

Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.

Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen an ausgewählten Bauten

Eine Dokumentation und Auswertung der häufigsten Schadensbilder an sanierten Fachwerkhäusern sowie grundlegende bzw. alternative Planungs- und Ausführungshinweise - speziell aufbereitet für Bauherren



Inhaltsverzeichnis Abschlussbericht

Seite

1. Einleitung – Aufgabenstellung	3
1.1. Literaturerhebung	8
2. Entwicklung des Fachwerkbaus und grundlegende Anforderungen an eine Sanierung bzw. Modernisierung	
2.1. Konstruktive Entwicklung des Fachwerkbaus	19
2.2. Ursprüngliche Raumstruktur in Abhängigkeit der Nutzung	23
2.3. Veränderungen der Konstruktion und der Raumstruktur entsprechend der Nutzungsanforderungen	26
2.4. Gestalterische Veränderungen	28
2.5. Grundlegende Anforderungen an eine Sanierung oder Modernisierung	31
3. Untersuchung von Bauschäden an ausgewählten Fachwerkbauten	39
3.1. Vorgehensweise bei der Durchführung der Untersuchung und Dokumentation	40
4. Zusammenstellung der festgestellten Schadensbilder	47
4.1. Schäden am Sockel	
4.2. Schäden an Außenwänden (Fassade)	
4.2.1. Schäden an Fachwerkhölzern	
4.2.2. Schäden an Ausfachungen	
4.2.3. Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)	
4.2.4. Schäden an Bekleidungen innen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)	
4.3. Schäden an Fenstern	
4.4. Schäden an Innenwänden	
4.4.1. Schäden an tragenden Innenwandkonstruktionen	
4.4.2. Schäden an Innenwandbekleidungen	
4.5. Schäden an Decken	
4.5.1. Schäden an Deckenkonstruktionen	
4.5.2. Schäden an Deckenbelägen (Fußbodenaufbauten)	
4.5.3. Schäden an Deckenbekleidungen	
4.6. Schäden an Dächern	
4.7. Schäden an An- und Aufbauten (Balkone, Erker, Gauben)	
4.8. Bilanzierung der Schadensbilder	49

5.	Auswertung der Untersuchungsergebnisse – bauklimatische u. technische Faktoren	
5.1.	Produktspezifische Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigen	57
5.2.	Mechanische Bedingungen bzw. Einflüsse im Fachwerkbau	76
5.3.	Bauklimatische bzw. feuchterelevante Veränderungen nach Sanierungsmaßnahmen	86
6.	Auswertung der Untersuchungsergebnisse – nicht technische Faktoren	
6.1.	Planungsbedingte Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigen	101
6.2.	Ausführungsbedingte Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigen	114
6.3.	Nutzungsbedingte Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigen	119
7.	Zusammenfassung und Konsequenz	131
8.	Literatur- und Quellenangaben	145
9.	Anlagen	149
Anlage 1:	Layout Fragebogen zur Schadenserfassung	
Anlage 2:	Beispiel Raumbuch Schadenserfassung	
Anlage 3:	Objektliste	
Anlage 4:	„Hilfe, ich habe ein Fachwerkhaus“ – ein Leitfaden für Bauherren, Förderer, Studenten und alle am Fachwerkbau Interessierten	

1. Einleitung - Aufgabenstellung

Die Unterhaltung, Wartung und Bewahrung historischer Bauwerke ist eine komplexe, vor allem aber eine kontinuierliche Aufgabe. Bauunterhaltung mit dem Ziel, Gebäude bei möglichst geringem Kostenaufwand langfristig in einem bautechnisch, ästhetisch und betriebstechnisch optimalen Erhaltungszustand zu betreiben, beginnt mit der Planung selbst und setzt sich in einer fachgerechten, qualitativ hochwertigen Umsetzung des Baus bzw. einer behutsamen, Substanz schonenden Modernisierung oder Sanierung fort. Neben der Art und Weise der Bewirtschaftung des Gebäudes haben auch regelmäßige Kontrollgänge mit dem Ziel einer möglichst zeitnahen Schadensdiagnose und –behebung großen Einfluss auf seine tatsächliche Lebenserwartung.

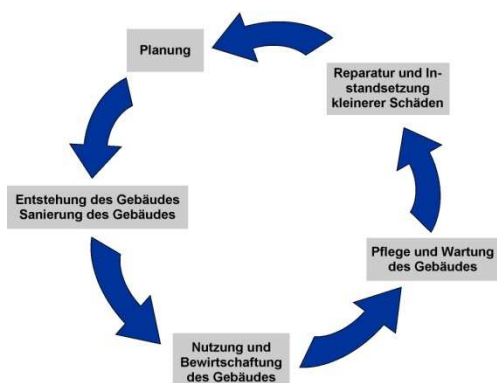


Abb. 1 Lebenszyklus von Gebäuden
(B. Stöckicht, DFWZ QLB)

Schon in den vergangenen Jahrzehnten und Jahrhunderten sind historische Bauten (auch unsere heutigen Baudenkmäler) genutzt und erhalten worden, wenn sie energetisch sparsam errichtet waren und an sich verändernde Bedürfnisse angepasst werden konnten – das gilt auch heute. Charakteristische, landschaftstypische Bauweisen, wie z.B. die Fachwerkhäuser im Harz, entwickelten sich aus einer genauen Beobachtung der regionalen, geografisch-meteorologischen Bedingungen und aus einem angepassten und funktionell durchdachten Einsatz der jeweils verfügbaren Naturbaustoffe. Substantiell bedeutende Regeln bestanden in der Verwendung und Kombination von Baustoffen ähnlicher Lebensdauer, Wärmedämmwerten und Ausdehnungsverhalten. Die älteren Bauwerke funktionierten in der Regel zweckdienlich nach ihren eigenen funktionalen und bauphysikalischen Gesetzen.¹

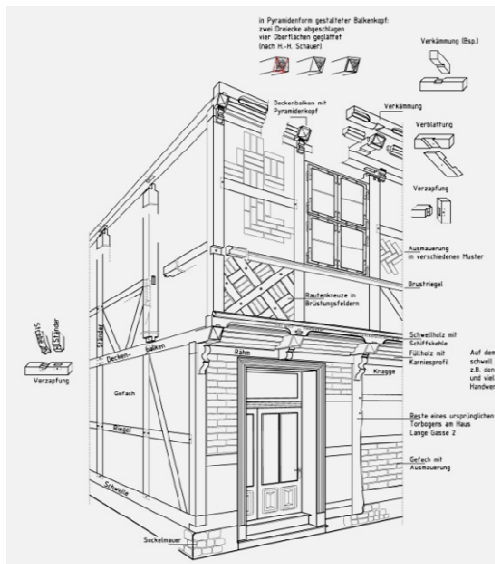


Abb. 2 Beispiel einer Fachwerkkonstruktion: auszugsweise Lange Gasse 2-4, Quedlinburg, Barock bis 1720

(aus: Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 153, Zeichnung C. Luthardt)

¹ Dr.-Ing. Pollack, „Denkmal und Energie“, Textbeitrag im Tagungsband zum Kolloquium Zukunftsmarkt Energie sparerender Denkmalschutz 10.09.2005, S.15

Mit der Einführung industrieller Bauweisen und dem zunehmenden Angebot von scheinbar preiswerteren und nahezu überall verfügbaren, modernen Baustoffen (auch Ersatzstoffen) tritt verstärkt in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts ein entscheidender Bruch in diese lange Traditionslinie. In der Folge ist damit vielerorts das Wissen um traditionelle Handwerkstechniken und Baupflege verloren gegangen. Die nicht gleich bleibenden, sondern sich rasch ändernden, modernen Baustoffangebote und Baustoffqualitäten erforderten eigentlich vor ihrem Einsatz an der historischen Altbausubstanz eine gründliche Erprobung und Überprüfung. Das gelingt eher selten und ist oft Quelle von Folgeschäden.²

Hinzu kommen die stetig steigenden Wünsche und individuellen Anforderungen an den Wohnstandard sowie der in den letzten Jahren kontrovers diskutierte Klimawandel. Die Verbreitung z.T. divergenter Ansichten und Erkenntnisse rund um die Vergrößerung des Ozonlochs und die Erderwärmung in Zusammenhang gebracht mit dem wachsenden Energieverbrauch und der daraus resultierenden Rohstoffverknappung bewirkten neben einer Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz auch eine zunehmende Verunsicherung in der Bevölkerung und bei den Planern.

In der Folge zeigen sich bei unbedachten Energiesparmaßnahmen neben einer zunehmenden Asthma- und Allergierate beim Menschen vermehrt Feuchteschäden mit Schimmelpilz- oder Algenbildung an unterschiedlichen Bauteilen.³

Die Hauptursachen liegen oftmals in einem „ungesunden“ Heiz-Lüftungsverhältnis, aber auch in Baustoffqualitäten (Inhaltsstoffe).



Abb. 3 aus: Borsch-Laaks, R.: Wohnen ohne Feuchteschäden, Schwachstellen und ihre Vermeidung, VWEW Energieverlag 2000

² Dr.-Ing. Pollack, Beitrag „Denkmal und Energie“, Tagungsband zum Kolloquium Zukunftsmarkt Energie sparender Denkmalschutz 10.09.2005, S.15,16

³ Klaus Aggen, Marxzell, Redaktion Modernisierung, Magazin 4/2000

Neben der Bundesregierung beteiligen sich auch die Länder, Kommunen, verschiedene Stiftungen und Kreditinstitute durch die Bereitstellung von Fördermitteln in hohem Maße am Erhalt historischer Einzelgebäude, Stadtbild prägender Ensembles und Flächendenkmale. Umso wichtiger ist die Tatsache, dass die Modernisierung und/oder Sanierung der Altbauten auf Grundlage einer behutsamen und fachgerechten Planung und einer kontrollierten Umsetzung erfolgt.

Erschreckend ist jedoch der Eindruck, dass in den letzten 30 Jahren eine zunehmende Anzahl von Sanierungen missglückt ist. Hierzu gibt es nicht nur die Erhebungen in den Bauschadensberichten der Bundesregierung, auch die Veröffentlichungen in der Fachpresse⁴ sowie der reale Zustand vieler Bauten verdeutlichen dies.

Trotz regelmäßiger Pflege und Instandhaltung, ergeben sich entsprechend der stofflichen Qualitäten, der Verarbeitung, der Komplexität von Bauteilen, durch den Gebrauch oder durch Umwelteinflüsse ganz natürliche Verschleißerscheinungen an den Bauteilen. Ausgehend von einer ordnungsgemäßen, bewussten Instandhaltung und dem Bestreben, die Lebensdauer wirtschaftlich zu optimieren, liegt die zu erwartende Lebensdauer z.B. von Holzbekleidungen bei 40 Jahren, von Putzen bei 80 Jahren.⁵

Derartige altersbedingte Schäden und Schäden, die durch Missbrauch oder mutwillige Zerstörung von Bauteilen entstanden, waren nicht Gegenstand unserer Untersuchung.

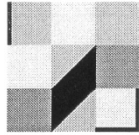
⁴ z.B. „Deutsches Architektenblatt“, „Bauschäden-Sammlung“, „Bauschadensfälle“, „Schäden beim Bauen im Bestand“, „Pfusch am Bau“

⁵ Institut für Bauforschung e.V., Hannover, *Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile*, Az: Z 6 - 5.4-02.05 / II 13 - 80 01 02 - 05, Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit des Deutschen Fachwerkzentrums Quedlinburg e.V. „Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen an ausgewählten Bauten“ beschäftigt sich mit Fachwerkbauten, die nach einer umfassenden Sanierung wiederum Schäden aufweisen, welche auf eine unzulängliche Planung, minderwertige Ausführung oder ungeeignete Baustoffauswahl unter Einbeziehung nutzungsspezifischer Aspekte zurückzuführen sind.

Als „Folgeschaden“ der Sanierungsmaßnahmen wurde somit ein Bauschaden definiert, der vor der Sanierung nicht gegenwärtig war, sondern erst nach Abschluss der Maßnahme in einer Zeitspanne unter der normalen Lebenserwartung zu einer wertmindernden Veränderung am Bauwerk geführt hat. Dabei flossen neben technischen (z.B. Produkteigenschaften und ihre Wechselwirkung mit anderen Produkten, Veränderung der bauklimatischen Zustände) auch nichttechnische Faktoren (z.B. falsche Einschätzung im technischen Bereich, Nutzer- und Eigentümerverhalten) in die Würdigung ein. Bewertet wurden Zustände, die bei der Auswahl von auf den historischen Bestand abgestimmten Materialien und Verfahren bzw. bei fachgerechter Bauausführung und angepasstem Nutzerverhalten vermutlich nicht in dieser Art aufgetreten wären.

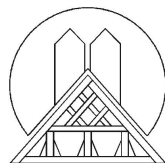
Neben der Dokumentation der Bauschäden sollte eine Eingrenzung und Konkretisierung der Ursachen erfolgen, um in der nächsten Stufe objektbezogene Sanierungsempfehlungen aussprechen zu können und im Projektergebnis - ableitend aus den Untersuchungsergebnissen und unter Hinzunahme weiterer aktueller Forschungsergebnisse und Langzeiterfahrungen - einen „Leitfaden zur Fachwerksanierung“ zu entwickeln, welcher ergänzt wird durch allgemeingültige Hinweise bzw. übertragbare Empfehlungen für eine nachhaltige Fachwerksanierung.



Bundesamt
für Bauwesen und
Raumordnung



SACHSEN-ANHALT
Ministerium für
Landesentwicklung
und Verkehr



Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.

Das Forschungsprojekt wird gefördert von:

- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
- Land Sachsen-Anhalt, Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr
- BauBeCon Sanierungsträger GmbH

Das Deutsche Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V. wurde am 29.11.2002 in Trägerschaft der Deutschen Stiftung Denkmalschutz, des Landes Sachsen-Anhalt, der Stadt Quedlinburg und unter Mitwirkung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, der BauBeCon Sanierungsträger GmbH, der Nord/LB Mitteldeutschen Landesbank sowie der Kreissparkasse Quedlinburg als gemeinnütziger Verein gegründet.

Neben der historischen Bauforschung, u.a. in der Stadt Quedlinburg, am Schloss Stolberg im Harz und den Jakobi-Pfarrhäusern in Lübeck arbeiten wir auch an wissenschaftlichen Projekten, wie z.B. „Modellhafte Sanierung des gotischen Dachstuhles der St. Stephanskirche zu Tangermünde“ oder „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“-Lange Gasse 7 in Quedlinburg.

Im Rahmen der Jugendbauhütten der Deutschen Stiftung Denkmalschutz planen und betreuen wir als Einsatzstelle Praxisprojekte, an denen Jugendliche des Freiwilligen Jahres in der Denkmalpflege unter unserer Anleitung theoretisch und praktisch an die Substanz schonende, ökologische Altbausanierung herangeführt werden. Beispiele sind die Goldstr. 25, das Klopstock-Gartenhaus und der Schlossberg 11 in Quedlinburg.

1.1 Literaturerhebung⁶

Schon im Vorfeld der Projektbearbeitung ist von Seiten des Deutschen Fachwerkzentrums ein umfassender Bestand an Fachliteratur eingesehen und ausgewertet worden.

Neben den allgemein bekannten Publikationen über historische Fachwerkbauten, z.B. von Binding, Gerner, Großmann, Issel und Schauer gehören dazu auch zahlreiche Bücher und Beiträge zur Bauausführung von Fachwerkhäusern. Unter anderem flossen die in folgenden Werken dargestellten historisch bewährten bzw. wissenschaftlich bestätigten Erkenntnisse in die Bewertung unserer Schadensursachen ein:

„Zehn Büchern über Architektur“, in welchen der römische Architekt Vitruvius Maximus Pollio (1. Jh. v. Chr.) den damaligen Wissensstand über die Baukunst zusammenfasste,

Fachbücher, wie z.B. „Alte Holzbauwerke – Beurteilen und Sanieren“ von Eler oder „Fachwerkhäuser restaurieren-sanieren-modernisieren“ von Lenze,

das von der Wissenschaftlich-technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (kurz WTA) herausgegebene Fachwerk-Kompodium: Fachwerkstandsetzung mit den Merkblättern 8 – 1 bis 8 – 9 und die neu erarbeiteten bzw. aktualisierten Ergänzungsblätter.

Weil sich für die Fachwerksanierung die Anwendung von DIN-Normen in Bezug auf Feuchteberechnungen und Ausführungstechniken häufig nicht eignet, muss bei dieser Bauweise zum Einen ganz besonders auf die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik geachtet werden. Andererseits ist der Einsatz neu entwickelter, wissenschaftlich fundierter Simulationsprogramme bei der Tauwasserberechnung schon fast unumgänglich.

⁶ Die genaue Bezeichnung der herangezogenen Publikationen findet sich in Kapitel 8: Literatur- und Quellenverzeichnis

Diese Themen und weitere Aspekte der Fachwerksanierung, wie Planungsansätze, Tragverhalten, Schallschutz, Brandschutz, Bauunterhaltung, Möglichkeiten und Grenzen der EnEV wurden durch eine gesonderte Arbeitsgruppe der WTA aufgegriffen und vor allem in Form des o.g. Kompendiums aufgearbeitet und veröffentlicht.

Im Buch „Fachwerkhäuser restaurieren-sanieren-modernisieren“ wurden die Vorgaben der WTA in leicht verständlicher Art und Weise in Form von konkreten Anleitungen für eine denkmalgerechte Instandsetzung von Fachwerkbauwerken umgesetzt. Dabei orientierte sich der Autor nicht nur an traditionellen Handwerkstechniken, sondern formuliert auch Erfahrungen mit modernen Produkten. Schadensbilder und deren Ursachen bei falscher Ausführung von Sanierungsmaßnahmen wurden nicht aufgegriffen.

Ergänzend und für ein umfassendes Verständnis sehr nützlich sind fachspezifische Aufsätze und Fallbeispiele, welche die in der Realität abverlangten Lösungsansätze, tatsächlich praktizierten Bauausführungen aber auch Diskussionen innerhalb der Fachwelt kritisch darstellen. Exemplarisch hierfür sind die Veröffentlichungen des Verbandes der Bausachverständigen Norddeutschlands e.V. mit Fachaufsätzen von Bausachverständigen, Architekten, Physikern, Umweltmedizinern, Mikrobiologen und Juristen; in den Sonderheften: „Wärme Energie – Dämmen wir uns krank? Pro und Kontra Wärmeschutz und Energieeinsparung“ sowie „Topthema Schimmelpilz“ zu benennen, welche mit großer Aufmerksamkeit eingesehen wurden.

Unzählige Schriften, die zum Nachdenken und zum kritischen Hinterfragen anregen, wurden

zudem von Herrn Prof. Dr. Meier, Architekt und Professor an der TU Berlin veröffentlicht.

Bauphysikalisch-funktionale Zusammenhänge und naturgesetzliche Bedingungen werden vom Autor differenziert betrachtet und unter energetischen und wohngygienischen Prämissen oftmals neu interpretiert. Die daraus entwickelten konstruktiven Lösungen stellen die Nutzer in den Mittelpunkt der Überlegungen, basieren auf ganzheitlicher und unabhängiger⁷ Planung und sind dadurch nicht nur effizient, sondern erlauben zudem ein nachhaltiges wohngesundes und Substanz schonendes Bauen. Als ein diesbezüglich sehr umfassendes Werk haben wir „Richtig bauen – Bauphysik im Zwielficht – Probleme und Lösungen“ in unsere Auswertungen einbezogen.

Als weitere Literatur über Grundlagen der historischen Baustoffherstellung und Baustoffzusammensetzung, über salz- und feuchtebedingte Schadensursachen, über schadensträchtige Kombinationen von historischen und modernen Baustoffen aber auch mit Beispielen einer fachgerechten Detailausführung konnten wir z.B. die Arbeitsblätter (1994 bis 2001) des Deutschen Zentrums für Handwerk und Denkmalpflege, Propstei Johannesberg, Fulda e.V., „Natürliche Farben, Anstriche und Verputze selber herstellen“ von Ziesemann und "Lacke und Farben am Bau, Erstanstrich und Werterhaltung, Eine Einführung für Maler, Architekten, Gutachter" von Hantschke einschließen.

Die Systematik der Vorbereitung, Planung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen an historischen Bauten erfordert ein wesentlich umfangreicheres Leistungsbild als das in der HOAI vorgegebene, welches sich am Neubau-

⁷ *unabhängig im Sinne von: nicht beeinflusst von Produktwerbung, Herstellergutachten und Ausschreibungshilfen der Hersteller, unabhängig von DIN-Normen, Vorschriften und Verordnungen, welche bestimmte Strukturen fördern bzw. übervorteilen könnten*

standard orientiert. Da sich Modernisierungs- und Sanierungsaufgaben nicht standardisieren lassen, sich aber eine zunehmende Planungsunsicherheit abzeichnet, ist vom Ausschuss „Architekten in der Denkmalpflege“ der Architektenkammer Hessen eine Checkliste „Inhalt und Ablauf der Architektenleistungen im Bestand, insbesondere am Kulturdenkmal“ erarbeitet worden. Ergänzt werden diese Vorschläge durch die Veröffentlichung „Baufaufnahme und Dokumentation“ aus der Reihe Altbaumodernisierung von Klein.

Zur einheitlichen und qualitätvollen Umsetzung des Denkmalschutzgesetzes hat das Land Sachsen-Anhalt in einer Selbstverpflichtung erstmals in Deutschland „Standards der Bau- und Kunstdenkmalpflege“ formuliert und als Leitfaden zur Nutzung durch die Denkmalpflegebehörden herausgegeben. Die Standards umfassen zwölf Grundsätze, die sowohl fachliche Grundsätze, die Bedeutung und Wertung von Befunden, Gestaltungsauflagen, deren Zumutbarkeit und Begründung, aber auch die Überprüfung und Präzisierung von Denkmallisten bzw. Denkmalausweisungen behandeln. Zusätzlich sind Grundsätze und Ziele des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege, die Organisation und Zuständigkeiten der Denkmalbehörden, der Schutz und die Erhaltungspflicht der Kulturdenkmale, Verfahrensvorschriften und rechtliche Bestimmungen benannt.

In einem Arbeitsheft des Sonderforschungsbereiches 315: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke sind an einem konkreten Beispiel „Möglichkeiten und Grenzen denkmalpflegerischer Maßnahmen“ dargestellt, die eindrucksvoll belegen, dass bei intensiver Zusammenarbeit von Bauherrn, Planer, Denkmalschutz- und Genehmigungsbehörden sowie Handwerkern ein historisches Gebäude nicht nur denkmalgerecht, sondern auch kostensparend und bauherrngerecht erhalten und saniert werden kann.

Zu Beginn unserer Recherchen sind bereits veröffentlichte Schadensfälle in beträchtlichem Umfang gesichtet und analysiert worden.

Die Bauschäden-Sammlung Band 1 bis 14, herausgegeben von Günter Zimmermann im Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart, beschäftigt sich beispielsweise mit Sachverhalten, Ursachen und Sanierungsmaßnahmen bei geschädigten Bauwerksteilen. Diese Sammlung stellt eine komprimierte Zusammenfassung aller 643 Schadensberichte der DAB-Hefte von März 1971 bis November 2003 dar. Die Autoren der jeweiligen Berichte sind vorwiegend als Lehrbeauftragte oder Professoren an Universitäten, als Mitarbeiter an wissenschaftlichen Instituten, als Gutachter und ö.b.u.v. Sachverständige für Handwerkskammern, Versicherungen sowie öffentliche Auftraggeber tätig.

Erörtert werden neben Bauschäden an einzelnen Bauteilen und Installationsvorrichtungen auch materialspezifische Schäden, die z.B. durch falsche Pflegemittel oder unsachgemäße Benutzung verursacht wurden. Überwiegend dokumentiert sind jedoch Schäden an Neubauten, modernisierten bzw. sanierten Massivbauten – der Anteil an schadensträchtigen Fachwerkkonstruktionen ist sehr gering.

Eine weitere Sammlung von „Bauschadensfälle“(n), herausgegeben von den namhaften Bau-sachverständigen Zimmermann und Schumacher, veranschaulicht Erkenntnisse zur Analyse von Schadensursachen und gibt Fachinformationen zur Schadensvermeidung. Die Sachverhalte, Untersuchungen und deren Ergebnisse sowie die Maßnahmen zur Schadensbeseitigung sind anhand von Fallbeispielen bauteilbezogen gelistet. Auch hier finden sich vorwiegend Beispiele aus dem Neubau bzw. aus der Massivbausanierung.

Die dritte vom Fraunhofer IRB-Verlag veröffentlichte Fachbuchreihe „Schadensfreies Bauen“⁸

⁸ Herausgeber: Günter Zimmermann

informiert in 29 bauteilorientierten Einzelbänden ebenfalls aus der Praxis von Bausachverständigen. Erläutert werden wiederum typische Schadensbilder, deren Ursachen und Sanierungsmöglichkeiten in Bezug auf den Stand der Technik und zu eng abgegrenzte Konstruktionsteile und Problemstellungen. Eine fachwerk-spezifische Schadensbetrachtung ist in keiner der genannten Sammlungen dokumentiert oder publiziert.

In der Buchreihe Pfüsch am Bau, Band 1 bis 5, „Bauwerksabdichtung gegen von außen und innen angreifende Feuchte“, „Dachdeckungs-, Dachabdichtungs- und Klempnerarbeiten“, „Bäder – Planung, Ausführung, Nutzung“, „Wärmeschutz-, Feuchteschutz-, Salzschäden“, „Gebäudeinstandsetzung und –modernisierung“ von Ansorge sind Bauschäden themen- bzw. bauteilorientiert erfasst. In den Bänden werden planerische Grundlagen, Planungsfehler, Bauteil- bzw. Baustoff relevante Informationen vorgestellt. Darüber hinaus werden typische Schadensfälle aus der Sachverständigenpraxis geschildert und allgemeine Hinweise zur Vermeidung von Pfüsch am Bau gegeben. Auch hier ist der Anteil von konkreten Schäden an Fachwerkgebäuden sehr gering.

„Die Sanierung der Sanierung“ von Reul beschäftigt sich mit Schadensfällen aus den Bereichen Boden, Mauerwerk und Fassade, beginnend mit allgemeinen Anforderungen an die betroffenen Bauteile und verwendeten Baustoffe, Regelwerke, Normen, Richtlinien, über die Untersuchung der Bauschäden deren Ursache bis hin zu unprofessionellen Instandsetzungsmaßnahmen, welche in der Folge zu neuen Schäden führten, wodurch die Sanierung der Sanierung notwendig wurde. In diesem Buch gibt es erstmals ein eigenes kurzes Kapitel über „Nichttechnische Schadensursachen und Bedingungen für den Erfolg“ – also im weitesten Sinne über Planungsmängel und Baupfüsch.

Die von Helmut Künzel (Bauphysiker und langjähriger Leiter der Freilandversuchsstelle Holzkirchen des Fraunhofer Instituts für Bauphysik) verfassten Bücher „Bauphysik – Geschichte und Geschichten“ und „Bauphysik und Denkmalpflege“ beschreiben zum Einen anhand eigener Erfahrungen den Werdegang der Bauphysik zu einer neuen Wissenschaftsdisziplin zum Anderen die Forschungsergebnisse und Erfahrungen aus den Freilandversuchen in Holzkirchen. Hauptthemen sind feuchte Mauern, Mauersalze, Heizen und Temperieren, Putze und Putztechnologien sowie Fachwerk als historische Konstruktion mit den Vor- und Nachteilen einiger in der gängigen Praxis angewandter Ausfachungs- und Dämmtechniken.

Die richtige Anwendung der EnEV beim Sonderfall Fachwerkbau, die Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung durch individuelle Lösungen sind im Leitfaden „Energetische Sanierung von Fachwerkbauten“, ausgearbeitet von den Arbeitsgruppenmitgliedern der WTA Eßmann, Gänßmantel und Geburtig, festgehalten. Es werden Hilfestellungen zur Interpretation und praktischen Anwendung der EnEV sowie zu Nachweisverfahren und zu möglichen Befreiungen, aber auch anhand konkreter Beispiele Erläuterungen zum Wärmeschutz, zum feuchte-technischen Verhalten, zur Schlagregenbeanspruchung sowie zur richtigen Material- und Konstruktionsauswahl gegeben.

Wesentliche Aufgabe des Forschungsberichtes „Bewährung innen wärmegeämmter Fachwerkbauten; Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen“ von Lamers, Rosenzweig und Abel war, aus der Untersuchung einer größeren Anzahl unterschiedlich konstruierter und gedämmter Sichtfachwerkfassaden mit möglichst langer Standzeit eine Aussage über die Bewährung in der Praxis abzuleiten und Konstruktionsempfehlungen für

die Baupraxis zu entwickeln. Die Forschungsergebnisse boten eine gute Grundlage bei der Vorbereitung unseres Projektes Dokumentation und Analyse von „Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen an ausgewählten Bauten“, welches gleichzeitig als Ergänzung und Weiterführung des vorgenannten Projektes angesehen werden kann.

Allgemein gültige Verhaltensregeln zur Nutzung sowie Hinweise zu Schönheitsreparaturen und Instandhaltungsmaßnahmen für Bauherren, Vermieter und Mieter in Form von Handlungsanweisungen, Checklisten, Bauteildatenblättern und Bauteilbeschreibungen sind Inhalt der Publikationen: „Bauunterhaltung – dauerhaft und wirtschaftlich“ von Klemisch, Brandenburgische Schlösser GmbH und „Gebrauchsanweisung für Häuser von Schnapauff und Richter-Engel“. Auch wenn sich beide Werke nicht auf einen Bautyp spezifizieren, ist letzteres wegen der aufschlussreichen Beispielberechnungen für die Aufklärung der Mieter bezüglich der Auswirkungen ihres individuellen Verhaltens gut geeignet - insbesondere unter dem Aspekt, dass sich falsches Nutzerverhalten und verschleppte Instandhaltung beim Fachwerkbau enorm schadensfördernd auswirken kann.

Weiterführende Fachliteratur und Berichte stellen das Ökologische Baustoff-Lexikon – Daten – Sachzusammenhänge - Regelwerke von Zwiener, der 3. Bauschadensbericht des Bundesministeriums für Bauwesen, Raumordnung und Städtebau von 1996, der von Immobilienexperten der DEKRA 2008 veröffentlichte 2. Bauschadensbericht an Wohngebäuden sowie die Chronologie und Ergebnisse der Klimakonferenzen und Klimaverhandlungen von Goerne, Greenpeace e.V. Redaktion, Hamburg, 2006 dar.

In der Zeitschrift der Interessengemeinschaft Bauernhaus e.V. „Der Holznagel“ erhält man Informationen über alte Handwerkstechniken, über geglückte oder misslungene Sanierungen und Modernisierungen von Bauernhäusern, Scheunen bzw. Fachwerkgebäuden aber auch über kuriose Vorgänge und Entscheidungen in Behörden.

Nicht zu vernachlässigen sind die unzähligen Merkblätter, Informationsbroschüren und Ratgeber über gesundes Wohnen, über das Energiesparen in Gebäuden, den Energieausweis für Wohngebäude, Wärme aus erneuerbaren Energien, Wärmedämmstoffe im Vergleich, Energie sparen und Klima schützen, Wohnen und Wohlfühlen, herausgegeben von Umweltinstituten, Energieberatern und der DENA. Hierzu ist anzumerken, dass zwar eindringlich auf die Notwendigkeit des Energiesparens und die Notwendigkeit einer Dämmung und Abdichtung von Gebäuden hingewiesen wird, aber weder mögliche Schäden bei einem falschen Sanierungs- oder Modernisierungskonzept noch ganzheitliche, fachgerechte, wohngesunde und vor allem Substanz schonende Lösungsansätze hervorgehoben werden.

Ähnlich verhält es sich mit den Technischen Merkblättern, allgemeinen Produktinformationen und Architektenmappen zahlreicher Baustoffhersteller. Eher selten ist eine Volldeklaration oder der Hinweis auf Einsatzgrenzen und eventuelle schadensträchtige Produkt- bzw. Baustoffkombinationen gegeben.

Zur Bekräftigung unserer aktuellen Untersuchungsergebnisse haben wir nicht nur themenverwandte Veröffentlichungen der Reihe „Bauforschung für die Praxis“ sondern auch die Resultate aus bereits abgeschlossenen eigenen wissenschaftlichen und praxisorientierten Projekten herangezogen.

Aufgrund seiner exponierten Lage, Kubatur und der geplanten Nutzung als Mietshaus eignete sich die Lange Gasse 7 besonders gut, um im Rahmen des vom Deutschen Fachwerkzentrum Quedlinburg initiierten Modellvorhabens „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ ein Gesamtkonzept aus ökologisch und bauphysikalisch verträglicher Innendämmung und jeweils angepassten Heiz- und Lüftungsmaßnahmen zu konzipieren. Die fachübergreifende Bewertung von Dauerhaftigkeit, Wohnqualität, Energieeffizienz sowie Bau- und Energiekosten ermöglicht nachvollziehbare und umsetzbare Folgerungen für die Innendämmung von Fachwerkbauten. Untersucht wurde die Praxistauglichkeit der Innendämmsysteme: Holzleichte-Lehmstein-Hintermauerung, Wärmedämmlehm mit Kork, Innendämmung mit Kalziumsilikat-Klimaplaten und Holzweichfaserplatten.

Im Ergebnis unserer Literaturlauswertung konnten wir feststellen, dass weder in den Veröffentlichungen über Pfusch am Bau oder Schadensfreies Bauen noch in den Sammlungen von Bauschadensfällen das Schadenspotenzial beim Fachwerkbau bzw. der Fachwerksanierung konkret thematisiert wird. Hier finden sich vorwiegend Schäden an Neubauten oder sanierten Massivbauten.

Lediglich die Datenbank „SCHADIS - das elektronische Standardwerk zu Bauschäden“ mit Textbausteinen aus dem Buch „Energetische Sanierung von Fachwerkbauten“ von Eßmann, Gänßmantel und Geburtig und die Forschungsarbeit „Bewährung innen wärmedämmter Fachwerkbauten - Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen“ von Lamers, Rosenzweig und Abel bedienen das Thema Fachwerkschäden tiefgehender.

Gleichwohl setzt sich eine Vielzahl von Fachliteratur mit den verschiedenen Möglichkeiten der Fachwerkinstandsetzung und Modernisierung auseinander, meist mit Hinweisen zu möglichen Schäden unter technischen und bauklimatischen Gesichtspunkten.

Bei der Vielzahl von historischen Fachwerkgebäuden, die zunehmend Schäden nach umfangreichen Modernisierungs- oder Sanierungsmaßnahmen aufweisen, ist es bedeutungsvoll, die Problematik näher ins Licht der Öffentlichkeit zu rücken.

Die speziell im Fachwerkbau auftretenden Schadensbilder und Schadensorte zu dokumentieren, zu analysieren und anhand bauteilbezogener Datenblätter auch Denkmalpflegern, Planern und Bauherren als Ansichts- bzw. Arbeitsmaterial zur Verfügung zu stellen, ist Ansatz unserer Forschungsarbeit. In der Auswertung der Schadensanalyse möchten wir Antwort geben auf die Fragen: „Welches sind die häufigsten Schadensbilder, unter welchen Bedingungen und an welchen Bauteilen treten sie vorwiegend auf?“, „Welchen Einfluss hat die Nutzung des Gebäudes auf die Entstehung dieser Schäden?“ und, obwohl zumindest technische (mechanische) Einflussfaktoren oft bekannt sind, „Welche nichttechnischen Faktoren begünstigen das Entstehen der Bauschäden?“

Grundlegend zu wenig Beachtung fand bislang eine fachübergreifende Veranschaulichung der Wirkungsmechanismen im Sonderfall Fachwerkbau. Aus diesem Grund sind wir im Rahmen dieses Forschungsprojektes bestrebt, zusätzlich zu den technischen und bauphysikalischen Auswirkungen insbesondere Ursachenforschung hinsichtlich personeller Einflüsse zu betreiben sowie die Notwendigkeit einer kritischen Beurteilung von Verfahren, Baustoffkombinationen, Einsatzmöglichkeiten bzw. -grenzen moderner Produkte herauszuarbeiten.



Abb. 4 Rathaus Wernigerode

1277 erstmals erwähnt als „Speelhus“, Ende des 15. Jh. / Anfang des 16. Jh. neu errichtetes Fachwerkobergeschoss mit reichem Figureschmuck⁹

⁹ Gerner, M.: *Das große Buch der Zimmermeister*, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1999, S. 68 ff.

2. Entwicklung des Fachwerkbaus und grundlegende Anforderungen an eine Sanierung bzw. Modernisierung

unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. Mandy Schmidt

2.1. Konstruktive Entwicklung des Fachwerkbaus

Ein Haus zu bauen bedeutet primär, ein Dach über dem Kopf zu haben. Die Größe des Hauses, die äußere Gestalt und auch die Lage sind abhängig von den Bedürfnissen des Bauherrn und seiner sozialer Stellung bzw. den finanziellen Möglichkeiten. Die Umsetzung steht wiederum im engen Zusammenhang mit dem Wissen, den Erfahrungen und dem technischen Entwicklungsstand im Bauwesen.

Der Hauptgrund für die Errichtung von Wohn- und Wirtschaftsbauten in Fachwerkbauweise ist sicher darin zu sehen, dass das Material als nachwachsender Rohstoff ohne große Anstrengungen bzw. Transportkosten frei verfügbar war. Holz lässt sich leicht be- und verarbeiten, das konstruktive Fachwerkgerüst lässt sich einfach und schnell abbinden. Der weitere Ausbau, wie das Schließen der Gefache oder das Herstellen von Lehmwickeln für die Decken konnte auch von Laien durchgeführt werden. Vor diesem Hintergrund wird dem Fachwerkbau im Volksmund oft nachgesagt, er sei eine „Arme-Leute-Bauweise“.

Dass aber auch Schlösser, Rathäuser oder sogar Kirchen aus Fachwerk bestehen und diese Bauweise somit in allen sozialen Schichten vertreten ist, beweist das Gegenteil.

Die waagerechten, senkrechten und schrägen Hölzer einer tragenden Fachwerkkonstruktion sind an ihren Knotenpunkten traditionell durch Verzapfungen und Verblattungen miteinander verbunden. Die Bereiche zwischen den Hölzern - die Gefache - sind mit Lehm, Ziegelmauerwerk oder auch Holzbohlen geschlossen.

Bei der ältesten Konstruktionsform – der *Geschossbauweise* - laufen die aufgehenden Ständer über meist 2 Geschosse bis zum Rähm unter dem Dach durch. Geschossübergreifende, angeblattete Streben, Kopfstreben zwischen Ständern und Deckenbalken sowie die Riegel zwischen den gleichmäßig angeordneten Ständern erbringen die notwendige Steifigkeit.¹⁰

Die *Stockwerksbauweise* hingegen ist die seit dem Mittelalter gebräuchlichste Konstruktion für Fachwerkbauten, variiert jedoch in ihrer Gestalt und entwickelte sich mit den stilistischen Trends und technischen Möglichkeiten fort. Jedes Stockwerk ist für sich einzeln abgebunden und kann mehrfach übereinander „gestapelt“ werden. Charakteristisch für den frühen Stockwerksbau ist das weite Vorkragen der oberen Stockwerke.¹¹ Über die Gründe für das Vorkragen wird in der Fachwelt und der Literatur vielfach nachgedacht.¹² Als großer Vorteil sei jedoch der bauliche Witterungsschutz benannt, da so an jedem vorkragenden Stock eine Art Abtropfkante für Regenwasser geschaffen wurde.

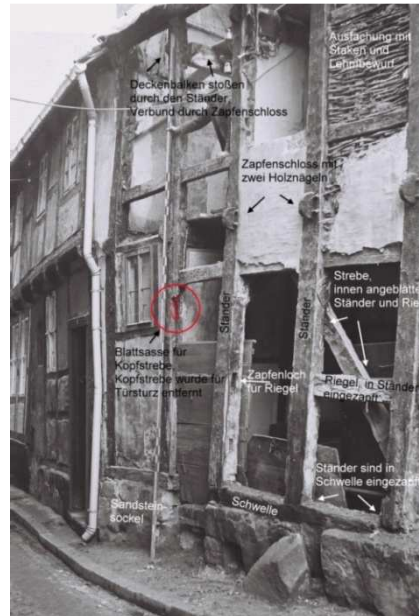


Abb. 5 Geschossbauweise: Wordgasse 3 Quedlinburg, 1968, Kittel: Neg. Nr. 12693



Abb. 6 Stockwerksüberstände und Knaggen mit Tropfkante (DFWZ)

¹⁰ Hennrich, C.; Schmidt, M.: *Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert*, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 14

¹¹ Hennrich, C.; Schmidt, M.: *Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert*, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 66

¹² Großmann, U.: *Fachwerk in Deutschland, Zierformen seit dem Mittelalter*, Petersberg 2006, S. 17 ff.



Abb. 7 Ziegeleindeckung mit Kalkleiste:
Wordgasse 3 Quedlinburg (DFWZ)

Die Gefache der Wände wurden ursprünglich häufig mit einem Lehmgeflecht gefüllt, bestehend aus Eichenspathölzern und Weidenruten, beidseitig mit Lehm beworfen und glatt verstrichen.¹³

Einen zusätzlichen Außen- oder durchgehenden Innenputz gab es zunächst nicht. Somit konnte selbst durch regelmäßiges Reparieren der gegen Witterungseinflüsse empfindlichen Gefachkanten keine Luftdichtheit der Außenwände hergestellt werden. Später wurde die Lehmausfachung mit einer dünnen Kalkputzschicht versehen. Seit dem 17. Jahrhundert wurden die Gefache zunehmend mit Mauerziegeln geschlossen. Für die Ausmauerung verwendete man Gipsmörtel, der die Eigenschaft besitzt, nachzuquellen und das Gefach relativ luftdicht abzuschließen.¹⁴

Zwischen den Deckenbalken waren in Nuten Lehmwickel eingeschoben oder auf die Deckenbalken aufgelegt, welche an der Unterseite ebenfalls glatt mit Lehm verstrichen sind. Der Hohlraum zwischen den Deckenbalken wurde mit Sand verfüllt, der Fußbodenbelag bestand vorwiegend aus Dielenbrettern.

Die Mehrheit der Fachwerkhäuser besitzt Sparrendächer. Diese sind konstruktiv als reine Sparrendächer mit Kehlbalken ausgeführt. Die besonders hohen Dachwerke bestehen aus mehreren Kehlbalkenebenen mit jeweils einfach- oder doppelt-, liegenden oder stehenden Stühlen. Die Dachdeckung bildeten anfangs

¹³ *Henrich, C.; Schmidt, M.: Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 68*

¹⁴ *Henrich, C.; Schmidt, M.: Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 150*

Stroh und Holzschindeln, später Ziegeleindeckungen.¹⁵

In fast allen Ländern Nord- und Mitteleuropas war der Fachwerkbau über viele Jahrhunderte hinweg die vorherrschende Bauweise und entsprechend der baulichen Weiterentwicklung immer wieder problembehaftet.¹⁶

In seinem - heute als einzige Quelle über antike Baukunst geltendem Werk - „Zehn Bücher über Architektur“ fasste schon der römische Architekt Vitruvius Maximus Pollio (1. Jh. v. Chr.) das Wissen über die Baukunst unter Einbeziehung der verschiedensten Wissensgebiete sowie die geistigen und technischen Vorrichtungen, auf denen sie beruhen, zusammen. Dabei stellt er bedauernd fest.

„Fachwerk möcht` ich wünschen, wäre nie erfunden worden! Denn je vorteilhafter ist es in Ansehung der Geschwindigkeit und des Raumes ist, um desto mehr es in Rücksicht der Feuersgefahr dem gemeinen Wesen nachtheilig, da es sich gleich Fackeln entzündet. ... Überdies berstet auch die Bekleidung in der Gegend der Ständer und Riegel; denn, wenn diese bekleibt werden, so macht die Feuchtigkeit, daß sie quellen; beym Trockenen aber ziehen sie sich wieder ein und werden dünner, wodurch sie die Bekleidung zersprengen. ...“¹⁷

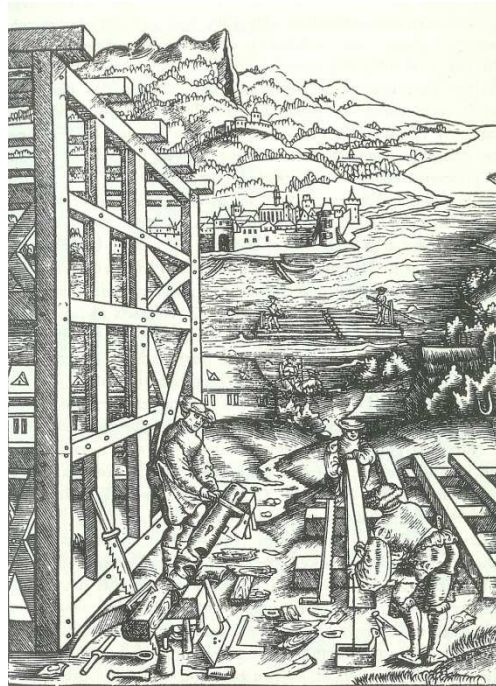


Abb. 8 Herzog Johann von der Pfalz, Eyn schön nützlich büchlin und underweisung der Kunst des Messens. Simmern, H. Rodler, 1531. Holzschnitt (aus Binding, Kleine Kunstgeschichte des Deutschen Fachwerkbaus, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 1975. S.11)

¹⁵ Hennrich, C.; Schmidt, M.: Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 69

¹⁶ Eßmann, F.: Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S.13, 14

¹⁷ aus: Des Marcus Vitruvius Pollio BAUKUNST, aus der römischen Urschrift übersetzt von August Rode, Erster Band, Leipzig, Bey Georg Joachim Göschen, 1796, in der Universitätsbibliothek Heidelberg – II. Buch, VIII. Kapitel, S. 96

Vergleichend zu den römischen Steinbauten erkannte schon Vitruv genau, dass Fachwerkbauten durch die Verwendung ungleicher Baustoffe wie Holz, Ziegel und Lehm mit den entsprechend unterschiedlichen Materialeigenschaften¹⁸ sowie durch die fortwährenden Reaktionen auf Umwelteinflüsse und statische Belastung sich ständig verändernde Bauwerke waren - ein stabiler Zustand wurde und wird praktisch nie erreicht.

Probleme gab es schon seit Anbeginn mit der Standsicherheit, der Feuerbeständigkeit und mit eindringender Feuchtigkeit. Während im Laufe der Zeit die beiden ersten Faktoren schon allein mit zunehmender handwerklicher Erfahrung relativ gut beherrschbar waren, scheinen sich die Probleme mit Schäden durch Feuchtigkeit eher vervielfältigt zu haben. Das beruht zu großen Teilen auf den natürlich wachsenden Ansprüchen an die Wohnqualität, mit Beginn der Industrialisierung zunehmend auch auf der Verwendung neuer Baumaterialien, die, wie wir heute wissen (sollten), nicht immer (bzw. immer weniger) mit den historischen Baustoffen kompatibel sind.

2.2 Ursprüngliche Raumstruktur in Abhängigkeit der Nutzung

In der Entwicklung des Wohnbaus lässt sich eine Abhängigkeit zwischen Nutzung, Raumstruktur und Konstruktion feststellen. Aus heutiger Sicht ist es befremdlich, wie gering die Ansprüche an den Wohn- und Arbeitsraum seinerzeit waren.

¹⁸ z.B. Eigenfeuchte, Brandverhalten, Sorptionsvermögen

In mittelalterlichen Wohnbauten gestalteten sich die Grundrisse in Abhängigkeit der funktionalen Erfordernisse: Wohnen und Arbeiten. Hierfür genügte es, im Erdgeschoss einen großen Raum einzurichten, der in seiner Funktion sehr flexibel war. Hier wurde am offenen Feuer gekocht, gegessen, gearbeitet¹⁹ und zuweilen hielten sich dort neben den Bewohnern auch die Haustiere auf.

Offenes Feuer in den Häusern war zur Beheizung üblich. Vielfach befanden sich über den Feuerstellen so genannte Funkenschirme, um den Funkenflug zu vermeiden. Die Räume mit einer Feuerstelle waren groß und hoch, um die Brandgefahr zu minimieren bzw. die Rauchbelastigung gering zu halten.²⁰

Das hatte natürlich Einfluss auf die Konstruktion des Fachwerks im vergleichsweise sehr hohen Unterstock. Die Hochständer erstreckten sich in diesem Stockwerk unter Umständen über eine Höhe von 4,30 m.²¹ In den teilweise erst nachträglich eingerichteten Zwischengeschossen, die sich nur über einen Teilbereich des Unterstocks ausdehnten, wurden dann weitere Räume für Gewerbe untergebracht.²²

Generell unterwarf sich die Raumaufteilung dem Traggerüst aus Holz. Trennende Wände standen meist in den Ebenen der Längsunterzüge und in den Abbundebenen.



Abb. 9 Feuerstelle in einem Fachwerkbau aus dem 17. Jahrhundert (DFWZ)

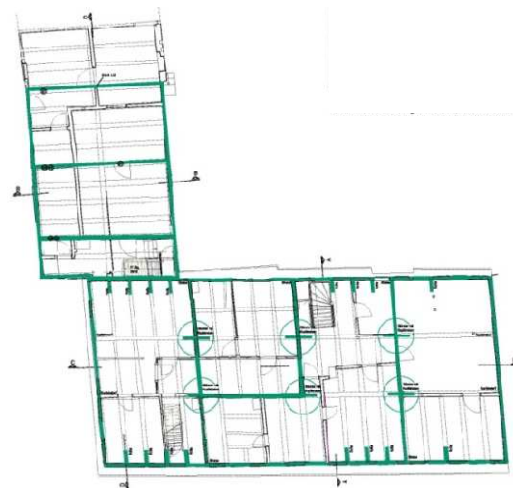


Abb. 10 Rekonstruktion der bauzeitlichen Raumstruktur

(aus: Bauhistorische Untersuchung Schlossberg 11, DFWZ QLB e.V., D. Naumann)

¹⁹ Großmann, U.: *Der Fachwerkbau, Köln 1986, S. 154 ff.*

²⁰ *Ebenda, S. 155*

²¹ z.B. *Schmale Str. 50, Quedlinburg, Fachwerkhaus aus dem 17. Jh.*

²² Schauer, H.-H.: *Quedlinburg Fachwerkstadt Weltkulturerbe, Berlin 1999, S. 44*



Abb. 11 mögliche frühere Gebäudenutzung am Beispiel des Hauses Hölle 11 in Quedlinburg, (aus: Kinderfachwerklehrpfad, DFWZ QL B e.V., 1. Auflage 2008, S. 22, 23, Zeichnung C. Luthardt, Nevin Wolf)

Sicher nicht unter wissenschaftlichen Aspekten, aber als angenehmer Nebeneffekt wurden schon in früherer Zeit energiesparende Maßnahmen vorgenommen. Hierbei ist nicht die Rede vom Einsatz zertifizierter Dämmstoffe, sondern von nutzungsbedingter Raumaufteilung. Man hatte damals nicht die Möglichkeit, jedes Zimmer auf behagliche Innentemperaturen aufzuheizen, sondern begnügte sich mit einem Raum, der „guten Stube“.²³

Die Wohnräume in den Oberstöcken vieler Fachwerkhäuser waren gewöhnlich niedrig, wodurch der Wärmeverlust minimiert wurde.

Je nach finanzieller Möglichkeit verkleidete man die Wände und Decken mit Holz. Mitunter nutzte man aber auch Teilbereiche in den Oberstöcken, meist aber die hohen Dachräume als Lager und Trockenplatz, so dass auch hier eine natürliche Dämmung gegeben war.²⁴

Die Unterkellerung einzelner Bereiche oder gar des ganzen Hauses bewirkte, dass die darüber liegenden Räume trockene Fußböden hatten. Der Keller selbst diente noch bis in das letzte Jahrhundert hinein als Lager und Kühlschrank.²⁵ Somit bildeten das Dach und der Keller natürliche Klimapuffer des Hauses.

Fensteröffnungen spielten zur Belichtung von Bauern- und Bürgerhäusern im Mittelalter eine eher untergeordnete Rolle. Bei Fachwerkbauten ließ man Gefache offen, welche überwiegend mit einfachen Holzklappläden verschlossen wurden. Mundgeblasenes Butzenglas eingefasst in Bleiruten war arbeitsaufwändig und

²³ Großmann, U.: *Der Fachwerkbau*, Köln 1986, S. 163

²⁴ Hennrich, C.; Schmidt, M.: *Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert*, DFWZ QL B e. V. 2008, S. 70

²⁵ Großmann, U.: *Der Fachwerkbau*, Köln 1986, S. 156

teuer. Als Verschluss konnte aber auch Ölpa-
pier oder gegerbte Tierhaut eingesetzt wer-
den.²⁶

2.3 Veränderungen der Konstruktion und der Raumstruktur entsprechend der Nutzungsan- forderungen

Veränderungsspuren als geschichtliches Zeug-
nis der vergangenen Jahrhunderte zeugen vom
Fortschritt in der Wohnkultur und den techni-
schen Möglichkeiten unserer Vorfahren. Hierbei
lassen sich Umgestaltungen nachvollziehen, die
sinnvoll waren und solche, die zu Schäden führ-
ten. Gründe für Veränderungen des konstruktivi-
ven Gefüges des Fachwerkbaus gab und gibt
es auch heute noch hinreichend.

Die Grundrisse haben sich im Laufe der Jahr-
hunderte den wachsenden Anforderungen an-
gepasst. Die Differenzierung zwischen einzel-
nen Nutzungseinheiten ist zwar eher eine neu-
zeitliche Erscheinung, setzt aber bereits im 16.
Jahrhundert ein.²⁷ So teilte man die vorhande-
nen, wohl proportionierten Räume in mehrere
kleine Einheiten auf, welche verschiedene
Funktionen aufnahmen. Ebenso führte die Zu-
wanderung in die Städte oder auch der Verlust
von Wohnraum durch Brände und Kriege zu
einer Verdichtung des Wohnraumes.

Durch das nachträgliche Schaffen weiterer
Zimmer oder die Veränderung der Raumstruktur
wurde meist nachhaltig in das bislang gut

²⁶ Langenbeck, F., Schrader, M.: *Fenster, Glas und Beschläge als histori-
sches Baumaterial, Suderburg-Hösseringen, 2002, S. 43 ff.*

²⁷ Großmann, U.: *Der Fachwerkbau, Köln 1986, S.*



Abb. 12 Teilansicht Straßenfassade mit statisch belasteter (durchhängender) Tordurchfahrt (DFWZ)

funktionierende konstruktive Gerüst eingegriffen. Es ist vielfach zu beobachten, dass bereits in früheren Jahrhunderten z.B. über Tordurchfahrten oder Dielen Wände eingestellt wurden, die im Haus statische Probleme verursachten. Nachträglich errichtete Trennwände aus Fachwerk wurden z.B. im 18. Jahrhundert meist direkt auf den Gipsestrichboden gestellt.²⁸

Weitere Schäden vor allem für die Konstruktion verursachte der spätere Ausbau von Dachgeschossen. Negative Folgen hatten auch hier das nachträgliche Einstellen von Trennwänden und Veränderungen an der Dachkonstruktion durch Herausnahme „störender“ Bauteile, die statisch aber von Bedeutung waren. Zudem mussten die zusätzlichen Räume belichtet werden, wodurch man auf die Dachkonstruktion Gauben²⁹ von immer stattlicher werdendem Ausmaß baute oder das Dach entlang der Traufseiten anhub. Einige Fachwerkgebäude wurden sogar nachträglich unterkellert.³⁰

Zunehmende Probleme mit Feuchtigkeit durch „Nassräume“ und Wasserrohrleitungen in Fachwerkgebäuden setzten im 19. Jahrhundert ein, als in den Städten öffentliche Wasser- und Abwasserleitungen verlegt wurden und der Raum „Badezimmer“ oder „WC“ Einzug in die alten Fachwerkhäuser hielt. Zuvor gab es für dieses elementare Bedürfnis keinen extra Raum. Man wusch sich am Brunnen oder an Schüsseln und Trögen. Aborte (die früheren Toiletten) waren normalerweise außerhalb der Gebäude gelegen.

²⁸ z.B. Goldstr. 25, Quedlinburg,

²⁹ z.B. Hühnerbrücke 4 Halberstadt, 1928

³⁰ z.B. Vorderhaus Schlossberg 11, Quedlinburg

Als im 17. Jahrhundert auch Kohle zum Heizen verwendet wurde, stieg die Brandgefahr. Als Konsequenz wurden die Dächer mit einer festen Bedachung, den Ziegeln, versehen. Von einigen Städten wurde die Errichtung von Brandwänden zwischen den Häusern gefordert.³¹ Zunehmend erfolgte der Einbau von Schornsteinen. In der Folge größerer Stadtbrände, aus Gründen des Schutzes vor übermäßiger Bewitterung, aber auch entsprechend des Zeitgeschmacks sind diverse Fachwerkhäuser mit einer äußeren Bekleidung, z.B. durch einen Verputz oder durch einen Schieferbehang geschützt worden.

2.4 Gestalterische Veränderungen

Die Gestaltung der Fassaden der Fachwerkhäuser war nicht nur dem zeitlich vorherrschenden Trend unterlegen, sie war auch ein Spiegel für die gesellschaftliche Stellung und den technischen Fortschritt.

Es gibt keinen Fachwerkbau, der in seiner ursprünglichen Gestaltung und Bemalung komplett erhalten ist. Alle historischen Gebäude weisen Spuren der vergangenen Jahrhunderte auf.

Die einfachste Form der Veränderung des äußeren Erscheinungsbildes ist der Anstrich. Die Fassaden historischer Häuser sind meist mit einer Vielzahl von Fassungen versehen, anhand derer man sich heute ein Bild über die Trends in der Gestaltung in jener Zeit machen kann.

³¹ Schauer, H., H.; Quedlinburg: Fachwerkstadt Weltkulturerbe, Verlag Bauwesen Berlin, 1999



Abb. 13 Beispiel für Fassadenumbauten in verschiedenen Epochen:

- Oberstock mit Resten der bauzeitlichen Struktur aus dem 16. Jahrhundert
- Zwischengeschoss mit Fachwerk aus dem Ende des 17. Jahrhunderts
- Erdgeschoss mit Resten von Umbaumaßnahmen aus dem 19. und 20. Jahrhundert

Der Unterstock wurde im 17. Jahrhundert nachträglich in Erd- und Zwischengeschoss unterteilt.

(aus: Hennrich, C.; Schmidt, M.: Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, DFWZ QLB e. V. 2008, S. 87 ff)

Es ist aber nicht die Farbgebung an sich, sondern auch der Anstrich selbst, dessen Zusammensetzung sich mit dem Fortschritt weiterentwickelte.

Entsprechend des Zeitgeschmacks finden wir heute je nach regionaler Eigenheit verschiedene Arten von Schmuckelementen an den Fassaden der Fachwerkhäuser. Während die mittelalterlichen Bauten zunächst relativ einfach gestaltet waren, setzte man vor allem die Straßenfassaden im Spätmittelalter, der Renaissance- und Barockzeit in Szene. Üblich waren hier das aufwändige Beschnitzen von Schwell- und Füllhölzern, Gestaltungen an Deckenbalkenköpfen und Knaggen sowie an Brüstungsbereichen mit beschnitzten Fußwinkelhölzern und Bohlen.

Während sich das Konstruktionsprinzip eines Fachwerkhäuses über die Jahrhunderte hinweg unwesentlich veränderte, kann man dennoch an den Fassaden eine Vielzahl baulicher Anpassungsmaßnahmen feststellen.

Üblich sind Veränderungen an den Fassaden, um Öffnungen zu vergrößern, zu verschieben oder gar neu anzulegen. Eine Reihe von Fachwerkbauten in den Städten wurde im 19. und 20. Jahrhundert im Bereich des Unterstocks massiv umgebaut, um hier Geschäfte mit großzügigen Schaufensteranlagen unterzubringen.

Seit dem 18. Jahrhundert wurden viele Fassaden nachträglich bekleidet. Dies geschah auch, um dem neuen Gestaltungswillen Ausdruck zu verleihen, lag aber vielfach in Gründen des Schutzes vor Feuer und Feuchtigkeit.

Positiver Nebeneffekt einer äußeren Bekleidung - verbunden mit dem (aus gestaltungstechnischen Gründen) eingesetzten Innenverputz - war zweifelsohne eine dichtere Gebäudehülle. So konnten jetzt angenehme Temperaturen in den Wohnräumen erreicht werden. Dieser neue Wohnkomfort war Ansporn zu einer regelrechten Modernisierungswelle.

Nach und nach erkannte man, dass die durch das Auftragen des Innenputzes behinderte Abtrocknung der Feuchtigkeit an stark Schlagregen belasteten Wänden oft Ursache für Fäulniserscheinungen des Holzes waren. Erheblich gefährdete und geschädigte Wandabschnitte ersetzte man ehemals durchaus in Ziegelmauerwerk. Aus dieser Erfahrung heraus erhielten zunehmend die Fachwerkhäuser, welche nicht parallel von innen und außen verputzt wurden, an ihrer schlagregengefährdeten Fassade eine zusätzliche Außenbekleidung als Witterungsschutz.³²



Abb.14 prachtvoll beschnitztes Fachwerk aus der Renaissancezeit (DFWZ)



Abb. 15 durch Ladeneinbauten und nachträglichen Verputz veränderte Straßenfassade (DFWZ)



Abb. 16 nachträglich verputzter Fachwerkbau (DFWZ)

³² Lamers, R., Rosenzweig, D., Abel, R.: *Bewährung innen wärmege-dämmter Fachwerkbauten; Bauforschung in der Praxis*, Fraunhofer IRB Verlag, 2000, Abschn. 2.2.3



Abb. 17 nachträglicher Schieferbehang (DFWZ)



Abb. 18 nachträgliche Holzbekleidung (DFWZ)

2.5 Grundlegende Anforderungen an eine Sanierung oder Modernisierung

Obwohl sich in der derzeitigen Phase der Klimaerwärmung, der Sparzwänge und ökologischen Denkens der Holzbau wieder mehr und mehr durchsetzt, werden heute kaum noch Fachwerkbauten neu errichtet. Es handelt sich eher um Einzelfälle, beispielsweise bei Lückenschließungen in historischen Altstädten oder um Ersatzneubauten.³³ Die Fachwerkbauweise steht somit vorrangig mit den Themen Sanierung, Umnutzung und Modernisierung im Zusammenhang.

Die Fachwerkhauussanierung wird häufig als Liebhaberei bezeichnet, da der zu erwartende Umfang bei Sanierungsmaßnahmen nicht hinlänglich überschaubar und somit fachlich und finanziell nicht kalkulierbar zu sein scheint. Des Weiteren wünschen sich unzählige Bauherren, dass sich die öffentlich-rechtlichen Belange ihren gehobenen Ansprüchen an die Wohnqualität und vor allem ihrem begrenzten finanziellen Budget unterzuordnen haben.

Ausschlaggebend für jede Baumaßnahme im Bestand sind jedoch die *Rahmenbedingungen*, welche die Sanierung eines Fachwerkhauesses maßgeblich begleiten und beeinflussen.

Entgegen der landläufigen Annahme, dass vor allem die Denkmalpfleger ihre Forderungen durchsetzen möchten, ist hier zu bemerken, dass es eine Reihe weiterer beeinflussender Faktoren gibt, mit denen man sich vor und während des Sanierungsprozesses auseinandersetzen muss.

³³ Siehe auch: Eßmann, F.: *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S.13, 14

Hier ist zunächst das Objekt selbst zu benennen, denn sein Zustand ist ausschlaggebend dafür, welcher personellen und technischen Aufwandes eine genaue Bestandsanalyse und Schadensaufnahme bedarf. Grundsätzlich sollten jedoch Fachingenieure wie Holzschutzsachverständige, Tragwerksplaner und Bodengutachter hinzugezogen werden, ein verformungsgetreues Aufmaß sowie eine historische Bauforschung erfolgen.

Weiterhin bedeutend ist die Lage des Objektes samt seiner Erschließungsmöglichkeiten und Infrastruktur, die als Einflussfaktoren für eine mögliche Nutzung ausschlaggebend sein können.

Wichtig ist demnach eine genaue Analyse des Bestandes als bestimmende Voraussetzung für die beabsichtigte Nutzung durch den Eigentümer. Das Problem hier besteht meist in legitimen, aber mitunter überzogenen Ansprüchen an das Fachwerkgebäude.

Fachwerk ist eine historische Konstruktion, der man in heutiger Zeit - teilweise nach mehreren hundert Jahren - abverlangt, unseren gegenwärtigen Anforderungen zu genügen.

Bauen im Bestand ist und war in jeder Hinsicht ein „Anpassen“ an den jeweils aktuellen Wohn- und Technikstandard, welchem aber insbesondere beim sensiblen Fachwerkbau klare Grenzen gesetzt sind.



Abb. 19 Fußbodengefälle in einem Fachwerkbau (DFWZ)

Die neue Nutzung sollte sich dem ursprünglichen Gebäudekonzept fügen und die Grundrissaufteilung muss geschickt an die historische Bausubstanz angepasst werden. Ferner sollte mit der Auswahl der einzusetzenden Baustoffe in Kombination zu den vorhandenen Materialien den daraus resultierenden bauklimatischen Veränderungen Rechnung getragen werden.

Hier gilt es zuweilen, zugunsten der Substanz Kompromisse einzugehen. So sollte man es mögen, dass die Räume in einem Fachwerkhau nicht zwingend quadratisch oder rechteckig sind, dass man schiefe Fußböden, Wände oder Decken hat, dass man in den Oberstöcken mittelalterlicher Fachwerkbauten den Kopf einziehen muss, dass die alten Dielenbeläge knarren und die Barrierefreiheit nicht unbedingt gegeben ist. Aber genau diese Eigenschaften machen den Charme von Fachwerkbauten aus.

Während früher das intakte Tragwerk des Hauses ein entscheidendes Kriterium darstellte und lediglich mit den Bedürfnissen an die individuelle Gestaltung und vor allem die Nutzung zu vereinbaren war, sind heute zudem eine Vielzahl von *öffentlich-rechtlichen Vorschriften, Gesetzen und Verordnungen* zu beachten.

Die für die Sanierung maßgeblichen Anforderungen aus den „*Öffentlichen Belangen*“ sind zwangsläufig für jeden bindend und gehören zu den Gegebenheiten, die nicht zu beeinflussen sind bzw. nur in geringem Maße abweichen dürfen. Hierzu zählen unter anderem die Landesbauordnungen, Gestaltungssatzungen, statische, brandschutz- und schallschutztechnische Mindestanforderungen, die Energieeinsparverordnung, verschiedene nutzungsrele-

vante Richtlinien sowie die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T).

(Eine Ausführung entspricht den a.a.R.d.T., wenn sich diese in der Praxis bewährt hat, allgemein bei Planern und Ausführenden eingeführt und wissenschaftlich bestätigt ist. Technische Innovationen sind jedoch zu berücksichtigen, denn die Ausführung muss bei der Abnahme die zu diesem Zeitpunkt gültigen Regeln erfüllen.³⁴)

Eine Besonderheit in der Reihe der „Öffentlichen Belange“ stellt der Denkmalschutz dar. Bei den meisten Sanierungsobjekten handelt es sich um Baudenkmale als „Gegenstand öffentlicher Verantwortung“.

Anerkanntes Ziel unserer Gesellschaft sollte sein, das Erbe zu würdigen und die substanzielle Existenz der Denkmale zu sichern. Der Denkmalschutz steht aber auch häufig im Widerspruch bzw. in Konkurrenz mit weiteren, vorgenannten Gesetzen. Das kann bedeuten, dass z.B. Fensteröffnungen in Gebäuden, die lange leerstanden und jetzt wieder einer Nutzung zugeführt werden sollen, verschlossen werden müssen, weil die betreffende Außenwand auf der Grundstücksgrenze zum Nachbargrundstück gemäß Landesbauordnung als Brandwand ohne Öffnungen auszubilden ist. Hier besteht kein *Bestandsschutz* mehr und die Nutzung des Denkmals wird in erheblichem Maße eingeschränkt.

³⁴ Siehe auch Meier, C.; *Richtig bauen – Bauphysik im Zwielicht – Probleme und Lösungen*; expert Verlag Renningen-Malmsheim; 5. durchgesehene Auflage 2008, S. 62 ff.

Der Bestandsschutz dient der Erhaltung eines Gebäudes in seinem bisherigen Umfang. Er ist zuallererst der Schutz einer Rechtsposition, die zu einem bestimmten Zeitpunkt rechtmäßig erworben wurde, gegenüber späteren Rechtsänderungen.³⁵ Das sichert die Erhaltung und weitere Nutzung historischer Gebäude, die ehemals rechtmäßig errichtet wurden, aber dem aktuellen Baurecht nicht mehr genügen. Der Bestandsschutz gilt für denjenigen Bauzustand eines Gebäudes, mit welchem er z.B. als Kulturdenkmal in die Denkmalschutzliste eingetragen wurde.³⁶

Da nicht nur Nutzungsänderungen, sondern auch jeglicher Eingriff in die Substanz an sich – somit auch Modernisierungsmaßnahmen wie z.B. die Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle - den gegebenen Bestandsschutz berühren, sollten schon frühzeitig und vor allem baubegleitend intensive Abstimmungen zwischen dem Bauherrn, dem Planer und den Genehmigungsbehörden erfolgen. Bei der Sanierung von Fachwerkhäusern liegt ein wesentliches architektonisches Ziel in der Bewahrung des bauzeitlichen Erscheinungsbildes.

Für die Sanierung denkmalgeschützter Fachwerkhäuser werden in der Regel denkmalpflegerische Konzepte erarbeitet, die aber nicht kontraproduktiv zum eigentlichen Schutz und Erhalt des Denkmals ausfallen dürfen. Dies betrifft insbesondere die Widersprüchlichkeit zwischen den Forderungen der Denkmalpfleger und den bauphysikalischen Notwendigkeiten bei

³⁵ Schlemminger, H.: *Rechtliche Erfordernisse bei der Umnutzung von Bestandsimmobilien*. Der Syndikus Januar/Februar 2000

³⁶ Eßmann, F.: *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S.23, 24

Wohnnutzung unter dem Aspekt des zunehmenden Wohnstandards.

Aus Gründen des Gemeinwohls oder wenn die Einhaltung der Öffentlichen Belange zu einer offensichtlich unbilligen Härte oder auch zu absehbaren gravierenden Bauschäden führt, sind Abweichungen von den Vorschriften begründbar und möglich.³⁷

Der Bestand bzw. Zustand des Hauses, das Interesse des Eigentümers und der Öffentlichen Belange bestimmen maßgeblich die Art und den Umfang der Sanierungsmaßnahme. Die Vereinbarkeit dieser Projekt bestimmenden Parameter bildet die Grundvoraussetzung für die Realisierung des Bauvorhabens.

Jedoch ist nicht allein von ihnen das Ergebnis einer Fachwerksanierung abhängig. Von erheblicher Bedeutung bei der Umsetzung der Baumaßnahme sind vor allem die am Bau Beteiligten. Das heißt die Architekten, Fachplaner und die bauausführenden Firmen – die Handwerker.

Eigentümer und Bauherren, die in der Regel nicht die notwendigen Kenntnisse besitzen können, sind zwangsläufig auf die Fachkompetenz der Planer und Berater angewiesen. Deshalb ist gerade bei Sanierungsaufgaben die sorgfältige Auswahl der Partner von Bedeutung. Hilfreich bei der Auswahl können Referenzobjekte sein, an denen vor längerer Zeit gleiche oder ähnliche Baumaßnahmen durchgeführt wurden – diese sollte man sich nach Möglichkeit auch anschauen. Bei hochrangigen Sanierungs- und Restaurierungsaufgaben (meist öffentlicher

³⁷ Eßmann, F.: *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S.47

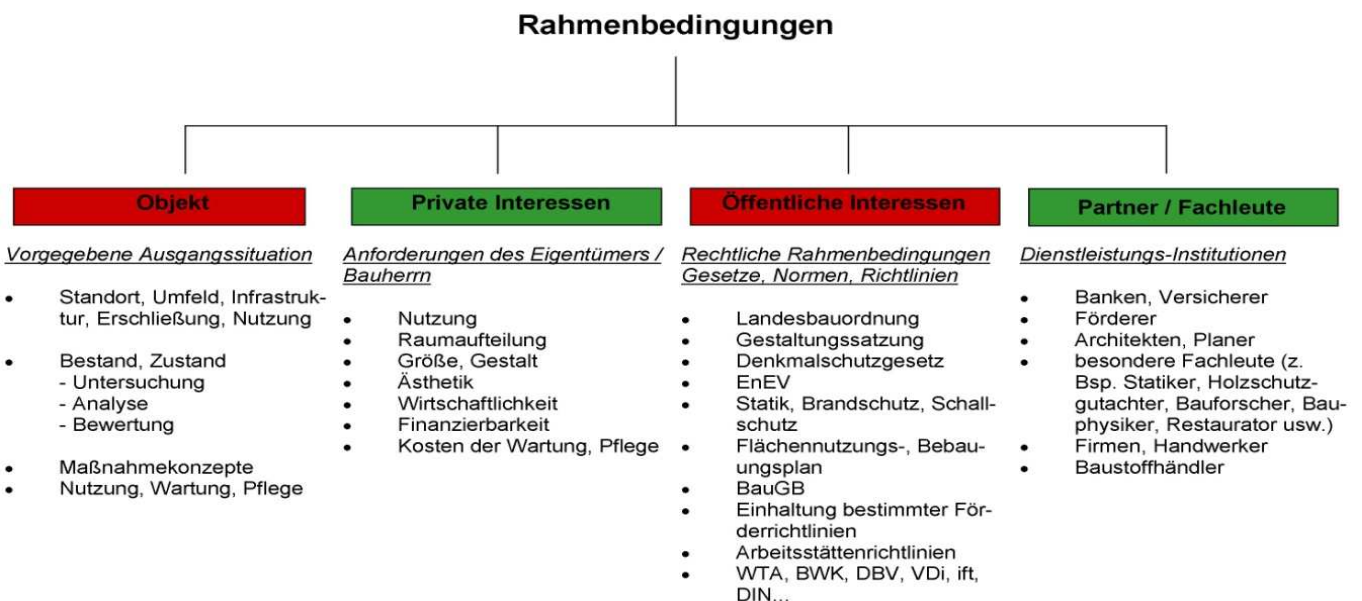
Bauherren) wird mitunter sogar verlangt, Probestücke anzufertigen, um die Qualität beurteilen zu können. Aber auch für die Kalkulation des Handwerkers kann solch ein Probestück hilfreich sein.

Das Wissen um den Vorteil traditioneller Handwerkstechniken mit reinen Holzverbindungen und den Einsatz wohngesunder Baumaterialien in geeigneter Kombination mit historischen Baustoffen ist bei einer Fachwerksanierung neben einer sorgfältigen Planung der Sanierungsmaßnahme ein Gewinn für jedes Fachwerkhaus.

Die fachlichen Anforderungen an Planer und Bauausführende sind in Bezug auf eine nachhaltige, Substanz schonende Sanierung sehr hoch. Der Planer muss sowohl mit traditionellen und modernen Bauweisen und Baustoffen als auch mit den bauphysikalischen Effekten vertraut sein, um die sich aus der Summe der Einzelmaßnahmen ergebenden bauklimatischen und baustatischen Veränderungen vorausschauend bewerten zu können. Werden z.B. bei einer nachträglichen Innendämmung im Fachwerkbau die stetig steigenden Anforderungen der EnEV unbedacht angewandt, kann dies zu erheblichen Folgeschäden aufgrund eines Feuchtestatus im Bauteil kommen. Bestandteile einer professionellen Sanierungsplanung sollten auf jeden Fall eine Voruntersuchung mit Archivrecherche, eine umfassende Bestandsaufnahme mit möglichst verformungs-getreuem Bauaufmaß, eine Schadensdokumentation und -analyse als Grundlage eines nutzungs- und bauteilbezogenen Maßnahmenkataloges sein. Neben der weiteren Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe der Sanierungsarbeiten beanspruchen die Bauleitung vor Ort und

die handwerkliche Ausführung besondere Aufmerksamkeit und eine hohe Qualität. (Auf diese Thematik wird im „Leitfaden für Bauherren, ...“ intensiv eingegangen.)

Bei der Vielzahl der vorgenannten Rahmenbedingungen für eine Sanierung gibt es Faktoren, die man als gegeben hinnehmen muss, wie den *Zustand des Gebäudes* und die derzeit geltenden *Gesetze, Richtlinien und Verordnungen*. Außerdem gibt es beeinflussbare Kriterien wie die *Anforderungen des Eigentümers* und die Auswahl der *Fachleute*, welche die Baumaßnahme planen und umsetzen. Stellt man sich daraus die günstigsten Rahmenbedingungen zusammen, erzielt man in der Regel ein optimales Ergebnis bei der Sanierungsmaßnahme.³⁸



Grafik 1: Rahmenbedingungen bei Sanierungsvorhaben
(M. Schmidt, DFWZ)

³⁸ *Arbeitsheft des Sonderforschungsbereiches 315 Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Heft 9/1989, Universität Karlsruhe, 20. Kolloquium des –SFB315 9/1989: Konzeptionen; Möglichkeiten und Grenzen denkmalpflegerischer Maßnahmen*

3. Untersuchung von Bauschäden an ausgewählten Fachwerkbauten

Obwohl mittlerweile anspruchsvolle und hochwertige Literatur zum Thema historischer Holzbau, Fachwerkbau bzw. Fachwerksanierung veröffentlicht wurde und sich die Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (kurz WTA) in einem zweibändigen Kompendium „Fachwerkinstandsetzung nach WTA“ diesem allemal problematischen Thema gewidmet hat, nimmt die Zerstörung historischer Bausubstanz drastisch zu.³⁹

Ziel der Forschungsarbeit ist es, die technischen, bauphysikalischen und nichttechnischen Ursachen der Zerstörung historischer Substanz bei bereits abgeschlossenen Sanierungen und darin begründeter Folgeschäden zu ermitteln und unter Hinzunahme weiterer Forschungsergebnisse Empfehlungen bzw. Alternativen für eine nachhaltige, fachgerechte sowie Substanz schonende Sanierung aufzuzeigen, die vor allem für Bauherren in einer separaten Broschüre verständlich aufbereitet werden. Damit soll sowohl ein wichtiger Beitrag zum Erhalt der aus städtebaulicher Sicht besonders wertvollen innerstädtischen Altbaubestände, als auch für den wirtschaftlichen und verantwortungsbewussten Umgang mit Fördermitteln geleistet werden.

³⁹ Nachzulesen z.B. in: 3. Bauschadensbericht; BBR; Bonn Selbstverlag 1996; DEKRA Bauschadensbericht 2008; Fraunhofer IRB-Fachbuchreihe Pfüsch am Bau Band 1-5, Ansorge 2005; Reul, H.: Die Sanierung der Sanierung, Fraunhofer IRB Verlag 2005; Schrepfer, Th., Gscheidle, H.: Schäden beim Bauen im Bestand, Fraunhofer IRB Verlag 2007; Zimmermann, G.: Bauschädensammlung Band 1-14, Sachverhalt – Ursachen – Sanierung, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart

3.1 Vorgehensweise bei der Durchführung der Untersuchung und Dokumentation

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit stand die Erfassung und Analyse von Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen an ausgewählten Bauten, wobei die letzte relevante Sanierungsmaßnahme nach Möglichkeit nicht vor 1990 liegen sollte.

Um im Sinne des Projektantrages nutzbare Ergebnisse zu erzielen, wurde die Bearbeitung auf eine Bauweise und bestimmte Bauteile eingegrenzt. Aufgrund der Erkenntnisse und Erfahrungen aus den wissenschaftlichen und eigenverantwortlich durchgeführten Bauprojekten des Fachwerkzentrums sowie angesichts der eingangs ausgewählten Gebäude erschien eine Konzentration auf den Fachwerkbau und hier auf die Wandbauteile inkl. Sockel sowie Anschlüsse an Fenster, Türen, Traufe etc. sinnvoll.

Zu diesem Zweck wurden Sanierungsträger, Baubehörden von Städten und Gemeinden mit hohem Fachwerkbestand, Denkmalpfleger und Architekten aus verschiedenen Bundesländern⁴⁰ angeschrieben bzw. angesprochen. Die Resonanz auf unser Projektvorhaben war durchweg sehr positiv. Von den aufgerufenen Institutionen wurde uns bestätigt, dass auch in ihrem Handlungsbereich vielfach Schäden nach Baumaßnahmen an Fachwerkhäusern zu verzeichnen waren oder immer noch sind. Mehrfach war es nicht mehr möglich, die Objekte eingehender zu untersuchen, da diese bereits nachsaniert wurden und keine aussagekräftigen Dokumentationen über Schadensbilder oder deren Ursachen angefertigt wurden.

⁴⁰ z.B. Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Bayern

Hier standen uns einzelne Fotos und eine kurze Zusammenfassung zur Verfügung.

Im Verlauf einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit des Deutschen Fachwerkzentrums in Form von Führungen, Präsentationen, Broschüren und Referententätigkeit auf Weiterbildungsveranstaltungen verschiedener Handwerks- und Architektenkammern⁴¹ gewann das Projekt zunehmend an Bekanntheit.

In der Folge erbaten sich zunehmend sowohl private Bauherren als auch Planer und Vertreter von Genehmigungsbehörden eine Kurzeinschätzung ihres Problemfalls. Dies erfolgte in Form schriftlicher oder telefonischer Anfragen. Anhand der Schilderungen der Schadensbilder und der Begleitumstände konnte in der Regel erfolgreich Hilfestellung gegeben werden. Neben allgemeinen Sanierungshinweisen wurden auch fallorientierte, nachhaltige Lösungsansätze und individuelle Ausführungsmöglichkeiten aufgezeigt.

In den Städten und Gemeinden, in denen es möglich und erwünscht war, geschädigte Fachwerkhäuser in unsere Projektbearbeitung aufzunehmen, erfolgte in Zusammenarbeit mit den

⁴¹ *Jahresbericht 2007, 2008, Vorstandssitzungen und Mitgliederversammlungen 2007/08 des DFWZ QLB e.V.; 02.03.2007 Fachtagung „Bauunterhaltung historischer Gebäude, Herangehensweise und Erfahrungen“ in Frankfurt/Main; 16./17.11.2007 25. Workshop „Ingenieur und Denkmalpflege“ Thurnauer Kreis, Schloss Thurnau; 08.-12.01.2008 Internationale Fachmesse für Bau und Ausbau DEUBAU 2008 in Essen; 07.02.2008 Präsentation für Vertreter der Städte und Denkmalbehörden im Wetteraukreis, Himbach; Projektvorstellung in der Broschüre und auf Plakaten des DFWZ QLB anlässlich des 10-jährigen Bestehens, Internetlink über BauBeCon Sanierungsträger GmbH; Tag des Offenen Denkmals 2007/08 sowie diverse Präsentationen im DFWZ QLB; „denkmal“, Europäische Messe für Denkmalpflege, Restaurierung und Altbausanierung, Leipzig 2008; Fachvortrag im Rahmen der Fachwerk-Triennale in Melsungen, 10.06.09; Fachvortrag „Tatort Altbau“ i.A. der HWK Koblenz in Kaub, 03.07.09*

Denkmalschutzbehörden, dem Sanierungsträger und den Stadtbauämtern eine Objektauswahl angesichts aktuell oder in absehbarer Zeit anstehender Nachsanierungen. Die Auswahl der Objekte erfolgte weiterhin unter den Gesichtspunkten des Handlungsbedarfes in Bezug auf die Schwere der Schäden und im Hinblick auf das fristgerechte Anmelden eventueller Haftungsansprüche, wobei möglichst verschiedenartige Schadensbilder an unterschiedlichen Bauteilen zu dokumentieren waren.

Im Rahmen der Objektbearbeitung erfolgten in allen bereisten Städten zusätzlich gezielte Rundgänge zur Erfassung weiterer Häuser mit offensichtlichen Schadensbildern. Bei diesen Objekten wurden die Schadensbilder registriert, in der Regel war allerdings keine tiefgreifende Bearbeitung und Ursachenermittlung möglich, so dass die Bauten als Referenzobjekte zur Untermauerung der Ergebnisse dienten, aber nicht in die Bilanzierung einfließen.

Im Verlauf der Bearbeitung wandelte sich bei einigen (wenigen) Hauseigentümern die Aufgeschlossenheit gegenüber dem Projekt, so dass sie eine weiterführende Recherche und Verwendung der Ergebnisse nicht mehr wünschten.

Aufgrund der geschilderten, z.T. eingeschränkten Möglichkeiten flossen letztendlich die Resultate von ca. 30 näher untersuchten Objekten aus dem Raum Mitteldeutschland in die Bilanzierung der Schadensursachen ein, wobei auch von allen anderen Objekten die Häufigkeit und Art der Schäden an den Fassaden die Bilanzierung untermauern.

Wie war der Bearbeitungsverlauf?

Generell erfolgte zu Beginn der Objektbearbeitung eine behutsame Kontaktaufnahme mit den Bauherren, Nutzern bzw. Planern, um das Projekt vorzustellen, die Probleme zu lokalisieren und die weitere Vorgehensweise festzulegen. In den ersten Gesprächen berichteten uns die Eigentümer bzw. Nutzer von den derzeit vorhandenen Schäden, aber auch von Eckdaten des Sanierungsverlaufes.

Die schadhafte Bauteile an den Fassaden und in den Innenräumen wurden fotografiert, handschriftlich vermerkt und skizziert, um sie später in ein Raumbuch eintragen zu können. Im Projektverlauf konnte die Methode immer besser strukturiert werden, indem wir zur Erstaufnahme einen *Fragebogen*⁴² zur *schnellen Bestandsaufnahme* (Checkliste als Multiple-Choice-Verfahren) entwickelten, der gleichzeitig die erste Bearbeitungsstufe darstellt.

Neben der Registrierung allgemeiner Daten zum Objekt wird in diesem Fragebogen weiterführend nach dem Schadensort (innen oder außen, an welchem Bauteil liegend) und der Materialschädigung, (Wandkonstruktion, Putze und Mörtel, Anstriche, Abdichtung, etc.) untergliedert, das Schadensbild beschrieben, der Schadensauslöser und die Ursache eingegrenzt. Abschließend werden die vorgefundenen Schäden definierten Kategorien zugeordnet, die zwischen harmlosem Mangel, leichtem Schaden, mittelschwerer Schädigung sowie akuter (Zer-)Störung unterscheiden. Der Fragebogen fließt in die Bestandsaufnahme ein und dient zugleich einer statistischen Auswertung der Schadensbilder bzw. -ursachen.

⁴² entwickelt von D. Naumann, ergänzt von B. Stöckicht, DFWZ QLB

Schnell stellte sich heraus, dass aufgrund der Schadensorte, der Schadensbilder, der Zugänglichkeit der Objekte aber auch aufgrund der Befindlichkeiten der Eigentümer unterschiedliche Bearbeitungstiefen vorgesehen werden mussten. Manche Objekte konnten nur von außen besichtigt werden, bei anderen war eine Schadensaufnahme zwar von innen und außen möglich, aber eine Öffnung der Bauteile selbst war undenkbar. Wenige Objekte waren leerstehend.

Die Konkretisierung der Befunde erfolgte unter Hinzuziehung weiterer Expertenmeinungen vor Ort, Sachverständigengutachten, Technische Messungen (z.B. Feuchtegehalt von Bauteilen) und Laboranalysen durch das Rathgen-Forschungslabor in Berlin. Soweit es notwendig und möglich war, wurden die einzelnen Bauteilschichten freigelegt bzw. geöffnet, um einerseits den tatsächlichen konstruktiven Aufbau, andererseits Schadensursachen, wie Feuchtequellen oder Ausführungsmängel zu dokumentieren.

Für eine möglichst zuverlässige Bewertung der Schadensbilder war eine intensive Sichtung von Akten, Vorgängen, Notizen, Rechnungen und Abbildungen sowie deren Auswertung unerlässlich. Die Recherchen in den Unterlagen der Kreisarchive, der Bauämter, Sanierungsträger, Planer und/oder der Bauherren boten meist Aufschluss über den Verlauf der letzten Sanierungsarbeiten und die verwendeten Materialien.

Die Ergebnisse flossen in das im Rahmen dieses Projektes weiterentwickelte *Raumbuch für die Schadensaufnahme* ein, welches alle relevanten Daten und Befunde bis hin zu Detailzeichnungen konstruktionsbezogen und übersichtlich erläutert und somit die zweite Bearbeitungsstufe beschreibt.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse resultierte für jedes untersuchte Objekt auf Grundlage der zuvor erarbeiteten Erkenntnisse. Je nach Bedarf wurden anstehende Reparatur- oder Sanierungsmaßnahmen durch Anregungen bzw. Sanierungsempfehlungen begleitet.

Durch eine Anonymisierung der betroffenen Objekte im Abschlussbericht bleiben sämtliche Persönlichkeitsrechte gewahrt. Es wird zudem vermieden, dass die am Bau Beteiligten für Schäden verantwortlich gemacht, anfechtbare Schuldzuweisungen ausgesprochen bzw. Streitigkeiten bei unklarer Rechtslage heraufbeschworen werden.

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt aus diesem Grund in einer anderen Sortierung, nämlich nach: *Bauteil - Schadensbild - Schadensursache*. Die Bauteile sind in Anlehnung an die im Bauwesen üblichen Kostengruppen 100 bis 700 untergliedert. In der Konsequenz werden die Erkenntnisse in Bezug auf Schadensarten, Schadenshäufigkeiten und Schadensursachen zusammengefasst.

Zusätzlich zum Abschlussbericht des Projektes, welcher vorrangig für die Mitglieder der Arbeitsgruppe und die Förderer erarbeitet wurde, erscheint unser Leitfaden für Bauherren, Förderer und alle am Fachwerkbau Interessierten unter dem Titel „Hilfe – ich habe ein Fachwerkhaus“ (Anlage 4 des Berichtes) als Broschüre und Internetauftritt auf der Seite des Deutschen Fachwerkzentrums. Die bauteilbezogenen Schadensblätter (Kapitel 4) dienen zugleich als Ansatz- und Ausgangspunkt für den Aufbau einer Datenbank.

4. Zusammenstellung der festgestellten Schadensbilder

In der im Anhang aufgeführten Objektliste sind die bearbeiteten Objekte nach:

- Objektnummer
- Landkreis
- Objektbild
- Nutzungsart
- Eigentümer
- vorliegende Akten/Archivalien
- vorliegende Gutachten
- Jahr der Sanierung
- Schadensort/ Schadensbild

tabellarisch dargestellt.

Da in dieser Übersicht die Anonymisierung nicht gewahrt wird, bitten wir darum, die Objektliste nicht zu veröffentlichen.

Stattdessen haben wir direkt nachvollziehbare Objektdaten weitgehend unkenntlich gemacht, so dass in der folgenden Einzelauswertung lediglich die Objektnummer, die Nutzung und das Jahr der Sanierung benannt werden. An jedem Objekt sind mehrere Schadensbilder an unterschiedlichen Bauteilen aufgetreten. Ähnlich der Bauteilgliederung z.B. in Kostengruppe 300 des „Baukostenkataloges - Instandsetzung, Sanierung, Modernisierung, Umnutzung“ von Schmitz, Krings, Dahlhaus, Meisel⁴³ sind auch unsere Untersuchungsergebnisse gelistet.

⁴³ Schmitz, Krings, Dahlhaus, Meisel: *Baukosten 2002 - Instandsetzung, Sanierung, Modernisierung, Umnutzung*, 15. Auflage, Verlag für Wirtschaft und Verwaltung, Hubert Wingen, Essen, 2001

Neben der Benennung und fotografischen Veranschaulichung der Schadensbilder ist zusätzlich ein Schnitt durch das Bauteil zum besseren Verständnis dargestellt.

Die Schadensursache sowie schadensbegünstigende Begleitumstände runden die jeweils auf einer Seite zusammengefassten Befunde ab.

Daraus resultierend erfolgt eine Bilanzierung der erfassten Schäden hinsichtlich der Schadenshäufigkeit, der Schadensbilder und der Kombination zusammentreffender Ursachen.

4.1 Schäden am Sockel

Schadensbild: Rissbildung und Abplatzen des nachträglichen Zementverputzes, Durchfeuchtung des Sandsteinsockels

Bsp. Objekt Nr. 5: Wohn- und Geschäftshaus, vermietet, Teilsanierungen 1999, 2003, 2008

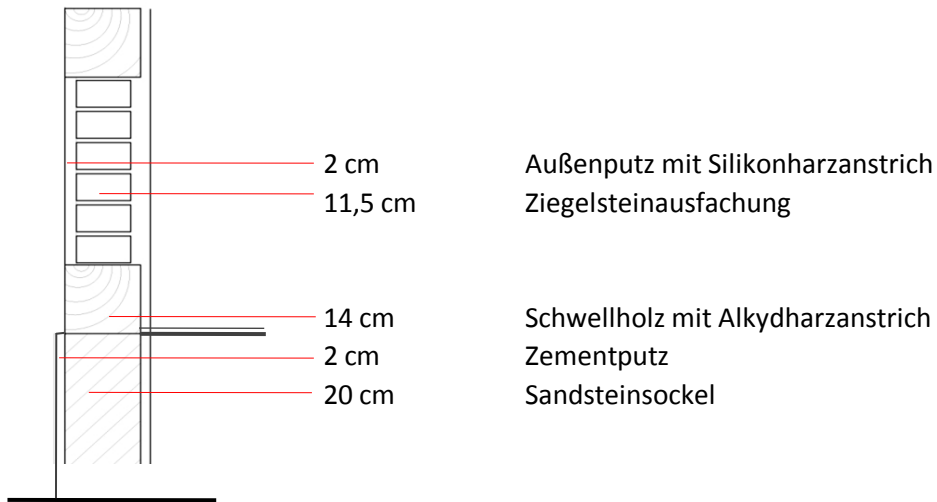


abplatzender Zementputz vom Sandsteinsockel,



Feuchtflecken und abplatzender Zementputz vom Sandsteinsockel

Wandaufbau:



Schadensursache: nachträglicher Zementverputz, dadurch behinderte kapillare Abtrocknung
Spritzwasserbelastung durch Gehwegpflasterung
aufsteigende Feuchte
lang anhaltende Durchfeuchtung des Sockelmauerwerkes
unzureichende Pflege/Bauunterhaltung

begünstigende Begleitumstände: keine Drainage im Erdreich

4.1 Schäden am Sockel

Schadensbild:

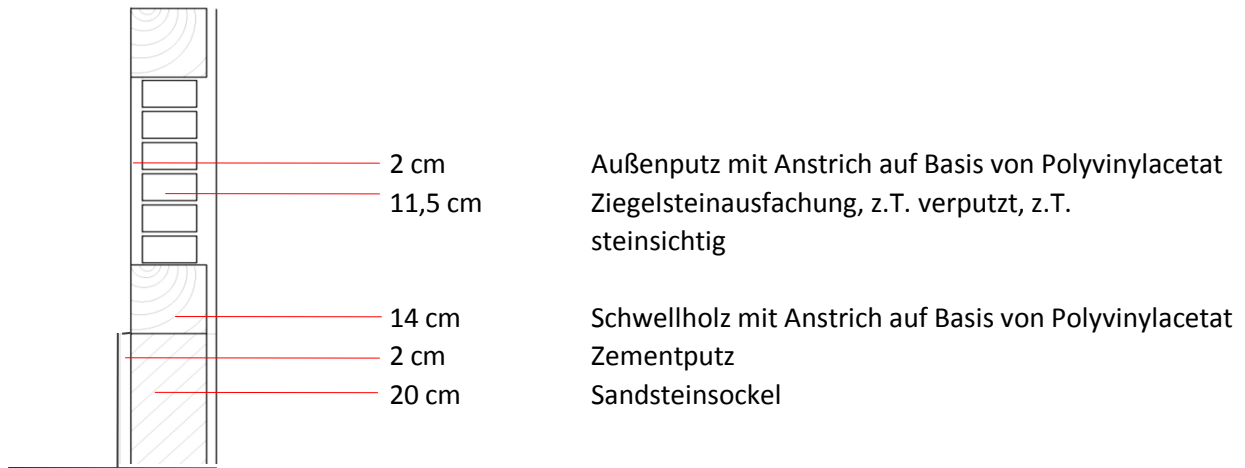
Abplatzen des Verputzes, Verlust der Mörtelfugen durch Auswaschung Algen- und Moosbildung,

Bsp. Objekt Nr. 9: Geschäftshaushaus, vermietet, Sanierung 1980, 2007



Rissiger und abplatzender Zementputz auf Sandsteinsockelmauerwerk begünstigt das Eindringen von Spritz- und Regenwasser

Wandaufbau:



Schadensursache:

nachträglicher Zementverputz mit Rissen und offenen Fugen zum Mauerwerk, Spritz- und Regenwasser, aufsteigende Feuchte lang anhaltende Durchfeuchtung des Sockelmauerwerkes unzureichende Pflege/Bauunterhaltung

begünstigende Begleitumstände:

bei unterkellerten Bereichen wurden die Kellerwände z.T. ebenfalls mit Zementputz versehen



Kellerwände wurden in der unteren Hälfte ebenfalls mit Zementputz versehen.

4.1 Schäden am Sockel

Schadensbild: Ablösen der Kalkschlämme vom Natursteinsockel
(Kalkschlämme fungiert als "Opferputz - optischer Mangel)

Bsp. Objekt Nr. 11: Wohn- und Geschäftshaus, selbstgenutzt, OG vermietet, Sanierung 2003

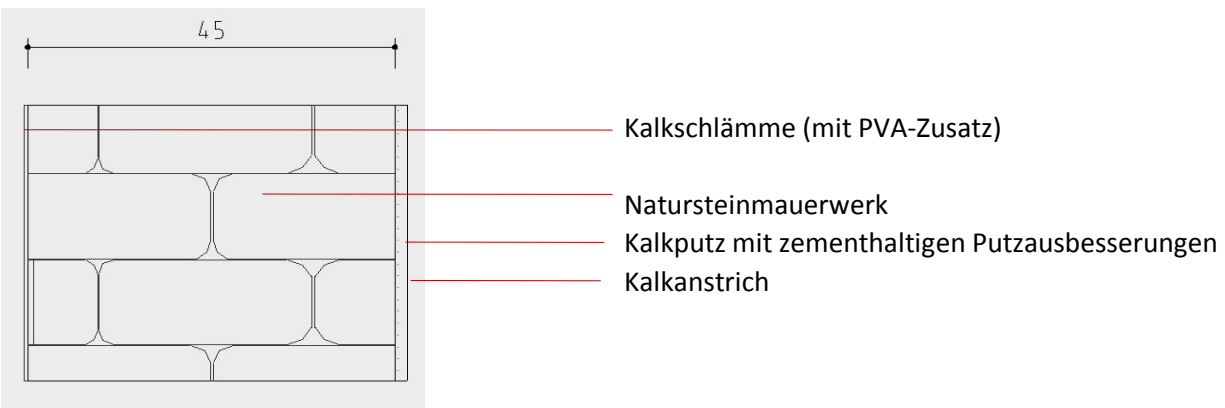


Ablösen der Kalkschlämme besonders im Spritzwasserbereich des Natursteinsockels



Die Kalkschlämmschicht konnte großflächig abgezogen werden, Zusatz von Polyvinylacetat wurde nachgewiesen

Wandaufbau:



Schadensursache: starke Feuchtebelastung des Sockelmauerwerkes durch Spritzwasser
Eigensalzgehalt der Natursteine
aufsteigende Feuchte

begünstigende Begleitumstände: Zusatz von Polyvinylacetat ⁽¹⁾ in der Kalkschlämme, behindert den Abtrocknungsprozess von innen nach außen
fehlende Drainage
Gehwegpflasterung erhöht den Spritzfaktor bei Niederschlag

⁽¹⁾ nachgewiesen durch Rathgen-Forschungslabor, Berlin

4.1 Schäden am Sockel

Schadensbild:

Abplatzen des Zementverputzes, Verlust der Mörtelfugen durch Auswaschung, Algen- und Moosbildung,

Bsp. Objekt Nr. 15: Mehrfamilien-Wohnhaus, Sanierung 1996



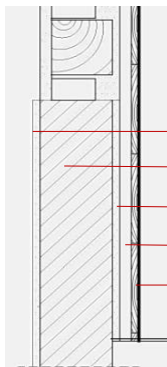
Fehlstelle im Zementputz (abgängig)

links: Auslauf Regenfallrohr zum Sockel gerichtet
(oberer Anschluss ist defekt - hier nicht im Bild)



Algen- und Moosbildung am durchfeuchteten Sandsteinsockel

Wandaufbau:



2 cm
20 cm
1-2 cm
3 cm
2 cm

OK Fb innen

Zementputz
Sandsteinsockel
Kalkputz/Kalkschlämme
Holzlattung mit Luftzwischenraum
Brettschalung, mit Raufaser tapeziert

Schadensursache:

nachträglicher Zementverputz als Vorsatzschale mit Rissen
defekte Dachentwässerung,
unzureichende Pflege/Bauunterhaltung
lang anhaltende Durchfeuchtung des Sockelmauerwerkes
aufsteigende Feuchte, Spritzwasser

begünstigende
Begleitumstände:

raumseitige Holzbekleidung auf Lattung, Luftzwischenräume, keine
Dämmung, Abtrocknung nach innen behindert



raumseitige Verkleidung durch ungedämmte
Vorsatzschale aus Holzpaneelen ,
Höhe des Sandsteinsockels innen
bis ca. 70 cm über OK Fb

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.1 Schäden an Fachwerkhölzern

Schadensbild:

Verminderung der Tragfähigkeit durch holzschädigende Pilze/Fäule (Nassfäule, Braunfäule, Weißfäule, Zaun- oder Tannenblättling)

Bsp. Objekt Nr. 1: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Abblätternde Farbe, Holzschäden am Schwellholz

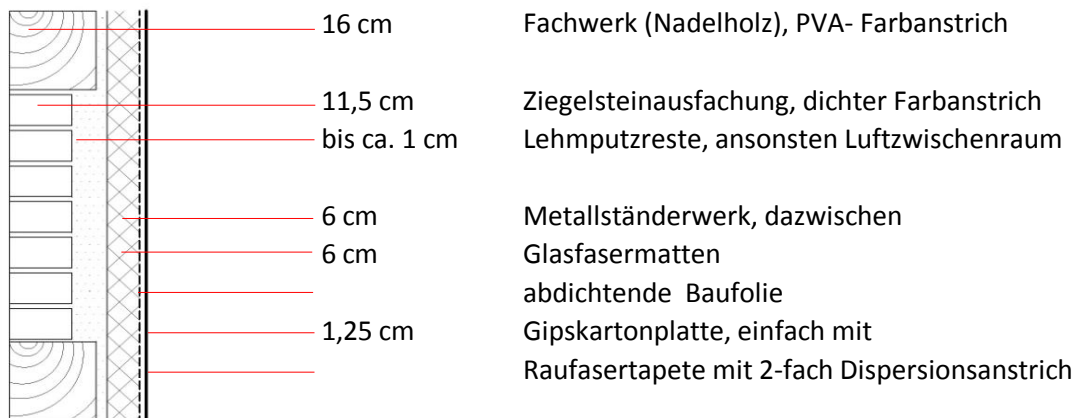


Zerstörung der Saumschwelle durch Braunfäule, Nassfäule und Weißfäule



Fruchtkörper des Zaun- oder Tannenblättlings sowie Kernfäule am Giebeldreieck

Wandaufbau:



Schadensursache:

Versprödung des Farbsystems, Bewegungen und Risse im Gefüge, Eindringen von Schlagregen sowie Tauwasserausfall in der Konstruktion lang anhaltende Durchfeuchtung der Holzbauteile behinderte Abtrocknung aufgrund dichter Außen- und Innenschichten

begünstigende Begleitumstände:

raumseitige Vorsatzschale aus Mattendämmstoff und Gipskarton mit dampfsperrender Baufolie, Abtrocknung nach innen unterbunden



geöffnete Vorsatzschale innen

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.1 Schäden an Fachwerkhölzern

Schadensbild:

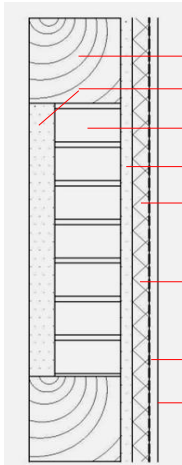
Schwächung der Schwellhölzer durch holzschädigende Pilze/Fäule

Bsp. Objekt Nr. 1 und 2 : Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Fäule- und Pilzbefall an den Schwellhölzern im Erdgeschoss (2 Objekte - 1 Bauherr)

Wandaufbau Objekt 2:



16 cm

Fachwerk (Nadelholz), dichter Farbanstrich

ca. 2-4 cm

Außenputz, dichter Farbanstrich

ca. 12 cm

Ziegelstein bzw.- Hochlochziegelausfachung

ca. 3 cm

Kalkinnenputz

ca. 4-6 cm

Ständerkonstruktion, dazwischen

ca. 4-6 cm

Mineralwolle (mit Dampfbremsfolie)

1,25 cm

Gipskartonplatte mit
Raufaser und Dispersionsanstrich

Schadensursache:

Eindringen von Spritzwasser und Bodenfeuchtigkeit, da Schwelle z.T. in Geländefläche liegt
keine horizontale Abdichtung gegen Feuchtigkeit unter dem Schwellholz
Bewegungen und Risse im Gefüge,
lang anhaltende Durchfeuchtung der Holzbauteile

begünstigende
Begleitumstände:

behinderte Abtrocknung aufgrund dichter Außen- und Innenschichten,
Wasserstau durch Pflaserung des Eingansbereiches, ungenügendes Gefälle

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.1 Schäden an Fachwerkhölzern

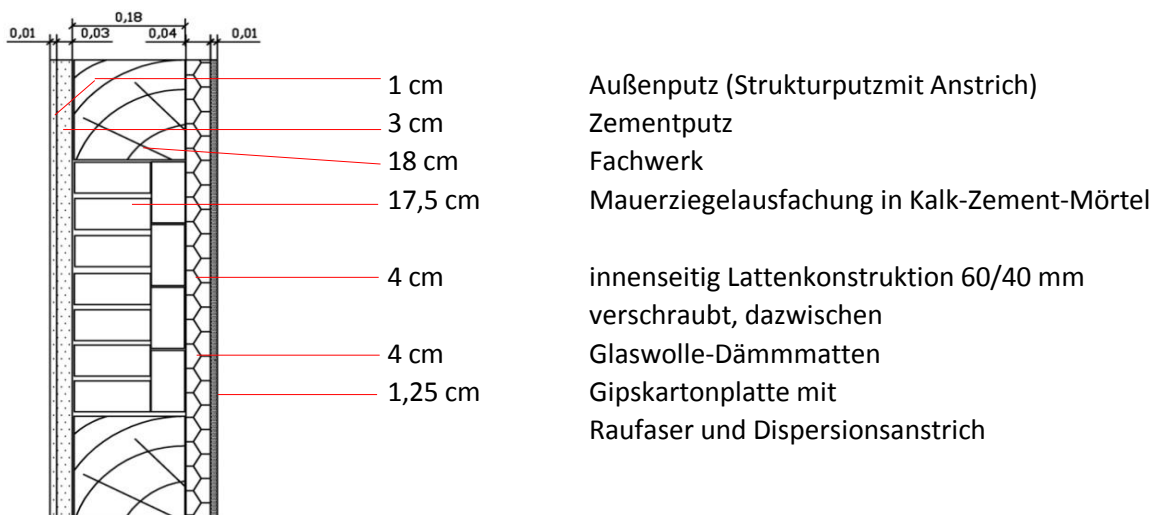
Schadensbild: Verminderung der Tragfähigkeit durch holzschädigende Pilze/Fäule

Bsp. Objekt Nr. 3 : Wohn- und Geschäftshaus, vermietet



Pilz- und Schwammbefall an den Schwellhölzern im Erdgeschoss (links) und im Obergeschoss (rechts)

Wandaufbau Objekt 3:



Schadensursache:

lang anhaltende Durchfeuchtung der Holzbauteile
Eindringen von Schlagregen in die Risse im Außenputz und
in die offenen Anschlusspunkte der Fensterbekleidung
Spritzwasser und aufsteigende Feuchte durch Zementverputz des Sockels
behinderte Abtrocknung nach außen und nach innen

begünstigende Begleitumstände:

Wohnnutzung, leichtes Innendämmsystem mit Mattendämmstoff, ohne
Dampfbremse, Bauschaum in den Fugen Fachwerk-Ausfachung



breite Risse im Außenputz (hier in der Schrifttafel) begünstigten das tiefe Eindringen von Schlagregen in die Konstruktion

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.1 Schäden an Fachwerkhölzern

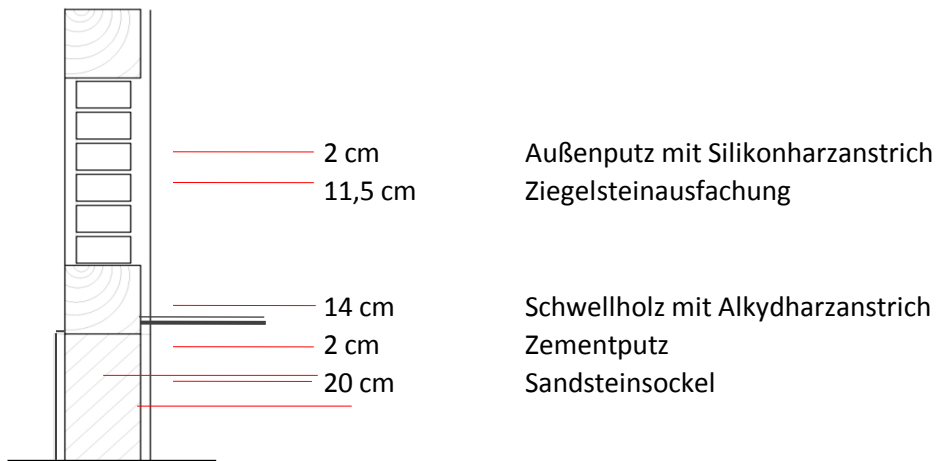
Schadensbild: Schwächung der Schwellhölzer durch Feuchte, holzschädigende Pilze/Fäule

Bsp. Objekt Nr. 5 : Wohn- und Geschäftshaus, vermietet, Teilsanierungen 1999, 2003, 2008



Pilzbefall und Feuchtestau an den Schwellhölzern im Erdgeschoss (links) gemessene Holzfeuchte 55 Masseprozent (rechts)

Wandaufbau Objekt 5:



Schadensursache:

lang anhaltende Durchfeuchtung des Schwellholzes
Eindringen von Spritzwasser und Schlagregen in die Risse im Sockelverputz
behinderte kapillare Abtrocknung durch Zementputz des Sockels
aufsteigende Feuchte im Natursteinmauerwerk
fehlende Horizontalsperre unter Schwellhölzern
Alkydharzanstrich der Schwellhölzer mit geringer Diffusionsfähigkeit

begünstigende Begleitumstände:

Gehwegpflasterung erhöht die Spritzwasserbelastung

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.1 Schäden an Fachwerkhölzern

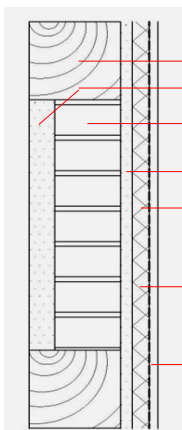
Schadensbild: Verminderung der Tragfähigkeit durch holzschädigende Pilze/Fäule

Bsp. Objekt Nr. 13: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1996



Moderfäule/Pilzbefall und Pflanzenbewuchs der Brüstungsplatten, Schwellhölzer und Balkenköpfe

Wandaufbau:



- | | |
|----------|---|
| 16 cm | Fachwerk (NH), PVA-Farbanstrich |
| 4 cm | Außenputz, PVA- Farbanstrich |
| 11,5 cm | Ytong-Plansteine |
| ca. 3 cm | Kalkinnenputz |
| 3 cm | Holz-Lattenkonstruktion, dazwischen |
| 3 cm | Mineralwollematten
vermutlich Dampfbremsfolie |
| 1,25 cm | Gipskartonplatte mit Raufaser mit Dispersionsanstrich |

Schadensursache:

Abnahme der Wetterschutzbekleidung
Schiefstellung der Fassaden, Vergrößerung der schlagregenrelevanten Giebelfläche
Eindringen von Schlagregen in die Konstruktion durch Fugen
Risse im Gefüge,
dauerelastische Fugenabdichtung und kunststoffbasierte Farbbeschichtung behindern Abtrocknung nach außen
lang anhaltende Durchfeuchtung der Holzbauteile
behinderte Abtrocknung aufgrund dichter Außen- und Innenschichten

begünstigende Begleitumstände:

Ytong-Plansteine saugen Wasser, sind nicht kapillar leitfähig, behinderte Abtrocknung durch Faserdämmstoff als Innendämmung



Ytong-Plansteine als Ausfachungsmaterial

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.1 Schäden an Fachwerkhölzern

Schadensbild:

Drehwuchs des Fachwerkständers, breite Fugenbildung zu Gefachausmauerung, Abriss der Fensterabdichtung

Bsp. Objekt Nr. 18 : Bürogebäude vermietet, vermietet, Sanierung 1998

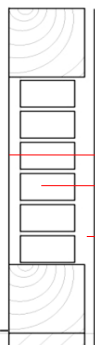


Verdrehung des Fachwerkständers



unfachmännische Verbindung
Ständer-Riegel

Wandaufbau:



2 cm

11,5 cm

4 cm

Außenputz mit Farbanstrich
Ziegelsteinausfachung
Innenputz

Schadensursache:

Drehwuchs des Fachwerkständers
unsachgemäße Verbindung Ständer-Riegel



4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.2 Schäden an Ausfachungen

Schadensbild:

Verlust der Lehmsteinsubstanz durch Witterungseinflüsse

Bsp. Objekt Nr. R4: Wohnhaus, Sanierung 2001/02



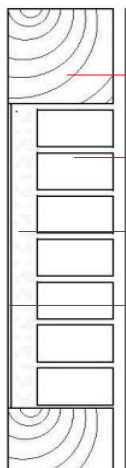
Abblättrender Kalkanstrich, Risse und Abplatzen des Lehmputzes



Ausbeulen/Ablösen des Lehmputzes sowie fortschreitendes Auswaschen der Lehmsteinausmauerung



Wandaufbau:



ca. 16 cm

Fachwerk (NH)

ca. 11,5 cm

Lehmsteinausfachung

ca. 3 cm

Lehmputz außen, 2-lagig

Kalkanstrich, nicht witterungsbeständig

Schadensursache:

ursprüngliche Wetterschutzbekleidung abgenommen
ungeschützter Witterungseinfluss (Regen, Wind, Frost, Sonne)
Lehmputz als Sichtputz ist ungeeignet
Auswaschen des Lehmputzes
Durchfeuchtung und Ausspülen der Lehmsteinausfachung

begünstigende
Begleitumstände:

mangelnde Pflege und Bauunterhaltung

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.2 Schäden an Ausfachungen

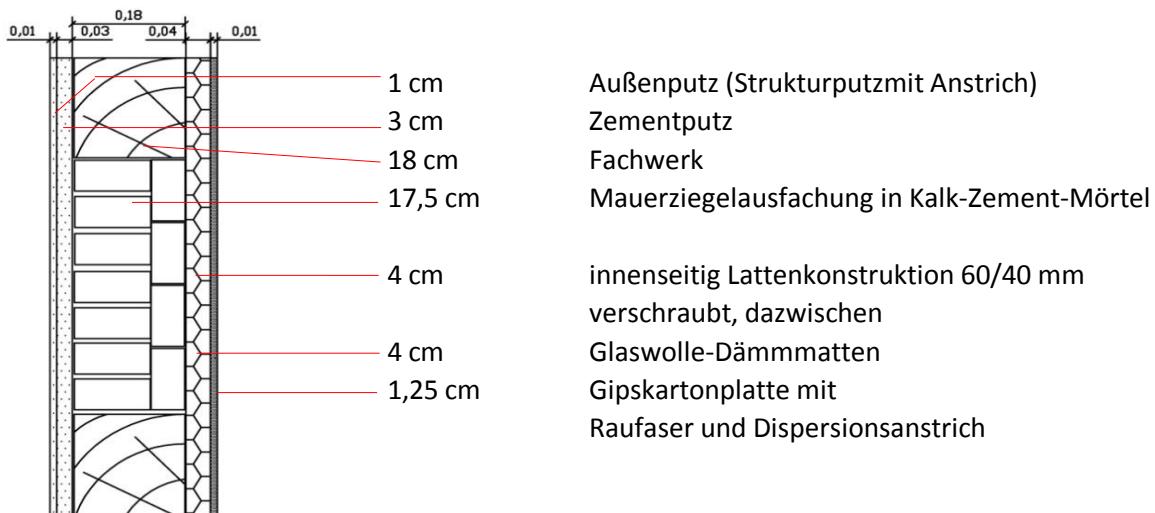
Schadensbild: Zerstörung der Steinsubstanz, Schalen- und Schuppenbildung, Schwammbefall

Bsp. Objekt Nr. 3 : Wohn- und Geschäftshaus, vermietet



Schwammbefall an den Ziegelsteinen der angrenzenden Gefache, Zerstörung der Steinstruktur

Wandaufbau:



Schadensursache: lang anhaltende Durchfeuchtung der angrenzenden Holzbauteile mit Pilz- und Schwammbildung
 erhöhte Feuchte der Ziegelausfachung
 Eindringen von Schlagregen in die tiefen Risse des Außenputzes
 Eindringen von Schlagregen in Anschlusspunkte der Fensterbekleidung
 behinderte Abtrocknung nach außen und nach innen

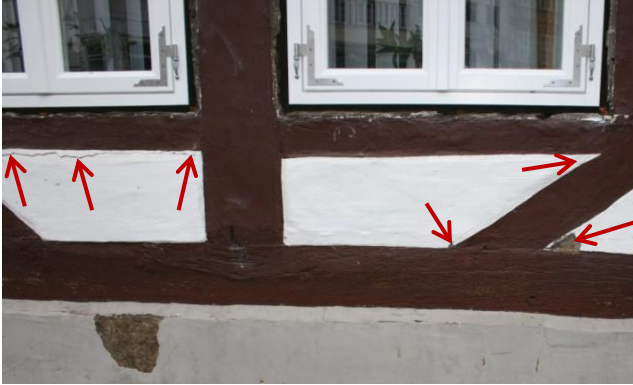
begünstigende Begleitumstände: Wohnnutzung, leichtes Innendämmsystem mit Mattendämmstoff, vermutlich ohne Dampfbremsschicht
 Verwendung von Bauschaum in den Fugen Fachwerk-Ausfachung

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.2 Schäden an Ausfachungen

Schadensbild: Rissbildung, Abplatzen des Gefacheverputzes

Bsp. Objekt Nr. 5 : Wohn- und Geschäftshaus, vermietet, Teilsanierungen 1999, 2003, 2008

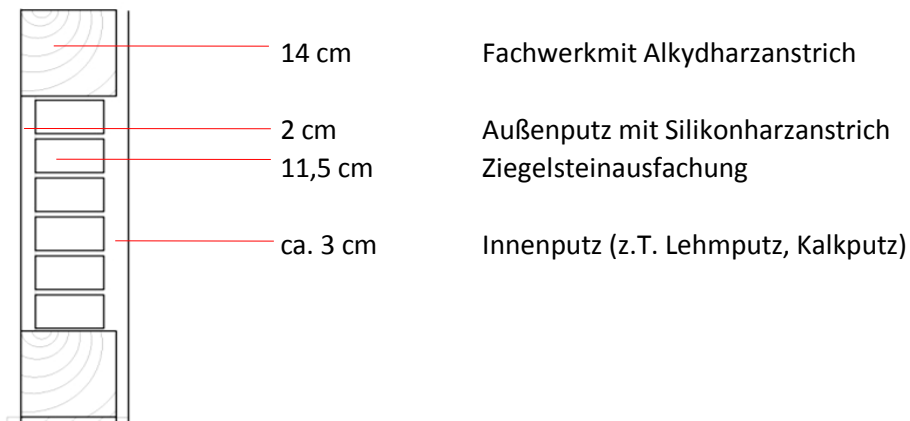


Rissbildung an der Fuge Gefacheputz und Fachwerkholz, Putzabsprengungen in Gefacheecken



unkontrollierte Flankenabriss zwischen Gefacheputz und Fachwerkhölzern

Wandaufbau:



Schadensursache: Überputzen der Anschlussfuge zum Fachwerkholz
kein Kellenschnitt oder Fugenschnitt zwischen Fachwerk und Gefacheputz
Eindringen von Schlagregen in die Putzrisse und Anschlussfugen,
Bewegungen und Spannungen in der Konstruktion durch unterschiedliche Materialausdehnung, Erschütterungen durch hohes Verkehrsaufkommen

begünstigende Begleitumstände: behinderte Abtrocknung aufgrund kapillar- und diffusionsblockierenden Farbanstrich auf Fachwerkhölzern und Gefacheputz

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

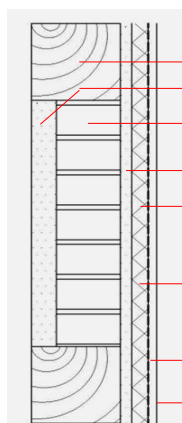
Schadensbild: Risse und Abplatzen von Außenputzen

Bsp. Objekt Nr. 9: öffentliches Gebäude, Sanierung 1980, Teilsanierungen 2007



Rissbildung und Herausdrücken des Gefacheputzes hier an der Nordseite des Objektes, 1. OG links und rechts

Wandaufbau:



16 cm

4 cm

11,5 cm

ca. 3 cm

3 cm

3 cm

1,5 cm

Fachwerk (Eiche), dichter Farbanstrich

Außenputz, dichter Farbanstrich

Ziegelsteinausfachung

Lehm- oder Kalkinnenputz

verzinkte CD-Profile 60x27 und U-Profile 30x30

bzw. Holz-Lattenkonstruktion, dazwischen

Alu-kaschierte Glasfasermatten

(bzw. Mineralwolle mit Dampfbremssfolie)

Gipskartonfeuerschutzplatte mit BrilluxCeraGlas-

Gewebe, Beschichtung mit CeraGlas Gewebefinish

bzw. Raufaser mit 2-fach Kunststoffdispersionsanstrich

Schadensursache:

Bewegungen und Risse im Gefüge

Eindringen von Schlagregen,

Tauwasserausfall in der Konstruktion

Durchfeuchtung der Lehmputzschichten

behinderte Abtrocknung aufgrund dichter Außen- und Innenbeschichtung

begünstigende

Begleitumstände:

raumseitige Vorsatzschale aus Mattendämmstoff mit dampfsperrender

Kaschierung und Gipskarton, Abtrocknung nach innen behindert

geöffnete Vorsatzschale

von innen



4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

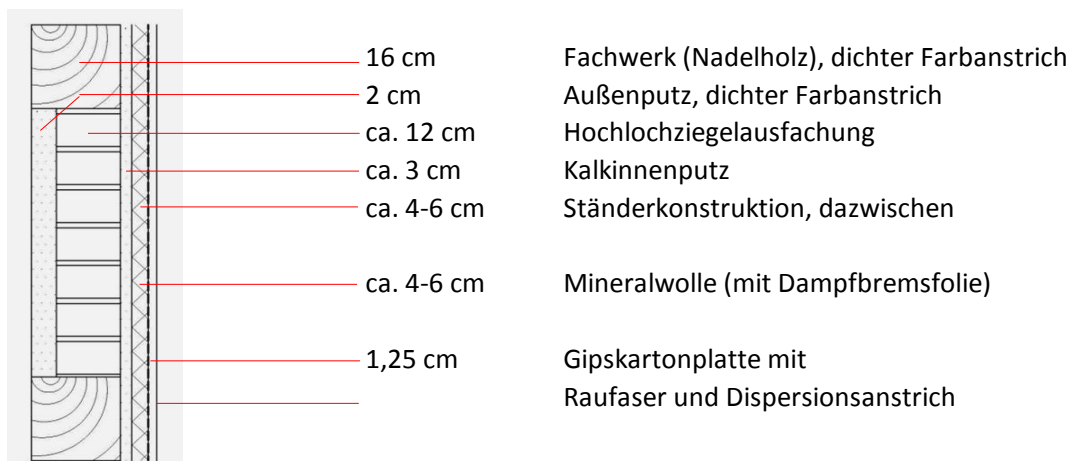
Schadensbild: Risse und Abplatzen von Außenputzen

Bsp. Objekt Nr. 2 : Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Ausbruch eines größeren Putzabschnittes an einer Gefachecke, auch Feuchteschäden am angrenzenden Fachwerkstiel

Wandaufbau:



Schadensursache:

Bewegungen und Risse im Gefüge
geringerer Fugenanteil durch großformatigere Stein, geringe Stoßfugendicke
geringe Stoßfugendicke
kein Kellenschnitt an Putzanschlüssen zum Fachwerk

begünstigende Begleitumstände:

Spannungen durch erhöhten Feuchtehaushalt der Fachwerkhölzer, Abtrocknung nach innen und außen durch dichte Beschichtung bzw. Innenbekleidung behindert

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

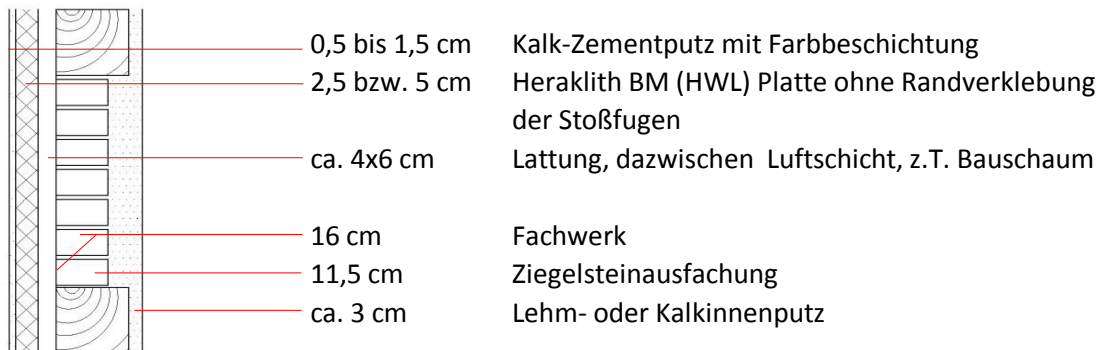
Schadensbild: Risse in der Vorsatzschale (HWL-Plattensystem) oberhalb der Sockelabdeckung sowie an/in Eckbereichen

Bsp. Objekt Nr. 6: Wohn- und Geschäftshaus, Sanierung 2004



Rissbildung an Innen- und Außenecken sowie oberhalb der Sockelabdeckung, z.T. mit dauerelastischer Fugenmasse abgedichtet

Wandaufbau:



Schadensursache: nicht sachgerechte Ausführung der Gewebeeinlage in der Putzschicht z.T. zu geringe Putzdicken (5 mm)
fehlende Profilan- (ab)schlüsse am Sockel und Fensterbänken
Bewegungen im Gefüge, Spannungen in der Putzschicht

begünstigende Begleitumstände: Beschleunigung der Rissbildung durch Straßenbauarbeiten (Erschütterungen)

Ergebnis der Fassadenöffnung: fehlende Überlappung der Gewebeeinlage, keine Eckumfassung



4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

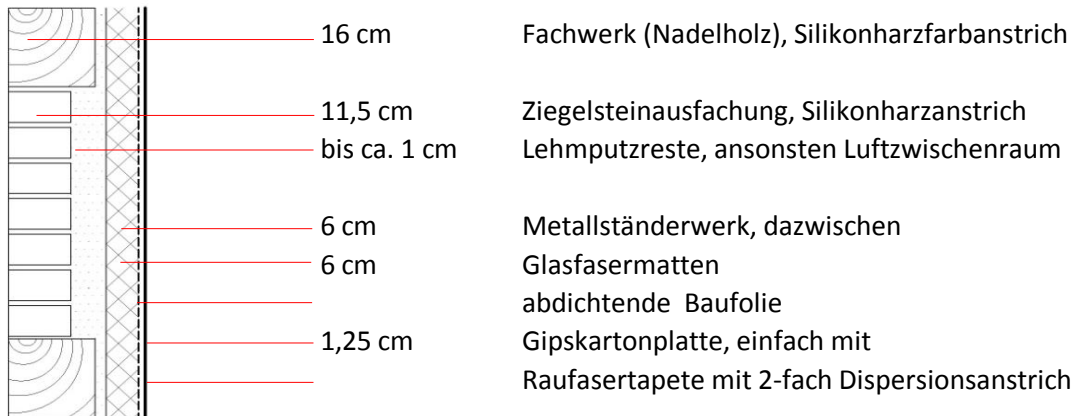
Schadensbild: Risse und Abplatzen des Holzanstrichs

Bsp. Objekt Nr. 1: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Rissbildung, Versprödung und großflächiges Ablösen des Farbanstrichs von den Fachwerkhölzern

Wandaufbau:



Schadensursache:

Versprödung des Farbsystems, herabgesetzte Diffusionsfähigkeit
Bewegungen und Risse im Gefüge,
Eindringen von Schlagregen in Risse u. Fehlstellen in der Beschichtung,
Tauwasserausfall in der Konstruktion
behinderte Abtrocknung aufgrund kapillar trocknungsblockierender
Außen- und Innenschichten

begünstigende
Begleitumstände:

raumseitige Vorsatzschale aus Mattendämmstoff mit PE-Baufolie und
Gipskarton, kapillare Abtrocknung nach innen behindert



geöffneter Wandaufbau
von außen

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

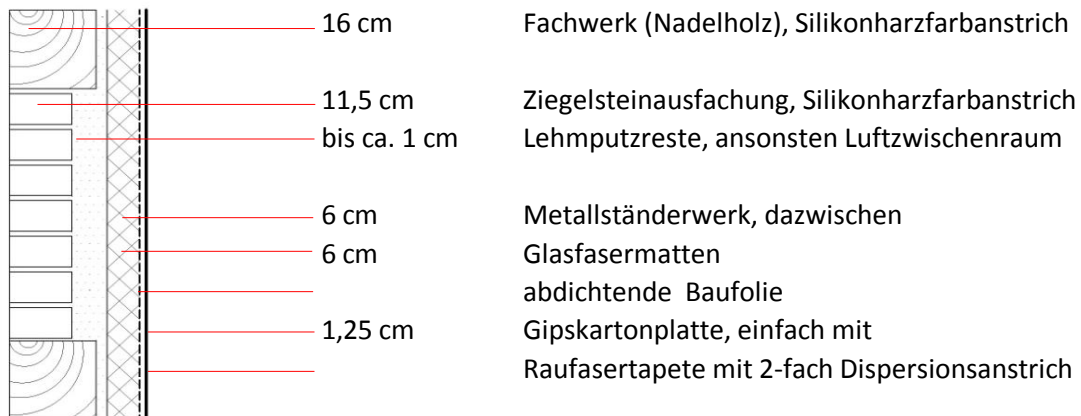
Schadensbild: Abplatzen des Gefacheanstrichs

Bsp. Objekt Nr. 1: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Ablösen des Gefacheanstrichs, hauptsächlich an der Westfassade

Wandaufbau:



Schadensursache:

Versprödung und Rissbildung des Farbsystems,
Eindringen von Feuchtigkeit ins Gefüge,
teilweise Anreicherung von Salzen in der Ausfachung,
behinderte Abtrocknung aufgrund kapillar trocknungsblockierender
Außen- und Innenschichten

begünstigende
Begleitumstände:

raumseitige Vorsatzschale aus Mattendämmstoff mit PE-Baufolie und
Gipskarton, kapillare Abtrocknung nach innen behindert

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

Schadensbild:

Versprödung, Rissbildung und Abplatzen des Holzanstrichs

Bsp. Objekt Nr. 5 : Wohn- und Geschäftshaus, vermietet, Teilsanierungen 1999, 2003, 2008

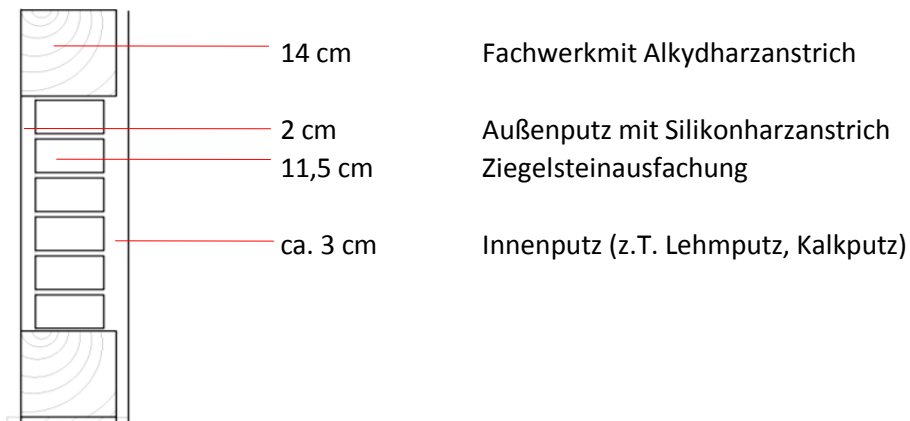


Versprödung und Rissbildung am Fachwerkständer



zusätzl. Abplatzen des Holzanstrichs und Feuchteschäden an den Holzoberflächen

Wandaufbau:



Schadensursache:

Versprödung des Alkydharzfarbsystems, herabgesetzte Diffusionsfähigkeit, Bewegungen und Risse im Gefüge, Eindringen von Schlagregen in Risse u. Fehlstellen in der Beschichtung, Tauwasserausfall in der Konstruktion behinderte Abtrocknung aufgrund kapillar trocknungsblockierender Außen- und Innenschichten

begünstigende Begleitumstände:

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

Schadensbild:

Risse und Ablösen des Gefacheanstrichs

Bsp. Objekt Nr. 9: öffentliches Gebäude, Sanierung 1980, Teilsanierungen 2007



Im Wechsel von Erweichen und Erstarren gerissene und sich ablösende Farbbeschichtung der Gefacheputze

Wandaufbau:



Schadensursache:

Versprödung des Farbsystems (thermoelastischer Kunstharzanstrich)
Abtrocknungsblockade durch herabgesetzte Diffusionsfähigkeit des Farbsystems
Tauwasserausfall in der Konstruktion
Eindringen von Schlagregen in Risse u. Fehlstellen in der Beschichtung,

begünstigende Begleitumstände:

behinderte Abtrocknung aufgrund kapillar trockenungsblockierender Außen- und Innenschichten

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.4 Schäden an Bekleidungen innen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

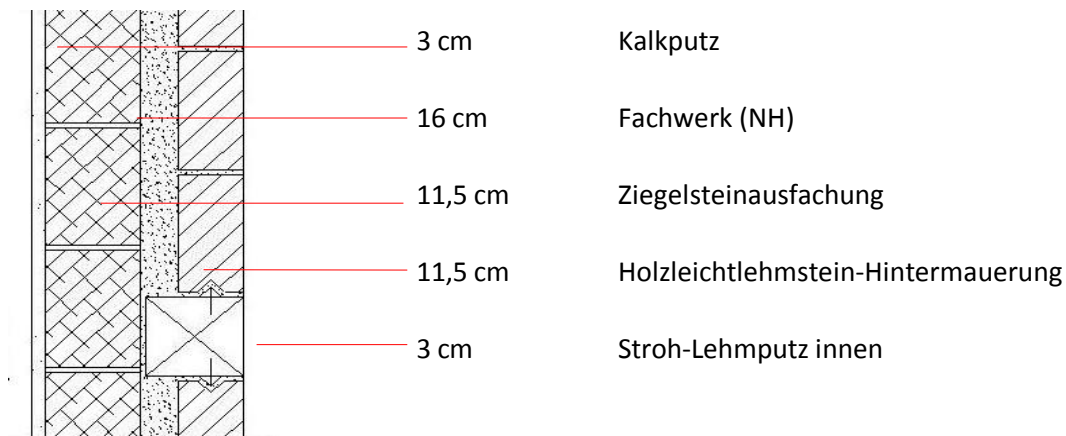
Schadensbild: Quetschrisse am Innenputz auf der Holzleichtlehmsteindämmung

Bsp. Objekt Nr. 4: Wohnhaus, eigengenutzt, Sanierung 1998



Links und rechts in Höhe der Fensterbrüstung zeigen sich Quetschrisse am Innenputz

Wandaufbau:



Schadensursache:

Setzung der Holzleichtlehmschale
keine Entlastung der schweren Lehmschale durch Bohlen-
bzw. Kantholzeinlage

begünstigende Begleitumstände:

keine Befestigung der Sturzleiste an der tragenden Außenwand, Sturzleiste
zu kurz und unterdimensioniert



4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.4 Schäden an Bekleidungen innen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

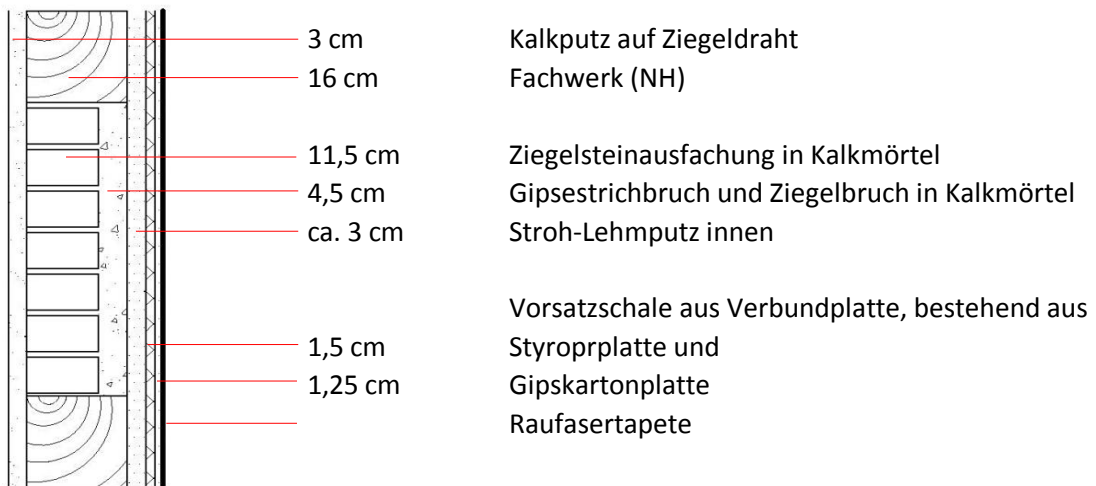
Schadensbild: Schimmelbildung auf dem Lehmputz innen

Bsp. Objekt Nr. 15: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1996



Schimmelnester am raumseitigen Lehmverputz, nach Abnahme der Vorsatzschale erkennbar

Wandaufbau:



Schadensursache:

Tauwasserausfall in der Konstruktion
lang anhaltende Durchfeuchtung des Stroh-Lehmputzes

begünstigende
Begleitumstände:

raumseitige Vorsatzschale aus Verbundplatte Gipskarton auf Styropor,
kapillare Abtrocknung nach innen durch Dämmsystem unterbrochen



Innendämmsystem:
Verbundplatte 1,25 cm Gipskarton
auf 1,5 cm Styropor

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.4 Schäden an Bekleidungen innen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

Schadensbild:

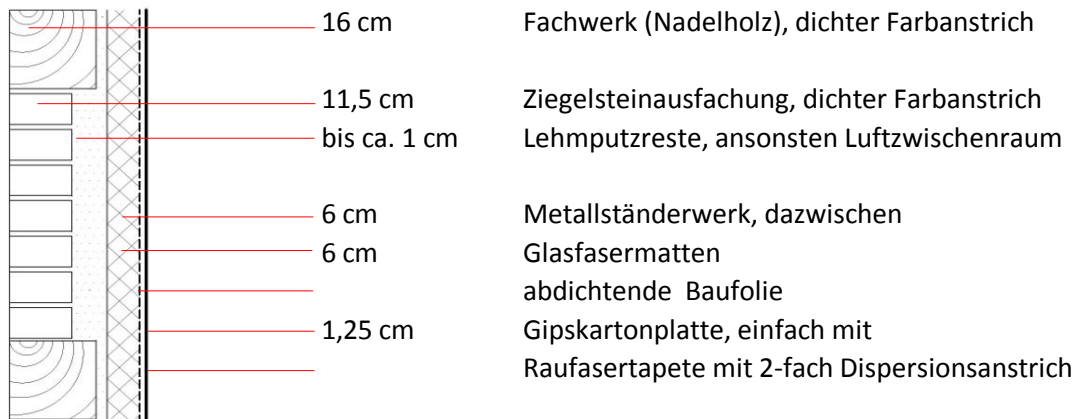
Schimmelbildung in der Dämmstofflage der Innendämmung

Bsp. Objekt Nr. 1: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



dunkle Schimmelnester an der Glaswolle

Wandaufbau:



Schadensursache:

Eingringen von Schlagregen durch Fugen und Risse in Fachwerk-AW
Tauwasserausfall in der Konstruktion
Feuchtestau im Dämmstoff
behinderte Abtrocknung aufgrund dichter Außen- und Innenschichten
behinderte Abtrocknung aufgrund fehlender Kapillarität
des Mattendämmstoffes

begünstigende Begleitumstände:

Risse, Undichtigkeiten an Anschlüssen der Baufolie zur angrenzenden Konstruktion und Überlappungsbereichen, dadurch Begünstigung der Konvektion, erhöhte Tauwasserbildung

4.2. Schäden an Außenwänden

4.2.4 Schäden an Bekleidungen innen (Putze, Vorsatzschalen, Beschichtungen)

Schadensbild: Schimmelbildung in der Dämmstofflage der Innendämmung

Bsp. Objekt Nr. 3 : Wohn- und Geschäftshaus, vermietet



Schimmelbefall des Mattendämmstoffes

(Innendämmung mit Glaswolle in Holzständerwerk und Gipskartonbeplankung)

Wandaufbau:



Schadensursache:

- lang anhaltende Durchfeuchtung der Tragkonstruktion mit Pilz- und Schwammbildung
- Erhöhung der Diffusionsströme aufgrund fehlender Dampfbremse
- Tauwasserausfall in der Konstruktion
- Feuchtestau im Dämmstoff
- behinderte Abtrocknung nach außen aufgrund dichter Außenschichten
- behinderte Abtrocknung aufgrund fehlender Kapillarität des Mattendämmstoffes

begünstigende Begleitumstände:

- Wohnnutzung, leichtes Innendämmsystem mit Mattendämmstoff

4.3 Schäden an Fenstern (Rahmen, Flügel)

Schadensbild: Reißen und Abplatzen der Farbbeschichtung, außen
Rostbildung an den Winkelbändern

Bsp. Objekt Nr. 4: Wohnhaus, eigengenutzt, Sanierung 1998



Reißen, Ausbeulen und Abplatzen der Farbbeschichtung der Fenster außen, Feuchtflecken auf dem Rahmenholz



Durchschlagen des Rostes von innen an den Winkelbändern und Stützkloben

Fensterart: 4-flügeliges Holzfenster mit 2/3 Kämpfer, nach außen öffnend
mit Einfachverglasung, umgebaut/ergänzt zu Kastenfenstern

Schadensursache: Eindringen von Schlagregen in die Risse der Beschichtung
Tauwasserausfall in der Konstruktion
Feuchtestau unter der Farbbeschichtung

begünstigende
Begleitumstände: fehlender Rostschutz auf den Beschlägen, ungeeignetes Farb-
system, Fensterausrichtung nach Süd-West (Wetterseite),
fehlende Regentropfleiste oberhalb des Fensters

4.3 Schäden an Fenstern (Rahmen, Flügel)

Schadensbild: Schimmelbildung und Pilzbefall am unteren Fensterrahmenholz
Risse zwischen Verbindungshölzern
Risse und Ablösen der Farbbeschichtung

Bsp. Objekt Nr. 12: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 2000



Pilzbefall an den Rahmenhölzern und dem darunter liegenden Brüstungsholz



Schimmelpilzbefall an und in den Rahmenhölzern

Fensterart: 1-flügeliges Holzfenster Dreh-Kipp, nach innen öffnend
mit Iso-Verglasung und Sprossung

Schadensursache: Eindringen von Schlagregen in die Risse der Beschichtung
und in die Risse der Verbindungsfugen der Rahmenhölzer
Tauwasserausfall in der Konstruktion
Feuchtestau unter der kunstharzbasierten Farbbeschichtung

begünstigende
Begleitumstände: Feuchtestau und Pilzbildung im darunter liegenden Brüstungsholz

4.3 Schäden an Fenstern (Fugenabdichtung)

Schadensbild: Versprödung und Verwitterung der Korkfüllmasse in der Fensteranschlussfuge (optischer Mangel)

Bsp. Objekt Nr. 14: Bürogebäude



Versprödung und Verwitterung der Korkfüllmasse in Fensteranschlussfugen



Ablösen des Anstrichs von der Füllmasse, Verwitterung der Korkfüllmasse

Fensterart: 2-flügeliges Holzfenster mit Iso-Verglasung

Schadensursache: fehlende Abdeckleiste bzw. ungeeignete Beschichtung der Korkfüllmasse
Ablösen der Farbbeschichtung von der Füllmasse
Verwitterung der Füllmasse durch fehlenden Wetterschutz

begünstigende Begleitumstände: z.T. sehr breite Fugen durch nicht optimale Fenstergröße

4.3 Schäden an Fenstern (Fugenabdichtung)

Schadensbild: Versprödung und Verwitterung der Korkfüllmasse in der Fensteranschlussfuge (optischer Mangel)

Bsp. Objekt Nr. R3: Wohngebäude, vermietet, Sanierung 1996



Versprödung und Verwitterung der Korkfüllmasse in Fensteranschlussfugen



Ablösen des Anstrichs von der Füllmasse, Verwitterung der Korkfüllmasse

Fensterart: 4-flügeliges Holzfenster mit feststehendem 2/3 Kämpfer, nach innen öffnend, mit Iso-Verglasung

Schadensursache: fehlende Abdeckleiste bzw. ungeeignete Beschichtung der Korkfüllmasse
Ablösen der Farbbeschichtung von der Füllmasse
Verwitterung der Füllmasse durch fehlenden Wetterschutz

begünstigende
Begleitumstände:

4.3 Schäden an Fenstern (Rahmen, Flügel)

Schadensbild: Rostbildung an den Winkelbändern und Beschlägen von innen nach außen durchschlagend

Bsp. Objekt Nr. 22: Wohn- und Geschäftshaus, vermietet, Sanierung 2005



Rostbildung an den Winkelbändern und Beschlägen von innen nach außen



Holzfeuchte in Fensterflügeln bei 67,8 Masseprozent



Durch Quellen der Rahmenhölzer gerissene Fensterverglasung

Fensterart: 2-flügeliges Holzfenster mit 2/3 Kämpfer und Oberlicht, nach innen öffnend mit Einfachverglasung, umgebaut/ergänzt zu Kastenfenstern

Schadensursache: keine Raumlüftung während Putz- und Dämmarbeiten
sehr hohe Raumluchtfeuchte bei sehr kalten Außentemperaturen
Kondensat an Scheiben wurde nicht entfernt
Feuchtestau auf allen Fensterhölzern und unter der Farbbeschichtung

begünstigende Begleitumstände: Acrylatdispersions-Farbbeschichtung

4.4. Schäden an Innenwänden

4.4.1 Schäden an Innenwandkonstruktionen

Schadensbild:

Feuchtflecken und Schimmel in der Ausfachung aus Lehmstakung

Bsp. Objekt Nr. 15: Mehrfamilien-Wohnhaus, Sanierung 1996



Freigelegtes Gefach giebelseitig, gemeinsame Wand mit Nachbarhaus, Ausfachung aus Lehmstakung

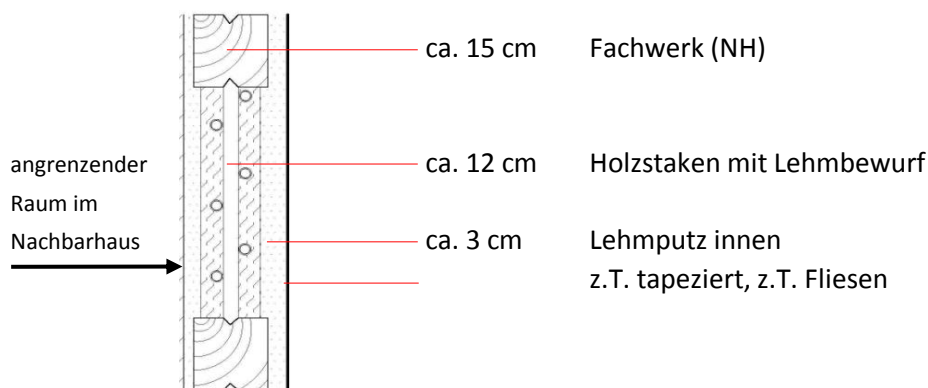


Deutlich sichtbare Feuchtflecken und Nester von Schimmel an den Holzstaken



vergrößerte Aufnahme der Schimmelpilze an den Holzstaken

Wandaufbau:



Schadensursache:

Durchfeuchtung der Wände
hohe nutzungsbedingte Luftfeuchtigkeit (Bad)
fehlende fachgerechte Abdichtung der Wände und Decken

begünstigende Begleitumstände:

vermutlich ungünstiges Heiz- und Lüftungsverhalten der Nutzer, es gibt kein Fenster-nur eine Terrassentür (nicht kippar)



Ansicht der geschädigten Wand zu Beginn und im Verlauf der Rückbauarbeiten

4.4. Schäden an Innenwänden

4.4.1 Schäden an Innenwandkonstruktionen

Schadensbild:

Ziegelsteinwand, mittig ausbauchend mit mehreren senkrecht verlaufenden Rissen
Rechte Wandhälfte als Kaminmauerwerk mit Abriss von rechts anstoßender Wandscheibe D

Bsp. Objekt Nr. 15: Mehrfamilien-Wohnhaus, Sanierung 1996



Mittig ausbauchende Ziegelsteinwand mit mehreren senkrechten Rissverläufen



Abriss von der rechts anstoßenden Wandscheibe D



Rückseite der geschädigten Ziegelwand mit Kaminöffnung im Deckenbereich

Wandaufbau:

11,5 cm Ziegelsteinmauerwerk

Schadensursache:

vermutlich Überdruck durch Explosion im Kamin

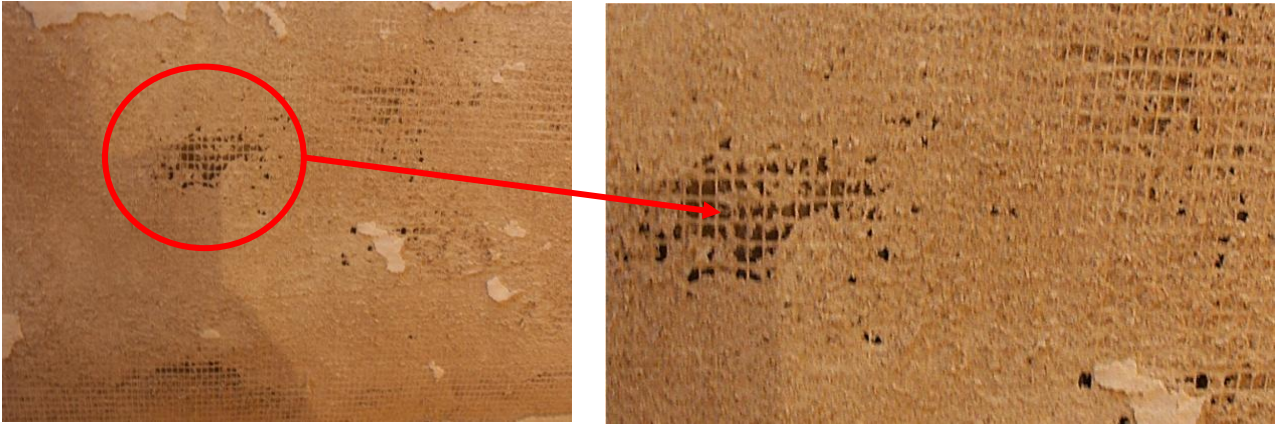
begünstigende
Begleitumstände:

4.4. Schäden an Innenwänden

4.4.2 Schäden an Innenwandbekleidungen

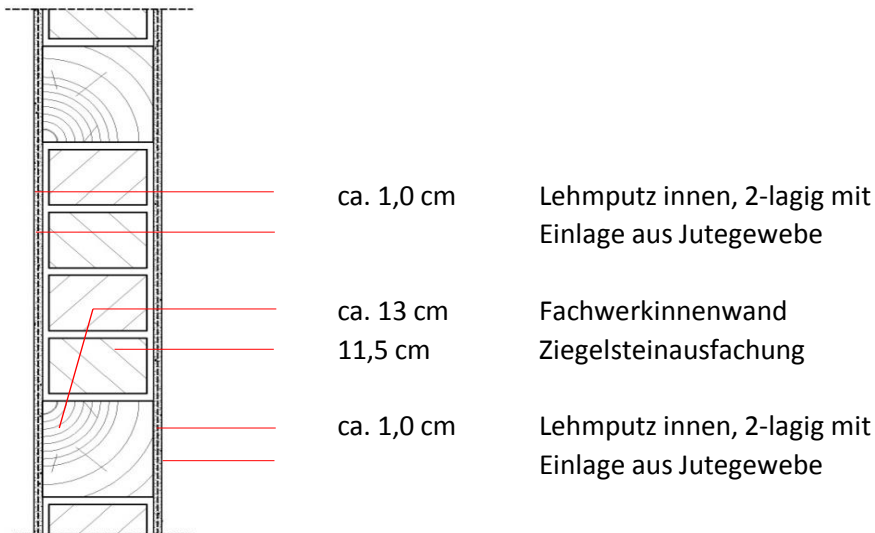
Schadensbild: Hohlräume hinter Gewebeeinlage in 2-lagigem Lehmputz, Abplatzen der dünnen Oberputzlage

Bsp. Objekt Nr. 4: Wohnhaus, eigengenutzt, Sanierung 1998



Hohlräume in der Lehmputzschicht, z.T. frei liegendes Jutegewebe

Wandaufbau :



Schadensursache: starkes Schwinden des Unterputzes, vermutlich: Lehmischung zu fett (zu hoher Tongehalt, zu geringer Sandgehalt) und vor dem Oberputzauftrag noch nicht durchgetrocknet
Jute-Gewebeeinlage nicht optimal in den Unterputz eingedrückt

begünstigende Begleitumstände: bautechnisch empfohlene dünne Oberputzlage konnte Spannungen durch Schwindprozesse im Untergrund nicht kompensieren

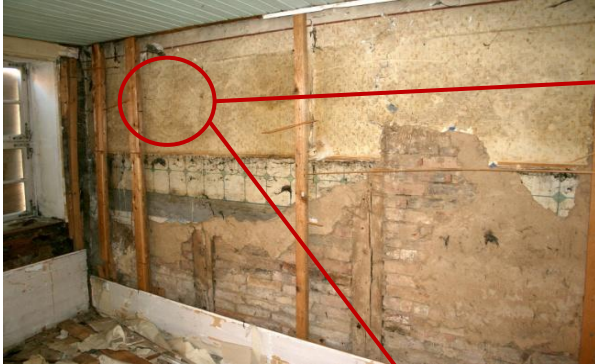
4.4. Schäden an Innenwänden

4.4.2 Schäden an Innenwandbekleidungen

Schadensbild:

Ausbeulen und Ablösen der Oberputzschicht
an der Giebelwand zum angrenzenden Nachbargebäude

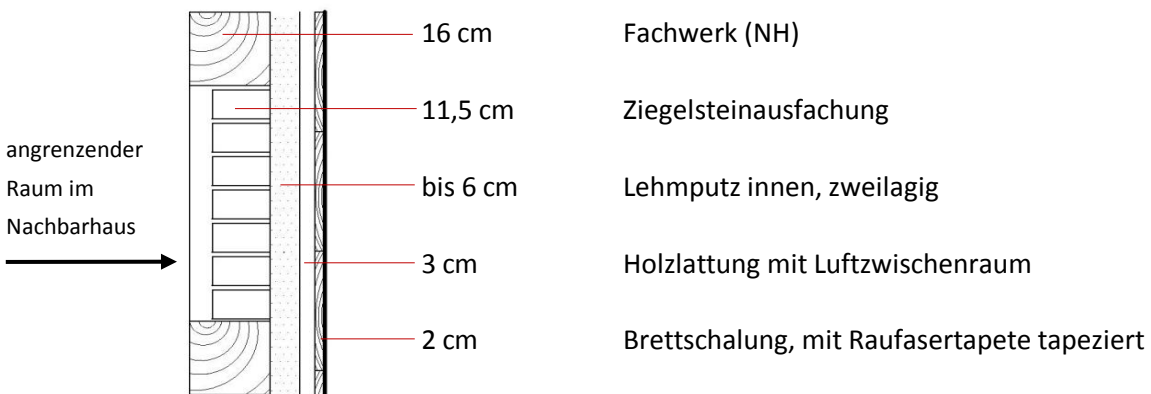
Bsp. Objekt Nr. 15: Mehrfamilien-Wohnhaus, Sanierung 1996



Hohlräume unter der Oberputzschicht, hauptsächlich im oberen Abschnitt der Wandfläche



Wandaufbau:



Schadensursache:

ungenügender Haftverbund zwischen den Lehmputzschichten

begünstigende Begleitumstände:

keine Einlage von Armierungsgewebe, zusätzliche mechanische Belastung durch Befestigung der Vorsatzschale

4.5 Schäden an Decken

4.5.1 Schäden an Deckenkonstruktionen

Schadensbild:

Rissbildung im Verputz der einbindenden Deckenbalken
fortlaufend in Verputz der oberen Innenwandbereiche

Bsp. Objekt Nr. 7: Geschäftshaus, eigengenutzt, Sanierung 1997

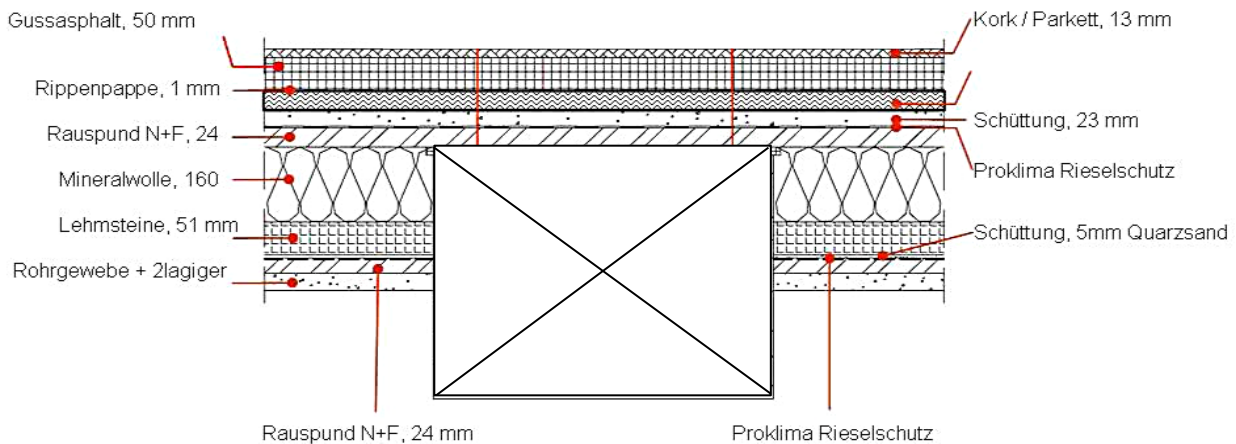


Rissbildung am Innenputz der in die Straßenfassade einbindenden Innenwände im oberen Wandbereich



Rissbildung am Verputz der Holzbalkendecken an der Einbindung zur Straßenfassade

Deckenaufbau vermutlich:



Schadensursache:

Bewegungen im Balkenlage, vermutlich
Störung am Anschluss der angeschuhten Balkenköpfe,
Passungengenauigkeit an Bolzenverbindung

begünstigende
Begleitumstände:

4.5 Schäden an Decken

4.5.1 Schäden an Deckenkonstruktionen

Schadensbild:

Verlust der Tragfähigkeit der Deckenbalken und Füllhölzer durch holzschädigende Pilze/Fäule

Bsp. Objekt Nr. 15: Mehrfamilien-Wohnhaus, Sanierung 1996

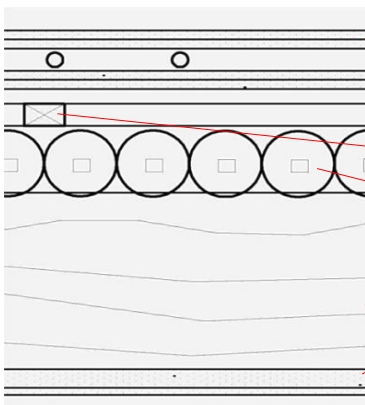


Deckenuntersicht: Bruch der Deckenbalken, Schwammschäden an Balken und Lehmwickeln



Deckendraufsicht: Bodenbelag/Füllung zurückgebaut, Schwammschäden an DB und Schwellholz

Deckenaufbau:



2*1,25 cm

3 cm

1,25 cm

1,25 cm

2 cm

3 cm

ca. 9 cm

ca. 24 cm

2,5 cm

1 cm

Gipsfaser-Estrichelement (Fermcell-Verbundplatte)

Perliteschüttung mit wasserführenden Heizungsrohren

Gipskartonplatte

Ausgleichs-Perliteschüttung

Holzdielung

Holzlattung

Lehmwickel, auf Deckenbalken aufliegend

Holzbalkenlage

Stroh-Lehm-Unterputz

Gips- bzw. Kalkputz

Schadensursache:

Leckage im wasserführenden Heizrohr durch unsaubere Verlegung langanhaltender Feuchtestau im Deckenaufbau,

begünstigende Begleitumstände:

Materialien durchweg organisch/mineralisch, saugend und wasserspeichernd, Fußbodenaufbau ohne Abdichtung, Verlegung wasserführender Heizungsrohre in der Fußbodenschüttung schleppender Fortschritt der Durchfeuchtung durch langsames Austreten des Wassers, vermutlich ungenügende Trocknung des Deckenaufbaus



Leckage im Eckpunkt des Heizungsrohrs



Fußbodenaufbau mit in der Schüttung verlegten Heizungsrohren

4.5 Schäden an Decken

4.5.1 Schäden an Deckenkonstruktionen

Schadensbild:

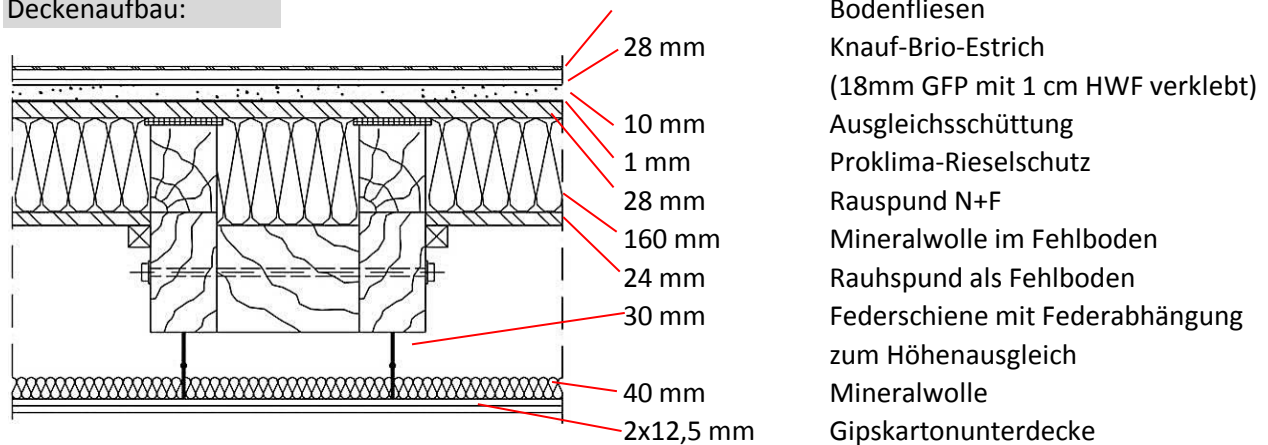
Abriss der Anschlussfuge Fußbodenoberbelag, Randleiste
Senkung des Fußboden

Bsp. Objekt Nr. 16: Mehrfamilien-Wohnhaus, vermietet, Sanierung 2004



Setzung des Fußbodens mit Abriss der Bodenbeläge von der Randleiste, links im Bad, rechts im Flur

Deckenaufbau:



Schadensursache:

Durchbiegung der Deckenbalkenkonstruktion
Ergänzung, Ertüchtigung aller Deckenbalken sowie Einbau
seitlicher Verstärkung mit Holzbohlen, durchlaufend auf gesamter Länge
sehr hohe Anzahl von Verbindungselementen mit unterschiedlicher
Passgenauigkeit

begünstigende
Begleitumstände:

Verwendung weicher Baustoffe für den Fußbodenaufbau, dadurch
zusätzliches Zusammendrücken unter Verkehrslasten
eventuell Verwerfung neu eingebauter Verstärkungshölzer bei Verwendung
frischen Bauholzes

4.5 Schäden an Decken

4.5.2 Schäden an Deckenbelägen

Schadensbild: Schimmelbildung, ausgehend von der Unterseite der Fermacell Verbundplatten teilweise bis Oberseite durchgewachsen

Bsp. Objekt Nr. 15: Mehrfamilien-Wohnhaus, Sanierung 1996

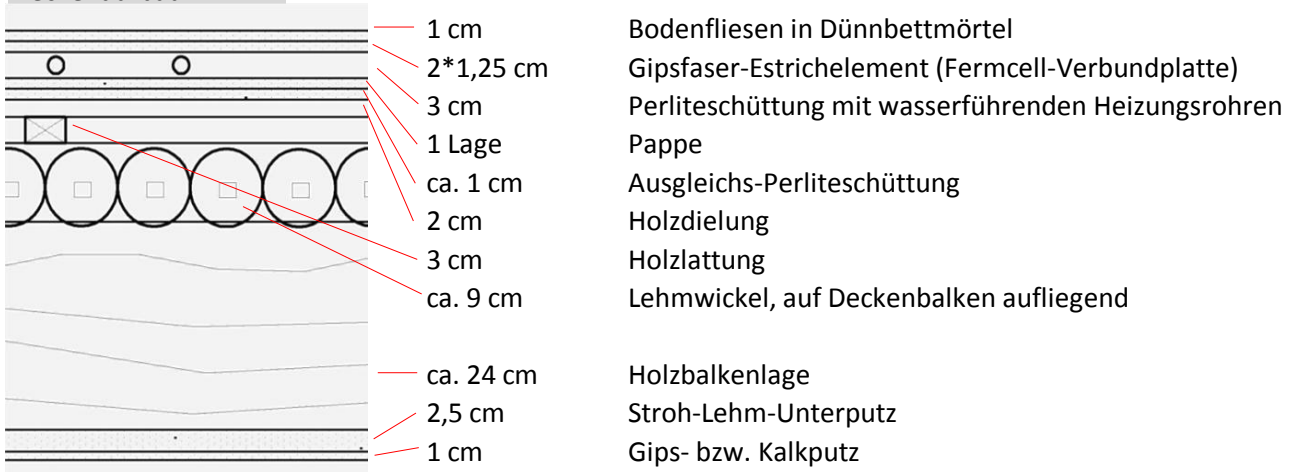


Unterseite eines Gipsfaser-Estrichelementes



Rot- Schwarz- und Blauschimmel an/in beiden
Lagen der Verbundplatte

Deckenaufbau:



Schadensursache: Feuchtestau im Deckenaufbau, vermutlich in der Verbundplatte
Risse im Fugenbild, ungleichmäßige Dicke des Dünnbettmörtels
Nutzung als Feuchtraum

begünstigende Begleitumstände: Untergrundmaterialien vorwiegend organisch/mineralisch, saugend und wasserspeichernd

4.6. Schäden an Dächern (Dacheindeckung, Entwässerung)

Schadensbild:

Verrutschen von Dachziegeln, ungleichmäßiges Verlegebild
Veralgung und Bemoosung der Dachziegel und Entwässerungsanlagen
(bislang optischer Mangel)

Bsp. Objekt Nr. 9: Geschäftshaus, vermietet, Sanierung 1980, 2007



Schadensursache:

ungenaueres Arbeiten bei der Verlegung der Dacheindeckung
unregelmäßige Wartung der Dacheindeckung und
Dachentwässerungsanlagen

begünstigende
Begleitumstände:

Nordseite, Veralgung durch langsame Abtrocknung der Feuchtigkeit
aufgrund der Verschattung und poröser Dachziegel

4.7. Schäden an An- und Aufbauten (Balkone, Erker, Gauben)

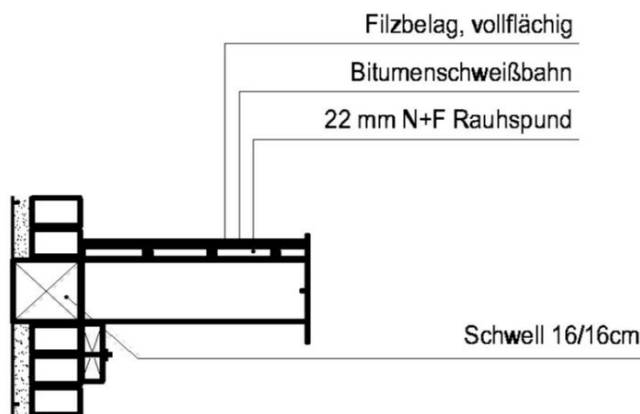
Schadensbild: Verdrehung und Rissbildung an den Konstruktionshölzern der Balkonanlage, z.T. Feuchtflecken

Bsp. Objekt Nr. 1: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Verdrehen und Aufreißen der Konstruktionshölzer, Balkonansicht von vorn und von der Seite

Konstruktionsaufbau:



Schadensursache: zu geringe Dimensionierung der Konstruktionshölzer
weitere Schwächung der Hölzer an ingenieurtechnischen
Verbindungspunkten

begünstigende
Begleitumstände: keine regelmäßige Wartung der Balkonanlage (z.B. Anstrich der
Holzbauteile)

4.7. Schäden an An- und Aufbauten (Balkone, Erker, Gauben)

Schadensbild: Feuchtflecken, z.T. Pilzbefall an den Konstruktionshölzern und der Rauspundlage der Balkonanlage

Bsp. Objekt Nr. 2 und R1: Wohnhaus, vermietet, Sanierung 1999



Feuchtflecken und Pilzbefall an Konstruktionshölzern, Verdrehen der Konstruktionshölzer und des Rauspundes

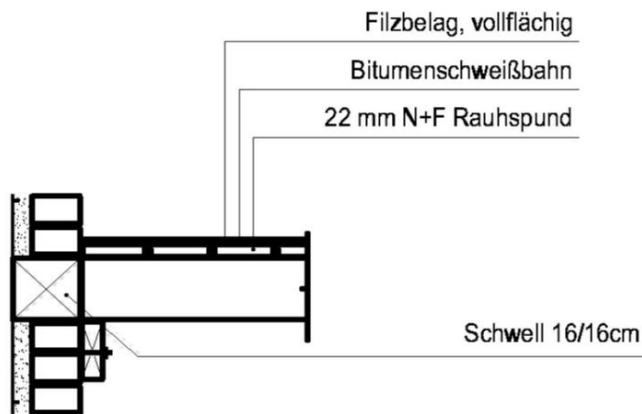


Feuchtflecken und Pilzbefall hier an der Unterseite der Rauspundlage durch undichten Balkonbelag



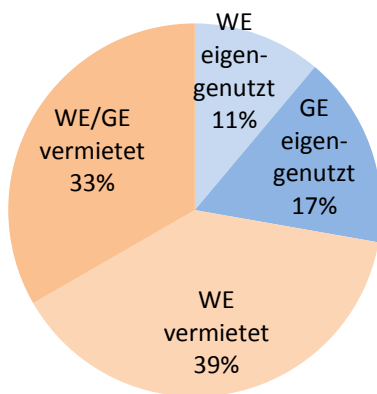
Feuchtschäden und Bemoosung an den Konstruktionshölzern und der Verbretterung des Unterbaus

Konstruktionsaufbau:



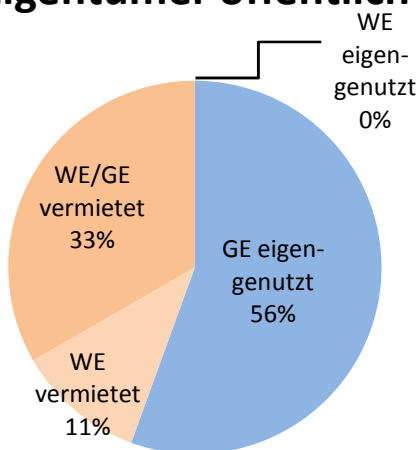
Schadensursache: kein Gefälle, kein Wasserablauf
undichte Bitumenschweißbahn
Filzbelag als Feuchtspeicher und Nährboden für Algen, Moose, Pilze
Durchdringung der Bodenbeläge mit Nägeln/Schrauben

Eigentümer privat



Grafik 2 Prozentuale Aufteilung der Nutzung der in Privatbesitz befindlichen Objekte (B. Stöckicht, DFWZ)

Eigentümer öffentlich



Grafik 3 Prozentuale Aufteilung der Nutzung der in öffentlichem Eigentum befindlichen Objekte (B. Stöckicht DFWZ)

4.8 Bilanzierung der Schadensbilder

Von den etwa 30 untersuchten Fachwerkhäusern befinden sich $\frac{2}{3}$ in Privateigentum und $\frac{1}{3}$ in öffentlichem Eigentum.

28% der in Privatbesitz befindlichen Häuser werden auch eigengenutzt (blaue Scheiben in Grafik 2). Selbst bewohnt sind davon 40% und als Gewerberäume, u.a. für Büros und Gastronomie dienen 60% der Objekte. Die verbleibenden 72% (braune Scheiben in Grafik 2) der privaten Objekte werden vermietet, etwa zu gleichen Teilen als reine Wohnhäuser bzw. Wohn- und Geschäftshäuser.

Der Kategorie der öffentlichen Eigentümer sind Wohnungsgesellschaften, Städte und Gemeinden, Stiftungen oder Institutionen zugeordnet, die ihre Objekte zu 44% als Wohnhäuser mit Geschäftsräumen in der Erdgeschosszone vermieten (braune Scheiben in Grafik 3) und zu 56% als reine Büroräume nutzen oder teilweise der Öffentlichkeit zugänglich machen, z.B. für Ausstellungen, Veranstaltungsräume, etc. (blaue Scheiben in Grafik 3).

Mehr als drei Viertel der untersuchten Häuser waren in Sichtfachwerk ausgeführt. Von den nicht fachwerksichtigen Objekten (83% privater und 17% öffentlicher Bauherr) war die Hälfte verputzt und die andere Hälfte jeweils zu einem Drittel mit einer nachträglichen Bekleidung aus Heraklithplatten, Schiefer oder Holz versehen.

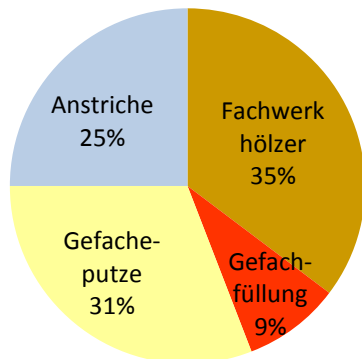
Sämtliche von außen vollständig verputzten Fachwerkhäuser sind vermietete Objekte in Privatbesitz, von denen zwei Drittel umfangreiche Schäden aufwiesen. Bestimmende Schadensbilder waren der Befall der tragenden

Fachwerkkonstruktion mit holzzerstörenden Pilzen, partiell auch mit dem Echten Hausschwamm sowie Schimmel in der Dämmebene. Neben der üblichen Innendämmung in Trockenbauweise, wurden zusätzlich Bauschaum als Fugenfüller bzw. sperrende Außenputze verwendet. Zusätzlich schadensfördernd bei einem Objekt war der längere Leerstand und die damit verbundene Vernachlässigung der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten.

Bei einem Objekt mit der Schieferbekleidung konnten keine Schäden an der dahinter liegenden Fachwerkebene festgestellt werden, dafür gab es hier große Probleme mit dem stark durchfeuchteten Sockel- und Erdgeschossmauerwerk aus Naturstein. Ebenfalls schadlos war das Fachwerkgefüge hinter der Holzbekleidung – diese wiederum wies Risse und Abplatzungen des Farbanstrichs in den vor Witterungseinflüssen ungeschützten Bereichen und in der Spritzwasserzone sowie Unregelmäßigkeiten im Farbton bzw. der Farbintensität auf.

Die äußere Bekleidung eines Objektes mit Heraklithplatten und anschließendem Verputz offenbarte an allen Fenster- und Sockelanschlüssen sowie an den Innen- und Außenecken durchlaufende Risse, die auf unprofessionelle handwerkliche Arbeit zurückzuführen und durch Spannungen im Gefüge ausgelöst wurden (siehe auch Abschnitt 5.2: Mechanische Bedingungen bzw. Einflüsse im Fachwerkbau)

Verteilung der Schäden an den Sichtfachwerkfassaden



Grafik 4 Prozentuale Aufteilung der dokumentierten Schäden am Sichtfachwerk – ohne Sockel, Fenster, Dächer und Anbauten (B. Stöckicht, DFWZ)

Die meisten Schäden an den fachwerksichtigen Bauten waren an der Außenfassade selbst und zwar ohne Einbeziehung der Sockelbereiche, Fenster, Dächer und Anbauten feststellbar. Diese 70 dokumentierten Schäden verteilen sich auf 18 davon betroffene Objekte, wobei das Schadenspotenzial an den Fachwerkhölzern mit 35% am höchsten liegt, dicht gefolgt von Schäden an den Gefacheputzen mit 31% und an den Anstrichen mit 25%. Die Gefachfüllung selbst war zu 9% beeinträchtigt.

Als häufigstes Schadensbild an den Fachwerkhölzern konnte zu über 70% der partielle Befall durch tierische Schädlinge, holzerstörende Pilze bzw. Moderfäule ermittelt werden. Aufgrund der ungünstigen Materialeigenschaften (siehe Abschnitt 5.1: Produktspezifische Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigten) sind die in der Regel eingesetzten Dispersionsanstriche sowohl auf den Hölzern als auch auf den Ausfachungen oft großflächig versprödet, gerissen und in der Folge abgeplatzt, so dass Feuchtigkeit bis tief in das Gefüge eindringen konnte.

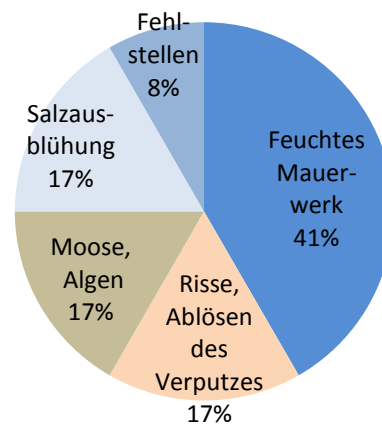
Die Beeinträchtigungen der Gefachfüllungen erwiesen sich durchgehend als Folge lang anhaltender Durchfeuchtung des Ausfachungsmaterials und der angrenzenden Hölzer und daraus resultierender materialspezifischer Spannungen bzw. Ausdehnungskräfte. Das inhomogene Ausdehnungsverhalten der unterschiedlichen Materialien, die meist unfachmännische Ausbildung der Putzanschlüsse an die Holzbauteile und die Zusammensetzung des Putzes waren zu über 90% Auslöser für Risse in der Putzebene und für unkontrollierte Flankenabrisse an der Fuge Holz-Gefach. (siehe Abschnitt

5.2: Mechanische Bedingungen bzw. Einflüsse im Fachwerkbau)

Bei einem Objekt waren Teilbereiche des Verputzes aufgrund einer defekten Dachentwässerung und angesichts der lagebedingten Verschattung und somit eingeschränkten Abtrocknung längere Zeit durchfeuchtet. Hier bildeten sich Algen und Moose, die bislang nur einen optischen Mangel darstellen.

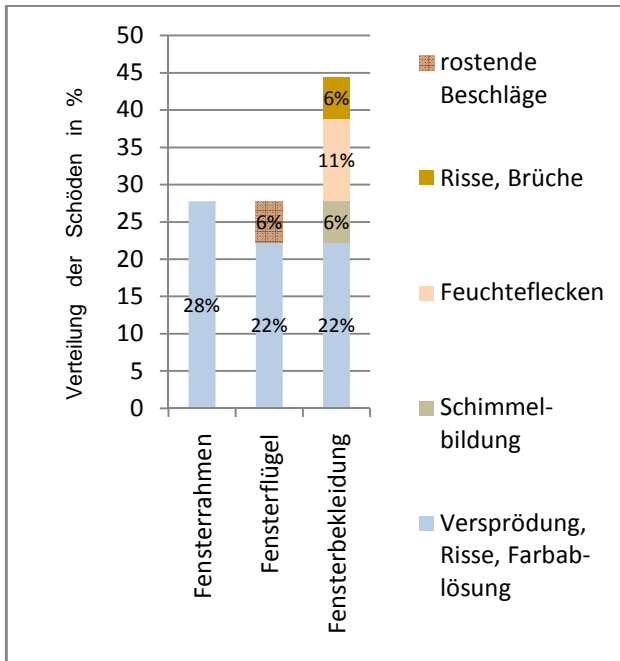
Bei gut $\frac{1}{5}$ der Fachwerkhäuser zeigten sich von außen Schäden am Sockelmauerwerk, welches zu 90% aus Naturstein bestand. (siehe Grafik 5) Größtes Problem war hier die von mehreren Seiten angreifende Feuchtigkeit⁴⁴. Die Schäden äußerten sich hauptsächlich durch feuchtes Mauerwerk. Eine hohe Kontamination mit bauschädlichen Salzen in Verbindung mit Feuchtigkeitsaufnahme, zunehmender Umweltverschmutzung sowie Schadstoffbelastungen der Luft äußerte sich bei 17% der Schadensfälle durch Salzausblühungen und Steinabsprengungen. Beeinflusst durch starke Verschattung und Begrünung in der näheren Umgebung, wodurch eine Abtrocknung des feuchten Mauerwerkes nachhaltig behindert wurde, waren weitere 17% der Sockelmauerwerke durch Algen und Moose bewachsen. Gleich hoch war das Schadenspotenzial bei nachträglich verputzten Sockeln. Der in allen Fällen verwendete zementhaltige Putz ist aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung nicht nur fest und starr, sondern wirkt zusätzlich trocknungsblockierend. Spannungsrisse

Verteilung der Schäden an Sockeln aus Natursteinmauerwerk



Grafik 5 Prozentuale Verteilung der Schäden an Natursteinsockeln (B. Stöckicht, DFWZ)

⁴⁴ z.B. aufsteigende Feuchte, Spritzwasser, Kondensat, Feuchteinschluss im Mauerwerk durch die Abdichtung von außen in Form von nachträglich aufgetragenen Zementputzen und bei etwa $\frac{1}{2}$ dieser Objekte auch die Abdichtung der Unterkellerung von innen durch zementhaltige Putze, hygroskopische Feuchte



Grafik 6 Prozentuale Verteilung der Schäden an Fenstern (B. Stöckicht, DFWZ)

und das Abplatzen der Putze waren die Folge. Bei wenigen Objekten waren durch unterlassene Instandhaltungsarbeiten Fehlstellen im Sockelmauerwerk nicht geschlossen worden, so dass diese sich weiter vergrößern und einerseits zu noch höherem Regen- und Spritzwassereintrag, andererseits aber auch zu statischen Problemen führen.

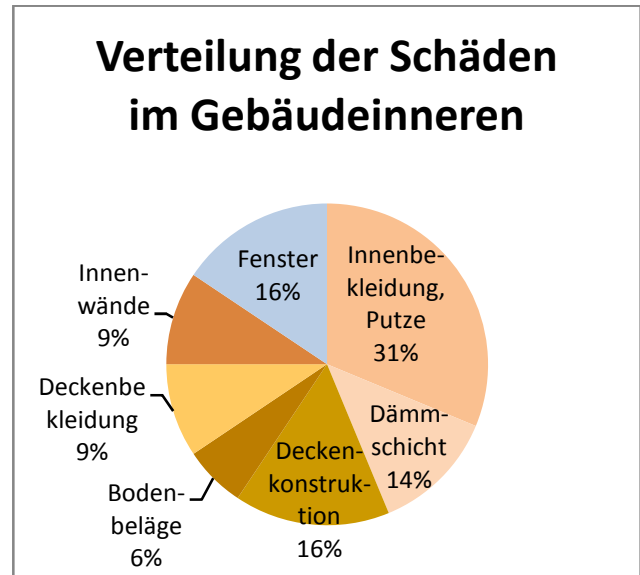
Bei einem Drittel der untersuchten Häuser konnten äußere Schäden an Fenstern aufgenommen werden, die sich fast hälftig an der Fensterbekleidung konzentrierten sowie zu jeweils knapp einem Viertel den Fensterrahmen und die Fensterflügel betrafen. (siehe Grafik 6) Bei fast $\frac{3}{4}$ der geschädigten Fenster war ein ungünstiges Farbsystem ausschlaggebend für die Versprödung, Rissbildung und letztlich das Abplatzen der Farbbeschichtung. Dadurch hat sich in den Hölzern eine zu hohe Feuchtebelastung eingestellt, die in Extremfällen Schimmelbildung an den Bekleidungen sowie (schon unter der Farbbeschichtung) rostende Fensterbeschläge bewirkte. Die Risse bzw. Brüche an den Fensterbekleidungen sind auf rein handwerklichen Pfusch zurückzuführen - anstatt Vollholz wurden Tischlerplatten als Baustoff eingesetzt.

Eine unerwartet geringe Schadenshäufigkeit von unter 15% stellten wir für Dachbereiche fest, wobei sich die Schäden zu gleichen Teilen auf eine defekte Dachentwässerung, auf Unregelmäßigkeiten in der Dacheindeckung (nicht feststehende bzw. verschobene Dachziegel), Algen- und Moosbildung auf der Ziegeleindeckung und auf Feuchteschäden bzw. beginnende Pilzbildung an den Sparrenfußpunkten verteilten.

Bei lediglich 10% der Fachwerkhäuser wurden im Rahmen der letzten Sanierung zusätzliche Anbauten, nämlich Balkonanlagen ausgeführt, welche allesamt sowohl Risse und Verdrehungen an den verwendeten Hölzern aufzeigen, als auch starke Schäden durch eine unzureichende Abdichtung und ungeeignete Materialwahl der Balkonbeläge offenbaren. Schadensbilder waren Algen und Moosbildung, Feuchtflecken und Pilzbefall.

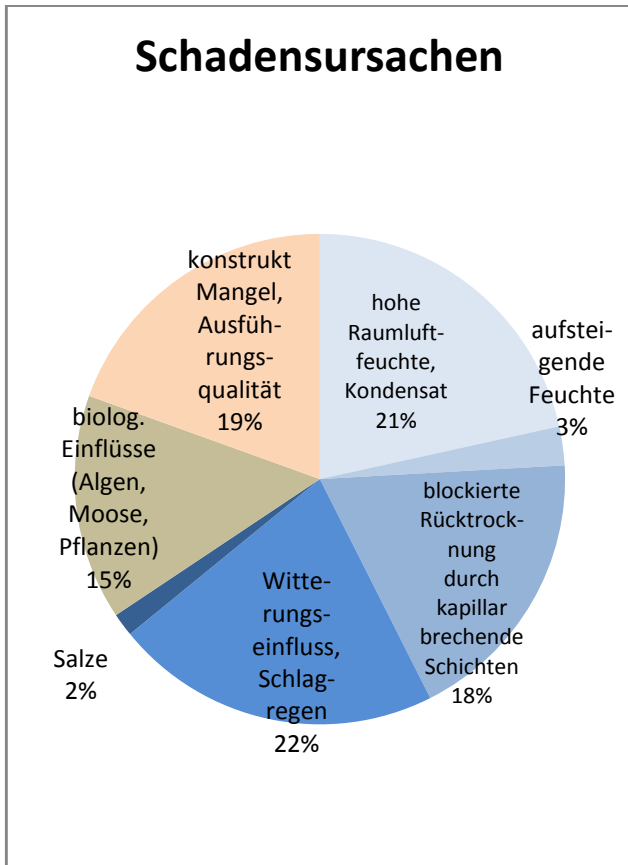
Im Gegensatz zu den offensichtlichen Schäden an der Außenhülle, konnte im Inneren der Fachwerkhäuser nur etwa ein Viertel dieser Schadensmenge festgestellt werden. Dieses Verhältnis⁴⁵ ist jedoch relativ, da bei etwa 20% der untersuchten Objekte eine zusätzliche Öffnung der inneren Wandschichten zur Kontrolle des Material- bzw. Bauzustandes aufschlussreich gewesen wäre, aber wegen der kontinuierlichen Nutzung nicht möglich war.

Trotzdem lässt sich anhand der Verteilung der Schäden ableiten, dass gravierende Schäden an den Außenwänden sich auch an deren Innenseiten widerspiegeln. (siehe Grafik 7) Zu 50% konnten abermals feuchtebedingte Schäden an Innenputzen, in der Dämmebene und an Fensterflügeln lokalisiert werden. Annähernd 10% der Innenbekleidung waren durch Risse gestört - hauptsächlich verursacht durch fehlerhafte Ausführung. Die Auswirkungen einer zu hohen Feuchtekonzentration im Wandquerschnitt verdeutlichten sich zu 50% im Befall mit Schimmelpilzen sowohl an Innenputzen, als auch am Faser- oder Verbunddämmstoff und der Gipskartonbeplankung.



Grafik 7 Prozentuale Verteilung der Schäden im Gebäudeinneren (B. Stöckicht, DFWZ)

⁴⁵ 80% Schäden Außenhülle und 20% Schäden im Gebäudeinneren



Grafik 8 Prozentuale Verteilung der Schadensursachen
(B. Stöckicht, DFWZ)

Bei 40% der geschädigten Innenbekleidungen waren unschöne Feuchtflecken und bei weiteren 10% Salzausblühung zu erkennen, welche zum partiellen Absprengen des Putzes beitragen. Bei den Fensterflügeln konnten wir Holzfeuchten von 35 bis zu 67,8 Masseprozent feststellen, die zum Rosten der Beschläge von der Holzseite her und in der Folge zum Abplatzen der Farbschichte führten. Hervorgerufen wurden diese hohen Feuchtwerte durch ein fast subtropisches Raumklima während der Bauzeit. Das Kondensat wurde nicht von den Scheiben abgewischt, sondern drang durch Haarrisse bis ins Holz ein.

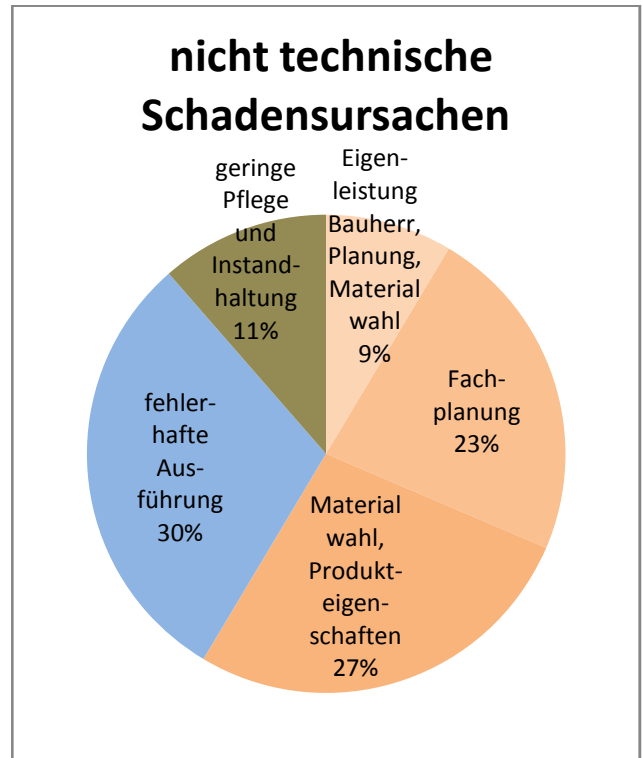
Die Schädigungen in den Deckenbereichen erstreckten sich einerseits auf die hölzernen Deckenbalken, bei denen nicht nur Feuchtflecken, sondern ausgehend von den Balkenköpfen auch Pilzbefall nachgewiesen werden konnte, so dass die Tragfähigkeit stark beeinträchtigt wurde. Andererseits waren an Deckenputzen und Fußbodenbelägen neben Feuchtflecken auch Schimmelpilze offensichtlich.

Bilanziert man alle erfassten Schäden nach Schadensursachen, kann man feststellen, dass zwei Drittel des Schadenspotenzials in übermäßiger, lang anhaltender Feuchte bzw. behindertem Abtrocknungsvermögen zu finden ist. Hinzu kommen in den Baustoffen befindliche bauschädliche Salze, die in Wechselwirkung mit der Feuchte stehen sowie die biologischen Einflüsse, wie z.B. holzerstörende Pilze, tierischer Schädlingsbefall, Algen, Moose und Pflanzenbewuchs, welche aber auch von einer für sie lebensnotwendigen Grundfeuchte abhängen. (siehe Grafik 8)

Mit fast 60 % ist der Einfluss planungsbedingter Fehleinschätzungen seitens der Bauherren oder Fachplaner und die damit verbundene Auswahl ungeeigneter Produkte und Materialkombinationen auf die Entstehung der Bauschäden als verhältnismäßig hoch zu bewerten.

Zusätzliche handwerkliche Ausführungsmängel mit einem Anteil von immerhin 30% könnten sicher mit einer nachhaltigen und in kurzen Abständen stattfindenden Baukontrolle stark reduziert werden.

Zirka $\frac{1}{10}$ der Schäden hätten mit einer regelmäßigen Pflege, Wartung und Instandhaltung der Fachwerkhäuser ebenfalls vermieden werden können.



Grafik 9 Zuordnung der Schadensursachen in nicht technischen Kategorien (B. Stöckicht, DFWZ)

5. Auswertung der Untersuchungsergebnisse – bauklimatische und technische Faktoren

Nachdem in Kapitel 4 die im Rahmen der Objektuntersuchung erfassten Schäden bauteilbezogen dargestellt und ausgewertet sind, möchten wir an dieser Stelle auf die sich daraus ergebenden bauklimatischen und bautechnischen Auswirkungen sowie produktspezifische Einflüsse eingehen.

5.1 Produktspezifische Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigten

Fragestellung:

Können Produkte mit wasserabweisenden oder abdichtenden Eigenschaften das Eindringen von Feuchtigkeit reduzieren oder gar verhindern?

Darlegung:

Mit der Einordnung in die Kategorie „produktspezifische Faktoren“ soll nicht die Qualität der eingesetzten Baustoffe bewertet werden. Diese ist normalerweise sehr gut. De facto geht es im weitesten Sinne um Kriterien und Eigenschaften der Baustoffe, die bei deren Auswahl nicht bekannt waren oder missachtet wurden.

Bereits zu Beginn der Projektbearbeitung wurde offensichtlich, dass bei der Mehrzahl der Objekte Schäden an den **Farbbeschichtungen** selbst, in der Folge aber auch an den darunter liegenden Bauteilen zu beklagen waren. Vorwiegend betroffen waren Anstriche auf den Fachwerkhölzern, an Fenstern und auf Gefa-

cheputzen, die aufgerissen und versprödet waren, Hohlräume bildeten bzw. abplatzten. (siehe Einzelauswertung 4.2.3 Schäden an Bekleidungen außen und 4.3 Schäden an Fenstern)

Schon allein die optische und haptische Wahrnehmung wies auf die Verwendung von chemisch veredelten Dispersionen hin, was sich anhand der Rechercheergebnisse bestätigen ließ.

Dispensionsfarben enthalten Kunstharz- oder Naturharz-Dispersionen als Bindemittel. Bei den Kunststoff-Dispersionen handelt es sich vorwiegend um Polymere auf Basis von Acrylatharzen, Styrol, Ethylen, Vinylacetat und Butadien. Die Grundstoffe werden in Wasser dispergiert. Als Lösungsmittel werden Glykole, Alkohole; Etheralkohole zur Verbesserung der Filmbildeigenschaften eingesetzt. Als Copolymere verwendet man Maleinsäureester, Acrylsäureester und Ethylen. Als Weichmacher werden Phthalsäureester in der Größenordnung von 2 – 3 % zugesetzt. Weitere Additive sind Celluloseether als Verdicker, Polyvinylalkohol als Stabilisator, Konservierungsstoffe und Antioxidantien.

Teilweise werden Dispensionsfarben auch als Latexfarben bezeichnet, unabhängig davon, ob die Produkte auf der Basis von Syntheselatex oder Naturlatex aufgebaut sind. Als Naturharze werden Naturkautschuk und Kolophonium eingesetzt. Der Feststoffgehalt von Dispensionsfarben ist sehr hoch.⁴⁶

Zusammensetzung einer Dispersionsfarbe (innen)

Substanz	Gehalt
Wasser	25 – 40 %
Füllstoffe	20 – 30 %
Dispersion (50 %)	10 – 20 %
Pigmente	5 – 15 %
Filmbildehilfsmittel	1 – 5 %
Verlaufmittel	1 – 5 %
Netzmittel	0,1– 0,5 %
Dispergiermittel	0,1– 0,5 %
pH-Korrektur-Hilfsmittel	0,1– 0,5 %
Biozide	0,1– 0,5 %
Entschäumer	0,1– 0,5 %

Abb. 20 Zusammensetzung einer Dispersionsfarbe
(aus: Zwiemer, Ökologisches Baustoff-Lexikon, Müller Verlag GmbH, Heidelberg, S. 80)

⁴⁶ Zwiemer, G.; Ökologisches Baustoff-Lexikon; Daten, Sachzusammenhänge, Regelwerke, 1. Auflage, C.F. Müller Verlag GmbH Heidelberg 1994, S. 80 ff.

Das Lesen dieser aus vielfach chemischen Zusätzen bestehenden Farbzusammensetzung bereitet sicher jedem Denkmalschützer Unbehagen. In den Technischen Merkblättern wird z.B. bei einem für innen und außen geeigneten Kunstharzlack unter anderem neben der Bindemittelbasis (langöliges Alkydharz) auf die Pigmentbasis (lichtechte, wetterbeständige Buntpigmente), geeignete Verdüner, Schichtstärken und besondere Produkteigenschaften (wetterbeständig, lichtecht, glanzstabil, füllkräftig, hoch abrieb- und schlagfest) hingewiesen. Eine Deklaration weiterer Inhaltsstoffe sowie prozentualer Stoffanteile erfolgt nicht. Als Anwender kann man somit nicht nachvollziehen, welche Zusammensetzung die Farbe tatsächlich aufweist. Laut Farbenhersteller und Handwerksfirmen stellen ihre Farben dampfdiffusionsoffene und gleichzeitig wasserabweisende, demnach also unbedenkliche und schützende Beschichtungssysteme dar.

Sogar kunststoffhaltige Anstriche - hierzu gehören auch Silikatfarben - sind dampfdiffusionsoffen, wobei der Dampfdurchgangskoeffizient wesentlich vom Harzanteil bestimmt wird. Die Diffusionsoffenheit gilt aber vermutlich nur für den frischen Anstrich, denn die über sehr lange Zeit fortschreitende Polymerisation oder Vernetzung der Moleküle führt langfristig zu einer dampfdichten Versiegelung.⁴⁷

Inzwischen ist in der Fachwelt allerdings bekannt, dass Lacke und Kunstharze verspröden, mangelhaft elastisch sind sowie aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung nur eine eingeschränkte Haftung zum Untergrund aufbauen. In der Regel ist eine Versprödung (trockene Brüchigkeit des Films, die stellenweise zum

⁴⁷ Ziesemann: *Natürliche Farben, Anstriche und Verputze selber herstellen*, AT Verlag, Aarau, Schweiz, 1996, S. 103

Abplatzen führt) das Resultat langjährig bewitterter Alkydharzdeckanstriche bzw. Alkydharzlasuren. Stark wechselnde Temperaturen, Einfluss des UV-Lichts und Feuchtigkeit können die Alterung beschleunigen.^{48 u. 49}

Fallbeispiel 1:

Gleich drei Fachwerkhäuser sind von einem Bauherrn in der Zeit zwischen 1998 und 2000 saniert worden. Alle drei Häuser wurden prinzipiell in gleicher Art und Weise sowie mit gleichen Materialien saniert und weisen heute vergleichbare Schadensbilder auf.

Das Fachwerk besteht aus Nadelholz mit Ziegelausfachung, teilweise überputzt sowie innenseitig mit Lehm- bzw. Kalkinnenputz bekleidet. Von außen erfolgte ein Anstrich auf der Bindemittelbasis von (PVA) Polyvinylacetat⁵⁰ auf Hölzern und Ausfachung. Als nachträgliche Innendämmung wurde eine leichte Vorsatzschale bestehend aus Gipskartonplatten auf Ständerwerk mit dazwischen liegender Mineralwolle und PE-Folie als Dampfsperre eingebaut. Bereits sechs Jahre später war an einem Objekt (Abb. 22) die Zerstörung der Konstruktionshölzer durch Brautfäule und Nassfäulepilze so groß, dass ein Leerzug der Mieter erfolgte. Neben den Fäulepilzen in den Fachwerkhölzern wurden auch Fruchtkörper des Zaun- oder Tannenblättlings sowie nach Öffnung der Innenschale Schimmelpilze an der Glasfaserdämmung festgestellt.⁵¹

⁴⁸ Hantschke/Hantschke "Lacke und Farben am Bau, Erstanstrich und Werterhaltung, Eine Einführung für Maler, Architekten, Gutachter", Hirzel 1998, S. 177, 213

⁴⁹ Siehe auch WTA, Fachwerkinstandsetzung nach WTA, Band 2, Aktuelle Berichte; WTA Referat 8, Fachwerk; Fraunhofer IRB Verlag 2002, S. 213 ff.

⁵⁰ Ergebnis zur Laborprobe 1, Rathgen-Forschungslabor Berlin, 02.12.09

⁵¹ Holzschutzgutachten, 20.09.2006, S. 3 ff



Abb. 21 Der Farbanstrich über Fachwerkhölzern und Gefacheputz zeigt Blasenbildung, Risse und Abplatzungen. (DFWZ)



Abb. 22 Abplatzungen des Farbanstrichs über Fachwerkhölzern und Gefacheausmauerung, Zerstörung der Fachwerkhölzer durch Pilzbefall, hier an der Westseite des zweiten Gebäudes (privat, Holzschutzgutachter)



Abb. 23 Fruchtkörper des Zaun- oder Tannenblättlings, hier am Hahnenbalken des Giebeltriecks am zweiten Gebäude (privat, Holzschutzgutachter)



Abb. 24 Geöffneter Wandaufbau am zweiten Gebäude, deutlich erkennbar die starke Zerstörung der Schwellhölzer und aufgehenden Ständer durch Braun- und Weißfäule. Im Hintergrund ist die Glasfaserdämmschicht zu sehen. (privat, Holzschutzgutachter)

Der Gesamtaufbau der Außenwände ist mit Materialien ausgeführt worden, die eine kapillare Abtrocknung der feuchtebelasteten Konstruktion blockierten. Innenseitig wurden die Wände mit einer wasserundurchlässigen Baufolie über der Glasfaserdämmung abgedichtet. Von außen erhielt die Fassade den kunststoffhaltigen PVA-Anstrich über die gesamte Fläche. Da sich entsprechend der Laboranalyse⁵² unter dem Neuanstrich noch Leinölreste befanden, sammelten sich vermutlich die Leinölmoleküle bei starker Erwärmung als Gas unter der Beschichtung an und verursachten infolge des im Wandaufbau herrschenden Dampfdruckes Blasen, Risse und zum Farbabplatzungen.⁵³

Aufgrund der unterschiedlichen Baustoffeigenschaften, des natürlichen Verschleißes der Materialien sowie statisch und klimatisch bedingter Bewegungen im Gefüge kam es zu Rissen sowohl in der Anstrichebene als auch im Gefüge des Fachwerks (Risse in den Hölzern, Risse am Anschluss Holzkonstruktion - Gefacheausmauerung. Weiterhin waren in Teilbereichen Verformungen einzelner Fachwerkhölzer zu beobachten, wodurch größere Fugen zwischen Fachwerk und Ausfachung verursacht wurden. Somit konnte insbesondere an der Wetterseite Feuchtigkeit in Form von Schlagregen aber auch als Wasserdampf eindringen.

Zusätzlich kann das tägliche starke Temperaturgefälle bei undicht ausgeführter Innendämmung und bei Wohnnutzung üblichen hohen Konvektionsströmen feucht-warmer Raumluft den Tauwasserausfall an der raumseitigen Wandoberfläche begünstigen.⁵⁴

⁵² Ergebnis zur Laborprobe 1, Rathgen-Forschungslabor Berlin, 02.12.09

⁵³ Hein, J. T.; Fachwerkinstandsetzung nach WTA, Band 2, Aktuelle Berichte; WTA Referat 8, Fachwerk; Fraunhofer IRB Verlag 2002, S. 223

⁵⁴ Ellenberg, U. Holzschutzgutachten, 20.09.2006, S. 4 ff

Durch die beidseitig aufgebrachte, kapillar blockierende Abdichtung der Wandkonstruktion konnte die in flüssiger Form vorhandene Feuchtigkeit weder nach innen noch nach außen abtrocknen. Die permanente Feuchtebelastung der Konstruktion und das vorhandene Nährstoffangebot (z.B. Staub, Tapeten/Papier, Klebstoffe, Dämmstoffe, Holz) waren Voraussetzung für die Entstehung und Verbreitung der Fäule- und Schimmelpilze.

Fallbeispiel 2:

Ein zweigeschossiger barocker Fachwerkbau aus der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde nach mehreren früheren Umnutzungen in der Zeit zwischen 1997 bis 1999 umfassend saniert, teilweise umgebaut und modernisiert.

Nachdem schon ein Jahr später der Farbanstrich auf den Fachwerkhölzern abblätterte, wurden im selben Jahr diesbezüglich Arbeiten zur Mängelbeseitigung wie folgt ausgeführt: Nachdem der lose Farbanstrich mit einer Drahtbürste von den Fachwerkbalken entfernt wurde, erfolgte ein 2-facher Anstrich mit einem Color-Acryllack.⁵⁵ Als erneute Schadensbilder in den Folgejahren waren wiederum der Anstrich der Fachwerkhölzer sowie einiger Fenster, zusätzlich auch Schäden am Sockel- und Gefacheputz zu regulieren.⁵⁶

Bei unseren Untersuchungen konnten wir nicht nur eine großflächige Rissbildung und das Abblättern des äußeren Anstrichs bestätigen, sondern auch Feuchtflecken auf den Fachwerkhölzern feststellen. In einem von innen geöff-



Abb. 25 Rissige und abblätternde Farbbeschichtung der Fachwerkhölzer an der Obergeschossfassade. (DFWZ)



Abb. 26 Rissige und abblätternde Farbbeschichtung der Fachwerkhölzer im Erdgeschoss. (DFWZ)



Abb. 27 Feuchtflecken und beginnende Schimmelpilzbildung an der Innenseite der Fachwerkkonstruktion. (DFWZ)

⁵⁵ Ausführungsbestätigung Mängelbeseitigung des ausführenden Handwerksbetriebes Oktober 2000

⁵⁶ Bericht des Architekturbüros zur Revisionsuntersuchung, November 2005



Abb. 28 Mehrfachbeschichtung der Fachwerkhölzer (erst Farbe des Gefacheanstrichs, darauf Farbe des Holzansstrichs. (DFWZ)



Abb. 29 Feuchtflecken auf dem Schwellholz, darunter im Bild Reste des Überputzes, oben im Bild rissiger Farbansstrich in mehreren Lagen erkennbar (DFWZ)



Abb. 30 Auch in den Bereichen der Stockwerksüberstände erkennt man die Rissbildung und das Abplatzen der Farbe. (DFWZ)

neten Wandbereich waren ebenfalls Feuchtflecken am Fachwerkholz mit beginnender Schimmelpilzbildung erkennbar, was darauf hindeutet, dass es zu zeitweiligen Trocknungsblockaden kommt. Ursache hierfür sind einerseits der äußere acrylhaltige Anstrich und andererseits eine fehlende kapillar leitende Füllschicht zwischen der Außenwand und der als Innendämmung direkt auf die Wand aufgetragenen HWL-Platte. Gravierendere Schäden am Traggerüst sind vermutlich durch die nur zeitweilige Nutzung des Objektes ausgeblieben.

Fallbeispiel 3:

Ein um 1680 errichtetes und vorwiegend öffentlich genutztes Gebäude erhielt letztmalig Anfang der 1990-er Jahre einen Fassadenanstrich über die Hölzer und die Gefache, ohne vorab weitere Reparaturmaßnahmen durchzuführen.⁵⁷ Auch hier kam ein mit Kunstharzdispersionen versetztes Farbsystem zum Einsatz, welches zuerst vollständig in dem akzentuierten rötlichen Farbton gestrichen wurde. Anschließend sind augenscheinlich die Fachwerkhölzer nochmals in einem Grauton überstrichen. Die insgesamt überdimensionierte Farbschichtdicke hat Feuchteschäden am Holz hervorgerufen bzw. eventuell schon vor dem Anstrich vorhandene Schäden am Holz noch weiter verstärkt.

Prinzipiell sollte auf Fachwerkhölzern der S_d -Wert der Beschichtung (incl. Grundierung, evtl. Altanstriche und Neubeschichtung) 0,5 nicht übersteigen. Mit zunehmender Schichtdicke erhöht sich der Diffusionswiderstand (S_d -Wert).

⁵⁷ Information des Stadtbauamtes 2008

Ebenso kommt es beim Anstrich von Fenstern durch die Auswahl polymerer Kunststoffdispersionen häufig zur Rissbildung bzw. zum Abplatzen der Beschichtung.

Fallbeispiel 4:

Bei einem um 1440 errichteten und im Jahr 2000 umfassend sanierten Fachwerkhaus waren Schäden an der Farbgebung der Fenster zu bemängeln. Hier war es aufgrund des kapillar trocknungsblockierenden Farbsystems, welches nach der Restaurierung der historischen vierflügligen Holzfenster von der ausführenden Tischlerfirma aufgetragen wurde, zur Rissbildung, im weiteren Verlauf zum Ausbeulen und Abplatzen der Farbschicht gekommen. Die Feuchtflecken auf den sichtbaren Holzteilen und vor allem die Rostanhaftungen an den Beschlägen, die von innen her durch die Farbe hindurch scheinen, sind ein Indiz für einen hohen Feuchtegehalt der Rahmenhölzer. (Abb. 31 und 32) Die hohe Feuchte wurde verursacht von eindringendem Schlagregen, Tauwasseranfall und behinderter Abtrocknung durch die kunststoffdispersionsversetzte Farbe. Schadensbegünstigend war das augenscheinliche Fehlen eines Rostschutzanstrichs auf den Beschlägen, die Ausrichtung zur Wetterseite sowie eine fehlende Regentropfleiste oberhalb des Fensters.

Doch nicht nur kunststoffhaltige Anstriche auch die lange Zeit als modern und gut angesehenen Abdichtungen von Rissen in Fachwerkhölzern oder in den Anschlussfugen durch **dauerelastische Fugenmassen oder Risspasten** (auch



Abb. 31 Rissbildung in der Farbschicht war die Ursache für das Eindringen von Schlagregen; zusätzliche Kondensatbildung und die durch das dichte Farbsystem behinderte Abtrocknung führte zum Rosten der Beschläge einerseits sowie zur Blasenbildung und zum Absprengen der Beschichtung der Holzfenster andererseits. (DFWZ)



Abb. 32 Detailaufnahme des von den Beschlägen aus durchschlagenden Rostes. (DFWZ)



Abb. 33 abgerissene Silikonfuge in einem Trocknungsrisse (DFWZ QLB)



Abb. 34 Durch die Vergrößerung des Risses ist die Fugenmasse von den Flanken abgerissen. Feuchtigkeit stauete sich im Inneren des Holzes. (DFWZ QLB)



Abb. 35 Bei der Öffnung der inneren Vorsatzschale wurden die Zerstörung des Stiels und der Fußschwelle durch Pilzbefall deutlich. (DFWZ QLB)

Holzersatzstoffe) wirkten sich nach heutigem Erkenntnisstand gegenteilig aus.

Die Flanken von Silikon- oder Acrylfugen reißen infolge der Schwind- und Quellungsbewegungen des Holzes ab, so dass Feuchtigkeit in die Konstruktion eindringen kann. An Stellen, wo die Fugen noch abgedichtet sind, wird zumindest die Rücktrocknung stark behindert.⁵⁸

Fallbeispiel 5:

In Abb. 34 ist die Ecksituation eines Fachwerkbauwerks mit vom Schwellholz aufgehendem Ständer dargestellt. Alle Holzbauteile sind mit einer auf Basis von (PVA) Polyvinylacetat hergestellten Kunststoffdispersionsfarbe⁵⁹ gestrichen, die Fugen zwischen Fachwerk und Ausfachung, zwischen Schwellholz und Ständer, aber auch die Risse im Holz wurden mit einer dauerelastischen Fugenmasse geschlossen, welche partiell wieder aufgerissen ist. Anhand von Feuchtestellen und nach einer Klopfprobe vermutete der Holzschutzgutachter, dass die Fachwerkhölzer durch gestaute Feuchtigkeit innenseitig stärker geschädigt sein könnten. Nach dem Öffnen der inneren Vorsatzschale, bestehend aus einer Mineralwolldämmung mit Aluminiumkaschierung zwischen Holzständerwerk und mit Gipskarton beplankt, bestätigte sich der erste Verdacht. Sowohl die Fußschwelle als auch der Eckständer waren von innen stark durch Pilzbefall zerstört. (Abb. 35) Begünstigt wurde der Schadensverlauf durch die trocknungsblockierende äußere Farbbeschichtung und die Auswahl des Innendämmsystems, welches ebenfalls nicht kapillaraktiv ist.

⁵⁸ WTA-Merkblatt 8-3-99/D weist deutlich darauf hin, keine Dicht- und Spachtelmassen zu verwenden.

⁵⁹ Ergebnis zur Laborprobe 2, Rathgen-Forschungslabor Berlin, 02.12.09

Entsprechend des WTA-Merkblattes 8-3-99/D sind kleinere Fehlstellen im Holz und breite Risse auszufräsen und mit artgleichem, trockenem Holz auszuspänen. Beim Ausspänen der Risse ist darauf zu achten, dass die Keilform der Leisten möglichst spitz zuläuft, um ein tiefes Ausspänen und eine hohe Flankenhaftung zu gewährleisten. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Faserrichtung der Keile mit der Faserrichtung der Fachwerkhölzer übereinstimmt. Schmalere, waagrecht verlaufende Risse können alternativ auch mit einem knetbaren Gemisch aus Lehm und Leinöl verstrichen werden.

Aufgrund der materialspezifischen Eigenschaften ist die Gefahr eines Feuchtestaus auch beim Einsatz von Kunstharz gebundenen Spachtelmassen gegeben, da sowohl die Kapillarleitung als auch das Diffusionsverhalten in erheblichem Maße eingeschränkt werden.

Bei dem in Abb. 36 dargestellten Objekt entstanden aufgrund konstruktiver Mängel Feuchteschäden im Bereich der hölzernen Fensterbretter und der Brüstungsleiste, die sich im angrenzenden Ständer fortsetzten. Über die gesamte Fensterhöhe waren im Anschlussbereich zum Ständer ebenfalls Holzschäden zu erfassen, die mit der Spachtelmasse überdeckt wurden. Mit einem Fortschreiten des Schadens kann gerechnet werden, da ein weiterer Feuchtezutritt durch das Hinterlaufen von Regenwasser sehr wahrscheinlich ist. Die wasserundurchlässige Spachtelmasse selbst verhindert wiederum die kapillare Rücktrocknung.



Abb. 36 Trocknungsblockierende Spachtelmasse als Fugenfüllstoff verursacht bzw. fördert Feuchteschäden an den angrenzenden Hölzern. (DFWZ QLB)



Abb. 37 Feuchteschäden im Brüstungsbereich konstruktiv bedingt, durch Spachtelmasse verstärkt (DFWZ QLB)



Abb. 38 ungeschützte Fugenabdichtung mit Korkfüllmasse als vorerst optischer Mangel (DFWZ QLB)



Abb. 39 Bauschaum als Fugenfüllmasse zwischen Ausfachtung und Fachwerk sowie zwischen den Konstruktionshölzern. (DFWZ QLB)



Abb. 40 Durch Hausschwamm massiv geschädigter Fachwerkständer, mit verursacht durch die Verwendung von Bauschaum in den Anschlussfugen (DFWZ)



Abb. 41 Acrylhaltige Dichtmasse als provisorischer Verschluss breiter Risse in der Außenbekleidung eines Fachwerkhauses. (DFWZ QLB)

Auch laut WTA-Merkblatt 8-3-99/D dürfen Holzersatz und Spachtelmassen, die in ihrem Feuchtehaushalt nicht dem vorhandenen Holz angepasst sind, keineswegs eingesetzt werden.

Bei der Verwendung von Korkfüllmasse zum Ausstopfen von Anschlussfugen zwischen Fachwerkhölzern und Fenstern bzw. angrenzenden Bauteilen aus Holz, Stein, Mauerwerk etc. ist unbedingt darauf zu achten, dass nach dem Glätten der Masse entweder einen schützender Deckanstrich oder besser eine Deckleiste vorzusehen ist.⁶⁰ Bei drei der untersuchten Bauten gab es Probleme in Bezug auf die Wetterfestigkeit der Masse, die sich vorerst als optischer Mangel darstellte. Um Verwitterungserscheinungen in Form von Zersetzung und Abbröseln der getrockneten Masse und nachfolgenden Schäden durch das Eindringen von Schlagregen vorzubeugen, ist es dringend erforderlich, die Verarbeitungsvorschriften einzuhalten.

Mitunter werden Fugenmassen wie Bauschaum, Acryl oder Silikon falsch angewendet. Diese für den Innenausbau gedachten Abdichtungsmassen fanden zum Beispiel Einsatz als Fugendichtmasse zwischen Ausfachtung und Fachwerkholz (Abb. 39), zwischen den Konstruktionshölzern (Abb. 40) oder wie in Abb. 41 dargestellt als Fugenverschluss bei Rissen in der Außenbekleidung eines Fachwerkhauses.

⁶⁰ AURO Pflanzenchemie AG, Braunschweig, Technisches Merkblatt Auro Kork-Füllmasse Nr. 396, Stand: 01.11.2002, überarbeitete Version

Eine ursprünglich geplante Abdichtung gegen Spritzwasser von aufgehenden Sockelmauerwerken mit Hilfe von **Zementputzen** hat sich bei etwa 50% der betroffenen Objekte schadensfördernd ausgewirkt. Die materialspezifischen Eigenschaften von Zementputzen begünstigten in Kombination mit konstruktiv bedingten Ausführungsmängeln eine hohe Auffeuchtung des Mauerwerkes und der darüber liegenden Schwelle.

Zement als hydraulisches Bindemittel erhärtet unter Wasseraufnahme an der Luft steinartig und ist danach wasserbeständig⁶¹, also nicht in der Lage Flüssigkeiten kapillar abzuleiten.

Bei etwa einem Viertel der untersuchten Objekte wurde im Rahmen der letzten Sanierungsmaßnahme der Natursteinsockel mit einem zementhaltigen Außenputz, bei Unterkellerung auch mit einem zementhaltigen Innenputz bekleidet. Da die Abtrocknung der im Mauerwerk aufsteigenden Feuchte sowie die durch Risse in der Putzschicht eingedrungenen Feuchte stark behindert war, erhöhte sich in der Folge der Feuchtepegel im Mauerwerk derart, dass auch eine starke Auffeuchtung der (nicht zusätzlich durch eine Horizontalsperre gesicherten) Fußschwelle zu verzeichnen war.

⁶¹ Zwiener, G.; *Ökologisches Baustoff-Lexikon; Daten, Sachzusammenhänge, Regelwerke*, 1. Auflage, C.F. Müller Verlag GmbH Heidelberg 1994, S. 351 ff.



Abb. 42 Der nachträgliche Zementverputz löst sich großflächig vom Sandsteinsockel und führte zu Pilzbefall an der aufliegenden Schwelle. Ein Stechbeitel lässt sich mühelos in das Holz schieben. (DFWZ)



Abb. 43 Die im Schwellholz gemessene Holzfeuchte betrug 55 Masseprozent und deutet auf einen schon längere Zeit anhaltenden Feuchtestau, begünstigt durch den trocknungsblockierenden Farbanstrich. (DFWZ)



Abb. 44 Die Fußschwelle ist aufgrund langanhaltender Feuchtebelastung infolge aufsteigender Feuchte und trocknungsblockierender Farbbeschichtung durch Pilzbefall stark geschädigt. (DFWZ)

Fallbeispiel 6:

In einem Ende des 16. Jahrhunderts errichteten Gebäudekomplex fand die letzte größere Instandhaltungsmaßnahme im Jahr 1999 statt. Unter anderem erfolgten eine Reparatur des Natursteinsockels und der Neuanstrich der Fassade mit einer Kunstharz-Dispersionsfarbe auf den Holzbauteilen und einer Silikonharzfarbe auf dem Gefacheputz.⁶²

Der Sockelbereich ist aufgrund des gepflasterten Gehweges stark spritzwasserbelastet. Bei der Untersuchung des Objektes konnten wir feststellen, dass sich der Putz großflächig vom Sandsteinsockel abgelöst hat. Das Mauerwerk selbst war stark durchfeuchtet und verfügte augenscheinlich über keine Horizontalsperre zum aufliegenden Schwellholz. Somit konnte die Schwelle ebenfalls übermäßig durchfeuchtet werden. Die Holzfeuchtemessung an den durch Pilzbefall geschädigten Schwellhölzern ergaben Werte von bis zu 55 Masseprozent. (Abb. 43) Schadensbegünstigend hat sich wiederum der dichte Farbanstrich auf dem Holz ausgewirkt.

Fallbeispiel 7:

Ein weiterer, um 1770 errichteter 2-geschossiger Fachwerkkomplex, erfuhr 1980 die letzte große Nutzungsänderung. In den Folgejahren wurden abschnittsweise Reparaturarbeiten, so u.a. am Sockelverputz veranlasst.

Aufgrund des Auftretens von Hausschwamm ist im Juni 2006 der Gebäudekomplex holzschutztechnisch untersucht und ein zusammenfassendes Gutachten erstellt worden. Darin wird festgestellt, dass die Schwellhölzer sind in der

⁶² *Denkmalrechtliche Genehmigung auf Grundlage eines vorliegenden Angebotes einer Maurerfirma, 1999*

Vergangenheit rundum fast vollständig saniert worden sind, wobei sie häufig aus zwei übereinanderliegenden Holzschichten bestehen. Mit dem nachträglichen Verputz der Natursteinsockel wurden auch die Schwellhölzer vielfach mit angeputzt.⁶³ Zusätzlich erfolgte ein Anstrich der Fachwerkhölzer mit einer abdichtenden Kunststoff-Dispensionsfarbe auf der Basis von Polyvinylacetat.⁶⁴ Der Pilzbefall konzentriert sich hauptsächlich auf das Innere der Schwellen, was auf aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Sockelmauerwerk hindeutet.⁶⁵

Begünstigt durch fehlende bzw. schadhafte Horizontal- bzw. Vertikalsperren, durch den von außen nachträglich aufgebracht, zementhaltigen Sockelverputz werden die Natursteinmauerwerke durch aufsteigende, drückende, aber auch hygroskopische Feuchte und Tauwasserausfall angegriffen, in dessen Folge nicht nur Risse und Hohlräume unter der Putzlage entstanden sind, sondern auch Putzabplatzungen an den Massivwänden und am Sandsteinsockel erfolgten. Verstärkt wird dieser Zustand durch den im Rahmen mehrerer Reparaturmaßnahmen innenseitig aufgetragenen, absperrenden Putz im Keller. Hier haben sich zudem Schimmelpilze verbreitet.⁶⁶

Fallbeispiel 8:

Ein zweigeschossiges Fachwerkgebäude mit Zwischengeschoss von ca. 1700, welches um 1800 im klassizistischen Stil modernisiert und in diesem Zusammenhang mit einem Außenputz bekleidet wurde, ist nach mehreren weiteren Umbauten bzw. Umnutzungen letztmalig im Jahr 1996 saniert worden.



Abb. 45 Pilzbefall eines Schwellholzes, welches mit dem nachträglichen Verputz des Sockels mit angeputzt wurde. (DFWZ)



Abb. 46 Bei dem nachträglich mit einem Zementputz versehenen Sockelmauerwerk aus Naturstein löst sich die Putzschale großflächig. Das darunter liegende Natursteinmauerwerk ist durchfeuchtet und in seiner Festigkeit geschwächt. Aufsteigende Feuchte verursacht die Durchfeuchtung - ein dichter Farbauftrag begünstigt den Feuchtestau der Schwellhölzer (DFWZ)

⁶³ Holzschutzgutachten, 30.06.2006, Pkt. 2.2, S. 4-6

⁶⁴ Ergebnis zur Laborprobe 2, Rathgen-Forschungslabor Berlin, 02.12.09

⁶⁵ Holzschutzgutachten, 30.06.2006, Pkt. 2.2., S. 5

⁶⁶ Holzschutzgutachten, 30.06.2006, Pkt. 2.3.2., S. 16



Abb. 47 Der Zementputz löst sich scheibenförmig von den Sandsteinen ab. Durch eine schadhafte Dachentwässerung wurde der Feuchteintrag zusätzlich forciert, so dass sich im Schwellholz und im aufgehenden Ständer holzerstörende Pilze ausbreiten konnten. Die Sandsteine sind mit Algen und Moosen bewachsen. (DFWZ)



Abb. 48 Auch die Mörtelfugen des Sandsteinmauerwerks wurden heraus gespült. (DFWZ)



Abb. 49 Zerstörte Fachwerkhölzer und gestörtes Sockelmauerwerk vom Innenraum aus betrachtet - nach Abnahme der innenseitigen Verbretterung. (DFWZ)

Zu welchem Zeitpunkt genau der Sandsteinsockel mit einem nachträglichen Zementverputz versehen wurde, ließ sich nicht eindeutig nachvollziehen.

Bei der Schadensaufnahme im Jahr 2007 konnte dokumentiert werden, dass sich die Zementputzschale, welche ohne Witterungsschutz und ohne Ablaufkante davorgestellt wurde (Abb. 47), in größeren Scheiben ablöst und somit das ohnehin feuchtebelastete Mauerwerk durch jetzt verstärkt eindringendes Niederschlags- und Spritzwasser noch weiter aufweicht. Die Mörtelfugen waren teilweise so weit ausgewaschen, dass man bis ins Innere des Hauses hindurch blicken konnte. Zusätzlich hatten sich besonders im Bereich der schadhaften Fallrohre Algen und Moose auf den Sandsteinen angesiedelt. Die Feuchtebelastung des Sandsteinsockels und der außen ebenfalls geschädigte Fassadenputz bewirkten in der Folge eine lang anhaltende Feuchtebelastung des ca. 70 cm über dem Erdgeschossfußboden liegenden Schwellholzes.

Die Holzschädigung des Eckständers war bereits so weit fortgeschritten, dass die Tragfähigkeit massiv beeinträchtigt war und eine Notsicherung veranlasst werden musste. Eine raumseitige Vorsatzschale aus Holzständerwerk mit Luftzwischenraum und Verbretterung behinderte zusätzlich eine mögliche Abtrocknung nach innen.

Das gravierende Ausmaß der Schäden hätte verhindert werden können, wenn eine regelmäßige Wartung und Instandhaltung durch den Eigentümer vorgenommen worden wäre. Dies wurde etwa 6 Jahre lang versäumt.

Fazit:

Die tatsächliche Zusammensetzung von Produkten besitzt einen erheblichen Einfluss sowohl auf rein physikalische Vorgänge innerhalb einzelner Bauteile, wie z.B. das Wassertransportverhalten (Kapillartransporte), die Zersetzung bzw. der Festigkeitsverlust von Materialien wie Naturstein und Holz unter Feuchtebelastung als auch auf chemische Prozesse und die bauklimatische Gesamtbilanz eines Hauses oder eines Wohnbereiches.

Eine alleinige Diffusionsoffenheit der Beschichtungen, die auch bei Einhaltung der von den Herstellern empfohlenen Schichtdicke für Kunstharz-Dispersionen, Silikon- oder Acrylfarben gewährleistet ist, garantiert in der Praxis allerdings nicht die Schadensfreiheit des Holzuntergrundes.

Wasserdampf kann zwar in die Konstruktion eindringen, die notwendige Kapillartrocknung beim Vorhandensein von Feuchtigkeit in flüssiger Form wird aber durch die wasserabweisenden Eigenschaften des Films behindert. Das bedeutet, wenn Wasser innerhalb einer Konstruktion auftritt, wandeln sich die ursprünglich positiv gedachten wasserabweisenden Produkteigenschaften (bei von außen anfallendem Wasser) ins Negative um (bei von innen anstehendem Wasser) – zumal laut Auswertung der WTA-Arbeitsgruppe langjährige Untersuchungen gezeigt haben, dass der Wassereintrag bei Fachwerkkonstruktionen zum überwiegenden Teil über Fugen im konstruktiven Gerüst sowie über Kondensatbildung im Inneren der Konstruktion erfolgt.⁶⁷

⁶⁷ WTA-Merkblätter 8–7-98/D, Fraunhofer IRB Verlag 2002

In mehr als einem Drittel der Schadensfälle erwiesen sich bei den unterschiedlichen Bauten die für wasserabweisende Zwecke ausgewählten Produkte aufgrund ihrer Eigenschaften als schadensfördernd. (siehe auch Kapitel 4.8 Bilanzierung der Schadensbilder)

Zusammenfassend kann man folgende Hauptgründe benennen. Der erste Grund ist die auf längere Zeit nicht zu haltende Baustoffgüte selbst. Insbesondere bei chemisch vergüteten Farben und Putzen ist aufgrund von Alterungsprozessen und Witterungseinflüssen ein deutlicher Qualitätsverlust zu finden. Eine anfängliche Dampfdiffusionsoffenheit dieser Produkte wandelt sich im Laufe der Zeit zu einer Dampfdichtheit um, so dass die Atmungsaktivität nicht mehr gewährleistet ist.⁶⁸

Befinden sich unter dem Neuanstrich mit modernen Farben noch Leinölreste, ist es möglich, dass diese Leinölmoleküle bei starker Erwärmung mobil werden und sich als Gas unter der Beschichtung ansammeln. So kann es aufgrund des im Wandaufbau herrschenden Dampfdruckes zu Blasen, Rissen und zum Ablättern der Farbe kommen.⁶⁹

Die zweite Ursache liegt darin begründet, dass die Notwendigkeit der Rücktrocknung durch kapillare Feuchteableitung unterschätzt wird. In unzähligen Beratungsgesprächen mit Bauherrn stellte sich heraus, dass sie nicht bedacht hatten, dass flüssiges Wasser nicht ausdiffundieren kann.

⁶⁸ Ziesemann: *Natürliche Farben, Anstriche und Verputze selber herstellen*, AT Verlag, Aarau, Schweiz, 1996, S. 103

⁶⁹ Hein, J. T.; *Fachwerkinstandsetzung nach WTA, Band 2, Aktuelle Berichte; WTA Referat 8, Fachwerk; Fraunhofer IRB Verlag 2002, S. 223*

Das durch Fugen in der Konstruktion und durch alterungs- und abbindungsbedingt gerissene Farbschichten eindringende Regenwasser sowie die bei nächtlicher Luftabkühlung in kalten Fassadenflächen abkondensierende Luftfeuchte bewirken eine Feuchteanreicherung des Untergrundes. Die wasserabweisend ausgerüsteten Fassadenbeschichtungen, lassen also erst Kondensat oder flüssiges Wasser, welches sich im Untergrund verteilt, hinein und behindern dann die notwendige Kapillartrocknung.

Zusätzlich verunsichernd wirken die Technischen Merkblätter, die auf solche Faktoren wie prozentuale Zusammensetzung der produktspezifischen Stoffanteile, alterungsbedingte Qualitätsveränderungen oder objekttypische Besonderheiten, wie z.B. Bewegungen im Gefüge oder Untergrundbeschaffenheit, die zum Aufreißen der Beschichtung führen können, nicht eingehen.

Eine sinnvolle Alternative zu den modernen, sehr inhaltsstoffreichen Produkten bieten traditionelle, naturbasierte Rezepturen. Sie ergeben ebenso haltbare Resultate oder sind sogar langlebiger als viele chemisch veredelte Farbsysteme. Holzschutzlasuren aus pflanzlichen Ölen, zum Teil auch Naturharzen, mit Naturfarben (Pigmenten) versetzt, sind frei von chemischen Lösungs- oder Bindemitteln⁷⁰ und besitzen aufgrund der geringen Molekülgröße⁷¹ ein gutes Eindringvermögen und eine hohe Witterungsbeständigkeit. Der Anstrichfilm bleibt diffusionsoffen, flexibel und neigt nicht zum Abblättern.

⁷⁰ *Herstellereadressen können im ökologischen Fachhandel, bei Verbraucherzentralen oder über das Deutsche Fachwerkzentrum Quedlinburg erfragt werden.*

⁷¹ *Leinölmoleküle sind auch nach dem Trocknen im Schnitt fast fünfzigmal kleiner als Kunststoff-Polymerisate, Ziesemann: Natürliche Farben, Anstriche und Verputze selber herstellen, AT Verlag, Aarau, Schweiz, 1996, S. 103*

Die in den natürlichen Farbmischungen enthaltenen pflanzlichen Öle nehmen bei der Trocknung Sauerstoff auf und vernetzen dadurch zu einem elastischen Film. Durch die oxidative Trocknung der Öle und durch Zusatz von UV-beständigen Naturpigmenten kann eine besonders dünn-schichtige und wirtschaftliche Auftragsweise erzielt werden.⁷² Anstriche mit Leinölfarben sollten vorzugsweise von erfahrenen Fachfirmen ausgeführt werden, da handwerklich präzises Arbeiten die Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit der Beschichtung bildet. Da zu viele Leinöl- oder Standölschichten einen dichten Film bilden, der die Wasserdampfdurchlässigkeit des Holzes zu stark behindern kann, ist als wichtigste Grundregel zu beachten, dass die Anstriche in ihrer Fettigkeit von unten nach oben zunehmen.

Ebenfalls trockenungsblockierend hat sich der nachträgliche Verputz von Sockel- oder Kellerbereichen mit wasserdichten, zementhaltigen Putzen erwiesen. Sicher wird bei richtiger Ausführung das Eindringen von Regen- und Spritzwasser über die Fläche reduziert, gleichzeitig aber auch das kapillare Abtrocknen von aufsteigender, durch Fugen eingedrungener und über Kondensationsvorgänge ausfallender Feuchtigkeit unterbunden.

Als Gegenvorschlag könnte beispielsweise ein kalkgetünchter Luftkalkputz eingesetzt werden, der auch oft von den Denkmalbehörden bevorzugt wird. Wasser in der Flüssigphase trocknet in diesem Fall ungehindert nach außen ab. Luftkalkputz in reiner Form besitzt keine treibmineral-, ausblüh- und rissfördernden Schad-

⁷² *Zusammenfassung und Abgleich der Inhaltsstoffe von verschiedenen Naturfarbenherstellern*

salze wie Zement, Trass oder Hydraulkalk. Richtig verarbeitet und in frostfreier Periode abgebunden, bietet die Luftkalktechnik für historisches Mauerwerk die schonendste Lösung.

Da Wasser und Salzlösung aus dem Untergrund in Kalkmörtel ungehindert eindringen, ist er auch als Opferputz effektiv einsetzbar, der nach einer kurzen Zeit ersetzt werden muss.

5.2. Mechanische (statische) Bedingungen bzw. Einflüsse im Fachwerkbau

Fragestellung:

Welche Effekte können sich aufgrund der bautechnischen Besonderheiten nach einer Fachwerksanierung offenbaren?

Darlegung:

Da im Fachwerkbau sehr unterschiedliche Materialien wie Holz und Lehm oder Mauerziegel mit und ohne Verputz miteinander verbunden werden müssen und die tragende Konstruktion – das Fachwerkgefüge aus Holz - ständigen, mitunter erheblichen Veränderungen⁷³ unterliegt, stellt diese Bauweise etwas Besonderes dar. Der inhomogene Aufbau der Außenwand, deren unterschiedliche Materialien auch ein jeweils abweichendes wärmetechnisches⁷⁴ und feuchtetechnisches⁷⁵ Verhalten aufweisen, ist Ausgangspunkt etlicher bautechnischer und bauphysikalischer Probleme. So kommt es infolge unterschiedlicher Ausdehnungen von Holz

⁷³ *Bedingt durch Umwelteinflüsse, Eigenfeuchte, statische Belastung, Schwinden und Quellen des Holzes*

⁷⁴ *Wärmeleitfähigkeit, Wärmespeicherfähigkeit*

⁷⁵ *Diffusionsfähigkeit, Kapillarität, Quellvermögen*



Abb. 50 Ausführungsbeispiel Anschluss Fachwerk-Gefachausmauerung (DFWZ)



Abb. 51 Das Schließen der Gefache erfolgte mit großformatigen YTONG-Steinen, geklebt, ohne Dreikantleiste (DFWZ)

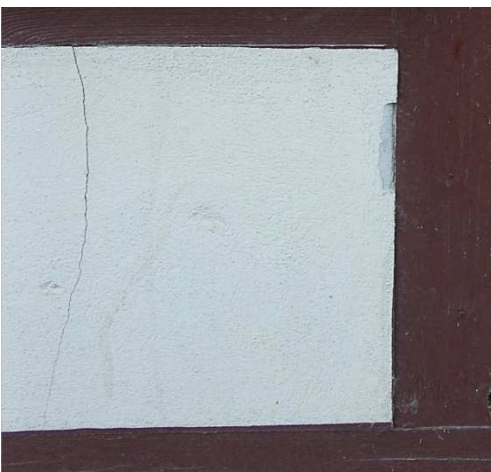


Abb. 52 Durch überhöhte Spannungen im Gefachfeld verursachte Rissbildung (DFWZ)

und Ausfachungsmaterial im Tages- und Jahresverlauf zu unterschiedlich starker Rissbildung im Übergangsbereich. Eine dauerhaft schlagregendichte Ausbildung der Fuge zwischen Fachwerkholz und Ausfachung ist in der Praxis nicht erreichbar. Deshalb ist bei deren Ausbildung besondere Vorsicht und Sorgfalt geboten.⁷⁶ Bewährt hat sich die Befestigung einer umlaufenden Trapez- oder Dreikantleiste mit nichtrostenden Nägeln etwa in mittlerer Stein- bzw. Gefachtiefe.⁷⁷ Die anzusetzenden Mauersteine werden entsprechend gekerbt und in einer Mörtelfuge verlegt, um eine Verankerung mit der Holzleiste und damit auch eine gewisse Winddichtigkeit herstellen zu können. Aufgrund der Bewegungen der Fachwerkkonstruktion treten auch in der Gefachfüllung Spannungen auf, die jedoch durch den Einsatz kleinformatiger Steine mit hohem Fugenanteil gleichmäßig über das Gefachfeld verteilt werden können.

Bei etwa 15% der untersuchten Fachwerkbauten wurden großformatige Ausfachungsmaterialien, wie z.B. YTONG-Plansteine oder Bimssteine verwendet und in sehr dünnen Fugenlagen verlegt bzw. verklebt.

Bei einem Objekt aus dem 16. Jahrhundert, welches 1997 umfassend saniert wurde, kam z.B. solch eine großformatige YTONG-Ausfachung zum Einsatz. (Abb. 51) Umlaufende Trapez- oder Dreiecksleisten zur Befestigung der Ausfachung wurden nicht verwendet. Die Plansteine sind miteinander verklebt, so dass der Fugenanteil im Gefach sehr gering ist. Die Gefachfel-

⁷⁶ Eßmann, F., Gänßelmann, J., Geburtig, G.; *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Die richtige Anwendung der EnEV*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S. 70 ff.

⁷⁷ WTA-Merkblatt 8-3-99/D, Abschn. 4.2

der wirken wie eine starre Scheibe und konnten erhöhte Spannungen nicht abfangen. Deutlich wird dies an durchlaufenden Rissen im Gefach. (Abb. 52)

Bei einem weiteren Objekt, einem barocken Fachwerkbau, wurden während der Sanierung 1998 als Ausfachungsmaterial großformatige Bimssteine in Trass-Kalk-Zementmörtel verlegt. Auch hier ist der Fugenanteil sehr gering, so dass im Gefachfeld auftretende Spannungen nicht kompensiert werden konnten. An den Gefachrändern, besonders in den Gefachecken ist der Verputz nicht nur gerissen, sondern platzt auch heraus. (Abb. 53)

Bei lang anhaltender und starker Durchfeuchtung der Tragkonstruktion besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass die angrenzende Gefachfüllung ebenfalls stark durchfeuchtet und sogar herausgedrückt wird. Bei einem Objekt war die Feuchtebelastung der Fachwerkhölzer so groß, dass der Lehmverputz in den angrenzenden Gefachfeldern ebenfalls massiv durchfeuchtet und aufgrund dessen herausgedrückt wurde. (Abb. 55) Schadensbegünstigend bei diesem aus dem 18. Jahrhundert stammenden Fachwerkbau wirkte sich wiederum der Kunstharz-Dispersionsanstrich sowohl auf den Fachwerkhölzern als auch auf dem Gefachputz aus. Ein kapillares Abtrocknen der in die Konstruktion eingedrungenen und hier in flüssiger Form auftretenden Feuchtigkeit nach außen wurde durch das trocknungsblockierende Farbsystem auf der Basis von kunststoffhaltigem Polyvinylacetat⁷⁸ behindert. Auch nach innen war eine kapillare

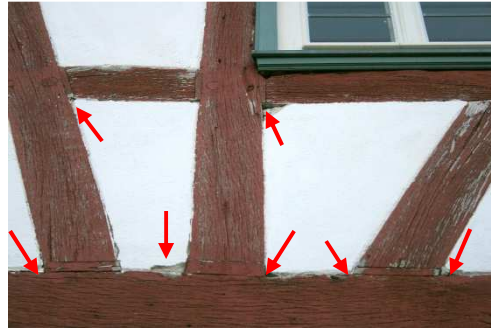


Abb. 53 Auch bei der Gefachausmauerung mit großformatigen Bimssteinen äußern sich Spannungen im Gefachfeld durch Ausbruch der Gefachecken. (DFWZ)

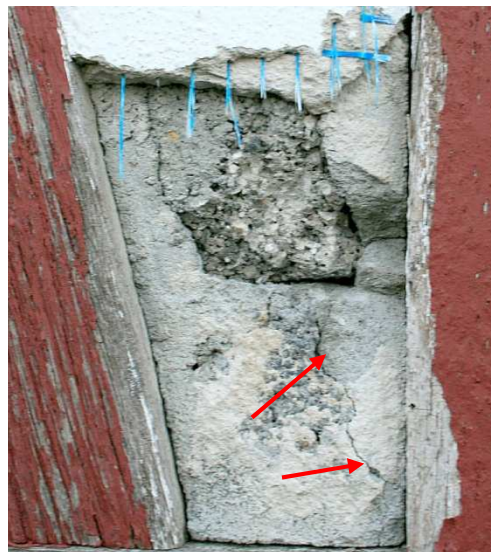


Abb. 54 Rissbildung im Bimsstein, welche aufgrund hoher Druckkräfte feuchtebelasteter Fachwerkhölzer ausgelöst werden kann. (DFWZ)



Abb. 55 Übermäßig durchfeuchtete Lehmputze und Fachwerkhölzer führten zum Herausdrücken des Putzes (DFWZ QLB)

⁷⁸ Ergebnis zur Laborprobe 2, Rathgen-Forschungslabor Berlin, 02.12.09

Abtrocknung nicht möglich, da hier als Innendämmung Mineralwolle in Ständerwerk mit Dampfbremssfolie eingebaut wurde.

Zum Schutz des Ausfachungsmaterials und des angrenzenden Fachwerkholzes vor äußeren klimatischen Einflüssen werden Gefache verputzt, wobei parallel zur Entwicklung der Ausfachungstechniken auch entsprechend angepasste Putzsysteme eingesetzt werden. Um die sich von den Ausfachungsmaterialien auch auf den Putz übertragenden Spannungen zu kompensieren, sollten die Gefacheputze in ausreichendem Maße elastisch sein und eindringende Feuchtigkeit aufnehmen können, ohne durch diese selbst geschädigt zu werden. Kapillar leitfähige Materialien gewährleisten die Abtrocknung auf dem kürzesten Weg.

Das Ablösen der Fugen im Grenzbereich zwischen Fachwerkholz und Verputz kann nicht unterbunden werden.⁷⁹ Deshalb ist es ratsam, umlaufend entlang der Unterputzlage zum angrenzenden Fachwerkholz einen sauberen Trennschnitt mit Hilfe der Kelle oder einer dünnen Klinge in voller Tiefe auszuführen – also eine sogenannte Sollbruchstelle herzustellen. Nach der Aushärtung des Unterputzes wird dieser gereinigt und bis zur Oberflächensättigung mit Wasser befeuchtet, um anschließend den Oberputz aufzutragen. Beim Abreiben des Oberputzes in der Abbindephase ist anzustreben, diesen bündig an die Hölzer anzuschließen. Nach dem möglichst rissfreien Erhärten wird auch hier ein Kellenschnitt in Putzdicke gesetzt.⁸⁰

⁷⁹ Eßmann, F., Gänßelmann, J., Geburtig, G.; *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Die richtige Anwendung der EnEV*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S. 56 ff.

⁸⁰ Arbeitsblatt *Gefacheputz, Grundlagen des Kalkputzes*, Bernhard Gaul, ZHD Fulda

Bei mehr als drei Viertel der untersuchten Bauten, bei denen die Gefachfüllung einen Außenputz aufwies, ist in keiner der Putzlagen ein Kellenschnitt ausgeführt worden, wodurch es zu unkontrollierten Flankenabrissen kam. Bei dem in Abb. 56 dargestellten Fall handelt es sich um ein typisches Beispiel für einen unkontrollierten Flankenabriss des Gefachputzes. Der Verputz wurde bis an das Fachwerk herangezogen, weder wurde ein Trennschnitt zum Holz gesetzt, noch wurden die Putzkanten mit einem Kellenschnitt zum Fachwerk hin abgesetzt. Um eine mögliche Fugenbildung zu kaschieren bzw. um einen Schutz vor Witterungseinflüssen zu erwirken, sind sowohl Fachwerkhölzer als auch die Gefache selbst mit einer Kunstharz-Dispensionsfarbe überstrichen worden.

Mitunter werden aus optischen Gründen Fachwerkhölzer, die keine geradlinige Form aufweisen, mithilfe eines Teilüberputzes „begradigt“. Das heißt, unliebsame Ansatzstücke oder aus der geraden Linie herausragende Holzbereiche werden kaschiert. Bei einem 1998 sanierten, öffentlich genutzten Fachwerkhaus war (wie in Abb. 57 deutlich zu erkennen) an mehreren Stellen der Gefacheverputz zwecks optischer Korrektur über die Fachwerkhölzer hinübergezogen worden. Allerdings kann weder ein dauerhafter Haftverbund zwischen Holz und Überputz hergestellt werden – in der Regel kommen beim (vollflächigen) Verputz von Fachwerkhölzern Putzträgermatten zum Einsatz – noch kann aufgrund der auftretenden Gefügebewegungen eine Rissbildung mit anschließender Putzabsprengung verhindert werden. Außerdem erfolgte auch bei diesem Objekt keinerlei Abtrennung zwischen Fachwerk und Gefacheputz.



Abb. 56 Unkontrollierter Flankenabriss entlang der Anschlussfuge Fachwerkholz-Gefacheputz (DFWZ QLB)



Abb. 57 Unkontrollierter Flankenabriss entlang der Anschlussfuge Fachwerkholz-Gefacheputz



Abb. 58 Durch die fachgerecht angelegte Sollbruchstelle entlang der Anschlussfuge Fachwerkholz-Gefacheputz kam es in diesem Beispiel zu keinem unkontrollierten Flankenabriss (DFWZ QLB)



Abb. 59 Drehwuchs des Fachwerkständers rechts neben dem Fenster, sehr breite Fuge zum Gefach, Abriss der Fensterabdichtung außen (DFWZ QLB)

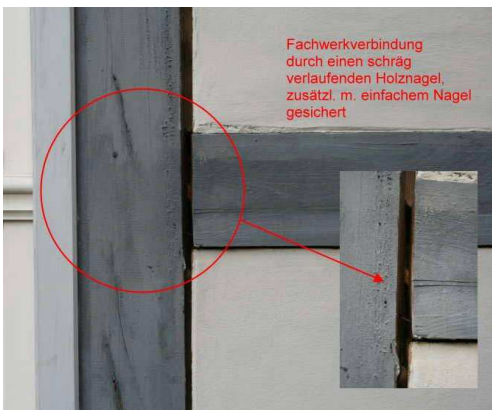


Abb. 60 Der Anschluss zwischen Ständer und Riegel wurde nicht fachgerecht ausgeführt (DFWZ QLB)



Abb. 61 In der Vergrößerung erkennt man, dass der Riegel nur mit einem Holznagel und einem einfachen Nagel an den Ständer angeschlossen wurde. (DFWZ QLB)

Lediglich bei vier untersuchten Fachwerkhäuser ist die Fugenausbildung zwischen Fachwerkholz und Gefachverputz fachgerecht erfolgt. (Abb. 58)

Enorme Kräfte wirken z.B. wenn Fachwerkstiele durch natürlichen Drehwuchs die Holzverbindungen sprengen und angrenzende Gefach- oder Fensteranschlüsse abreißen. In Abb. 59 erkennt man, dass sich der obere Teil des Fachwerkstiels schon um etwa 10° aus seiner ursprünglichen Achse herausgedreht hat. Mit der Vergrößerung der Fuge zwischen dem sich verdrehenden Fachwerkständer und den angrenzenden Gebinden zeigte sich, dass auch der Anschluss zum Riegel nicht fachgerecht ausgeführt worden ist. Bei einem zimmermannsmäßigen Abbund hätte an dieser Stelle eine Schlitzzapfen-Verbindung zur Anwendung kommen sollen. Die Vergrößerung der Aufnahme zeigt jedoch als Verbindungsmittel zwischen beiden Bauteilen einen schräg eingeführten Holznagel sowie einen herkömmlichen Metallnagel.

Im gleichen Objekt konnten auch Risse an einer Innenwand lokalisiert werden, die auf eine instabile Ständer-Riegel-Verbindung hinwiesen. Hier stellte sich nach Öffnung des Putzes heraus, dass beide Holzbauteile wiederum nur provisorisch mit zwei Nägeln verbunden waren. Durch Setzung des Wandabschnittes traten nachfolgend die Quetschrisse am Innenputz auf.

Der eigentlich fachwerkfremde Baustoff Stahl wird in unserer modernen Zeit in Form von Unterzügen, seitlichen Verstärkungen von Holzbalken oder als Verbindungsmittel zwischen Konstruktionshölzern verwendet. Aus gestalterischen Gründen möchte man gern unterstreichen, welche Bauteile historisch und welche im Rahmen von Baumaßnahmen neu eingebaut sind.

Allerdings kann es beim Anschluss der Stahlteile an das Fachwerkgefüge zu Unsicherheiten in der Detailausführung kommen.

Bei einem 1999 modernisierten Objekt war in den Innenräumen die Rissbildung im Bereich der Anschlusspunkte der Stahlunterzüge zur Außenwand auffällig. Teile der Unterzüge waren in die Wandkonstruktion mit eingeputzt. Die genaue Auflager- und Anschluss-Situation war deshalb nicht detailliert ablesbar. Jedoch waren an den Giebelfassaden die von innen nach außen durchgeführten Stahl-Rückverankerungen der Unterzüge zu erkennen. Diese begünstigten durch das sehr unterschiedliche Ausdehnungsverhalten auch eine Rissbildung an den Durchdringungspunkten. In diesem Fall stellte das Schadensbild hauptsächlich einen optischen Mangel dar. Eine Vermeidung der Risse war auch nach wiederholter Verspachtelung nicht möglich, da die verschiedenen Bauteile ineinandergreifen und nicht klar voneinander getrennt sind. Zugleich erscheint diese Konstruktion auch bauphysikalisch bedenklich, da eine Durchdringung der Außenwand durch Metallteile eine klassische Wärmebrücke darstellt.

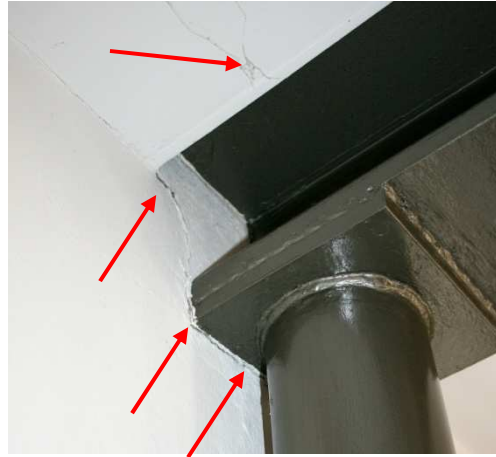
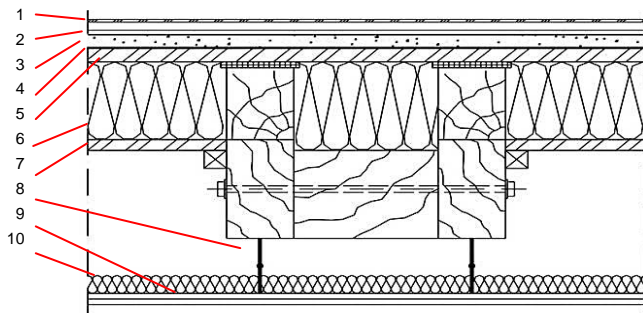


Abb. 62 Rissbildung am Anschlusspunkt Stahlunterzug-Außenwand (DFWZ QLB)



Abb. 63 Rückverankerung des Stahlunterzuges an der Außenwand (DFWZ QLB)



Legende

- 1 Bodenfliesen
- 2 28 mm Knauf-Brio-Estrich (18mm Gipsfaserplatte mit 10mm Holzweichfaserplatte verklebt)
- 3 10 mm Ausgleichsschüttung
- 4 1 mm Proklima-Rieselschutz
- 5 28 mm Rauspund N+F
- 6 160 mm Mineralwolle im Fehlboden
- 7 24 mm Rauspund als Fehlboden
- 8 30 mm Federschiene mit Federabhängung zum Höhenausgleich
- 9 2 x 12,5 mm Gipskartonunterdecke
- 10 40 mm Mineralwolle, Strömungswiderstand $\geq 5 \text{ kN s/m}^4$

Abb. 64 Deckenaufbau (aus dem Bericht über schalltechnische Messung, Goritzka, Leipzig)

Bei einem barocken Fachwerkbau waren etwa zwei Jahre nach der Sanierung Abrisse des Fußbodenbelages von den an der Wand befestigten Fußleisten festzustellen. Der Fußboden hatte sich über die gesamte Etage hinweg gesenkt. Dies geschah nicht gleichmäßig, sondern in Richtung der Außenwände abnehmend.

Bei der Sanierung im Bestand wurde seinerzeit nicht nur jeder Deckenbalken an mehreren Stellen ergänzt, sondern zusätzlich beidseitig über die gesamte Länge neue Verstärkungshölzer eingebaut. Bei der hohen Anzahl von neuen Verbindungen ist deren Passgenauigkeit nicht immer gewährleistet, so dass es nach Abschluss der Arbeiten zwangsläufig zu stärkeren Durchbiegungen als vorberechnet kommen kann.



Abb. 65 und 66 Setzung des Fußbodens mit Abriss der Bodenbeläge von der Randleiste (DFWZ QLB)

Ob ein Schwinden eventuell zu feucht verbauter Verstärkungshölzer stattfand, konnte nicht nachgewiesen werden. Die Überlegungen flossen jedoch bei der Schadensbesprechung mit dem Architekten und dem Statiker mit ein.

Der Fußbodenaufbau mit Trittschalldämmung besteht aus weichen Baustoffen (Trockenestrich 2-lagig) und drückt sich unter den Verkehrslasten zusammen, was einen zusätzlichen Einfluss auf die Risshöhe ausübte.



Fazit:

Bewegungen innerhalb des Fachwerkgefüges werden nicht nur durch die Kombination der unterschiedlichsten Baustoffe mit ihren materialspezifischen Eigenschaften hervorgerufen, sondern auch von der Anzahl der erneuerten bzw. reparierten Hölzer beeinflusst. Je umfangreicher die Ertüchtigung des Fachwerkgefüges ausfällt, desto deutlicher ist häufig eine Rissbildung, verursacht durch Trocknungs-, Setzungs- oder Durchbiegungsprozesse, ablesbar. Mitunter zeigen sich schon nach wenigen Monaten die ersten breiten Trocknungsrisse in zu feucht verbauten Fachwerkhölzern.

Diese Risse sollten auf gar keinen Fall mit dauerelastischen Füllmassen geschlossen, sondern traditionell ausgespant werden. Jegliche Art von Rissbildung ist insofern für den Fachwerkbau schädlich, dass in diesen Bereichen immer ein erhöhtes Risiko von Feuchteintrag besteht. Risse in der Außenhülle präsentieren sich vorwiegend im Grenzbereich zwischen Fachwerkkonstruktion und Ausfachung, als Trocknungsrisse in den Hölzern und als Versprödungsrisse in Beschichtungen (beginnend als kaum sichtbare Haarrisse). Das Eindringen und die Verteilung von Regen- und Spritzwasser ist die Folge. Dieses in flüssiger Form vorhandene Wasser muss kapillar abtrocknen können, wenn einer lang anhaltenden Auffeuchtung des Wandquerschnittes entgegengewirkt werden soll.

Risse an der Innenhülle des Wandaufbaus, verursacht durch Setzungen im Gefüge bzw. Trocknung der Bekleidungsmaterialien können

in der Folge zu Feuchteschäden führen, wenn feucht-warme Luftströme durch Konvektion bis an die kühle Innenseite der Außenwand vordringen und dort abkondensieren können, gleichzeitig aber eine kapillare Rücktrocknung z.B. durch Hohlräume, Folien oder abdichtende Schichten unterbunden wird. Auf dieses Thema wird im anschließenden Abschnitt eingegangen.

5.3 Bauklimatische bzw. feuchterelevante Veränderungen nach Sanierungsmaßnahmen

Fragestellung:

Welche bauklimatischen und feuchterelevanten Veränderungen ergaben sich nach der Sanierung von Fachwerkhäusern, wie hoch und wo liegt das Schadenspotenzial?

Darlegung:

Dieser Abschnitt behandelt die feuchtetechnischen Auswirkungen von Fassadenfreilegungen ebenso wie bauklimatische Veränderungen in den Innenräumen.

Da in der DIN 4108-3, Kap. 5.4.2 gefordert wird, dass *der Schlagregenschutz eines Gebäudes auch im Bereich der Fugen und Anschlüsse sichergestellt sein muss*, dürften Fachwerkbauten letztlich nicht mit Sichtfachwerk erstellt werden bzw. erhalten bleiben, denn eine dauerhafte, absolute Dichtigkeit im Fugenbereich ist praktisch nicht herzustellen.

Das bedeutet zum Einen, dass die Normung für Sichtfachwerkgebäude nur begrenzt geeignet ist, denn es gibt ja tatsächlich noch viele gut erhaltene Sichtfachwerkfassaden, bei denen die Rückrocknung von eingetragener Feuchtigkeit (auch über Fugen und Risse) so gut funktioniert, dass keine Schäden zu verzeichnen sind.

Das bedeutet zum Anderen aber auch, dass Fachwerkfreilegungen, besonders an stark **schlagregenbelasteten Fassadenbereichen**, mitunter kontraproduktiv zur gewollten Wiederherstellung historischer Ansichten eines Gebäudes sein können.



Abb. 67 Wetterschutzbekleidung, hier ausgeführt als Ziegelbehang (DFWZ QLB)



Abb. 68 Ausschnitt der geschädigten Fachwerkkonstruktion eines Wohnhauses in Arnsberg

Im Rahmen der Sanierung des Wohnhauses wurde die Wetterschutzbekleidung dauerhaft entfernt. Als Ausfachungsmaterial verwendete man Porenbetonsteine, die einen Zementverputz erhielten. Nach etwa 10 Jahren war die Westfassade völlig abgängig, so dass das Fachwerk zu großen Teilen neu verzimmert werden musste.

(aus: R. Kaiser, Kurzbericht des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe, zugestellt per E-Mail)

Nicht ohne Grund wurden schon in früheren Generationen zumindest die Wetterseiten vieler Fachwerkbauten mit einer Bekleidung zum Schutz gegen starke Witterungseinflüsse versehen. Solche Verkleidungen dienten zunehmend auch dem Schutz vor Brandkatastrophen⁸¹.

Es ist anzunehmen, dass manche hohe Lebensdauer eines historischen Fachwerkgebäudes gerade durch eine Außenbekleidung bewirkt wurde. Getragen wird diese Vermutung durch mehrere (z.T. auch veröffentlichte) Schadensfälle, die nach Abnahme des Wetterschutzes eintraten, wie z.B.

- in Rosenfeld, Zollernalbkreis, Westgiebel des "Alten Spitals",⁸²
- am sogenannten "Handwerkerhaus" in Herrenberg⁸³
- in Arnsberg an einem Wohnhaus⁸⁴

Im folgenden Fallbeispiel 9 ist der weitgehende Verlust der Tragfähigkeit der Fachwerkkonstruktion ebenfalls zu großen Teilen mit der Zurückführung der Fassaden zum Sichtfachwerk zu begründen.

⁸¹ z.B. ergänzende Bauvorschrift des Königreiches Württemberg von 1836, die besagt, dass alle in Holzbauweise errichteten Gebäude spätestens im dritten Jahr nach ihrer Vollendung verblendet werden sollten. aus: Wetzel, J. Holzfachwerk, Untersuchungen zu einer historischen Holzbauweise, zu ihrer Eigenart und Entwicklung und zur Erhaltung nach bestehender Bauten, Renningen: expert Verlag 2003

⁸² Schwarzwälder Bote, (vlo) 14.01.2000, Baden-Württemberg

⁸³ ZHD, Arbeitsblatt Zimmererarbeiten: Wiederherstellen alter Holzkonstruktionen, Probstei johannesberg, Fulda

⁸⁴ Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Das auf den Abb. 69 bis 71 dargestellte, reich verzierte Fachwerkhaus von 1580 wurde vermutlich nach 1884 mit einer Schieferbekleidung vor Witterungs- und Brandeinflüssen geschützt. Zur Feststellung des Denkmalwertes entfernte man 1985 diese Bekleidung im Bereich der geschnitzten Brüstungsbohlen in den oberen Stockwerken.⁸⁵

In den Jahren 1994 bis 1997 erfolgte eine Komplettsanierung und grundlegende Modernisierung des Gebäudes mit gleichzeitigem Um- und Ausbau der Dachgeschossebene. Dabei wurde zur Schaffung von Wohnraum der abgewalmte Dachbereich des Westgiebels als fachwerksichtiger Dreiecksgiebel umgestaltet.

Bei den ausgetauschten und neuen Fachwerkteilen kam Fichten und/oder Kiefernholz zur Verwendung, während die verbliebenen Ständer und Brüstungstafeln aus Eiche bestehen. Der neu in Höhe der ehemaligen Traufe aufgesetzte Dreiecksgiebel überkragt die vorhandene Fassadenkonstruktion nicht, sondern steht, wie dies durch eine Auslotung festgestellt werden konnte, infolge der Schiefstellung der unteren Geschosse (ca. 1,0 - 1,2 cm/m) um etwa 7 bis 8 cm hinter deren Ebene zurück. Die Schiefstellung der Wandflächen in den Geschossen war entsprechend der Bestandsfotos von 1994 bereits vorher vorhanden. Jedoch hat sich dieser Mangel seinerzeit offenbar nicht in zerstörender Weise ausgewirkt, weil der Dachüberstand mit der vorhandenen Regenrinne, die das Wasser schadlos dem Gelände zuleitete, zum Schutz der Fassade ausgereicht hat.⁸⁶

⁸⁵ Schauer, H.-H.; *Die Fachwerkstadt Osterwieck, Eine Analyse der Baugeschichte der Stadt und ihrer Werte sowie ein Bericht über denkmalpflegerische Arbeit bis 1990*, Verlag für Bauwesen, S. 94 ff

⁸⁶ Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ...



Abb. 69 Schieferbekleidung über alle Stockwerke, Walm-dach um 1905 (Foto: Stadtmuseum Osterwieck)



Abb. 70 Schieferbekleidung im Erdgeschoss und über den Brüstungsbohlen der oberen Stockwerke zurückgebaut, Westgiebel noch abgewalmt (Foto: Stadtmuseum Osterwieck)



Abb. 71 Umbau des Walmdaches zum fachwerksichtigen Dreiecksgiebel (Foto: privat, Bauherr, 1994)



Abb. 72 und 73 Die roten Linien verdeutlichen in der Bestandszeichnung (links) und dem Ausführungsfoto (rechts) die Schiefstellung des Westgiebels

(Bestandszeichnung aus Akten des Eigentümers, Foto: privat, Bauherr) bearbeitet DFWZ QLB



Abb. 74 Ansicht des Giebels während der Bauzeit 1995 (Foto: privat, Bauherr, bearbeitet DFWZ QLB)

Neben der erheblichen Vergrößerung der schlagregenrelevanten Giebelfläche und dem schiefstehenden ersten und zweiten Oberstock kragen die Balkenköpfe im Giebeldreieck und Holznägel z.T. ungeschützt hervor. Die Gefache wurden mit Porenbeton (YTONG-Plansteinen) geschlossen und verputzt. In sämtliche Holzanschlussfugen und Rissen sind (auch nachträglich) dauerelastische Dichtstoffe eingebracht worden. Die auf der Oberseite waagrecht profilierten Deckanschlussleisten Fenster-Fachwerk stehen aus der Fachwerkebene hervor. Die Blechabdeckung der Gesimse über den verbohnten Brüstungsgefachen weisen einen ungenügenden Überstand auf, so dass sie nicht als Gesimstropfkanten fungieren können.⁸⁷

Sowohl die Fachwerkhölzer als auch die Gefachputze erhielten einen kunststoffhaltigen Anstrich auf der Basis von Polyvinylacetat⁸⁸. Innenseitig kam eine leichte Innendämmschale aus Mineralwolle, Holzständerwerk und Gipskartonbeplankung zum Einsatz. Ob eine Dampfbremsschicht eingebaut wurde, konnte bislang (ohne Öffnung der Innenschale) weder auf Fotos aus der Bauzeit noch anhand der Planungs-, Ausschreibungs- und Abrechnungsunterlagen festgestellt werden.

Bereits ein Jahr nach Abschluss der Sanierungsarbeiten klagten die Mieter des Hauses über eindringende Feuchtigkeit am Nordgiebel bei schlechter Wetterlage, woraufhin nach den Angaben des Verwalters verschiedene Abdichtungsmaßnahmen, u.a. in Form vom Einbringen dauerelastischer Fugenmassen erfolgten.

⁸⁷ Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ...

⁸⁸ Ergebnis zur Laborprobe 4, Rathgen-Forschungslabor Berlin, 02.12.09

Zehn Jahre nach der Sanierung ist entsprechend der Einschätzung eines Sachverständigen der Giebel einsturzgefährdet.⁸⁹

Auffälligstes Schadensbild waren die aus den Brüstungsbohlen herauswachsenden Pflanzen. Bei näherer Betrachtung waren zudem Algen- und Moosbewuchs an den Stockwerksschwellen, an den beschnitzten Brüstungsfeldern, an herausstehenden Holzsnägeln, auf den Blechabdeckungen und den Holzgesimsen sowie an den Balkenköpfen im Giebeldreieck feststellbar. Darüber hinaus sind sämtliche Holzbauteile unterhalb der Fensterebenen des 1. und 2. Oberstocks bis hin zum darunterliegenden Rähm und den Schiffskehlen von holzerstörenden Pilzen bzw. Moderfäule befallen. Teilweise ist das Holz in seiner Struktur so zerstört, dass man mühelos imstande ist, einen Finger hineinzustecken oder mit der Hand großflächig morsche Teile herauszulösen. Nicht nur das Ausbrechen des an die Fachwerkhölzer angrenzenden Verputzes sind im Giebeldreieck zu verzeichnen, darüber hinaus werden ganze Gefachfelder durch die hohe Feuchtebelastung nach außen gedrückt, teilweise bis zu 1,5 cm.⁹⁰

Die Hauptursachen dieser gravierenden Schäden sind eindeutig in der erhöhten Schlagregenbelastung, der Fassadenschiefstellung und dem Entfernen der Wetterschutzbekleidung zu finden.

Aufgrund der Standortsituation: Harzvorland, freier Platz im Straßenkreuzungsbereich ist Regenbeanspruchungszone II anzusetzen. Bei

⁸⁹ Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ...

⁹⁰ Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ..., Fotodokumentation S. 8 bis 27



Abb. 75 Pflanzenbewuchs an den beschnitzten Brüstungsbohlen (DFWZ QLB)



Abb. 76 Pilzbefall an Balkenköpfen und angrenzenden Schiffskehlen und Stockwerksschwellen (DFWZ QLB)



Abb. 77 Ein Finger kann leicht in die morsche Schwelle hinein gedrückt werden. (Schadensgutachten B. Müller^[59])



Abb. 78 Algen und Moos an der Blechabdeckung und den Holzgesimsen (aus: Schadensgutachten B. Müller^[59])

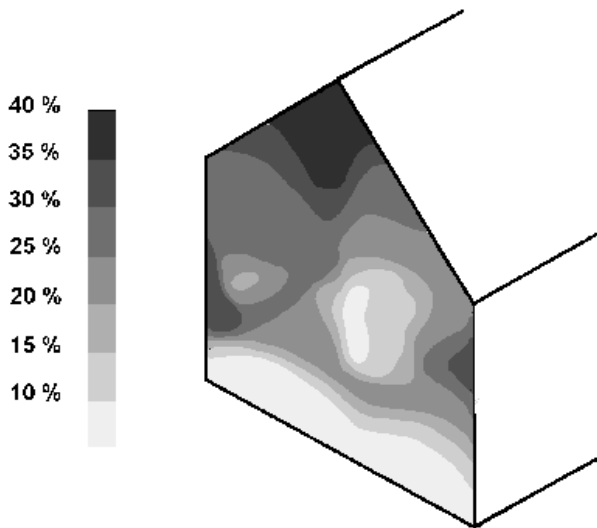


Abb. 79 Verteilung der Schlagregenbeanspruchung im Mittel mehrerer gleichartiger Fachwerkhäuser in Hessen in Prozent der Niederschlagsmenge (Grafik: Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege, Propstei Johannesburg Fulda⁹¹)

einem angenommenen mittleren Jahresniederschlag von 800 l/m^2 erreichen davon $4/7$, also ca. 457 l/m^2 die Westfassade. Bei diesem Beispiel wurde mit der Errichtung des Dreiecksgiebels die schlagregenbeanspruchte Giebelfläche um mehr als 45 m^2 (etwa 48,75 %) erhöht. Mit Hilfe einer Bewässerungsprobe wurde ebenfalls nachgewiesen, dass das auf das Giebel-dreieck auftreffende Wasser über die Brüstungsebenen des zweiten und ersten Oberstocks abfließt bzw. in diesen versickert.⁹²

Unterstellt man, dass ca. 20 % der auftreffenden Niederschlagsmenge natürlicherweise von Baustoffen aufgesaugt wird, um in den Regenspauzen wieder abtrocknen zu können, und weitere 50 % der restlichen Regenmenge über darunter befindliche Bauteile abfließt, führt dieser Umstand zu einer zusätzlichen Vernässung. Somit kann man bei einer Verteilung entsprechend der nebenstehenden Grafik (Abb. 79) mit einer auftreffenden Regenmenge wie folgt rechnen:

Dreiecksgiebel: $45,65 \text{ m}^2 (30\%)=295 \text{ l/m}^2$
 Giebelfläche 2. OG: $28,60 \text{ m}^2 (20\%)=271 \text{ l/m}^2$
 Giebelfläche 1. OG: $27,30 \text{ m}^2 (15\%)=228 \text{ l/m}^2$

Der Grenzwert der nach DIN 4108 vorgegebenen Schlagregenbelastung von fachwerksichtigen Fassaden von 140 l/m^2 und Jahr sind weit überschritten.⁹³ Auch entsprechend des WTA-Merkblattes 8-1-03/D sind Fachwerkfassaden ab Schlagregen-Beanspruchungsgruppe II mit einer Wetterschutzbekleidung zu versehen.

⁹¹ Arbeitsblätter des Deutschen Zentrums für Handwerk und Denkmalpflege, Propstei Johannesburg, Fulda e.V., Themenbereich 1: wissenschaftlich-technische Grundlagen, Schlagregenbeanspruchung von Fachwerkfassaden, W. Eckermann, J- Veit

⁹² Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ..., S. 27

⁹³ Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ..., S. 31, 32

Bei diesem Objekt fand ein übermäßiger Wasserzutritt über die Bauteilfugen statt. Begünstigt durch die Schiefstellung der Geschosse konnte das Wasser durch kapillare Feuchteleitung bis in hintere (innere) Bauteilschichten gelangen, so dass es zu einer mehrjährigen Auffeuchtung der Baustoffe, insbesondere der Hölzer und zu deren Zerstörung durch Pilz- bzw. Moderfäule kam.

Feuchtigkeitsmengen, die über ebene, lotrechte Flächen gleichmäßig in das Bauteil (Holz oder Gefach) eindringen, können, sofern keine trocknungsblockierende Beschichtung (z.B. Kunstharz-Dispersionsfarbe, Holzersatzmasse, dauerelastischer Dichtstoff) aufgetragen wurde, grundsätzlich auf dem gleichen Wege wieder abtrocknen. Deshalb sollte bei feuchtebelasteten Fassaden die kapillare Abtrocknung der in flüssiger Form auftretenden Feuchte weder nach außen, noch nach innen behindert werden.

Bei dem beschriebenen Objekt wirkte sich der Gebrauch von YTONG-Plansteinen als Ausfachungsmaterial zusätzlich zerstörend aus. Aufgrund der Materialeigenschaften wurde das durch die Fugen eingedrungene Regenwasser nachhaltig aufgesogen. Allerdings ist durch die Größe der Poren von 0,15 bis 2 mm die kapillare Leitfähigkeit eher schwach ausgebildet. Nur bei einem Feuchtegehalt von weniger als 15% wäre eine Feuchteabgabe lediglich durch Dampfdiffusion möglich.⁹⁴



Abb. 80 Die Innenansicht während der Bauphase zeigt Ytong-Plansteine als Gefachfüllung im Brüstungsbereich, darüber liegende Gefache behielten vermutlich die historische Gefachfüllung, (Foto: privat, Bauherr)



Abb. 81 Herausdrücken der Gefachebene um bis zu 1,5 cm (aus: Schadensgutachten B. Müller^[63])

⁹⁴ Scholz, W.; *Baustoffkenntnisse*, Werner-Verlag 1995, 13. Auflage, S. 78 ff, Flassenberg, G.; *Bauen mit Porenbeton-Bausystem*, Baugewerbe 1-2/2007, S. 16



Abb. 82 Auswaschung der Lehmgefache durch fehlenden Wetterschutz der Giebelfläche und falsche Materialwahl beim Verputz. In der Regel bringt man einen Kalkputz auf Lehmsteinausfachungen auf. (DFWZ QLB)



Abb. 83 Zerstörung des Lehmverputzes und der Lehmziegelausfachung durch Witterungseinflüsse (DFWZ QLB)

Hier ist von einer bereits lang anhaltenden Durchfeuchtung der Gefachebene auszugehen, was durch das Herausdrücken der Gefache (Abb. 81) und die gravierenden Holzschäden unterstrichen wird.

Durch den Einbau innen liegender, wärmedämmender Schichten ist auch die Belüftung und Erwärmung der Fassade gedrosselt worden, so dass sich in der Folge das Austrocknen stetig verlangsamt hat und zukünftig weitere Schäden durch Frosteinwirkung zu befürchten sind.⁹⁵

Fallbeispiel 10:

Das Fachwerk der Südfassade des 1824 errichteten Gebäudes auf Abb. 82 war laut Gutachten der 1993 mit der Sanierungsplanung beauftragten Architektengruppe mit Lehmsteinen ausgemauert und in einem guten Zustand. Nach Abschluss der Maßnahme wurde auf das Anbringen der Wetterschutzbekleidung an der Giebelfläche verzichtet und der Lehmverputz in den Gefachen lediglich mit einem Kalkanstrich beschichtet. Schon nach kurzer Zeit war durch die Witterungseinflüsse nicht nur der Anstrich großflächig abgewaschen, sondern auch der Lehmputz rissig, brüchig und unterspült. Insbesondere in den Gefachecken, in denen sich die Feuchtigkeit über längere Zeit hält, ist der Verputz vollständig ausgeschwemmt. Der Schutz des Ausfachungsmaterials – Lehmsteine – ging hier zuerst verloren, so dass auch diese beständig ausgewaschen wurden. Die Fachwerkhölzer dagegen konnten sehr gut abtrocknen und wiesen keinerlei Schäden auf.

⁹⁵ Dipl.-Ing. B. Müller, öbuv Sachverständiger für Gebäude, Protokoll über die Feststellung beim Ortstermin ...2009 bezüglich der Bauschäden am Fachwerkhaus ..., S. 33 ff

Regenmengen, die über ebene, gleichmäßig saugende, aber witterungsbeständige Flächen in die Bauteiloberfläche eindringen, können prinzipiell rasch wieder nach außen abtrocknen, zumal die Eindringtiefe meist nur wenige Millimeter beträgt. Sind diese Oberflächen aber nicht feuchtebeständig, lösen sie sich (wie bei diesem Beispiel) innerhalb kurzer Zeit auf.

Bauklimatische Einflüsse durch Innendämmung

Die historischen Fachwerkhäuser verfügen erfahrungsgemäß über einen konstruktionsbedingten Ständerquerschnitt von 12 bis 20 cm. Das bedeutet, dass die Gesamtdicke des Wandaufbaus einschließlich zusätzlicher Putzschichten nur unwesentlich stärker sein dürfte. Bei dieser Aufbaustärke ist selbst mit einer geeigneten wärmedämmenden Ausmauerung die Erfüllung der stetig ansteigenden Anforderungen aus der EnEV nicht zu gewährleisten. Dies bedeutet, dass eine zusätzliche Wärmedämmung erforderlich ist.

Daraufhin wurde und wird vorwiegend bei wertvollem Sichtfachwerk eine Innendämmung verwendet, um das äußere Erscheinungsbild des Fachwerks zu erhalten. Eine Innendämmung ist bauphysikalisch immer als kritischer einzuschätzen und ist bei Fachwerkwänden aufgrund der Inhomogenität des Bauteilaufbaus und des feuchteempfindlichen Baustoffes Holz besonders schwierig. In diesem Fall sind besondere handwerkliche Maßnahmen oder Berechnungsmethoden erforderlich.

Bekanntermaßen nimmt bei einer Innendämmung mit zunehmender Wärmedämmstärke der Temperaturgradient zwischen innen und außen im Bereich der Ausfachung ab, da das Temperaturgefälle im feuchten Bauteil geringer wird und somit dem Abtrocknungsprozess entgegen wirkt. Etwa ab einer zusätzlichen Innendämmung mit einem Wärmedurchlasswiderstand von $\Delta R_i = 0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ (ab ca. 3 cm WLG040 oder 5 cm WLG070) wird der Abtrocknungsprozess derart verlangsamt, dass es zu einer Auffeuchtung im Bauteilquerschnitt kommen kann. Dieser Wert ist aber je nach Konstruktion und je nach Schlagregenbelastung auf der Fassade neu zu definieren.⁹⁶

Ein in der Regel unterschätzter, weil erst einmal nicht erkennbarer Feuchtezutritt, wird durch **Konvektionsvorgänge** ausgelöst. Bei der Wohnraumnutzung ist die Produktion von Wasserdampf durch den Menschen selbst (beim Schlafen, bei körperlicher Arbeit) bzw. durch seine Tätigkeiten (Kochen, Duschen, Blumen gießen, Wäsche trocknen) wesentlich höher als bei zeitlich und tätigkeitsspezifisch eingegrenzter, gewerblicher oder öffentlicher Nutzung. Die so „produzierte“ feucht-warme Raumluft kann bei undichten Anschlüssen der inneren Dämmschale verstärkt durch Fugen und Ritzen an die kalte innere Außenwandfläche gelangen und dort abkondensieren. (siehe auch Abschnitt 6.3 Nutzungsbedingte Faktoren, ...)

⁹⁶ Eßmann, F., Gänßmantel, J., Geburtig, G.; *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern. Die richtige Anwendung der EnEV*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S. 78 ff

De facto ist der Aspekt der kapillaren Leitfähigkeit der ausgewählten Dämmsysteme vorrangig zu betrachten, denn sollte es zu einem Tauwasserausfall innerhalb des Wandaufbaus kommen und Feuchtigkeit somit in flüssiger Form vorliegen, ist das Abdiffundieren nicht mehr möglich. In diesem Fall muss die Abtrocknung durch kapillare Leitvorgänge nach innen wie nach außen gewährleistet sein. Deshalb sind möglichst homogene, kapillaraktive Dämmsysteme aus bauklimatischer Sicht als wesentlich günstiger einzuschätzen als z.B. Mattendämmstoffe.

Fallbeispiel 11:

Bei dem Gebäude wurde ca. vier Jahre nach der Teilsanierung und Modernisierung (1996) von einem Sachverständigen ein Wertgutachten zur Ermittlung des Verkehrswertes erstellt. In diesem Wertgutachten wird dem Westgiebel ein „stark verschlissener Fassadenputz, sichtbare Putzrisse zwischen der Holzfachwerkkonstruktion und der Ausfachung“, allerdings „im Ergebnis der Inaugenscheinnahme kein Befall von Hausschwamm“ bescheinigt.⁹⁷

Im Rahmen der Modernisierung waren Fugen an der Innenseite der Fachwerkwand mit Bauschaum geschlossen worden. Der historische Lehmputz war an Fehlstellen mit Zementputz ausgebessert worden. Als nachträgliche Innendämmung wurde eine Verbundplatte aus 1 cm Styropor und 1,25 cm Gipsfaser (bekannt als Fußbodenplatte) auf einer Holzlattung an-



Abb. 84 Innenansicht eines Raumes mit noch vorhandener Vorsatzschale, links im Bild der abgängige Westgiebel (DFWZ QLB)



Abb. 85 Verbundplatte aus Styropor und Gipsfaser, welche als nachträgliche Innendämmung an den Außenwänden verwendet wurde. (DFWZ QLB)

⁹⁷ Dipl.-Ing. R. Rackwitz, ö.b.u.v. Sachverständiger f.d. Bewertung von bebauten und unbebauten Grundstücken, Wertgutachten (...) vom 27.05.2001, S. 2, 13



Abb. 86 Mit Baufolie vor Witterungseinflüssen geschützter Giebel, 5 Jahre nach dem Einsturz (DFWZ QLB)



Abb. 87 Reste des eingestürzten Westgiebels von innen im 2. Obergeschoss (DFWZ QLB)

gebracht. Die Zwischenräume zwischen den Holzlatten waren nicht ausgefüllt.

Ursache für die hohe Feuchtebelastung der Giebelwand war das Eindringen feucht-warmer Luftströme durch die Fugen an den Anschlusspunkten der Verbundplatte zu einbindenden Decken und Wänden und zwischen den Platten selbst. Diese waren nicht mit Nut und Feder ausgebildet. Die durch Konvektion eingedrungene Dampfströme kondensierten an der kalten Innenseite der Wandoberfläche ab. Das Wasser konnte sich im konstruktiven Gefüge verteilen, aber nach innen nicht kapillar rück-trocknen, da durch die stehende Luftschicht kein kapillar leitender Stoff zur Verfügung stand. Auch nach außen war die Abtrocknung erschwert, da hier aufgrund der Schlagregenbeanspruchung eine zusätzliche, regelmäßige Feuchtezufuhr gegeben war.

Ein Jahr nach Erstellung der Wertgutachtens später war der Westgiebel eingestürzt (Abb. 86 und 87). Die gutachterliche Stellungnahme des Holzschutzsachverständigen erklärt als Ursache den Befall durch Echten Hausschwamm und den damit verbundenen Verlust der Tragfähigkeit.⁹⁸

⁹⁸ Baubüro Schicke, Gutachterliche Stellungnahme () vom 10.12.2002

Zusätzlicher Hinweis

Eine weitere Problemstellung, die bei der Ausführung nachträglicher Innendämmungen beachtet werden sollte ist, dass beim Austausch von Fenstern der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Verglasung größer ist als der der Umfassungsflächen. Wenn der ursprünglich richtige Ansatz, dass das Fenster das energetisch schlechteste Bauteil darstellt, missachtet wird, indem eine hochdämmende Verglasung eingebaut wird, wandelt sich die Fachwerkwand zum schlechtesten Bauteil. Dementsprechend käme es vorzugsweise in kühleren Fensterleibungen und Gebäudeecken zu einem Tauwasserausfall bzw. zu einem kritischen Ansteigen der Luftfeuchte, so dass Schimmelpilzwachstum beginnen könnte. Der Kondensatausfall an den zuvor schlecht gedämmten Fenstern stellt zwar eine Beeinträchtigung für den Nutzer dar, ist bauphysikalisch und baukonstruktiv jedoch unkritischer. Kondensat kann an den Scheiben abgewischt werden.⁹⁹

Bei Kastenfenstern spielen die handwerkliche Ausführung und individuelle Justierung eine große Rolle für die konkret erreichten bauphysikalischen Eigenschaften. Ein größerer Luftstrom in Kastenfenstern kann im Falle feuchter Raumluft zu Kondensatproblemen an der kalten Außenscheibe im Fensterkasten führen. Das Tauwasserrisiko kann reduziert werden durch die bauphysikalisch korrekte, möglichst dichte Ausführung der inneren Fensterebene.¹⁰⁰



Abb. 88 Erheblicher Ausfall von Kondensat auf der Innenseite des äußeren Fensterglases infolge noch vorhandener Baufeuchte.

(aus: Abschlussbericht und Ergebnisse zum DBU-Projekt: „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung – Lange Gasse 7 in Quedlinburg, 2006, S. 74)



Abb. 89 Nachweis der Undichtheit auf der Innenseite des Kastenfensters, die Dichtung an den Fensterflügeln musste nachgearbeitet werden.

(aus: Abschlussbericht und Ergebnisse zum DBU-Projekt: „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung – Lange Gasse 7 in Quedlinburg, 2006, S. 74)

⁹⁹ Eßmann, F., Gänßelmann, J., Geburtig, G.; *Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Die richtige Anwendung der EnEV*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S. 74

¹⁰⁰ Stöckicht, B., Eckermann, W., *Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.; Abschlussbericht und Ergebnisse zum DBU-Projekt: „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung – Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Az: 21529, 2006, S. 74*

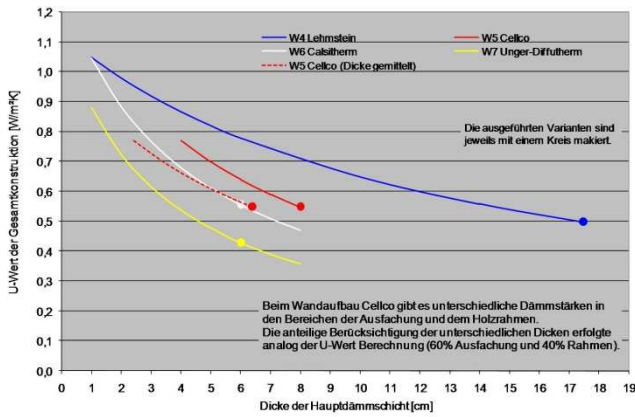


Abb. 90 Entwicklung des U-Wertes bezogen auf die Dämmstoffdicke

(aus: Ergebnisse zum DBU-Projekt: „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung – Lange Gasse 7 in Quedlinburg)

Fazit:

Wie schon in der Bilanzierung der Schadensbilder angegeben, ist das Schadenspotenzial an der Fachwerkkonstruktion am größten. Haupt-sächliche Schadensauslöser sind eindringendes Regenwasser an fachwerksichtigen Fassaden und die in engem Zusammenhang mit der Nutzung zu erklärende Kondensatbildung an der Innenseite der Außenwand. Der über lange Zeit anhaltende Feuchtestau im Gefüge wird begünstigt durch wasserabweisende, kunststoff- oder kunstharzhaltige Anstriche auf dem Holz und der Ausfachung – auch in Kombination mit dauerelastischen Fugendichtmassen zwischen den Konstruktionshölzern bzw. zwischen Holz und Gefacheanschluss.

Ebenso schädlich kann sich eine zu starke Ausbildung der Innendämmung auswirken. Beim Eindringen von Feuchte über die Fuge Gefach-Holz bis tief in die Bauteilkonstruktion muss diese auch über die äußeren und inneren Bauteiloberflächen wieder abtrocknen können, so dass keine trocknungsblockierenden Schichten, die zwar durchaus diffusionsoffen sein können, im Normalfall aber flüssiges Wasser nicht kapillar ableiten können, ein- oder aufgebracht werden dürften.

Erwähnenswert an dieser Stelle ist die Tatsache, dass die Dämmwirkung mit zunehmender Schichtdicke nicht proportional ansteigt, sondern die Effektivität der Dämm-Maßnahme bei höheren Schichtdicken abnimmt. (Abb. 90)

Unsere Erfahrung zeigen jedoch (anhand der in diesem Kapitel benannten Beispiele und anhand der Einzeldatenblätter), dass häufig vermeintlich wasserabweisende oder abdichtende Baustoffe eingesetzt werden, die den Ansprüchen aufgrund ihrer individuellen Eigenschaften oder der unbefriedigenden handwerklichen Ausführung nicht gerecht werden.

Aufgrund der komplexen Zusammenhänge sind individuelle Lösungen für die jeweilige Bauaufgabe, eine genaue und fundierte Planung und Ausführung erforderlich. Wege und Möglichkeiten werden im anhängenden Leitfaden für Bauherren vorgestellt.

6. Auswertung der Untersuchungsergebnisse – personell bedingte Faktoren

Ziel des Projektes „Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen an ausgewählten Bauten“ war neben der Schadensaufnahme, Dokumentation und Erarbeitung von Sanierungsempfehlungen für den Bauherrn, vor allem die Untersuchung der vom Menschen verursachten Baufehler, die zur Zerstörung historischer Substanz bei bereits abgeschlossenen Sanierungen führten.

Somit werden in den kommenden Abschnitten die Ergebnisse unserer Forschungen zu den personell bedingten Schadensursachen zusammengefasst.

6.1 Planungsbedingte Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigten

Fragestellung:

Wie hoch ist der Anteil von Planung und Beratung als Fehlerquelle für Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen?

Darlegung:

Im Verlauf unserer Recherchen über den Ablauf der letzten Sanierungsmaßnahme des jeweiligen Gebäudes hatten wir Kontakt zu Bauherren mit unterschiedlichen Interessen. Etwa 10% der privaten Bauherren, führten eine eigene Handwerksfirma und waren bestrebt, Bauleistungen an ihrem Haus durch ihren Betrieb durchführen zu lassen. Hier war die rein handwerkliche Umsetzung der Arbeiten qualitativ meist gut. Problematisch dagegen war die Auswahl der Baustoffe und Bausysteme.

Die Bauherren ließen die notwendige Genehmigungsplanung von einem Architekten erarbeiten und traten dann vorwiegend in Eigenleistung die Sanierungsaufgabe an. Bei schwierigeren, z.B. statisch relevanten Leistungen an der Tragkonstruktion, Heizung, Lüftung oder Sanitär holte man von bekannten Firmen ein Angebot ein, verhandelte den Preis und beauftragte die Dienste. Überschaubare und scheinbar unkomplizierte Arbeiten, wie z.B. Trockenbau- und Dämmmaßnahmen, Maler- und Tapezierarbeiten aber auch Maurer- und Putzarbeiten wurden von den betriebsangehörigen Handwerkern ausgeführt. So konnten die firmenspezifischen Materialien preiswert eingesetzt werden. Die Bauleitung wurde ebenfalls persönlich übernommen.

Aufgrund der nicht umfassenden Kenntnisse an Besonderheiten und Planungsanforderungen speziell im Fachwerkbau kam es durch die Auswahl ungeeigneter Materialien bzw. eine zeitlich unzureichende Baubetreuung zu Schadensbildern wie Schimmelbefall in Wand- und Fußbodenebenen bis hin zu akutem Pilzbefall an der Tragkonstruktion.

Bei drei Häusern eines Bauherrn wurden bei nachträglich angebauten Balkonen zu geringe Querschnitte verwendet und eine zusätzliche Schwächung der Holzbauteile durch Feuchteschäden aufgrund eines nicht fachgerechten Bodenbelages verursacht. Eine weitere Nutzung ist nach Aussage der Mieter untersagt worden.

Hinzuzufügen bleibt, dass die Objekte in keinem Fall eigengenutzt, sondern fremdvermietet waren und der Bauherr oft Eigentümer mehrerer Immobilien war, die letztlich allesamt ähnliche Schadensbilder aufwiesen.



Abb. 91 Balkonaufbau: Rauspundbelag auf Konstruktionshölzern, Bitumenschweißbahn, Filzbelag (DFWZ QLB)



Abb. 92 Balkonunterseite: Traghölzer und Rauspund mit Feuchte- und Fäulnisflecken, zu geringe Querschnitte



Abb. 93 Mit Ytong-Steinen und Bauschaum schnell geschlossenes Gefach, Innenansicht,

Die Baumaßnahme wurde unterbrochen, da ein Eigentümerwechsel bevorstand. (DFWZ QLB)



Abb. 94 Mit Ziegelsteinen und Styroporplatten (anstelle der Mörtelfugen) geschlossenes Gefach, Außenansicht

Die Baubehörden beraten gegenwärtig mit dem Bauherrn den Sachstand und die weitere Vorgehensweise in Bezug auf eine fachgerechte Gefachausmauerung. (DFWZ QLB)

Weitere 20% privater Bauherren veranlasste gar keine Fachplanung, weil nur einfache, das eigene Wohlbefinden und die äußere Optik verbessernde Modernisierungsschritte durchgeführt werden sollten.

In diesen Fällen sind die beabsichtigten Maßnahmen tatsächlich genehmigungsfrei. Berichte und Artikel in den Medien sowie Gespräche mit Produktvertretern und Beratern in Baumärkten, aber auch Erfahrungswerte aus dem Bekanntenkreis ermutigen den Bauherrn zur eigenständigen Verschönerung seines Eigenheimes. Alle Bauherren wählten ausschließlich moderne (meist chemisch veredelte) und preiswerte Baustoffe, wie z.B. Kunstharzanstriche oder Silikonfarben, Dämmstoffe aus Glasfaser oder Styropor, Gipskarton, Zementputze, Baufolien und Bauschaum aus. Leider sind in der Folge auch an diesen Objekten größere Bauschäden zu beklagen. Dazu gehören Schimmelpilzbildung in der Dämmebene bei 3 Objekten, Schimmelpilzbildung an Innenputzen bei 1 Objekt, Schimmelpilzbildung an Tapeten bei 1 Objekt, feuchtebedingte Schäden an den Fachwerkhölzern (Pilze) bei 3 Objekten.

Die Recherchen zu den letzten Bauaktivitäten waren bei privaten, eigenständig bauenden Bauherren besonders mühsam, da meist keinerlei Aktennotizen über die Bauausführung, evtl. Baubesprechungen, qualifizierte Rechnungen, Angaben über tatsächlich verwendete Baustoffqualitäten, etc. vorlagen. In diesen Fällen musste man bei der Suche nach den Schadensursachen auf das Offensichtliche zurückgreifen und auf die Mitarbeit des betreffenden Bauherren hoffen.

Mehr als zwei Drittel der privaten Bauherren war sehr interessiert und informierte sich schon vor Beginn der Arbeiten bei Energieberatern, Handwerkern und Genehmigungsbehörden über grundlegende Anforderungen und Möglichkeiten seines Bauvorhabens und beauftragte anschließend einen Fachplaner mit seinem Sanierungs- oder Umbauanliegen.

Doch bei der Menge der Planer und Berater ist es nicht einfach, Fachkompetenz und unabhängiges Engagement zu erkennen. Das Vertrauensverhältnis zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer kann schon allein durch überzogene Forderungen bei gleichzeitigem Zeit- und Preisdruck empfindlich gestört werden. Bei einer Beauftragung nur einzelner Leistungsphasen oder einer Pauschalvergütung können Qualitätseinbußen schon bei der Planung die Folge sein. Zeitlich unzureichend beauftragt und entlohnt werden mitunter die Bauleitung und Bauüberwachung.

Mit 22% liegt eine große Fehlerquelle für Folgeschäden an sanierten Fachwerkhäusern in der Planung und Beratung durch Architekten, Ingenieure und (zunehmend) Energieberater. Ein Beleg dafür ist das in Abschnitt 5.3 dargestellte Fallbeispiel 9.

Hilfestellung zur Thematik Modernisierung und Sanierung von Fachwerkbauten bieten z.B. die Ergebnisse und Hinweise der WTA-Arbeitsgruppe, welche sich um die Erfassung und Aufarbeitung weitgehend in Vergessenheit geratener traditioneller Handwerkstechniken und die systematische Auswertung bedeutender bautechnischer Forschungen auf diesem Gebiet verdient gemacht hat.¹⁰¹

¹⁰¹ WTA, *Fachwerkinstandsetzung nach WTA, Band 2, Aktuelle Berichte; WTA Referat 8, Fachwerk; Fraunhofer IRB Verlag 2002, S. 5 ff.*

Für Anwender und Planer ist auch die Ungewissheit über die Menge und Vollständigkeit der Inhaltsstoffe von Fertigprodukten nicht zufriedenstellend. Anhand eigener Nachforschungen bezüglich der Zusammensetzung eingesetzter Produkte sowie durch Befragungen von Außendienstmitarbeitern der Herstellerfirmen konnten wir feststellen, dass es in der Regel keine Volldeklaration der Mischungen gibt (bis zur Grenze von 5% müssen Inhaltsstoffe nicht angezeigt werden). (siehe auch 5.1. Produktspezifische Faktoren ...)

Eine Produktaufklärung ist nicht immer am Informationsbedarf des Anwenders und Planers orientiert. Die Werbung der Hersteller ist gut organisiert und verfolgt ihr Verkaufsinteresse. Eine kaum noch überschaubare Fülle von hochmodernen, laut Herstellervorgaben vielseitig anwendbaren Baustoffen und das Bedürfnis nach Energieeinsparung durch Dämmung und Abdichtung der Gebäudehülle verleitet leicht zum unkritischen Einsatz der beworbenen Produkte.

Auch die von den Herstellern angebotenen Ausschreibungshilfen können nicht die VOB, die Einsatzgrenzen der vielseitigen Produktpalette oder die technischen Besonderheiten im Fachwerkbau überblicken. Vorsicht geboten ist ebenfalls bei kostenfreier oder günstiger Gutachtererstellung seitens der Hersteller. Ziel könnte lediglich die Produktplatzierung sein.

Einseitige oder nach wissenschaftlichem Stand eigentlich überholte **Berechnungsverfahren** begünstigen ebenfalls die Auswahl ungeeigneter Materialien und Methoden. Beispielsweise die herkömmliche Berechnung nach DIN 4108-3 (das nach dem Entwickler benannte Glaser-Verfahren¹⁰²) ist für den Feuchtenachweis bei Innendämmsystemen nur bedingt geeignet.

Das Glaser-Verfahren ist ein Verfahren der Bauphysik, mit dem man ermittelt, ob und wo in einer Baukonstruktion Tauwasser anfällt. Es wurde als tabellarisch-grafisches Verfahren konzipiert, das mit einfachen Rechenoperationen Ergebnisse liefert. Es dient der näherungsweise Ermittlung von Feuchtigkeitsanreicherung durch Diffusion in Gebäudebauteilen. Dabei wird von standardisierten Randbedingungen ausgegangen. (Winter an 60 Tagen: Außenklima -10°C und 80 % rel. Feuchte / Innenklima 20°C und 50 % rel. Feuchte, Sommer an 90 Tagen: Klima innen und außen 12°C und 70 % rel. Feuchte)

Ist die Tauwassermenge kleiner als 1 kg/m^2 und die Verdunstungsmenge im Sommer größer als die Tauwassermenge im Winter, dann kann im Wesentlichen von einer bauschadensfreien Konstruktion ausgegangen werden.

¹⁰² Glaser H.: Vereinfachte Berechnung der Dampfdiffusion durch geschichtete Wände bei Ausscheidung von Wasser und Eis. *Kältetechnik* 10 (1958), H. 11, 358-364 (Teil 1), H. 12, 386-390 (Teil 2).

Diese vereinfachten Annahmen berücksichtigen nicht:

- die Feuchtespeicherung im Material (Sie wird als unbegrenzt angenommen.),
- die Wassertransportvorgänge in Materialien (Feuchteleitfähigkeit),
- den Wasserdampf, welcher z.B. aufgrund von schadhafte Luftdichtungsebenen durch Luftströmung (Konvektion) in die Konstruktion eindringen und dort als zusätzliches Tauwasser kondensieren kann,
- Die Abhängigkeit des Rechenwertes der Wärmeleitfähigkeit λ von der augenblicklichen Bauteilfeuchte, die sich durch den Wasserdampfdiffusionsstrom im Bauteil erhöhen kann.

Es wird beim Glaser-Verfahren davon ausgegangen, dass das Kondensat zwischen den Schichten entsteht und dort auch gespeichert wird. Unabhängig von der tatsächlich anfallenden Kondensatmenge bleiben die Dampfströme und der Kondensationsbereich konstant, da eine Ausbreitung des Kondensats nicht berücksichtigt wird.

Nach unseren Ergebnissen ist mit 90% nach wie vor die beliebteste, weil preiswerteste, Konstruktion das leichte Innendämmsystem: Ständerwand aus Holz- oder Metallprofilen mit dazwischen liegender Mineralwolle (mit und ohne Dampfbremssfolie) und eine in der Regel einlagige Gipskartonbeplankung.

Die DIN 4108-3: 2001-07 „Klimabedingter Feuchteschutz“ sagt aus:

„Die Berechnung der Tauwassermasse infolge von Diffusionsvorgängen ist nach Anhang A durchzuführen ... Konvektionsbedingte Tauwasserbildung ist durch luftdichte Konstruktionen nach DIN 4108-2 und DIN V 4108-7 zu vermeiden.“

Anhang A der Norm DIN 4108-3 beschreibt das Glaserverfahren. Da dieses Verfahren aber ein eindimensionales, diffusionsbasiertes Berechnungsverfahren darstellt, geht es von dem Fakt aus, dass bei Einbau einer Dampfbremsschicht, die gleichfalls die Luftdichtigkeit gewährleistet, kein schädliches Tauwasser innerhalb der Konstruktionsebene auftreten kann. Somit wäre dieser Aufbau nach DIN erlaubt.

In der Praxis allerdings wird eine dauerhaft luftdichte Ausführung in der Regel nicht erreicht. Durch Fugen und Risse an den Wandanschlusspunkten, durch Steckdosenöffnungen, Rohrdurchbrüche, Dübel aber auch in Bereichen einer undichten Überlappung der einzelnen Folienbahnen kann feucht-warme Raumluft in die Konstruktion einströmen, die sich an der kalten Innenseite der Außenwand als Kondensat niederschlägt.

Der zunehmender Dampfdruck bei abnehmender Öffnungsbreite sowie Hohlräume zwischen der Außenwand und der Dämmebene erhöhen die Gefahr der unkontrollierbaren Auffeuchtung durch Konvektionsvorgänge. Eine kapillare Abtrocknung ist aufgrund der Materialeigenschaften nicht möglich.



Abb. 95 Reste einer typische Innendämmung in leichter Ständerbauweise (DFWZ QLB)



Abb. 96 feuchte Mineralwolle, ausgebaut aus einem Innendämmsystem in leichter Ständerbauweise (DFWZ QLB)

Mit modernen Simulationsprogrammen, wie WUFI („Wärme und Feuchte instationär“) des Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen oder DELPHIN des Instituts für Bauklimatik der TU Dresden kann eine solche Situation über einen beliebig langen Zeitraum nachgestellt werden. Mit der Eingabe realitätsnaher Klimabedingungen für außen und innen lässt sich für Wohnungen ohne Zwangslüftung alarmierend schnell nachweisen, dass die Außenwand als einzig verbliebenes, feuchteregulierendes Bauteil der Feuchteüberlastung nur über wenige Monate standhält.¹⁰³

Aus den Planungsunterlagen der bearbeiteten Objekte, aber auch aus Gesprächen mit Planern, die wir im Verlauf von Weiterbildungsseminaren geführt haben, geht hervor, dass die vorbenannten Simulationsprogramme wenig bekannt sind und noch seltener angewendet werden. Gründe hierfür liegen zum Einen darin, dass diese Verfahren nicht genormt und somit öffentlich kaum bekannt, sondern geistiges Eigentum der Institute sind und zum Anderen in den zusätzlichen Kosten.

Aber gerade die Frage nach der Einhaltung von Normen, Gesetzen und Regeln kann bei Ingenieuren zu Unsicherheiten bei der Baustoff- und Bausystemauswahl führen.

¹⁰³ Eine solche Simulation wurde von Herrn Dipl.-Ing. Frank Eßmann (staatl. anerkannter Sachverständiger für Wärme- und Schallschutz und seit 1994 im WTA-Referat Fachwerk aktiv tätig) auf der vom Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft Historische Fachwerkstädte e.V. organisierten Fachveranstaltung „Innendämmung im Fachwerkbau und in historischer Bausubstanz ...“ am 10.06.2009 eindrucksvoll demonstriert.

Rechtlich gesehen sind die am Bau Beteiligten zur Einhaltung der „ allgemein anerkannten Regeln der Technik“ verpflichtet.¹⁰⁴ Es sind Regeln, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig gelten und feststehen, in der Praxis bei dem nach neuestem Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt sind und sich aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung bewährt haben. Bei Fachwerksanierungen müssen zusätzlich wichtige Nachhaltigkeitsregeln, wie z.B. die Anwendung umweltverträglicher und gesundheitlich unbedenklicher Baustoffe berücksichtigt werden.¹⁰⁵

Nach BGH¹⁰⁶ kommt es auf die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik an.

Diese dürfen keineswegs mit den DIN-Normen identisch gesetzt werden. Die Mangelfreiheit kann nicht ohne weiteres einer DIN-Norm entnommen werden. Maßgebend ist nicht, welche DIN-Norm gilt, sondern ob die Bauausführung zur Zeit der Abnahme den anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind nicht identisch mit den DIN- und anderen Normen. Vielmehr gehen sie über die allgemeinen technischen Vorschriften, wozu auch die DIN-Normen gehören hinaus. Normen sind eindeutige (anerkannte) Regeln. Sie entsprechen nicht immer dem aktuellen technischen Kenntnisstand und beinhalten nicht immer Regeln, die sich langfristig bewährt haben.

¹⁰⁴ siehe z.B. *Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt*, Vordruckverlag Weise GmbH Dresden, 2001, § 3 (4) Allgemeine Anforderungen

¹⁰⁵ *Eßmann, F., Gänßelmann, J., Geburtig, G.; Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Die richtige Anwendung der EnEV*, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S. 81 ff.

¹⁰⁶ *BGB § 633 (Mängelbeseitigung)*. [IBR 1998, Privates Baurecht, S. 377]

DIN-Normen bilden einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten, sind aber keine Rechtsnormen sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter.

Das Bundesverwaltungsgericht hat zu den Normenausschüssen festgestellt¹⁰⁷:

"Daneben gehören ihnen aber auch Vertreter bestimmter Branchen und Unternehmen an, die deren Interessenstandpunkte einbringen". "Andererseits darf aber nicht verkannt werden, dass es sich dabei zumindest auch um Vereinbarungen interessierter Kreise handelt, die eine bestimmte Einflussnahme auf das Marktgeschehen bezwecken". Den Anforderungen, die etwa an die Neutralität und Unvoreingenommenheit gerichtlicher Sachverständiger zu stellen sind, genügen sie deswegen nicht".

Die Anwendung von DIN-Normen ist grundsätzlich freiwillig. Im Streitfall kann im Rahmen einer so genannten Beweislastumkehr die Rechtsvermutung, welche die DIN-Norm als „Beweis des ersten Anscheins“ billigt, widerlegt werden.¹⁰⁸

„Beweisvermutungen verhelfen den in Regelwerken zusammengefassten Normen zur rechtlichen Brauchbarkeit. Dies bedeutet, dass für die Norm die tatsächliche Vermutung spricht, das in ihr schriftlich niedergelegte sei mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik identisch. Wer behauptet, dies sei nicht so, mag das Gegenteil beweisen. Es muss der Beweis geführt werden, dass die Norm entweder theo-

¹⁰⁷ "Meersburg-Urteil": Bundesverwaltungsgericht Aktenzeichen 4 C 33 - 35/83, Urteil vom 22.05.87. Fundstelle: Neue Juristische Wochenschrift 1987, H. 45, S. 2888 (Quelle: Raimund Probst - Frankfurt).

¹⁰⁸ Information des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

retisch unrichtig ist – z. B. durch bessere Erkenntnisse überholt ist – oder dass sie sich in der Praxis nicht bewährt hat”.¹⁰⁹

Verbindlich werden die Normen allerdings dann, wenn in privaten Verträgen oder in Gesetzen und Verordnungen deren Anwendung verbindlich festgelegt wird.¹¹⁰

Fazit:

Eine der Fehlerquellen für Folgeschäden liegt in der Planung und Beratung. Das kritische Hinterfragen von Ausschreibungsvorlagen der Hersteller, kostengünstigen Gutachten und darauf beruhenden Sanierungsvorschlägen sowie der Produktqualitäten kann noch stärker ins Bewusstsein rücken.

Die Auswertung unserer Untersuchungen hat ergeben, dass etwa zwei Drittel der beauftragten Fachplaner eine ungeeignete Kombination aus Baustoffen und Ausführungssystemen ausgewählt haben.¹¹¹

In einem Ort wurden z.B. alle im Rahmen des Projektes untersuchten Sanierungsmaßnahmen von zwei Architektenbüros geplant und betreut. Nicht nur die Schadensbilder, sondern auch die Schadensursachen, zurückzuführen auf die gleiche Baustoffauswahl, auf das gleiche Raumprogramm und den gleichen Altbestand, sind auffallend ähnlich.

¹⁰⁹ In Soergel, C.: *Tauwasserbildung in Außenwandecken; Teil B: Kritische rechtliche Anmerkungen zu einem Urteil des Oberlandesgerichtes Hamm. Deutsches Architektenblatt 1983, H. 10, S. 1048 werden grundsätzliche Ausführungen zum Unterschied zwischen DIN-Normen und den allgemein anerkannten Regeln der Technik gemacht*

¹¹⁰ *Information des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.*

¹¹¹ *z.B. Beschichtung der kompletten Außenfassade mit Dispersionsfarben, (hinterlüftete) leichte Innendämmung mit Mattendämmstoff, Folie und Gipskarton, Raufasertapete mit Latexbeschichtung*

Obwohl vielen öffentlichen Stellen bekannt ist, dass von einigen Büros geplante Sanierungen nicht immer zu einem nicht befriedigenden Ergebnis führen, werden trotzdem weitere Vorhaben gebilligt. Grund dafür ist, dass die Planer die für die Sanierung (meist schon seit längerer Zeit leerstehender Fachwerkhäuser) dringend benötigten Investoren gleich mitbringen.

Beachtenswert ist, dass genau diese für die Fachwerksanierung oder –modernisierung schadensträchtigen Systeme auch von ca. 90 % der in Eigenregie planenden und werkelnden Bauherren bevorzugt werden. Da detaillierte Angaben zur Bauausführung in den Bauanträgen nicht gefordert werden bzw. die Maßnahmen teilweise gar nicht genehmigungspflichtig sind, ist eine übergeordnete Einflussnahme oder gar Kontrolle schon von vornherein ausgeschlossen. Bei Vorhaben, die einer denkmalrechtlichen Genehmigung bedürfen, greifen die Denkmalschutzbehörden regulierend ein.

6.2 Ausführungsbedingte Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigten

Fragestellung:

Welchen Anteil haben die Handwerkerleistungen als Fehlerquelle für Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen?

Darlegung:

Unabdingbar ist eine kontinuierliche und intensive Bauleitung und Kontrolle der auszuführenden Arbeiten. Der Einsatz eines kompetenten Bauleiters, der in engem Kontakt zum Planer steht, sollte gewährleistet sein. Die Ergebnisse der regelmäßig anzusetzenden Baustellentermine sollten genauestens protokolliert werden. Bei unseren Recherchen haben wir festgestellt, dass bei privaten Bauvorhaben, bei denen zudem eine eigenverantwortliche Beauftragung von Handwerksfirmen erfolgte, die schriftliche Dokumentation des Baufortschrittes und der Zielstellungen in Form von Aktennotizen oder Baustellenprotokollen nur unvollständig, z.T. gar nicht stattfand.

In einem späteren Schadensfall ist somit eine Recherche des Bauablaufes und der tatsächlich eingesetzten Baustoffe erheblich erschwert. Bei öffentlichen Bauten ist die Aktenlage sehr viel umfangreicher.

Fast 30% der Schadensursachen begründen sich in unserer Auswertung in einer nicht fachgerechten Ausführung der Arbeiten.



Abb. 97 Die Gewebeeinlage in der Putzschicht endet ca. 2 cm vor der Außenecke und wird nicht herumgeführt. Das Eckprofil ist nicht systemkonform und wurde nur unzureichend am Untergrund befestigt. (DFWZ QL B)



Abb. 98 Auch hier ist erkennbar, dass die Gewebeeinlage nicht um die Innenecke herumgeführt wird. Die Einlage endet bis zu 3 cm vor dem Fenster- bzw. Sockelanschluss und wurde auch seitlich des Fensters nicht in Höhe verlegt. (DFWZ QL B)

Deutlich wurde dies z.B. bei einem von außen nachträglich mit Heraklithplatten bekleideten Objekt.

An der Fassade kam es zu starker Rissbildung an den Gebäudeecken, Fenster- und Sockelanschlüssen. Im Ergebnis der Fassadenöffnung schienen die Heraklithplatten selbst an der Unterkonstruktion fest angebracht zu sein. Im geöffneten Eckbereich am unteren Eingang waren die Platten auf Stoß verlegt und die Stöße selbst nicht miteinander verklebt. Auffällig war, dass unterschiedliche Bewehrungsmatten als Putzeinlage benutzt wurden, welche an keiner der geöffneten Stellen (Außenecke und Innenecke) um die Ecke herumgeführt wurden. (siehe auch Abb. 97 und 98) Die Oberputzlagen wiesen Dicken zwischen ca. 0,5 cm (Fassadenbereich Mittelrisalit und Eingangsbereich) und 1,5 cm (unterhalb des Schaufensters) auf. Im Bereich der Schaufenster konnte nur im Brüstungsbereich Gewebeeinlage festgestellt werden. Weder ist diese Einlage bis zum Sockelblech hinunter noch bis zu den Fensterblechen hinauf geführt worden. Eine schräge Eckverklebung und eine Einlage in Fensterhöhe mit Anschluss bzw. Herumführung um den Eckbereich zum Mittelrisalit fehlen. Welche genaue Putzmischung verwendet wurde, konnte nicht recherchiert werden.

In einem Fall unserer Objektbearbeitung konnte recherchiert werden, dass im Leistungsverzeichnis, im Angebot, in der Abrechnung und auf der Baustelle jeweils unterschiedliche Farbsysteme angegeben wurden.

Die Verwendung neutraler Behälter erschwert es zusätzlich, die tatsächlichen Farbsysteme zu erkennen.

Ungenügende handwerkliche Qualitäten bzw. Fahrlässigkeit bei der Ausführung von Abdichtungsmaßnahmen gegen Feuchtigkeit z.B. bei Wänden und Böden in Feuchträumen, Balkonanschlüssen, Fensteranschlussfugen und die lückenhafte Ausführung von Luftdichtungsmaßnahmen – insbesondere bei leichten Innendämmschalen sind als wiederholte Fehlerquellen hervorzuheben.



Abb. 99 Bsp. für nicht angepasste Fenstergröße und Ausfüllung der Zwischenräume mit Bauschaum (DFWZ QLB)



Abb. 100 mangelhafte Eckverbindung der Schwellhölzer und des aufgehenden Ständers (DFWZ QLB)



Abb. 101 Auf den letzten Holzleichteckstein der Innendämmung unterhalb der Fensterbank wurde verzichtet. (DFWZ QLB)



Abb. 102 Aufgrund der guten Bauüberwachung wurde dieses Mal der „Pfusch“ festgestellt und musste zurückgebaut werden. (DFWZ QLB)

Fazit:

Mangelhafte Handwerkerleistungen sind bei einem Drittel der untersuchten Fälle als Fehlerquelle zu benennen. Die Gefahr der Verwendung ungeeigneter Baustoffe durch die Handwerker selbst und eine ungenügende Ausführungsqualität der Arbeiten ist bei der freien Beauftragung durch Bauherren am größten, zumal in diesen Fällen auch der oft „schmale Geldbeutel“ des Bauherrn großen Einfluss nimmt.

Bei einer Auftragsvergabe durch ein Planungsbüro erfolgt vorab in der Regel eine genaue Leistungsbeschreibung der auszuführenden Arbeiten und einzusetzenden Baustoffe bzw. Materialqualitäten, die von den Handwerkern zu befolgen sind. Sehr gut ausgebildete und regelmäßig geschulte Handwerker nutzen im Interesse des Objektes und des Auftraggebers auch die Möglichkeit, bei fachlichen Differenzen zu den Planungsvorgaben schriftlich „Bedenken anzuzeigen“, auf die der Planer in jedem Fall reagieren sollte.

Wie auf den Abb. 101 und 102 zu erkennen ist, kann eine in möglichst kurzen Abständen und (in diesem Fall unangekündigt) stattfindende Baukontrolle dem vorsätzlichen Pfusch am Bau entgegenwirken. Je öfter und intensiver die Ausführungsqualität von der Bauleitung überprüft wird, desto weniger Fehler werden sich einschleichen. Dies spart nicht nur die Kosten für einen eventuellen Rückbau, sondern minimiert auch mögliche ausführungsbedingte Bau-schäden.

Viele Handwerker klagen über den stetig steigenden Zeitdruck, der sich meist als Folge finanzieller Engpässe erweist. Die heute gängige Praxis, den preiswertesten Anbieter zu beauftragen, hat sich im Nachhinein oft als Fehler erwiesen. Aufgrund des Zeitmangels werden Arbeiten unsauber oder gar nicht vollendet. Zeigen sich nach einiger Zeit erste Schäden, ist es durchaus möglich, dass die ausführende Firma bereits insolvent ist. Ebenso ist es gängige Praxis, dass nach Ablauf der vereinbarten Gewährleistungsfrist, bei unklarer Rechtslage, die Beseitigung der Mängel oder eine umfangreiche Reparatur über hohe Nachtragsangebote erfolgt.

Dies ließe sich eher vermeiden, wenn bei der Entscheidung über einen Auftrag das billigste und das teuerste Angebot nicht so stark gewichtet wird und unter den verbleibenden Angeboten verstärkt unter fachlichen Aspekten ausgewählt würde.

Insbesondere bei Dichtungsarbeiten jeglicher Art ist es ratsam, Fachfirmen zu beauftragen, die zum Einen langjährige Erfahrung in der Sanierung von Altbauten, zum Anderen auch die Teilnahme an regelmäßigen Weiterbildungsveranstaltungen - vorzugsweise von Handwerkskammern oder unabhängigen Bildungsträgern - vorweisen können.

6.3 Nutzungsbedingte Faktoren, die das Entstehen von Bauschäden begünstigen

Fragestellung:

Kann der Nutzer oder Eigentümer eines sanierten Hauses Einfluss auf die Entstehung von Folgeschäden nehmen?

Darlegung:

Angesichts wirtschaftlicher Zwänge werden die sanierten Objekte heutzutage in relativ kurzer Zeit fertig gestellt und umgehend bezogen. Dabei wird die während der Bauphase eingetragene Baufeuchte massiv unterschätzt.

Im „Ökologischen Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung“ konnte nachgewiesen werden, dass bei Innendämmmaßnahmen je nach Ausführung zwischen 11,5 und 31,2 Liter Feuchtigkeit je qm Wandfläche eingetragen werden können. Die errechnete Baufeuchte betrug für diese Wandaufbauten ein Vielfaches der rechnerisch ermittelten Kondensatmenge eines Jahres. Abbildung 100 zeigt im Säulendiagramm den Feuchteeintrag bei den nachträglichen Innendämmsystemen: Holzleichtlehmschale, Stampflehm, Kalziumsilikatplatte und Holzweichfaserplatte während der Bauphase. Der untere Säulenabschnitt beschreibt die eingetragene Feuchte der Ausgleichsschicht zur Fachwerkwand – ca. 50 mm Lehmbruchhinterfüllung bzw. Ausgleichsputz.

Bei den Plattendämmsystemen stellen sie den größten Feuchtelieferanten dar. Der mittlere Säulenteil zeigt den Feuchteeintrag durch den Dämmstoff selbst und der oberste Säulenabschnitt markiert die Bekleidung von innen – 2-lagiger Lehmputz bzw. bei den Kalziumsilikatplatten ein Kalkputz. In die Berechnung sind

sowohl die Ausgleichsfeuchten des Baustoffs als auch die Anmachfeuchten eingeflossen. Entschärfend muss man natürlich darauf hinweisen, dass die jeweiligen Materialschichten nicht zeitgleich, sondern in größeren Abständen eingebracht wurden, so dass zwischenzeitlich eine leichte Abtrocknung möglich war.

Trotzdem ist die Gesamtfeuchtemenge beachtlich. Anhand der kontinuierlichen Feuchtemessung in der Wand wurde festgestellt, dass die Baufeuchte erst nach etwa einem Jahr annähernd abgetrocknet war. Der in den jeweils neben dem Wandsystem dargestellte, nach DIN 4108 errechnete Kondensatausfall erscheint dagegen verschwindend gering.

Bei Trockenbaukonstruktionen ist der Feuchteintrag natürlich wesentlich geringer.

Um einer langsamen, unzureichenden Bauaustrocknung schon während der Bauphase entgegenzuwirken, sollte zwischenzeitlich auf eine ausreichende Stoßlüftung geachtet werden, insbesondere wenn der Heizungsbetrieb ebenfalls angelaufen ist. Alternativ können Entfeuchtungsgeräte eingesetzt werden.

Großen Einfluss auf die Entstehung von Schäden durch übermäßige Luftfeuchteanreicherung haben die Nutzer selbst. Aus Energiespargründen und aus Nachlässigkeit werden häufig Schlafzimmer und Küchen unzureichend beheizt, wodurch es bei der in diesen Räumen üblichen Feuchteanreicherung der Luft an den untertemperierten Außenwänden ($\leq 12,6^\circ\text{C}$) zu Kondensatbildung kommen kann.

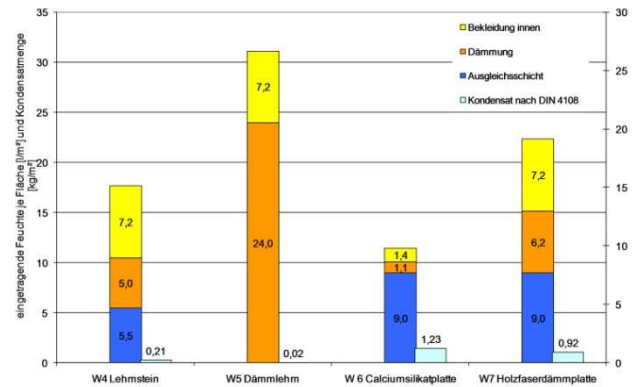


Abb. 103 Gegenüberstellung der eingetragenen Baufeuchte und des Kondensatausfalls (nach DIN 4108) am Beispiel der Wandaufbauten aus dem Ökologischen Pilotprojekt (Bauklima Ingenieurbüro Wulf Eckermann, Potsdam)

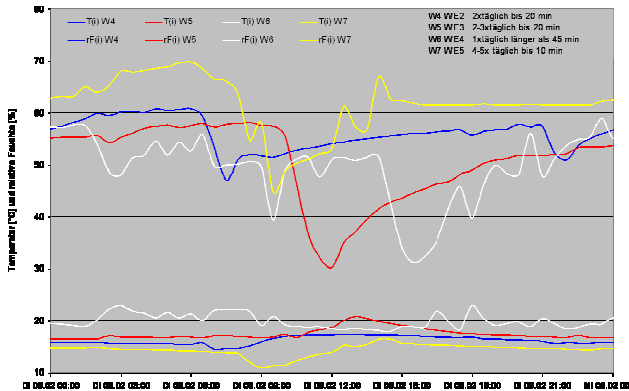


Abb. 104 Lüftungsverhalten an einem Tag am Beispiel der Nutzungsgewohnheiten in den Wohnungen

(aus dem Ökologischen Pilotprojekt, Bauklima Ingenieurbüro Wulf Eckermann, Potsdam)

Die absolute Luftfeuchte bezeichnet die tatsächlich in der Luft vorhandene Menge Wasserdampf. In der Praxis wird die Luftfeuchtigkeit als relative Luftfeuchte angegeben. Sie bezeichnet den Prozentgehalt der tatsächlich vorhandenen, von der Temperatur abhängigen, jeweils möglichen maximalen Feuchte.

Die Aufzeichnung der Temperaturentwicklung und der relativen Feuchte im Verlauf eines Wintertages in vier Wohnungen (Abb. 104) kann wie folgt bewertet werden:

Bei konstanter Schlafzimmertemperatur $[T(i) W7]$ von ca. $15^{\circ} C$ (untere gelbe Temperaturkurve) steigt in WE 5 die relative Luftfeuchte $[rF(i) W7]$ (obere gelbe Feuchtekurve) im Schlafzimmer im kritischen Zeitraum zwischen Mitternacht und 7.00 Uhr morgens bis auf ca. 70%. Nach dem Lüften gegen 9.00 Uhr (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit sinken) wird das Zimmer wiederum nicht über $15^{\circ} C$ erwärmt. Im Normalfall ist davon auszugehen, dass in einem solchen Fall die Oberflächentemperatur der Wandflächen über einen langen Zeitraum unter dem kritischen Wert von $12,6^{\circ} C$ liegt. Bei behindertem Abtrocknungsvermögen im Wandquerschnitt wäre die Gefahr von Schimmelbildung sehr hoch. Im Gegensatz dazu lässt sich in WE 4 im gleichen Zeitabschnitt eine höhere Temperatur $[T(i) W6]$ von ca. 19° bis $23^{\circ} C$ (obere weiße Temperaturkurve) mit einer zugehörigen, geringeren relativen Luftfeuchtigkeit $[rF(i) W6]$ von 49% bis 55% (untere weiße Feuchtekurve) erkennen.

Beim Heizen steigt die Temperatur, während die relative Feuchte sinkt. Bei einem Lüftungsprozess hingegen sinken Temperatur und relative Feuchte fast parallel.

Für ein gesundes Wohnklima empfiehlt sich eine relative Luftfeuchtigkeit von 34 – 60%. Der so genannte Normalwert liegt bei 20° C Raumtemperatur und 50% relativer Luftfeuchte.

Da die relative Luftfeuchte von der Lufttemperatur abhängig ist (warme Luft nimmt mehr Feuchte auf als kalte Luft), kann es überall dort in der Wohnung, wo niedrige Temperaturen auftreten, aufgrund von Kondensationsvorgängen kritisch feucht werden. Diese Gefahr besteht vornehmlich an kalten Wandecken, mit großflächigen Möbeln verstellten Außenwänden, Laibungsbereichen von Fenstern, bei denen z.B. durch schwere Vorhänge keine Luftzirkulation möglich ist.

Ferner kann zwar die unbedachte Auswahl von Oberflächenbekleidungen, z.B. Kunstharzstriche, teilweise Bekleidung der Decken und / oder Wände mit Polystyrol-Hartschaumplatten und Folientapeten je nach Mietergeschmack eine Wohnung verschönern, hemmt aber ebenfalls die Ableitung von Feuchtigkeit.

In vielen Wohnungen ist es sogar üblich, dass die in Duschen und Bädern mit Feuchtigkeit gesättigte Raumluft in die angrenzenden Räume entlüftet wird oder dass die feuchte Wäsche in den Wohnräumen getrocknet wird.

Eine unzureichende (Stoß-)Lüftung insbesondere bei dichten Fenstern trägt dann zusätzlich zu einer Übersättigung der Raumluft bei. Zur Vermeidung von Schimmelpilz muss aber gelüftet werden.



Abb. 105 Schimmelflecken unter einer folienbeschichteten Tapete in einem Duschaum (DFWZ QLB)

Feuchtetabelle nach Hauser ¹

Wasserdampfabgabe in Wohnungen

Menschen	leichte Aktivität mittelschwere Arbeit schwere Arbeit	30 – 60 g/Std 120 – 200 g/Std 200 – 300 g/Std
Bad	Wannenbad Duschen	ca. 700 g/Std ca. 2.600 g/Std
Küche	Koch- und Arbeitsvorgänge Im Tagesmittel	600 – 1.500 g/Std 100 g/Std
Topfpflanzen	Farn Mittelgroßer Gummibaum Wasserpflanzen Freie Wasseroberfläche Jungbäume (2-3 m)	7 – 15 g/Std 10 – 20 g/Std 6 – 8 g/Std ca. 401 g/(m ² h) 2 – 4 g/Std
Wäschetrocknen (4,5 Trommel)	geschleudert tropfnass	50 – 200 g/Std 100 – 500 g/Std

Abb. 106 Zusammenstellung der Wasserdampfabgabe in Wohnungen

⁽¹⁾ aus: Schnappauf, v., Richter-Engel, S.: Gebrauchsanweisung für Häuser, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 1997, S. 16)

Selbst die Kommission Innenraumhygiene des Umweltbundesamtes ist inzwischen angesichts der Schimmelpilzausbreitung so alarmiert, dass sie in einer Bekanntmachung Tipps zum richtigen Lüften veröffentlichte. "Ein, besser mehrere Fenster sollten mehrmals am Tag, mindestens aber morgens und abends, kurzzeitig weit geöffnet werden".¹¹²

Das in der Praxis gern zur permanenten Lüftung herangezogene angekippte Fenster ist deshalb ungeeignet, weil damit die aufsteigende Wärme des unter dem Fenster montierten Heizkörpers direkt ins Freie gelangt und ein Abführen der im Raum trägen feucht-warmen Luft nur sehr langsam erfolgt.

Wer mit Hilfe der Stoßlüftung die feuchte Luft hinauslüftet, tauscht damit unter Umständen auch sehr energiereiche Luft aus. Das Lüften sollte deshalb in einer Art erfolgen, die zwar den Austausch feucht-warmer gegen kühle, trockene Luft ermöglicht, ein Auskühlen der Umgebungsflächen aber vermeidet.

Der Zwang zum regelmäßigen intensiven Lüften widerspricht aber eigentlich dem Nutzen der intensiven Dämmung. Je öfter die Fenster geöffnet werden müssen, um der Schimmelpilzbildung vorzubeugen, desto mehr Wärme geht verloren. Eine offizielle Rechnung gibt es nicht, jedoch steht fest, dass beim normalen Querlüften mit einer Dauer von fünf Minuten 60 Prozent der Wärme aus der Luft verloren gehen. Eine Standardheizung benötigt 30 bis 60 Minuten, um das wieder auszugleichen.¹¹³

¹¹² *Die Welt, Artikel 1142593: Umwelt-Bundesamt legt neue Studie vor: In deutschen Kinderzimmern blüht der Schimmel*

¹¹³ *Siehe auch Meier, C. Richtig bauen – Bauphysik im Widerstreit – Probleme und Lösungen. Renningen-Malmsheim: expert verlag, 12. Auflage 2007*

Deutliche Unterschiede bei den nutzungsbedingten Einflüssen gibt es zwischen reiner Wohnnutzung und Geschäftsnutzung. So haben wir beispielsweise bei gewerblich oder als Büro genutzten Räumen und Bauten keine Schäden aufgedeckt, die mit der Ausführung leichter Ständerwände mit Mineralwollfüllung und Gipskartonbeplankung in Zusammenhang gebracht werden können. Bei reiner Wohnnutzung dagegen erscheint die Ausführung solcher Innendämmsysteme in Kombination mit dem spezifischen Nutzerverhalten wesentlich problematischer und schadensanfälliger.

Diese Bilanz bestätigt die Aussagen über den beträchtlichen Einfluss des Raumprogramms und des Nutzerverhaltens. Doch welche Konsequenzen können daraus abgeleitet werden?

Aufgrund des schwer beeinflussbaren Verhaltens der Nutzer wäre zumindest bei Trockenbaukonstruktionen an Außenwänden eine Luftdichtheit besonders in Wohnräumen notwendig, um Kondensat in der Außenwandkonstruktion infolge einer Abkühlung der nach außen strömenden Luft zu vermeiden. Folgerichtig müssten dann Lüftungsanlagen – möglichst mit Wärmerückgewinnung - sowie Klimaaggregate zur Standardausrüstung einer jeden Wohnung gehören. Allerdings sind Lüftungsanlagen sehr teuer. Bei mechanischen Lüftungsanlagen wirkt sich ebenfalls nachteilig aus, dass Gerüche durch das ganze Haus gezogen werden. Weiterhin müssen alle Lüftungsanlagen aus hygienischen Gründen regelmäßig gewartet werden (Verschmutzung, Verkeimung der Kanäle) und sie verbrauchen selbstverständlich Antriebsenergie.



Abb. 107 Durch die Haftwurzeln von Pflanzen stark geschädigter Fachwerkstiel (DFWZ QL B)



Abb. 108 Auch die Gefachoberfläche (Beschichtung und Verputz) sind durch die Haftwurzeln der Pflanzen geschädigt worden. (DFWZ QL B)

Ob sie tatsächlich wirtschaftlich sind und zu gesunden Wohnverhältnissen beitragen, muss erst noch bewiesen werden.¹¹⁴

Bei Fachwerkbauten und Leichtkonstruktionen lässt sich allerdings die geforderte Luftdichtheit handwerklich in der Regel kaum dauerhaft herstellen. Deshalb ist bei der nachträglichen Innendämmung von Fachwerkbauten die Ausführung homogener Wandaufbauten (ohne Luftzwischenräume) mit gutem, kapillarem Entfeuchtungsvermögen und ohne Folienabdichtung oder hydrophob eingestellten Putzen bzw. Beschichtungen eine zweckmäßige Alternative.

Auch Pflanzenbewuchs an Fachwerkfassaden, welcher von Mietern oder Vermietern gern zur Aufwertung der Fassadenansicht oder auch als natürlicher Wetterschutz verwendet wird, kann zu Schäden führen. Bei zwei Objekten ist das Fachwerk partiell durch die Haftwurzeln von Pflanzen stark angegriffen worden. Die Farbbeschichtung der Fachwerkhölzer und der anliegenden Gefache wurde durch das Verkrallen der Pflanzenwurzeln aufgespalten. (Abb. 107, 108) So konnte nicht nur das an der Fassade herablaufende Niederschlagswasser sondern auch das an den Blättern verbleibende Wasser in die Fachwerkkonstruktion eindringen. Eine zügige Abtrocknung der Fassade wurde durch das Laubwerk behindert. Inzwischen sind einige Hölzer zusätzlich durch Pilzbefall geschädigt.

¹¹⁴ Siehe auch Meier, C.; *Richtig bauen – Bauphysik im Widerstreit – Probleme und Lösungen*. Renningen-Malmsheim: expert verlag, 12. Auflage 2007

Deutliche Qualitätsmängel wiesen 10% der Gebäude auf, bei denen die regelmäßige Pflege und Unterhaltung versäumt wurde. Solange die Objekte bewohnt und somit regelmäßig genutzt waren, konnten Mängel oder Schäden relativ zeitnah behoben werden; auch eine Beheizung und Grundlüftung war gewährleistet.

In welchen Intervallen Schönheitsreparaturen oder Instandhaltungsmaßnahmen tatsächlich durchgeführt worden waren, konnte im Rahmen des Projektes nur bedingt recherchiert werden. Eine bestimmte Regelmäßigkeit ist bei eigen genutzten Bauten und bei städtischen Objekten belegbar, da hier die Abrechnungsunterlagen archiviert wurden.

Bei zeitweise oder über lange Zeiträume leerstehenden Mietobjekten, werden Mängel und Schäden erfahrungsgemäß erst sehr viel später offensichtlich. Der verstreichende Zeitraum bis zum Beheben der Schäden ist grundlegend davon abhängig, wie schnell der Eigentümer in Kenntnis gesetzt wird und welche finanziellen Möglichkeiten ihm zur Schadensbeseitigung zur Verfügung stehen. Es ist nicht ungewöhnlich, wenn aufgrund vernachlässigter Instandhaltung ein Auszug der Mieter erfolgt - oder umgekehrt, wenn aufgrund fehlender Mieteinnahmen eine regelmäßige Inspektion und Mängelbeseitigung nicht stattfindet. Hier könnte eine Spirale entstehen, die im finanziellen Ruin des Bauherrn oder im baulichen Verfall des Gebäudes mündet. (Ein untersuchtes Objekt ist betroffen.)

Eine Veräußerung des betroffenen Objektes ist in diesem Fall sehr schwierig, da aufgrund der meist beträchtlichen Schäden der Aufwand für eine erneute Sanierung sehr hoch ist.



Abb. 109 Eine unterlassene Instandsetzung der Dachentwässerung begünstigte das Ausmaß der Feuchteschäden am Sockel (DFWZ QLB)



Abb. 110 Die Reinigung der Dachentwässerungsanlagen und Überprüfung der Dacheindeckung sollten regelmäßig erfolgen. (DFWZ QLB)



Abb. 111 Die Bemoosung am unteren Anschluss des Dachflächenfensters sollte entfernt werden. (DFWZ QLB)

Fazit:

Der Einfluss des Nutzerverhaltens und die regelmäßige Wartung und Instandsetzung der Gebäude haben einen erheblichen Einfluss auf die Funktionstüchtigkeit der Konstruktion. Schon bei der Erstellung des Sanierungskonzeptes müssen nutzungsrelevante Faktoren, wie z.B. das Heiz- und Lüftungsverhalten und sich daraus ergebene bauklimatische Zustände in die Überlegungen einbezogen werden.

Das individuelle Nutzerverhalten ist abhängig vom subjektiven Wohlbefinden, welches wiederum beeinflusst wird von den Faktoren: Temperatur, Zugluft, Gerüche, Schadstoffbelastung und bedingt Feuchte. Beim Lüften geht es nicht nur darum, hohe Feuchtegehalte, Stoffwechselabfallprodukte und Gerüche abzuführen, sondern auch um die Zufuhr von frischer Atemluft. Der Bedarf an Frischluft beträgt je nach körperlicher Anstrengung bis zu 130 m³/Stunde.

„Bei durchschnittlich dichten Wohnungen, deren Fenster mit Dichtprofilen ausgestattet sind, kann von einer natürlichen Luftwechselrate durch Fugen von 0,12/Stunde ausgegangen werden, d.h. dass die Raumluft etwa alle 8 Stunden vollständig ausgetauscht wird.“¹¹⁵

Das bedeutet weiterhin, dass mehr als 50% des notwendigen Luftwechsels durch aktives Lüften oder Lüftungsanlagen sichergestellt werden muss.

¹¹⁵ Schnapauff, V., Richter-Engel, S.; *Gebrauchsanweisung für Häuser, Bauforschung für die Praxis, Band 40, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 1997, S.17 ff*

Schwieriger ist die Einschätzung der Notwendigkeit des Ablüftens bei erhöhter Luftfeuchte, da der Mensch kein Sinnesorgan für die Luftfeuchtigkeit besitzt. Unstrittig ist die Situation z.B. nach Wannenbädern, Duschvorgängen, beim Kochen oder immer dann, wenn Scheiben oder Spiegel beschlagen. Bei auch gefährdeten Räumen, wie Schlafzimmern oder Wohn- und Arbeitsräumen mit großem Pflanzenbestand, Aquarien oder Wäscheständern ist es ratsam, die Luftfeuchte mit technischen Hilfsmitteln (Hygrometer) zu kontrollieren.

Ein kontrolliertes, regelmäßiges Heizen und Lüften aller in der Wohnung befindlichen Räume, das Bewahren einer soliden Raumhygiene, mit dem Vermieter in Bezug auf Zeiträume und Materialien abgestimmte Schönheitsreparaturen, regelmäßige Inspektionen durch die Nutzer und den Eigentümer, die zeitnahe Behebung eventueller Mängel und Schäden sowie ein respektvoller Umgang – sowohl zwischenmenschlich, als auch materiell - wird die Langlebigkeit des Hauses positiv beeinflussen. Bei einem sorgfältigen Übergabegespräch können z.B. grundlegende Verhaltensregeln besprochen und Checklisten ausgetauscht werden.¹¹⁶

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass die Hauptquellen für das stetige Auftreten von Bauschäden in den personell bedingten Einflüssen – nämlich in der unzureichenden Konzeption und Strategie der Gesamtmaßnahme, in einer mangelhaften Bauausführung und

¹¹⁶ *Gliederungsbeispiele und Textbausteine für Eigentümer und Mieter finden sich in der Broschüre: Schnapauff, V., Richter-Engel, S.; Gebrauchsanweisung für Häuser, Bauforschung für die Praxis, Band 40, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 1997*

im individuellen und nicht leicht zu beeinflussenden Verhalten der Nutzer - zu finden ist.

Neben einer dem Fachwerkhaus gegenüber unverträglichen Sanierungsplanung, bei der die Materialauswahl, Bau- und Ausführungstechniken, aber auch die Baukontrolle eine entscheidende Rolle spielen, ist zudem das individuelle Verhalten der Bewohner nicht zu unterschätzen. Häufig werden subjektive Verschönerungsmaßnahmen durchgeführt, deren bauschädliche Auswirkungen von den Nutzern nicht vorausgesehen werden können. Deshalb sind Aufklärungsgespräche bezüglich jeglicher Art von Eigeninitiative und deren möglicher bauklimatischer oder bautechnischer Auswirkungen im Vorfeld ratsam.

7. Zusammenfassung und Konsequenz

Gemäß 3. Bauschadensbericht (1996) des Bundesministeriums für Bauwesen und Raumordnung konnten allein in Deutschland etwa zwei Millionen zum Teil äußerst hochwertige Fachwerkgebäude bewahrt werden. Diese sind zwangsläufig nicht mehr in ihrer ursprünglichen und reinen Konstruktion vorhanden, konnten aber je nach Art der Bewirtschaftung und Bauunterhaltung mehr oder weniger gut erhalten werden. Das beruht allerdings maßgeblich auf den eher bescheidenen Ansprüchen unserer Vorfahren und betrifft mehrheitlich Gebäude, die keiner Komplettsanierung nach Neubaustandard unterzogen wurden.

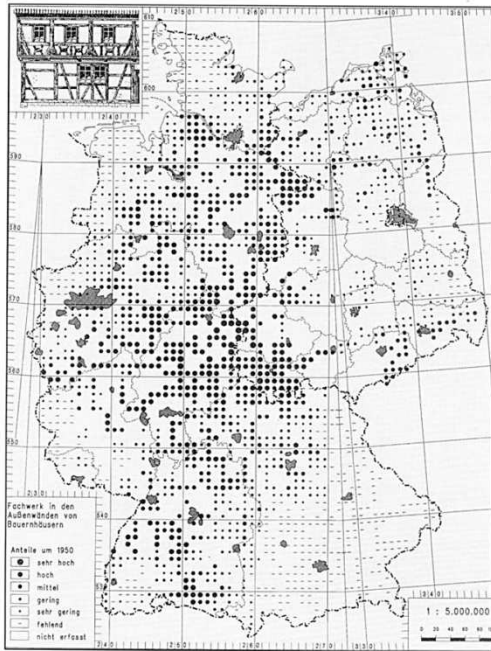


Abb. 112 Bauernhäuser mit Außenwänden aus Fachwerk (aus: Ellenberg, H.: Bauernhaus und Landschaft in ökologischer und historischer Hinsicht)



Abb. 113 Typische Hofsituation in den 60-er Jahren bei noch geringer Wohnqualität

(Foto: Stadtbauamt Quedlinburg)

Jeder Versuch die Lebensdauer historischer Bausubstanz zu verlängern, ist mit der Veränderung des Vorhandenen verbunden. Nicht nur umfangreiche Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen sondern auch einfachste Reparatur- und Erhaltungsarbeiten sowie die alltäglichen Umwelteinflüsse führen zu fortwährendem Verschleiß, Veränderung und Verlust der Unberührtheit des historischen Originals. Der heutige Zustand gibt Auskunft über die technische Entwicklung, Ansprüche und gesellschaftliche Stellung unserer Vorfahren über mehrere Jahrhunderte. Dies ist leider im Nachhinein nicht nur im positiven Sinne zu betrachten, sondern erlaubt uns auch einen Einblick über die Schadensträchtigkeit manch einer Veränderung.

Eine zunehmende Sanierungstätigkeit und gleichzeitige Übernahme von Neubaustan-

dards¹¹⁷, die für die Fachwerksanierung jedoch meist ungeeignet sind, lässt sich gegen Ende des 20. Jahrhunderts auch in einen politischen Zusammenhang bringen.

Schon in den siebziger Jahren erklärten Klimaforscher, dass ein möglicher Klimawandel eine ernste, weltweite Bedrohung für Mensch und Natur werden würde, woraufhin 1979 die erste Klimakonferenz in Genf einberufen wurde. In den folgenden Jahren zeichnete sich ab, dass sich das Klimasystem offenbar weltweit verändert und der Mensch mit seinen steigenden Treibhausgas-Emissionen daran vermutlich keinen geringen Anteil hat.

Unter dem Eindruck der aufkommenden Energiekrise (Ölkrise) und des drohenden Klimawandels erließ die Bundesregierung 1976 das Energieeinspargesetz (EnEG) und im Jahr 1977 die erste Wärmeschutzverordnung mit dem Ziel, die energetischen Verluste zu reduzieren. Mit den anschließenden staatlich geförderten Programmen für Zukunftsinvestitionen „Verbesserung der Lebensqualität in Städten und Gemeinden“ begann eine erste große Sanierungswelle in den alten Bundesländern, gefolgt von einer deutlichen Steigerung der Sanierungstätigkeit in den neuen Bundesländern, die zu Beginn der 1990er Jahre einsetzte.

Fast zeitgleich, nämlich im Juni 1992, fand die UN-Konferenz zum Thema "Umwelt und Entwicklung" (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development) in Rio de Janeiro statt, auf welcher 158 Staaten die Klima

¹¹⁷ z.B. der Versuch den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) lt. EnEV für jedes Bauteil mit modernsten Baustoffen einzuhalten.



Abb. 114 (aus Vortrag „Energetische Sanierung mit Innendämmung – Wie geht das?“, Prof. Dr. Garrecht, TU Darmstadt in Zusammenarbeit mit Stadtwerke Hanau, Umweltamt Hanau, 07.02.2007)

rahmenkonvention verabschiedeten.¹¹⁸

Ungeachtet der Beschlüsse konkreter Schritte zur Reduzierung der Treibhausgase auf der UN-Weltklimakonferenz im japanischen Kyoto (1997) erfolgte eine Umsetzung bislang sehr schleppend. Achtbar ist jedoch die Bereitschaft der deutschen Bundesregierung, weiterhin eine Vorreiterrolle im internationalen Klimaschutz einzunehmen.¹¹⁹

Zur Umsetzung des Energieeinspargesetzes wurden seitens der Regierung mehrere Verordnungen erlassen. Die kontinuierlich verschärften Anforderungen aus den verschiedenen Stufen der Wärmeschutzverordnung und der Heizungsanlagenverordnung vereinten sich im Jahr 2002 in der heute maßgeblichen Energieeinsparverordnung (EnEV), die zusätzlich veränderte Berechnungsverfahren und Bewertungsgrößen beinhaltet.¹²⁰ Wie sowohl dem 3. Bauschadensbericht (1996) des Bundesministeriums für Bauwesen und Raumordnung als auch dem 2. Bauschadensbericht der DEKRA (2008) zu entnehmen ist, sind parallel zu den verschärften Energieeinsparforderungen deutlich zunehmende Verluste an historischen Altbaubeständen, insbesondere Fachwerkbeständen aufgetreten.

¹¹⁸ Goerne v., G.; Klimakonferenzen, Greenpeace e.V. Redaktion, Hamburg, 11/2006

¹¹⁹ Im Vorfeld der 6. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention in Den Haag 2000 hatte die deutsche Bundesregierung bereits ein Klimaschutzprogramm vorgestellt, mit dem das deutsche Klimaschutzziel einer 25%igen Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2005 erreicht werden soll. In ihrer Nachhaltigkeitsstrategie erklärte die deutsche Bundesregierung deshalb, ihre CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40% zu senken, wenn die EU sich auf eine Reduktion von 30% festlegt und andere Industriestaaten ähnliche Verpflichtungen eingehen. Greenpeace-Redaktion 25.04.2007

¹²⁰ Eßmann, F., Gänßelmann, J., Geburtig, G.; Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Die richtige Anwendung der EnEV, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, S. 31 ff.

Trotz der Aufnahme von nur etwa 30 Fachwerkhäusern in die Bilanzierung lässt sich eine Relevanz der zusammenfassenden Erkenntnisse feststellen, da alle weiteren Objekte¹²¹, die im Projektverlauf besichtigt oder uns durch Anfragen bzw. Nachfragen unsererseits von Bauherren, Baubehörden oder Planern vorgestellt wurden, ähnliche Schadensbilder und vergleichbare Sanierungsverläufe, Materialien und Ausführungstechniken aufwiesen. Obwohl eine intensivere Bearbeitung hier nicht möglich oder gewollt war, können diese Objekte zur Bekräftigung der Ergebnisse bezüglich der Verteilung der Schäden an Fachwerkfassaden, Sockeln und Fenstern, z.T. auch zur Relevanz der ungeeigneten Materialwahl herangezogen werden.

Auch bei der rein technischen Bestandsaufnahme der bilanzierten Objekte kam es mitunter aufgrund der aktuellen Nutzungsverhältnisse oder aufgrund der privaten Eigentumsverhältnisse zu Einschränkungen, die aber durch eine intensive Aktenrecherche, Laboranalysen und bereits vorliegende Holzschutz- oder Schadensgutachten weitgehend kompensiert werden konnten.

Eine bewusste Fokussierung auf bestimmte Schadensorte (Bauteile) hat unsererseits nicht stattgefunden. Im Gegenteil, meist wurde im Vorgespräch mit den vermittelnden Städten, Sanierungsträgern oder den Eigentümern selbst das Hauptschadensbild benannt, während der Objektbearbeitung konnten dann weitere Schäden dokumentiert werden.

¹²¹ *Etwa 100 Objekte wurden besichtigt oder uns vorgestellt*

Dass historische Fachwerkbauten mit ihrer fugenreichen Kombination aus hölzernem Tragwerk und verschiedenartigen Ausfachungsmaterialien auf jegliche Veränderung empfindlich reagieren und somit stärker von Folgeschäden und Verfall bedroht sind als alle anderen Bauweisen, ist in der Fachwelt im Grunde bekannt. Dennoch stellte sich als Folge meist mehrerer, zusammentreffender Ursachen heraus, dass vorwiegend elementare, bauphysikalische Grundregeln verletzt wurden, wodurch der Feuchtehaushalt des Gesamtgefüges aus dem Gleichgewicht gebracht und erhebliche Schäden hervorgerufen wurden.

Die Art der Schäden, die an Fachwerkhäusern charakteristisch auftritt, ist vielerorts schon von außen sichtbar. Es ist kein Geheimnis, dass übermäßige Feuchtebelastung die Hauptursache Nr.1 für das Auftreten vieler Bauschäden darstellt. Auch in der Auswertung unserer Objektbearbeitung kommen wir zu diesem Ergebnis. Deshalb haben wir uns neben der Dokumentation der Schäden intensiv mit den planerischen, produktspezifischen, ausführungstechnischen und nutzungsbedingten Ursachen, welche die Entstehung der übermäßigen Feuchtebelastung und somit das anhaltend hohe Schadenspotential bei sanierten Fachwerkhäusern hervorrufen, beschäftigt.

Ausdrücklich sei betont, dass nie eine Ursache allein zu einem Schaden geführt hat. Es ist grundsätzlich das Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Faktoren feststellbar, die letztendlich zum Schaden geführt haben. Gleichwohl liegt der Beginn der Schadenskette zu 75 % bei der Planung der Sanierungsmaßnahme.

Das betrifft alle Maßnahmen, die von Beginn an durch den Bauherrn selbständig geplant und ausgeführt, aber auch jene, die nach der Genehmigungsplanung durch den Bauherrn fortgeführt wurden. Neben dem finanziellen Rahmen und Gestaltungsempfinden des Bauherrn spielt meist die fachliche Unkenntnis über stoffliche, bauphysikalische und ausführungstechnische Zusammenhänge eine entscheidende Rolle bei der Auswahl von Materialien und Verfahren. Modernisieren die Bauherrn oder Nutzer eigenständig, ist die Qualität einer objektbezogenen, umfassenden und fachgerechten Beratung, z.B. durch Produktvertreter, Mitarbeiter von Baumärkten, Handwerkern, mitunter auch Energieberatern eher gering einzuschätzen, da auch sie in der Regel nicht gewerkeübergreifend, baufachlich ausgebildet wurden. Gut aus- und weitergebildete Architekten und Ingenieure mit einer langjährigen Berufserfahrung in der Fachwerksanierung können positiven Einfluss auf die angemessene Materialauswahl und Ausführungstechnik nehmen. Bei einer nachhaltigen, Substanz schonenden Umsetzung der Baumaßnahme geht es nicht nur darum, was der Bauherr wirtschaftlich und nutzungstechnisch möchte, sondern vielmehr ob man durch kluge Alternativen sowohl dem Bauherrenwunsch als auch dem Substanzerhalt gerecht werden kann.

Finanzielle Einschränkungen und eine geringere Berufserfahrung auf diesem Spezialgebiet der Altbausanierung sind meist die Ursachen für eine nicht ausgewogene Planung und Bauüberwachung. Mit der Auswahl und Kombination von Baustoffen und Dämmsystemen, die in Abhängigkeit der späteren Nutzung bauphysikalisch oder bautechnisch nicht harmonieren bzw. funktionieren, wurde bei etwa zwei Drittel der

untersuchten Objekte die Voraussetzung zum Entstehen einer lang anhaltenden, erhöhten Bauteilfeuchte geschaffen. Hinzu kommen Handwerkerleistungen, die als nicht fachgerecht einzustufen sind, bei denen allerdings etwa hälftig eine unvollständige oder fachlich unzulängliche Leistungsbeschreibung zu Grunde lag – besonders auffällig waren dabei die Maurer- und Putzarbeiten in den Gefachen sowie die Außenanstriche. Bei einem Objekt konnte nachgewiesen werden, dass tatsächlich entgegen aller Ausführungsvorgaben gefuscht wurde. Das betraf sowohl die vorgegebenen Materialien, die nicht eingesetzt wurden, als auch die handwerkliche Ausführung, die mangelhaft war. Ausschlaggebend dafür, ob bzw. wie schnell feuchtebedingte Schäden entstanden, war schließlich die Art der Nutzung und das damit verbundene, typische Nutzerverhalten. Mechanische Schäden, wie z.B. das Abreißen von Gefacheputzen von den Holzflanken des Fachwerks oder darauf basierende Feuchteschäden zeigten sich unabhängig von der Nutzung. In welcher zeitlichen Abfolge Mängel und Schäden erkannt und behoben wurden, ist in engen Zusammenhang mit den finanziellen Möglichkeiten des Eigentümers, dem Geschmack der Mieter (bei Schönheitsreparaturen) und dem räumlichen Abstand zwischen (Wohn)sitz und Mietobjekt zu bringen. Bei allen selbstgenutzten Fachwerkhäusern war eine regelmäßige Pflege zu erkennen, die aufgetretenen Schäden wurden zeitnah repariert bzw. mit einem Fachplaner die weitere Vorgehensweise frühzeitig abgestimmt. Bei selbstgenutzten Bauten ist der behutsame Umgang mit der Substanz - beginnend bei der Sanierungsplanung, über das individuelle das Nutzungsverhalten selbst bis hin zur regelmäßigen Wartung und Instandhaltung

der Immobilie - sehr viel stärker ausgeprägt als bei vermieteten Objekten. Da der Bauherr möglichst lange und in einer hohen Wohnqualität das Objekt nutzen möchte, ist er bestrebt, durch eine gewissenhafte Planung, Bauausführung und ein anschließend optimiertes Nutzungsverhalten incl. der Pflege mögliche hohe Folgekosten zu vermeiden. Hierbei erweist es sich als vorteilhaft, dass der in der Immobilie wohnende Bauherr meist aufmerksam auch kleinste Mängel registriert und kurzfristig behebt.

Das Beobachtungsverhalten und der behutsame Umgang mit der Substanz sind bei Mietern normalerweise nicht so intensiv ausgeprägt. Mängel oder kleinere Schadensbilder werden mitunter nicht als solche wahrgenommen und dementsprechend erst bei stärkerem Ausmaß dem Vermieter bekannt gegeben. Zudem verzögerten die eingeschränkten finanziellen Möglichkeiten bei der Hälfte der öffentlichen Eigentümer¹²² (Städte, Wohnungsgesellschaften) eine schnelle Schadensbeseitigung.

Den unbefriedigendsten Gesamteindruck hinsichtlich des Wartungszustandes machten eindeutig die Objekte, die von Anfang an als schnelle Renditeobjekte gedacht waren, was sich in der Praxis aber (aus unterschiedlichen Gründen) als unwirtschaftlich herausgestellt hat. Meist fehlte dem Investor schon seit längerer Zeit das Geld, um dringliche Reparaturen ausführen zu lassen.

¹²² Etwa ein Drittel der untersuchten Objekte war in öffentlichem Eigentum.

Neben der Zusammenfassung und Bilanzierung der Schäden und Schadensursachen entwickelten wir im Verlauf dieses Forschungsprojektes

1. einen Fragebogen zur schnellen Bestandsaufnahme (Checkliste als Multiple-Choice-Verfahren),

Der Fragebogen ist ebenfalls in der weiterführenden Bauunterhaltung oder Wertermittlung einsetzbar.

2. das Raumbuch für die Schadensaufnahme als ein Templait mit Wiedererkennungswert, welches alle relevanten Daten und Befunde bis hin zu konstruktionsbezogenen Detailzeichnungen übersichtlich darstellt,

3. Anschauungsmaterial in Form von Plakaten und bauteilbezogenen Übersichten typischer Schadensbilder.

Im Ausstellungsbereich des Deutschen Fachwerkzentrums werden Plakatwände zu den Themen: Schäden am Sockel, an Fachwerkhölzern, an Ausfachungen und Bekleidungen, an Außenbeschichtungen, an Decken und Fußböden, an Fenstern, an nachträglichen Balkonanlagen sowie zu Schimmelpilzen und Einflüssen aus dem Nutzerverhalten präsentiert. Die in Kapitel 4 erarbeiteten bauteilbezogenen Schadensblätter stellen einen Querschnitt häufiger Schadensfälle an Fachwerkhäusern dar. Aufgrund zahlreicher Nachfragen von Bau- und Denkmalbehörden sollen die Datenblätter als Übersicht zusammengestellt und zu Anschauungszwecken zur Verfügung gestellt werden.

Die Plakate können zu verschiedenen Anlässen (z.B. Messen) als Wanderausstellung genutzt werden.

In der Konsequenz der Projektergebnisse haben wir uns in Abstimmung mit der Arbeitsgruppe entschlossen, die geplante Kurzpublikation sowie die Arbeitsblätter thematisch zusammenzufassen und unter dem Titel „Hilfe, ich habe ein Fachwerkhaus“

4. eine Broschüre für Bauherren, Förderer und alle am Fachwerkbau Interessierten zu erarbeiten und zu veröffentlichen. In dieser Broschüre werden anhand von Darstellungen aus dem Projekt „Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen“ Schadensfälle und ihre Ursachen aufgezeigt, weiterführend aber mögliche Alternativen hinsichtlich der Materialauswahl und Handwerkstechniken gewerkebezogen vorgestellt, die sich im Rahmen bereits durchgeführter nachhaltiger Sanierungen langfristig bewährt haben.

Dem Bauherrn werden die notwendigen Schritte, welche für die Umsetzung einer fachgerechten Sanierung erforderlich sind, anhand von Praxisbeispielen beschrieben – beginnend beim Einfluss öffentlicher Belange über die Voruntersuchung, Bestands- und Schadenserfassung, Sanierungs- und Ausführungsplanung, Bauüberwachung bis hin zu den wichtigsten Gewerken und den Nutzereinflüssen.

Der Bauherr als Eigentümer und (i.d.R.) Hauptfinanzier der Baumaßnahme soll durch diesen „Leitfaden“ einen Einblick in die planerischen Erfordernisse, äußeren Rahmenbedingungen, aber auch Unerlässlichkeiten bei der Bauüberwachung und Dokumentation erhalten.

Er soll motiviert werden, Planungsansätze kritisch zu hinterfragen, in die Lage versetzt

werden, den Umfang der notwendigen Voruntersuchungen, Strategien und Überwachungsmechanismen, aber auch unabänderliche Erfordernisse besser beurteilen zu können. Keinesfalls soll aber aus dem Bauherrn ein Planer oder Handwerker gemacht werden!

Selbstverständlich werden auch die Notwendigkeiten und Möglichkeiten einer regelmäßigen Wartung und Instandhaltung des Fachwerkhauses verdeutlicht sowie Mittel und Wege der Mieteraufklärung und positiven Beeinflussung des Nutzerverhaltens aufgezeigt.

Der Leitfaden ist als eigenständiges Werk konzipiert und für Bauherren, aber auch Förderer, Studenten und alle am Fachwerkbau interessierten Leser gedacht. Er findet sich in Anlage 4 des Abschlussberichtes und wird als eigenständiges Werk ebenfalls an die Förderer und Arbeitsgruppenmitglieder verschickt.

5. Um die Ergebnisse der Untersuchungen und die Vorschläge für alternative, Substanz schonende Sanierungsmethoden einer möglichst breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen, wird der Leitfaden als Gesamtwerk ab dem 22.12.2009 unter www.deutsches-fachwerkzentrum.de in der Rubrik Forschung – Forschungsprojekte - Bauschadensprojekt in den Internetauftritt des Deutschen Fachwerkzentrums eingespeist. Die Daten aus den bauteilbezogenen Schadensblättern dienen als Grundstock für den Aufbau einer internetfähigen Datenbank, die aber vorerst nur als Beispielmodul bereitgestellt werden kann.

Ausblick – Weiterverwendung der Projektergebnisse

Da die Daten- und Wissensbasis unseres Erachtens derzeit noch zu gering ist, um sie als Datenbank im Internet zu veröffentlichen, sollen zukünftig weitere Schadensfälle gesammelt und Beispiele vorbildlicher Sanierungen, umweltfreundliche Dämmsysteme, Hersteller- und Bezugsadressen, weiterführende Literaturhinweise und Ergebnisse aus weiteren Projekten, wie z.B. aus dem ökologischen Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung in die Datenbank eingearbeitet werden.

Zur Erfassung weiterer schadensträchtiger Sanierungsobjekte wird der Fragebogen zum Einen als Anhang im Leitfaden veröffentlicht und zum Anderen seitens des Fachwerkzentrums an Planer und Denkmalpfleger ausgegeben bzw. verschickt - mit der Bitte um Nutzung bei der jeweiligen Schadensdokumentation durch die Bearbeiter und Rücksendung der Ergebnisse. Mit den so gesammelten Daten soll sowohl die Datenmenge in der Datenbank aufgestockt werden als auch in der Auswertung der uns zurückgesandten Bögen die Grundlage für ein Folgeprojekt gelegt werden.

Im Hinblick auf die wiederum erhöhten Anforderungen der EnEV 2009 erscheint uns die Beobachtung der gegenwärtig ausgeführten Sanierungstätigkeiten im Bezug auf die Auswahl historischer, umweltfreundlicher aber auch modernster Produkte und Verfahren auf ihre Praxistauglichkeit sachdienlich.

Zunächst möchten wir allen Förderern danken, die dieses Projekt erst möglich gemacht haben: dem Bundesamt für Bauwesen und Raumplanung (BBR), dem Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr Sachsen-Anhalt, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt sowie der BauBeCon Sanierungsträger GmbH.

Des Weiteren möchten sich die Verfasser bei allen Fachkollegen, insbesondere bei den Mitgliedern der Arbeitsgruppe bedanken, die durch ihre Erfahrungen, ihre Hinweise und Anregungen zum Gelingen des Projektes beigetragen haben. Weiterer Dank gilt den direkt und indirekt am Bau Beteiligten, die freundlich und hilfsbereit ihre Unterlagen zur Verfügung stellten bzw. Auskünfte über das Baugeschehen geben konnten und wollten.

Große Unterstützung erhielten wir ebenfalls von den eingebundenen Bausachverständigen und Holzschutzgutachtern sowie dem Rathgen Forschungslabor bei der Analyse von Beschichtungsproben.

Abschließend möchten die Autoren ihren großen Dank für die wertvollen Hinweise und Anregungen sowie den fachlichen Austausch bei der inhaltlichen Erarbeitung des Leitfadens gegenüber Herrn Dipl.-Ing. Wolfgang Lenze, Frau Petra Heise von der Architektenlammer Sachsen-Anhalt, dem Restauratorenkollegium Blankenburg, Frau Rudel von der Stadtsanierung Halberstadt, Herrn Schmitt vom Landesdenkmalamt Sachsen-Anhalt sowie Herrn Mertesacker und Herrn Wagner von der Deutschen Stiftung Denkmalschutz ausdrücken.

Dipl.-Ing. B. Stöckicht, Quedlinburg, d. 30.10.2009

8. Literatur und Quellenangaben

Ansorge, D.; Bauwerksabdichtung gegen von außen und innen angreifende Feuchte ,Pfusch am Bau, Band 1; 3. durchgesehene Auflage Fraunhofer IRB Verlag 2005

Ansorge, D.; Dachdeckungs-, Dachabdichtungs- und Klempnerarbeiten Pfusch am Bau, Band 2; 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage; Fraunhofer IRB Verlag 2005

Ansorge, D.; Bäder – Planung, Ausführung, Nutzung, Pfusch am Bau; Band 3; Fraunhofer IRB Verlag 2005

Ansorge, D.; Wärmeschutz-, Feuchteschutz-, Salzschäden; Pfusch am Bau, Band 4; Fraunhofer IRB Verlag 2006

Ansorge, D.; Gebäudeinstandsetzung und –modernisierung; Pfusch am Bau; Band 5, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2006

Arbeitsblätter des Deutschen Zentrums für Handwerk und Denkmalpflege, Propstei Johannesberg, Fulda e.V. 1994 bis 2001

Arbeitsheft des Sonderforschungsbereiches 315; Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Heft 9/1989, Universität Karlsruhe, 20. Kolloquium des –SFB315 9/1989: Konzeptionen; Möglichkeiten und Grenzen denkmalpflegerischer Maßnahmen

Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt, Vordruckverlag Weise GmbH Dresden 2001

Binding, G., Mainzer U., Wiedenau A.; Kleine Kunstgeschichte des Deutschen Fachwerkbbaus, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 1975

Brandenburgische Schlösser GmbH, Kle-misch, J.; Bauunterhaltung – dauerhaft und wirtschaftlich; Fraunhofer IRB Verlag 2006

Des Marcus Vitruvius Pollio BAUKUNST, aus der römischen Urschrift übersetzt von August Rode, Erster Band, Leipzig, Bey Georg Joachim Göschen, 1796, in der Universitätsbibliothek Heidelberg – II. Buch, VIII. Kapitel

Dröge, G., Dröge, T.; Schäden an Holztragwerken; Band 28; Hrsg.: G. Zimmermann, Fraunhofer IRB Verlag 2003

Erler, K., Alte Holzbauwerke – Beurteilen und Sanieren, 1. Auflage, Verlag für Bauwesen GmbH Berlin – München 1993

Eßmann, F., Gänßelmann, J., Geburtig, G.; Energetische Sanierung von Fachwerkhäusern, Die richtige Anwendung der EnEV, Fraunhofer IRB Verlag 2005

Gerner, M.; Das große Buch der Zimmermeister; Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart 1999

Gerner, M.; Fachwerk – Entwicklung, Gefüge, Instandsetzung; 7. – völlig überarbeitete Auflage, Deutsche Verlagsanstalt 1994

Goerne v., G.; Klimakonferenzen, Greenpeace e.V. Redaktion, Hamburg 11/2006

Großmann, G. U.; Der Fachwerkbau, Köln 1986

Großmann, G. U.; Fachwerk in Deutschland, Zierformen seit dem Mittelalter, Petersberg 2006

Halfar, W.; 100 Jahre Zimmerer-Innung Kassel Historischer Holzbau in Europa; Band 4, Kassel 1999

Hantschke, Hantschke; "Lacke und Farben am Bau, Erstanstrich und Werterhaltung, Eine Einführung für Maler, Architekten, Gutachter", Hirzel 1998

Henrich C., Schmidt, M.; Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.; Fachwerklehrpfad – Ein Rundgang durch Quedlinburg vom Mittelalter bis ins 19. Jahrhundert, 1. Auflage, Hrsg.: Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e. V. 2008

Informationsreihe für Architekten 17; Bauen im Bestand; Hrsg.: Architektenkammer Hessen 1996

Issel H.; Der Holzbau – Fachwerk-, Block-, Ständer- und Stabbau und deren zeitgemäße Wiederverwendung, Leipzig 1900; Wieder herausgegeben 1985, Edition „libri rari“ im Verlag Th. Schäfer Hannover

Klein, U.; Bauaufnahme und Dokumentation, aus der Reihe Altbaumodernisierung, Hrg. Manfred Gerner, Stuttgart München 2001

Künzel, H., Bauphysik – Geschichte und Geschichten; Fraunhofer IRB Verlag 2002

Künzel, H., Bauphysik und Denkmalpflege, Fraunhofer IRB Verlag 2007

Lamers, R., Rosenzweig, D., Abel, R.; Bauforschung für die Praxis Band 54; Bewährung innen wärmegeämmter Fachwerkbauten; Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen, Fraunhofer IRB Verlag 2000

Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie; Standards der Bau- und Kunstdenkmalpflege in Sachsen-Anhalt, Halle (Saale) 2008

Langenbeck, F., Schrader, M.: Fenster, Glas und Beschläge als historisches Baumaterial, Suderburg-Hösseringen 2002,

Lenze, W.; Fachwerkhäuser restaurieren-saniieren-modernisieren, 5. aktualisierte Auflage, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2007

Meier, C.; Richtig bauen – Bauphysik im Zwielicht – Probleme und Lösungen; expert Verlag Renningen-Malmsheim; 5. durchgesehene Auflage 2008,

Reul, H.; Die Sanierung der Sanierung; Grundlagen und Fallbeispiele, Fraunhofer IRB Verlag 2005

Schauer, H-H.; Quedlinburg: Fachwerkstadt Weltkulturerbe, Verlag Bauwesen Berlin 1999

Schauer, H-H.; Die Fachwerkstadt Osterwieck, Eine Analyse der Baugeschichte der Stadt und ihrer Werte sowie ein Bericht über denkmalpflegerische Arbeit bis 1990, Verlag für Bauwesen, Arbeitsberichte des Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt, Berlin 1997

Schlemminger, H.: Rechtliche Erfordernisse bei der Umnutzung von Bestandsimmobilien. Der Syndikus Januar/Februar 2000

Schnapauff, V., Richter-Engel, S.; Gebrauchsanweisung für Häuser, Bauforschung für die Praxis, Band 40, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 1997

Schrepfer, T., Gscheidle, H.; Schäden beim Bauen im Bestand; Band 41, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2007

Verband der Bausachverständigen Norddeutschlands e. V., April 2003; Fachaufsätze von Bausachverständigen, Architekten, Physikern, Umweltmedizinern, Mikrobiologen, Juristen; Sonderhefte: „Wärme Energie – Dämmen wir uns krank? Pro und Kontra Wärmeschutz und Energieeinsparung“ und „Topthema Schimmelpilz“; Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart 2001, 2003

Stöckicht, B., Eckermann, W., Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.; Abschlussbericht und Ergebnisse zum DBU-Projekt: „Ökologisches Pilotprojekt unter wissenschaftlicher Begleitung – Lange Gasse 7 in Quedlinburg, Az: 21529 2006

WTA, Fachwerkinstandsetzung nach WTA; Band 1, WTA-Merkblätter 8 – 1 bis 8 – 9; WTA Referat 8, Fachwerk, Fraunhofer IRB Verlag 2002

WTA-Ergänzungsblätter: Merkblatt 8-1-03/D, Merkblatt 8-2 Ausgabe: 5.2007/D, Merkblatt E-8-3 Ausgabe: 06.2008/D, Merkblatt 8-4 Ausgabe: 07.2008/D, Merkblatt 8-5 Ausgabe: 05.2008/D, Merkblatt 8-6-99/D, Merkblatt E-8-6 Ausgabe: 10.2007/D, Merkblatt E-8-7 Ausgabe: 5.2007/D, Merkblatt 8-8-06/D, Merkblatt 8-9-00/D, Merkblatt E-8-10 Ausgabe: 08.2008/D, Merkblatt 8-10-02/D, Merkblatt 8-11 Ausgabe: 10.2008/D, Merkblatt 8-12-04/D Auflage 2007

WTA, Fachwerkinstandsetzung nach WTA, Band 2, Aktuelle Berichte; WTA Referat 8, Fachwerk; Fraunhofer IRB Verlag 2002

WTA-Merkblatt 2-9-04/D Sanierputzsysteme; Fraunhofer IRB Verlag 2005

Ziesemann: Natürliche Farben, Anstriche und Verputze selber herstellen, AT Verlag, Aarau, Schweiz 1996

Zimmermann, G.; Schumacher, R.; Bauschadensfälle, Band 1 und 2; Fraunhofer IRB Verlag 2002

Zimmermann, G.; Schumacher, R.; Bauschäden Sammlung Band 1 bis 14; Sachverhalt – Ursachen – Sanierung; Fraunhofer IRB Verlag 1973 bis 2005

Zwiener, G.; Ökologisches Baustoff-Lexikon; Daten, Sachzusammenhänge, Regelwerke, 1. Auflage, C.F. Müller Verlag GmbH Heidelberg 1994

3. Bauschadensbericht; Hrsg.: Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Bonn Selbstverlag 1996

2. Bauschadensbericht der DEKRA (2008)

9. Anlagen

- Anlage 1: Layout Fragebogen zur schnellen Bestandsaufnahme von Bauschäden
- Nach der Aufnahme der allgemeinen Gebäudedaten und des Eigentümers werden die Schäden am Objekt entsprechend ihrer Lage, des Schadensbildes und möglicher Ursachen erfasst und nach Schwere klassifiziert.
- Anlage 2: Beispiel für ein Raumbuch mit wandweiser, raumbezogener Schadensdokumentation
- An das Übersichtsblatt schließen sich auf einer Doppelseite links die grafische Darstellung des Konstruktionsaufbaus und eine tabellarische Listung der Schadensbilder, der möglichen Ursachen und der Klassifizierung mit dem Bildverweis an. Die zugeordneten Fotos befinden sich rechts auf der Doppelseite, so dass Schadensbeschreibung der fotografischen Aufnahme auch optisch direkt zuzuordnen ist. Abschließend erfolgt eine kurze Zusammenfassung der Befundung.
- Anlage 3: Objektliste
- Tabellarische Übersicht der in die Bilanzierung eingeflossenen Bauten mit Benennung des Landkreises, der Nutzung, des Eigentümers, eingesehener Akten und Gutachten, dem Jahr der Sanierung und der Schadensbilder
- Anlage 4: „Hilfe, ich habe ein Fachwerkhaus“
- Der Leitfaden für Bauherren, Förderer, Studenten und alle am Fachwerkbau Interessierten beinhaltet Schadensfälle und ihre Ursachen aus dem Projekt „Folgeschäden nach Sanierungsmaßnahmen“ und stellt weiterführend mögliche Alternativen hinsichtlich der Materialauswahl und Handwerkstechniken sowie Pflege und Instandhaltungsmöglichkeiten vor. Weiterhin werden die erforderlichen Planungsschritte von der Voruntersuchung bis zur Ausführung ausführlich anhand von Beispielen dargestellt.

Fragebogen zur Erfassung von Bauschäden

Hinweise zur Benutzung:

Der Fragebogen wurde entwickelt, um die Voruntersuchungen bei der Bearbeitung von Sanierungs- und Modernisierungsvorhaben zu erleichtern, wobei hier insbesondere auf die Erfassung von vorhandenen Schäden eingegangen wird.

Das Blatt 1 beinhaltet allgemeine Angaben zum Bearbeiter und zum Objekt. Blatt 2 und 3 definieren den Schadensort und das Schadensbild, um nachfolgend den Auslöser und die Ursache der aufgetretenen Schäden eingrenzen bzw. bestimmen zu können. Die Schadensklassifizierung gibt zugleich Hinweise zum notwendigen Handlungsbedarf.

Für jeden Schadensort sind die Blätter 2 und 3 erneut auszufüllen. Es sind bei der Begehung vor Ort also entsprechend viele Exemplare dieser Blätter vorzuhalten.

Der Fragebogen selbst stellt zugleich die Stufe 1 einer Schadenserfassung dar. In den weiteren Stufen 2 und 3 kann anhand eines Raumbuches in unterschiedlicher Bearbeitungstiefe eine detaillierte Schadenserfassung bauteilweise erfolgen.

Der Fragebogen eignet sich weiterhin als Erfassungsbogen für Objektschäden im Rahmen einer Wertermittlung, für gutachterliche Tätigkeiten bzw. als Ergänzungsbogen für die weitere Bauunterhaltung.

Objekt:

Bild:

Bauherr/Eigentümer:

entwickelt von:



Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e. V.

Blasiistraße 11 in 06484 Quedlinburg

Tel: 03946 / 810-520, Fax: 03946 / 810-940

E-Mail: deutsches-fachwerkzentrum-qlb@t-online.de

im Rahmen des Projektes:

*"Folgeschäden nach
Sanierungsmaßnahmen an
ausgewählten Bauten"*

gefördert von:



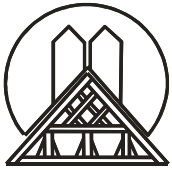
Bundesamt
für Bauwesen und
Raumordnung



BaubeCon
Sanierungsträger GmbH



erstellt von



Deutsches Fachwerkzentrum
Quedlinburg e. V.
Blasiistraße 11
06484 Quedlinburg

Datum/Bearbeiter:

Objekt: Straße, Nr., PLZ, Ort

Anschrift Hauseigentümer

Name:

Vorname:

Straße, Haus-Nr.:

PLZ, Ort:

Tel./Fax.:

Gebäudedaten

Baujahr:

Jahr der Sanierung/Modernisierung:

Leerstand seit:

Anz. WE bewohnt

Anz. WE unbewohnt

Anz. GE/Büro ungenutzt

Anz. GE/Büro genutzt

Haustyp

 Ein-/Zweifamilienhaus Mehrfamilienhaus Reihenmittelhaus Reihenendhaus/Eckhaus freistehendes Haus Gewerbliche Nutzung Öffentliche Nutzung Mischnutzung

Gebäudehöhe

 1 Geschoss 1,5 Geschosse Geschosse:

Keller/Souterrain

 nicht vorhanden teilunterkellert voll unterkellert

Dachgeschoss

 nicht vorhanden nicht ausgebaut ausgebaut

Dachform

 Sattel-/Walmdach Pultdach Flachdach

Anmerkungen

erstellt von



Deutsches Fachwerkzentrum
Quedlinburg e. V.
Blasiistraße 11
06484 Quedlinburg

Datum/Bearbeiter:

Objekt: Straße, Nr., PLZ, Ort

Schadensort außen liegend

Fassade Nord Ost Süd West Geschoss/Etage
 Holzkonstrukt. Ausfachung Dämmung Vorsatzschale Putze Anstriche
Dach Eindeckung Abdichtung Traufbereich Entwässerung Anschlüsse
Gründung/Sockel
An-/Aufbauten Balkon Erker Gaube Sonstiges
Fenster Rahmen Flügel Bekleidung Läden Fugen-
abdichtung

Schadensort innen liegend

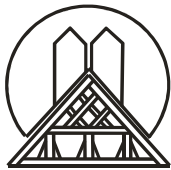
Geschoss/Etage: Bezeichnung NE: Bezeichnung Raum:
Fußboden Konstruktive BT FB-Aufbau
Außenwand I-Bekleidung I-Dämmung Ausfachung Holzkonstruktion
Innenwand massiv Fachwerk Leichtbau
Decke Konstruktive BT Bekleidung
Dachschräge Bekleidung Dämmung Unterdach Dachkonstruktion
Treppen Trittstufen Setzstufen Wangen Pfosten, Geländer, Handlauf
Fenster Rahmen Flügel Bekleidung Fugenabdichtung

Schadensbild

Schimmelbildung Kondensat tierische Schädlinge Ablösungen/Abplatzungen
 Moosbildung/Algen Wasserflecken holzschädigende Pilze Risse/Brüche
 Salzausblühungen Einsturz/Teileinsturz Fehlstellen Schiefstellungen

detaillierte Beschreibung:

erstellt von



Deutsches Fachwerkzentrum
Quedlinburg e. V.
Blasiistraße 11
06484 Quedlinburg

Datum/Bearbeiter:

Objekt: Straße, Nr., PLZ, Ort

Schadensauslöser

- zu hohe Luftfeuchte wegen: zu geringem Luftwechsel zu geringer Raumtemperatur
- aufsteigende Feuchte Salzbelastung Schlagregen/Spritzwasser/Witterung
- Tauwasserausfall in Konstr. chemische Einflüsse biologische Einflüsse
- konstruktiver Mangel unzureichende Pflege/Wartung/Bauunterhaltung
- Materialqualität sonstiges:

Schadensursache

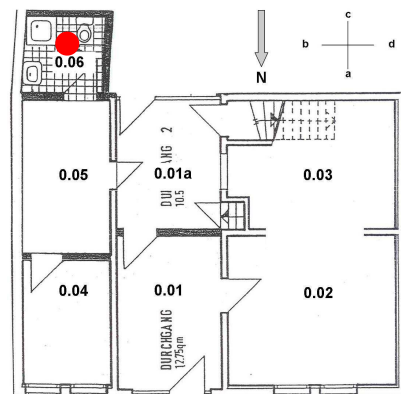
- "Do it yourself" Planung Ausführung
- Materialwahl Nutzungsverhalten sonstiges:

Schadensklassifizierung

- leichter Schaden (überwiegend optische Mängel/Beeinträchtigungen)
- mittlerer Schaden (Änderung d. Nutzerverhaltens u./o. ergänzende Reparaturmaßnahmen erforderlich)
- schwerer Schaden (Umfangreiche Sanierungen erforderlich)
- sehr schwerer Schaden (Gefährdung der Standsicherheit)

Notizen/Skizze

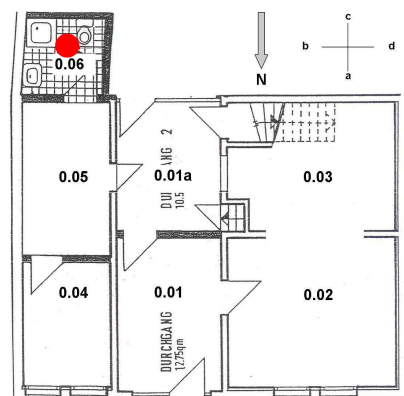
Raumbuch / Schadensaufnahme					
Kreis, Ort, Ortsteil, Straße, Flur/Flurstück					
Datum		Stufe: II	Blatt-Nr.:		
Bauteil Außenwand (b)	Bauteil-Ebene	Geschoss EG	Raum 0.06	Rbgr.Fl. Wand b	Detail
Bild-Nr.: R0_06 c 260207	Negativ-Nr.:	Auftragnehmer/Bearbeiter: Deutsches Fachwerkzentrum QLB e.V. Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht			



R0_06 c 260207

Übersichtsfoto Bad im Erdgeschoss (Raum 0.06), Wand b und c, Zustand 26.02.07

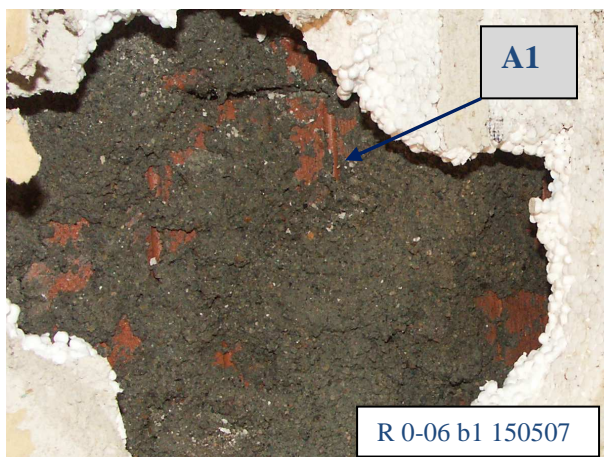
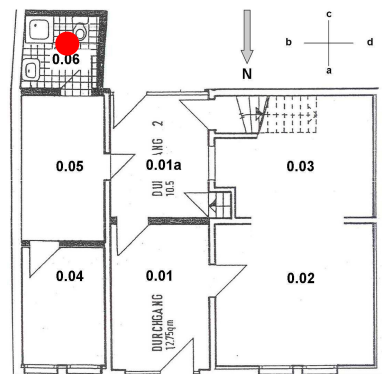
Raumbuch / Schadensaufnahme					
Kreis, Ort, Ortsteil, Straße, Flur/Flurstück					
Datum		Stufe: II		Blatt-Nr.:	
Bauteil Außenwand (b)	Bauteil-Ebene	Geschoss EG	Raum 0.06	Rbgr.Fl. Wand b	Detail
Bild-Nr.: R0_06 c4 150507 R0_06 b2 150507	Negativ-Nr.:	Auftragnehmer/Bearbeiter: Deutsches Fachwerkzentrum QLB e.V. Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht			



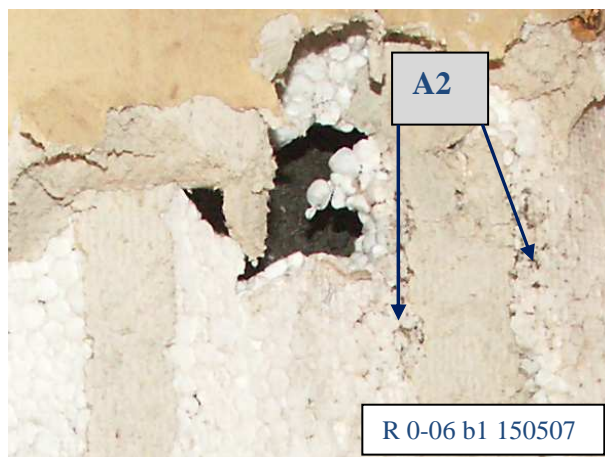
Systemschnitt	Aufbau / Konstruktion	Beispielfbilder
	<p>Wand b:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 cm Kalk-Zement-Außenputz • 12 cm Poroton/Hochlochziegel • 2,5 cm Holzlattung mit Luftzwischenraum • Verbundplatte aus 1,5 cm Styropor und 1,25 cm Gipsfaserplatte • oberer Bereich Raufasertapete (1/3) • unterer Bereich Fliesentapete (2/3) 	<p>Wandaufbau (geöffnet)</p>

Schadensbilder	Bildverweis	Schadensauslöser/ Schadensursache	Schadensklassifizierung
A1 feuchtes Poroton-Außenmauerwerk mit großflächigen Mörtel- und Schmutzanhäufungen, innenseitig feucht	R0_06 b1 150507	Tauwasserausfall in Konstruktion, konstruktiver Aufbau der Innenschale, stehende Luftschicht verhindert kapillare Abtrocknung	bislang leichter Schaden, Beeinträchtigung der Materialqualität des Mauerwerkes durch Frost möglich
A2 Schimmelpilze auf Styroporplatte	R0_06 b1 150507	Vermutlich geringer Luftwechsel, Spritzwasser, Tauwasserausfall in Konstruktion, stehende Luftschicht und Styroporplatte in der Vorsatzschale sowie die dichte Fliesentapete (mit	Schwerer Schaden, umfangreiche Sanierung erforderlich, Rückbau
A3 Gipsfaserplatte völlig durchfeuchtet, Schimmelpilze, Pilzmyzel am Klebeanschluss zur Styroporplatte	R0_06 b0 150507 R0_06 b5 150507	Folienbeschichtung) verhindern kapillare Abtrocknung	Schwerer Schaden, umfangreiche Sanierung erforderlich, Rückbau
A4 dunkle Schimmel- und Feuchtflecken partiell (bes. im Bereich des Waschbeckens und der Dusche) auf Fliesentapete, Tapete feucht - löst sich leicht vom Untergrund	R0_06 b 150507 R0_06 bc 150507		Schwerer Schaden, umfangreiche Sanierung erforderlich, Rückbau

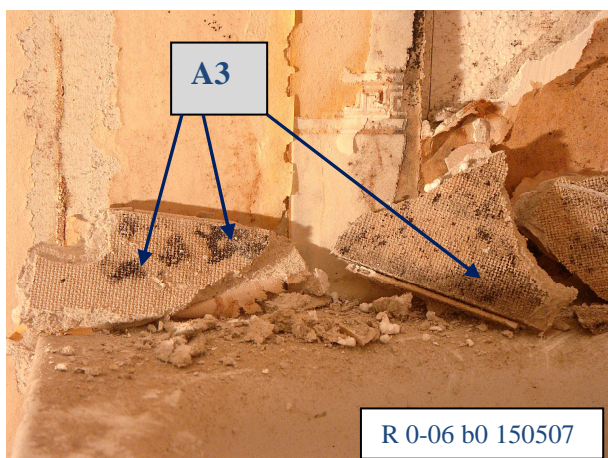
Raumbuch / Schadensaufnahme					
Kreis, Ort, Ortsteil, Straße, Flur/Flurstück					
Datum		Stufe: II		Blatt-Nr.:	
Bauteil Außenwand (b)	Bauteil-Ebene	Geschoss EG	Raum 0.06	Rbgr.Fl. Wand b	Detail
Bild-Nr.:	Negativ-Nr.:	Auftragnehmer/Bearbeiter: Deutsches Fachwerkzentrum QLB e.V. Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht			



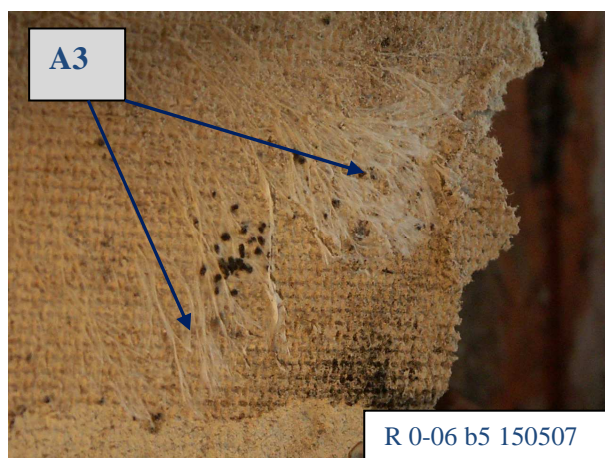
Außenmauerwerk mit Mörtelresten, innenseitig feucht



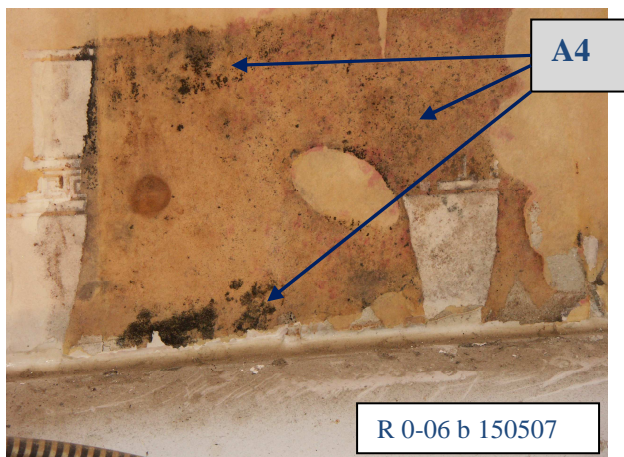
Schimmelpilze auf der Styroporplatte



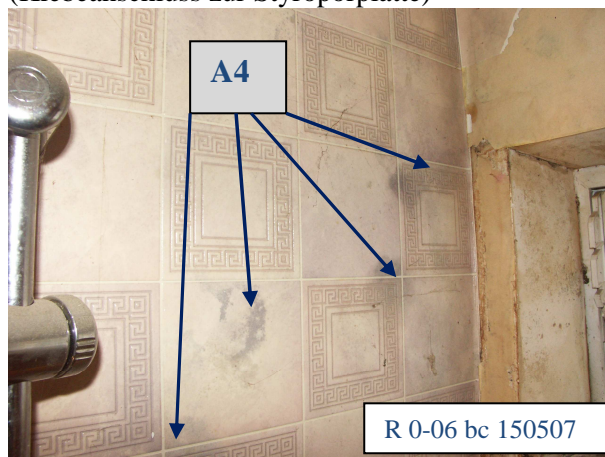
Durchfeuchtete Gipsfaserplatte mit Schimmelpilzen



Pilzmyzel an der Rückseite der Gipsfaserplatte (Klebeanschluss zur Styroporplatte)

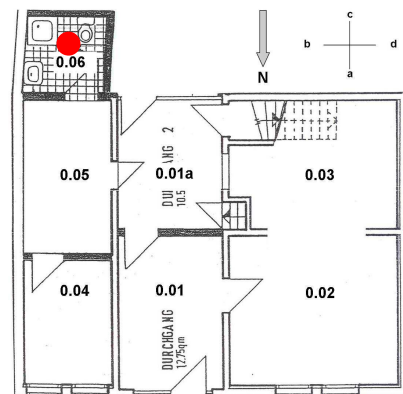


Schimmel auf der Gipsfaserplatte, rückseitig der Tapete



dunkle Feuchte- und Schimmelflecken schimmern durch die beschichtete Fliesentapete hindurch

Raumbuch / Schadensaufnahme					
Kreis, Ort, Ortsteil, Straße, Flur/Flurstück					
Datum :		Stufe : II	Blatt-Nr.:		
Bauteil	Bauteil-Ebene	Geschoss	Raum	Rbgr.Fl.	Detail
		EG	0.06		
Bild-Nr.: Anbau Bad1 260207	Negativ-Nr.:	Auftragnehmer/Bearbeiter: Deutsches Fachwerkzentrum QL B e.V. Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht			



Zusammenfassung:

Raum 0.06 Erdgeschoss Bad

Der eingeschossige Anbau an das Haupthaus erfolgte vermutlich Ende der 1980-er Jahre und war ursprünglich als Abstellraum, Garage o.ä. geplant. Das Mauerwerk besteht aus Hohllochziegeln, außen mit einem Kalk-Zementputz verputzt. Das vorgesetzte Sockelmauerwerk aus Mischmauerwerk lässt Regen- und Spritzwasser in die Anschlussfuge eindringen, wodurch sowohl das Außenmauerwerk des Anbaus als auch der Fußbodenaufbau durchfeuchtet wird. Ob in den Fußbodenaufbau die erforderlichen Sperrschichten eingebaut wurden, ist derzeit noch nicht nachvollziehbar, da die Konstruktion hierfür geöffnet werden müsste. Der auf den Rohfußboden aufgetragene Zementestrich ist bröselig und im Bereich der Außenwand (d) partiell durchfeuchtet, was als ein Indiz für von außen eingetragene Feuchte gewertet werden kann. Der Oberbodenbelag ist ein PVC-Belag, der unterseitig Feuchte- und Schimmelflecken aufweist.

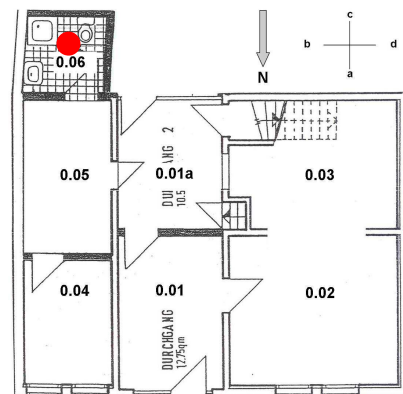
Die Hohllochziegel sind innenseitig weder von austretendem Fugenmörtel noch von anderweitigen Schmutzanhaftungen gereinigt worden. Es wurde eine Vorsatzschale bestehend aus einer Verbundplatte aus 1,25 cm Gipsfaser und 1,5 cm Styropor auf ca. 2,5 cm starken Holzlatten angebracht. Zwischen der Holzlattung befindet sich kein Dämmstoff, sondern nur ein Luftzwischenraum. Die Vorsatzschale wurde an Wand b und c mit einer dichten Fliesentapete und an Wand d und a mit Raufasertapete tapeziert.

Die Decke des Anbaus besteht aus Betonfertigteilen und ist als (begehbare) Flachdach ausgebildet. Raumseitig erfolgte wiederum die Bekleidung mit Gipskartonplatten und Raufasertapete.



Auf den Betonfertigteilen ist vermutlich nur eine Lage Bitumendachpappe mit Überlappung heiß verklebt worden (siehe Bild). Eine Dachentwässerung fehlt vollständig.

Raumbuch / Schadensaufnahme					
Kreis, Ort, Ortsteil, Straße, Flur/Flurstück					
Datum :		Stufe : II		Blatt-Nr.:	
Bauteil	Bauteil-Ebene	Geschoss	Raum	Rbgr.Fl.	Detail
		EG	0.06		
Bild-Nr.:	Negativ-Nr.:	Auftragnehmer/Bearbeiter:			
		Deutsches Fachwerkzentrum QLB e.V. Dipl.-Ing. Bettina Stöckicht			



Das nur etwa 9,7 cbm große Bad verfügt über zwei kleine, einfachverglaste Kippfenster, die vermutlich eher selten geöffnet wurden. Diese Vermutung basiert auf dem Zustand der Fenster: der Öffnungsmechanismus ist schwergängig, die Dichtungen sind klebrig und verschlissen, die Rahmenverbindungen scheren z.T. ab, die Kunststoffrahmen und -flügel sind insgesamt in einem äußerst ungepflegten Zustand.

Die hohe Feuchtebelastung durch das Benutzen der Dusche, verbunden mit der vermutlich ungenügenden Lüftung und Heizung des Raumes, verursachte eine enorme Durchfeuchtung der raumseitig angeordneten Gipsfaser- bzw. Gipskartonplatten. Dies geschieht auch in den Bereichen mit der dichten Fliesentapete, da es hier zum Einen zu Durchdringungen aufgrund der Sanitäranschlüsse kommt, zum Anderen die Tapetenstöße nicht einhundertprozentig dicht sind. Aufgrund der Ausführung der Vorsatzschale als Verbundplatte wird die Abtrocknung der Gipsfaserplatte durch die Styroporplatte verhindert, da diese weder kapillar leitfähig noch diffusionsoffen ist. Die Rücktrocknung in den Innenraum ist nur in den mit Raufasertapete bekleideten Wänden und der Decke gewährleistet, die Fliesentapete mit ihrer Folienbeschichtung behindert dies in den ungestörten Bereichen großflächig. Somit sind optimale Voraussetzungen für das Schimmelpilzwachstum gegeben, welche sind:

- poröse Baustoffoberflächen, die Feuchtigkeit aufnehmen können
- hohe Materialfeuchte z.B. durch Kondensation, mangelhafte Abdichtungen, Wärmebrücken, Taupunktunterschreitung, falsches Nutzerverhalten, Spritzwasser, geringe Raumluftzirkulation,
- Wachstumsoptimum bei 90% relativer Feuchte, teilweise schon bei 70% relativer Feuchte
- Nährstoffangebot: Staub, Tapeten/Papier, Klebstoffe, Dämmstoffe, Holz, Textilien, Putze, Montageschaum
- Temperatur: Anpassungsfähig an 0°C bis 45°C, Optimal 20°C bis 30°C
- pH-Wert: Optimum zwischen 4,5 und 6,5 (leicht sauer), aber auch bis pH-Wert um 2 bzw. um 8
- geringere Ansprüche an den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre als Mensch
- Licht: für Schimmelpilzwachstum nicht erforderlich¹

Auch ein möglicher Tauwasserausfall an der Innenseite der Außenmauern ist problematisch, da die kapillare Abtrocknung zurück nach außen durch die Hohlräume in den Steinen (Hochlochziegel) blockiert ist und durch den ungedämmten Zwischenräumen ebenfalls keine kapillare Abtrocknung nach innen erfolgen kann. Damit ist der feucht-modrige Geruch während der Öffnung der Vorsatzschale erklärbar.

Ob eine Wärmedämmung im Fußbodenaufbau und/oder im Deckenaufbau vorhanden ist, konnte zum Zeitpunkt der Schadensaufnahme nicht geklärt werden.






Der Anbau soll vermutlich ganz zurück gebaut werden, so dass eine umfangreiche Sanierung entfallen würde.

¹ Verband der Bausachverständigen Norddeutschlands e.V., VBN-Info Sonderheft: „Topthema Schimmelpilz“, Verlag: VBN Seminare GmbH, Bremerhaven, April 2001)

Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
1	LK Wernigerode		Wohnhaus, vermietet	privat	Akten Architekt	Holzschutzgutachten 2006, Laboranalyse	1999	holzschädigende Pilze an Konstruktionshölzern, Farbablösungen von FW-Hölzern u. Ziegelanstrich, Schimmelbildung an innerer Glaswolleämmung, Balkonanlage unterdimensioniert u. mit Feuchteschäden
2	LK Wernigerode		Wohnhaus, vermietet	privat				Feuchteschäden an Konstruktionshölzern, Rissbildung u. Ablösen d. Gefacheverputzes, Farbablösungen von FW-Hölzern, Balkonanlage unterdimensioniert u. mit Feuchteschäden
R1	LK Wernigerode		Wohnhaus, vermietet	privat				Feuchteschäden an Konstruktionshölzern, Farbablösungen von FW-Hölzern, Balkonanlage unterdimensioniert u. mit Feuchteschäden
3	LK Helmstedt		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	privat				holzschädigende Pilze und Schwamm an Fachwerkhölzern, Ausbrechen der Gefacheausmauerung, EG: Schimmelbildung an Glaswolleämmung innen






Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
4	LK Helmstedt		Wohnhaus, selbst genutzt	privat	Bauakten der Stadt, private Foto-dokumentation		1998	Farbablösungen von Fensterrahmen, Rissbildung innen an einbindenden Wänden
5	LK Helmstedt		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	privat	Grundstücksakten, Bauakten der Stadt, Modernisierungsvertrag BauBecon		1999/2003/2008	holzschädigende Pilze an Konstruktionshölzern, Farbablösungen von FW-Hölzern, Rissbildung u. Ausbrechen von Mörtelfugen, Putzablösung v. Sockelmauerwerk
6	LK Helmstedt		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	privat	Grundstücksakten, Bauakten der Stadt, Modernisierungsvertrag BauBeCon	Fassadenöffnung-Einschätzung Knaufinsulation	2004	Rissbildung in der äußeren Vorsatzschale aus HWL, waagrecht oberhalb der Sockelabdeckung, senkrecht an Gebäudeecken, schräg vom Schau-fenster zu Mittelrisalith
7	LK Helmstedt		Bürogebäude selbst genutzt	privat	Grundstücksakten, Bauakten der Stadt		1997	bildung am hofseitigen Treppenturm, Risse in oberen Randbereichen an einbindenden Deckenbalken und am Innenwandverputz
8	Wetteraukreis		Wohn- und Geschäftshaus selbst genutzt, OG vermietet	Gemeinde Limeshain	Bauakten der Stadt		1999	Trocknungsrisse im FW-Holz, Rissbildung u. Ausbrechen der Mörtelfugen, Farbablösungen von FW-Hölzern u. Fensterrahmen

Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
9	LK Northeim		Geschäftshaus vermietet	Stadt Northeim	Bauakten der Stadt	Holzschutzgutachten 2006, Schadensgutachten 2009, Laboranalyse	1980 Teilsanierung 2007	tierische Schädlinge, holzschädigende Pilze in Konstruktionshölzern, Herausdrücken der Gefache, Rissbildung u. Ausbrechen von Mörtelfugen, Farbablösungen von Hölzern u. Gefachen, Fehlstellen im Sockel, Putzablösung vom Natursteinmauerwerk/Sockel, Schäden durch Pflanzenbewuchs
10	LK Halberstadt		Wohnhaus, vermietet	Wohnungsgesellschaft Osterwieck	Akten Wohnungsges., Akten Kreisarchiv, Akten UDSchB		2001	Farbablösungen vom Gefacheputz, Versprödung und Verwitterung der Korkfüllmasse in Holzfuge
11	LK Halberstadt		Wohn- und Geschäftshaus selbst genutzt, OG vermietet	Wohnungsgesellschaft Osterwieck	Akten UDSchB	Laboranalyse	2003	Feuchtflecken, Salzausblühungen, Ablösen der Kalkschlämme vom Natursteinsockel
12	LK Halberstadt		Wohnhaus, vermietet	privat	Akten Kreisarchiv		2000	Schimmelpilze an Fenster-rahmen, holzschädigende Pilze am Schwellholz des Erkers, Farbablösungen von FW-Hölzern





Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
13	LK Halberstadt		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	privat	Akten Kreisarchiv Akten BauBeCon	Schadensgutachten 2009, Laboranalyse	1996	holzschädigende Pilze und Moderfäule an Konstruktionshölzern, Moosbildung u. Bewuchs im Bereich der verbohlten Brüstungsgefache und Gesimsabdeckung, Feuchtestau im Westgiebel bis hin zum Verlust der Tragfähigkeit
14	LK Halberstadt		Geschäftshaus selbst genutzt	privat				holzschädigende Pilze an Konstruktionshölzern, Farbablösungen von FW-Hölzern und Gefacheputz
R2	LK Halberstadt		Geschäftshaus	privat				holzschädigende Pilze an Konstruktionshölzern, Farbablösungen von FW-Hölzern
15	LK Halberstadt		Wohnhaus	privat	Bauakten der Stadt	Bestandsgutachten HMP Architekten, BS 1993	2001/02	Farbablösungen vom Gefacheputz, Verwitterung der äußeren Lehmschichten (Lehmverputz und Lehmsteinausmauerung)
16	LK Quedlinburg		Bürogebäude					Versprödung u. Verwitterung der Korkfüllmasse in Fensteranschlussfuge




Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
17	LK Quedlinburg		Wohnhaus, leerstehend	privat	Akten des Eigentümers, MVU 1992,	Wertgutachten 2001, Holzschutzgutachten 2002	1996	tierische Schädlinge, holzschädigende Pilze, Schwamm in Konstruktionshölzern, Teileinsturz Giebelwand und einiger Deckenbereiche, Schimmelbildung an inneren Dämmschalen sowie an Deckenkonstruktionen, Fußbodenaufbauten und Gefacheputzen, Algen- und Moosbildung am Sandsteinsockel straßenseitig u. am Außenputz des Anbaus
R3	LK Quedlinburg		Wohnhaus,	privat			(1996)	Feuchteschäden an Konstruktionshölzern, Rissbildung u. Ablösen der Mörtelfugen, Farbablösungen von FW-Hölzern, Versprödung und Verwitterung Korkfüllmasse in Fensteranschlussfugen
R4	LK Quedlinburg		Wohnhaus, vermietet	privat				Risse und Ablösung des Farbanstrichs vom Verputz

Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
18	LK Quedlinburg		Bürogebäude, vermietet	Institution			1998	Verdrehung eines Fachwerk-ständers (Drehwuchs), Herauslösen der angrenzenden Gefachfüllung, Schäden an äußerer Fensterbekleidung
19	LK Quedlinburg		öffentliche Nutzung					Farbablösungen und Putzschäden durch Versalzung im Gebäudeinneren, Farbablösungen im Spritzwasserbereich Fassade Innenhof
20	LK Quedlinburg		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	Wohnungs-gesellschaft Quedlinburg	Planungs- und Ausführungs-unterlagen, Fotos		2004	EG: Rissbildung im Bereich der Fenster an innerer Dämmschale aus Holzleichteilmsteinen, Rissbildung an Fußboden-anschlüssen u. Trockenbau-wänden im 2.OG
21	LK Wernigerode		Geschäftshaus	Stadt Wernigerode		Holzschutz-gutachten 2009	um 1990	Salzausblühungen und Schalenbildung am Ziegelmauerwerk d. Souterrains, tierische Schädlinge und holzschädigende Pilze an Konstruktionshölzern, Rissbildung u. Ablösen der Mörtelfugen, Farbablösungen von FW-Hölzern

Objektliste

Nr.	Landkreis	Objekt	Nutzungsart	Eigentümer	vorliegende Akten/Archivalien	vorliegende Gutachten	Jahr der Sanierung	Schadensort/ Schadensbild
R5	LK Wernigerode		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	privat				Farbablösungen von Holzbekleidung im Spritzwasserbereich und an waagerechten, vor Witterung ungeschützten Flächen, Farbveränderungen im Anstrich (partiell)
R6	LK Wernigerode		öffentliche Nutzung	Stadt Wernigerode				Farb- und Ptzrisse bzw. -abplatzungen, Schäden durch Pflanzenbewuchs
22	LK Lauf/Pegnitz		Wohn- und Geschäftshaus vermietet	privat		Schadensgutachten 2006	2005/2006	Farbablösungen von Fensterrahmen, durchschlagende Rostflecken von Winkelbändern, Aufquellen der Flügelhölzer