
5 MÖGLICHE SCHADENSBLDER – URSACHEN UND INSTANDSETZUNG

5.1 Untersuchung und Methoden

Ist ein altes Holzbauwerk auf Schäden zu untersuchen, so sollte das möglichst zerstörungsfrei erfolgen und auf unbedingt notwendige Untersuchungen beschränkt werden.

Die wichtigsten Instrumente eines Holzgutachters bei der Grobuntersuchung sind das geschulte Auge und der Zimmermanns – Hammer. Mit der Hammerspitze lassen sich Zustand, relative Festigkeit und Insekten – Fraßgänge unter der Oberfläche feststellen. Mit der Breitseite des Hammers kann durch den Klang beim Anschlagen bei einiger Erfahrung auch der Zustand, verdeckte Fäulnis und das Unter - Last - Stehen eingeschätzt werden.

Eine derartige Bauwerksuntersuchung kann in 2 Stufen unterteilt werden:

- 1) Allgemeine Bauzustandsanalyse; dazu zählt z.B. die visuelle Feststellung von biologischen Schäden, Probenahmen, Bestimmung der Holzfestigkeit und der Holzfeuchte, Erkennung von Rissen und die Beurteilung des Einbauzustandes von Verbindungsmitteln
- 2) Bauzustandsanalyse in speziellen Fällen: bei Erfordernis können durchgeführt werden z.B. eine endoskopische Untersuchung von Hohlräumen, Bestimmung der Rohdichte von Bohrkernen, Bestimmung der Kennwerte des Holzes ($\sigma_{D||}$, $\sigma_{D\perp}$, σ_B , E – Modul) im Labor und die Bewertung von chemischen Einflüssen (Eindringtiefe von Substanzen), Untersuchung von Veränderungen an Verbindungen und die Bestimmung des Alters von Holzbauteilen

In der Tabelle 1 sind einige wichtige Prüfmethode und Prüfarten aufgelistet.

Man sollte immer davon ausgehen, daß es auch noch verdeckte Schäden gibt und deshalb versuchen, alte verdeckte Bauteile, zumindest partiell freizulegen. Oft reicht es, dazu eine Brett einer Außenverkleidung oder eine Fußbodendiele einer Balkendecke aufzunehmen. Sollte ein Zugang durch Öffnen oder Entfernen von Bauteilen nicht möglich sein, so kann auch eine Untersuchung mittels Sonden oder sog. „Fingerkameras“ erfolgen.

Prüfgegenstand	zerstörungsarm	zerstörungsfrei
Geometrische Messung – Aufmaß – verformungstreues Aufmaß		– Bandmaß – elektronische Entfernungsmesser – Photogrammetrie – Nivellier, Theodolit
Holzfehler – Risse – Löcher		– visuell – Rißtiefenmeßstab – Rißbreitenlupe
Befall und Schäden durch Schadorganismen	– Spitzhammer – Bohrkerne – Endoskop – Bohrwiderstandsmessung	– visuell
Holzfeuchte	– Darr – Wägung von Proben bei 103°C – CM – Methode	– Elektrische Messung * Leitfähigkeit mit einem Protimeter * elektr. Kapazität
Biegefestigkeit / Biege – E – Modul		– Ultraschall – Probelastung
Druckfestigkeit / Rohdichte	– Bohrkerne $\varnothing \geq 15$ mm – Xylodyn – Gerät	
Nachweis von chemischen Agezien	– Bohrspäne, – Bohkerne und Reagenzlösungen	– Salznachweis durch Leitfähigkeit - Messung
Eindringtiefe von chemischen Agenzien	– Bohrkerne und Reagenzlösungen	
Ortung von Metall (Nägel usw.)		– Metalldetektor

Tabelle 1 Prüfmethode von Holzkonstruktionen

6 WÄRMEDÄMMUNG VON FACHWERKWÄNDEN

6.1 Allgemeines

Seit dem Barock wurden Fachwerke aus den verschiedenen Gründen verputzt. Das geschah zur Vortäuschung von Steinbauten und zur Brandsicherheit, unabhängig davon, ob sie als Sichtfachwerke gebaut oder als Putzbauten konzipiert waren. Die aufgetragenen Verputze waren zum Teil Lehmputze ohne zusätzliche Bindemittel, zum größeren Teil magere, dünne Kalkputze im Mischungsverhältnis 1 RT Sumpfkalk, 4 – 6 und mehr RT Sand. Diese Verputze, mit Kalk getüncht, waren hoch wasserdampfdurchlässig und keinerlei Feuchtigkeit wurde im Holz oder in den Gefachen gehalten. Die Gefahr der Zerstörung des Fachwerkes durch pflanzliche Schädlinge, Fäulnis und Schwämme war dadurch gering.

Im Laufe der Zeit wurden aber immer „dichtere“ Putze entwickelt und auch zum Verputzen von Fachwerkhäusern angewendet. Damit kehrte sich aber der Schutzeffekt, der dem Putz eigentlich zugeordnet wurde in das Gegenteil um und es kam zu regelrechten Schädigungen der Konstruktion, weil „dichte“ Putze die Wasserdampfdiffusion behindern. Die von innen als Kondensat, von außen als feuchte Luft und aus Schlagregen eindringende Feuchtigkeit kann bei wasserdampfdichten oder auch annähernd dichten Putzen nicht schnell genug nach außen verdampfen und führt deshalb zu Schäden am Holz.

Dieser bauphysikalische und technische Zusammenhang muß deshalb an erster Stelle bei Überlegungen zur Fachwerkfreilegung stehen.

6.2 Wärmedämmung im sanierten Fachwerk

Die Verminderung der Wärmedämmung bei Fachwerkfreilegungen ist unbedeutend. Die über die gesamte Fassadenfläche gelegte Putzschicht wird bei der Freilegung zwar entfernt und dadurch auch die Wärmedämmung geringfügig vermindert, mit dem Neuverputzen der Gefache wird aber praktisch wieder die vorherige Wärmedämmung im Gefachbereich erreicht. Etwas geringer wird die Dämmung nur im Bereich der Hölzer, wo die Putzschicht nach Freilegung auf Dauer fehlt. Da das Holz aber an sich eine hohe Dämmfähigkeit ($\lambda = 0,13 - 0,20 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$) besitzen, kann diese geringe Minderung vernachlässigt werden.

Außerdem bietet die Wärmeschutzverordnung (WSchV) im §11 Abs. 2 einen Verzicht auf die Erfüllung der neuesten Normen, wenn dies dem Interesse des Baudenkmals dient.²

Die Gestaltung der Außenhaut sollte auch der Regenbeanspruchung angepaßt werden. Liegen keine Werte der Regenbeanspruchungsgruppe³ vor, so kann man sich auch an den Nachbarhäusern orientieren bzw. nach den klimatischen Bedingungen und nach der örtlichen Lage abschätzen.⁴

² Zitat WSchV siehe Anhang

³ Tabelle / Regenkarte aus der DIN 4108 T3 oder nach Abs. 4.2 (siehe Anlage)

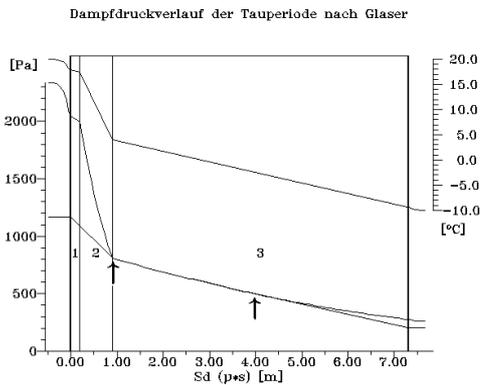
⁴ Aus Zeitschrift „Bausanierung“

Selbst wenn nach der Berechnung die Auswertung des Programms sagt „Es verbleibt kein Wasser im Bauteil“ so ist diese Aussage mit Vorsicht zu genießen, da der Zustand „Es fällt Tauwasser an“ für unser Bauwerk schädlich ist, weil sich dadurch die Holzfeuchte erhöht und es somit zu günstigen Lebensbedingungen für Holzschädliche kommt, selbst wenn das Wasser in der sog. Verdunstungsperiode wieder vollständig verdunsten sollte.

Zur Veranschaulichung ist hier ein Beispiel manuell durchgerechnet, mit einem 16 cm starken Eichenholz, 2 cm Kalkputz außen und einer 3,5 cm dicken HWL – Platte innen. Der Rechengang erfolgte analog denen aus der Bauphysikvorlesung.

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nr.:	Schicht	s	μ	sd	λn	$1/\alpha_i$	$1/\Lambda$	$\Delta\vartheta$	ϑ	Ps	P
		[m]	[1]	[m]	[W/mK]	[m ² K / W]		[K]	[°C]	[Pa]	[Pa]
									20	2338,2	
	$1/\alpha_i$	-	-	-	-	0,13	2,15834267	17,8		1612,5	
1	Kalkputz	0,020	10	0,2	0,870	0,023	0,38166979	17,5		1514,1	
2	HWL	0,035	30	1,05	0,043	0,814	13,5137734	3,9		638,2	
3	Eichenholz	0,160	40	6,4	0,200	0,800	13,2821087	-9,3		333,7	
	$1/\alpha_a$	-	-	-	-	0,04	0,66410544	-10		259,9	
					$1/k =$	1,8069					
					$k =$	0,5534					
					$\Delta\vartheta$ ges =	30					

Excel – Tabelle der Handrechnung; Bauteil Fachwerk



Berechnung des Dampfdruckverlaufes mit dem Verfahren nach Glaser mit o.g. Schichtaufbau unter Zuhilfenahme eines EDV – Programmes.

Deutlich zu erkennen ist die Tauwasserebene, ein Bereich in dem sich in der Tauperiode aus dem Wasserdampf der Luft Kondensat ansammelt.

Dampfdiffusionsberechnungsergebnis

```

Falluntersuchung nach DIN ergab : FALL D
Das Bauteil wurde als Wand berechnet

Berührungspkt. Warmseite 1.250 [m] (μ*s) 811.0 [Pa] an Sch
Berührungspkt. Kaltseite 4.305 [m] (μ*s) 501.4 [Pa] in Sch

Von Ausfall betroffene Schichten :
  2 HWL - Platte          μl 30
  3 Eichenholz           pl 40

Tauwasserzmenge in Tauperiode (1440h) : 0.191 [kg/m²]
Mögliche Verdunstungsmenge (2160h) : 0.343 [kg/m²]

Es verbleibt kein Wasser im Bauteil
    
```

Ausgabe der Dampfdiffusionsberechnung des EDV – Programms zu obigem Beispiel mit den Randbedingungen nach DIN 4108 Teil 5.

Durch die Innendämmung fällt der Temperaturverlauf rapide ab, das innengedämmte Holz rückt in den kalten Bereich und erhält somit Kondensatausfall.

Ich würde vorschlagen, auf eine zusätzliche Wärmedämmung zu verzichten, um erstens die Originalität des Bauwerkes zu erhalten und um mögliche Spätfolgen auszuschließen. Im Gegenzug müßten die **leicht** erhöhten Heizkosten in Kauf genommen werden (die vielen elektrischen Geräte im Büro erzeugen auch Wärme). Hierfür würde ich mich auf den §11 Abs. 2 der Wärmeschutzverordnung berufen.

7.2 Verfaulte Sparrenfüße

7.2.1 Schadensbild

Die Konsistenz der Sparrenfüße ist sehr porös; es gibt viele Längs- und Querrisse; es kommt zum sog. Würfelbruch (kleine Würfel ca. 0,2 – 3 cm). Das Holz hat eine braune Färbung. Durch starkes Schwinden kann es zur Verkrümmung des Holzes kommen.

Ursache kann der Befall verschiedener Pilzarten sein, so z.B. Sägeblättling, Muschelkrempling, Brauner Kellerschwamm. Sollte der Verdacht auf echten Hausschwamm bestehen, ist dies sehr genau zu untersuchen. Der Schaden wird in die Kategorie Braunfäule eingestuft.

7.2.2 Beseitigung der Ursache

Ursache des Pilzbefalls ist eine zu hohe Holzfeuchte (i.d.R. >20%), verursacht durch Wassereintruch und unzureichende Lüftung. Wird das gesamte Dach neu eingedeckt, wovon bei einer solchen umfangreichen Sanierungsmaßnahme auszugehen ist, braucht der genaue Wassereintrittsort nicht ermittelt zu werden. Erhält das Dach jedoch nur eine partielle Neudeckung ist die genaue Ursache der erhöhten Feuchte im Sparrenfuß festzustellen und zu beseitigen. Es ist nach Wasserlaufspuren aus höher gelegenen Teilen des Daches zu suchen.

7.2.3 Sanierung der Schadensstelle

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten am Sparren ist dieser so abzustützen daß seine gesamte Kraft vor der zu sanierenden Stelle und vor dem Arbeitsbereich abgefangen wird und sicher auf tragfähige Bauteile übertragen wird.

Als nächstes ist das zerstörte Holz zu entfernen und der Sparren hinter der letzten Befallstelle noch ca. 30 cm „gesund zu schneiden“.

Die Verstärkung des Sparrenfußes erfolgt mit 2 Holzlaschen links und rechts des Sparrens. Sie sind biegesteif mit dem alten Holz zu verbinden. Die Größe der Laschen richtet sich nach den statischen Erfordernissen. Die Anzahl der Verbindungsmittel wird statisch berechnet. Sie werden in 2 Gruppen mit dem Abstand a zusammengefaßt. Am Sparrenfuß ist ein Zwischenholz einzubauen. Diese Maßnahme kann auch gleichzeitig mit der Sanierung der Balkenköpfe geschehen.

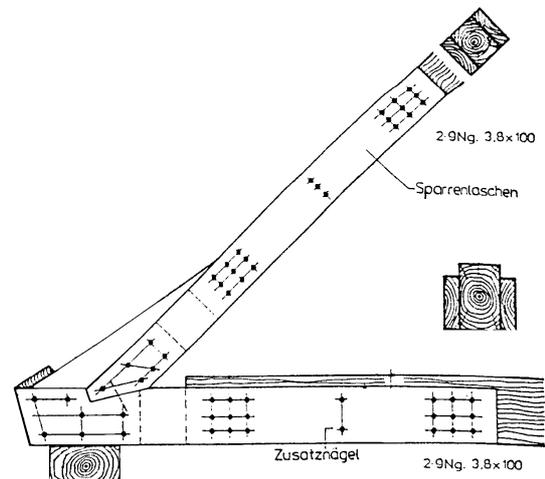


Bild 2 Sanierter Sparrenfuß und Balkenkopf