

# HANSER



## Leseprobe

zu

## Fachwerkgebäude

von Wilfried Zapke

Print-ISBN: 978-3-446-45110-0  
E-Book-ISBN: 978-3-446-46627-2

Weitere Informationen und Bestellungen unter  
<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446451100>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Vorwort

Das Fachwerkhaus blickt auf eine über Jahrhunderte währende einzigartige Geschichte zurück, die in Deutschland und den anderen Ländern Nordeuropas sicher bis in das sechste Jahrhundert zurückreicht. Mit einem Bestand von mehr als 2,5 Millionen Bauten prägen Fachwerkhäuser noch heute Städte und Dörfer vieler Landschaften in Deutschland. Die alten Fachwerkhäuser repräsentieren die Summe jahrhundertelanger, handwerklicher, technischer und regionaler Erfahrungen.

Der Fachwerkbau war die dominierende Bauweise in der Stadt und auf dem Dorf. Sowohl die Gestaltung der Fassaden als auch die Art der Verarbeitung dokumentieren die regionale Herkunft. Denn die durch Handwerkskunst geprägte Bauart hat häufig eine ganz eigene Gestaltungssprache gefunden. Während im Norden Deutschlands das mit Ziegeln ausgefachte und häufig mit Reet eingedeckte Haus dominiert, sind es in Mittel- und Süddeutschland die mit Schnitzereien verzierten und zum Teil bunt bemalten Fachwerke, die mit Putz versehen sind. Zugleich spiegeln sich in der Gestaltung die Epochen wider, in der die Fachwerkbauten entstanden sind.

In Sachen Haltbarkeit stehen die Fachwerkbauten den Steinbauten in nichts nach, vorausgesetzt das tragende Holz wurde richtig verarbeitet und regelmäßig gepflegt. Daraus resultierte lange die Wirtschaftlichkeit der Fachwerkbauart gegenüber dem Mauerwerksbau. Letzterer war bis in die Neuzeit deutlich teurer, sodass die Fachwerkbauart lange in Stadt und Land dominierte. Noch im 18. Jahrhundert wohnte 90% der Bevölkerung Deutschlands in Fachwerkhäusern.

Da aber viele Fachwerkhäuser nicht fachgerecht instandgehalten wurden, deswegen zum Teil gravierende Schäden aufweisen, und zudem häufig den heutigen Anforderungen an ein zeitgemäßes Wohnen nicht genügen, ist die Modernisierung und Sanierung mit hohen Kosten verbunden. In aller Regel übersteigt das die finanziellen Möglichkeiten der Eigentümer und erfordert unterstützende Maßnahmen der öffentlichen Hand durch Zuschüsse und Steuererleichterungen, zum Beispiel durch finanzielle Förderung im Rahmen von Dorf- und Stadterneuerungsmaßnahmen.

Die lange Geschichte der Fachwerkbauart steht im direkten Zusammenhang mit der Verwendung der regional verfügbaren Baustoffe. Aus dem Holz der Fichten-, Tannen- und Eichenwälder wurde ein Tragwerk aus miteinander verbundenen senkrechten, waagerechten und schrägen Hölzern gezimmert und die zwischen den Hölzern entstandenen Gefache füllte man mit Holzbohlen, Stakung, Lehmziegeln, gebrannten Ziegeln oder Natursteinen aus.

Sanierungsmaßnahmen an historischen Gebäuden verfolgen primär das Ziel der Erhaltung der Gebäudesubstanz. Dabei steht je nach Erhaltungszustand des Gebäudes die Standsicherheit im Vordergrund. Gleichzeitig soll bzw. muss aber auch eine Anpassung an moderne Nutzungsansprüche erfolgen. Maßnahmen zum Erhalt der Bausubstanz müssen zugleich den aktuellen Ansprüchen an den Wärme-, Schall- und Brandschutz genügen. Dabei ist es notwendig, dass das Fachwerk unabhängig vom Denkmalwert möglichst substanzschonend instandgesetzt oder rekonstruiert wird. Schon bei der Planung und erst recht bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen ist daher ein gründliches Eingehen auf die vorgefundene Bausubstanz notwendig. Der Einsatz traditioneller Baustoffe sollte eine Selbstverständlichkeit sein. Den Maßstab reiner Form und Funktionalität wird man allein bei denkmalgeschützten Gebäuden anlegen.

Die der modernen Denkmalpflege zugrunde liegenden Grundsätze haben sich in einer über 200 Jahre währenden Entwicklung herausgebildet. Nach und nach sind sie zum allgemein anerkannten Teil der Kulturgeschichte Europas geworden. Als Selbstverpflichtung der internationalen Staatengemeinschaft wurden diese Grundsätze in der Charta von Venedig von 1964 formuliert.

Alle Kunstwerke sind Denkmäler, doch bei Weitem nicht alle Denkmäler sind Kunstwerke. Daher gelten Gebäude, die Unikate sind, die also einmalig und nicht reproduzierbar sind, im Allgemeinen als Baudenkmäler. Ihre Bedeutung liegt in ihrer Geschichte und ihrer Besonderheit. Die mit der Zeit entstandenen Gebrauchs- und Altersspuren sollen daher sichtbar bleiben.

Ziel des Buchs ist es, vor diesem Hintergrund praxisgerechte Lösungswege bei der Sanierung von Fachwerkgebäuden angefangen von den Anforderungen an das Holzfachwerk über die Art von Ausfachungen, Putz und Farben bis zu den Aspekten der Bauphysik unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Gesichtspunkte aufzuzeigen, um einen Beitrag zur fachgerechten Sanierung und Modernisierung zu leisten. Dabei sollte der Grundsatz gelten: „Was unsere Alten geplant und gebaut haben, das wollen wir in Ehren halten.“ Dennoch: Eine angemessene Wärmedämmung ist zeitgemäß und nicht das Todesurteil für Fachwerkhäuser, wie mitunter behauptet wird. Sie dient der Pflege der Bausubstanz, der Verbesserung der Nutzungsqualität und der Wertsteigerung.

Drakenburg, im September 2023

Wilfried Zapke



Torbalken der Olen Schüne in Drakenburg



Ein ausführliches Bildquellenverzeichnis steht nach dem Literaturverzeichnis.



# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Fachwerktypologie</b> .....	<b>1</b>
1.1 Niederdeutsches Fachwerk .....	3
1.2 Mitteldeutsches Fachwerk .....	4
1.3 Oberdeutsches Fachwerk .....	6
<b>2 Fachwerkvielfalt</b> .....	<b>8</b>
2.1 Der Quatmannshof in Cloppenburg .....	8
2.2 Das Knochenhaueramtshaus in Hildesheim .....	9
2.3 Das Rathaus in Michelstadt .....	10
2.4 Der Fresenhof in Nienburg/Weser .....	12
2.5 Das Rittergut in Barsinghausen/Wichtringhausen .....	13
2.6 Schloss Herzberg in Herzberg am Harz .....	14
2.7 Der Possenturm nahe Sondershausen .....	15
2.8 Das Alte Zollhaus in Wennigsen/Deister .....	16
2.9 Die Saline in Halle (Saale) .....	17
2.10 Die Happelshütte bei Weidebrunn .....	18
2.11 Die Reithalle auf dem Possen .....	19
2.12 Der Bahnhof Kottenforst .....	20
2.13 Das Hallenbad in Quedlinburg .....	21
2.14 Die Corvinuskirche Nienburg-Erichshagen .....	22
2.15 Das Alte Spital in Bad Wimpfen .....	23
2.16 Die Holzbrücke Bad Säckingen .....	24
2.17 Lehrgerüst einer Bogenbrücke in Fachwerk .....	25
2.18 Der Glockenstuhl des Freiburger Münsters .....	26

<b>3</b>	<b>Der Fachwerkstil im Wandel der Zeit</b>	<b>28</b>
3.1	Antike Fachwerke	28
3.2	Frühzeit in Deutschland	29
3.3	Baustilepochen	31
<b>4</b>	<b>Eckpunkte in der Fachwerkhäuserentwicklung</b>	<b>43</b>
4.1	Vorläufer des Fachwerkbaus	43
4.2	Bauernhäuser	44
4.3	Die wichtigsten Konstruktionselemente	54
<b>5</b>	<b>Modernisierungs- und Sanierungskriterien</b>	<b>63</b>
5.1	Modernisierungsattribute	63
5.2	Modernisierungsfähigkeit des Gebäudes	65
5.3	Umnutzung	66
5.4	Rekonstruktion	68
5.5	Denkmalschutz und Bestandsschutz	69
5.6	Städtebauliche Modernisierungsfähigkeit	74
5.7	Instandhaltung	78
5.8	Kosten	81
5.9	Fazit	87
<b>6</b>	<b>Bestandsaufnahme</b>	<b>89</b>
6.1	Allgemeines	89
6.2	Sichtung vorhandener Gebäudeunterlagen	94
6.3	Baubegehung	95
6.4	Bauaufmaß	95
6.5	Raumbuch	99
6.6	Untersuchungs- und Diagnoseverfahren	102
<b>7</b>	<b>Holzschädlinge und Holzschutz</b>	<b>123</b>
7.1	Holzfäule	123
7.2	Tierische Schädlinge	126
7.3	Holzschutz	128
7.4	Fazit	142

<b>8</b>	<b>Tragverhalten</b> .....	<b>146</b>
8.1	Fachwerkgefüge .....	148
8.2	Decken .....	153
8.3	Dächer .....	155
8.4	Verbindungen .....	161
8.5	Fazit .....	179
<b>9</b>	<b>Sanierungsbausteine</b> .....	<b>182</b>
9.1	Wärmeschutz .....	183
9.2	Tauwasserschutz .....	199
9.3	Feuchteschutz .....	229
9.4	Schallschutz .....	250
<b>10</b>	<b>Bautechnische Verbesserungen</b> .....	<b>268</b>
10.1	Instandsetzen der Holzkonstruktion .....	271
10.2	Fachwerkwände .....	272
10.3	Fenster .....	299
10.4	Ergänzen und Erneuern der übrigen Bausubstanz .....	317
<b>11</b>	<b>Translozierung</b> .....	<b>337</b>
11.1	Translozierung im Ganzen mit Ortsveränderung .....	339
11.2	Translozierung im Ganzen ohne Ortsveränderung .....	345
11.3	Translozierung durch Abbau und Wiederaufbau .....	348
<b>12</b>	<b>Fachwerksanierung und Selbermachen</b> .....	<b>353</b>
	<b>Begriffe des Fachwerkbaus</b> .....	<b>357</b>
	<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>360</b>
	<b>Bildquellenverzeichnis</b> .....	<b>367</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>380</b>





# 1

## Fachwerktypologie

Die Geschichte des Fachwerkbaus führt vermutlich zurück bis ins fünfte und sechste Jh. n. Chr. Fachwerkhäuser sind ein wichtiger Teil unseres Kulturerbes und prägen noch heute viele Gegenden in Deutschland. Sie bestimmen das Bild ganzer Altstädte und Dorfkerne – vom Norden bis in den Süden und vom Osten bis in den Westen. Mit ihrem aufwendig gezimmerten Ständerwerk, das häufig durch filigranes Schnitzwerk und Inschriften der unterschiedlichsten Art verziert wurde, zeugen sie häufig von hoher gestalterischer Qualität.

Konstruktion und Gestaltung des Fachwerks änderten sich im Lauf der Jahrhunderte. Gefüge und Balkenquerschnitte sowie Ornamentik liefern daher eindeutige Hinweise zur regionalen Zuordnung und zur Altersbestimmung. Sie variieren zeitlich und regional und sind von der Funktion und Nutzung der Gebäude abhängig.

Die Baustile der verschiedenen Stilepochen sind an verschiedenen Merkmalen zu erkennen, wobei im Fachwerkbau einige charakteristische Merkmale die Epochen überdauern haben. Jedoch gibt es für jeden Baustil spezifische Merkmale, die es möglich machen, Gebäude einer bestimmten Periode zuzuordnen. Diese sind zeitlich veränderlich und überlappen sich über Jahrzehnte. Weil die Entwicklungen in den einzelnen Regionen nicht immer gleichmäßig verlaufen sind, besteht ein gewisses Problem der eindeutigen Zuordnung. Doch es gibt es Gründe dafür. So führte der technische Fortschritt auch in früheren Zeiten immer wieder zu Neuerungen. Zudem verbesserten sich die handwerklichen Fähigkeiten und das konstruktive Verständnis.

Ab wann exakt von Fachwerkkonstruktionen im heutigen Sinn gesprochen werden darf, ist nicht unumstritten. Als Vorgänger des Fachwerkhauses gelten Pfahl- und Pfostenbauten, bei denen Pfähle in die Erde gerammt oder eingegraben wurden. Dazwischen wurden Wände aus Flechtwerk oder Holzbohlen angeordnet. Eine Aussteifung durch besondere konstruktive Elemente gab es nicht, weil bei der geringen Größe der Behausungen allein die Einspannung im Boden ausreichte, um Horizontallasten abzuleiten.

Der Nachteil der Pfahlbauten liegt in der kurzen Haltbarkeit der in den Boden eingebrachten Hölzer. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass man schon bald nach neuen Lösungen suchte. Wann die Abwendung vom Pfahlbau konkret erfolgte, ist

nicht belegt. Vermutlich war der Übergang fließend. Man geht davon aus, dass die ersten Fachwerkbauten ab dem 13. Jahrhundert erbaut wurden. Ihr Merkmal ist eine Kombination aus senkrechten und waagerechten behauenen Hölzern. Auf der waagrecht verlaufenden Schwelle, die ihrerseits auf einem Sockel mit Fundament aus Natursteinen liegt, werden senkrechte Ständer angeordnet, die an ihrem oberen Ende durch einen waagrecht verlaufenden Rähm begrenzt oder aber direkt mit der Dachkonstruktion angeschlossen werden. Zwischen den Ständern werden vermehrt zusätzliche waagerechte Hölzer angeordnet, die sogenannten Riegel. Außerdem stellte man fest, dass schräge Hölzer, die mit den angrenzenden Hölzern Dreiecke bilden, der Aussteifung der gesamten Konstruktion dienen. Hierfür hat man verschiedene Wege verfolgt wie zum Beispiel diagonale Streben über die gesamte Wandhöhe oder Fußstreben unten oder Kopfbänder oben an Ständern. Außerdem findet man weitere Sonderformen zur Anordnung diagonaler Hölzer wie das Andreaskreuz oder Mannfiguren.



**Bild 1.1** Petrarca: von einem bösen hoffärtigen Hofmeister um 1520



**Bild 1.2** Petrarca: Bau eines Fachwerkhauses um 1520

Als Ergebnis entsteht eine Holzkonstruktion, die selbst standsicher ist, und deren Zwischenräume, die sogenannten Gefache, durch andere Baustoffe ausgefüllt werden. Damit sind die Ausfachungen nichttragend und weisen nur eine raumabschließende Wirkung auf. Andererseits reichen aber schon leichte Schiefstellungen durch Aktivierung von Reibungskräften zwischen Ausfachung und den sie umgebenden Fachwerkhölzern aus, dass die Ausfachungen unplanmäßig eine Aussteifungsfunktion übernehmen. Dessen ungeachtet fällt die Aufgabe der räumlichen Standsicherheit in jeder Beziehung dem Holzfachwerk zu.

Die Kategorisierung der deutschen Fachwerklandschaft hat im Zuge der akademischen Bewertung einen steten Wandel erlebt. Grundmuster haben sich zwar über weite Teile Deutschlands ausgebreitet, weil für die Gestaltung und Konstruktion die Bauhandwerker, insbesondere die Zimmerleute, verantwortlich zeichneten. So ist durchaus eine zeitliche Zuordnung von Fachwerkbauten zu Stilrichtungen möglich. Auch sind regionale Unterschiede zu erkennen. So finden sich etwa typische Vertreter des „fränkischen“ Fachwerkbaues bis hinein ins Elsass, das „alemannische“ Fachwerk findet sich in ähnlicher Form in Südwestdeutschland, der Schweiz und Vorarlberg. Der „niedersächsische“ Fachwerkbau fällt besonders durch seine reichen, geschnitzten Schmuckformen auf, die in Mittel- und Süddeutschland seltener auftreten. Hier fallen dafür die fantasievollen Fachwerkausbildungen wie zum Beispiel geschweifte Andreaskreuze ins Auge, besonders im „fränkischen“ und im „württembergischen“ Fachwerkgebiet. Im bayerischen Kernland sind Fachwerkbauten nahezu unbekannt.

Frühe Fachwerkforscher wie Carl Schäfer (1844–1908) legten daher eine geographische Unterscheidung in sächsisches, fränkisches und alemannisches Fachwerk zugrunde, indem sie die regionale Ausprägung der verschiedenen Fachwerkausbildungen mit germanischen Volksstämmen, die in den jeweiligen Gebieten gesiedelt hatten, in Verbindung setzten. Heute gilt diese Zuordnung als überholt. Stattdessen spricht man aktuell vom niederdeutschen, mitteldeutschen und oberdeutschen Fachwerk, wobei auch diese Einteilung gelegentlich auf Kritik stößt. Wo die Verbreitungsgebiete der idealtypisch definierten Stilrichtungen aneinanderstoßen und sich überlappen, gibt es Mischformen, sodass eine eindeutige Zuordnung durchaus Schwierigkeiten bereiten kann.

## ■ 1.1 Niederdeutsches Fachwerk

Das Niederdeutsche Fachwerkhaus trifft man im gesamten norddeutschen Gebiet zwischen den Niederlanden und der Danziger Bucht an. Im Süden reicht es bis nach Westfalen bzw. bis zum Harz. Das Niederdeutsche Fachwerk ist vor allem im

ländlichen Raum eng an den Haustyp des Hallenhauses geknüpft. Bei dieser Hausform sind Wohn- und Wirtschaftsteil unter einem Dach vereint. Das hintere Drittel wird zum Wohnen abgetrennt und im vorderen Bereich sind Stallbuchten vorhanden, die von einem Mittelgang erschlossen wurden.

Ein Paradebeispiel für das niederdeutsche Fachwerk ist *Dat ole Huus* (plattdeutsch für: Das alte Haus) in Wilsede. Das 1742 erbaute Fachwerkhaus ist das älteste Hallenhaus im Naturpark Lüneburger Heide. Es ist ein typisches niedersächsisches Hallenhaus mit dem sogenannten Flett als zentralem Aufenthaltsbereich mit Wohnküche und reicht über die ganze Hausbreite. Das Flett geht nach einer Seite ohne Abgrenzung in den Stall über, wo auch die Kammer untergebracht ist, in der die Knechte schliefen. Auf der anderen Seite des Fletts befinden sich mehrere, durch Wände abgegrenzte Kammern. Weitere Stuben sind die Kammer der Mägde, das Schlafzimmer des Bauern und der Bäuerin sowie die Kammern der Kinder und die Spinnstube. Die letzteren beiden befinden sich im Dachgeschoss des Hauses. Im First des mit Reet gedeckten Krüppelwalmdachs findet sich das Eulenloch (Quelle: Wikipedia).



**Bild 1.3** *Dat ole Huus* in Wilsede; links der Stall und rechts der Wohnbereich

In den norddeutschen Städten stellt der Fachwerkbau bis auf wenige Ausnahmen keine dominante Bauweise dar. In den vielen wohlhabenden Hansestädten prägen eher Ziegelgebäude das Stadtbild.

## ■ 1.2 Mitteldeutsches Fachwerk

Das Ausbreitungsgebiet des mitteldeutschen Fachwerks erstreckt sich vom Elsass im Westen über Franken bis nach Sachsen im Osten. Im Norden wird das Gebiet in

etwa durch die Flüsse Diemel und Werra begrenzt. Im Süden reicht es bis an den Neckar. Spätestens ab dem 17. Jahrhundert kann man auch das Gebiet bis zu den Alpen dem mitteldeutschen Fachwerk zurechnen. Das mitteldeutsche Fachwerk ist vor allem geprägt durch mehrgeschossige Bauten mit mehr oder weniger weiten Ständerabständen und bis zu vier Geschossen. Die Hauptbetonung liegt auf den Streben, die häufig gebogen sind. Insbesondere die Eckständer werden durch besondere Streben gehalten, die von der Schwelle bis zum Rähm reichen.

Als Beispiel mag das Rathaus in Alsfeld dienen. Das Rathaus der hessischen Stadt steht traufständig am Marktplatz der Stadt. Das Erdgeschoss besteht aus drei steinernen Arkaden. Die beiden darüber befindlichen Vollgeschosse und die drei Dachgeschosse sind dagegen in Fachwerk ausgeführt. Die beiden auskragenden Vollgeschosse ruhen auf Knaggen. Die marktseitige Fassade sowie die Rückseite des Gebäudes dominieren je zwei mittig angeordnete, sich über den ersten und zweiten Stock erstreckende Erker, die mit spitz zulaufenden Turmhelmen gekrönt sind (Quelle: Wikipedia).



**Bild 1.4** Das historische Rathaus am Marktplatz in Alsfeld

In konstruktiver Hinsicht gab es in der Folgezeit keine sonderlichen Veränderungen. Vielmehr entstanden Fachwerkfiguren, vor allem regionalspezifische Mannfiguren, und es wurden vermehrt Verzierungen der Fachwerkkonstruktion selbst vorgenommen. Schmuckelemente waren Andreaskreuze, Diagonalen in Rauten angeordnet oder verzierte Brüstungstafeln, die ein ganzes Gefach verdecken. Diese Schmuckformen prägten die Fachwerklandschaft des mitteldeutschen Raumes bis ins 19. Jahrhundert, waren jedoch regional sehr unterschiedlich ausgeprägt.

## ■ 1.3 Oberdeutsches Fachwerk

Das Gebiet des früher auch als alemannisches Fachwerk bezeichneten oberdeutschen Fachwerks wird im Norden durch den Neckar, im Westen durch den Rhein und im Osten durch den Bayerischen Wald begrenzt. Im Süden reicht es bis an die Alpen heran. Vom Beginn des 15. Jahrhunderts an werden fast ausschließlich Stockwerkbauten errichtet. Dabei unterliegt das oberdeutsche Fachwerk in der Folgezeit einem wachsenden Einfluss durch das mitteldeutsche Fachwerk. Die Ständer werden enger gestellt und die bis dahin unübliche Verzierung des Fachwerks wird zunehmend aus dem mitteldeutschen Raum übernommen. Spätestens ab dem 17. Jahrhundert lässt sich kein Unterschied mehr zwischen oberdeutschem und mitteldeutschem Fachwerk feststellen.

Ein eindrucksvolles Beispiel für diesen Baustil ist das Rathaus Markgröningen. Das spätmittelalterliche Gebäude ruht auf 54 Eichenstämmen. Laut dendrochronologischer Untersuchung wurden die Eichen im Winter 1440/41 geschlagen. Das Fachwerk wurde mit beeindruckender Präzision im spätgotischen Stil ausgeführt, teils mit Holznägeln fixiert und mit Schnitzereien verziert. Mit drei hohen Voll- und zwei Dachgeschossen überragt das Rathaus seine Nachbarbauten. Einen besonderen Akzent setzt der später hinzugefügte und um 45 Grad gedrehte Turmerker. Die Breite des Gebäudes beträgt im Grundriss 15,47 m, die Länge zwischen 24,93 m und 24,96 m und die Höhe je nach Firstpunkt zwischen 26,24 m und 26,41 m.



**Bild 1.5** Das Rathaus beherrscht den Marktplatz von Markgröningen

Konzipiert war der Bau als „Mehrzweckgebäude“, in dem nicht nur der Rats- und Gerichtssaal, Amtsstuben und ein Festsaal untergebracht waren, sondern Erdgeschoss und erstes Obergeschoss dem Handel mit Textilien, Salz, Brot oder Fleisch-

waren dienten. Zu ihrem Zunfhtag während des Schäferlaufs stand das Gebäude den württembergischen Schäfern zur Verfügung (Quelle: Wikipedia).

Auch wenn sich die Fachwerkbauten in den verschiedenen Regionen Deutschlands über die Jahrhunderte unterschiedlich entwickelten, haben sich viele der grundlegenden Konstruktionsprinzipien nur wenig verändert. Deshalb ist die alleinige Unterscheidung nach dem Alter unter Vernachlässigung der Stilrichtungen durchaus gerechtfertigt, zumindest solange es um konstruktive Sanierungsmaßnahmen geht. Denn Art und Umfang der Sanierungsmaßnahmen werden durch den Erhaltungszustand des Fachwerkgefüges und die Intensität der Schäden bestimmt.

Dass die gestalterischen Aspekte nicht außer Acht gelassen werden dürfen, versteht sich von selbst. Das gilt auch im Hinblick auf die Anwendung alter Handwerkstechniken. Sie gehören zur Fachwerksanierung wie der Einsatz fachwerk-spezifischer Baustoffe. Wesentlich ist eine sach- und fachgerechte Ausführung der Arbeiten, wobei die Baustoffe und Techniken im Sinne alter Handwerkskunst die Sanierungstätigkeit bestimmen. Fragen der werkgerechten Gestaltung treten erst dann in den Vordergrund, wenn Denkmalschutzanforderungen zu erfüllen sind, um besonders schützenswerte Bauten für die Zukunft zu bewahren.



# 2

## Fachwerkvielfalt

Bedingt durch die Jahrhunderte währende Aufsplitterung Deutschlands in eine Vielzahl von Königreichen, Fürstentümern, Grafschaften und anderen Herrschaftsgebieten findet sich ein sehr heterogenes Bild an Fachwerkgebäuden mit gestalterischen Unterschieden von Stadt zu Stadt und Dorf zu Dorf. Dabei überwiegen der städtische und der ländliche Fachwerkbau als Ort des Wohnens und Arbeitens.

Doch das Spektrum des Fachwerkbaus ist deutlich weiter gefasst. Das modulare Prinzip des Fachwerkbaus und die zunehmende Erfahrung der Zimmerleute im Umgang mit dem Baustoff Holz erlaubten je nach Bauaufgabe immer größere und komplexere Fachwerkstrukturen. Bürger- und Bauernhäuser, Adels- und Arbeiterhäuser, Schlösser und Kirchen, Produktionsstätten und Wirtschaftsbauten stehen für eine unglaubliche Vielfalt und wurden umgebaut, restauriert und saniert. Sie haben Jahrhunderte überdauert und verdeutlichen, welche universelle Rolle der Fachwerkbau spielte. Aber auch andere Bauten wie z.B. Brücken oder Lehrgerüste wurden in Holz erstellt, indem man fachwerktypische Konstruktionsregeln anwendete und sich die mit dem Baustoff Holz verbundenen vielfältigen statischen Möglichkeiten zu eigen machte.

Im Folgenden werden einige Beispiele aufgeführt, die deutlich machen, wie universell Holzfachwerk verwendet wurde.

### ■ 2.1 Der Quatmannshof in Cloppenburg

Das Hauptgebäude des Quatmannshofs im Museumsdorf Cloppenburg ist ein 1806 fertiggestelltes Hallenhaus in der Ausprägung als Zweistöckerhaus mit Kübbungen. Es ist 45 m lang und über 14 m breit. Der Vordergiebel weist eine dreifache Auskragung auf. Das 120 m<sup>2</sup> große Flett als Herdraum ist von der Diele durch eine Wand getrennt. Die beiden Stuben wurden mit sog. Hinterladeröfen beheizt.



**Bild 2.1** Quatmannshof Cloppenburg

Der Name des Hofes beruht auf seinem Erbauer, dem 1767 geborenen Georg Quatmann. Er begann 1803 mit der Errichtung des Hauptgebäudes als Erbhof. Nach einem Jahr wurden die Arbeiten wegen Unstimmigkeiten zwischen dem Bauherrn und den Zimmerleuten eingestellt und ruhten bis 1805. Fertiggestellt war das Haus 1806 (Quelle: Wikipedia).

## ■ 2.2 Das Knochenhaueramtshaus in Hildesheim



**Bild 2.2** Knochenhaueramtshaus Hildesheim

Das Knochenhaueramtshaus in Hildesheim war das Gildehaus der Fleischer (Knochenhauer). Wie die Zunfthäuser der anderen Hildesheimer Handwerkervereinigun-

gen steht das zur deutschen Renaissance zählende Fachwerkgebäude am Marktplatz der Altstadt gegenüber dem Rathaus. Aufgrund der repräsentativen, hochaufragenden Schmuckfassade und unter Berufung auf eine Bemerkung von Eugène Viollet-le-Duc wurde das Gebäude als „das schönste Fachwerkhaus der Welt“ bezeichnet. Das 26 m hohe Gebäude wurde am 22. März 1945 beim Luftangriff auf Hildesheim von britischen und kanadischen Luftstreitkräften vollständig zerstört.

Das Knochenhaueramtshaus galt vielen Hildesheimern als das Symbol Alt-Hildesheims schlechthin und so blieb der Wunsch nach seiner Wiederherstellung lebendig. Im Gegensatz zu den Gebäuden auf der Nord- und Südseite des Platzes, bei denen nur die Fassaden eng an die ursprüngliche historische Gestaltung angelehnt wurden, wurde das Knochenhaueramtshaus von 1986 bis 1989 zusammen mit dem links benachbarten Bäckeramtshaus in traditioneller Fachwerkbauweise rekonstruiert. Heute beherbergt das Gebäude unter anderem ein Restaurant und das Hildesheimer Stadtmuseum (Quelle: Wikipedia).

## ■ 2.3 Das Rathaus in Michelstadt



**Bild 2.3** Rathaus Michelstadt

Das Alte Rathaus von 1484 in Michelstadt ist von unverwechselbarer Originalität und zählt zu den wichtigsten spätmittelalterlichen Fachwerkbauten.

Das Fachwerkobergeschoss, auf der Westseite von hohen, spitzen Erkertürmchen flankiert, enthält einen großen Ratssaal mit einer polygonalen Mittelstütze. Die

Raumaufteilung wurde unter anderem im Jahr 1903 verändert. Zeittypisch sind die teilweise verblatteten Riegel, die viertelkreisförmigen Fußstreben und im Ostteil des Bauwerks die stockwerkshohen überkreuzten Streben. Das hohe steile Dach, das einen Giebelreiter und steile Kopfwalme aufweist, ist eines der frühesten Beispiele eines liegenden Stuhls, kombiniert mit einem stehenden Stuhl mit einer Firstpfette. Das Dach ist mit roten Biberschwanzziegeln gedeckt.

Das Bauwerk hat im Laufe der Zeit einige Umbauten erfahren:

- im Jahr 1743 wurden die Fassaden verschindelt,
- Anbauten aus dem Jahr 1786 wurden bereits 1846 wieder entfernt,
- im Jahr 1903 wurde die Freilegung des Fachwerks (mit einigen Ergänzungen) samt Teiluntermauerung der Erdgeschosshalle und Umbauten im Inneren des Gebäudes vorgenommen (Quelle: Wikipedia).

Das schier Unglaubliche ist nicht das Alter des Rathauses, sondern seine Bauweise. Weil der Westteil des Gebäudes auf drei mächtigen Eichenständern ruht, die zusammen mit dem Obergeschoss eine freie Halle bilden, sucht der Fachwerkbau seinesgleichen. Die Halle ist der verbliebene Teil eines ursprünglich völlig offenen Erdgeschosses, in dem früher öffentliche Gerichtsverhandlungen stattfanden und Marktbesicker bei Schlechtwetter ihre Stände aufbauten. Auf der mächtigen Tragwerksaufständerung ruhen das Obergeschoss und ein mächtiges, extrem steiles gewalmtes Kehlbalkendach.



**Bild 2.4** Blick in die Vorhalle des Rathauses

Das auf dieser Unterkonstruktion ruhende Stockwerk besteht aus einem großen Saal, einem Nebenraum und dem Vorraum mit den Treppen. Der Saal diente für

die Versammlung der Ratsherren, für Hochzeiten oder andere Feierlichkeiten. Er nimmt die zum Marktplatz gerichtete vordere Hälfte des Obergeschosses ein, vergrößert und bereichert durch die beiden Eckerker.

## ■ 2.4 Der Fresenhof in Nienburg/Weser



**Bild 2.5** Fresenhof Nienburg

Der Fresenhof ist eines der ältesten Gebäude der Stadt Nienburg. Es handelt sich dabei um einen sogenannten Burgmannshof, einen Vasallensitz. Die ehemaligen Besitzer bewirtschafteten früher vor den Toren der Stadt als Lehnsherren der Grafen von Hoya ihr Land.

Am 6. Juni 1485 belehnte Graf Jobst von Hoya Arnold Frese mit dem Burgmannshof, zu dem umfangreiche Ländereien gehörten. Trotz diverser Besitzer wurden die von Frese zum Namensgeber des Gebäudes.

Ab 1528 wechselten die Besitzer mehrmals. Bis 1598 gehörte der Fresenhof der Familie von Bothmer. Die Jahreszahl 1585 über dem Haupteingang weist darauf hin, dass zu dieser Zeit bauliche Veränderungen vorgenommen wurden. Im Laufe der Jahre wurde der Burgmannshof mehrmals umgebaut. 1610 ist das Gebäude völlig neu errichtet und 1670 verlängert worden.

1939 ging der Gesamtkomplex in den Besitz der Stadt Nienburg über. Während des 2. Weltkrieges war hier das Museumsgut ausgelagert. Erst Mitte der 1950er-Jahre fand das Museumsgut im Haus der Hoya-Diepholz'schen Landschaft, dem heutigen Quaet-Faslem-Haus, wieder ein Zuhause.

# Stichwortverzeichnis

## A

Abbundzeichen 98  
Abdichtung 244  
Abdichtungsebene 316  
Abhänger 264  
Ackerbürgerhaus 49  
Anblattung 165  
Andreaskreuz 5, 55  
Anstrich 35  
Anstriche 209  
Aufdopplung 309  
Auflager 181  
Augenmaß 93  
Ausblühung 120  
Ausfachung 56, 270, 271  
Ausmauerung 284  
Außenabdichtung 329  
Außenabdämmung 286  
Außenwandbekleidung 243  
Aussteifung 1, 55, 61, 149  
Aussteifungselement 152  
Aussteifungsregel 150  
Aussteifungsverband 152

## B

Balkenkopf 62  
Balkenortung 118  
Balkenzwischenraum 254, 265  
Barock 36  
Bauaufmaß 95  
Baubegehung 95  
Bauernhaus 44, 48  
Baugesetzbuch 63

Baukosten 81  
Baustil 1, 31  
– Epochen 31  
Baustoff 7  
Baustoffeigenschaft 204  
Baustoffprüfung 102  
Bausubstanz 66  
Bauteil  
– erdberührt 340  
– flankierend 257  
Bekämpfungsmaßnahme 140  
Beleuchtung 299  
Bemessungsdiagramm 222  
Bemessungswert 184  
Beschlagwerk 57  
Bestandsaufnahme 89  
Bestandsdecke 266  
Bestandserhaltung 74  
Bestandsschutz 63, 271  
Bewitterung 129  
Biberschwanzziegel 11  
Bilanzierungssoftware 197  
Bitumenbahn 247, 333  
Bitumendickbeschichtung 248  
Blähton 293  
Blattverbindung 168  
Blattwerk 35  
Blendrahmen 303  
Bodenfeuchte 246  
Bohrkernanalyse 117  
Bohrwiderstandsmessung 116  
Brandschutz 88  
Brett 60  
Brüstungstafel 5

**C**

Calciumcarbid-Verfahren 115

**D**

Dach 49  
Dacheindeckung 323  
Dachform 180  
Dachschräge 135  
Dachstuhl 155  
Dachtragwerk 155  
Dachüberstand 287  
Dämmebene 289  
Dämmkeil 291  
Dämmstoff 184, 292  
Dämmstoffdicke 223, 281, 297  
Dampfbremse 289, 292, 294  
– feuchteadaptiv 236  
Dampfdiffusionswiderstand 190  
Dampfdruckgefälle 218  
Dampfsperre 228  
Datenaufnahme 100  
Dauerhaftigkeit 138  
Deckenbalken 58  
Deckenbeschwerung 262  
Deckenoberseite 261  
Deckenscheibe 270  
Deckenspiegel 254  
Deckenunterseite 154, 254, 263  
Dendrochronologie 29, 112  
Denkmal 71  
Denkmalpflege VI, 72, 338  
Denkmalschutz 70  
Detailprüfung 319  
Diagonale 152  
Diagramm-Verfahren 297  
Dichtschlämme 248, 330  
Dichtungsmasse 277  
Dichtungssystem 317  
Diffusionseigenschaft 289  
diffusionsoffen 355  
Dokumentation 91  
Dreiecksleiste 57, 277  
Durchbiegung 147

**E**

Eckblatt 171  
Eigenleistung 353  
Einfachfenster 305  
Einfeldträger 154  
Einzelfallbetrachtung 266  
Endoskopie 109  
Energieberatung 196  
Energieeinsparpotenzial 182  
Energieeinsparung 69  
Entkopplung 264  
Erdreich 331  
Erhaltungsmaßnahmen 73  
Erhaltungspflicht 73  
Estrich 320  
– schwimmend 334  
Estrichbelag 262  
Exzentrizität 150

**F**

Fächerrosette 32, 35  
Fachwerk  
– mitteldeutsches 4  
– niederdeutsches 3  
– oberdeutsches 6  
– Typologie 1  
Fachwerkbau V  
Fachwerkgefüge 317  
Fachwerkhau V  
Fachwerkhauzeile 52  
Fachwerkkinnenwand 327  
Fachwerkinstandsetzung 243  
Fachwerkkonstruktion 107  
Fachwerkwand 54  
Farbe 355  
Federbügel 264  
Federschiene 264  
Fehleranalyse 78  
Fenster 299  
Fenster austausch 311  
Fensterflügel 302  
Fensterladen 303  
Fensteröffnung 299  
Fensterteilung 53

Fersenversatz 178  
 Feuchte 191  
 Feuchteaufnahme 202, 204  
 Feuchtebelastung 223  
 Feuchteeinwirkung 199  
 Feuchteerscheinung 90  
 Feuchtegehalt  
 – praktischer 232  
 Feuchtegrenzwert 224  
 Feuchteschutz 88  
 Feuchtigkeit 268  
 – aufsteigend 340  
 Firstpfette 11  
 Flächengewicht 262  
 Flachs 293  
 Flankenbauteil 256  
 Flechtwerk 276  
 Fließestrich 320  
 Folientest 113  
 Fotoaufmaß 98  
 Frostgrenze 287  
 Frostwiderstand 111  
 Fuge 292  
 Fugenband 277  
 Fugendichtung 316  
 Fugenlänge 302  
 Füllhölzer 60  
 Füllstoff 321  
 Fundament 2, 149  
 Fußpunkt 335

## G

Gebäudesockel 244  
 Gebrauchsanweisung 140  
 Gebrauchsklasse 131, 139  
 Gebrauchstauglichkeit 130  
 Gefachaufbau  
 – einschichtig 282  
 – mehrschichtig 285  
 Gefache  
 – Erneuerung 275  
 Gefüge 1, 34, 54, 284  
 Gerberstoß 170  
 Gesamtstabilität 150

Geschosdecke 58  
 Gestaltung 1  
 Giebel 46, 52  
 Glaser-Verfahren 209  
 Gleichgewichtsfeuchte 204, 205  
 Glockenstuhl 27  
 Gotik 32  
 Grundmauerschutz 236  
 Grundschwelle 237  
 Gründung 270  
 Grundwasser 234, 332  
 Gussasphalt 263

## H

Haftverbund 250  
 Hakenblatt 169  
 Hallenhaus 8, 44  
 Handaufmaß 96  
 Handwerkstechnik 7  
 Hanf 293  
 Hausbock 126  
 Hausschwamm 124  
 Heißluftverfahren 142  
 Hinterlüftung 287  
 Historismus 38  
 Holz V, 308  
 Holzbalkendecke 153, 251, 317  
 – Dämmung 320  
 Holzbrücke 24  
 Holzdichtemessung 116  
 Holzfaserplatte 261, 293  
 Holzfeuchte 123  
 Holzfeuchtemessung 114  
 Holzkonstruktion 43  
 Holznagel 55, 161  
 Holzqualität 147  
 Holzschutz 123, 128  
 Holzschutzmaßnahme 130  
 Holzschutzmittel 130, 139  
 Holzverbindungen 163  
 Holzwurm 126  
 Horizontalabdichtung 336  
 Hygroskopizität 205



**I**

Inaugenscheinnahme 89  
Informationsdichte 95  
Ingenieurvermessung 97  
Innenabdichtung 329  
Innenbekleidung 294  
Innendämmsysteme 294  
Innendämmung 213, 287  
– Hinterlüftung 289  
Innenraumgestaltung 68  
Insektenbefall 141  
Inspektion 78  
Installationsebene 137  
Instandhaltung 64, 78  
Instandsetzung 64, 78  
Isolierverglasung 313

**J**

Jahresringbreite 113

**K**

Kalkputz 275, 283  
Kalziumsilikatplatte 293, 294  
Kammverbindung 172  
Kapillarität 206  
Kapillarwasser 230  
Karsten'sches Röhrchen 119  
Kastenfenster 307, 310  
Kehltriegdach 156  
Keller 14  
Kellerschwamm 124  
Kerbe 177  
Klassizismus 37  
Klaue 167  
Kleinteiligkeit 311  
Klimamembran 225  
Klimaschutz 194  
Knagge 61  
Knotenpunkt 150  
Konsole 62  
Konstruktion 1  
Konstruktionsregel 8, 41

Konvektion 210, 298  
Kork 293  
Kostenberechnung 83  
Kostenermittlung 82  
Kostengruppe 82, 84  
Kostenkennwert 84  
Kostenschätzung 82  
Kragarm 61  
Kunststoffbahn 247

**L**

Laboruntersuchung 141  
Laubstabornament 32  
Leckage 228  
Lehm 56, 282  
Lehmausfachung 276  
Lehmziegel 56  
Leichtlehm 284  
Lichtmikroskop 110  
Luftdichtheit 218  
Luftdichtung 294  
Luftfeuchte 201  
Luftschalldämmung 252  
Luftschallschutz 319  
Lüftungswärmeverlust 192  
Luftwechsel 301  
Luftwechselzahl 301

**M**

Mannfigur 55  
Materialdaten 204  
Mehrfeldträger 146  
Mikrowellen-Feuchtemessung 116  
Mindestwärmeschutz 279  
Minimierungsgebot 143  
Mischform 59  
Mitteldeutsches Fachwerk 4  
Modellbildung 148  
Modernisierung V, 63  
Modernisierungsfähigkeit 65  
Muster 56  
Musterbauordnung 300

**N**

Nagelblech 275  
Naturbaustoffe 269  
Naturstein 282  
Neueindeckung 324  
Neuzeit 41  
Niederdeutsches Fachwerk 3  
Niveauausgleich 262  
Norm-Trittschallpegel 257

**O**

Oberdeutsches Fachwerk 6  
Oberflächentauwasser 209  
Oberflächentemperatur 187, 203  
Oberrähmkonstruktion 45  
Ornamentik 1, 32  
Ortsveränderung 337

**P**

Pendelstütze 149  
Periodenbilanzverfahren 213  
Pfahlbau 1  
Pferdekopf 47  
Pftendach 156  
Pilzbefall 93, 123, 141  
Porenschwamm 124  
Portal 36  
Portikus 37  
Primärenergiebedarf 194  
Primärenergieverbrauch 196  
Prüfverfahren 102  
Putz 294

**Q**

Querbinder 44  
Quergefüge 60  
Querschnittsschwächung 147

**R**

Rahmen 43  
Randbedingung 217  
Randdämmstreifen 263  
Rasterelektronenmikroskop 110  
Raumbelüftung 301  
Raumbuch 99  
Raumecke 187  
Raumhygiene 301  
Raumklima 199  
Raumlufttemperatur 200  
Rayonfachwerk 39  
Reet 43, 325  
Reetdach 325  
Referenzrechnung 224  
Regelsanierung 141  
Regenwasser 233  
Rekonstruktion 68, 338  
Renaissance 34  
Reparaturverbindung 144  
Restquerschnitt 93  
Riegel 2, 33, 55, 271  
Rissbreitenmesser 102  
Rissmonitor 103  
Rohdichte 190, 285  
Rückprallhammer 103  
Rundbogentor 50  
Rundling 52

**S**

Salzuntersuchung 120  
Sanierputz 330  
Sanierung V, 63  
Sanierungsfahrplan 198  
Sanierungsmaßnahme 74  
Sättigungsdampfdruck 203, 218  
Sättigungsfeuchte 201  
Saugfähigkeit 223, 296  
Schafwollematte 293  
Schalldämm-Maß 256  
Schallpegel 251  
Schallschutz 88, 121, 250  
Schalung 285

Scherfläche 162  
Schichtenwasser 235  
Schiefstellung 3  
Schimmel 191  
Schlagregen 233, 292  
Schlagregenbeanspruchung 241  
Schlagregenschutz 240, 288  
Schloss 14  
Schmuck 34  
Schmuckform 35  
Schutzerfolg 130  
Schwelle 2, 33, 61  
Schwellenkranz 33  
Seitenschiff 45  
Sichtprüfung 319  
Sichtziegel 57  
Sickerwasser 331  
Simulationsberechnung 220  
Sockel 51  
Sockelausbildung 334  
Sockelmauerwerk 328  
Sommerkondensation 211  
Sorption 205  
Sorptionisotherme 205  
Sorptionswasser 231  
Spannweite 154  
Sparren 136  
Sparrendach 156  
Sparrenpaar 159  
Splint 59  
Spritzwasser 233, 236, 329  
Spritzwasserbereich 239  
Sprosse 314  
Stake 56  
Ständer 33  
Ständerbau 33, 58  
Ständerwerk 1, 58, 272  
Standort 241  
Standicherheit 68, 96, 146, 268  
Standisicherheitsbetrachtung 148  
Standisicherheitskonzept 150  
Steifigkeit 146  
Stiel 271  
Stilepoche 31  
Stirnversatz 177

Stockwerkbau 6, 35, 59  
Stockwerksrähmbau 33  
Stoßlüftung 302  
Stoßverbindung 164, 168  
Strebe 33, 271  
Strohlehm 284

## T

Tageslicht 299  
Tauperiode 218  
Taupunkt 202  
Taupunkttemperatur 199, 207  
Tauwasser 288  
Tauwasserausfall 199, 208  
Tauwasserbildung 200, 208, 301  
Tauwassergefahr 136, 287  
Tauwassermasse 220  
Tauwassernachweis 217  
Tauwasserschutz 199  
Teilunterkellerung 51  
Temperatur 289  
Temperaturdifferenz 105  
Teppichbodenbelag 261, 320  
Thermografie 104  
Tragfähigkeit 154  
Tragstruktur 148  
Tragverhalten 146  
Tragwerksmodell  
– räumlich 179  
Translozierung 337  
Transmissionswärmeverlust 192  
Trasszementmörtel 335  
Treppenfries 32  
Trittschalldämmung 252  
Trittschallgeräusch  
– tieffrequent 260  
Trittschallschutz 319  
Trockenestrich 263, 320  
Trockenestrichelement 261  
Trocknungspotenzial 219  
Trocknungsreserve 220  
Tropfkante 238

**U**

Überblattung 165  
Umnutzung 66  
Unterdecke 261, 264  
Unterkonstruktion 270  
Unterrähmgefüge 45  
Untersuchungsverfahren 91

**V**

Verbesserung 78  
Verbesserungsmaßnahmen 268  
Verbindung 161  
Verbindungsmittel 163  
– metallisch 191  
Verblattung 55  
Verbundfenster 306  
Verdunstungsmasse 220  
Verdunstungsperiode 218  
Verfüllmaterial 331  
Verkämmung 62, 166  
Verriegelung 62  
Versatz 159, 166, 177  
Verwendbarkeitsnachweis 140  
Verzapfung 55, 164  
Verzierung 5, 32, 36  
Vierständerhaus 46  
Vorhangfassade 286

**W**

Wärmebrücke 105, 186  
Wärmebrückeneffekt 290  
Wärmedämmstoff 188, 292  
Wärmedurchgangskoeffizient 185  
Wärmedurchlasswiderstand 184  
Wärmekapazität 190  
Wärmeleitfähigkeit 184  
Wärmeschutz 88, 183, 278

Wärmeverlust 191, 291  
Wartung 78  
Wasser  
– chemisch gebunden 230  
– drückend 258  
– nicht drückend 258  
Wasseraufnahme 120  
Wasseraufnahmekoeffizient 243  
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl 212  
Wasserdampfdruck 202  
Wasserdampfdurchlässigkeit 211  
Wasserdampfgehalt 202  
Wasserdampfkonvektion 135, 210  
Wasserdampfteildruck 218  
Wasserdampftransport 200  
Widerstandsmessung 115  
Wiederaufbau 337  
Windlast 151, 158  
Wirtschaftlichkeit V, 87  
Wirtschaftsgiebel 47  
Wohnen 51  
Wohnkomfort 278  
WTA-Merkblatt 222

**Z**

Zapfenschloss 59  
Zapfenstoß 176  
Zapfenverbindung 174  
Zeichnung 96  
Zellulose 293  
Zementestrich 321  
Zerstörungsgrad 272  
Ziegel 282  
Zustandsanalyse 318  
Zweifeldträger 154  
Zweiständerhaus 8  
Zweiständer-Konstruktionen 44