

Alexander Faensen

Fachwerksanierung am Beispiel des alten Rathauses Biesenthal

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2002 Diplom.de
ISBN: 9783832461720

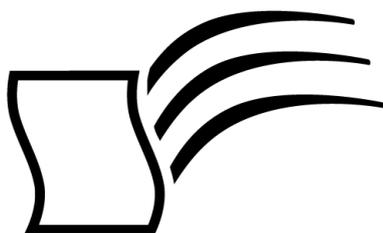
Alexander Faensen

**Fachwerksanierung am Beispiel des alten Rathauses
Biesenthal**

Alexander Faensen

Fachwerksanierung am Beispiel des alten Rathauses Biesenthal

Diplomarbeit
Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Fachbereich Ingenieurwissenschaften II
Abgabe August 2002



Diplom.de

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 6172

Faensen, Alexander: Fachwerksanierung am Beispiel des alten Rathauses Biesenthal
Hamburg: Diplomica GmbH, 2002

Zugl.: Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Fachhochschule für Wirtschaft
und Technik, Diplomarbeit, 2002

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2002
Printed in Germany

INHALT

I. Einleitung	3
1. Fachwerkbau	6
1.1 Einführung	6
1.1.1 Entwicklung und Stile	6
1.1.2 Aufbau	8
1.2 Bestandteile	10
1.2.1 Holz und Holzschutz	10
1.2.2 Verbindungen	17
1.2.3 Wandgefache	21
1.2.4 Fassade	23
1.2.5 Dach	24
1.3 Abbund und Richten	25
1.4 Fachwerktypische Schäden	28
1.4.1 Allgemein	28
1.4.2 Schädlinge	30
1.4.3 Schädlingsbekämpfung	31
1.4.4 Auswirkungen	32
1.4.5 Schäden aus Sanierungen	33
1.4.6 Regionale Schadensbilder	35
1.5 Untersuchungsmethoden	36
2. Altes Rathaus Biesenthal	40
2.1 Baubeschreibung	40
2.1.1 Lage	40
2.1.2 Geschichte	40
2.1.3 Gebäude (Bestand)	40
2.2 Schäden	43
2.2.1 Schadensbild	43
2.2.2 Maßnahmen	51

2.3 Sanierungskonzept	54
2.3.1 Begriff	54
2.3.2 Bauzustandsanalyse	56
2.3.3 Vorgaben/Vorschläge	59
2.3.4 Denkmalpflege	59
2.3.5 Beschreibung der Maßnahmen	63
2.4 Kosten und Termine	66
2.5 Holzbalkendecke	69
2.5.1 Allgemein	69
2.5.2 Situation	70
2.5.3 Balkenkopfverstärkung 1	76
2.5.4 Balkenkopfverstärkung 2	79
2.5.5 Weitere Verfahren	83
2.5.6 Auswechslung	84
2.6 Außenwand	86
2.6.1 Allgemein	86
2.6.2 Wärmeschutz	86
2.7 Innenwand	90
2.7.1 Allgemein	90
2.7.2 Situation	91
2.7.3 Längswände und Unterzüge	92
2.7.4 Querwände und Unterzüge	103
II. Zusammenfassung	108
III. Anlagen	110
1. Altes Rathaus – Bestand	
2. Altes Rathaus – Abriß und Neubau	
3. Altes Rathaus – Statische Berechnung Unterzüge	
4. Altes Rathaus – Statische Berechnung Deckenbalken (Vorgabe)	
IV. Literaturverzeichnis	173

I. Einleitung

Das Fachwerk zeigt so deutlich wie kaum eine andere Bauweise seine Funktion und den Hintergrund seiner Entstehung: Durch die Tragstruktur werden Kräfteverläufe deutlich; Stil, Größe, Ausführungsgüte und Wahl der Holzverbindungen geben Hinweise auf Entstehungszeit, Region, Bedeutung und Nutzung des Gebäudes.

Das Ziel, diese historischen Gebäude zu erhalten und somit auch ihre Aussagekraft bezüglich der Holzbaukunst seiner Erbauer und der Lebensbedingungen seiner ehemaligen und jetzigen Bewohner zu wahren, ist einer der Gründe für die Wahl dieses Themas. In Verbindung mit der Untersuchung der Sanierung dieser Gebäude entsteht die interessante Fragestellung wie mittels z.T. moderner Sanierungstechniken einem historischen Gebäude eine heute sinnvolle Nutzung gegeben werden kann.

Bauen im Bestand macht ca. 50 % der Bautätigkeit in Deutschland aus,¹ ein Großteil davon betrifft Fachwerkgebäude. Es handelt sich also nicht um nur wenige spezielle, denkmalgeschützte Gebäude, sondern um ca. 2 Millionen Fachwerkhäuser.²

Die Zahlen machen deutlich, daß die Untersuchung der Möglichkeiten zu Fachwerksanierungen mehr als nur denkmalschützerischen Wert haben, da letztendlich die meisten der Gebäude als Wohnraum genutzt werden und allein schon deshalb erhaltenswert sind.

Untersucht werden ausgewählte Bereiche der Sanierung am Beispiel des Alten Rathauses Biesenthal, ihnen geht eine ausführliche Einführung in den Themenbereich des Fachwerkbaus und der Sanierung voran. Dazu werden im einzelnen zunächst die unterschiedlichen Konstruktionsweisen, Verbindungen und Elemente sowie deren Funktion im Fachwerkgebäude erläutert. Zusätzlich werden typische Schadensbilder und Ursachen, Untersuchungstechniken und Sanierungsmaßnahmen betrachtet und beurteilt. Dies geschieht im ersten Teil der Arbeit.

¹ Informationsdienst Holz: Modernisierung von Altbauten. München 2001, S.3

² Informationsdienst Holz: ebenso, S.3

Im zweiten Teil, dem Schwerpunkt der Diplomarbeit, werden dann Bereiche der Fachwerksanierung am Beispiel des Alten Rathauses erläutert.

Verfahren und Lösungsvorschläge zu aktuell durchzuführenden Maßnahmen werden diskutiert. Die Zielstellung des zweiten Teiles besteht nicht darin, die Sanierung insgesamt zu dokumentieren. So werden einige der Gebiete, die zum Bauen im Bestand gehören, sehr intensiv untersucht (z.B. Deckenkonstruktionen, Innenwände), einige werden weniger umfangreich angesprochen (z.B. Wärmeschutz), andere weggelassen. Zusätzlich wird auf die Erarbeitung des Sanierungskonzeptes sowie auf den Bauablauf eingegangen, in beiden Bereichen ist der Denkmalschutz des Gebäudes ein wichtiger Faktor.

Die Vorgehensweise bei der Erstellung der Arbeit ist für den ersten, einführenden Teil klar (Literaturstudium), die des zweiten Teils ergibt sich aus dem aktuellen Fortschritt der Sanierung in Biesenthal und den nächsten anstehenden Maßnahmen.

Bestandszeichnungen und Holzschutzgutachten geben zunächst einen Überblick über die Ausgangssituation, Ausführungspläne mit Abriß- und Neubaugaben sowie neue Grundrisse und das Raumbuch weisen das Sanierungsziel aus.

Die bereits vorhandenen Statiken der Holzbalkendecken werden dann zum Nachweis bzw. zur neuen Dimensionierung der Unterzüge genutzt, anhand der Angaben des Holzschutzgutachtens werden Varianten zur Balkenkopfsanierung betrachtet.

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Dipl.-Bauing. E. Delock von RECONTIE INGENIEURE, Zepernick, der mir viele Informationen zum Rathaus Biesenthal zur Verfügung gestellt hat.

1. FACHWERKBAU

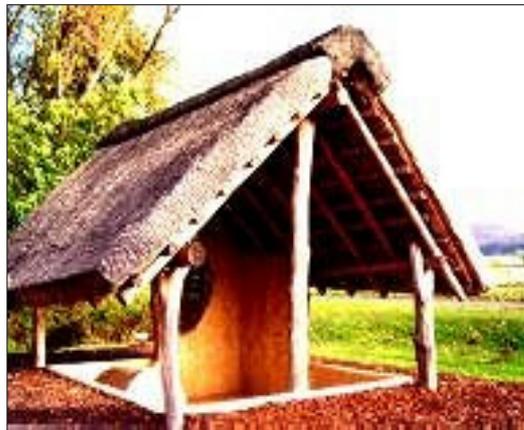
1. Fachwerkbau

1.1 Einführung

1.1.1 Entwicklung und Stile

Die Entwicklung der Fachwerkkonstruktion gliedert sich grob in drei Stufen, es sollen hier die für das weitere Vorgehen wichtigen Merkmale der Entwicklungen angesprochen werden.

Die **PFOSTENBAUWEISE** bildet relativ primitive Behausungen und hat nur wenig mit dem Fachwerkbau zu tun, wie er sich uns heute präsentiert. So ist in dieser Betrachtung der ausschlaggebende Punkt die Schadensanfälligkeit der Stiele („Pfoften“), die direkt in das Erdreich gestellt werden und so zur Fäulnis neigen.¹



Gebäude in Pfoftenbauweise²

Im **GESCHOSSBAU** führt dieser Umstand dazu, das Gebäude auf einem Sockel aufzulagern. Zunächst werden die Stiele direkt auf diesen gestellt, eine waagerechte Schwelle zur Einbindung wird erst nach einiger Zeit üblich. Gleichzeitig verliert das Tragwerk aber die Einspannung, die sich aus den eingegrabenen Pfoften ergibt. Das nun freistehende Gebäude wird durch erste Formen von Streben unverschieblich gehalten. Der so entstandene Geschossbau (auch Ständerbau genannt) hat durchlaufende Stiele, die Geschosse werden durch Geschossbalken, die eine Zusatzwirkung als Ankerbalken haben, ausgebildet. Hauptmerkmale sind im Vergleich zum später folgenden

¹ RAU / BRAUNE: Der Altbau. 5. Auflage, Leinfelden-Echterdingen 1986, S.133

² www.fachwerk.de/lexikon/pfoftenbau vom 04.07.02

Stockwerkbau die fehlende Geschossauskragung und leicht an der Außenwand erkennbare, durchgestemmte Zapfen mit Schloss.

Der **STOCKWERKBAU** dominiert nach einer Übergangszeit (14. Jh. bis 15.Jh.)³ mit Mischformen, bis der Fachwerkbau nach dem 2. Weltkrieg aufgegeben wird.

Jedes Stockwerk wird, gelenkig gelagert, einzeln auf dem Darunterliegenden aufgeschlagen. Die Stiele werden in Stockwerksschwelle und Rähm eingezapft.

Die Auskragung des jeweils höher liegenden Stockes wird üblich, Vorteil ist in erster Linie Raumgewinn. Aber auch konstruktiver Holzschutz ergibt sich durch die Auskragungen.

Die Stockwerksschwelle lagert auf der Balkenlage des darunter liegenden Stockes auf.

Die Entwicklung zum Stockwerkbau vollzieht sich aus mehreren Gründen. So sind durch die unterbrochenen Stiele die benötigten Holzlängen geringer, der Abbund sowie das Richten werden durch die Aufteilung in untereinander unabhängige Stockwerke erleichtert.

Weiterhin werden die Querschnittsschwächungen der Stiele, die beim Geschossbau durch die durchgestemmten Zapfen der Geschossbalken entstehen, vermieden.

Der Schwachpunkt des schadensanfälligen Zapfenschlosses dieser Verbindung entfällt ebenso, lt. GERNER⁴ ist eben diese Anfälligkeit der Anstoß vom Geschoss- zum Stockwerksbau überzugehen.

Der **regionale Stil** ist ein weiteres Kriterium bei der Klassifizierung der Gebäude. Hier treten die beiden Varianten Geschoss- und Stockwerkbau in jeweiliger Prägung auf, wobei sich regional erhebliche Unterschiede im Zeitpunkt der Entwicklung ergeben. Trotz vieler Überschneidungen (besonders in Grenzgebieten zwischen zwei Regionen) und zeitlich bedingter Mischformen lassen sich die drei in Deutschland auftretenden Stilgruppen mit ihren Merkmalen unterteilen:

NIEDERDEUTSCHES FACHWERK (Sächsisches Fachwerk):

Verbreitung: „...vom Norden Deutschlands bis ins Ruhrgebiet, Nordhessen und das nördliche Brandenburg.“⁵

Das Niederdeutsche Fachwerk zeichnet sich durch relativ enge Ständerstellung aus.

Die Anordnung ist streng symmetrisch und orientiert sich an der Lage der Deckenbalken auf dem Rähm. Durch diese enge Ständerstellung und die Anordnung von Riegeln mit z. T. kräftigen Blättern oder Zapfen entsteht bedingte Biegesteifigkeit.

Dieser Tatsache trägt das Niederdeutsche Fachwerk durch wenige Streben Rechnung, oft sind lediglich Eckstiele verstrebt. Optisch ist die meist schlichte Ausführung mit Betonung von waagerechten und senkrechten Bauteilen auffällig, sie zieht sich durch die gesamte Entwicklung.

MITTELDEUTSCHES FACHWERK (Fränkisches Fachwerk):

Verbreitung: „...in Hessen, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt, aber auch in Brandenburg oder teilweise im Elsass.“⁵

Das Mitteldeutsche Fachwerk ist durch eine unsymmetrische und weitere Ständerstellung als beim Niederdeutschen Fachwerk geprägt, Bund- und Eckstiele haben größere Querschnitte als die Zwischenstiele und sind verstrebt.

³ GERNER, Manfred: Historische Häuser erhalten und instandsetzen. 2. Auflage, Augsburg 1990, S.108

⁴ GERNER, Manfred: Zimmerarbeiten an historischen Fachwerkbauten. Köln 1996, S. 81

⁵ LIBNER / RUG: Holzbausanierung. Berlin/Heidelberg/New York 2000, S. 65, 68, 71

Weiteres Merkmal sind zahlreiche Verstrebungsfiguren und deren Perfektionierung während der Entwicklungsgeschichte, sie führten bis zur „Mann-Figur“.

OBERDEUTSCHES FACHWERK (Alemannisches Fachwerk):

Verbreitung: „...vom Elsaß bis nach Nürnberg und von der Gegend südlich der Mainlinie bis in die Schweiz.“⁵

Der sehr weite Ständerabstand kennzeichnet das Oberdeutsche Fachwerk ebenso wie die deswegen erforderlichen doppelten Rähme, Kopf- und Fußbänder.

Die Strebenfiguren („schwäbisches Weible“, „Mann-Figuren“), bestehend aus beidseitig am Stiel verblatteten Kopf- und Fußbändern, sind ebenso typisch.

Die Entwicklung bringt eine Angleichung des Oberdeutschen an das Mitteldeutsche Fachwerk im Spätmittelalter⁶, dadurch beschränkt sich die Unterteilung ab diesem Zeitpunkt auf lediglich zwei Gruppen.

Ab dem 16. Jh. variieren lediglich verschiedene Zierformen, die Entwicklung des Fachwerkbaus ist abgeschlossen.

1.1.2 Aufbau

Der Begriff „Fachwerkbauweise“ beschreibt wandbildende Konstruktionen in Skelettbauweise. Seine Stäbe bilden ein standfestes Gefüge mit offenen Feldern, den „Gefachen“. Die Stabenden laufen in Knoten zusammen, die im traditionellen Fachwerkbau durch zimmermannsmäßige Holzverbindungen ausgeführt sind.

Praktisch alle in der Fachwerkwand auftretenden Kräfte sind Druckkräfte, die traditionelle Holzverbindung kann keine, bzw. nur äußerst begrenzt Zugkräfte aufnehmen.

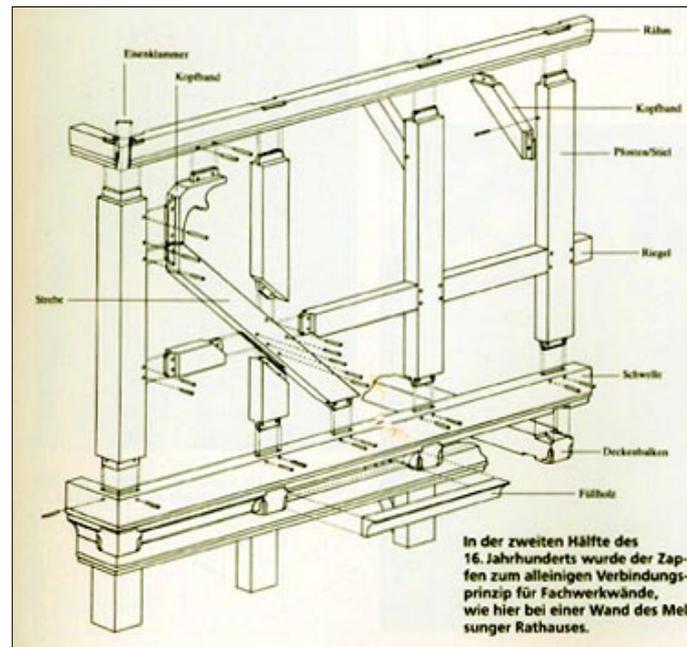
Wegen des gelenkigen Anschlusses dieser Verbindungen sind Diagonalstäbe in Form von Streben, Kopf- oder Fußbändern nötig. Allerdings ist die Aussteifung der Wand u.U. bei kräftiger Dimensionierung und ausreichender Anzahl von Riegel-Stielanschlüssen auch ohne Diagonalstäbe gegeben.⁷

Bestandteile sind unabhängig von Epoche und regionalem Stil Schwelle (Sockel- und Stockwerkschwelle), Stiele (Eck-, Bund-, Normal- und Klebestiele), Riegel (Brüstungs-, Sturz- und einfacher Riegel), Rähm und Streben. Verschieden sind lediglich Anzahl, Verbindung und Ausprägung der einzelnen Elemente. Ebenso sind die Ausfachungen regional unterschiedlich ausgeführt

⁵ LIBNER / RUG: Holzbausanierung. Berlin/Heidelberg/New York 2000, S. 65, 68, 71

⁶ GERNER, Manfred: Fachwerklexikon. Stuttgart 1997, S. 56

⁷ LIBNER / RUG: Holzbausanierung. Berlin/Heidelberg/New York 2000, S. 51



Explosionszeichnung Fachwerkwand⁸

Das Fachwerkgebäude wird aus den einzelnen Wänden durch Eckverbindungen zusammengefügt. Auf das Rähm wird die dazugehörige Deckenbalkenlage aufgekämmt, sie hält die Wände zusätzlich.

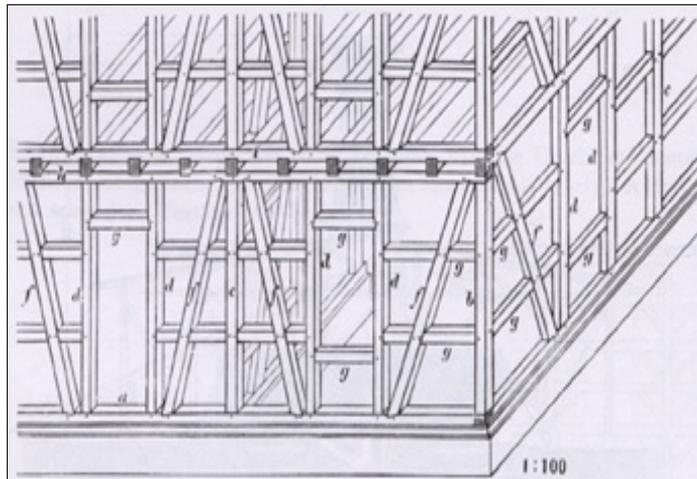
Innere Wände haben ebenfalls aussteifende und lastabtragende Wirkung, sie werden über Bundstiele an die Außenwände angeschlossen.

Im Stockwerkbau wird auf den so komplettierten Stock der jeweils Nächste aufgestellt.

Die Gefache haben raumabschließende und bauphysikalische Funktionen, sie sind nicht am Lastabtrag oder an der Aussteifung beteiligt (Ausnahme Ziegelausfachung).

Lehmausfachungen sind möglichst „weich“ ausgebildet, um so die beim Fachwerkbau unumgänglichen Bewegungen der arbeitenden Hölzer sowie Bewegungen des gesamten Gebäudes schadensfrei aufzunehmen.

⁸ GERNER, Manfred: Handwerkliche Holzverbindungen der Zimmerer. Stuttgart 1992, S. 54



Wanddecke mit typischen Bauteilen⁹

1.2 Bestandteile

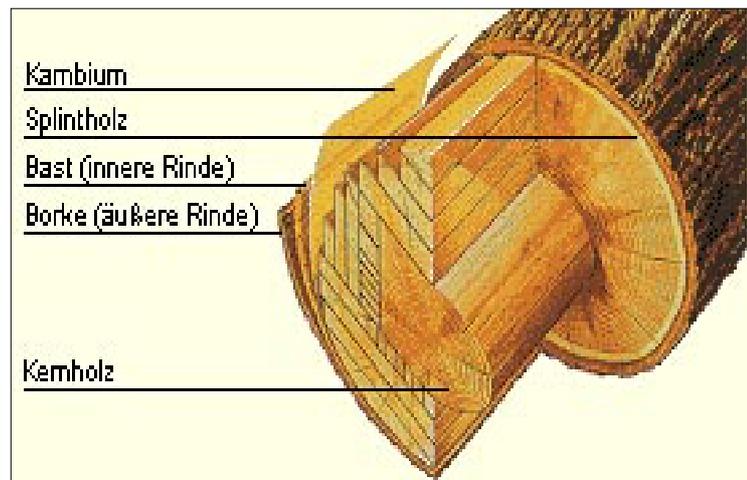
1.2.1 Holz und Holzschutz

Abgesehen von seinen beiden Defiziten Schädlingsanfälligkeit und Feuergefährlichkeit ist Holz ein idealer Baustoff. Hohe Festigkeiten bei geringem Gewicht, leichte Bearbeitung und gute Wärmedämmeigenschaften zeichnen es aus.

Zu seiner Erzeugung ist kein zusätzlicher Energieaufwand nötig, die Ressourcen sind erneuerbar. Holz ist ein lebendiger und, fachgerechte Verarbeitung vorausgesetzt, schöner Baustoff.

Das **WACHSTUM** des Baumes findet im Kambium statt. Es gibt zwei Wachstumsphasen, die jeweils das Früh- und Spätholz eines Jahres bilden. Die Frühjahrszellen sind große, dünnwandige Zellen, die das Frühholz des jeweiligen Jahresringes bilden. Die zweite Wachstumsphase im Sommer produziert die langsamer gewachsenen, dickwandigeren Zellen, das dunklere Spätholz. Die Festigkeit eines Holzes ist direkt davon abhängig, wie schnell der Baum gewachsen ist. Je langsamer das Wachstum vorangeht, desto enger liegen die Jahresringe beieinander und desto größer ist der Anteil des festeren Spätholzes innerhalb eines Jahresringes.

⁹ STADE, Franz: Die Holzkonstruktionen. Leipzig 1904, S. 78



Bereiche des Stammquerschnittes¹⁰

Der zuletzt gewachsene, außen am Querschnitt liegende Splintholzanteil (er dient dem Nährstofftransport innerhalb des Stammes) ist am stärksten von Schädlingsbefall bedroht.

Die innere Kernholzzone, bestehend aus abgestorbenen, verharzten Zellen, ist resistent gegen Schädlinge und ausschlaggebend für die Beanspruchbarkeit eines Holzes.

Je nach Holzart sind Kern- und Splintholzzone mehr oder weniger leicht zu differenzieren, Eiche und Kiefer haben im Gegensatz zu Fichte eine dunkle Kernholzzone und hellen Splint.

Auch die Wuchsbedingungen beeinflussen neben der Holzart die Nutzbarkeit. Kriterien wie Drehwuchs, Astigkeit, Abholzigkeit und Krummschäftigkeit sind u. a. abhängig von Nährstoff- und Feuchteangebot, Witterungseinflüssen und Bestandsdichte.

Durch diese verschiedenen Parameter ist Holz im Vergleich zu anderen Baustoffen ein inhomogener Baustoff. Durch entsprechend hohe Sicherheitsbeiwerte in der Bemessung wird dem Rechnung getragen.

Die Beachtung der **HOLZFEUCHTE** beim Einbau der Hölzer ist eine der elementaren Grundregeln.

Bei zunehmender Feuchte verschlechtern sich praktisch alle Festigkeitswerte des Baustoffes Holz¹¹ (vgl. Grafik). Ebenso beeinflusst sie das Wärmedämmvermögen und fördert bei dauerhafter Einwirkung und Erreichen bestimmter Grenzwerte den Schädlingsbefall. Die Holzfeuchte wird ausgedrückt als Verhältnis der Masse des enthaltenen Wassers zur Masse des darrtrockenen Holzes. Angaben in Masseprozent.

¹⁰ www.fachwerk.de/img/baumstamm vom 04.07.02

¹¹ ERLER, Klaus: Alte Holzbauwerke. 2. Auflage, Berlin 1997, S. 51

X-ACHSE: FEUCHTEGEHALT (%)

Y- ACHSE: AUFNEHMBARE SPANNUNG
(POUNDS/INCH²)

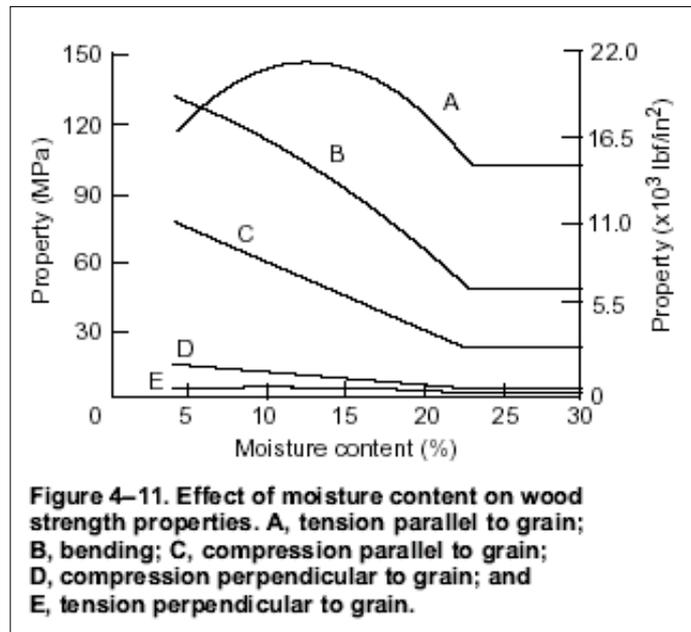
A: ZUG PARALLEL ZUR FASER

B: BIEGUNG

C: DRUCK PARALLEL ZUR FASER

D: DRUCK RECHTWINKLIG ZUR FASER

E: ZUG RECHTWINKLIG ZUR FASER



Einfluss der Holzfeuchte auf Festigkeitswerte ¹²

Unterhalb des **FASERSÄTTIGUNGSPUNKTES** von ca. 30% beginnt Holz „zu arbeiten“. Dann ist das sogenannte freie Wasser abgegeben, durch weitere Abgabe unterhalb des Fasersättigungspunktes wird gebundenes Wasser aus den Zellen frei. Das Holz beginnt zu schwinden. Umgekehrt findet Quellen nur bis zur Erreichung des Sättigungspunktes statt.

Schwind- und Quellverhalten sind in axialer, radialer und tangentialer Richtung verschieden, radial und tangential erreicht die Verformung das 40fache des axialen Wertes.¹³

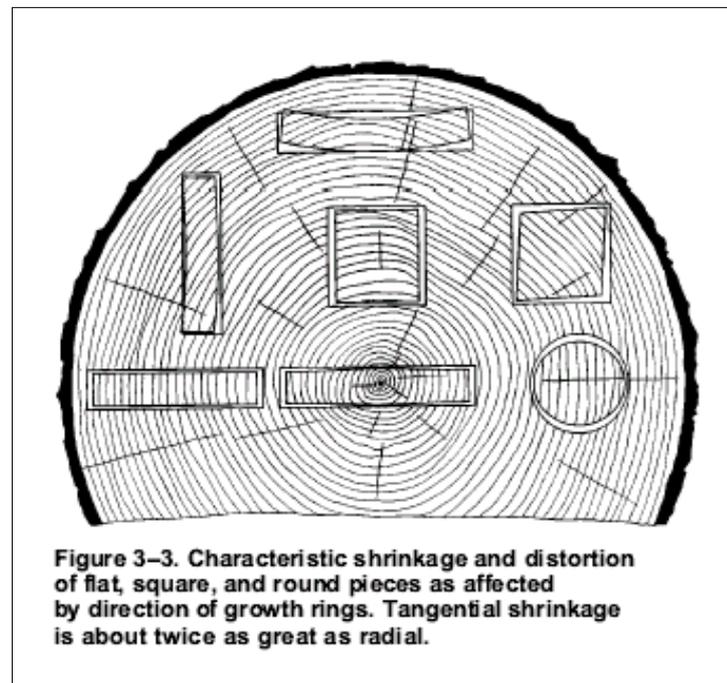
Aufgrund dieser stark unterschiedlichen Werte entstehen Spannungen im Holz, die dann zu Verdrehen, Werfen und Reißen führen.

Das Verhalten beim „Arbeiten“ des Holzes ist abhängig von der Größe des Querschnitts und dem Einschnitt des Stammholzes.

¹² U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOREST SERVICE. Forest Products Laboratory, 1999. Wood handbook. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI., p.113

aus: www.fpl.fs.fed.us/documnts/FPLGTR/fplgtr113/fplgtr113.htm vom 04.07.02

¹³ NEBEL, Herbert: Sanieren und Modernisieren von Fachwerkbauten. o.O., o.J., S. 16



Schwind- und Verformungsverhalten verschiedener Stammbereiche je nach Anordnung der Jahresringe im geschnittenen Holz.¹⁴

So reißen Vollquerschnitte am stärksten, Halbhölzer deutlich weniger, und Viertel- oder Kreuzhölzer kaum noch.

Die **GLEICHGEWICHTSFEUCHTE** ist der Feuchtegehalt, der dem der Umgebung entspricht. Da Holz hygroskopisch ist, strebt es die Gleichgewichtsfeuchte an. Ideal ist eine Einbaufeuchte, die derjenigen während der Nutzung entspricht (Ausgleichsfeuchte).

Die Trocknungszeiten sind sehr unterschiedlich; Nadelhölzer können innerhalb eines Jahres trocknen, Eichenholz benötigt pro cm nach innen getrockneten Querschnitts ein Jahr.¹⁵

¹⁴ U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOREST SERVICE. Forest Products Laboratory, 1999. Wood handbook. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113. Madison, WI., p. 61
aus: www.fpl.fs.fed.us/documnts/FPLGTR/fplgtr113/fplgtr113.htm vom 04.07.02

¹⁵ GERNER, Manfred: Historische Häuser erhalten und instandsetzen. 2. Auflage, Augsburg 1990, S. 56