

Konstruktiver Holzschutz bei der Sanierung von historischen Holztragwerken



K. Lißner



W. Rug

Zusammenfassung

Mit der Einführung der Eurocodes in die deutsche Bau-praxis werden erstmals Regeln zur Dauerhaftigkeit der Konstruktionen in die Bemessungsnormen aufgenommen, die klar definieren, dass ein Bauwerk während seiner gesamten Nutzungsdauer weder in seiner Tragfähigkeit noch in seiner Gebrauchstauglichkeit wesentliche Verluste erleiden darf. So werden Schäden an historischen Holzkonstruktionen in den meisten Fällen durch lang andauernde Feuchteanreicherungen im Holz verursacht. Dadurch wird das Holz durch Pilze und Insekten befallen, die die Holzsubstanz abbauen bzw. zerstören. Je nach Qualität des Bauzustandes gibt es typische Schadensschwerpunkte für Feuchteschäden an Holzbauteilen in Altbauten. Für Fachwerke, Dachtragwerke und Holzbalkendecken werden typische Schadensschwerpunkte und einige Regelbeispiele der Sanierung aufgeführt.

Summary

The Eurocodes introduce the durability of construction as an important point in the german building practice. The aim is, that a building has a sufficient loadbearing capacity and serviceability during the serviceability life. In the most cases historical timber construction have damages, caused by a high level of moisture. The results are fungal and insect attacks. In this connection there are typical damages and attack pictures. The publication describes typical damages on timber frame buildings, roof constructions and floor constructions. For the repair the article gives some instructions for typical restoration methods.

1 Einleitung

Holz als organisches Material wird durch Feuchteeinwirkung schnell infolge Fäulnis zerstört. Schäden an historischen Holzkonstruktionen sind deshalb zu fast einhundert Prozent auf Feuchteinflüsse zurückzuführen [1]. Eine erfolgreiche Sanierung der Schäden erfordert in jedem Fall die Beseitigung der Schadensursachen, d. h., die Feuchtequellen müssen dauerhaft beseitigt werden.

Gleichzeitig ist eine Sanierung und Instandsetzung von historischen Holztragwerken nur dann dauerhaft, wenn das verbaute Holz durch baulich-konstruktive Maßnahmen vor schädigenden Umwelteinflüssen, so z. B. auch vor einer erneuten Feuchteanreicherung, geschützt wird. In diesem Zusammenhang spricht die DIN 68800-2 von einer unzuträglichen Veränderung des Feuchtegehaltes. Gemeint ist damit ein Feuchtegehalt, bei dem kein holzerstörender Pilzbefall entsteht oder durch übermäßige Verformungen die Gebrauchstauglichkeit der Konstruktion beeinträchtigt wird.

Im Wesentlichen geht es um die Vermeidung einer langandauernden Feuchteeinwirkung bzw. -entstehung (z. B. infolge Tauwasser) durch konstruktiven Holzschutz.

Wie bei allen anderen Bauvorhaben ist auch bei der Planung und Ausführung von Sanierungs- und Instandsetzungsvorhaben das geltende Baurecht einzuhalten.

2 Baurechtliche Grundlagen zum konstruktiven Holzschutz

Die baurechtlichen Grundlagen für die Sanierung und Instandsetzung regelt die jeweilige Bauordnung des Bundeslandes, in dem die Baumaßnahme durchgeführt wird.

In jeder Bauordnung findet man eine gesetzliche Forderung, die den Schutz gegen schädliche Einflüsse definiert. Danach müssen bauliche Anlagen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, pflanzliche und tierische Einflüsse keine Gefahren oder unzumutbare Belästigungen entstehen (Bild 1). Allein daraus ergibt sich die bindende Verpflichtung an die am Bau Beteiligten zur Einhaltung konstruktiver Holzschutzmaßnahmen.

Eine weitere Spezifizierung zum konstruktiven Holzschutz enthalten die bauaufsichtlich eingeführten Normen.

Welche bauaufsichtlich eingeführten Normen einen direkten Bezug zum baulichen Holzschutz haben, zeigt Tabelle 1. Zur Einhaltung der dort verankerten Regeln und Anforderungen ist der Planer und Bauausführende in jedem Fall verpflichtet.

Tabelle 1: Bauaufsichtlich eingeführte Normen mit Regeln zu baulich-konstruktiven Schutzmaßnahmen bei der Sanierung von historischen Holzkonstruktionen

Norm: Ausgabe	Titel	maßgebender Abschnitt
DIN 1055-100:2001	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln	4.2
DIN 1052:2004	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holztragwerken	6
DIN 4074-1:2003	Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz	3 und 6.3
DIN 4074-5:2003	Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5: Laubschnittholz	3 und 6.3
DIN 68800-1:1974	Holzschutz im Hochbau – Teil 1: Allgemeines	2, 3, 4 und 5
DIN 68800-2:1996	Holzschutz im Hochbau – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau	3, 4, 5, 6 und 7
DIN 68800-3:1990	Holzschutz im Hochbau – Teil 3: Vorbeugender chemischer Holzschutz	2
DIN 68800-4:1992	Holzschutz im Hochbau – Teil 4: Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzerstörende Pilze und Insekten	4.2 und 5.1
DIN 68800-5:1978	Holzschutz im Hochbau – Teil 5: Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen	–
DIN 4108-3:2001	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für die Planung und Ausführung	5

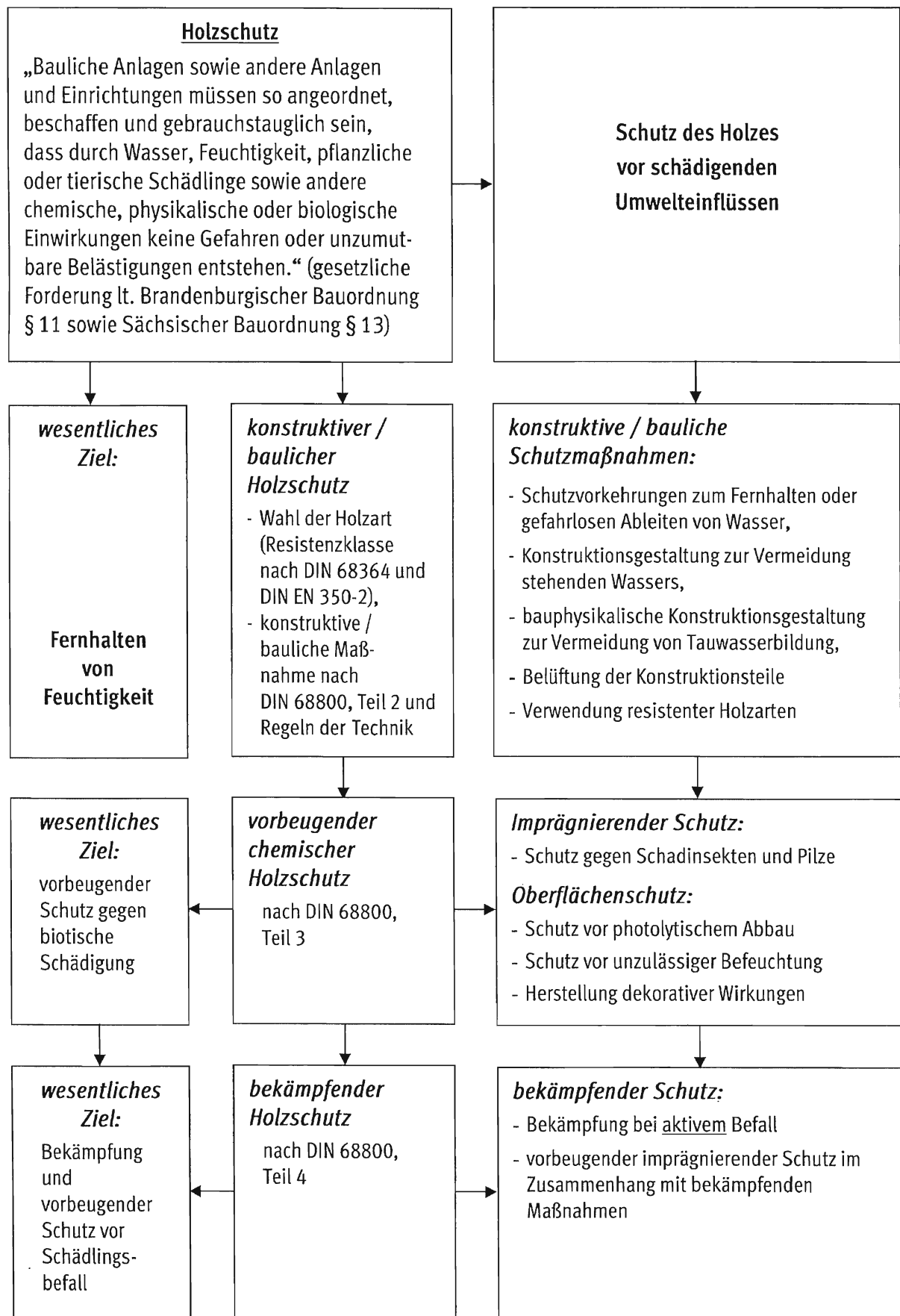


Bild 1: Ziel des baulichen, vorbeugenden und bekämpfenden Holzschutzes (aus [1])

Mit der Einführung der Eurocodes in die deutsche Baupraxis werden erstmals Regeln zur Dauerhaftigkeit in alle baustoffbezogenen Bemessungsnormen aufgenommen. Da es sich bei den Bemessungsnormen um bauaufsichtlich eingeführte Normen handelt, werden diese Regeln für den Planer und den Bauausführenden baurechtlich bindend.

Zentraler Punkt der Regeln zur Dauerhaftigkeit ist die Festlegung, dass zeitabhängige Eigenschaftsveränderungen das Tragwerk über die gesamte Nutzungszeit nicht beeinträchtigen dürfen (siehe DIN 1055-100, A.4.2). Allgemein schreibt die DIN 1055-100 vor, dass die in der Nutzungsphase auftretenden Umweltbedingungen in der Planungsphase erfasst werden müssen, damit ihre Bedeutung während der Nutzungszeit real abgeschätzt werden kann. Da der Baustoff Holz in seinen baulichen Eigenschaften direkt von den Umweltbedingungen beeinflusst wird, ist dies für den Holzbau ein besonders wichtiger Punkt. Die übergeordnete DIN 1055-100 weist außerdem noch darauf hin, dass weitere Regeln in den bauartspezifischen Bemessungsnormen festgelegt sind.

Die DIN 1052:2004 definiert die baustoffspezifischen Regeln für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holzbauwerken in Abschnitt 6, unterteilt in folgende Teilabschnitte:

- Allgemeines (6.1)
- Holz- und Holzwerkstoffe (6.2)
- Metallische Bauteile und Verbindungsmittel (6.3).

Schon die allgemeinen Regeln haben es in sich, definieren sie doch deutlich den Grundsatz für ein dauerhaftes Tragwerk, welches über seine gesamte Nutzungsdauer weder in seiner Tragfähigkeit noch in seiner Gebrauchstauglichkeit wesentliche Verluste erleiden darf. Außerdem muss der Instandhaltungsaufwand für die Aufrechterhaltung der vollständigen Funktionsfähigkeit vertretbar sein.

Derartige Regeln sind nicht neu im Holzbau. Mit der DIN 1990 „Gütevorschriften für Holzhäuser“ wurde 1928 eine Norm bauaufsichtlich eingeführt, die eine Mindestlebensdauer für Holzhäuser von 80 Jahren festlegte. „... Für die Standsicherheit eines Holzhauses sind die baupolizeilichen Vorschriften maßgebend. Im übrigen muss ein Holzhaus als Dauerwohnung so ausgeführt sein, dass bei ordnungsgemäßer Bauunterhaltung eine Mindestlebensdauer, d. h. die Bewohnbarkeit im Sinne der Baupolizeilichen Bestimmungen, von 80 Jahren gewährleistet wird ...“ ([2], [3]). Bild 2 zeigt ein Holzhaus, welches nach diesen Vorschriften errichtet wurde, im heutigen Zustand.

Weiterhin wird allgemein gefordert:

- (1) Die Sicherung der Dauerhaftigkeit muss den möglichen Schadeinflüssen auf die Baustoffe Rechnung tragen.



Bild 2: Holzhaus in Blockbauweise, 1928 nach den Regeln der DIN 1990 errichtet

- (2) Die Umweltbedingungen müssen abgeschätzt werden, um ihre Bedeutung für die Dauerhaftigkeit beurteilen zu können. Vorkehrungen und Schutzmaßnahmen sind festzulegen.
- (3) Auf die Bedeutung biologischer Einwirkungen für Holzwerkstoffe und chemische Einwirkungen auf metallische Baustoffe wird entsprechend ihrer Bedeutung für die Holzbaustoffe ausdrücklich hingewiesen.
- (4) Im Rahmen der zu treffenden Vorkehrungen kommt der Auswahl geeigneter Baustoffe mit hoher natürlicher Dauerhaftigkeit, baulich-konstruktiven Schutzmaßnahmen sowie Schutzmaßnahmen für Baustoffe und Bauteiloberflächen besondere Bedeutung zu.

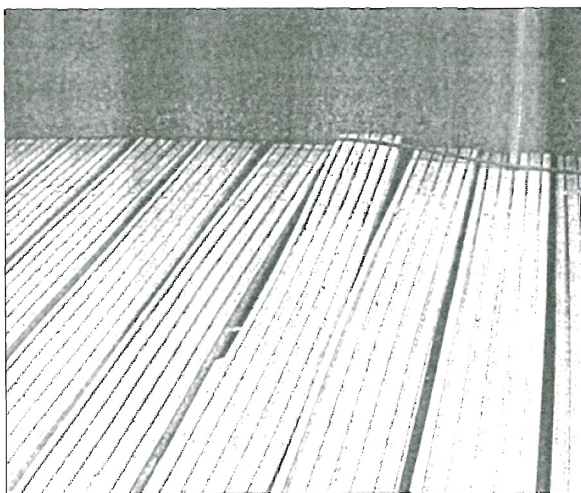
Der Abschnitt 6.2 in DIN 1052:2004 spezifiziert die Regeln für das Holz und die Holzwerkstoffe. Zunächst wird die Bedeutung des baulich-konstruktiven Holzschutzes (insbesondere in der Nutzungsklasse 3) als vorrangige Möglichkeit festgelegt. Mit Blick auf ausführlichere Regeln dazu wird auf die DIN 68800 Blätter 2 und 3 verwiesen. Eine wesentliche vorbeugende konstruktive Maßnahme besteht in dem Einbau von Hölzern mit Feuchtegehalten, die in etwa der Ausgleichsfeuchte während der Nutzung entsprechen (etwa 15–20 %). Die in der DIN 1052 definierten Nutzungsklassen zeigt Tabelle 2.

Ausdrücklich wird in Abschnitt 6.2 Absatz (2) festgelegt, dass zur Verminderung von Schwindrissen und Maßänderungen in den Nutzungsklassen 1 und 2 die einzubauenden Hölzer eine Einbaufeuchte von maximal 20 % und in der Nutzungsklasse 3 von maximal 25 % haben sollen. Die für die Nutzungsklasse 3 festgelegte Einbaufeuchte widerspricht dabei der maximalen Holzfeuchte nach der Sortiernorm DIN 4074-1 oder 4074-5! Damit werden die Regeln der ebenfalls bauaufsichtlich eingeführten DIN 4074 betreffs der Einhaltung einer maximalen Holzfeuchte für die Sortierung von 20 % aufgehoben. Sind die Holzfeuchten wesentlich höher als in DIN 1052:2004 festgelegt, so ist dies nur zulässig, wenn die Bauteile gefahrlos nachtrocknen können.

Tabelle 2: Nutzungsklassen für Holzbauwerke nach DIN 1052:2004, Abschn. 7.1

Nutzungsklasse (Holzfeuchte während der Nutzung)	Klimatische Verhältnisse während der Nutzung
1 (12 % ± 3 %)	Allseitig geschlossene und beheizte Gebäude: es stellt sich eine Holzfeuchte ein, die einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Feuchte von 65 % entspricht – die relative Luftfeuchte von 65 % darf nur für einige Wochen pro Jahr überschritten werden. In Ausnahmefällen können auch überdachte Holzbauwerke in die Nutzungsklasse 3 eingeordnet werden
2 (15 ± 5 %)	Überdachtes, aber offenes Gebäude: es stellt sich eine Holzfeuchte ein, die einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte von 85 % entspricht – die relative Luftfeuchte von 85 % darf nur für einige Wochen pro Jahr überschritten werden. In Ausnahmefällen können auch überdachte Holzbauwerke in die Nutzungsklasse 3 eingeordnet werden
3 (> 18 %)	Konstruktion unter freier Bewitterung, aber nicht im Erdkontakt: es stellt sich eine Holzfeuchte ein, die höher liegt als in den Nutzungsklassen 1 und 2.

Bisher war Holz als geregeltes Bauprodukt nur über die DIN 1052:1988/1996 geregelt. Die Sortiermethoden waren damit nur indirekt bauaufsichtlich eingeführt. Im Jahre 2004 wurde die seit 2003 vorliegende novellierte Fassung der DIN 4074-1 und -5 in die Bauregelliste, Teil A aufgenommen. Somit tritt die bauaufsichtliche Regelung der Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit in Kraft. Gleichzeitig wird eine wesentliche bauliche Holzschutzmaßnahme bauaufsichtlich eingeführt, die sich zwangsläufig aus der Sortierung ergibt. Es ist die Notwendigkeit, dass Holz trocken sortiert werden muss, da ansonsten die Sortierkriterien Risse und Krümmung nicht beurteilt werden können. Bild 3 zeigt einen Schadensfall einer neu errichteten Fußgängerbrücke. Der Bohlenbelag der Brücke aus Eiche wurde nicht trocken sortiert eingebaut. Aufgrund starken Drehwuchses verformten sich die Bohlen im eingebauten Zustand so stark, dass die Gebrauchstauglichkeit der Brücke teilweise eingeschränkt war und die Bohlen ausgewechselt werden mussten.

**Bild 3:** Drehwüchsiger Eichen-Bohlenbelag bei einer Fußgängerbrücke

Das nach der Norm sortierte Holz muss vom Hersteller gekennzeichnet sein, d. h. bei ausschließlicher Eigenüberwachung mit dem Ü-Zeichen und bei Holzsortimenten mit Fremdüberwachung mit dem ÜZ-Zeichen. Für den Planer und Handwerker besteht damit Rechtssicherheit zur Lieferung von trockenem Bauholz in der geforderten Güte. Dies trifft auch für den Einsatz von Laubholz zu, der jetzt erstmals in der DIN 4074-5 geregelt ist. Durch die Kennzeichnung mit dem Ü-Zeichen ist die Rückverfolgbarkeit bis zum Hersteller garantiert. Diskussionen z. B. bei der Fachwerksanierung, man bekomme die geforderten Laubhölzer in den erforderlichen Querschnitten nicht als trockenes Holz, gehören damit der Vergangenheit an! Allerdings sollten Bauüberwachende und Bauausführende bei der Lieferung der Hölzer von ihrem Recht einer eingehenden Qualitätskontrolle Gebrauch machen.

Speziell mit Fragen des Holzschutzes befasst sich die DIN 68800, Teile 1 bis 5. Zurzeit wird die Norm überarbeitet und auf die neuen Normen DIN 4074 und DIN 1052 abgestimmt. Teil 4 der Norm behandelt Regeln für bekämpfende Maßnahmen bei aktivem Befall des Holzes durch Schädlinge. Diese Norm ist nicht bauaufsichtlich eingeführt. Für den vorbeugenden Holzschutz gelten die bauaufsichtlich eingeführten Normen DIN 68800-2:1996 und DIN 68800-3:1990.

Teil 2 der DIN 68800 zielt auf einen nachhaltigen Feuchteschutz durch baulich-konstruktive Maßnahmen. Dazu gehören alle baulichen Maßnahmen, wie Schutzvorkehrungen gegen Bewitterung und Schlagregenbeanspruchung, luftumspülter Einbau von Holz sowie die Planung geeigneter Abdichtungsmaßnahmen. Baulicher Holzschutz beginnt schon bei der Holz Auswahl im Wald und ist bei der Holzverarbeitung, dem Holzeinkauf, dem Transport und Lagerung sowie beim Einbau des Holzes zu beachten (Bild 4).

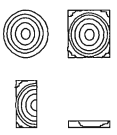
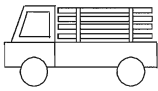
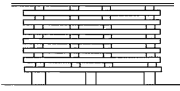
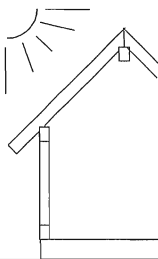
	Holzauswahl, Einschlag, Holzbehandlung bis zur Verarbeitung (Holzpflege = Vermeidung von Fäll- und Rückschäden)
	Holzverarbeitung und Veredlung/Trocknung (Vermeidung von Lager-, Transport- und Verarbeitungsschäden entsprechend DIN 68800, Teil 2, Abschnitt 5.1, Einhaltung Schnittklasse, Sortierung des Holzes nach der Tragfähigkeit, fachgerechte Stapelung, Trocknung)
	Holzeinkauf unter Beachtung der DIN 4074, Teil 1 oder DIN 4047, Teil 5 (fachgerechte Auswahl mit der Möglichkeit langfristiger Planung unter Beachtung der erforderlichen Trocknungszeiten, Spezifizierung nach Holzart, Schnittklasse, Sortierung nach der Tragfähigkeit, Dimension und Gebrauchsholzfeuchte, Prüfen der Qualität der Lieferung)
	Transport/Lagerung nach DIN 68 800, Teil 2, A5 – Schutz vor Niederschlägen – Schutz vor Bodenfeuchte – Schutz vor Austrocknung
	Bauliche Maßnahmen nach DIN 68 800, Teil 2, A5 + A6 Einbaufeuchte = mittlere Nutzungsfeuchte (siehe Nutzungsklassen nach DIN 1052, EN 1995-1-1 [EC 5]). Bei größerer Einbaufeuchte muss Holz gefahrlos austrocknen können. Andere Baustoffe dürfen die Holzfeuchte nicht erhöhen. Verhinderung von Eindringen hoher Baufeuchte aus anderen Gewerken (z. B. Nass-Estrich). Sicherung eines ausreichenden Tauwasserschutzes. Beachtung der zulässigen Anwendungsbereiche für die Holzwerkstoffklassen (siehe DIN EN 13986).

Bild 4: Baulicher Holzschutz, Teilbereiche [1]

DIN 68800, Teil 3 regelt den vorbeugenden chemischen Holzschutz. Allerdings lässt die Norm einen Verzicht auf chemische Maßnahmen zu, wenn bestimmte Regeln eingehalten werden. Wird trockenes Holz eingebaut und kann das verbaute Holz durch entsprechende konstruktive Maßnahmen trocken gehalten werden, so muss das Holz nicht mit chemischen Holzschutzmitteln vorbeugend gegen Schädlinge geschützt werden. Auch bei Zuordnung in Gefährdungsklassen der DIN 68800-3:1990, bei denen das Holz einer bestimmten Feuchtebeanspruchung ausgesetzt ist, kann nach Abschnitt 2.2 der Norm auf chemische Maßnahmen verzichtet werden, wenn resistente Holzarten (nach DIN 68364: 1979 und EN 350-2:1994) verbaut werden. Mit der resistenten Holzart Eiche kann bis zur Gefährdungsklasse 3 ohne zusätzlichen Schutz gebaut werden, wenn splintfreies Holz verwendet wird. Gefährdungsklasse 3 (Holz der Witterung, aber nicht dem Erdkontakt ausgesetzt) liegt zum Beispiel für die Grundschwelle bzw. sichtbare Fachwerkhölzer eines Fachwerkbaus vor (Tabelle 3).

Aus der Erkenntnis, dass Fachwerkwände sehr empfindlich auf eine direkte Bewitterung reagieren, enthalten [4, 5] für Fachwerkgebäude spezielle Empfehlungen. Diese Emp-

fehlungen beruhen auf durchgeführten Messungen und beziehen sich auf die Schlagregenbeanspruchung nach DIN 4108-3 (s. auch [6]). Wie Untersuchungen zeigen, ist der Feuchteeintrag besonders bei Schlagregen erheblich. In relativ kurzer Zeit wird die ganze Wand durchfeuchtet. Fachwerksichtige Fassaden sollten nach den Empfehlungen in [6] bei einer Schlagregenbeanspruchung der Beanspruchungsgruppe II und III nach DIN 4108-3: 2001 einen zusätzlichen baulichen Regenschutz (Bild 5) durch eine vollflächige Putzschicht oder eine hinterlüftete Bekleidung erhalten (Tabelle 4).

Eine mängelfreie Sanierung und Instandsetzung von historischen Holzkonstruktionen setzt voraus, dass bei der Planung und Bauausführung keine Fehler gemacht werden. Fehler wiederum können vermieden werden, wenn der bauliche Zustand der geschädigten Bauteile mit der nötigen Fachkunde untersucht wurde. Dabei geht es nicht nur um die Analyse der äußeren Schädigungen, sondern um eine fachkundige Beurteilung im Hinblick auf tragfähigkeitsmindernde und standsicherheitsgefährdende innere Schädigungen sowie weiterer Schädigungen mit Einfluss auf die Tragsicherheit und bauphysikalische

Funktionsfähigkeit. Die richtige Bewertung der vorgefundenen Bauzustände und der für die jeweiligen Bauzustände verantwortlichen Ursachen ist Voraussetzung für eine

mängelfreie Planung und Ausführung der Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten unter Beachtung der bauaufsichtlich geltenden Normen und Richtlinien [7].

Tabelle 3: Gefährdungsklassen nach DIN 68800, Teil 3 und Möglichkeiten eines Verzichtes auf chem. Maßnahmen durch Einsatz resistenterer Holzarten, aus [1]

Gefährdungs- klasse	Feuchte- beanspruchung	Gefährdung durch				Einheimische Holzarten (ohne Holz- schutzmittel)
		Insekten	Pilze	Aus- waschungen	Moderfäule	
GK 0	Innen verbautes Holz, ständig trocken	nein ¹⁾	nein	nein	nein	
GK 1		ja	nein	nein	nein	Kiefer (Splintholz- anteil < 10 %)
GK 2	Holz, das weder dem Erdkontakt noch direkt der Witterung oder Auswaschung ausgesetzt ist, vorübergehende Befeuchtung möglich	ja	ja	nein	nein	Kiefer, Lärche, Douglasie (splintfrei)
GK 3	Holz, der Witterung oder Kondensation ausgesetzt, aber nicht in Erdkontakt	ja	ja	ja	nein	Eiche (splintfrei)
GK 4	Holz in dauerndem Erd- kontakt oder ständiger starker Befeuchtung ausgesetzt ²⁾	ja	ja	ja	ja	Robinie (splintfrei)

¹⁾ Vergleiche Abschnitt 2.2.1 der DIN 68800, Teil 3
²⁾ Besondere Bedingungen gelten für Kühltürme sowie für Holz im Meerwasser.

Tabelle 4: Hinweise für die Ausführung von Fachwerk unter dem Gesichtspunkt des Schlagregenschutzes nach [2]

Regenbeanspruchung (Beanspruchungsgruppen nach DIN 4108, Teil 3, Abschnitt 5.2)	Ausführung
Wetterabgewandte Fachwerkfassaden oder Fassaden, die durch benachbarte Bebauung geschützt sind	Fachwerksichtige Fassade ist möglich. Die Mindestanforderungen an die Wahl der Bau- und Dämmstoffe sind einzuhalten.
Freistehende Fachwerkfassaden bei geringer Schlag- regenbeanspruchung (Beanspruchungsgruppe I mit Jahresniederschlagsmengen unter 600 mm oder wind- geschützte Lage bei größeren Niederschlagsmengen)	Fachwerksichtige Fassade ist möglich. Eine Trocknung des beanspruchten Bauteils nach innen und außen muss sichergestellt sein.
Freistehende Fachwerkfassaden bei starker Schlag- regenbeanspruchung (Beanspruchungsgruppe II mit Jahresniederschlagsmengen von 600 bis 800 mm und III mit Jahresniederschlagsmengen über 800 mm)	Ein zusätzlicher konstruktiver Regenschutz durch Ver- putzen oder Bekleiden des Fachwerks mit Wärmedämm- Verbund-Systemen; hinterlüftete Fassadenbekleidungen aus Holz, Schiefer oder Dachziegel sind erforderlich.



Bild 5: Schutz an einem durch Schlagregen hoch beanspruchten Dachgiebel

3 Baulich-konstruktive Schutzmaßnahmen von Schadensschwerpunkten an historischen Holzkonstruktionen

3.1 Schadensschwerpunkte an Dachkonstruktionen

Dachkonstruktionen sind ein wesentlicher Bestandteil des gesamten Bauegefüges eines Gebäudes. Schäden an der tragenden Konstruktion können zu Folgeschäden im Wand- und Deckengefüge führen (z. B. Feuchteschäden mit Überlastung, Lastumlagerung bei Fachwerkwänden, Risse und Schiefstellungen bei Mauerwerkswänden).

Die anfälligste Stelle für Feuchteschäden ist die Traufe (Bild 6), bedingt durch eine undichte Dachhaut, schadhafte oder fehlende Dachentwässerung. Nicht selten ist der Sparren bis zu einer Länge von 300 bis 600 mm vollständig zerstört. Weitere Schadensbereiche liegen je nach Qualität der Bauunterhaltung im Firstbereich und besonders bei Mansarddächern im Bereich der Gesimse sowie im Bereich von Kehl- und Dachanschlüssen.

Über das Dach hinausgehende Mauern – so genannte Treppengiebel – oder Gauben und Schornsteine bilden mit ihren Blechanschlüssen einen weiteren Schadensschwerpunkt für Feuchteschäden am Dachtragwerk.



Bild 6: Holzerstörungen im Bereich der Dachtraufe; Sparrenfüße und Balkenköpfe zerstört

3.2 Holzbalkendecken

Häufig sind bei Holzbalkendecken die Balkenköpfe geschädigt, da sie in Mauerwerksbauten langjährig aufsteigender Feuchtigkeit und bei Fachwerkbauten wiederholten Schlagregenbeanspruchungen ausgesetzt sind (Bild 7). Im Gebäudeinneren verursachen defekte Sanitärinstallationen bei Küchen und Bädern eine direkte Befeuchtung der Holzbalkendecken. Die Schadensausbreitung ist bei Holzbalken je nach Feuchtebeanspruchung unterschiedlich. Sehr oft liegt die Schadenslänge unter einem Fünftel der Spannweite. Untersuchungen zur Tragfähigkeit der Balkenköpfe haben gezeigt, dass etwa 5–10 % der Balkenköpfe in Altbauwohnungen erneuert werden müssen, da ihre Tragfähigkeit nicht mehr gegeben ist.

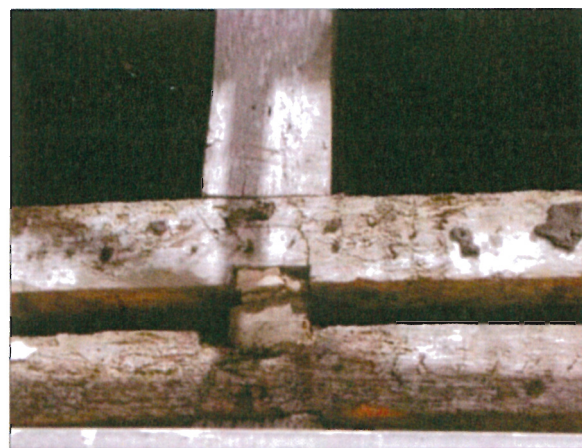
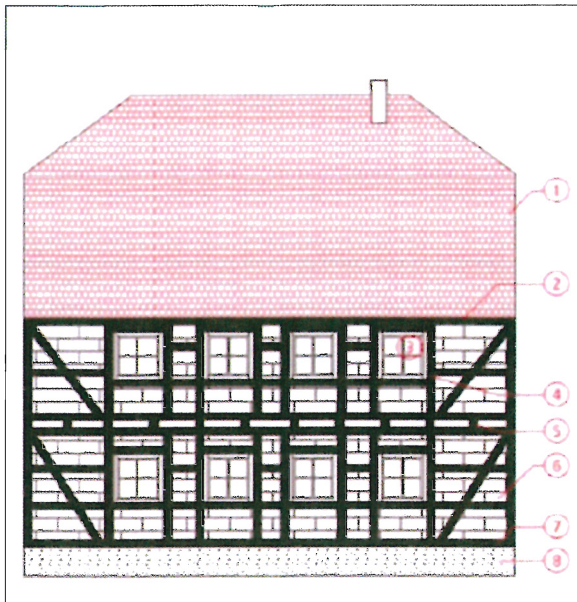


Bild 7: Geschädigter Balkenkopf durch langjährige Feuchtebeanspruchung infolge Schlagregen mit Brüchen in der Stockwerksschwelle

3.3 Fachwerk

Fachwerkgebäude sind ein wesentlicher Anteil der kulturhistorisch bedeutsamen Gebäudesubstanz in Deutschland. Typische Schadensschwerpunkte an Fachwerkgebäuden zeigt das Bild 8. Bei unsanierten Fachwerkgebäuden resultieren die Feuchteschäden vor allem aus unzureichenden



- 1 Dachhaut: schadhaft/undicht
- 2 Dachentwässerung: defekt
- 3 Fenster: undicht, geringe Wärmedämmung
- 4 Fachwerkhölzer: geschädigt durch tierischen und pflanzlichen Befall, Bauteile gebrochen, schadhafte Verbindungen, Oberflächenerosion, überbeanspruchte Bauteile
- 5 Balkenköpfe: geschädigt durch tierischen und pflanzlichen Befall, Querschnittsminderungen
- 6 Gefach: Schäden an Putz und Gefachaufbau, nicht fachgerechte Reparatur, geringe Wärmedämmung
- 7 Schwelle: durchfeuchtet, geschädigt durch tierischen und pflanzlichen Befall, nicht mehr vorhanden, Längsverbindungen schadhaft, angrenzende Ständer geschädigt
- 8 durchfeuchtet, Verputz schadhaft, nicht mehr tragfähig, nicht mehr vorhanden

Bild 8: Schadensschwerpunkte an Fachwerkbauten nach [4]



Bild 9: Schwelle mit zerstörten Ständerfüßen

oder mangelhaften Erhaltungsmaßnahmen. Schadensschwerpunkte sind dabei Durchfeuchtung im Traufbereich der Dächer infolge einer undichten Dachhaut (Bild 6), fehlender oder defekter Dachentwässerungen sowie im Sockelbereich des Gebäudes bedingt durch aufsteigende Bodenfeuchte und Schlagregenbeanspruchung wegen unzureichender Fundamentierung und hoher Feuchtebeanspruchung (Bilder 9 und 10).

Feuchteschäden am Fachwerk außerhalb dieser Bereiche können durch eine intensive Schlagregenbeanspruchung und schadhafte Gefache bzw. bauliche Konstruktionsmängel (z. B. vorhandene offene Fugen, schadhafter Putz und schadhafte Gefachkonstruktionen, keine Verkleidung in Bereichen hoher Schlagregenbeanspruchung, Bild 11 und Bild 12), aber auch defekte Fallrohre verursacht sein.

4 Prinziplösungen für die Instandsetzung

Maßnahmen zur Instandsetzung zielen auf die Wiederherstellung der Standsicherheit und Funktionsfähigkeit der geschädigten Holzbauteile. Je nach Schädigungsgrad werden einzelne Bereiche instand gesetzt (z. B. bebeit und verstärkt) oder nicht mehr tragfähige Bereiche durch neue Bauteile vollständig ersetzt. Bei Holz handelt es sich um einen leicht bearbeitbaren Werkstoff. Deshalb lassen sich Holzkonstruktionen mit handwerklichen Methoden wirtschaftlich instand setzen.



Bild 10: Zerstörte Schwelle, zerstörter Eckständer und Riegel



Bild 11: Stockwerk-Rähm mit Balkenköpfen fast vollständig zerstört



Bild 12: Zapfenverbindung zwischen Ständer und Riegel zerstört

4.1 Dachkonstruktion

Abhängig von der Tragwerksart werden die Sparren beim Sparren- und Kehlbalkendach auf Biegung und Längskraft und die Sparren beim Sparrendach auf Biegung beansprucht, was bei der Planung und Ausführung der Instandsetzungsmaßnahmen zu beachten ist.

Sparrenfüße: Bei der Erneuerung der Sparrenfüße (Bild 13) wendet man vor allem die Verlaschung oder die Blattverbindung (langes Blatt mit gerader oder schräger Stirn) an. Die Anwendung der Blattverbindung setzt voraus, dass der halbe Sparrenquerschnitt für die Schnittkraftübertragung statisch ausreicht.

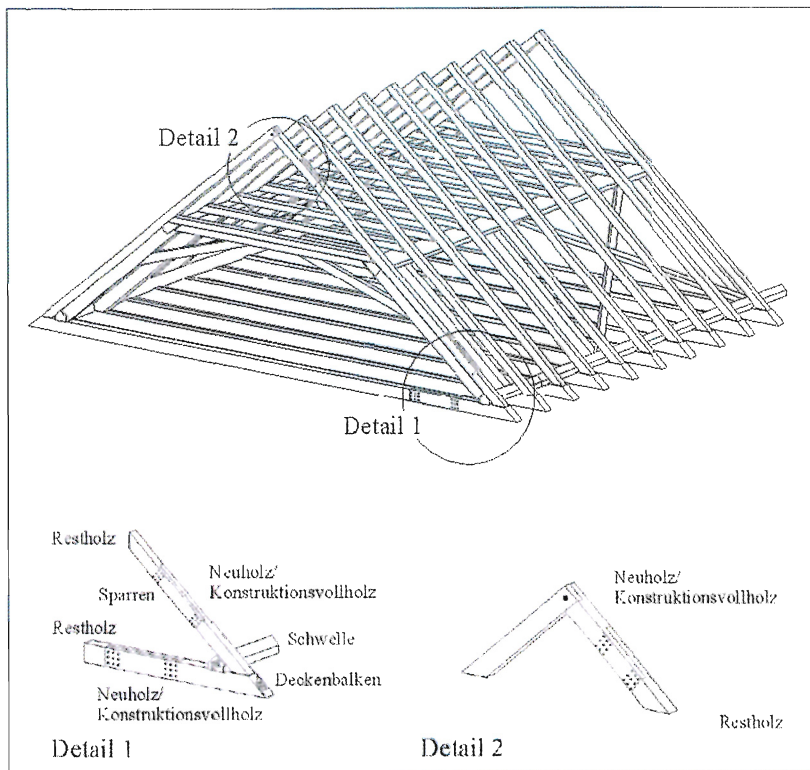


Bild 13: Sparrendach mit liegendem Stuhl, Instandsetzung des Sparrenfußes (Detail 1), Instandsetzung des Firstknotens (Detail 2)

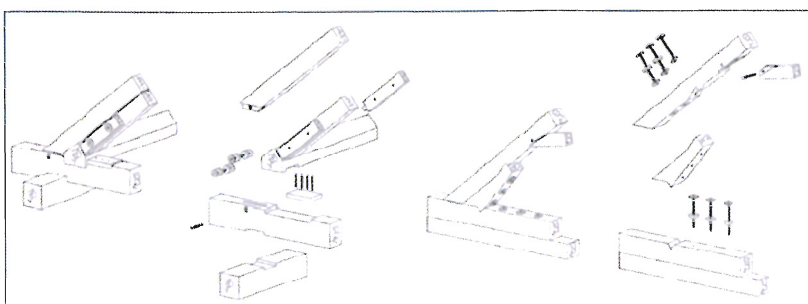


Bild 14: Lösungen für Sparrenfußinstandsetzungen beim Sparrendach mit Verstärkung des Sparrenfußanschlusses aus [4]

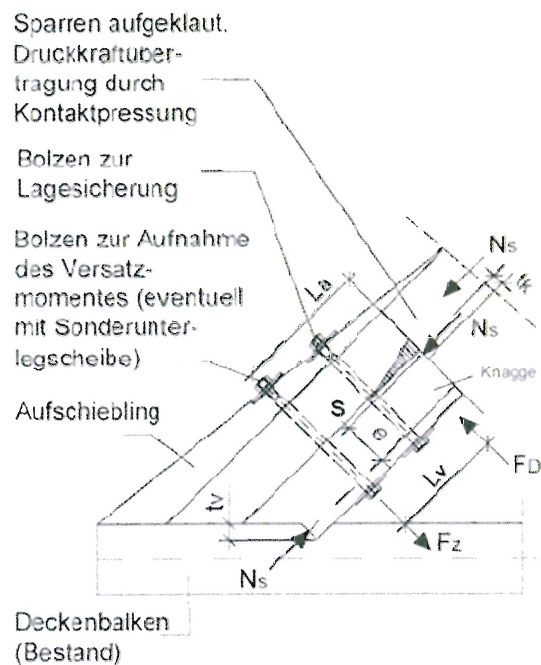


Bild 15: Teilerneuerung von Sparrenfuß und Balkenkopf mit neuer Fußverbindung über Rückversatz

Der Anschluss zwischen beiden Teilen ist biegesteif mit genügend großem Abstand der Verbindungsmittelgruppen zur Aufnahme des Reaktionsmomentes auszuführen. Häufig müssen die Sparrenfüße in ihrer Tragfähigkeit verstärkt werden. Lösungen zur Verstärkung zeigen die Bilder 14 und 15.

Sparren: Die häufigste Instandsetzungsmethode besteht im Bebeilen des geschädigten Querschnitts und dem Ersatz der verloren gegangenen Querschnittsteile durch beidseitig angeordnete Laschen. Soll zwischen den Laschen eine Dämmung angeordnet werden, richtet sich die Laschenhöhe nach dem bauphysikalischen Aufbau des Daches.

Firstknoteninstandsetzung: Auch hier bietet die handwerkliche Reparatur, ähnlich der Sparrenfußinstandsetzung, wirtschaftliche Möglichkeiten (Bild 13, Detail 2).

4.2 Decken

Balkenkopfstandsetzung: Die Baukosten für eine Balkenkopfstandsetzung liegen bei 40–65 % des Preises, der für den kompletten Ersatz des alten Balkens kalkuliert werden kann. Zu den preiswertesten Lösungen gehört die Instandsetzung mit Holzlaschen (Bild 16).

Eine einfache Reparatur des Balkenkopfes erfolgt zumeist über senkrecht stehende gerade oder schräge Blattverbindungen, wobei die Länge des Blattes durch den statisch erforderlichen Abstand der Verbindungsmittel bestimmt wird (Bilder 16 und 17). Diese Methode wird vor allem aus denkmalpflegerischen Gründen häufig angewendet. Nachteilig ist allerdings, dass nur der halbe Balkenquerschnitt für die Schnittkraftübertragung zur Verfügung steht.

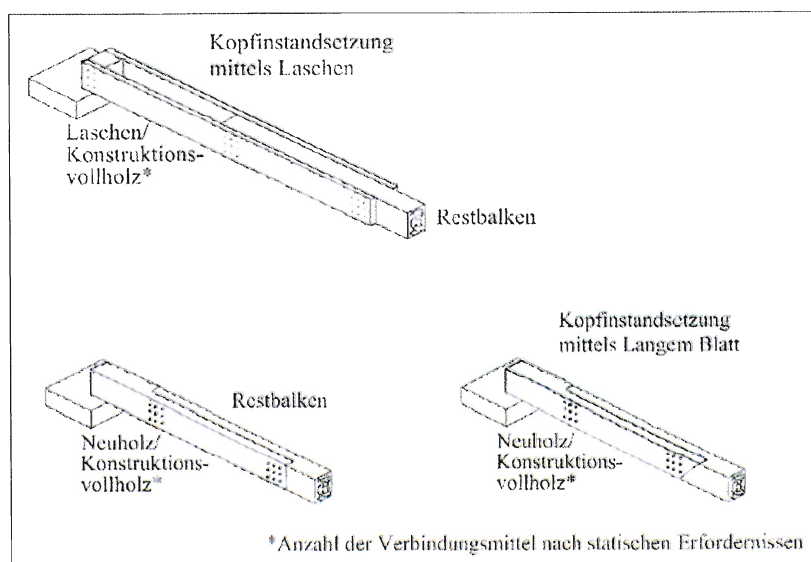


Bild 16: Verschiedene Lösungen für die Instandsetzung von geschädigten Balkenköpfen bei Holzbalkendecken nach [5]

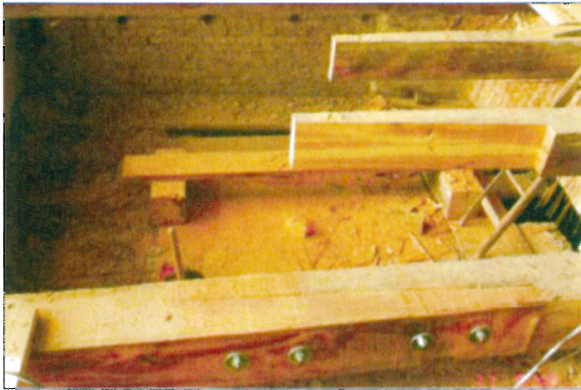


Bild 17: Balkenkopfstandsetzung mit schrägem Blatt und gerader Stirn

Am häufigsten erfolgt eine Balkenkopfstandsetzung mittels Laschen aus Holz oder Holzwerkstoffen (z. B. Furnierschichtholz). Auch hier muss die Verbindung ausreichend biegesteif sein. Der innere Hebelarm der Verbindungsmittel für die Instandsetzung mit Blattverbindungen und Laschen wird dabei von der Größe der Momentenbeanspruchung bestimmt. Die Querkraftbeanspruchung (bzw. eine Längskraftbeanspruchung, z. B. bei Dachgeschossbalken) ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen ist auch hier, wie bei der Sparreninstandsetzung, ein Abstand von $1/5$ der Spannweite ausreichend.

4.3 Fachwerk

Mit Bezug auf die Gefährdung des Fachwerkes durch Schlagregen ist es wichtig, dass die Wände nach außen und innen austrocknen können. Dies ist immer dann gegeben, wenn die Wand aus kapillarfähigen Baustoffen

besteht und durchfeuchtete Materialien nach innen und außen austrocknen können. Das heißt, dass auf raumseitige Dampfsperren möglichst zu verzichten ist. Ein Verschließen der Fugen zwischen Holz und Gefach mit dichtenden und dauerelastischen Kunststoffen hat sich nicht bewährt. Mit derartigen Maßnahmen wird das Austrocknen der Wände wesentlich behindert [4]. Welche Maßnahmen zum Schutz des Fachwerkes zu ergreifen sind, ist für jedes Gebäude in Abhängigkeit von der Lage des Gebäudes (Gebäude freistehend oder in geschützter Lage, innerhalb oder außerhalb eines Ortskernes, exponierte Lage der Gebäudewände oder einzelner Wandbereiche zur Wetterseite) gesondert zu überprüfen. Je nach Lage und Wetterbeanspruchung können alle drei Schlagregenbeanspruchungen gemäß Tabelle 4 an einem Gebäude vorkommen. Selbst bei nur einer Fassade sind unterschiedliche Beanspruchungen möglich, d. h., an wetterbeanspruchten Giebeln kann es u. U. erforderlich werden, den oberen Teil des Giebels zu verkleiden, während der untere Teil fachwerksichtig bleiben kann (Bild 5).

Schwelle/Rähm: Die wetterexponierte Lage hat in vielen Fällen zur starken bis vollständigen Schädigung der Schwellen geführt (Bild 9). Eine teilweise oder auch vollständige Erneuerung ist dann unumgänglich. Zumeist sind auch die Ständerfüße betroffen (Bild 10) und die geschädigten Bereiche müssen ebenfalls erneuert werden. Dabei ist das Fachwerkgerüst vor Beginn der Instandsetzung abzustützen. Vor der Erneuerung der Schwelle werden die Fundamentierung und der Sockel instand gesetzt bzw. erneuert (Bild 19). Dabei geht es letztendlich um eine Trockenlegung des Sockelmauerwerks. Wesentlich für die Dauerhaftigkeit der instand gesetzten Schwelle ist ihre

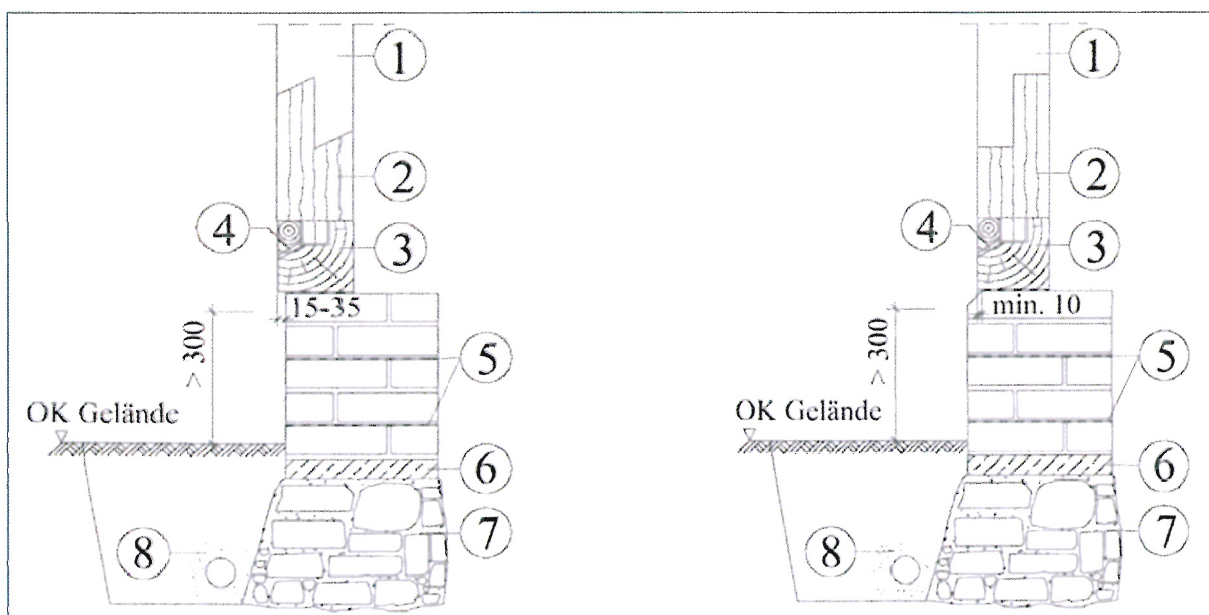


Bild 18: Einbau einer neuen Schwelle mit teilweise Ersatz des Ständerfußes nach [4], links: Schwelle vorstehend, rechts: Schwelle zurückgesetzt und Sockel angeschrägt (Legende: 1 alt/Ständer; 2 neu/Ständer; 3 Schwelle; 4 Entwässerung; Zapfen-Loch; 5 Sperrung; 6 neu/Ausgleichsbeton; 7 alt/Bruchsteinfundament; 8 Drainung im Kiesbett)



Bild 19: Neue Schwelle aus Eiche auf neuem Fundament nach Instandsetzung (rechts: Geschädigter Schwellenbereich vor der Instandsetzung)

Lage auf dem erneuerten Sockelmauerwerk. Hier gibt es zwei Lösungen, eine mit leichtem Überstand der Schwelle oder zurückversetzt mit abgeschrägter Sockelkante (Bild 18).

Aufgrund der wetterexponierten Lage sollten die neuen Schwellenteile aus Holz mit einer hohen Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350-2 bestehen. Empfehlenswert ist Eichen-Kernholz (Bild 19), welches der Dauerhaftigkeitsklasse 2 nach DIN EN 350-2 (Dauerhaftigkeitsklasse 2 definiert nach Norm die Klasse „dauerhaft“ gegen Pilze) entspricht. Zwischen Schwelle und Fundamentsockel wird eine Feuchtesperre angeordnet. Die neuen Schwellenteile sind untereinander kraftschlüssig druck- und zugfest zu verbinden.

Ständer: Bei einem teilweisen Ersatz werden die neuen Teile über Blattverbindungen (gerades Blatt mit gerader Stirn oder geradem Blatt mit schräger Stirn, Bild 18) mit dem noch tragfähigen alten Teil kraftschlüssig verbunden. Wird der Ständer vollständig ersetzt, so hat sich das bündige Einfügen mit falschen Zapfen bewährt (Bild 20).

Verbindung: Häufig sind lokale Schädigungen im Bereich von Zapfen- (Schadensbeispiel, Bild 12) oder Blattverbin-

dungen zu beseitigen. Empfehlenswert ist eine einfache Reparatur durch Einpassen von neuen Holzteilen. Diese fertigt man, gut vorgetrocknet, aus Neu- oder Altholz mit einer Mindestdicke von 40 mm (Bild 21).

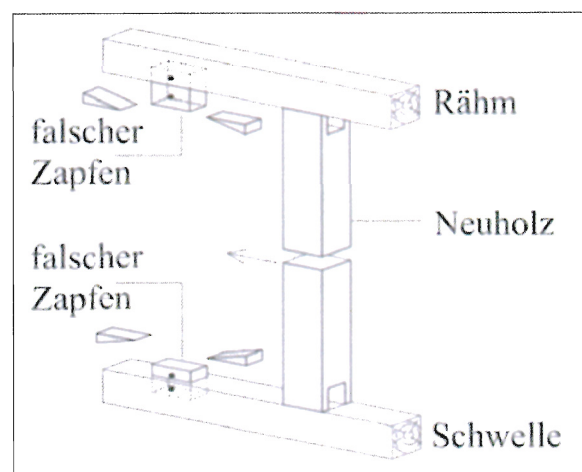


Bild 20: Vollständiger Ersatz eines Ständers und Verbindung über falsche Zapfen

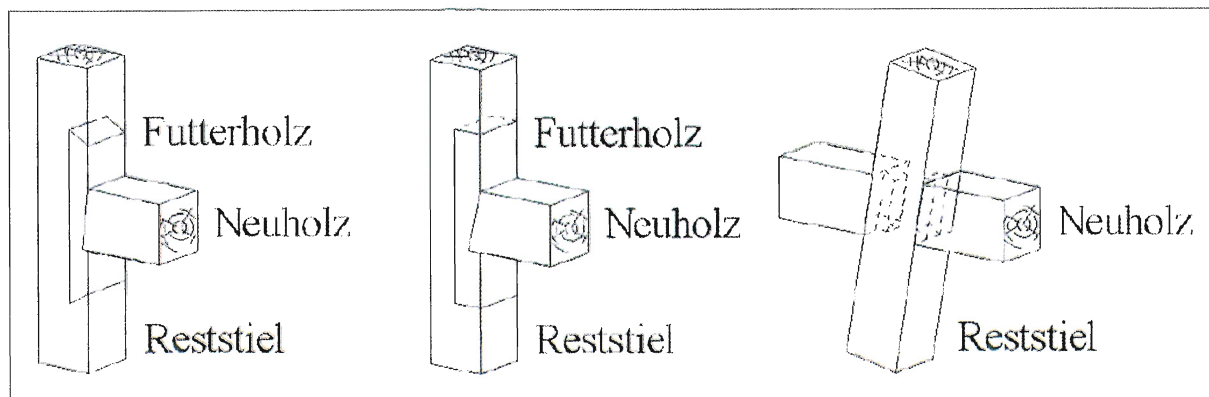


Bild 21: Instandsetzung von Zapfenverbindungen nach [1]

Literatur

- [1] Lißner, K.; Rug, W.: Holzbausanierung, Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung, Springer-Verlag Berlin 2000.
 - [2] Lißner, K.: Neue Holzbaunorm DIN 1052:2004 – Neue Anforderungen zum baulichen Holzschutz bei der Instandsetzung von historischen Holztragwerken, 34. Norddeutsche Holzschutzfachtagung, Schwerin 2006 (www.altbauplanung.de).
 - [3] Rug, W.: 100 Jahre Forschung für den Holzbau, In: BDZ (Hrsg.): 100 Jahre Bund Deutscher Zimmermeister, Bruder-Verlag, Karlsruhe 2003.
 - [4] Rug, W.; Held, H.; Stützer, C.: Erneuerung von Fachwerkbauten, Informationsdienst Holz, Herausgeber: Holzabsatzfond und DGfH, Bonn/München 2004 (www.informationsdienst-holz.de).
 - [5] Lißner, K.; Rug, W.; Winter, S.; u. a.: Modernisierung von Altbauten, Informationsdienst Holz, Arge Holz und DGfH, Düsseldorf/München 2001 (www.informationsdienst-holz.de).
 - [6] WTA-Merkblatt: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkfassaden; In WTA Referat 8, Hrsg.: Fachwerkinstandsetzung nach WTA Band 1, Merkblätter, Fraunhofer IRB-Verlag Stuttgart 2002 (www.wta.de).
 - [7] Lißner, K.: Feuchteschäden an historischen Holzkonstruktionen und Methoden für ihre Instandsetzung, 16. Hanseatische Sanierungstage, Rostock-Warnemünde 2005, In: Schriftenreihe Heft 16, Hrsg. H. Venzmer: Abdichtung, Feuchtigkeit, Sanierung.
- Bildnachweis:** alle, soweit nichts anderes vermerkt, von K. Lißner, W. Rug

DIN

Europäischer Sanierungskalender 2007

Holzschutz, Bautenschutz,
Bauwerkserhaltung, Bauwerksinstandsetzung,
Restaurierung, Denkmalpflege

2. Jahrgang

Herausgeber
Helmuth Venzmer

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Michael Balak, Wien (A)
Dipl.-Arch. Günter Faust, Hansestadt Wismar (D)
Prof. Dr. Harald Garrecht, Darmstadt (D)
Dr. Gesa Haroske, Hansestadt Wismar (D)
Prof. Dr. Friedemann Hueber, Wien (A)
Prof. Dr. Andreas Kolbitsch, Wien (A)
Dr. Friedrich Lüth, Schwerin (D)
Dr. Ursula Markfort, Hansestadt Stralsund (D)
Dr. Gabriele Patitz, Karlsruhe (D)

Dr. Anton Pech, Wien (A)
Dipl.-Ing. Eva Prync-Pommerenke, Schwerin (D)
Prof. Dipl.-Ing. Axel C. Rahn, Berlin (D)
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer, Stuttgart/Holzkirchen (D)
Dipl.-Holzwirt Angela Steinfurth, Kolding (DK)
Dr. Uwe Schumann, Schwerin (D)
Prof. Dr. Dr. Helmuth Venzmer, Hansestadt Wismar (D)
Dipl.-Ing. Eckhard Vogel, Berlin (D)
Prof. Dr. Michael Pfanner, Scheffau, München u. Berlin (D)

© 2007 Beuth Verlag GmbH

Berlin • Wien • Zürich

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0

Telefax: +49 30 2601-1260

Internet: www.beuth.de

E-Mail: info@beuth.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronischen Systemen.

© für DIN-Normen DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden vom Verfasser und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

Umschlaggestaltung: André Ringel, Berlin

unter Verwendung der Bilder mit freundlicher Genehmigung von H. Winkler und G.-W. Mainka

Satz: Grimm, Berlin

Druck: Mercedes-Druck GmbH

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN 6738

ISBN: 978-3-410-16391-6