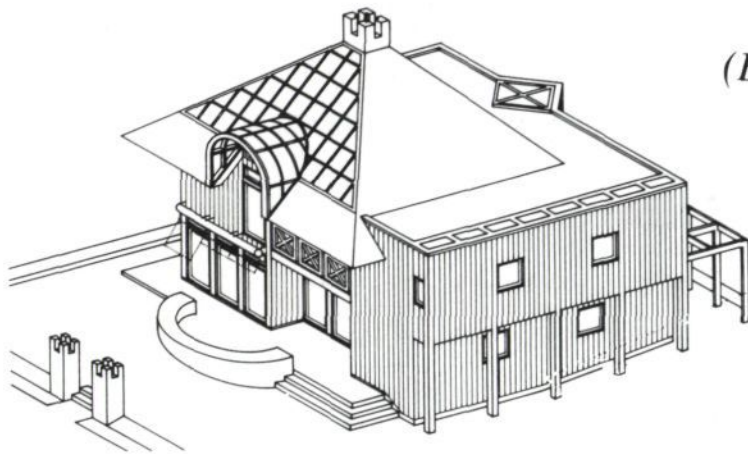
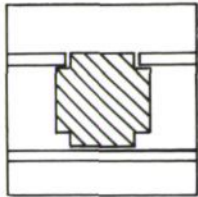
Die Anordnung und Kombination der einzelnen (Holz-) Bauteilkomponenten (Stütze/Wandrippe, Außen / Innenbeplankung, Dämmung und Dichtung, Lattungen usw.) wirkt sich aus auf die bauphysikalische und konstruktive Ausbildung der Fugen. Die Wahl der Beplankung

- horizontal bzw. vertikal (A, B, E bzw. Bild C)
  - glattflächig, als Tafel (Bild D) oder profiliert
- und die Anordnung der Stützen (Skelettbau)

- Stütze beidseitig, außen und innen nicht beplankt (Bild D)
  - Stütze einseitig (außen oder innen) beplankt (Bild A, C, E)
  - beidseitig beplankt, als durchgängige Außenhaut (Bild B)
- zeigt die Bandbreite der gestalterischen Möglichkeiten. Die Auswirkungen auf die Architektur und das Erscheinungsbild sind erheblich. Zu beachten ist jedoch, daß für jede der denkbaren typologischen Möglichkeiten eine prägnante, bauphysikalische und konstruktive Lösung (einfach, dauerhaft und wartungsarm) im einzelnen zu entwickeln ist.

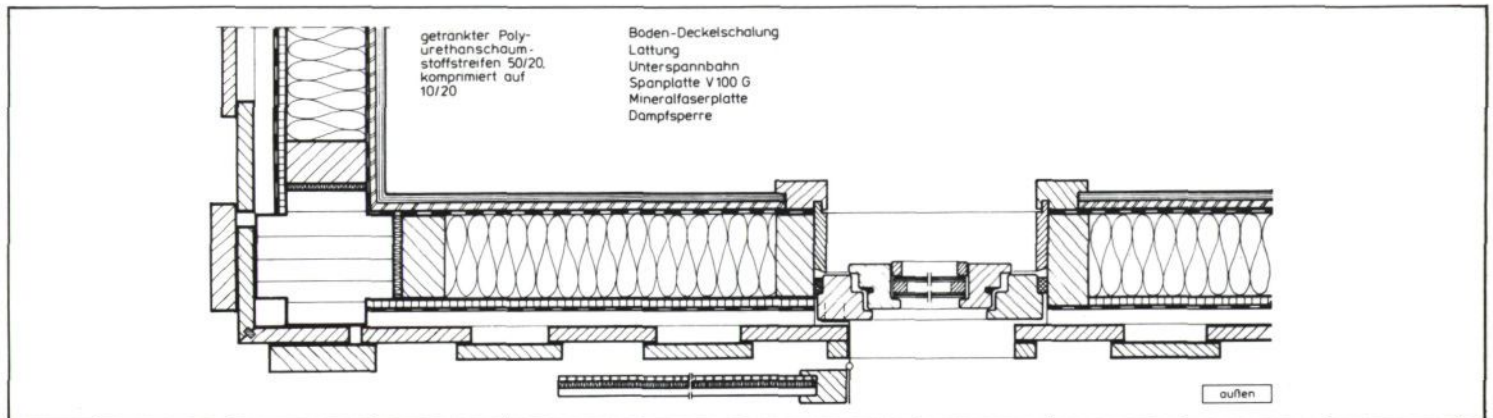
Peter Stürzebecher



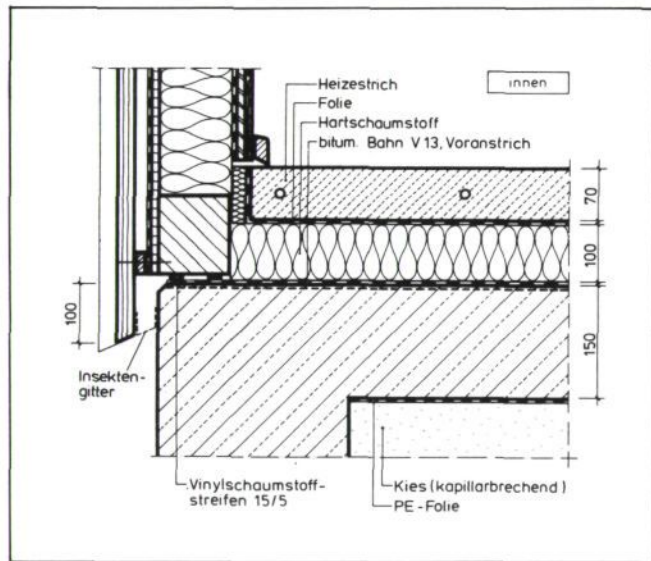


*Vertikale Bepflankung  
(Boden-Deckel-Schalung),  
Stütze außen beplankt,  
innen sichtbar*

Architekten:  
Peter Stürzebecher mit Kjell Nylund



Wand-(Gebäude-)ecke, Wandöffnung (Fenster) mit Klappläden



Außenwand-Innenwandanschluß

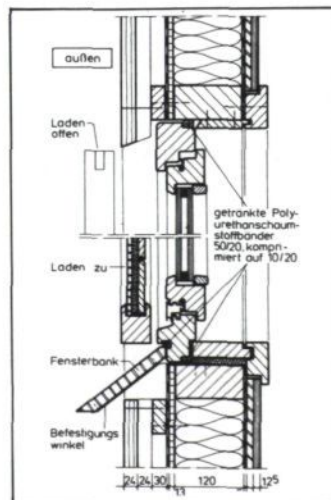
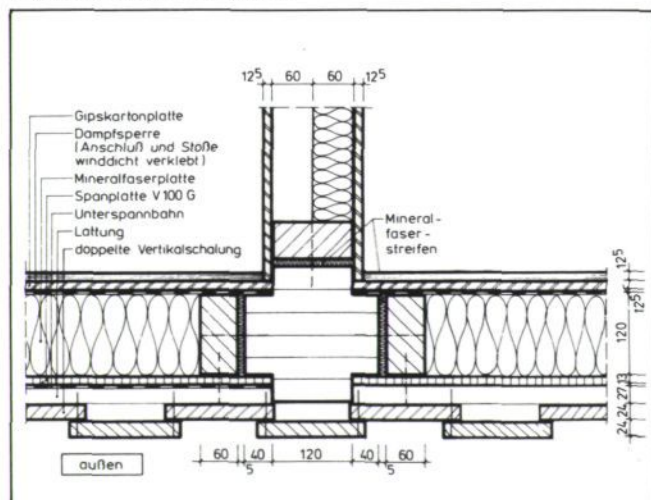
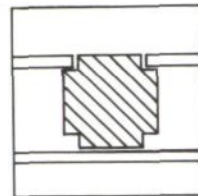
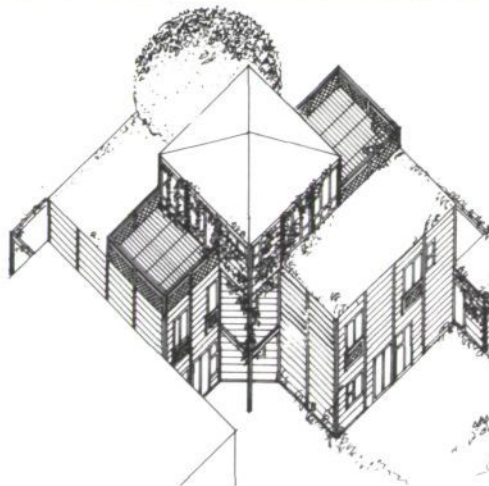


Abb. links  
Übergang Wand-Fundament (Sockel)

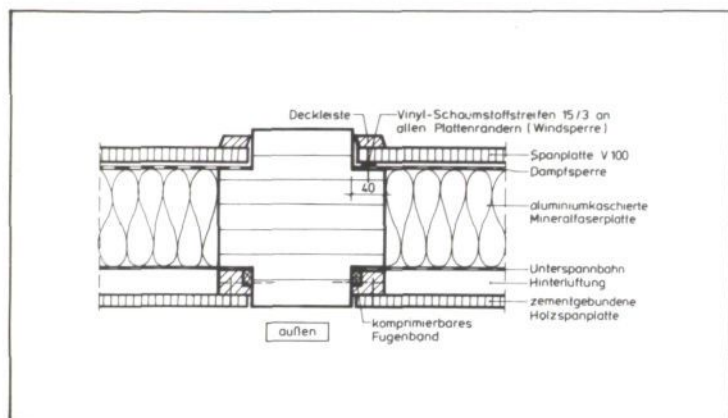
◀ Wandöffnung (Fenster mit Klappläden)



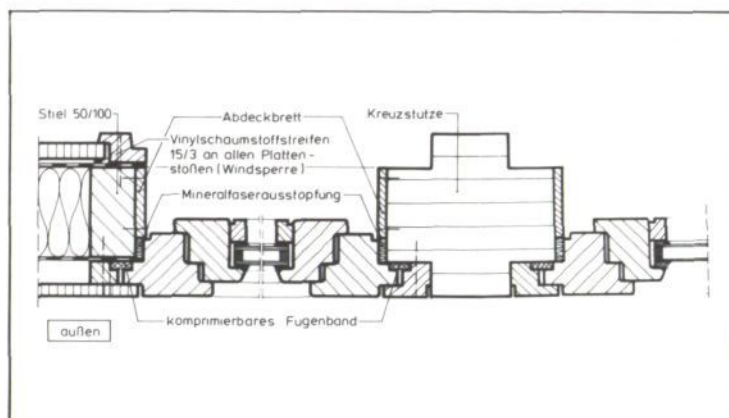
## Tafelförmige Beplankung, Stütze außen und innen sichtbar



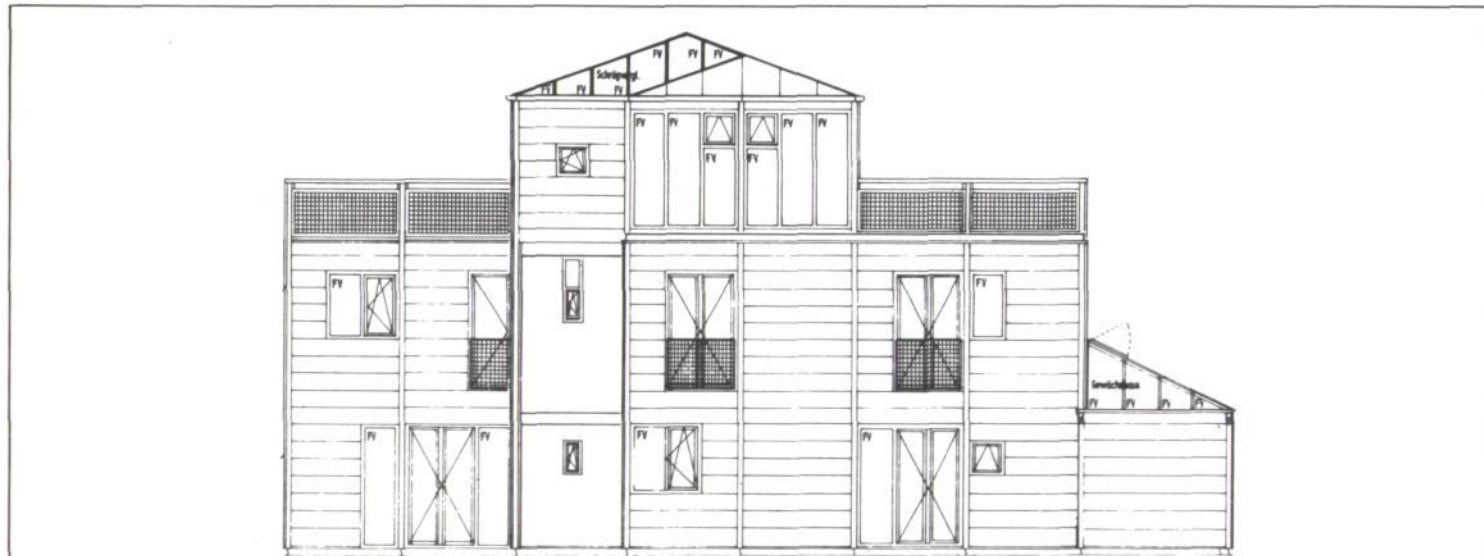
Architekten:  
Otto Steidle mit Hans Kohl



Außenwand und Stütze

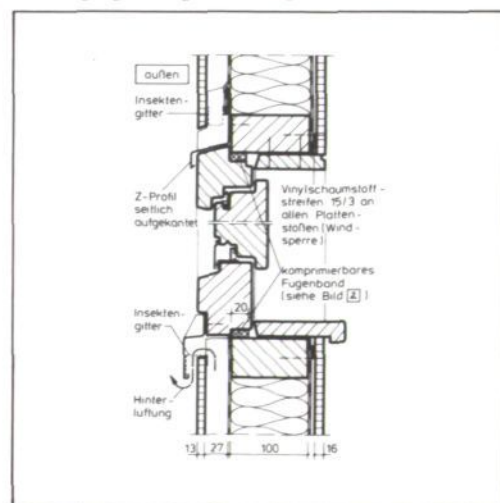
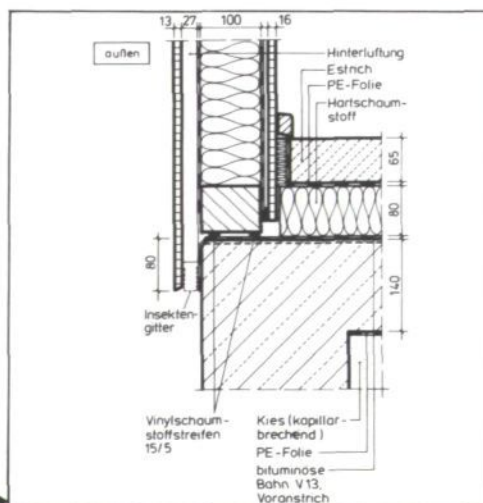


Wandöffnung, Anschluß Fenster an Wand und Stütze



Übersichtszeichnung mit Festlegung der Fugeneinteilung und der Wandöffnungen

Abb. rechts  
Wandöffnung (Fenster)



Übergang Wand-Fundament (Sockel)