

Fachwerkhäuser — zwar auch in Berlin vorhanden, aber doch weit unterrepräsentiert, so daß bislang das Thema für die Berliner Baufachwelt nur ein Randthema war. Das änderte sich in dem Augenblick, als die Vereinigung das Umland für die Berliner wieder erreichbar machte.

Wer jetzt Berlin verläßt, stößt überall, in nah und fern, auf Fachwerkhäuser, die von einem schrecklichen Verfall gekennzeichnet sind.

„mm“ macht es sich zur Aufgabe, diese Häuser retten zu helfen. Insofern wird es nicht nur bei diesem Aufsatz bleiben, weitere sind geplant, denn die Praxis der Fachwerkhäuseranierung steht ja erst am Anfang.

Bild 1: Gebäudeansicht — Straßenseite



Bauzustandsanalyse an Fachwerkhäusern

Dr.-Ing. Wolfgang Rug

RECONTIE — Institut für Holzbau und ökologisches Bauen - Berlin

Dipl.-Ing. Axel Seemann

RECONTIE — Ingenieurbüro Holz - GmbH Berlin

Einleitung

Fachwerkhäuser sind keine reine Holzbauweise, sondern eine Mischbauweise, bei der das tragende Gerippe aus Holz und die Ausfachungen aus regional verfügbaren Materialien bestehen.

In den fünf neuen Bundesländern gibt es schätzungsweise 1 Million Fachwerkgebäude. Die Erhaltung dieses Bauerbes ist durchaus eine interessante Aufgabe, obwohl die Gebäude aufgrund fehlender Mittel für rechtzeitige Reparaturmaßnahmen teilweise beträchtliche Bauschäden aufweisen. Die sorgfältige Prüfung der Erhaltungswürdigkeit (s. auch Literaturhinweis /1/ bis /4/) historischer Bauten stellt höhere Anforderungen an den Architekten und Tragwerksplaner, da er sich mit dem historischen Bauerbe nicht nur baulich, sondern auch baugeschichtlich auseinandersetzen muß.

Gleichzeitig sind die Forderungen des Bauherrn nach Nutzungsbedingungen, die den heutigen Lebensansprüchen genügen müssen, zu berücksichtigen. Dabei ist er mit Bauvorschriften konfrontiert, die fast ausschließlich für den Neubau gelten und keine Hinweise auf historische Bauweisen bzw. Konstruktionsprinzipien enthalten.

Die Prüfung der Erhaltungswürdigkeit eines historischen Bauwerks setzt eine fundierte Analyse des Bauzustandes möglichst in der Vor-

planungsphase voraus (/3/). Obwohl der Wunsch zur Erhaltung bzw. Modernisierung häufig vorhanden ist, sind besonders in der gegenwärtigen Zeit enge Grenzen durch die finanziellen Möglichkeiten der Besitzer gesetzt. Oft wird daher in der Vorplanungsphase auf die erforderlichen Voruntersuchungen verzichtet. Dadurch wird eine sorgfältige Prüfung der Erhaltungswürdigkeit verhindert, was u.U. zu Fehlscheidungen bei der Festlegung der Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen sowie bei der Erarbeitung der neuen Nutzungskonzeptionen führt.

Nach Auffassung der Autoren ist daher eine detaillierte Erfassung eine wesentliche Voraussetzung für die Planung von ökonomischen und fachgerechten Sanierungs- bzw. Modernisierungsmaßnahmen. Nachfolgend werden die Probleme der Bauzustandsanalyse am Beispiel eines Fachwerkgebäudes dargestellt.

Bauweise/ Konstruktionsprinzip

Das zweistöckige Fachwerkhäuser wurde in Stockwerkbauweise mit Satteldach und Krüppelwalm errichtet. Das Haus ist insgesamt ca. 41 m lang, ca. 10 m breit und ca. 12 m hoch (Höhe bis First) (Bild 1).

Das Holzfachwerk ist sichtbar, die Gefache bestehen aus Ziegelmauerwerk. Das Gebäude ist in 3 Bereichen teilunterkellert. Das Dach ist mit Biberschwänzen als Kronendach eingedeckt (mit Vermörtelung ausgeführt).

Ein Kehlbalkendach mit doppelt stehendem Stuhl trägt die Dachhaut. Die Fassadengebinde bestehen vollständig aus Eichenholz. Die in Stockwerkbauweise abgebundenen Gebinde bestehen aus Schwelle, Rähm, Riegeln und Stielen. Die Gebinde wurden einzeln für sich in Stockwerkshöhe angebunden, wobei alle Holzelemente des Gebindes miteinander verzapft sind.

Längsstöße der Schwelle und des Rähms sind grundsätzlich als Hakenblatt ausgeführt. Die Fassadengebinde wurden ohne Streben ausgeführt, so daß die Aussteifung der Gerippe über die Gefache aus Mauerwerk erfolgt. Die Deckenbalken des Oberstockes liegen zwischen

Rähm und Stockschwelle. Zwischen den Deckenbalken (eingeschoben in dreieckige Falze bis 80 mm von Unterkante Balken entfernt) befinden sich Wellerhölzer (Dicke ca. 60 mm), die mit Langstroh und Lehm umwickelt sind.

40 bis 60 mm unter dem Fußboden sind die Zwischenräume mit Lehm verfüllt. In dieser Art (Windelboden-decke) wurde auch die Dachgeschoßdecke ausgebildet. Die Dachkonstruktion ist ein Sparrendach mit doppelstehendem Stuhl, d.h. die Kehlbalken der Dachsparren ruhen auf Stuhlrähmen, die im Abstand von 1,7 bis 2,8 m abgestützt sind. Die Stützweite der Stuhlrähme wird durch Kopfbänder verkürzt. Gleichzeitig übernehmen die Stuhlsäulen, die über Kopfbänder mit dem Stuhlrähm verstrebt sind, die Längsaussteifung des Daches. Auch bei der Dachkonstruktion wurden alle Verbindungen verzapft. Alle Hölzer der Dach- und Deckenkonstruktion sind aus Kiefernholz.

Die stabilisierenden Querwände bestehen aus Eichenholz und wurden ebenfalls in Höhe der Stockwerke als Fachwerkgebände ausgeführt. Die Wände besitzen Streben zur besseren Tragwirkung gegen seitliche Kräfte.

Entsprechend dem Aufmaß ergeben sich überschläglich folgende Mengen verbauten Holzes:

1. Dachkonstruktion:	Holzart Kiefer	
	0,06 m ³ /m ² GF =	26,65 m ³
Summe 1	=	26,65 m ³
2. Deckenkonstruktion:	Holzart Kiefer	
2.1. Dachgeschoßdecke:	0,05 m ³ /m ² GF =	18,85 m ³
2.2. Decke/Oberstock:	0,05 m ³ /m ² GF =	18,85 m ³
Summe 2	=	37,7 m ³
3. Fassadengebinde:	Holzart Eiche	
3.1. Süd-Ost-Ansicht:	0,07 m ³ /m ² F =	16,02 m ³
3.2. Nord-West-Ansicht:	0,06 m ³ /m ² F =	14,77 m ³
3.3. Süd-West-Ansicht:	0,08 m ³ /m ² F =	3,88 m ³
3.4. Nord-Ost-Ansicht:	0,07 m ³ /m ² F =	5,58 m ³
Summe 3	=	40,25 m ³
Summe 1 bis 3	=	104,6 m ³
pro 100 m ² Grundfläche		= 25,7 m ³

Gegenwärtige bzw. geplante Nutzung des Gebäudes

Im Erdgeschoß wird das Gebäude

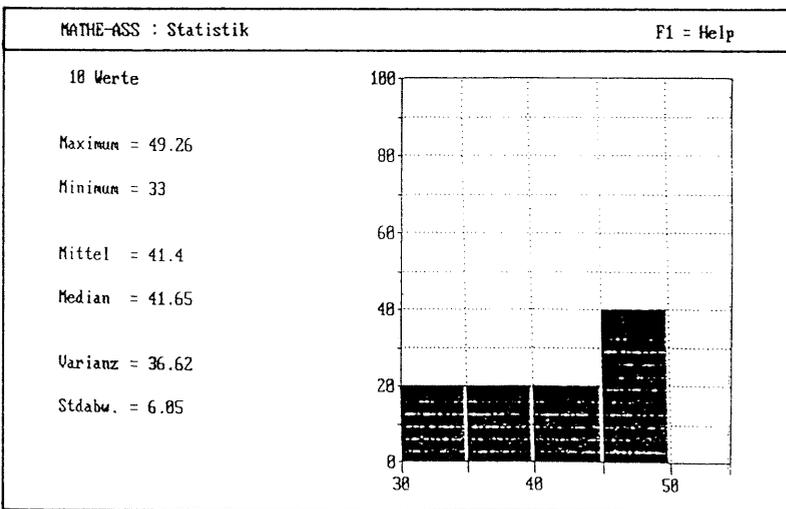
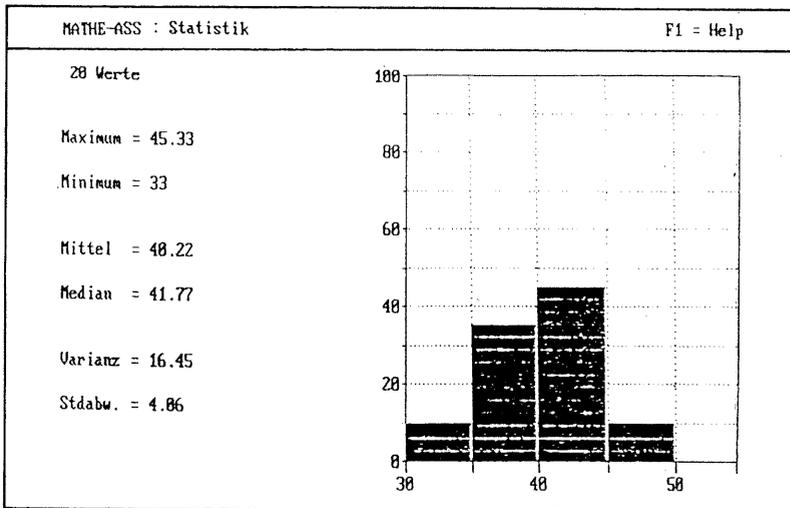


Bild 2: Festigkeitsuntersuchungen analog /2/

als Kindergarten, Kirchliches Steueramt, Gemeinderaum, Zugang zu einer Wohnung und Baubüro genutzt. Das Obergeschoß beherbergt vorrangig Wohnräume, die nur noch teilweise bewohnt sind. Alle anderen Räume stehen leer. Das Dachgeschoß wird nur im Bereich der genutzten Wohnungen als Boden genutzt.

Die Kirchengemeinde plant die Schaffung eines modernen Kirchenzentrums, wobei beabsichtigt ist, das Fachwerkgebäude durch Umbau und Modernisierung zu integrieren. Nach der jetzt vorliegenden Konzeption soll der Kindergarten verlegt und im Erdgeschoß ein Altentreff sowie außerdem das Büro des Küsters untergebracht werden.

Die jetzigen Räume des Kirchensteueramtes nutzt dann künftig die Diakonie, der Gemeindesaal wird zu einzelnen Gruppenräumen umgestaltet. Das Obergeschoß soll als Wohnung und als Pfarrbüro einschließlich eines Archives genutzt werden. Ein Ausbau des Dachgeschosses ist nicht vorgesehen.

Ergebnis der Bauzustandsanalyse, Schadensanalyse, Schadensursachen

Die an verschiedenen Orten mit einem elektrischen Feuchte-meßgerät gemessene Holzfeuchte liegt in durchaus üblichen Bereichen von:

Dachboden (innen)	Eichenholz 14 - 18 % Kiefernholz 13 - 17 % (Sparren)
Decke-Oberstock	Kiefernholz 12 - 14 % (Balken)
Fassden-Gebinde (außen)	Kiefernholz 12 - 13 % Eichenholz der Grundschwelle 20 - 24 %

Bei einer ständigen Holzfeuchtigkeit von 12 - 18% für Innenbauteile besteht akute Gefahr, daß Holz von tierischen Schädlingen befallen wird. Die relativ hohe ständige Holzfeuchte in der Grundschwelle resultiert daraus, daß keine Sperrung gegen aufsteigende Erdfeuchte bzw. kein funktionsfähiger Sockel vorhanden sind. Eine ständige Holzfeuchte in

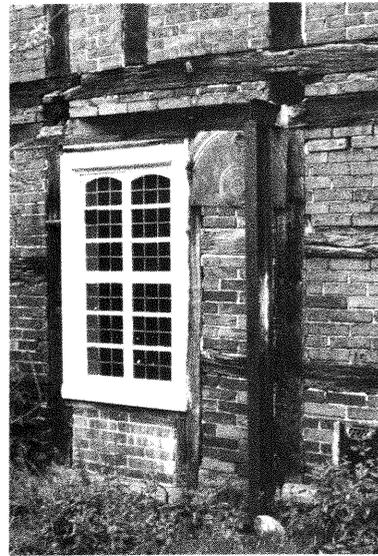


Bild 3: Teilansicht - Hofseite

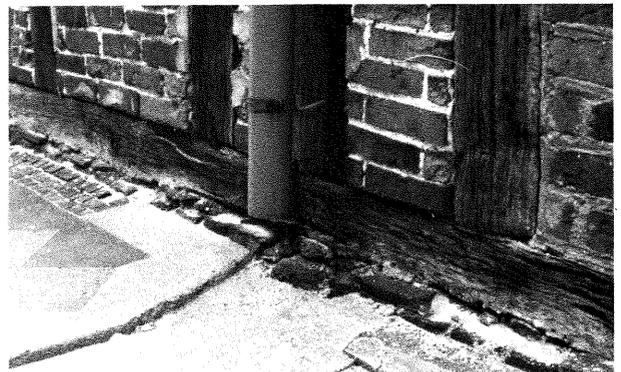


Bild 4: Entwässerung und Fußschwelle



Bild 5: Vollständige Zerstörung eines Riegels durch holzzerstörende Ameisen



Bild 6: Befall durch Echten Hausschwamm im Keller

dieser Größenordnung führt zur Fäulnis des Holzes.

Zur Bestimmung der aktuellen Festigkeit wurden sowohl vom verbauten Eichenholz, als auch vom Kiefernholz Bohrproben entnommen:

- a) Eichenholz:
35 Proben,
je 10 von Innenbauteilen und
je 15 von Außenbauteilen von
Stielen und Riegeln
- b) Kiefernholz:
10 Proben von Innenbauteilen
(Decken und Sparren)

Die Kiefernholzproben konnten nur an einigen Bauteilen entnommen werden, die von tierischen Schädlingen nur wenig angegriffen waren. Aus Bauteilen mit massivem Befall war nur noch Bohrmehl zu entnehmen. Von jeder Bohrprobe wurden die Rohdichte und die Druckfestigkeit (f_2) parallel zur Faser bestimmt.

Aus den 35 Einzelwerten für Eichenholz und 10 Einzelwerten für Kiefernholz ergeben sich folgende statischen Werte:

Druckfestigkeit	Rohdichte
-----------------	-----------

a) Eichenholz (s. Bild 2 oben):

$x = 40,22 \text{ N/mm}^2$	$0,59 \text{ kg/cm}^3$
$x_{\min} = 33,00 \text{ N/mm}^2$	$0,46 \text{ kg/cm}^3$
$x_{\max} = 45,33 \text{ N/mm}^2$	$0,67 \text{ kg/cm}^3$
$v = 10,34 \%$	$9,39 \%$

b) Kiefernholz (s. Bild 2 unten):

$x = 41,4 \text{ N/mm}^2$	$0,52 \text{ kg/cm}^3$
$x_{\min} = 33,00 \text{ N/mm}^2$	$0,40 \text{ kg/cm}^3$
$x_{\max} = 48,8 \text{ N/mm}^2$	$0,78 \text{ kg/cm}^3$
$v = 15,4 \text{ N/mm}^2$	$20,97 \%$

Diese Untersuchungen erlauben eine zuverlässige Sortierung des verbauten Holzes und der Tragfähigkeit analog den für den Entwurf neuer Bauwerke bauaufsichtlich eingeführten Bestimmungen DIN 4074 und DIN 1052. Erst nach einer genaueren in-situ-Prüfung der verbauten Holzqualitäten kann die Zuverlässigkeit der Altholzbauteile mit den o.g. Neubaunormen rechnerisch nachgewiesen werden.

Bild 7:
„Ersatz“ eines Sparrens durch eine Dachlatte



Aufgrund der Ergebnisse kann das Holz wie folgt eingestuft werden:

Holzart	Güteklassen DIN 4047, 1958	Sortierklasse S 10 n. DIN 4047, 1989	Berechnungsnorm DIN 1052, 1988
Eiche	Güteklasse III	analog Sortierklasse 7 für Nadelholz	Vollholz aus Laubhölzern der Gruppe A (zulässige Spannungen nur gültig, wenn mindestens Güteklasse II) ¹⁾
Kiefer mit geringem Schädlingsbefall	Güteklasse GK II	Sortierklasse S 10	Bauholz mit gewöhnlicher Tragfähigkeit

¹⁾ im Sinne von DIN 4047, 1958

Während gering befallenes Kiefernholz durchaus in die Kategorie Bauholz mit gewöhnlicher Tragfähigkeit laut DIN 1052 eingeordnet werden kann, kann mit Eichenholz aufgrund der relativ niedrigen Werte für die

$$\text{Rohdichte} \frac{0,59}{0,67} = 88,1 \%$$

und für die Druckfestigkeit parallel

$$\text{zur Faser} \frac{40,2}{52} = 77,3 \%$$

nur der Sortierklasse S 7 mit einer maximal zulässigen Spannung (Biegung) von 7 N/mm^2 zugeordnet werden (weitere Spannungswerte nach DIN 1052).

Die hauptsächlichsten Schäden wurden nach Bauwerksteilen aufgelistet und bewertet. Entsprechend ihres Umfangs lassen sich die Bauschäden wie folgt gruppieren:

a) Dach

- stark verformte Dachlatte
- alle Teile der Dachkonstruktion sind massiv durch tierische Schädlinge befallen (Anobium punctatum de Geer, Hylotrupes bajulus L.)
- verformte Dachsparren
- fehlende Bauteile

b) Geschoßdecken

- massiver tierischer Befall
- starke Verformungen
- Fußbodenbereiche mit Braunfäule (Naßräume)

c) Fassadengebinde

- starke Verwitterung (s. Bild 3)
- verformte Schwellen
- verfaulte Grundschwelle
- eingeschränkte Funktionsfähigkeit der Verbindungen
- starke Zerstörung der sichtbaren Balkenköpfe
- Schiefstellungen
- Brüche
- unbrauchbare Einzelbauteile durch massiven Ameisenbefall (Bild 5)

d) Querwände

- Destabilisierung des Gebäudes durch Entfernen von Querwänden und eingeschränkte Funktionsfähigkeit durch gebrochene Streben

e) Kellergeschoß

- partieller Schwammbefall in einem Keller (Bild 6)

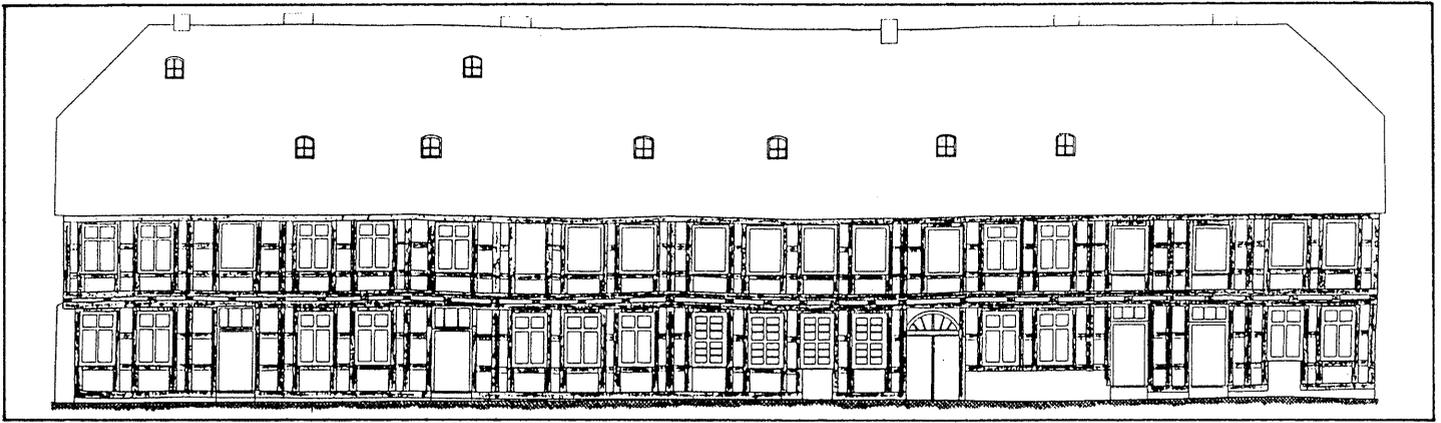
Schadensbewertung

Eine detaillierte Schadenszusammenstellung verdeutlicht, daß an vielen Bauteilen erhebliche Schäden festgestellt wurden.

Für die massiv befallenen Holzbau- teile ist die Tragfähigkeit nicht mehr oder nur mit zusätzlichen Verstärkungen nach dem Bebeilen gewährleistet. Die Dachlatten sind nicht tragfähig. Bei den Dachsparren kann aus statischen Gründen nur eine Querschnittsreduzierung durch Schädlingsbefall bis 20% zugelassen werden. Art und Umfang des Befalls sind aber sehr viel massiver, so daß nach dem Bebeilen mit größeren Querschnittsschwächungen zu rechnen ist. Die Deckenbalken sind ungeschädigt schon voll ausgelastet, so daß eine Querschnittsreduzierung infolge Befall die Bauteile überbeansprucht.

An zahlreichen Bauteilen wurden bedeutenden Verformungen festgestellt. Die Funktionsfähigkeit der Decken ist aufgrund starker Verformungen nicht mehr gegeben. Aufgrund des Umfangs der Schäden am gesamten Gebäude (i.a. - 50%) sowie ihrer direkten Wirkung auf die Stand-, Trag- und Funktionssicherheit wird das gesamte Gebäude in die Bauzustandsstufe 4 nach /1/ eingestuft.

Die tragende Holzkonstruktion ist nicht mehr funktions- und standsicher. Das Fachwerkhaus kann somit in der jetzigen Form auch nicht wei-



Darstellung der Gebäudeansicht

tergenutzt werden. Eine Wiederherstellung der Nutzungsfähigkeit erfordert umfangreiche Instandsetzungsmaßnahmen, einschließlich einer holzschutztechnischen Sanierung.

Vorschläge für die Sanierung des Gebäudes

Bei den erarbeiteten Vorschlägen

für die Instandsetzung sind die Gutachter davon ausgegangen, daß die Denkmalpflegebehörde einem Abriß des Hauses nicht zustimmt. Aus der Sicht der Gutachter ergeben sich dann für die Wiederherstellung der Nutzungsfähigkeit des Gebäudes zwei Möglichkeiten:

a) Generalinstandsetzung des gesamten Gebäudes einschließlich

holzschutztechnischer Sanierung der im Bau verbleibenden Hölzer

b) Eilabriß und Erneuerung der abgerissenen Bauwerksabschnitte mit modernen Materialien, Erneuerung sämtlicher Decken und der Dachkonstruktion. Brauchbare Hölzer der abgerissenen Fassade (Hofseite) können für die Instandsetzung der anderen Fassadenteile wiederverwendet werden.

Welche der beiden Varianten zur Entscheidung gelangt, ist abhängig von den zu erwartenden Kosten und einer möglichen Kostenbeteiligung der Denkmalpflege, was zur Zeit diskutiert wird.

Für das weitere Vorgehen im Zuge der Wiederherstellung der Nutzungsfähigkeit ist ein gesondertes Projekt zu erstellen, welches die gültigen Bauvorschriften (insbesondere zur Stand- und Tragsicherheit und zum Wärme-, Schall-, Holz- und Brandschutz) beachtet, das neue Nutzungskonzept berücksichtigt und den Teilabriß regelt. Bestandteil der Begutachtung ist ein Angebot an verschiedenen Instandsetzungslösungen für die schadhaften Bereiche, die auch Verstärkungen in Abhängigkeit von Querschnittschwächungen enthalten.

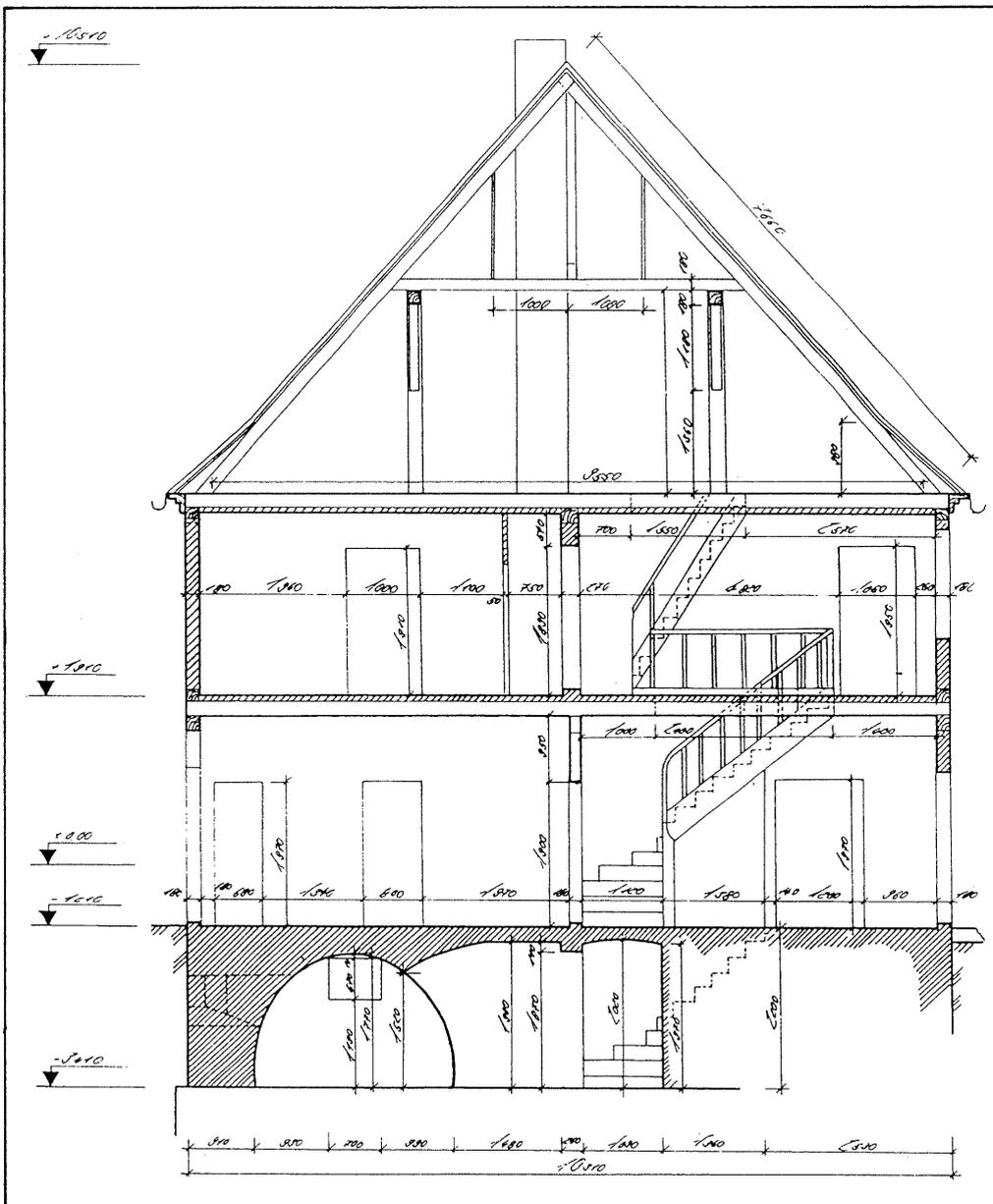
Der Forderung der Auftraggeber entsprechend, wurde auch eine Schätzung des zu erwartenden Holzbedarfes vorgenommen. Es müssen schätzungsweise mindestens 35 m² Holz ersetzt werden.

Dazu ist aber einschränkend zu bemerken, daß eine exakte Bestimmung des Holzbedarfes erst nach Freilegung der Bauteile und dem Bebeilen bzw. nach Erstellung des Sanierungsprojektes erfolgen kann.

Zusammenfassung

Das Fachwerkhhaus wurde einer gründlichen Bauzustandsanalyse unter Anwendung verschiedener Diagnosemethoden (Holzfeuchtemessung, Endoskopie, Bohrkern-

Querschnitt des Gebäudes



verfahren) unterzogen. Die Analyse zielte auf die sorgfältige Prüfung der Erhaltungswürdigkeit der vorhandenen Bausubstanz, insbesondere unter dem Aspekt der Denkmalpflege.

Das Ergebnis der Bauzustandsanalyse zeigt eine erhebliche Schädigung vor allem der Holzbauteile im Innern des Gebäudes durch tierischen Befall in einem Schadensumfang, der 50-90% aller Bauteile betrifft. Für die massiv befallenen Holzbauteile ist die Tragfähigkeit nicht mehr oder nur mit zusätzlichen Verstärkungen nach dem Bebeilen gewährleistet.

An zahlreichen Bauteilen wurden wesentliche Verformungen festgestellt, die die Nutzungsfähigkeit des Gebäudes einschränken. Aufgrund des Umfangs der Schäden am gesamten Gebäude (ca. bis 50%) sowie ihrer direkten Wirkung auf die Stand-, Trag- und Funktionssicherheit wird die tragende Holzkonstruktion als nicht mehr funktions- und tragsicher bewertet. Eine Wiederherstellung der Nutzungsfähigkeit erfordert umfangreiche Instandsetzungsmaßnahmen, einschließlich einer holzschutztechnischen Sanierung der im Bau verbleibenden Bauteile.

Prinzipiell zu entscheiden ist der Weg für die Instandsetzung (Generalinstandsetzung oder Teilabriß) unter Berücksichtigung der neuen Nutzungskonzeption. Wichtig dabei ist, daß mit der Beseitigung der Bau-schäden auch die Ursachen für die Schäden fachgerecht beseitigt werden. Die vorgeschlagene Instandsetzungs-lösungen beinhalten auch die Beseitigung der Schadensursachen.

Literatur:

- /1/ Rug, W.; Krüger, K.:
Zur Erhaltung alter Holztragwerke bauen mit Holz (1989)9, S. 610-616
- /2/ Rug, W.; Seemann, A.:
Strength of old timber
Building Research an Information 19(1991)1, S. 31-37
- /3/ Rug, W.; Seemann, A.:
Instandsetzung und Erhaltung von Holzkonstruktionen
modernisierungsmarkt berlin-brandenburg (1991)2, S. 8-10
- /4/ Rug, W.; Seemann, A.:
Analysis of the structural state of repair, preservation an repair of historic timber loadbearing structures Proceedings of the 1991 International Timber Engineering Conference, Volume 4 S. 435-442



- * *Moderner funkgesteuerter Fuhrpark*
- * *Lieferung: Sand, Füll-, Mutter-, Humusboden*
- * *Selbstladerabfuhr: Bauschutt, Unrat, org. Grünreste, etc.*
- * *Container: 7 - 34 cbm Fassungsvermögen*
- * *Spezial-Container: 10 cbm, abschließbar, m. Schlössern (Staubdicht oder m. Deckel)*
- * *Auf Anfrage: Baustellen-Silo-Transporte, Abriß - und Erdarbeiten*

ABS - Abfall braucht System! ☎ 781 70 07

WERU®
Fenster + Türen

Autorisierter
Fachbetrieb

LORENZ
Baelemente

Kirchstraße 19
O - 1110 Berlin
Tel. u. Fax 9/482 7779
und 9/332 3196

Besser bauen —
schöner renovieren.

Wenn Sie in Immobilien investieren wollen,

■ brauchen Sie von Anfang an
den richtigen Partner.

Ob Sie Wohneigentum selbst nutzen oder vermieten wollen — mit unserer db-Baufinanzierung haben wir ein flexibles Finanzierungsangebot für Sie, das sich exakt auf Ihre persönlichen Ziele abstimmen läßt; auch unter Berücksichtigung öffentlicher Fördermittel.

Gemeinsam mit Ihnen finden wir bestimmt die richtige Lösung.

■ Reden wir darüber.

Deutsche Bank

Filiale Berlin

