

8. Grazer Holzbau-Fachtagung 8. GraHFT'09

Tagungsband

Bestandsanalyse und Instandhaltung von Holzkonstruktionen



Institut für Holzbau und Holztechnologie
holz.bau forschungs gmbh
Landesinnung Holzbau Steiermark
pro:Holz Steiermark
Holzcluster Steiermark GmbH

Graz, am 25. September 2009

Tagungsleitung

Gerhard Schickhofer, Ulrich Hübner

Moderation

Gerhard Schickhofer

Veranstaltungsort

Technische Universität Graz
Inffeldgasse 16b, Hörsaal i12, 1. UG
8010 Graz

Tagungsband

Ulrich Hübner
Lektor: G. Schickhofer

Auflage: 100 Stück

Herausgeber

holz.bau forschungs gmbh
Inffeldgasse 24, A-8010 Graz
Tel. +43 316 873 - 4601
Fax. +43 316 873 - 4619
www.holzbauforschung.at

TU Graz
Institut für Holzbau und Holztechnologie
Inffeldgasse 24, A-8010 Graz
Tel. +43 316 873 - 4601
Fax. +43 316 873 - 4619
www.lignum.at

Titelbild: Südwestansicht des Wohnhauses Muchargasse 30, 8010 Graz (Foto: Peter Zinganel)

Verlag der Technischen Universität Graz
www.ub.tugraz.at/Verlag
ISBN: 978-3-85125-058-9

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

© 2009, holz.bau forschungs gmbh

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Mit Genehmigung des Herausgebers ist es gestattet, diesen Tagungsband ganz oder teilweise auf fotomechanischem oder elektronischem Wege zu vervielfältigen.

Für den Inhalt der Einzelbeiträge sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich, der Herausgeber behält sich geringfügige Änderungen der Formatierung vor.

Graz, am 25. September 2009

Achte auf die Formen, in denen der Bauer baut.
Denn sie sind der Urväter Weisheit, gewonnene Substanz.
Aber suche den Grund der Form auf.
Haben die Fortschritte der Technik es möglich gemacht, die Formen zu verbessern,
so ist immer diese Verbesserung zu verwenden.
Fürchte nicht, unmodern gescholten zu werden.
Veränderungen der alten Bauten sind nur erlaubt, wenn sie eine Verbesserung bedeuten.
Sonst aber bleibe beim Alten, denn die Wahrheit – und sei sie hundert Jahre alt,
hat mit uns mehr inneren Zusammenhang als die Lüge, die neben uns schreitet.

Adolf Loos (1870-1933)

Motivation

Zweifelsohne wird sich unsere Gesellschaft in Zukunft zunehmend mit dem Bauen im Bestand zu befassen haben. Der Baustoff Holz spielt dabei nicht nur deswegen eine wichtige Rolle, weil er in den meisten historischen Bauten zum Einsatz kam, sondern auch deshalb, weil der moderne Holzbau bei Um- und Ausbauten nachhaltige Lösungen bietet.

Im Dezember 1999 wurde das städtebauliche Ensemble "Historische Altstadt Graz" mit ihrer einzigartigen Dachlandschaft von der UNESCO zum Weltkulturerbe erhoben, ein Status, der die große Verantwortung im Umgang mit dieser historisch wertvollen Bausubstanz nochmals unterstreicht. Das Wissen um die Bedeutung von Gebäuden, deren Zustand und die Möglichkeiten des modernen Bauens sind daher – nicht nur in Graz – entscheidend. Was ist objektiv begründbar schützenswert? Instandhaltungsmaßnahmen (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung gemäß DIN 31051:2003) sind in angemessenen Intervallen durchzuführen. Instandsetzung, d.h. die Erhaltung des funktionsfähigen Zustands oder die Rückführung in diesen, aber auch die Maßnahmen für eine Tragwerksertüchtigung erfordern eine zweckdienliche Bestandsanalyse. Idealerweise erfolgt darauf aufbauend die mit allen Beteiligten abzustimmende Planung unter Berücksichtigung der Regeln der Technik, dem Wissen um zu vermeidende Tragwerksmängel und um adäquate Techniken und Methoden zur Instandhaltung oder Ertüchtigung.

Das Institut für Holzbau und Holztechnologie ist sich seiner Verantwortung gegenüber dem Bestand bewusst und setzt diese nicht nur in Forschungsaktivitäten (Modellbildung im Bestand, Nachgiebigkeit zimmermannsmäßiger Verbindungen, Bestandserfassung und -analyse mit Augenmerk auf die Resttragfähigkeit von Holzkonstruktionen) und konkrete Projekte (Schloss Hainfeld) sondern auch in eigenen Lehrveranstaltungen (Bestandsanalyse und Instandhaltung von Holzkonstruktionen, Holzschutz) um.

Die diesjährige Grazer Holzbau-Fachtagung versucht einen großen Bogen zu spannen, beginnend von Fragestellungen betreffend der Wertmaßstäbe im Denkmalschutz, über Normenregelungen, Bestands- und Schadensanalysen bis hin zu Nutzungsmöglichkeiten von Dachräumen in der Altstadt. Dabei werden konkrete Lösungsmöglichkeiten einer zimmermanns- und ingenieurmäßigen Vorgehensweise im Rahmen der Ertüchtigung eines Bestandes an zahlreichen Beispielen angesprochen.

Inhaltsverzeichnisverzeichnis

- A** **Dauerhafte Holzkonstruktionen durch Bestandserfassung, -analyse und Instandhaltung**
G. Schickhofer, G. Flatscher, A. Ringhofer
- B** **Vernakulare Architektur in der Steiermark – Werte in der Denkmalpflege**
H. Neuwirth
- C** **Grenzen der dynamischen Stadtentwicklung**
A. Murnig
- D** **War Abriss nötig? – Rechtliche und demokratie-politische Schwächen im Denkmalschutz**
M. Landerer
- E** **Neue Schweizer Baunormenreihe SIA 269 zur
Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke**
R. Steiger
- F** **Typische Tragwerksmängel im Ingenieurholzbau und Empfehlungen für Planung,
Ausführung und Instandhaltung**
P. Dietsch
- G** **Sanierungsmethoden am Beispiel des „Campus Croix Rouge“ der Universität Reims**
U. Hübner
- H** **Instandhaltung historisch wertvoller Zimmermannskunst**
H. Majcenovic
- I** **Von der Bestandserfassung bis zur ingenieurmäßigen Ertüchtigung**
J. Zehetgruber
- J** **Realitätsnahe Modellbildung von Dachstühlen – dargestellt am Beispiel eines historischen
„Grazer Dachstuhls“**
A. Meisel
- K** **Die Architektur des Holzes**
J. Kolb
- L** **Bauen in den Schutzzonen von Graz – Hochwertiges Wohnen im Dachraum**
P. Zinganel
- M** **Stadtentwicklung – Potential ‚Gründerzeitbock‘**
H. Gangoly

A Dauerhafte Holzkonstruktionen durch Bestandserfassung, -analyse und Instandhaltung

G. Schickhofer, G. Flatscher, A. Ringhofer



Univ.-Prof. DI Dr. Gerhard Schickhofer

- 1990 Abschluss des Bauingenieurstudiums an der TU Graz
- 1994 Promotion zum Dr. techn. an der TU Graz
- 1999 Habilitationsschrift, Lehrbefugnis für "Holzbau und Holztechnologie"
- seit 2002 Geschäftsführung und wissenschaftliche Leitung der holz.bau forschungs gmbh
- seit 2004 Berufung zum Univ.-Prof. und Bestellung zum Leiter des mit der Berufung am 1. Oktober 2004 neu gegründeten Instituts für Holzbau und Holztechnologie an der TU Graz
- seit 2008 Bestellung zum stellvertretenden Dekan der Fakultät für Bauingenieurwissenschaften



Georg Flatscher BSc

- seit 2006 Mitarbeiter am Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz
- seit 2009 Diplomand am Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz
Thema (Arbeitstitel): *Außergewöhnliche Einwirkung 'Erdbeben' auf Holzkonstruktionen in Holz-Massivbauweise* (im Rahmen des EU-Projektes *SERIES*)



Andreas Ringhofer BSc

- seit 2009 Diplomand am Institut für Holzbau und Holztechnologie, TU Graz
Thema (Arbeitstitel): *Baudynamische Aspekte und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von Dachum- und -ausbauten mit Brettsperrholz'*

1 Einleitung

Das Institut für Holzbau und Holztechnologie hat sich in den letzten Jahren immer wieder mit Themen rund um die Instandhaltung von bestehenden 'alten' aber auch 'neuen' Holzkonstruktionen befasst. Die Zunahme an diesbezüglichen Anfragen führte schließlich zur Etablierung der nunmehr seit zwei Jahren laufenden Lehrveranstaltung *Bestandsanalyse und Instandhaltung von Holzkonstruktionen*. Damit verbunden war und ist die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Thematik. So werden nicht nur diesbezügliche Diplomarbeiten verstärkt angefragt und vergeben, sondern zudem wurde bereits eine Doktoratsarbeit (J. Zehetgruber) zur Bearbeitung vergeben; eine weitere ist in Vorbereitung und wird folgen (A. Meisel). So liegt es nahe, das vorliegende Wissen verbunden mit Beiträgen von Fachkollegen im Rahmen der diesjährigen 8. Grazer Holzbau-Fachtagung zur Diskussion zu stellen.

Der Inhalt des vorliegenden Beitrags versucht in punktueller Weise den Bogen über die gesamte Thematik – beginnend vom Denkmalschutz über Normen zur Instandhaltung und der Beurteilung der Tragbarkeit bestehender Bauwerke, der Bestandserfassung und -analyse *neuer* Ingenieurholzbauten sowie der zimmermanns- und ingenieurmäßigen Ertüchtigung und der Modellbildung bestehender *alter* Strukturen bis hin zu möglichen Nutzungen städtischer Dachräume – zu spannen.

Zu Beginn des Beitrags wird auf Begriffe eingegangen. Die Verwendung allgemein gültiger Definitionen erscheint den Verfassern von wesentlicher Bedeutung zu sein, um im weiteren Diskurs keine Missverständnisse bei der Begriffsverwendung zu produzieren.

Es stellt sich mit Recht die Frage, in welchen baurelevanten Gesetzen von *Instandhaltung, Erhaltung und Schutz* die Rede ist. So wird ersichtlich, dass das Grazer AltstadtErhaltungsgesetz [16] die öffentlich zugängliche *Evidenzhaltung des Baubestandes* einfordert, wobei insbesondere auf die regelmäßige Überprüfung und Kontrolle des baulichen Zustandes zu achten, dieser zu erfassen und zu dokumentieren ist. Im Dezember dieses Jahres sind es 10 Jahre, dass die Stadt Graz als UNESCO-Weltkulturerbe geführt wird. Gerade in diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung sich über Werte im Allgemeinen und betreffend der Denkmalpflege im Besonderen Gedanken zu machen. Persönlichkeiten wie A. Riegl [3] und H. Wirth [14] haben diesbezüglich wichtige Arbeiten verfasst. Es würde einen eigenen Beitrag, ja sogar eine eigene Tagung, erfordern, möchte man diese grundlegenden Aspekte zum Denkmalschutz in aller Tiefe erörtern.

Vorliegende Bauschadensberichte aus Deutschland, der Schweiz und Österreich decken nicht nur die Tragwerksmängel im Ingenieurholzbau auf, sondern legen zudem offen, dass dafür bis zu 2/3 *Ausführungs- und Planungsfehler* verantwortlich sind.

Wie bereits erwähnt, befasst sich das Institut seit geraumer Zeit mit den Themen der Bestandserfassung und -analyse. In diesem Zusammenhang hat sich das Institut zur Aufgabe gemacht, ein bestimmtes Objekt – konkret die Dachkonstruktionen des Schlosses Hainfeld (Steiermark) – in den kommenden Jahren zu erfassen und Instandhaltungspläne vorzuschlagen. So wurde ein Teil des Ostflügels aufgenommen, eine Modellbildung angestellt und eine Berechnung samt Nachweise durchgeführt. Im Weiteren soll im Rahmen einer Diplomarbeit ein Gesamtkonzept erarbeitet werden. Im vorliegenden Beitrag wird auf diese Modellbildung eingegangen; es wird auch auf die Ermittlung der zur Modellierung erforderlichen Federsteifigkeiten eingegangen und es werden die Ausnutzungsgrade ausgewiesen.

Wie auch in der Charta von Venedig [21] dargelegt, ist der historische Wert eines Denkmals zumeist mit dem Gebrauchswert in Einklang zu bringen. Dies bedeutet, dass die Nutzung eines Denkmals – z. B. für Wohnzwecke – aus diesem Grunde ein nicht zu vernachlässigender Aspekt ist. Dachum- und -ausbauten stellen eine besondere Herausforderung für die Wohnraumbeschaffung im städtischen

Raum und hier im Besonderen in den Schutzzonen respektive -gebieten dar. Der Beitrag befasst sich mit den Auslegungen des Merkblattes der Magistratsabteilung 37 (Wien) [19] und zeigt auf, welche Vorteile mit der Verwendung von Holz-Massivbauweisen für Dachausbauten gegeben sind.

2 Begriffe und Definitionen

- **Denkmal** (gemäß DMSG [15]):
Von Menschen geschaffene unbewegliche und bewegliche Gegenstände von geschichtlicher, künstlerischer oder sonstiger kultureller Bedeutung, wenn ihre Erhaltung dieser Bedeutung wegen im öffentlichen Interesse gelegen ist.
- **Historischer Wert** (gemäß SIA-Merkblatt 2017:2000 [27]):
Der historisch-kulturelle Wert eines Bauwerks resultiert aus seiner Stellung innerhalb der wirtschaftlichen, politischen oder sozialen Entwicklung einer Epoche. Als Repräsentant einer bestimmten Bauart sowie Zeuge einer *handwerklich-technischen Entwicklung* verweist das Bauwerk auf eine spezifische Kulturepoche. *Seine originale Bausubstanz kann nicht durch Ersatz substituiert werden.* Weitere Merkmale sind seine Beziehung zu einem berühmten Erbauer oder Nutzer sowie sein spezieller Nutzungs- und Verwendungszweck. Somit geht der historische Wert eines Bauwerks über den rein kunsthistorischen und stilistischen Wert hinaus.
- **Instandhaltung** (gemäß DIN 31051:2003 [22]; entspricht grundsätzlich auch der Definition der EN 13306:2001 [23]):
Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur *Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen*, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.
Die Instandhaltung kann vollständig in die Grundmaßnahmen
 - Wartung
 - Inspektion
 - Instandsetzung
 - Verbesserungunterteilt werden.
- **Konservierung** (aus dem Skriptum *Denkmalpflege* [32]):
Oberster denkmalpflegerischer Grundsatz: Verfall stoppen, originalen Bestand erhalten; nicht zur Konservierung gehören Instandsetzungsmaßnahmen, die über bloße Sicherung der bestehenden Substanz hinausgehen.

- **Kulturgut** (gemäß Haager Konvention, 1954 [37]):
Kulturgut im Sinne dieser Konvention sind, ohne Rücksicht auf Herkunft oder Eigentumsverhältnisse:
 - a) Bewegliches oder unbewegliches Gut, das für das kulturelle Erbe aller Völker von großer Bedeutung ist, wie z. B. Bau-, Kunst- oder geschichtliche Denkmäler religiöser oder weltlicher Art, archäologische Stätten, *Gebäudegruppen*, die *als Ganzes von historischem oder künstlerischem Interesse* sind, Kunstwerke, Manuskripte, Bücher und andere Gegenstände von künstlerischem, historischem oder archäologischem Interesse sowie wissenschaftliche Sammlungen und bedeutende Sammlungen von Büchern, Archivalien oder Reproduktionen des oben bezeichneten Kulturguts;
 - b) Baulichkeiten, die in der Hauptsache und tatsächlich der Erhaltung oder Ausstellung des unter a) bezeichneten beweglichen Gutes dienen, wie z. B. Museen, größere Bibliotheken, Archive sowie Bergungsorte, in denen im Falle bewaffneter Konflikte das unter a) bezeichnete bewegliche Kulturgut in Sicherheit gebracht werden soll;
 - c) Orte, die in beträchtlichem Umfange Kulturgut im Sinne der Unterabsätze a) und b) aufweisen und als Denkmalorte bezeichnet sind.

'Jede Schädigung von Kulturgut, gleichgültig welchem Volke es gehört, bedeutet eine Schädigung des kulturellen Erbes der ganzen Menschheit, weil jedes Volk seinen Beitrag zur Kultur der Welt leistet.'
- **Schutzgebiet** (Grazer AltstadtErhaltungsgesetz [16]: § 2 Schutzgebiete; entspricht inhaltlich auch der Definition im § 1 des Ortsbildgesetzes [17]):

Stadtteile von Graz, die in ihrer landschaftlichen und baulichen Charakteristik das Stadtbild prägen und daher in ihrem Erscheinungsbild und in ihrer *Baustruktur und Bausubstanz sowie in ihrer vielfältigen urbanen Funktion zu erhalten sind.*
- **Schutzzone** (Wiener AltstadtErhaltungsgesetz [32]: 1. Bezirk = Schutzzone):

Als solche wird eine städtebauliche Einheit verstanden, die von charakteristischen und typologischen Merkmalen bestimmt ist und ein besonders ästhetisches und harmonisches Gesamtbild ergibt.
- **Wertkategorien nach A. Riegl** [3]:
 - Erinnerungswerte (Alterswert | historischer Wert | gewollter Erinnerungswert)
 - Gegenwartswerte (Gebrauchswert | Kunstwert (Neuheitswert | relativer Kunstwert))
- **Restaurierung**
gemäß Charta von Venedig [21]:

Konservierung und Restaurierung der Denkmäler bilden eine Disziplin, welche sich aller Wissenschaften und Techniken bedient, die zur Erforschung und Erhaltung des kulturellen Erbes beitragen können. Ziel der Restaurierung ist es, die ästhetischen und historischen Werte des Denkmals zu bewahren und zu erschließen. Sie gründet sich auf die Respektierung des überlieferten Bestandes [womit die *Bestandserfassung* bedeutsam wird, A. d. V.] und auf authentische Dokumente. Sie findet dort ihre Grenze, wo die Hypothese beginnt. Zu einer Restaurierung gehören vorbereitende und begleitende archäologische, kunst- und geschichtswissenschaftliche Untersuchungen.
- gemäß SIA 469:1997 *Erhaltung von Bauwerken* [25]:

Instandsetzen [Definition gemäß dieser Norm: „Wiederherstellen der Sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit für eine festgelegte Dauer“] eines Bauwerks von bedeutendem kulturellem Wert unter Bewahrung der vorhandenen Bausubstanz.

- **Revitalisierung** (gemäß www.raumplanung.steiermark.at/cms/beitrag/10219706/1115050/):

Unter Revitalisierung versteht man die Erhaltung/Umgestaltung historischer oder baukünstlerisch bemerkenswerter Bausubstanz unter denkmalpflegerischen Gesichtspunkten zum Zwecke einer zeitgemäßen Nutzung.

A. d. V.: Revitalisierung umfasst die Maßnahmen zur Wiederherstellung einer Funktion (Instandsetzung); gewöhnlich ist man – zur Erfüllung einer zeitgemäßen Nutzung – auch bestrebt, die vorhandene Bausubstanz im Zuge der Arbeiten auch zu *verbessern*.

3 Gesetze und Normen

3.1 Gesetze

Nachfolgend soll in aller Kürze auf jene Passagen relevanter Gesetze eingegangen werden, wo es insbesondere um Inhalte wie *Instandhaltung*, *Erhaltung* und *Schutz* von Bauwerken und Ensembles geht. Zudem soll auf Schwachstellen hingewiesen und an Hand von Beispielen gezeigt werden, welche Auswirkungen damit einhergehen können.

- Steiermärkisches Baugesetz (Land | Gemeinde | Stadt) [18]
- Ortsbildgesetz (Land | Gemeinde) [17]
- Grazer AltstadtErhaltungGesetz (Land | Stadt Graz) [16]
- DenkMalSchutzGesetz (Bund) [15]

Im IX. Abschnitt | II. Hauptstück des Steiermärkischen Baugesetzes – Bautechnische Vorschriften – I. Teil – Allgemeine bautechnische Bestimmungen – I. Abschnitt – Anforderungen an die Planung und die Bauausführung, Brauchbarkeit von Bauprodukten – § 43 Allgemeine Anforderungen – wird unter (7) auf das 'Straßen-, Orts- und Landschaftsbild' eingegangen. Dort heißt es:

Das Bauwerk muss derart geplant und ausgeführt werden, dass es in seiner gestalterischen Bedeutung dem Straßen-, Orts- und Landschaftsbild gerecht wird. Hierbei ist auf Denkmäler und hervorragende Naturgebilde Rücksicht zu nehmen.

Im VIII. Abschnitt | V. Teil – Baupolizeiliche Maßnahmen – § 39 Instandhaltung und Nutzung – wird unter (1) darauf hingewiesen, dass der Eigentümer dafür zu sorgen hat, dass die baulichen Anlagen in einem der Baubewilligung, der Baufreistellungserklärung und den „baurechtlichen Vorschriften entsprechenden Zustand erhalten“ werden. Weiter heißt es unter (3):

Kommt der Eigentümer seinen Verpflichtungen nicht nach, hat ihm die Behörde die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen und die Behebung des der Bewilligung und den baurechtlichen Vorschriften widersprechenden Zustandes unter Festsetzung einer angemessenen Frist aufzutragen.

Und (4):

Ist die Behebung von Baugebrechen technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar, hat die Behörde aus Gründen der Sicherheit die Räumung und Schließung von baulichen Anlagen oder Teilen derselben und nötigenfalls deren Abbruch anzuordnen.

§ 42 Sofortmaßnahmen geht unter (1) auf den Begriff *Gefahr im Verzug* ein. Dort heißt es:

Bei Gefahr im Verzug kann die Behörde ohne weiteres Verfahren die erforderlichen Verfügungen und Sicherungsmaßnahmen auf Gefahr und Kosten des Eigentümers einer baulichen Anlage an Ort und Stelle anordnen und sofort vollstrecken lassen ...

Unter I. Schutz des Ortsbildes [17] – § 1 Allgemeine Bestimmungen – heißt es, dass

der örtliche Geltungsbereich dieses Gesetzes sich auf jene Teile von Gemeinden erstreckt – **ausgenommen die Landeshauptstadt Graz** [A. d. V.: dort gilt das GAEG, hervorgehoben durch den Verfasser] – die in ihrer landschaftlichen und baulichen Charakteristik das Ortsbild prägen und daher in ihrem Erscheinungsbild und in ihrer Baustruktur und Bausubstanz sowie in ihrer organischen Funktion zu erhalten sind (Schutzgebiete). Der sachliche Geltungsbereich dieses Gesetzes ist auf den selbständigen Wirkungsbereich des Landes beschränkt. Durch ihn wird daher insbesondere in die Angelegenheit des Denkmalschutzes **nicht** [hervorgehoben durch den Verfasser] eingegriffen ... Die in diesem Gesetz geregelten Aufgaben der Gemeinde sind – mit Ausnahme der Strafbestimmungen (§18) – solche des eigenen Wirkungsbereiches der Gemeinde.

Da im Weiteren insbesondere auf die Situation in der Landeshauptstadt Graz eingegangen werden soll, wird nicht näher auf die weiteren Bestimmungen des Ortsbildgesetzes, sondern inhaltlich das Grazer AltstadtErhaltungGesetz (GAEG) [16] angesprochen.

Im 1. Abschnitt – Allgemeine Bestimmungen – werden mit § 1 (1) Ziele des Gesetzes beschrieben. Dort heißt es:

Die Ziele dieses Gesetzes sind die Erhaltung der Altstadt von Graz in ihrem Erscheinungsbild, ihrer Baustruktur und Bausubstanz sowie die Aktivierung ihrer vielfältigen urbanen Funktion. Diesen Zielen kommt ein vorrangiges öffentliches Interesse zu. Dieses Gesetz soll überdies einen Beitrag zur Erhaltung der Altstadt von Graz als UNESCO-Weltkulturerbe leisten.

Diese Formulierung findet sich auch sinngemäß im oben erwähnten Ortsbildgesetz wieder.

Unter § 2 Schutzgebiet wird unter (1) der örtliche Anwendungsbereich dieses Gesetzes definiert. Dieser erstreckt sich auf die stadtbildprägenden Stadtteile von Graz und wird als Schutzgebiet bezeichnet. Das Schutzgebiet besteht aus einer Kernzone (Zone 1) sowie den weiteren Zonen 2, 3, 4 und 5. Eine Einbeziehung weiterer Stadtteile in das Schutzgebiet ist möglich. Abb. 3.1 zeigt den Masterplan *Weltkulturerbe Graz*. Darin ersichtlich ist insbesondere die Schutzzone I – gleichbedeutend mit dem *Weltkulturerbe Historische Altstadt Graz* –, die Schutzzone II (= Pufferzone für das Weltkulturerbe) sowie die Schutzzone III (Gründerzeitviertel). Dargestellt (grau hinterlegt) sind auch die unter Denkmalschutz und somit zudem dem Denkmalschutzgesetz unterstehenden Bauwerke innerhalb der Schutzzone I.

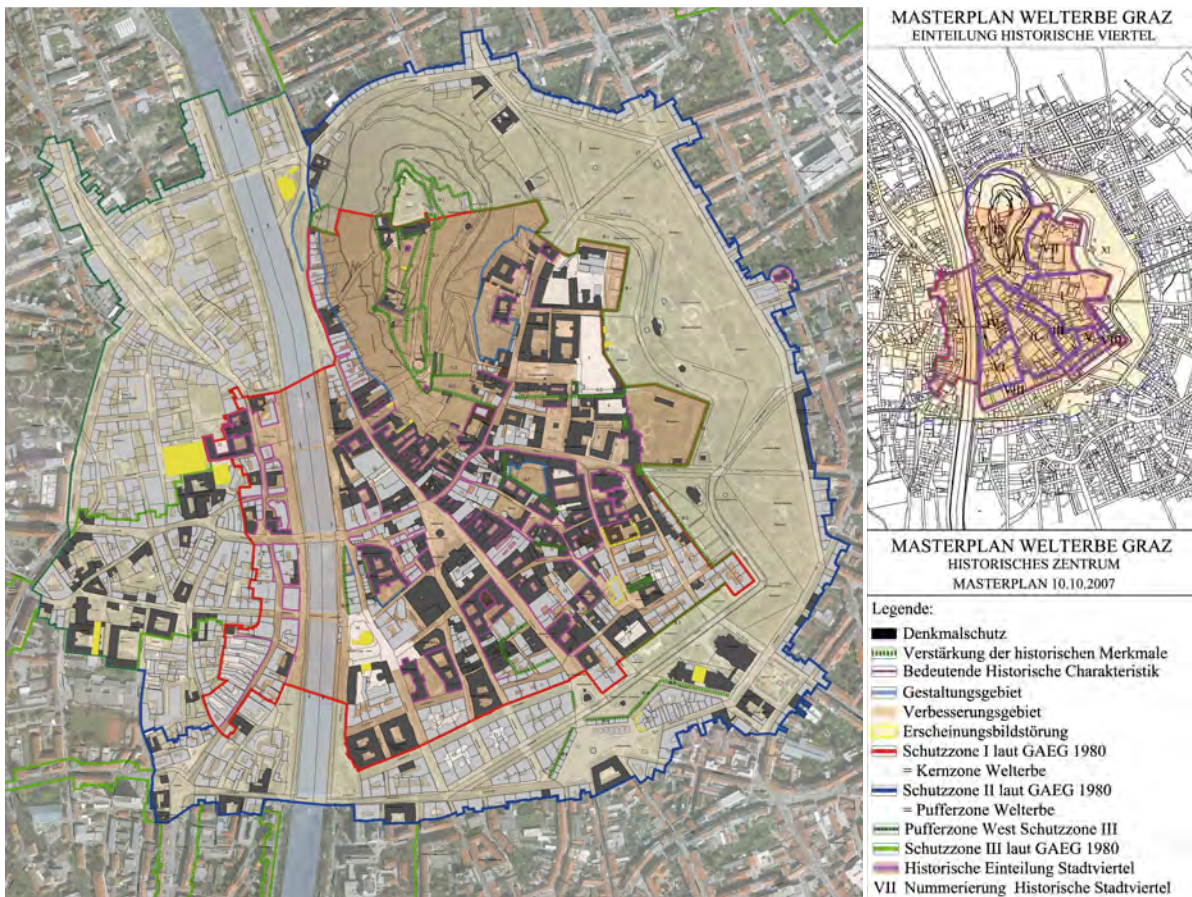


Abb. 3.1: WKE-Masterplan 2007 [34]

In § 3 *Evidenz des Baubestandes* wird verlangt, dass über die im Schutzgebiet gelegenen Gebäude die Stadt Graz eine Evidenz des Baubestandes anzulegen und zu führen hat und diese zur allgemeinen Einsicht zugänglich zu halten ist. In den Erläuterungen zum GAEG unter II. Besonderer Teil, zu § 3 ist

... über die normierte Evidenz hinaus von der Bau- und Anlagenbehörde der Stadt Graz für Gebäude im Schutzgebiet gesondert eine 'Rote Liste' zu führen und der bauliche Zustand auf Bauschäden und Baugebrechen in regelmäßigen Abständen zu überprüfen und zu kontrollieren; besonderes Augenmerk ist dabei auf die Gebäude am Fuß des Westabhanges des Schlossbergs zur Mur hin zu legen.

Auf diesbezügliche Anfragen – „Welcher Prozentsatz (betreffend Zustandserfassung der Dachkonstruktion) in der Schutzzone I kann als diesbezüglich 'erfasst' bezeichnet werden?“ und betreffend 'Rote Liste': „Liegt diese vor und ist diese zugänglich?“ – bei den zuständigen Behörden konnte keine zufriedenstellende Beantwortung erhalten werden.

Es wird jedoch als wesentlich erachtet, den Bauzustand zu kennen, um die unter § 5 *Erhaltung schutzwürdiger Bauwerke* verankerte *Erhaltungspflicht* auch begründbar einfordern zu können. Erhaltung setzt die Kenntnis des Bestandszustandes voraus! Verbunden mit einer Bestandserfassung und -analyse ist auch die Erfassung des Schädigungsausmaßes und eine damit einhergehende Beurteilung betreffend Schadensbehebung (technische Machbarkeit und wirtschaftliche Zumutbarkeit). Um die Einzigartigkeit der Dachlandschaft der Grazer Altstadt auch zukünftig zu sichern, wird es als dringend erachtet,

die Dachkonstruktionen innerhalb der Schutzzone I – auch **10 Jahre UNESCO-Weltkulturerbe** (seit Dezember 1999) – 'step by step' diesem Erfassungsprozedere zu unterziehen. Nur damit kann nachhaltig sichergestellt werden, dass rechtzeitig im Besonderen konservierende und damit dem Denkmalschutz und den UNESCO-Anforderungen entsprechende Maßnahmen getroffen werden können.

A. Riegl – eine der wichtigsten Persönlichkeiten der österreichischen Denkmalpflege und erster Generalkonservator der Zentralkommission (heute Bundesdenkmalamt BDA) – beginnt seinen Beitrag 'Der moderne Denkmalkultus – sein Wesen und seine Entstehung' [3] mit dem Denkmalsbegriff:

Unter Denkmal im ältesten und ursprünglichen Sinne versteht man ein Werk von Menschenhand, errichtet zu dem bestimmten Zweck, um einzelne menschliche Taten oder Geschehnisse (oder Komplexe mehrerer solcher) im Bewusstsein der nachlebenden Generationen stets gegenwärtig und lebendig zu erhalten.'

Sodann befasst er sich in diesem Beitrag mit den Denkmalswerten im Allgemeinen und mit dem Verhältnis der Erinnerungs- und Gegenwartswerte zum Denkmalkultus im Besonderen. A. Riegl stellt folgende Gliederung von *Werten* auf:

Erinnerungswerte:

- **Alterswert**
- **historischer Wert**
- gewollter Erinnerungswert

Gegenwartswerte:

- **Gebrauchswert**
- Kunstwert
 - Neuheitswert
 - relativer Kunstwert

Im Folgenden soll in aller Kürze versucht werden, die oben angeführten Werte, im Besonderen der *Alterswert*, der *historische Wert* und der *Gebrauchswert* sowie Zusammenhänge (und Widersprüche) dieser darzulegen.

3.1.1 Alterswert:

Vom Standpunkt des Alterswertes nach A. Riegl steht daher nicht die Erhaltung des Denkmals im Vordergrund, sondern vielmehr die zur Schaustellung des natürlichen Kreislaufs vom Werden zum Vergehen.

3.1.2 Historischer Wert [3]:

Der historische Wert eines Denkmals ruht darin, dass es uns eine ganz bestimmte, gleichsam individuelle Stufe der Entwicklung irgendeines Schaffensgebietes der Menschheit repräsentiert. Von diesem Standpunkte interessieren uns am Denkmal nicht die Spuren der auflösenden Natureinflüsse, die sich in der seit seiner Entstehung verflössenen Zeit geltend gemacht haben, sondern sein einstiges Werden als Menschenwerk [...] Die Symptome der Auflösung, die dem Alterswerte Hauptsache sind, müssen vom Standpunkte des historischen Wertes mit allen Mitteln beseitigt werden [...] Die bisherigen Auflösungen durch die Naturkräfte sind zwar nicht mehr rückgängig zu machen und sollen daher auch vom Standpunkte des historischen Wertes nicht wieder beseitigt werden; aber fernere Auflösungen von heute ab und in der Zukunft, wie sie der Alterswert nicht allein duldet, sondern sogar postuliert, sind vom Standpunkte des historischen Wertes nicht bloß zwecklos, sondern schlankweg zu vermeiden, da jede weitere Auflösung die wissenschaftliche Ergänzung zum ursprünglichen Menschenwerk in seinem Werdezustande erschwert.

ert. Der Kultus des historischen Wertes muss hiernach auf die möglichste Erhaltung der Denkmale in dem heutigen überkommenen Zustande bedacht sein und daher zwingend zu der Forderung führen, dass die Menschenhand in den Lauf der natürlichen Entwicklung hemmend eingreife und den normalen Fortgang der Auflösungsstätigkeit der Naturkräfte aufhalte, soweit dies eben in der menschlichen Macht gelegen ist [...] So sehen wir die Interessen des Alterswertes und des historischen Wertes, wiewohl beide Erinnerungswerte sind, im entscheidenden Punkte der Denkmalpflege schlankweg auseinandergehen [...] Die beiden konkurrierenden Werte stehen nämlich im allgemeinen in umgekehrtem Verhältnisse zueinander; je größer der historische Wert, desto geringer der Alterswert.

Vom Standpunkt des historischen Wertes nach A. Riegl steht die Erhaltung des Denkmals im Vordergrund und somit im Widerspruch zum Alterswert, wobei bei Denkmälern mit ausgeprägtem historischen Wert dieser 'greifbarer' und für die Menschen nachvollziehbarer ist und gewöhnlich die Bedeutung des Alterswertes zurückdrängen wird.

3.1.3 Gebrauchswert

A. Riegl sieht in den Gegenwartswerten die Befriedigung **sinnlicher** oder geistiger Bedürfnisse, wobei ersterer als **Gebrauchswert** und zweiterer als **Kunstwert** bezeichnet werden.

Das physische Leben ist die Vorbedingung jedes psychischen Lebens und insofern wichtiger als dieses, [...] Daher muss z. B. ein altes Gebäude, das heute noch in praktischer Verwendung steht, in solchem Zustande erhalten bleiben, dass es Menschen ohne Gefährdung der Sicherheit ihres Lebens oder ihrer Gesundheit beherbergen kann; [...] Von gleicher Unabwendbarkeit sind andererseits die negativen Anforderungen des Gebrauchswertes, die dann gegeben erscheinen, wenn Rücksichten auf die sinnlichen Bedürfnisse der Menschen die Nichterhaltung eines Denkmals erfordern, z. B. wenn durch die natürliche Auflösung eines Denkmals Leib und Leben von Menschen gefährdet wird. [...] Die Behandlung eines Denkmals im Falle eines Konfliktes zwischen Gebrauchswert und historischem Wert braucht hier nicht im besonderen untersucht zu werden, weil in solchem Falle ohnehin ein Konflikt mit dem Alterswerte bereits an und für sich gegeben ist; nur wird sich der historische Wert vermöge seiner geringen Sprödigkeit den Anforderungen des Gebrauchswertes leichter anzuschmiegen vermögen.'

Vom Standpunkt des Gebrauchswertes nach A. Riegl steht die **gebrauchsfähige Erhaltung eines Denkmals** im Vordergrund, weswegen gewöhnlich auch ein Konsens mit dem historischen Wert gefunden werden kann. Da die meisten historisch wertvollen Denkmäler unter Gebrauch stehen, werden diese beiden Werte zwangsläufig in koexistenter Form ihre Berücksichtigung finden können.

Die Charta von Venedig – *Internationale Charta über die Konservierung und Restaurierung von Denkmälern und Ensembles (Denkmalbereiche)* [21] – sieht in den Denkmälern ein gemeinsames Erbe und zieht daraus den Schluss, dass diese für künftige Generationen zu bewahren und in ihrer Authentizität weiterzugeben sind. Die Charta von Venedig beinhaltet daher die Grundsätze für die Konservierung und Restaurierung von Denkmälern und verbindet diese im Artikel 3 mit '**Erhaltung**' und '**Bewahrung**'. Damit wird im Grunde genommen dem 'historischen Wert' nach A. Riegl genüge getan. Im Artikel 4 heißt es: „Die Erhaltung der Denkmäler erfordert zunächst ihre **dauernde Pflege**“. Und weiter im Artikel 5: „Die Erhaltung der Denkmäler wird immer begünstigt durch eine der Gesellschaft nützliche Funktion. Ein solcher **Gebrauch** ist daher wünschenswert, darf aber die Struktur und Gestalt der Denkmäler nicht verändern [...]“

Damit wird im Grunde genommen der *Gebrauchswert* nach A. Riegl bestätigt, womit resumiert werden kann, dass die Koexistenz der beiden Werte - *historischer Wert* und *Gebrauchswert* - auch in der Charta von Venedig zum Ausdruck gebracht wird. Im Artikel 9 der Charta von Venedig wird der Begriff *Restaurierung* erörtert:

„Die Restaurierung ist eine Maßnahme, die Ausnahmecharakter behalten sollte. Ihr Ziel ist es, die ästhetischen und historischen Werte des Denkmals zu bewahren und zu erschließen. Sie gründet sich auf die Respektierung des überlieferten Bestandes und auf die authentischen Dokumente. Sie findet dort ihre Grenze, wo die Hypothese beginnt[...]

Das Denkmalschutzgesetz [15] gliedert sich in 5 Abschnitte und zwei Anhänge. Insbesondere wird im **Abschnitt 1 Allgemeine Bestimmungen - § 1 Begriffsbestimmungen, Geltungsbereich** - im Absatz (1) auf den Denkmalbegriff eingegangen. Darin heißt es, dass die Bestimmungen des DMSG dann auf ein Objekt anzuwenden sind, wenn eine Erhaltung im *öffentlichen Interesse* liegt. Für die *Unterschutzstellung* eines Objektes respektive Erhaltung eines Denkmals ist es daher zwingend erforderlich, das öffentliche Interesse nachzuweisen. Dieser Nachweis und die darauf basierende Entscheidung haben unter Bedachtnahme diesbezüglicher *wissenschaftlicher Forschungsergebnisse* vom Bundesdenkmalamt (BDA) zu erfolgen. Abschnitt 2 des DMSG befasst sich mit dem *Schutz vor Zerstörung und Veränderung* und den damit einhergehenden Unterschutzstellungsmöglichkeiten. § 4 des Abschnitts 2 befasst sich mit dem *Verbot der Zerstörung und Veränderung von Denkmalen*. Unter Punkt 2 heißt es dort:

Einer Zerstörung ist gleichzuhalten, wenn ein Eigentümer oder sonstige für die Instandhaltung Verantwortliche die Durchführung der für den Bestand des Denkmals unbedingt notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen in der offenbaren Absicht, es zu zerstören, unterlässt, obwohl es sich um Maßnahmen handelt, die dem Eigentümer (Verantwortlichen) insgesamt zumutbar sind, weil die Beseitigung keine oder nur geringe Geldmittel erfordert (wie z. B. die Ergänzung einzelner zerbrochener Dachziegel, Verschließung offener Fenster und dergleichen).

Unter § 5 *Bewilligung der Zerstörung oder Veränderung von Denkmalen - Denkmalschutzaufhebungsverfahren* wird auf die Möglichkeit eines Aufhebungsverfahrens eingegangen. Dort heißt es, ohne auf Maßnahmen bei *Gefahr in Verzug* eingehen zu wollen, dass der Nachweis des Zutreffens der für eine Zerstörung oder Veränderung geltendgemachten Gründe dem Antragsteller obliegen. Zum Unterschied der für eine Unterschutzstellung erforderlichen 'wissenschaftlichen Forschungsergebnisse' werden für die Aufhebung keine diesbezüglich hohen Ansprüche gestellt. Die Feststellung, ob ein öffentliches Interesse an der Erhaltung eines Einzeldenkmals gegeben ist, hat nämlich (wie oben angeführt) unter Bedachtnahme auf diesbezügliche 'wissenschaftliche Forschungsergebnisse' zu erfolgen! Dies bedeutet, dass von Gesetzes wegen wissenschaftliche Methoden respektive hohe Maßstäbe angelegt werden müssen, um die Erhaltungswürdigkeit und somit Unterschutzstellung feststellen zu können. Gemäß § 4 ist die Zerstörung sowie jede Veränderung die den Bestand, die überlieferte Erscheinung beeinflussen können ohne Bewilligung gemäß § 5 verboten! In jedem Fall wäre es bei einem Denkmalschutzaufhebungsverfahren gemäß § 5 nicht nur wünschenswert, sondern schlichtweg logisch, den wissenschaftlichen Diskurs einzufordern. Erfordert nämlich die Entscheidungsfindung für eine Unterschutzstellung die Bedachtnahme wissenschaftlicher Forschungsergebnisse, so ist konsequenter Weise beim Aufhebungsverfahren ebenfalls eine *auf wissenschaftlichen Methoden beruhende Gegendarstellung* vorzulegen. Ein unabhängig agierender Beirat sollte schlussendlich befinden, ob die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse eine Aufhebung rechtfertigen.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen Beispiele zu der oben behandelten Thematik.

- Abb. 3.2: Gebäude der BIG in Graz
- Abb. 3.3: Beispiel eines denkmalgeschützten Objektes aus der Schutzzone I in Graz



Abb. 3.2: Brockmannngasse 25; links vorher; rechts nachher (Fotos: J. Kolb vom 20.08.2009)



Abb. 3.3: Burggasse 15/Einspinnergasse 7; links vorher [35]; rechts nachher (noch nicht realisiert) [36]

3.2 Normen

Zur Instandhaltung, Bestandserfassung und -analyse sind folgende Normen relevant:

- **DIN 31051: 2003 Grundlagen der Instandhaltung** [22]

Diese Norm legt Grundlagen der Instandhaltung fest. Sie gliedert die Instandhaltung vollständig in Grundmaßnahmen und definiert Begriffe, die zusammen mit Begriffen nach ÖNORM EN 13306:2001 [23] zum Verständnis der Zusammenhänge notwendig sind.

Die erwähnte Norm gliedert die Instandhaltungsgrundmaßnahmen in *Wartung, Inspektion, Instandsetzung* und *Verbesserung*.

- **ÖNORM EN 13306:2001 Begriffe der Instandhaltung** [23]

Diese europäische Norm legt die Grundbegriffe und Definitionen für alle technischen und administrativen Bereiche sowie den Managementbereich der Instandhaltung fest. Sie ist nicht für Begriffe vorgesehen, die ausschließlich für die Instandhaltung von Software verwendet werden.

Die erwähnte dreisprachige Norm befasst sich ausschließlich mit Begriffsdefinitionen.

- **SIA 462:1994: Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke** [26]

Die vorliegende Richtlinie legt die Grundsätze für die Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke fest. Die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie. Fragen der Gebrauchstauglichkeit sind in der Regel in Absprache mit dem Eigentümer bzw. Betreiber des Bauwerks zu regeln.

- Die erwähnte Norm gliedert sich in:
 - Verständigung (Begriffe und Definitionen)
 - Auftrag für die Beurteilung der Tragsicherheit
 - Grundlagen für den Nachweis der Tragsicherheit
 - Nachweis der Tragsicherheit
 - Sicherung von Tragwerken

Die SIA 462:1994 soll durch die neue Normenreihe SIA 269 Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken (siehe Tagungsbeitrag von R. Steiger) abgelöst werden.

- **SIA 469:1997: Erhaltung von Bauwerken** [25]

Die vorliegende Norm bezweckt die fachgerechte und wirtschaftliche Erhaltung von Bauwerken unter Berücksichtigung ihres kulturellen Werts. Zum Bauwerk gehören das Tragwerk, die Gebäudehülle, der Ausbau und die technischen Anlagen (z. B. Haustechnik).

- Die erwähnte Norm gliedert sich in:
 - Verständigung (Begriffe)
 - Erhaltungsziele
 - Erhaltungsmaßnahmen und -tätigkeiten
 - Bauwerksakten
 - Anhang

- **Merkblatt SIA 2017:2000 Erhaltungswert von Bauwerken** [27]

Das vorliegende Merkblatt zur Ermittlung des Erhaltungswertes von Einzelbauwerken baut auf der Norm SIA 469 «Erhaltung von Bauwerken» auf. Dort sind die Begriffe definiert sowie die Erhaltungsziele, Erhaltungsmaßnahmen und -tätigkeiten formuliert.

4 Bauschadensberichte

4.1 Allgemeines

Im November 2005 wurde der erste Bauschadensbericht für Österreich [13] publiziert. Darin findet sich eine genaue Analyse des Istzustandes der Baumängel- und Bauschadenssituation in Österreich. Ziel dieser Analyse soll es sein, eine mittel- bis langfristige Reduktion der Mängel und Schäden zu ermöglichen, wobei dabei an die Durchführung von gezielten Forschungs-, Schulungs- und politischen Maßnahmen gedacht ist. Für Deutschland ist der Endbericht vom September 2002 zum *Dialog Bauqualität* [12] zu erwähnen. Dieser basiert auf drei Bauschadensberichten (1984, 1988 und 1996) und berücksichtigt zudem die Ergebnisse des Forschungsprojektes *Systematische Instandsetzung und Modernisierung im Wohnungsbestand*.

4.2 Bauschadensbericht für Österreich [13]

Bei der Erhebung des österreichischen Bauschadensberichts wurden Fragen zu den Themenbereichen

- Kosten,
- Mängel- bzw. Schadensbehebung,
- schadensbetroffene Bauteile und
- Schadensursachen

gestellt. Weiters wurden auch Fragen zur Einschätzung der Entwicklung der Bauqualität und nach den Einflussfaktoren gestellt.

Die Kosten für eine Mängel- respektive Schadensbehebung wurden mit 2 % der *Baukosten* angegeben. Die Bauteilkategorien „Dächer/Balkone“ (24,5 %) und „erdberührte Bauteile“ (25 %) – Bauteile betroffen von Wassereinwirkung – umfassen rund 50 % aller in einem Bauwerk eingebauten Bauteile, welche am häufigsten von Schäden betroffen sind. Bei der Befragung nach den Schadensursachen standen die 5 Kategorien

- Planungsfehler,
- Ausführungsfehler,
- Materialfehler,
- Nutzung und
- nicht eindeutig feststellbar

zur Auswahl.

Aus dem Bericht geht hervor, dass die Kategorien „Planungsfehler“ (28 %) und „Ausführungsfehler“ (38,5 %) die am häufigsten genannten Ursachen für Schäden sind (insgesamt immerhin rund 67 % der Fehlernennungen). Der Kategorie „Materialfehler“ wurden 9,5 % zugeordnet. 43 % der Befragten beurteilten die Bauqualität als steigend; immerhin 23 % als fallend und 34 % als gleich bleibend.

4.3 Dialog Bauqualität [12]

Der Endbericht zum „Dialog Bauqualität“ umfasst insbesondere Untersuchungen der Bauqualität von Hochbauten. Eine Übertragbarkeit allgemeiner Aussagen gilt jedoch auch für alle übrigen Sparten des Bauwesens.

Geht man wieder von den bereits oben angeführten Themenbereichen aus, so wird der Anteil an Baumängeln und Bauschäden mit *2,8 % bis 3,0 % der Baukosten* beziffert (etwas höher als in Österreich). Die Bauteilkategorien „Dächer/Balkone“ (bis 25 %), „erdberührte Bauteile“ (bis 17 %) und „Außenwände“ (bis 32 %) – Bauteile betroffen von Witterungseinflüssen und somit in Kontakt mit Wasser – bilden dort die am häufigsten von Schäden betroffenen Bauteile (bis rund 75 % der Nennungen). Beim Thema der Schadensverursacher kann auf unterschiedliche Arbeiten zurückgegriffen werden. Wie auch bereits beim österreichischen Bauschadensbericht angeführt, kann auch hier in diese 5 Kategorien unterteilt werden. Odehart und Rizkallah (1995) gehen von 42 % Planungsfehler (inkl. unzureichender Voruntersuchung) und 26 % Bauausführungsfehler, Pornraft (1999) von 40 % Planungsfehler, 29 % Ausführungsfehler und 15 % Materialfehler und Dannecker und Meinhardt (2001) von bis zu 20,4 % Planungsfehler, bis zu 53,6 % Ausführungsmängel und nur 4,3 % Materialfehler aus.

4.4 Resümee

Sowohl in Österreich als auch in Deutschland (für die Schweiz liegen vergleichbare Zahlen vor) zeigt sich, dass die beiden Kategorien *Ausführungsfehler* und *Planungsfehler* einen Umfang von rund *65 % bis 80 %* ergeben. Je nach Untersuchung und Bauweise zeigen sich mehr oder weniger große Unterschiede zwischen den beiden Kategorien. Die Fehler in der Kategorie einer *nicht korrekten Nutzung* zeigen ein Ausmaß von rund 10 % und jene die das *Material* umfassen zwischen *5 % und 15 %*. Weitere Kategorien sind gegeben, werden jedoch in diesem Beitrag nicht angesprochen. Somit lässt sich doch klar erkennen, dass insbesondere in den beiden Kategorien *Planung und Ausführung* angesetzt werden muss und eine detaillierte Betrachtung dieser Kategorien als erforderlich erachtet wird. Weiters wird aber auch zu behandeln sein, was unter der Kategorie *Materialfehler* zu verstehen ist.

5 Bestandserfassung, Modellbildung, Statik und Konstruktion am Beispiel 'Schloss Hainfeld'

5.1 Einleitung

Der stattliche Vierflügelbau, das größte Wasserschloss der Steiermark, wie es in den Grundzügen noch bis heute besteht, wurde in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts erbaut. Durch die Bautätigkeiten der Familie Purgstall, Schlossbesitzer seit 1719, erhielt es sein heutiges Erscheinungsbild.

Der gegenwärtige Zustand des denkmalgeschützten Schlosses macht ein umfangreiches Sanierungskonzept für die nächsten Jahre erforderlich. Eine der vordringlichsten Aufgaben ist die Sanierung der stark in Mitleidenschaft gezogenen Dachstühle. Erste Ansätze wurden bereits verwirklicht (z. B. Teilsanierung der nördlichen Dachkonstruktion). Für die weiteren Dachabschnitte wurde ein umsetzbarer und wirtschaftlich vertretbarer Stufenplan erstellt [A.d.V.: Zugänglichkeit?] [33].



Abb. 5.1: links: Schloss Hainfeld, Wassergraben [8]; rechts: Schloss Hainfeld, Innenhof [8]

5.2 Bestandserfassung und -analyse der östlichen Dachfläche

Im Zuge der Lehrveranstaltung *Bestandsanalyse und Instandhaltung von Holzkonstruktionen* wurde im Juni 2008 von Studierenden der TU Graz mit der Bestandserfassung der Dachkonstruktion begonnen. Im Juni 2009 wurde unter Anleitung von DDI Andreas Meisel diese Arbeit in der Dachkonstruktion des Ostflügels fortgesetzt. Insbesondere wurden die Abmessungen von fünf Gespärren (zwei Haupt- und drei Leergespärre, Achse 6-7 (siehe Abb. 5.4), die zugehörigen Querschnittsabmessungen der Bauteile und wesentliche Details erhoben. Weiters dokumentierten die Studierenden diverse Bauschäden und erfassten die Holzfeuchte der Bauteile. Zudem wurden Bohrwiderstandsmessungen an ausgewählten Punkten durchgeführt.



Abb. 5.2: links: „sanierter“ Firstpunkt [8]; mitte: fehlender Bundtram [8]; rechts: Kopfband Detail [8]

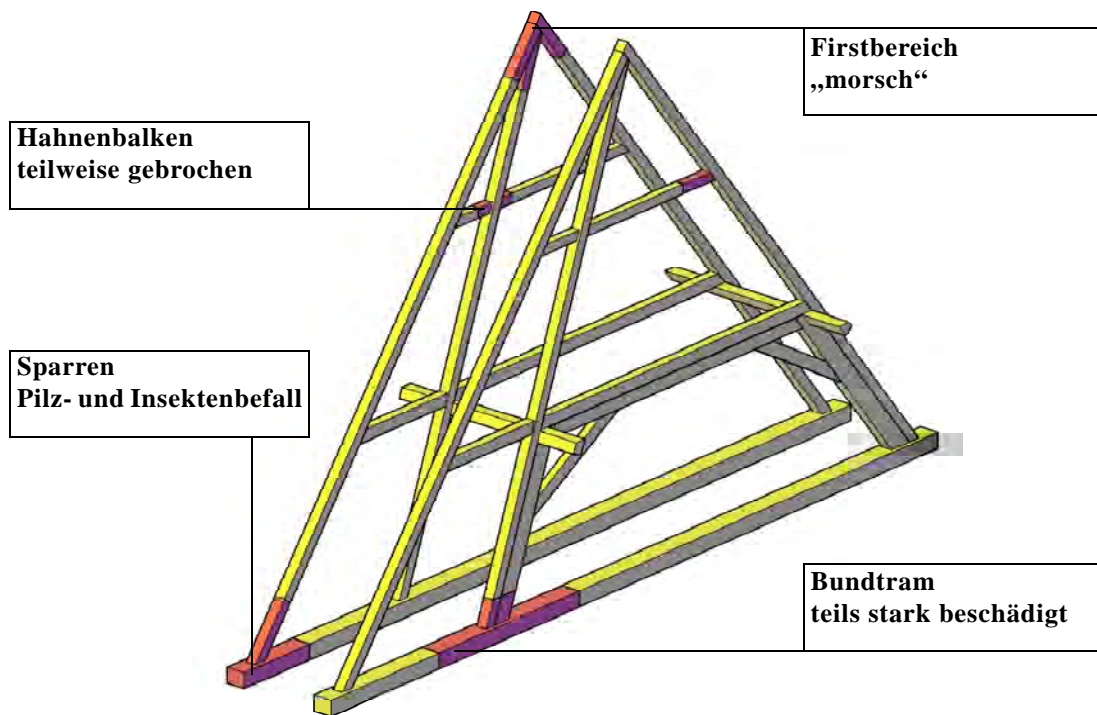


Abb. 5.3: Schadensbereiche im erfassten Dachstuhlbereich

Bezüglich der Schäden an der Bausubstanz ist zu bemerken, dass der Dachstuhl in einem bedenklichen Zustand ist. In Abb. 5.3 sind exemplarisch die am häufigsten betroffenen Bereiche rot markiert. Die Schäden zeigen ein breites Spektrum, vom leichten Insektenbefall bis hin zur komplett zerstörten Holzstruktur. Auch die Dachdeckung, welche in Teilbereichen in sehr schlechtem Zustand ist, soll hier erwähnt werden. Weiters sind auch die durch Menschenhand verursachten Schäden, wie die zum Teil fehlenden Hahnenbalken, nicht zu vernachlässigen.

Die erhaltenen Daten wurden im Rahmen der LV „Konstruktionen in Holz“ ausgewertet und für die Erstellung eines statischen Modells [9] bzw. für einen Sanierungsvorschlag der schadhaften Bereiche herangezogen. Auf die erarbeiteten Sanierungsvorschläge wird in diesem Beitrag allerdings nicht näher eingegangen.

Im Folgenden sind ein Längsschnitt der östlichen Dachfläche und beispielhaft die Ergebnisse der Bestandsaufnahme des Hauptgespärres 6 dargestellt. Die rot umrandeten Bereiche im Längsschnitt (Abb. 5.4) markieren die untersuchten Gespärre.

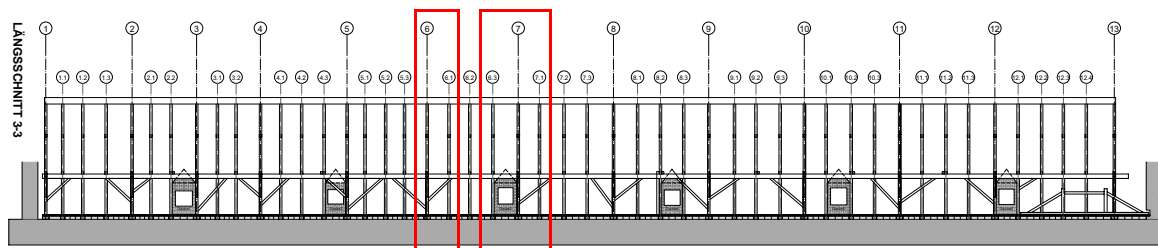


Abb. 5.4: Längsschnitt [10]

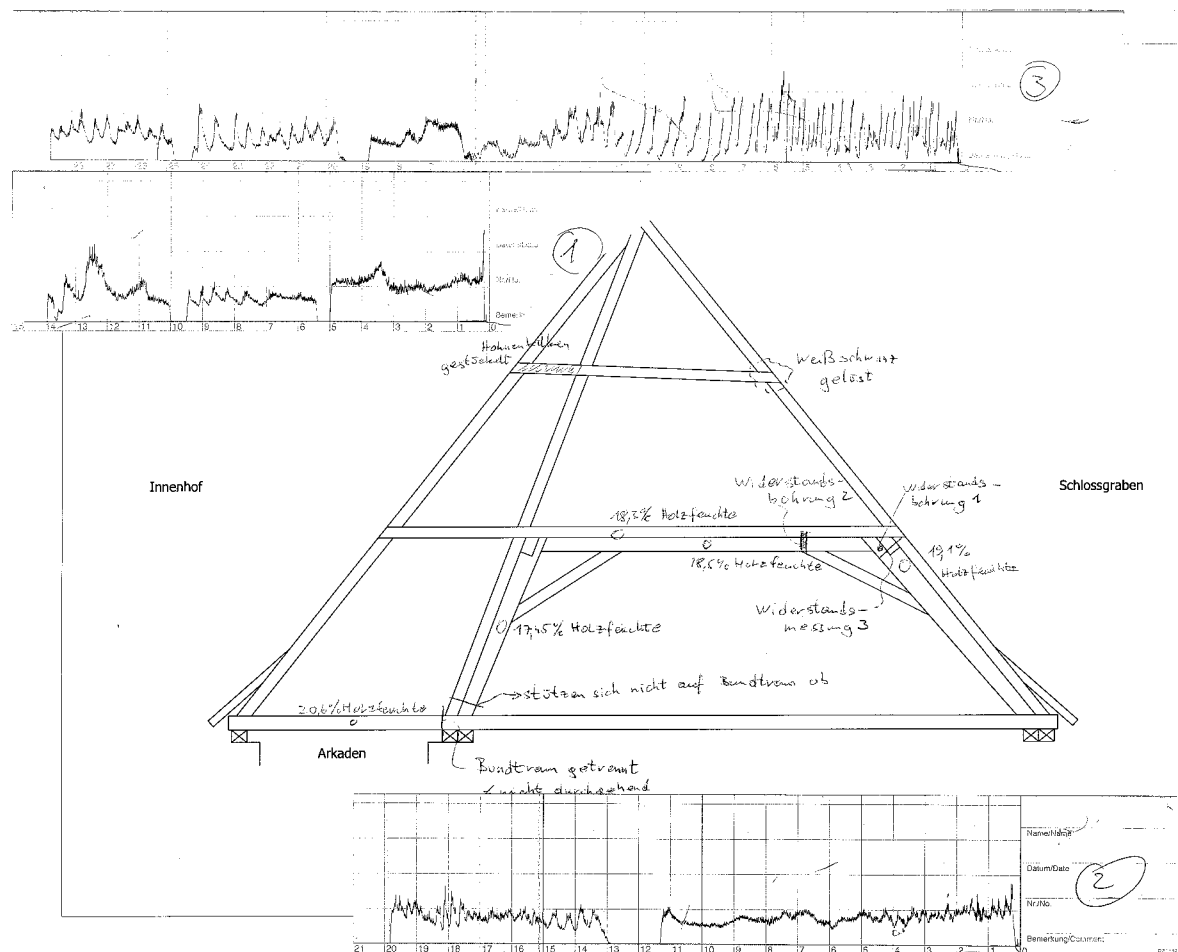


Abb. 5.7: Schadenserhebung/Holzfeuchtemessungen/Bohrwiderstandsmessungen [11]

5.3 Modellbildung

Wie modelliert man einen ca. 450 Jahre alten, stark beschädigten Dachstuhl und welche Einwirkungen sollen angesetzt werden?

Da eine nach dem heutigen Stand der Technik durchgeführte Modellierung der schadhafte Dachkonstruktion im vorliegenden Fall nicht sinnvoll erscheint, wurde für die statische Berechnung angenommen, dass die vorhandenen Schäden so instandgesetzt werden, dass die Kraftübertragung wie beim originalen Dachtragwerk stattfinden kann. D. h. es wurde nicht der bestehende Dachstuhl mit den schadhafte Bereichen nachgerechnet, sondern untersucht, ob der ursprünglich intakte Dachstuhl die heute anzusetzende Belastungen nach EN 1991 tragen kann, oder ob man bei den Instandsetzungsmaßnahmen evtl. zusätzliche Verstärkungsmaßnahmen treffen muss.

Im Folgenden wird die gewählte Vorgehensweise kurz beschreiben.

5.3.1 Ermittlung der Tragwerksgeometrie und der Querschnittsabmessungen für die Berechnung

Die gesamte östliche Dachfläche ist ca. 60 m lang und ist aus ca. 5,4 m breiten Teilsystemen, bestehend aus zwei Hauptgespärren und den dazwischen liegenden drei Leergespärren, aufgebaut. Um zu einem brauchbaren statischen Modell zu gelangen, wurden aus den vorhandenen fünf Aufmaßen (je Gespärre des beschriebenen Teilsystems ein Aufmaß) zwei Gespärre mit *gemittelten* Abmessungen erstellt (Haupt- und Leergespärre). Einflüsse wie die Fehlkantigkeit, Abholzigkeit und Schrägstellung der einzelnen Bauteile wurden hier aufgrund des gegebenen Zeitrahmens der LV bewusst vernachlässigt. Diese Einflüsse sind bei einer genauen Betrachtung in der Berechnung zu berücksichtigen. Für die Berechnung wurde weiters nur ein Teilsystem betrachtet. Um die Systemkompatibilität zu gewährleisten, wurden die Bauteile der außen liegenden Hauptgespärre nur mit den halben Querschnittsbreiten berücksichtigt. Die Anbindung an das Gesamtsystem wurde mit der entsprechenden Lagerung aus der Ebene realisiert (Siehe "Definition der Auflager" auf Seite 19.).

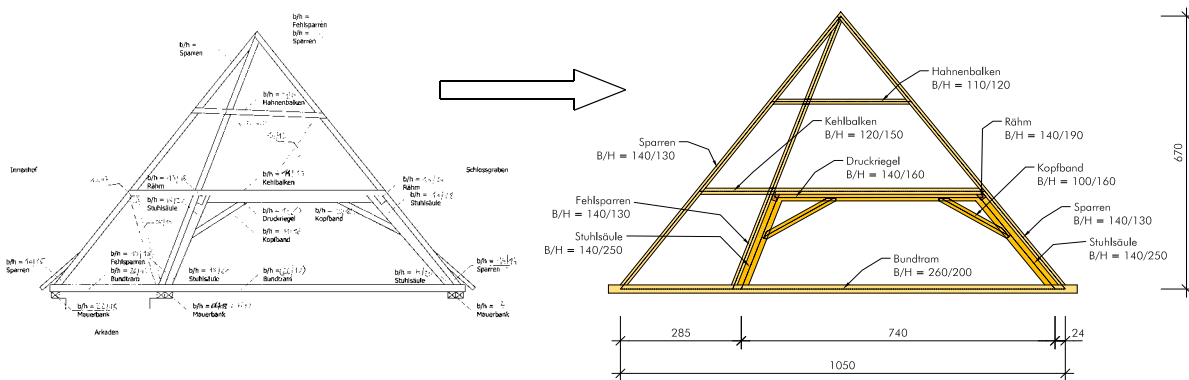


Abb. 5.8: Ermittlung der Tragwerksgeometrie für die Berechnungen [9]

5.3.2 Material

Da keine Angaben über die Festigkeit der eingebauten Holzbauteile vorliegen, wurde für die baustatische Berechnung mit Vollholz der Klasse C24 und NK2 ($k_{mod} = 0,8$) gerechnet. Die Begründung basiert auf der Annahme, dass das verwendete Bauholz von erfahrenen Zimmerleuten ausgewählt und bearbeitet wurde und somit einer gewissen „fachkundigen“ Sortierung unterlag. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, daß die vorliegenden Materialkenngrößen einer historischen Dachstruktur – vorausgesetzt die Holzbauteile wurden und werden vor Feuchtigkeit geschützt und somit trocken gehalten – jenen der Festigkeitsklasse C24 entsprechen. Dieser Ansatz gilt als Anhaltspunkt und ersetzt natürlich nicht (falls erforderlich) eine genauere Ermittlung der Resttragfähigkeit.

5.3.3 Definition der Auflager

Da der Bundtram teilweise eingemauert ist, stellte sich die Frage, ob das Mauerwerk einen Teil der Normalkräfte des Bundtrams aufnehmen kann. Da die Tragfähigkeit der Mauer für diese Belastungen als nicht gewährleistet angesehen werden muss, konnte diese „Entlastung“ des Bundtrams nicht berücksichtigt werden. Die Lagerung erfolgte somit als Durchlaufträger, welcher über den Mauerbänken verschieblich gelagert angenommen wurde. Für die Modellierung der Systemanbindung des abgebildeten Teilsystems wurde für den Rähm ein Querkraftgelenk und für die Kopfbänder in der Ebene ein verschiebliches Auflager angenommen (Abb. 5.9).

5.3.4 Gelenkausbildung

Im Zuge der Berechnung wurden die Kopfbandverbindungen und die obere Anbindung des liegenden Stuhls an das Tragwerk mit Federn modelliert. Weiters wurden für die Kopfbänder quer zur Ebene Normalkraftfedern angesetzt. Die restlichen Knotenpunkte wurden als Vollgelenke bzw. Scherengelenke abgebildet. Um einen Vergleich der Ergebnisse anführen zu können, wurde zusätzlich ein System ohne Federn erstellt und berechnet (Siehe "Ergebnisse" auf Seite 24.).

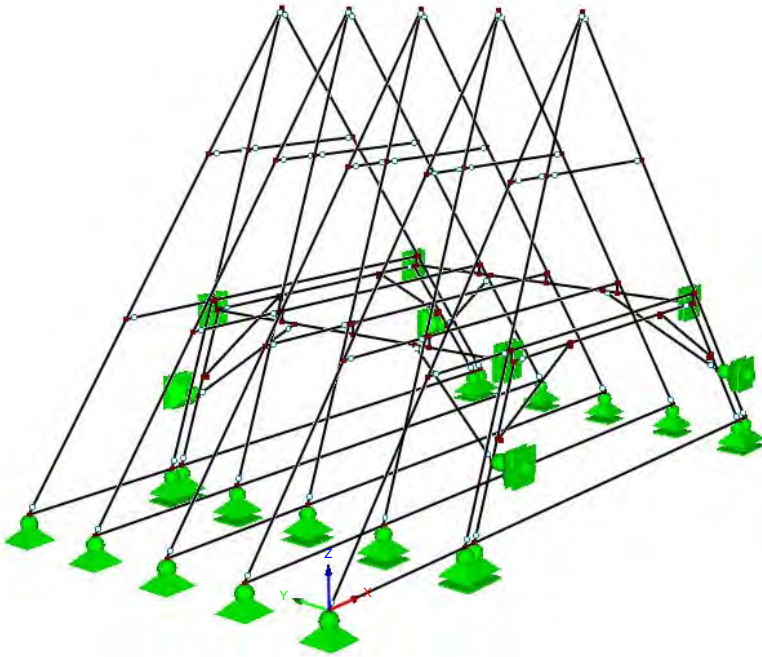


Abb. 5.9: Statisches Modell [9]

5.3.5 Berechnung der Federsteifigkeiten

Die Federsteifigkeit der oben genannten Knoten wurde auf Basis der Diplomarbeit von DDI A. Meisel (siehe Beitrag von A. Meisel) ermittelt. Im Folgenden wird die Berechnung der Druckfedersteifigkeit eines Knotens exemplarisch gezeigt. Für die, aufgrund der verwendeten Holzdübel vorhandene, Zugfestigkeit der Knoten wurde ein Wert von 70 [kN/cm] je Holzdübel angesetzt.

Knoten Kopfband-Druckriegel

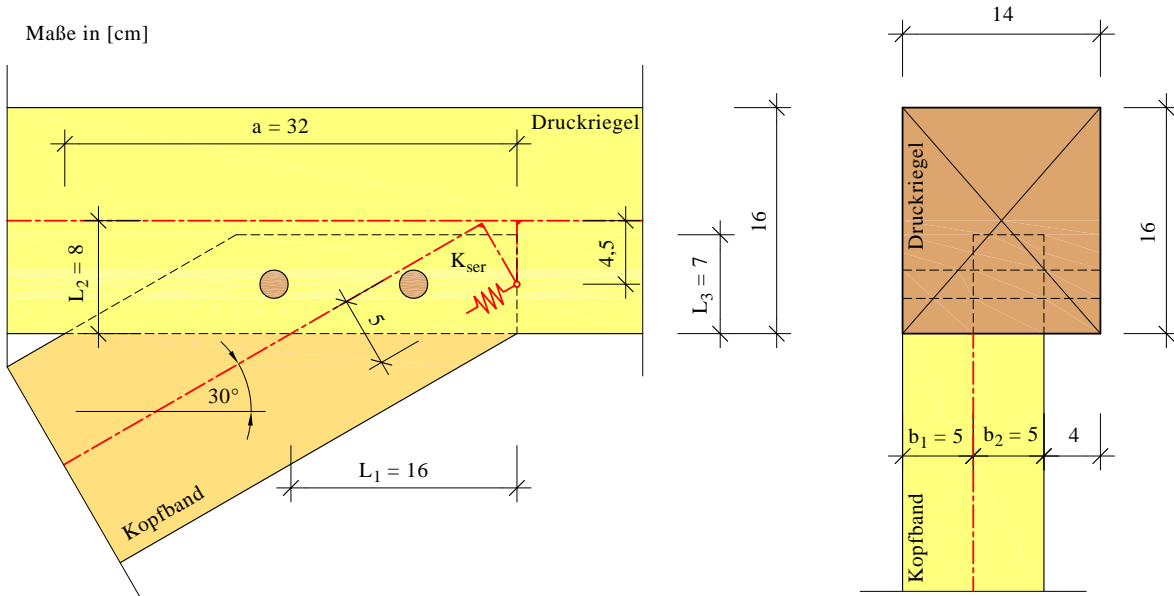


Abb. 5.10: Kopfband-Druckriegel

Zunächst werden die Federsteifigkeiten in vertikaler und horizontaler Richtung ermittelt.

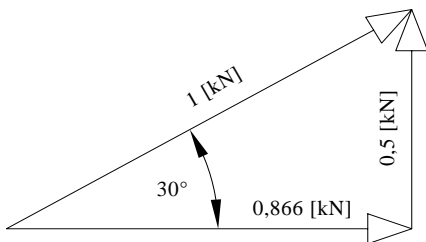
$$K_V = \frac{E_{90, \text{mean}} \cdot a \cdot b_1}{L_2} = \frac{37 \cdot 10^4 \cdot 0,32 \cdot 0,05}{0,08} = 74000 \text{ [kN/m]}$$

$$K_H = \frac{E_\alpha \cdot L_3 \cdot b_2}{L_1} = \frac{252 \cdot 10^4 \cdot 0,07 \cdot 0,05}{0,16} = 55130 \text{ [kN/m]}$$

$$E_\alpha = \frac{E_{90, \text{mean}} \cdot E_{0, \text{mean}}}{E_{90, \text{mean}} \cdot \cos(\alpha)^3 + E_{0, \text{mean}} \cdot \sin(\alpha)^3} = \frac{37 \cdot 10^4 \cdot 1100 \cdot 10^4}{37 \cdot 10^4 \cdot \cos(30)^3 + 1100 \cdot 10^4 \cdot \sin(30)^3} =$$

$$E_\alpha = 252 \cdot 10^4 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Nun wird auf das Kopfband eine Last (hier 1 [kN]) angesetzt und die vertikale bzw. horizontale Verformung ermittelt.

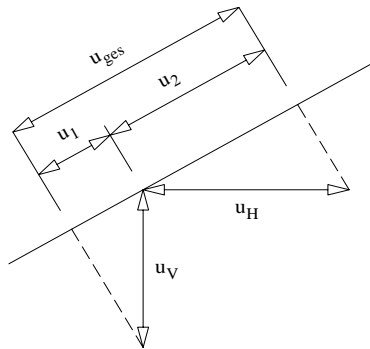


$$u_V = \frac{F_V}{K_V} = \frac{0,5}{74000} = 6,76 \cdot 10^{-6} \text{ [m]}$$

$$u_H = \frac{F_H}{K_H} = \frac{0,866}{55130} = 15,71 \cdot 10^{-6} \text{ [m]}$$

Abb. 5.11: Lastaufteilung

Um die Verformung des Kopfbandes unter Drucklast entlang der lokalen x-Achse zu erhalten, müssen die projizierenden Anteile von u_V bzw. u_H auf die Stabachse ermittelt und addiert werden.



$$u_1 = u_v \cdot \sin(\alpha) = 6,76 \cdot 10^{-6} \cdot \sin(30) = 3,38 \cdot 10^{-6} \text{ [m]}$$

$$u_2 = u_H \cdot \cos(\alpha) = 15,71 \cdot 10^{-6} \cdot \cos(30) = 13,61 \cdot 10^{-6} \text{ [m]}$$

$$u_{ges} = u_1 + u_2 = 3,38 \cdot 10^{-6} + 13,61 \cdot 10^{-6} = 16,99 \cdot 10^{-6} \text{ [m]}$$

Abb. 5.12: Verformungsanteile

Die Federsteifigkeit K_{ser} des Knotens unter Drucklast ergibt sich somit zu

$$K_{ser} = \frac{F}{u_{ges}} = \frac{1}{16,99 \cdot 10^{-6}} = 58858 \approx 59000 \text{ [kN/m]}$$

Die zwei anderen, mit einer Federsteifigkeit berücksichtigten Knoten, werden im Folgenden nur mehr als Skizze mit den zugehörigen Steifigkeiten angeführt.

Knoten Kehlbalken – Rähm – liegender Stuhl

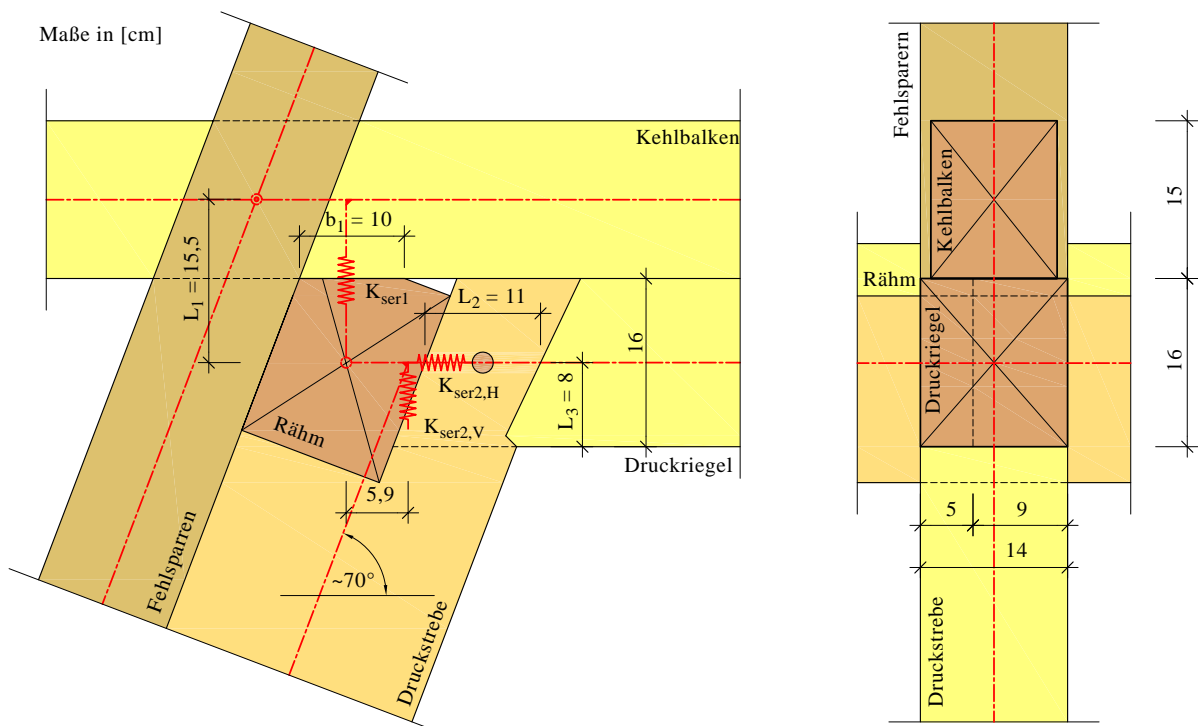


Abb. 5.13: Kehlbalken – Rähm – liegender Stuhl

$$K_{ser1} \approx 29000 \text{ [kN/m]}$$

$$K_{ser2,v} \approx 50000 \text{ [kN/m]}$$

$$K_{ser2,h} \approx 90000 \text{ [kN/m]}$$

Knoten Rähm – Kopfband (quer zur Gespärreebene)

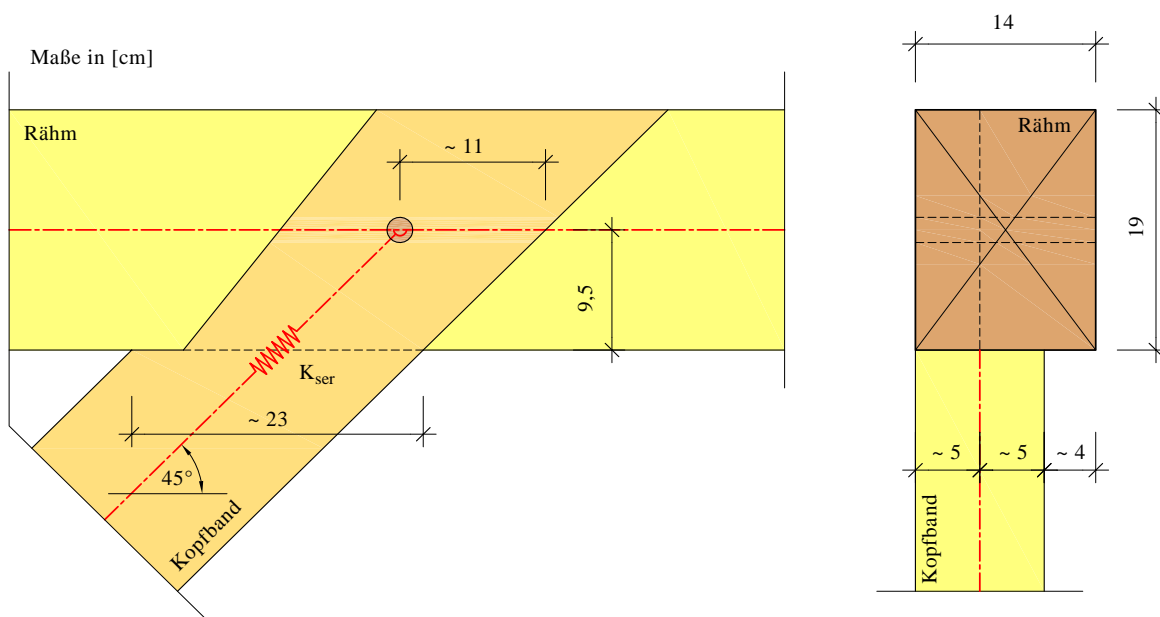


Abb. 5.14: Rähm – Kopfband

$$K_{ser} \approx 58000 \text{ [kN/m]}$$

5.3.6 Einwirkungen

Als Einwirkungen wurden Eigengewicht, Schnee und Wind laut EN 1991 verwendet und die maßgebenden Kombinationen gebildet.

Angesetzte Lasten:

- Eigengew. . 5,50 [kN/m]
- Dachd. 0,95 [kN/m]
- Schnee 0,61 [kN/m]
- Wind 0,72 [kN/m]

5.3.7 Berechnung

Die Schnittkraftberechnungen wurden nach Theorie I. Ordnung mit Hilfe des Statikprogramms RSTAB durchgeführt.

5.3.8 Ergebnisse

Die ersten beiden der folgenden Tabellen zeigen die maximalen Schnittkräfte der einzelnen Bauteile (System mit und ohne Federn gerechnet). In der dritten Tabelle ist ein Vergleich der Ausnutzungsgrade der zwei Rechenmodelle abgebildet. Es ist zu beachten, dass sich vorliegenden Ergebnisse nur auf die Bauteile beziehen. Die Ausnutzungsgrade der Verbindungen wurden bei dieser Berechnung nicht untersucht.

Bauteil	N_{\max} [kN]	M_{zugeh} [kNm]	M_{\max} [kNm]	N_{zugeh} [kN]	V_{\max} [kN]
Sparren	-25,67	1,76	2,15	-19,35	3,63
	8,67	1,93			
Hahnenbalken	-6,92	0,11	0,12	-6,60	0,18
Kehlbalken	-9,23	0,47			3,02
Bundtram	-4,22	2,31			3,67
	15,48	2,31			
Druckstrebe	-9,83	5,10	5,65	-9,21	4,28
	2,55	5,10			
Druckriegel	-9,77	2,99			2,55
	6,56	2,99			
Rähm	-1,44	3,04	3,85	-1,40	3,74
	1,03	3,04			
Kopfband/Stuhl	9,71	0,79	0,92	-8,97	0,31
	9,68	0,92			
Kopfband/Rähm	-3,21				

Tab. 5.1: Maximale Schnittkräfte mit Federn

Bauteil	N_{\max} [kN]	M_{zugeh} [kNm]	M_{\max} [kNm]	N_{zugeh} [kN]	V_{\max} [kN]
Sparren	-26,95	1,85	3,10	-23,00	4,45
	8,55	20,4			
Hahnenbalken	-6,80	0,28	0,40	-4,06	0,52
Kehlbalken	-9,88	0,77	1,03	-8,96	3,89
Bundtram	-5,25	2,31			3,67
	17,55	2,31			
Druckstrebe	-13,23	8,82	10,51	-9,71	5,99
	3,76	8,82			
Druckriegel	-3,96	0,82	2,45	-2,02	1,84
	2,95	2,45			
Rähm	-3,94	2,56	4,01	-3,88	3,80
	2,90	4,01			
Kopfband/Stuhl	-5,73				
Kopfband/Rähm	-9,64				

Tab. 5.2: Maximale Schnittkräfte ohne Federn

Bauteil	Ausnutzungsgrad	Ausnutzungsgrad	Differenz
	System mit Federn	System ohne Federn	
Sparren	0,85	0,89	+4 %
Hahnenbalken	0,12	0,16	+4 %
Kehlbalken	0,42	0,48	+6 %
Bundtram	0,25	0,26	+1 %
Druckstrebe	0,58	1,04	+46 %
Druckriegel	0,99	0,62	-37 %
Rähm	0,53	0,54	+1 %
Kopfband/Stuhl	0,63	0,10	-53 %
Kopfband/Rähm	0,03	0,08	+5 %

Tab. 5.3: Vergleich der Ausnutzungsgrade

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen, dass das vorhandene System auch unter den derzeit gültigen Einwirkungen tragfähig bleibt. Die maximale Auslastung des maßgebenden Bauteils (Druckriegel) liegt bei 99 %.

Bei der Berechnung des Modells ohne Federn zeigt sich, dass sich ein Großteil der Schnittgrößen nur um ca. 5 % erhöht. Eine Ausnahme bildet dabei der liegende Stuhl in den Hauptgespärren, welcher auf-

grund der fehlenden Nachgiebigkeiten eine maximale Auslastung von 104 % besitzt (Druckstrebe: +46 %!), im Gegensatz dazu wird der Druckriegel (Ausnutzung: 62 %) und das Kopfband im liegenden Stuhl (Ausnutzung: 10 %) entlastet.

5.4 Verbindungen

Um Vorschläge für eine Ertüchtigung oder durchaus auch Verbesserung einer Verbindung machen zu können, ist es nicht unbedingt erforderlich, eine umfassende statische Analyse durchzuführen.

Sofern das statische System verbunden mit der Tragstruktur nicht verändert wird, kann es ausreichend sein, die Tragfähigkeit der vorhandenen Verbindung (im Neuzustand) zu ermitteln und die daraus resultierende Mindesttragfähigkeit für die neue Verbindung abzuleiten. Darauf basierend kann eine Instandsetzung in Form eines adäquaten Austausches oder einer Ergänzung schadhafter Bereiche erfolgen.

5.5 Resümee

5.5.1 Modellbildung

Jede Modellbildung ist mit Vereinfachungen und Annahmen verbunden. Die Besonderheit bei der Modellierung eines bestehenden Objektes besteht darin, dass das Bauwerk nicht einem Modell angepasst wird, sondern das Modell dem Bauwerk. Vor allem wenn die dafür benötigten Unterlagen erst mittels Bestandserfassung und -analyse erhoben werden müssen, ist dies häufig ein schwieriger und aufwendiger Prozess.

Um eine Grundlage für ein Sanierungskonzept zu erhalten ist es durchaus ausreichend mit einfachen statischen Modellen die Berechnungen zu beginnen. Allerdings muss die statische Analyse bei neuen relevanten Erkenntnissen, welche in der Sanierungsphase auftreten können, aktualisiert werden.

5.5.2 Sanierung des Objekts

Betrachtet man nur das baustatische System des intakten Dachstuhls, benötigt dieser, soweit es die Tragstruktur betrifft, auch für die Lasten nach EN 1991 keine zusätzlichen Verstärkungen. Allerdings besteht dringender Handlungsbedarf betreffend der Instandsetzung der bestehenden Konstruktion. Dazu zählen im Besonderen der Austausch schadhafter Tragelemente respektive Teilbereiche, die Instandsetzung von Knotenbereichen und das Anbringen von Stabilisierungsmaßnahmen. Auch der konstruktive Holzschutz (Dachdeckung!) muss verbessert werden.

6 Dachgeschoßausbau als 'unmaßgebliche' Änderung gemäß Merkblatt der MA37 [19]

Das Leben in Dachräumen einer Großstadt wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Die Vorteile, inmitten eines Ballungsraumes zu wohnen (wie etwa die Nähe öffentlicher Einrichtungen, die Verkehrsanbindung, etc.) werden mit weiteren wichtigen Aspekten wie Ruhe und Abgeschlossenheit verbunden. Ein weiteres Vorteil, die Dachräume der bestehenden Bauwerke in einer Großstadt für Wohnräume zu nutzen, sind die bereits bestehenden infrastrukturellen Anbindungen, welche bei der Schaffung neuer Wohnmöglichkeiten „auf der grünen Wiese“ erst errichtet werden müssen und somit zusätzliche Kos-

ten verursachen.

Während ein Um- und Ausbau eines Dachgeschoßes natürlich aus bautechnischer (Tragwerksberechnung, Anbindung an den Bestand) und bauphysikalischer (Wärme-, Feuchte- und vor allem Schallschutz) Sicht genau betrachtet werden muss, wurde durch die Einführung der neuen Erdbebennorm ÖNORM EN 1998-1 [30], kurz „Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“ und die erfolgte Umsetzung in den Bauordnungen der einzelnen Bundesländer eine neue Situation geschaffen, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Aus dem Merkblatt der MA 37 (Magistratsabteilung 37 – Baupolizei – Gruppe S der Stadt Wien) vom 31. März 2008 geht hervor, dass, bei Betrachtung eines Dachgeschoßausbaus eines Wiener Gründerzeithauses, zwei Arten von „Bestandsveränderungen“ möglich sind, die so genannten „unmaßgeblichen“ und „maßgeblichen“ Änderungen. Diese unterscheiden sich gravierend in den durchzuführenden statischen Berechnungen, Prüfungen und Baumaßnahmen. Beide Änderungen unterscheiden sich in folgenden Kriterien (auf den Dachgeschoßumbau und -ausbau bezogen):

Dachgeschoßausbauten dürfen grundsätzlich als „unmaßgebliche“ Änderung qualifiziert werden, wenn:

- eine unmaßgebliche Volums- und Nutzflächenvergrößerung sowie
- aus statisch konstruktiver Sicht eine unmaßgebliche Lasterhöhung vorliegt, und
- sie in Leichtbauweise (u.a. als Holzkonstruktion) hergestellt werden.

Wenn diese Kriterien nicht eingehalten werden, spricht man von einer „maßgeblichen“ Änderung (das betrifft größtenteils Um- und Ausbauten in Stahlbeton- oder Ziegel-Massivbauweise). In diesem Fall wären folgende Schritte durchzuführen:

- Ableitung der vertikalen Einwirkungen bis in den tragfähigen Untergrund
- Verteilung der horizontalen Erdbebeneinwirkung über die Decken auf die aussteifenden Wände
- Ableitung der horizontalen Einwirkungen (vor allem Erdbeben) durch die aussteifenden Wände bis in den tragfähigen Untergrund
- Gewährleistung der Biegetragfähigkeit aufgrund Horizontalbelastungen der lastableitenden Wände im Erdbebenfall

Dies würde eine Gesamtbetrachtung des Gebäudes, insbesondere dessen Widerstand gegenüber Erdbebeneinwirkung bedeuten. Dass die Umsetzung einer solchen Betrachtung bei mehrgeschossigen Altbauten aus der Gründerzeit einen erheblichen Aufwand bei der Planung und der technisch richtigen Umsetzung bedeuten, muss hier nicht weiter erörtert werden.

Die zuvor erwähnten Kriterien für eine „unmaßgebliche“ Änderung werden im Merkblatt der MA37 folgendermaßen eingehalten:

- Herstellung einer schubsteifen Deckenscheibe als oberste Geschoßdecke, direkt unterhalb des Dachgeschossausbaus
- diese muss mit dem Bestandsmauerwerk (z. B. Feuermauern) ausreichend „verschlossen“ werden (Abtragung horizontaler Lasten)
- eine unmaßgebliche Lasterhöhung liegt dann vor, wenn eine zusätzliche seismisch beanspruchte Masse von maximal **720 kg/m²** oberhalb der letzten Bestandsdecke aufgebracht wird. Diese resultiert aus der Lastkombination für Erdbebeneinwirkungen, in dieser Betrachtung ident mit der quasi-ständigen Einwirkungskombination; nach ÖNORM EN 1990.
- eine Mörteldruckfestigkeit von mind. 1 N/mm² gegeben ist (gegebenenfalls kann auch eine Mauerwerksprüfung mit einer repräsentativen Probenanzahl erforderlich sein)

- die unmaßgebliche Volums- und Nutzflächenvergrößerung ist dann eingehalten, wenn auf die oberste bestehende Geschoßdecke maximal ein neues Geschoß errichtet wird (100 %-Regel). Des Weiteren kann man dem Merkblatt der MA37 entnehmen, dass diese Bedingung auch noch für eine weitere Nutzebene Gültigkeit hat, wenn diese innerhalb eines unmittelbar über der Decke der ersten Ebene beginnenden 45°-Dachumrisses liegt (150 %-Regel).
- bei Einhaltung dieser Kriterien ist ein solcher Dachgeschoßausbau aus statischer Sicht *ohne* weitere vorzulegende Nachweise für die horizontale Lastabtragung bewilligungsfähig. (Anmerkung: Die üblichen Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit für die geplanten Baumaßnahmen sind natürlich nach wie vor zu erfüllen).

Da sich diese erwähnten Umstände auf die Entscheidung des Bauherrn, einen Dachgeschoßausbau umzusetzen, vor allem aus wirtschaftlicher Sicht stark auswirken können, wird eine solche „unmaßgebliche“ Änderung in den folgenden Absätzen näher betrachtet.

Im Zuge der Lehrveranstaltung „Konstruktionen in Holz“ an der TU Graz hat eine Gruppe sich mit dieser Thematik befasst und anhand eines Dachgeschoßausbaus in einem Gründerzeithaus die Möglichkeiten und Systematik aufgezeigt. Um einerseits Gewicht zu sparen und andererseits mit einem schubtragfähigen, flächenhaften Material arbeiten zu können, wurden für die gesamte Tragkonstruktion Brettsperrholzelemente eingesetzt. Die folgende Abbildung zeigt eine mögliche Lösung unter Einhaltung der zuvor erwähnten 150 %-Regel.

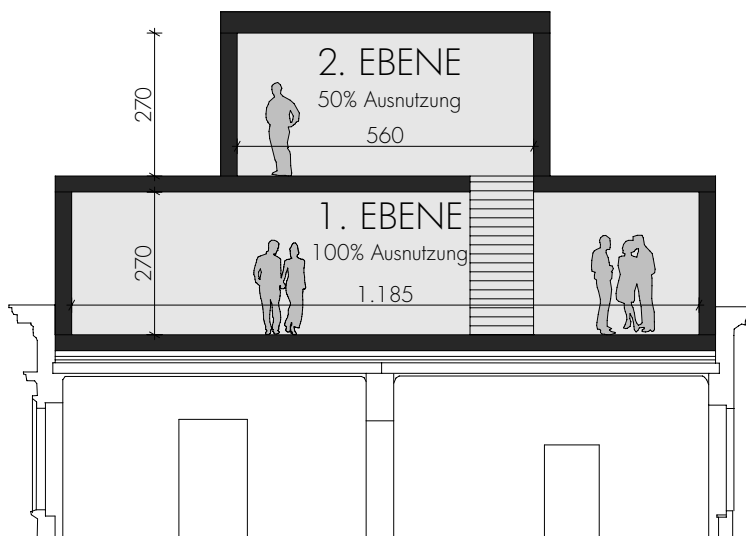


Abb. 6.1: Mögliche Variante einer Dachraumnutzung (150 %-Regel, „unmaßgebliche Änderung“)

Für die Variante wurden sämtliche Eigenlasten (Gesamtgewicht der einzelnen Aufbauten) und Nutzlasten für die Einwirkungskombination „Erdbeben“ ermittelt. Daraus ergab sich eine zusätzliche seismisch beanspruchte Masse von 465 kg/m². Damit konnte festgestellt werden, dass für diese (und weitere drei betrachtete Varianten) das Kriterium der 720 kg/m²-Bedingung eingehalten werden kann.

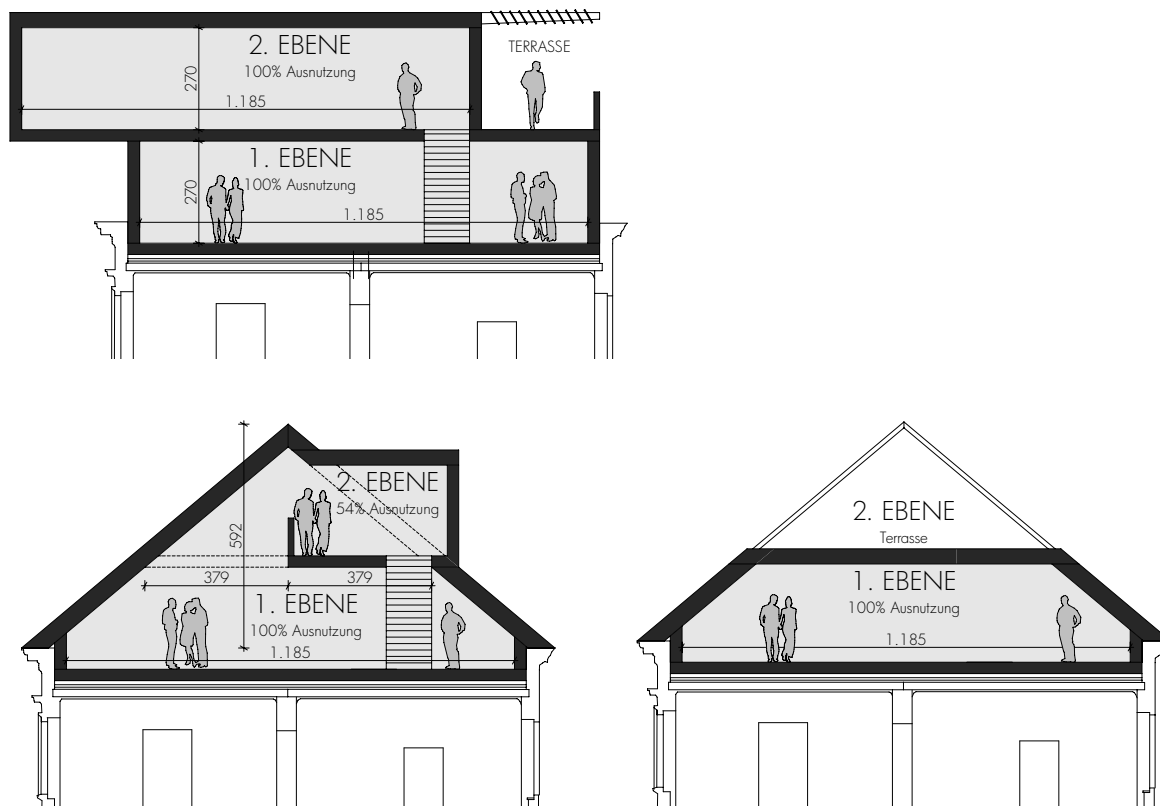


Abb. 6.2: Weitere Varianten aus der vorliegenden Studie

Anmerkung: Hauptziel dieser Studie war es, verschiedene Varianten zu entwickeln, welche die oben erwähnte 720 kg/m²-Regel einhalten. Abweichungen in der vorgeschriebenen Flächenausnutzung und Raumgeometrie wurden hierbei in Kauf genommen.

Der nächste Schritt in der Projektbearbeitung war die Detailausbildung der einzelnen Knoten, wobei besonderes Augenmerk auf den Umgang mit den bestehenden Gesimse gelegt wurde. Im Rahmen des Projekts wurde eine Lösung mit im Werk angefertigten Modulen für die Detailplanung vorausgesetzt. Diese fertigen 2D-Elemente sollen auf die bestehende, freigelegte Geschoßdecke montiert werden. Die Module umfassen, je nach Wunsch und Größe des Objektes, bereits beide Geschoße und haben in ihrer Länge, falls möglich, die gesamte Gebäudebreite. Um diese einfach transportieren zu können, weisen sie eine Breite von 2,5 Metern auf.

Das folgende Detail zeigt beispielhaft einen Modulanschluss an das bestehende Gesims. Bei dem gezeigten Lösungsvorschlag wurde angenommen, dass die 2D-Elemente 'am Boden' zusammengesetzt und anschließend die einzelnen 3D-Module eingehoben werden.

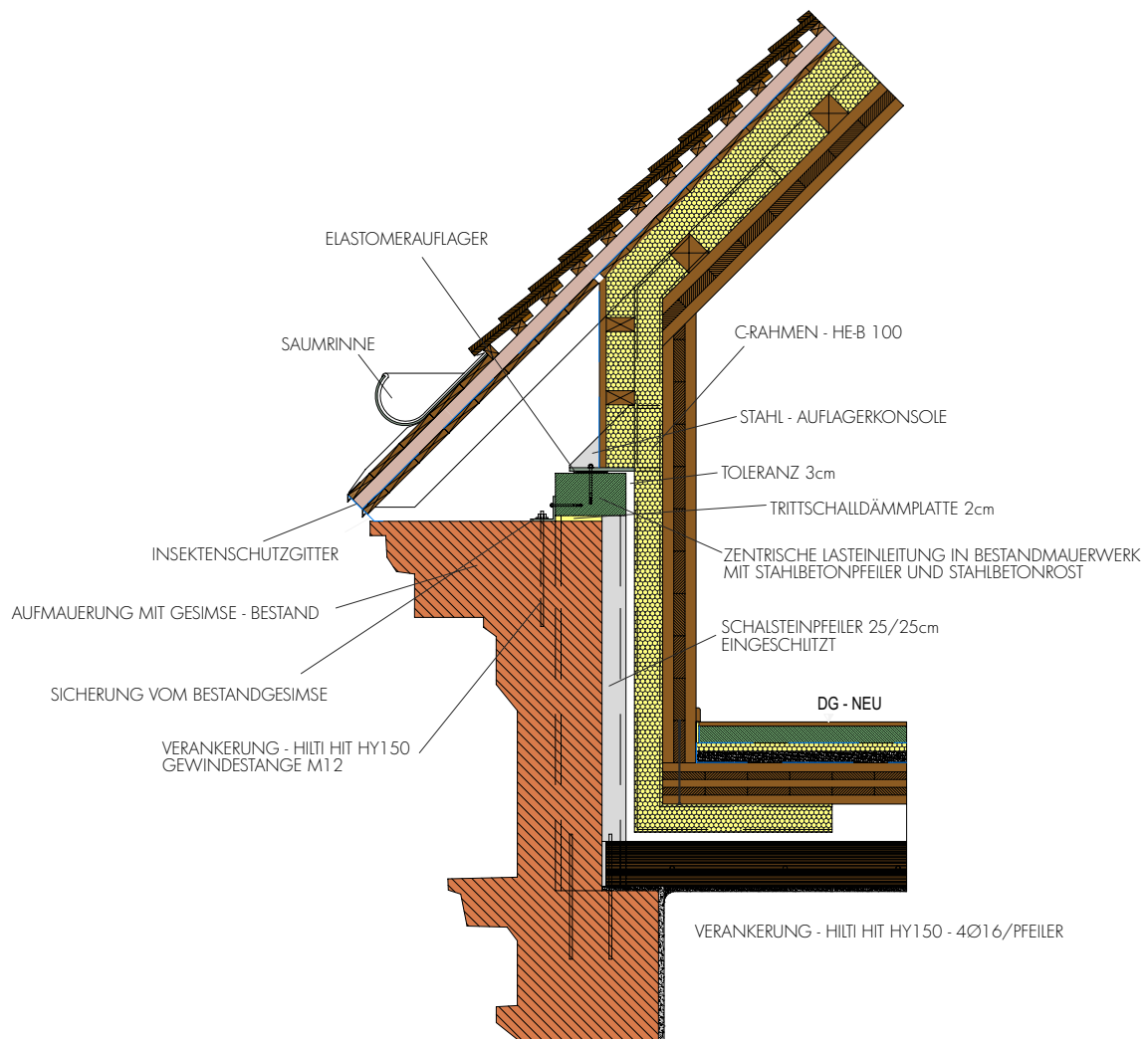


Abb. 6.3: Mögliches Traufdetail für eine Variante mit Schrägdach - Faltwerklösung mit Brettsper Holz [Quelle: G. Prügger]

Die folgende Graphik zeigt den schrittweisen Moduleinbau für die Schaffung eines Wohnraums von rund 330 m² Wohnnutzfläche.

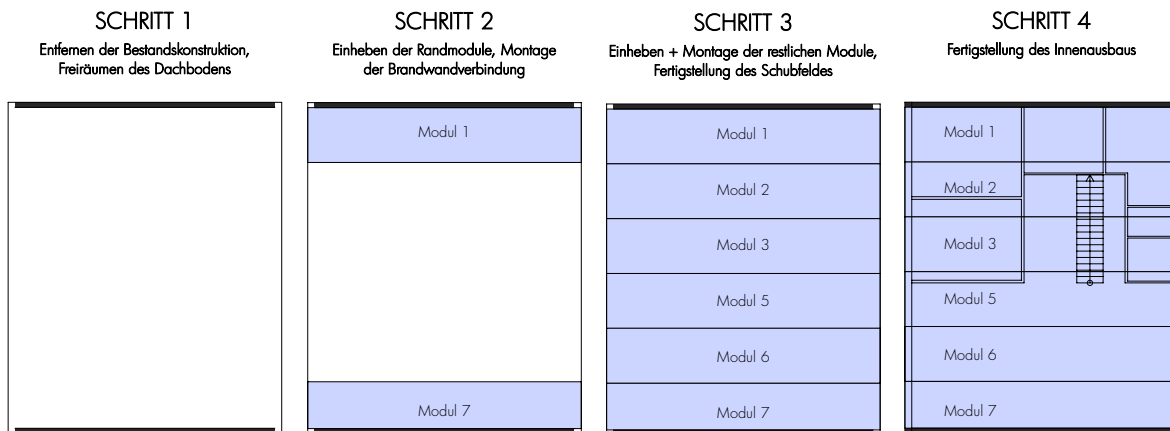


Abb. 6.4: Beispiel eines schrittweisen Elementeinbaus und 'Verschluss' mit den Feuermauern

Um das Kriterium der schubtragfähigen Deckenscheiben und deren Anbindung an die Bestandsmauern (Feuermauern) umsetzen zu können, werden die Elemente mittels Stahllaschen und selbstbohrenden Holzschrauben zu einem Schubfeld verbunden. Dieses wird dann mit angedübelten Winkeln an die (je nach Erfordernis mit einem Betonrost verstärkte) bestehende Feuermauer angeschlossen.

Somit sind sämtliche Kriterien für einen Dachgeschoßausbau als „unmaßgebliche“ Änderung lt. Merkblatt der MA37 erfüllbar und die Konstruktion wäre **ohne** weiteren Nachweis betreffend die horizontale Lastabtragung bewilligungsfähig. Durch den Einsatz von Brettsperrholz ergeben sich aus bauphysikalischer Sicht noch weitere Vorteile. Der Schallschutz und der Schutz vor sommerlicher Überhitzung, welche bei Holz-Leichtbauweisen zu den größten Problempunkten zählen, können mit Hilfe dieses flächenhaften Materials besser in den Griff bekommen werden. Fällt die Entscheidung auf die zuvor erwähnte Fertigteilbauweise, resultiert des Weiteren noch eine stark verkürzte Bauzeit, ein weiterer Vorteil für Baumaßnahmen im städtischen Raum.

Um den Unterschied zwischen einer „maßgeblichen“ und „unmaßgeblichen“ Änderung zu verdeutlichen, sollen im Folgenden die Erdbebeneinwirkungen auf einen Dachgeschoßausbau in Stahlbeton-Massivbauweise mit dem zuvor gezeigten verglichen werden. Zur Ermittlung der horizontalen Erdbebeneinwirkung wird wie auch in den Stellungnahmen der Kammer für Architekten und Ingenieurkonsulenten der Stadt Wien (kurz: Arch_Ing) das „vereinfachte Antwortspektrumverfahren“ nach EN 1998-1 verwendet.

Vorgehen gemäß EN 1998-1: 2006 [30],[31]

$$S_d(T_1) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q}$$

wobei gilt:

- $S_d(T_1)$ Ordinate des Bemessungsspektrums
- a_g Bemessungs-Bodenbeschleunigung ($a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$)
- S Bodenparameter ($S = 1,2$)
- q Verhaltensbeiwert ($q = 1,5$)

$$S_d(T_1) = 0,8 \cdot 1,2 \cdot \frac{2,5}{1,5} = 1,6 \text{ m/s}^2$$

Die Gesamterdbebenkraft des Gebäudes wird gemäß EN 1998-1 folgendermaßen ermittelt:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot m \cdot \lambda$$

wobei gilt:

- F_b Gesamterdbebenkraft des Gebäudes
- $S_d(T_1)$ Ordinate des Bemessungsspektrums
- m Gesamtmasse des Gebäudes (ermittelt aus der außergewöhnlichen Einwirkungskombination für Edbebeneinwirkungen gemäß EN 1990)
- λ Korrekturbeiwert ($\lambda = 0,8$)

Die Gesamtgewichtskraft des Gebäudes wurde getrennt für einen Ausbau als Holz-Massivbau und als Stahlbeton-Massivbau ermittelt, wobei die Gewichtskraft des bestehenden Gebäudes bei beiden Varianten dieselbe ist und pro Geschoß 3252,4 kN beträgt (inkludiert die Massen der Wände und Decken sowie eine Nutzlast von 2,0 kN/m² mit dem ψ_2 -Faktor von 0,3 multipliziert, gemäß EN 1990).

Da es sich bei dieser Betrachtung um ein viergeschoßiges Gebäude handelt, muss noch die Gewichtskraft des Einzelgeschoßes mit dem Faktor 4 multipliziert werden:

$$\text{Gesamtgewichtskraft des bestehenden Gebäudes} = 3252,4 \cdot 4 \cong 13011 \text{ kN}$$

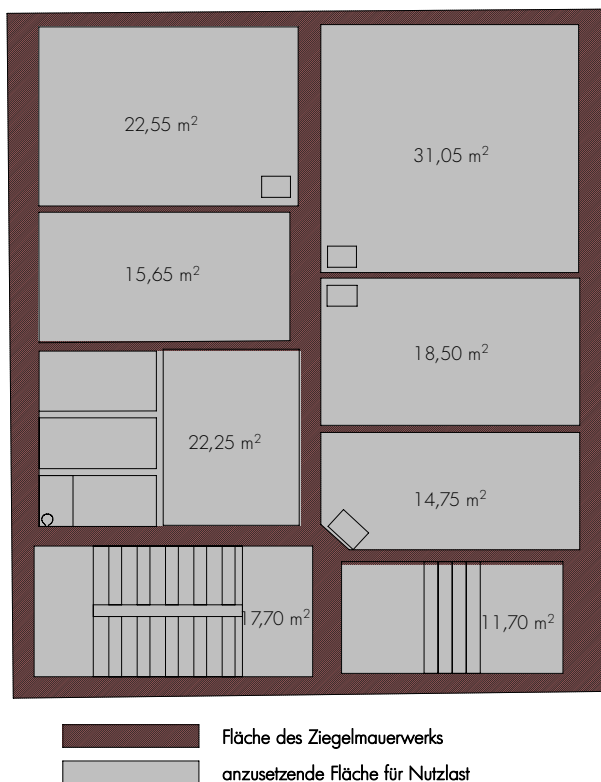


Abb. 6.5: Grundriss der bestehenden Geschoße - Gründerzeitobjekt

Die Gewichtskraft der beiden neuen Geschoße wird in der folgenden Übersicht für beide Varianten getrennt angeführt. Der Ausbau weist insgesamt eine Bruttogrundfläche von rund 282 m² auf. Für die Variante der Holz-Massivbauweise wurden hier die erreichten 465 kg/m² eingesetzt.

	Stahlbeton-Massivbauweise	Holz-Massivbauweise
Gewichtskraft der beiden neuen Geschoße (inklusive Wände, Decken sowie eine Nutzlast von 2,0 kN/m ² mit dem ψ_2 -Faktor von 0,3 multipliziert)	5891 kN	1312 kN
Gesamtgewichtskraft des Gebäudes	13011 + 5891 \cong 18900 kN	13011 + 1312 \cong 14323 kN
Gesamterdbebenkraft F_b	1,6 · 1890000 · 0,85 \cong \cong 2571000 N = 2571 kN	1,6 · 1432300 · 0,85 \cong \cong 1948000 N = 1948 kN

Letztendlich wird die Gesamterdbebenkraft auf die einzelnen Geschoße verteilt, wobei nach dem Geschoßgewicht m_i und dem Abstand zur Erdgeschoßfuge z_i gewichtet wird.

$$F_i = F_b \cdot \frac{(m_i \cdot z_i)}{\sum(m_j \cdot z_j)}$$

Decke über	Stahlbeton-Massivbauweise			Holz-Massivbauweise		
	F_i [kN]	m_i [kg]	$m_i \cdot z_i$ [kg · m]	F_i [kN]	m_i [kg]	$m_i \cdot z_i$ [kg · m]
EG	120,0	325 300	1 077 000	147,1	325 000	1 077 000
1. OG	253,8	325 300	2 277 000	311,2	325 000	2 277 000
2. OG	393,8	325 300	3 532 000	482,7	325 000	3 532 000
3. OG	540,3	325 300	4 847 000	662,3	325 000	4 847 000
1. DG	797,4	392 100	7 152 000	217,6	87 500	1 592 000
2. DG	465,6	196 100	4 176 000	127,1	43 700	929 900

Die folgende Graphik verdeutlicht die Ergebnisse des Vergleichs:

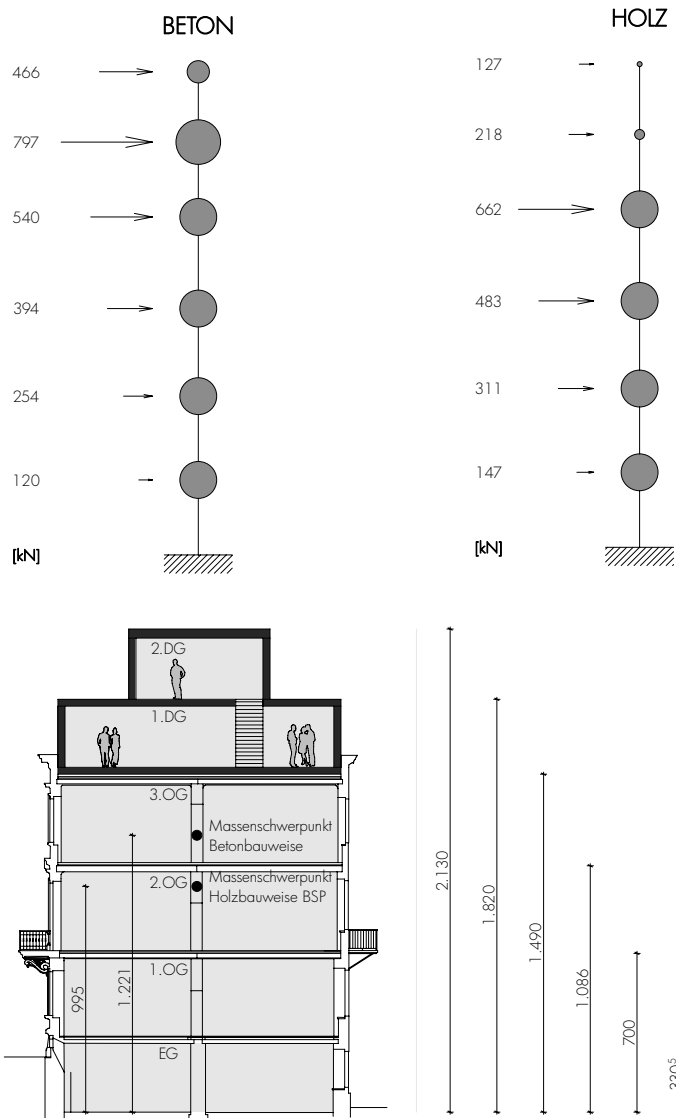


Abb. 6.6: Ergebnis der Gegenüberstellung

Aus dieser Abbildung lässt sich der Unterschied zwischen beiden Bauweisen gut erkennen. Während die resultierenden horizontalen Erdbebenkräfte bei der Holz-Massivbauweise nach oben hin stark abnehmen und somit im Erdbebenfall geringe Zusatzbeanspruchungen auf das Gebäude anzusetzen sind, führt ein Dachgeschoßausbau in Stahlbeton-Massivbauweise zu einer *Kopflastigkeit* des Bestandes.

7 Zusammenfassung und Schlussbetrachtung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass wir uns zukünftig vermehrt mit dem Bestand zu befassen haben. Damit geht einher, dass die Bestandserfassung und -analyse und damit das Vorliegen des Bestandszustandes wesentliche Bedeutung erlangen wird. Nur die Evidenzhaltung des Bauzustandes erlaubt eine begründbare Auslegung von Gesetzesstellen und das damit z. B. einhergehende behördliche Einfordern von (wirtschaftlich zumutbaren) Instandhaltungsmaßnahmen (siehe GAEG und DMSG). Doch nicht nur historisch wertvoller Bestand ist in diesem Zusammenhang gemeint; auch Ingenieurholzbauten mit jüngerem Errichtungsdatum unterliegen der Instandhaltung. In diesem Zusammenhang sei auf die vom Institut für Holzbau und Holztechnologie abgeschlossenen Arbeiten verwiesen, wo sowohl für Brücken- [5] als auch für Hochbauten [7] Leitfäden erarbeitet wurden. Nicht zuletzt wird es als notwendig erachtet, zukünftig ein so genanntes *online_condition_monitoring (OCM)*, insbesondere für stark frequentierte Hallenbauten, aufzubauen und einzufordern. Diesbezügliche Anwendungen sind insbesondere im Stahlbeton- und Stahlbrückenbau bekannt.

Im Holzbau wird Aufholbedarf geortet. Als wichtiges Signal in die richtige Richtung kann die im Jahre 2011 stattfindende internationale Konferenz *Structural Health Assessment of Timber Structures – SHATiS' 11* (Lissabon, Portugal) angesehen werden. Nicht zuletzt ist eine verträgliche Verbindung von 'historischem Wert' und 'Gebrauchswert' von entscheidender Bedeutung für den Denkmalschutz. In diesem Zusammenhang und im Wissen einer stetigen Stadtentwicklung wäre ein ernsthaft geführter (und öffentlich zugänglicher) Dialog im Spannungsfeld zwischen *konservativem Bewahren* und *progressivem Verändern* wünschenswert.

8 Literatur

8.1 Bücher / Publikationen:

- [1] Hammer, I.: *Struttura e Aspetto - Anmerkungen zu Theorie und Praxis der Restaurierung von Wandmalereien/Architekturoberflächen in Österreich*, Offenes Fachseminar an der HAWK, Hildesheim, 13 Seiten, Mai 2007
- [2] Krakora, A. et al: *Erdbebenbeanspruchung eines Gründerzeithauses mit Dachgeschossausbau 'LEICHT', Ermittlung der Kapazität des Bestandes und Nachweis der horizontalen Lastabtragung zufolge Zusatzlasten*. E3-18072008, 31 Seiten, Juli 2008
- [3] Riegl, A.: *Der moderne Denkmalkultus - sein Wesen und seine Entstehung*, In: *Gesammelte Aufsätze*, Berlin: Gebr. Mann Verlag 1995, Reprint der Ausgabe von 1929 – ISBN 3-7861-1886-8, 1995
- [4] Schally, O., Wedenig, H.: *Nachträglicher Dachbodenausbau in Wien – Verfahrensbestimmungen und Erdbebennorm ÖNORM B 4015 / EN 1998-1*. Arch+Ing-Akademie, 106 Vortragsfolien, Vortrag vom 8. Mai 2008
- [5] Schickhofer, G., Unterwieser, H.: 'Wartungsmanual für Holzbrücken – Ein Leitfaden zur Brückenüberwachung', Projekt im Auftrag von proHolz Steiermark, Institut für Holzbau und Holztechnologie der TU Graz, 2005
- [6] Steiger, R.: *Das SIA-Normenprojekt 269 – Erhaltung von Tragwerken*. Tagungsband zum Holzbautag Biel 2008: *Überwachung, Instandhaltung und Renovation von Bauten*. Veranstalter: Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, 8. Mai 2008.
- [7] Unterwieser, H., Koppelhuber, J.: *Überwachung von Ingenieurholzbauten – Allgemeine Information zur Eigenüberprüfung*. Projekt im Auftrag der Firma WIEHAG Timber Construction, 54 Seiten, Mai 2009
- [8] Meisel, Andreas: Fotos Schloss Hainfeld
- [9] Projekte aus der Lehrveranstaltung *Konstruktionen in Holz* bearbeitende Gruppe: Hirschmann; Flatscher
- [10] Projekt aus der Lehrveranstaltung *Revitalisierung und Denkmalpflege*, Prof. Holger Neuwirth; bearbeitende Gruppe: Haderer; Kerschner; Kogler; Sommerbichler
- [11] Lehrveranstaltung *Bestandsanalyse und Instandhaltung von Holzkonstruktionen* bearbeitende Gruppe: Schwarz; Purgstaller
- [12] Vogdt, F. U. et al: *Dialog Bauqualität*. Endbericht, Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e. V. an der TU Berlin (IEMB) im Auftrag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung, Referat II 2, 236 Seiten, 2002
- [13] Balak, M.; Rosenberger, R.; Steinbrecher, M.: *1. Österreichischer Bauschadensbericht*. ofi-Institut für Bauschadensforschung (IBF), Wirtschaftskammer Österreich (WKÖ), Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbandes der Bauindustrie, 83 Seiten, 2005
- [14] Wirth, H.: *Werte und Bewertung baulich-räumlicher Strukturen – Axiologie der baulich-räumlichen Umwelt*. Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, Alfter 1994, 118 Seiten ISBN 3-9803234-4-7

8.2 Gesetze / Richtlinien

- [15] Denkmalschutzgesetz DMSG
- [16] Land Steiermark: *Grazer Altstadterhaltungsgesetz 2008*. inklusive Erläuterungen www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11075561/2321771/ – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [17] Land Steiermark: *Ortsbildgesetz 1977*. www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11071325/2321771/ – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [18] Schöberl & Pöll OEG: *Österreich - Steiermark-Steiermärkisches Baugesetz - Stmk. BauG: Steiermärkisches Baugesetz*. 21.08.2008 www.bauordnung.at/oesterreich/steiermark_baugesetz.php – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [19] Merkblatt des Magistrats der Stadt Wien, Magistratsabteilung 37 (Baupolizei - Gruppe S): *Statische Vorbemessung*. 11 Seiten, März 2008
- [20] Stadt Graz, Stadtbaudirektion: *Weltkulturerbe Historische Altstadt Graz, Managementplan 2007*. 32 Seiten, 2007
- [21] Charta von Venedig | Internationale Charta über die Konservierung und Restaurierung von Denkmälern und Ensembles (Denkmalbereiche), 3 Seiten, Mai 1964 (Fassung von 1989).

8.3 Normen

- [22] DIN 31051: *Grundlagen der Instandhaltung*. 2003
- [23] ÖNORM EN 13306: *Begriffe der Instandhaltung*. 2001
- [24] ÖNORM B 2320: *Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen*. 2005
- [25] SIA 469: *Erhaltung von Bauwerken*. 1997
- [26] SIA 462: *Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke*. 1994
- [27] Merkblatt SIA 2017: *Erhaltungswert von Bauwerken*. 2000
- [28] Merkblatt SIA 2018: *Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben*. 2004
- [29] SIA-Dokumentation 0211: *Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben – Einführung in das Merkblatt SIA 2018*. 2005
- [30] ÖNORM EN 1998-1: *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten*. 2005
- [31] ÖNORM B 1998-1: *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten, Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1998-1 und nationale Erläuterungen*. 2006

8.4 Internet

- [32] ARCHIPORT Erdkönig & Siskov OG: *Fragenkatalog Denkmalpflege*. www.archiport.at/D06-Denkmalpflege-Fragen-Antworten-01-2001.PDF – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [33] Bundesdenkmalamt (BDA): *Schloss Hainfeld*. Letzte Aktualisierung: 17.09.2009 <http://bda.at/text/136/1548/11357/> – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [34] Stadt Graz: *UNESCO Weltkulturerbe*. <http://www.graz.at/cms/beitrag/10067402/384408> – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [35] Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie der TU Graz: *Kommod-Haus: Beiträge zur Kulturgutdokumentation*. Letzte Aktualisierung: 29.07.2008 <http://www.geoimaging.tugraz.at/viktor.kaufmann/Kommod-Haus.html> – letzter Zugriff am 17.09.2009

-
- [36] Kleine Zeitung GmbH & Co KG: *Kommodhaus: "Wir bauen ab Frühjahr 2010!"*. Letzte Aktualisierung: 24.02.2009 <http://www.kleinezeitung.at/steiermark/graz/graz/1813252/index.do>, Foto: Wegraz – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [37] Deutsche UNESCO-Kommission e.V.: *Die Haager Konvention*. Letzte Aktualisierung: 31.10.2008 <http://www.unesco.de/haager-konvention.html?&L=0> – letzter Zugriff am 17.09.2009
- [38] UNESCO: *Convention for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict with Regulations for the Execution of the Convention 1954*. http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13637&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html – letzter Zugriff am 17.09.2009

B Vernakulare Architektur in der Steiermark – Werte in der Denkmalpflege

H. Neuwirth



Ao.Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Univ.-Doz. Architekt
Holger Neuwirth

1960-1961 Maschinenbaustudium an der TU Graz
1961-1968 Architekturstudium an der TU Graz
1972 Promotion zum Dr.techn. „10 Jahre Kulturhäuser in Frankreich“
1974-1992 Lehrauftrag für Bauaufnahmen/Architekturskizzieren TU Graz
1984 Lehrbefugnis für Baukunst und praktische Denkmalpflege
Gutachter u.Mitglied Grazer Altstadtsachverständigenkommission
2001-2009 ECTS/DS Counsellor/Bologna Promotor für Österreich

1 Einführung

Man darf nicht übersehen, dass Lebensformen, Orientierungen und Werte von sozialen Gruppen getragen werden, die sich aus ihren Lebensumständen heraus formiert haben. Die Ideen dazu können letztendlich immer auf einzelne Personen zurückgeführt werden, die im Rahmen der bestehenden Repräsentativkultur oder gegen sie handeln. Aus dem Wechselspiel von Alltagskultur und Repräsentativkultur resultiert die Kultur der Gemeinschaft. So muss zum Beispiel dem weststeirischen Bauernhaus des 17./18. Jahrhunderts, parallel oder sogar im Gegensatz zur Repräsentativkultur im Rahmen der Gesamtkultur der Epoche, eine Spitzenstellung eingeräumt werden. Der noch immer andauernde Austausch von Dekorelementen zwischen Stadt und Land, mit wechselnden Vorzeichen und schwindender Qualität, lässt diesen Prozess überdeutlich sichtbar werden.

Unsere Welt ist heute sichtbar in einem sich beschleunigendem Wandel begriffen, und wir müssen die Tatsache zur Kenntnis nehmen, dass eine langfristige und stetige Entwicklung, wie sie die Kulturlandschaft über Jahrhunderte hinweg bestimmt hat, endgültig der Vergangenheit angehört. So verständlich der Wunsch zur Erhaltung der traditionellen Hausformen und Dorfstrukturen, wegen ihres komplexen – für uns heute ästhetischen Gefüges – auch ist, so können doch die legitimen Wünsche der davon Betroffenen nicht übersehen werden.



Abb. 1.1: 1975 vulgo Thommi in Grabenwarth

Abb. 1.2: 2003 vulgo Thommi in Grabenwarth



Abb. 1.3: 1975 vulgo Haberl in Sonnhofen
(1755 datiert)



Abb. 1.4: 1975 vulgo Geieregger in Strallegg

Mit dem Verschwinden überlieferter Lebens- und Arbeitsformen durch Rationalisierung und Mechanisierung sind heute alle Bereiche unserer Gesellschaft konfrontiert. Vor allem aber ist es die Landwirtschaft, in der für viele Betriebe die wirtschaftlichen Voraussetzungen nicht mehr gegeben sind. Wo sie aber überlebensfähig ist, wird der Bauer zum Agronomen, Techniker und Mechaniker, der seinen Betrieb nach zeitgemäßen Gesichtspunkten umgestalten muss. Daher wird dieses kulturelle Erbe mit seinen lebendigen Zeugnissen bald zur Gänze der Vergangenheit angehören.

Parallel dazu existiert aber der sentimentale Wunsch, die überlieferten Erscheinungsformen der Häuser mit ihren oberflächlichen, scheinbar ästhetischen Reizen als Kulisse zu erhalten und zu kultivieren. Das Recht der tatsächlich Betroffenen auf gesteigerte Wohnkultur und angemessene Hygiene wird dabei übersehen; sie werden als Statisten für die Tourismusindustrie oder für romantische Schäferspiele einer Freizeitgesellschaft missbraucht



Abb. 1.5: 1783 Meierhof im Schlosspark von Versailles (Ludwig XVI) aus [1]

Angemessene Hygiene und gehobener Wohnkomfort stehen jedoch im Widerspruch zu kleinen und niedrigen Räumen mit winzigen Fenstern. Die Ausgliederung der ländlichen Bauten aus dem natürlichen Erneuerungsprozess als Ferien- und Wochenendhäuser verhindert zwar den unmittelbaren Verfall, zerstört aber langfristig die Logik der komplexen Zusammenhänge; vor allem dann, wenn Teile der Häuser in anderen Regionen als Alm- oder Wochenendhütten wiedererrichtet werden, wie zum Beispiel das Haus vulgo Haberl aus Sonnhofen oder vulgo Geieregger aus Stralegg deren Stuben nach Niederösterreich verkauft wurden.

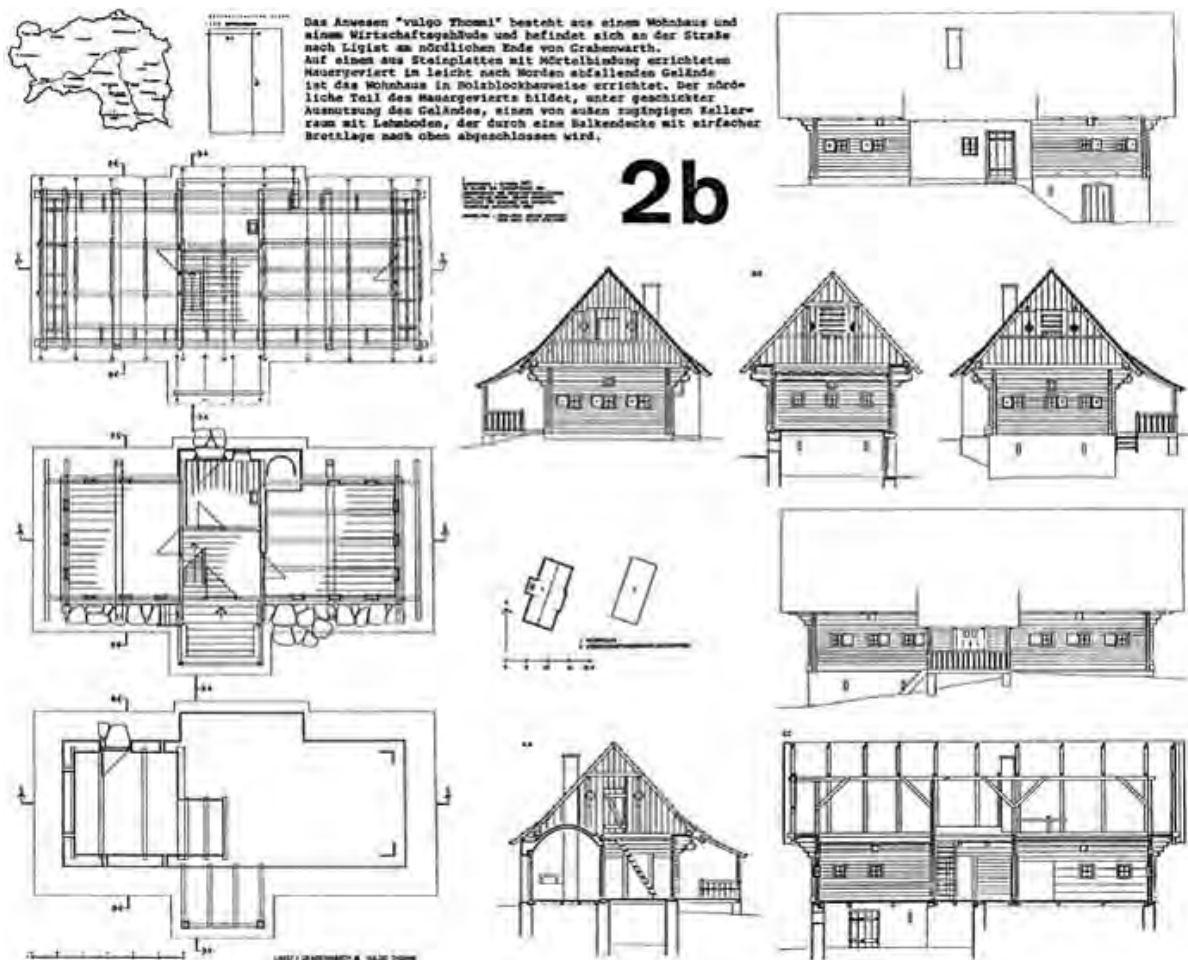


Abb. 1.6: 1975 Bauaufnahme und Bauwerksanalyse vulgo Thommi in Grabenwarth

Die wissenschaftliche Systematik muss aber bei der Feldforschung und bei der Bauaufnahme beginnen um entsprechende Resultate zu bringen. Text- und Bildbände erfassen zumeist die Idylle – die unwahre Fotoästhetik wird zum Selbstzweck. Selten sind Publikationen mit historisch-kritischem Ausgangspunkt bei denen Text, Bild und Plandarstellung eine systematische Einheit bilden. Als Voraussetzung für eine ebenso gründliche wie gewissenhafte Aufarbeitung der steirischen Hauslandschaften müssen exemplarische Beispiele mit allen technischen und stilistischen Details erfasst werden – bevor sie zu Wochenendhäusern oder zu Museumsobjekten reduziert sind – um vergleichbares Material zu erzielen. Vor allem muss hier noch einmal besonders auf die Vielfalt der individuellen Erscheinungsformen hingewiesen werden, die bisher meist einer Typologisierung auf der Grundlage unzureichender Aufnahmen zum Opfer gefallen sind. Basismaterial für eine wissenschaftliche Aufarbeitung sind die an der Technischen Universität Graz zwischen 1972 und 1992 im Rahmen der Lehrveranstaltung „Bauaufnahmen“ entstandenen Dokumentationen, die etwa 160 Einzel- und Gruppenobjekte (Hofanlagen, Bauernhäuser, Scheunen, Ställe, Mühlen, Backöfen, Heuharphen, Almhütten u.a.m.) in der Steiermark behandeln. Die Dokumentationen beinhalten detaillierte Plandarstellungen der Bauwerke, die eine Analyse unter Berücksichtigung der Chronologie der Entstehung der Typologien, Konstruktionsprinzipien, Gestaltungskriterien und verwendeter Materialien zulassen, ergänzt durch Bildmaterial und Be-

schreibungen. Das unterschiedliche Baualter der gezeigten Beispiele umfasst einen Zeitraum von mehr als 400 Jahren und wird im Einzelnen kommentiert. Ältere und unterschiedliche, aber noch geschlossene Hofanlagen existierten als Sonderformen bis vor kurzem in Rückzugsgebieten. Der Großteil der hier gezeigten Beispiele wurde bereits zerstört, regional typische Sonderformen gehören bereits ausschließlich der Vergangenheit an.



Abb. 1.7: Denkmalschutzhof vulgo Lipp in Petzelsdorf bei Fehring
a) Südfassade (Jahr 1975)
b) Innenhof (Jahr 1975)
c) Südfassade (Jahr 2008)
d) Innenhof (Jahr 2008)

2 Wertbestimmung und Analyse, Baugestalt

Die anonymen Bau- und Siedlungsformen sind durch das Zusammenspiel unzähliger Faktoren entstanden: Landschafts- und Bodenformen, klimatische Gegebenheiten, Sozialstrukturen, durch kulturellen Austausch mit den Nachbarländern, durch das jeweilige Wirtschaftsgefüge und die damit verbundenen Rechtsnormen. Der örtliche und zeitliche Unterschied bei der Zusammensetzung dieser Faktoren ergibt die charakteristischen Baugestalten. Der unzweifelhaft ästhetische Reiz der alten Bauernhäuser soll uns nicht vergessen lassen, dass sie als Behausung von Menschen errichtet wurden, die dem Druck eines harten Überlebenskampfes ausgesetzt waren. Daher sind die Baugestalten vor allem das Ergebnis der unter Lebensbedrohung immer wieder gesammelten Erfahrungen, die von einer Generation an die nächste weitergegeben werden, um die schmale Lebensbasis durch den Verlust von Saatgut, der Wintervorräte oder des Viehbestandes nicht zu gefährden. Die Bauformen entstehen meist additiv durch Anbauten, die von Zeit zu Zeit in einer neuen Baugestalt integriert werden. Das gilt sowohl für die Ein-

zelobjekte, wie Wohnhaus und verschiedene Wirtschaftsgebäude, als auch für die Hofanlagen als Ganzes.

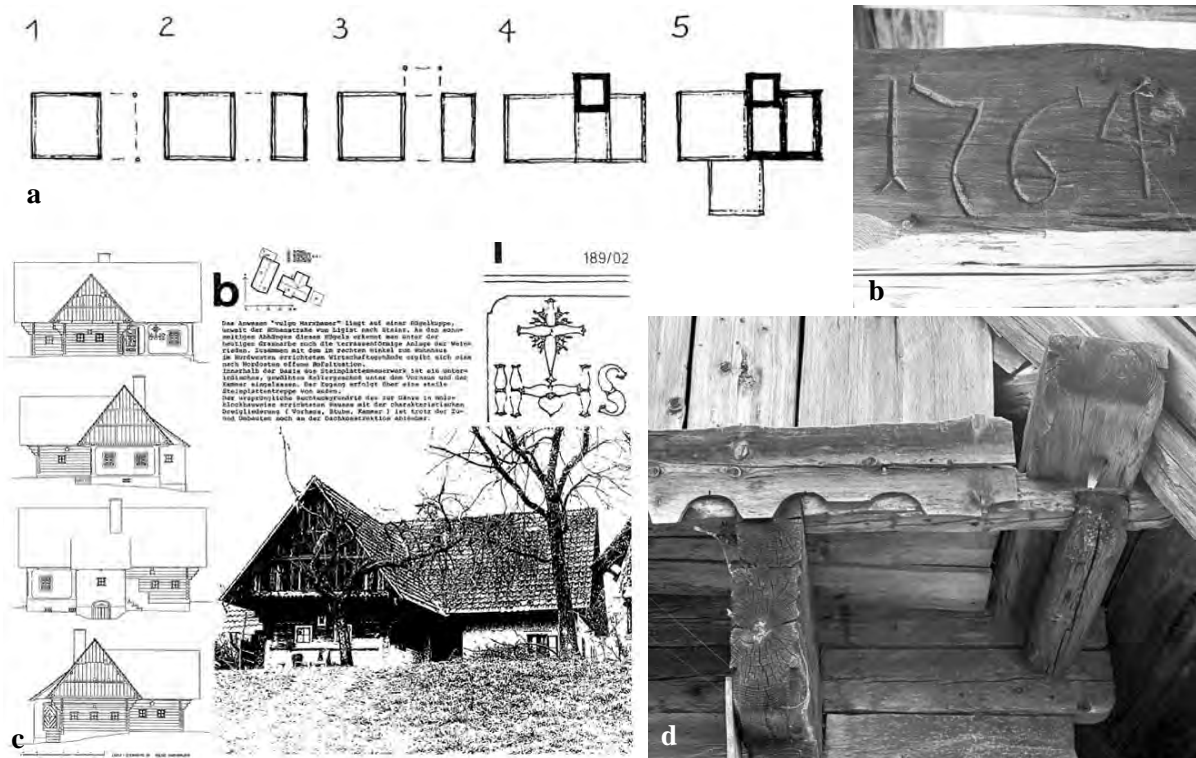


Abb. 2.1: 1975 vulgo Marxbauer in Ligist
 a) Grundrissentwicklung
 b) Hauptbalken mit Jahreszahl
 c) Bauaufnahme
 d) Giebeldetail

Das Baualter der untersuchten Bauernhöfe umfasst einen Zeitraum vom 15. bis zum 20. Jahrhundert. Das materielle Alter der Gehöfte entspricht nicht immer der Zeittafel der Stilperioden und dem Zeitpunkt der vorherrschenden Materialien und Technologien; hier führten die wirtschaftlichen Möglichkeiten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Vor allem aber bestehen die älteren Hofanlagen aus heterogenen Bauwerken oder sogar Bauteilen, die ein unterschiedliches Baualter aufweisen.

Das Handwerk, an erster Stelle vor allem die Zimmerei, und die geistigen Traditionen des Mittelalters, ablesbar in ganzzahligen Proportionen, bilden aber in der Steiermark die Grundlage für die Homogenität der bäuerlichen Kulturlandschaft bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. Die Unterschiede bei den gesellschaftlichen Gegebenheiten und den jeweiligen wirtschaftlichen Voraussetzungen müssen ebenso berücksichtigt werden wie die ethnischen und regionalen Abweichungen, die die Kulturlandschaft mitgeprägt haben.

3 Form

Die Baustoffe wurden fast ausschließlich aus der unmittelbaren Umgebung gewonnen und mit der am Ort vorhandenen Technologie und Arbeitskraft mit einem sehr hohen Anteil an Eigenleistung verarbeitet. Das Material und die handwerkliche Verarbeitung bestimmen in erster Linie die Formgebung. Wenn auch das vorhandene Baumaterial bestimmend war, ergaben sich trotzdem noch immer die Möglichkeiten einer individuellen Wahl.

Die in fast allen Regionen vorhandenen Nadelwälder haben aber über Jahrhunderte die Holzbauweise begünstigt. Neben Bauten in reiner Holzblockbauweise – von Fundament und Kellerräumen abgesehen, wie das Wohnhaus vulgo Haberl in der Oststeiermark und dem Wohnhaus vulgo Thommi in der Weststeiermark, gibt es vor allem zahlreiche Beispiele einer charakteristischen Mischbauweise, wie das Wohnhaus vulgo Schorn in Semriach, daß zumindest in das 16. Jahrhundert datiert werden kann, dessen Typus aber ein noch höheres Alter vermuten lässt. Wohnhaus, Viehstall, Getreidespeicher und Mühlen werden als Holzbau immer in Blockweise errichtet, bei Scheunen und Schuppen kommt die Ständerbauweise zur Anwendung, wie die Vorbauten beim Wirtschaftsgebäude vulgo Pilz Irgl in Ligist.



Abb. 3.1: *Blockbau und Ständerbau*
a) *Blockbau vulgo Steinbauer in Unterwald – Wohnhaus*
b) *Ständerbau vulgo Pilz Irgl in Unterwald – Stallgebäude*

Das formale Erscheinungsbild der historischen Bauernhäuser ist ein zufälliger Ausschnitt einer dynamischen Entwicklung. Eine formale Typisierung an Hand dieser Vorbilder muss daher fragwürdig sein. Leitbilder für heutiges Bauen können aber nur aus dem Nachvollziehen der Entstehung gewonnen werden. Der geistige Überbau der bäuerlichen Welt, der in der Volkskunst und an den Gebäuden in Symbolen und Schmuckformen seinen Ausdruck fand, wurde durch den Wunsch bestimmt, sich in eine bestehende Welt einzuordnen, sie damit überschaubar zu machen, um in ihr zu überleben.

War die materielle Basis geordnet und gesichert, wurde das daraus gewonnene Selbstbewusstsein demonstriert. Man imitierte Vorbilder, die man in der Stadt gesehen hatte und setzte sie mit den vorhandenen Möglichkeiten um; die steinerne Balustrade wurde zum hölzernen Balusterbrettbalkon, das Stuckornament zum Laubsägedekor. In der Folge geriet das architektonische Vorbild in Vergessenheit, der kreative Zusammenhang ging verloren und das Nachgeahmte wurde seinerseits nachgeahmt. Der Zwischenraum der einstigen Balustrade wurde zum „niedlichen“ Ornament (Herzen und Blumen) und kehrt in dieser Form „rustikal“ als sentimentale Erinnerung in die Stadt zurück, als Nachahmung der Nachahmung einer Nachahmung



Abb. 3.2: Balkonbrüstungen
 a) Fassadendetail Graz Geidorfgürtel
 b) Balkonbrüstung vulgo Leitner Hans in Ligist
 c) Balkonbretter in Rauchegg
 d) Balkongeländer Graz Lessingstrasse

4 Konstruktion

Das Materialangebot am Ort, die wirtschaftlichen und rechtlichen Voraussetzungen, die handwerklichen Fähigkeiten und die Überlieferung bestimmen auch bis zum Beginn unseres Jahrhunderts die Konstruktionsweisen. Ausbesserungen und Ergänzungen werden laufend nach der Erntezeit durch Eigenleistung oder mit Hilfe einzelner Handwerker erbracht. Die Wanderschaft in der Gesellenzeit war Teil der handwerklichen Ausbildung und bot Gelegenheit für den Methodenvergleich. Einzelne Handwerker wurden auf dem Land sesshaft, wie es zum Beispiel die Vulgonamen der Handwerkerhäuser mit Kleinlandwirtschaft in Ligist noch heute beweisen. Die Materialbeschaffung, die Zurichtung und

Vorbereitung der baulichen Maßnahmen erstreckten sich über längere Zeiträume. Brauchbares wurde immer wieder in neuen Zusammenhängen verwendet. Kleinere Kellerräume wurden in dem größeren Neubau integriert, gemauerte Zimmer wurden unter bestehenden Dächern errichtet. Für die Umdeckung von Strohbindeln auf Dachziegel wurde der bestehende Sparrenstuhl durch das Einziehen eines stehenden Pfettenstuhles verstärkt, wie beim Wohnhaus vulgo Thommi. Fast alle älteren Gebäude weisen daher – ohne genauere Kenntnis der Zusammenhänge – konstruktiv unlogische Mischsysteme auf. Zugleich ist es aber möglich, ursprünglich bis zur letzten Konsequenz durchdachte Konstruktionsweisen noch bis ins Detail zu rekonstruieren. Als überzeugendes Beispiel für das ausgewogene Zusammenspiel von Konstruktion, Funktion und Form in einer unverwechselbaren Baugestalt liefert das im 17. und 18. Jahrhundert vor allem in der Weststeiermark, übliche Wohnhaus einen überzeugenden Beweis.

Der unterste Schwellenkrans wird von stärker dimensionierten und äußerst widerstandsfähigen Hölzern gebildet und ragt über die darüber liegenden Blockenden hinaus. Der durch den Versatz bedingte Höhenunterschied von Quer- und Längswand wird durch das Sockelmauerwerk ausgeglichen. Bis zu 2/3 der Höhe der Blockwand sind die Vorköpfe der Blockhölzer auf die gleiche Länge abgeschnitten, ab dieser Höhe kragen die Hölzer mit jeder Lage zunehmend aus, die Enden der beiden letzten Lagen bilden das Auflager für die doppelte Fußpfette, die aus einem quadratischen kleineren Profil, zwischen den beiden letzten Blocklagen, und aus einem stärker dimensionierten liegenden Rechteckprofil, im Versatz auf der letzten Blocklage, besteht. Zwischen den Längsbalken der Blockwand und der Fußpfette sind kurze Hölzer eingepaßt, die als Auflager für die Untersichtschalung dienen. Der Hauptdeckentram in Stube und Kammer krägt jeweils über sein Auflager in der Blockwand bis zur Fußpfette aus, die er über ein kurzes Distanzstück mitträgt.

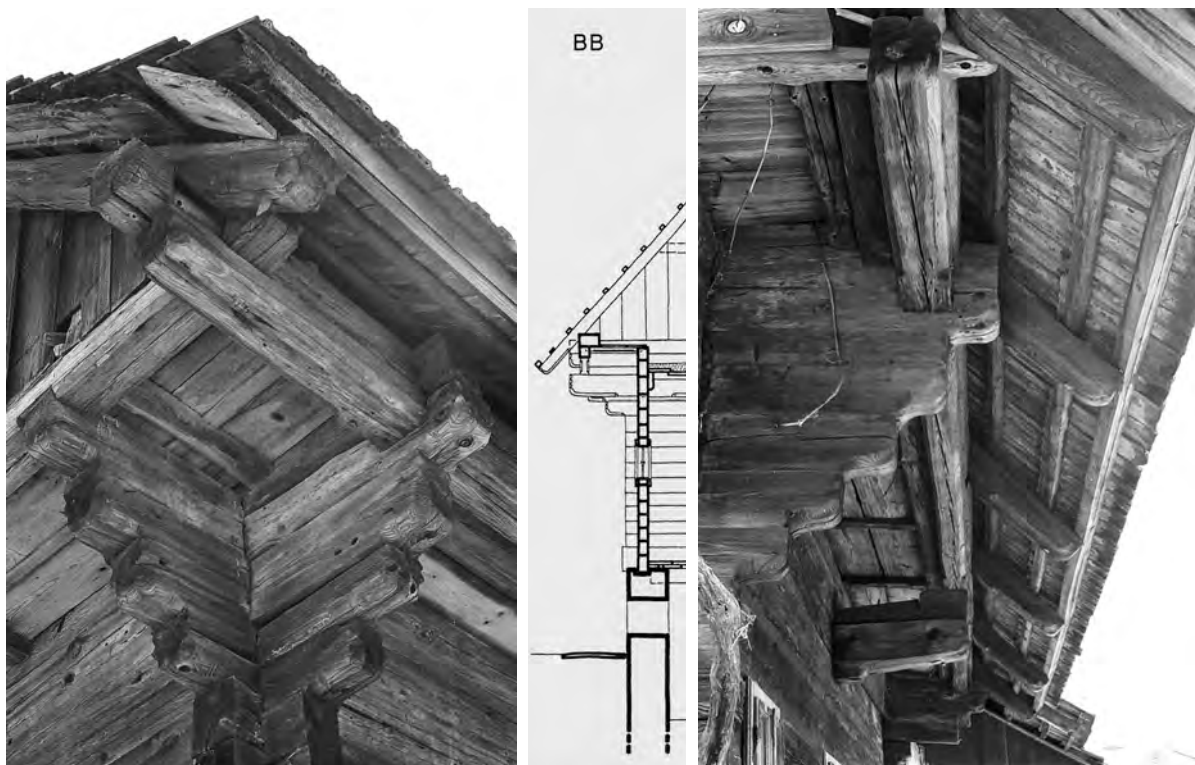


Abb. 4.1: vulgo Thommi in Grabenwarth – Querschnitt und Konstruktionsdetails

5 Zusammenfassung

Die Einsicht in den unaufhaltsamen und nicht umkehrbaren Prozess der Veränderung rückt die Bewahrung und Dokumentation der in den tradierten Bau- und Wohnformen überlieferten Intelligenz und Kreativität mit der Berücksichtigung der regionalen Besonderheiten in den Mittelpunkt unseres Interesses. Die Vielfalt der individuellen Erscheinungsformen, oft auf kleinstem Raum nebeneinander, und das unterschiedliche Baualter der Gehöfte machen eine lückenlose, museale Aufbewahrung in Freilichtmuseen unmöglich, einzelne Beispiele verleiten zu unrichtigen Vereinfachungen und werden ideologisch missbraucht oder dienen allgemein dem romantischen Klischee und der Verklärung der Vergangenheit.

Der Verlust des Wissens um dieses kulturelle Erbe käme einer Verarmung gleich; der Besitz und das Bewusstsein einer gemeinsamen Vergangenheit sind eine wesentliche und unverzichtbare Dimension des Menschlichen. Das sorgfältige Studium der gewachsenen Kulturlandschaft soll uns bei der Lösung der heutigen Aufgaben eine unversiegbare Quelle des Schöpferischen sein.

Im Rahmen des vom Land Steiermark geförderten Forschungsprojekt „Vernakulare Architektur in der Steiermark“ (<http://bauernhaus.tugraz.at>) sollen 200 Gehöfte mit Bauaufnahme und Bauwerksanalyse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.



Abb. 5.1: Forschungsprojekt Homepage: <http://bauernhaus.tugraz.at>

6 Quellen

- [1] Perouse de Montclos, Jean-Marie; Polidori, Robert: *Versailles*. Paris: Editions Menges 1991

7 Weiterführende Literatur

- [2] Frick, Anton; Haberz Michael; Neuwirth, Holger: *Steiermark: Alte Bauernhöfe*. Innsbruck: Steiger Verlag 1992
- [3] Gschwend, Max: *Die Bauernhäuser des Kantons Tessin*. Basel: Habelt 1976
- [4] Haferkamp, Hans (Hrsg.): *Sozialstruktur und Kultur*. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1990
- [5] Kaser, Karl; Stocker, Karl: *Bäuerliches Leben in der Oststeiermark seit 1848*. Weimar: Hermann Böhlhaus Nachf. 1986
- [6] Klaar, Adalbert: *Planzeichnungen alter Bauernhöfe 1927-1971*. Wien: Österreichischer Kunst- und Kulturverlag 1985
- [7] Neuwirth, Holger: *Am Beispiel Bauernhaus*. Sterz 9-2/1979
- [8] Neuwirth Holger: Forschungsprojekt „Bauernhäuser in Österreich“; FWF Wien, 1990-1992
Baufnahmen von Studierenden der Fakultät für Architektur an der Technischen Universität Graz; Lehrauftrag für Bauaufnahmen / Neuwirth / Institut für Baukunst, 1970-1992
- [9] Forschungsprojekt „Vernakulare Architektur in der Steiermark“, <http://bauernhaus.tugraz.at>; Gefördert vom Land Steiermark, Abt.3, 2008
- [10] Österreichischer Ingenieur- und Architektenverein: *Das Bauernhaus in Oesterreich-Ungarn und in seinen Grenzgebieten*. Wien, Dresden: Kuehtmann 1906
- [11] Perouse de Montclos, Jean-Marie; Polidori, Robert: *Versailles*. Paris: Editions Menges 1991
- [12] Raulin, Henri: *Savoie – L'architecture rurale française: corpus des genres, des types, et des variantes*. Paris: Berger-Levrault, 1977
- [13] Simonett, Christoph: *Die Bauernhäuser des Kantons Graubünden. Band 1: Die Wohnbauten*. Basel: Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde 1965

C Grenzen der dynamischen Stadtentwicklung

A. Murnig

DI
Alois Murnig
stellvertretender Landeskonservator Bundesdenkmalamt

Bis zur Drucklegung lag kein Beitrag für den Tagungsband vor.

D War Abriss nötig? – Rechtliche und demokratie- politische Schwächen im Denkmalschutz

M. Landerer



Markus Landerer

1999-2002	Studium der Architektur und Kunstgeschichte
1993-2003	Mitarbeit im Altstadtamt Salzburg und Bundesdenkmalamt
seit 2002	Vorstandsmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Denkmal- und Ortsbildpflege
2008	Gründer des Vereins Initiative Denkmalschutz

1 Einleitung

„Der Hofrat [= Landeskonservator] erscheint mir (...) immer wie ein Leichenbeschauer, er fährt mit Dienstauto und Chauffeur von einer Ruine zur anderen und beglaubigt und bescheinigt den Tod des Objektes, er stellt Totenscheine aus. Er stellt ein Missverhältnis zwischen den Kosten der Restaurierung und dem historischen oder kunstgeschichtlichen Wert des in Frage stehenden Objektes fest. Für ihn gibt es in jedem Fall wichtigere und erhaltenswürdigere gefährdete Bausubstanz, für die das vorhandene, immer zu knappe Geld verwendet werden muss. Dabei orientiert er sich offensichtlich an einem nicht genau bezeichneten extremen Beispiel, wahrscheinlich am Stephansdom. Denn er hat schon sehr schöne Häuser und Anlagen aufgegeben und abgeschrieben.' Alois Brandstetter führte uns in seinem Buch 'Altenehrung' [13] bereits im Jahr 1983 das Dilemma der österreichischen Denkmalpflege mit praller Ironie vor Augen. So standen seitens des Kulturministeriums und des Bundesdenkmalamtes im Jahr 2008 für die Denkmalpflege nur 14,6 Mio. Euro zur Verfügung. Wenn man bedenkt, dass auf das Landeskonservatorat Steiermark davon 1,6 Mio. Euro und das Landeskonservatorat Wien knappe 1,9 Mio. Euro entfallen, und allein für die Restaurierung der Votivkirche in etwa 32 Mio. Euro veranschlagt sind, 'so ist es nicht verwunderlich, dass der Präsident des Denkmalamtes Wilhelm G. Rizzi schon im Jahr 2000 Alarm schlug und zum Schluss kam: Nur bei Katastrophenfällen könne noch geholfen werden' [32]. Sollte sich nicht bald etwas ändern, 'können wir die Verantwortung für das kulturelle Erbe nicht mehr im erforderlichen Maß wahrnehmen. Wir laufen Gefahr, den Status einer Kulturnation zu verlieren' Die damalige Bildungsministerin Elisabeth Gehrler hatte als politische Vertreterin des Denkmalschutzes 'kein Verständnis' für solche Klagen (vgl. [33]). Doch gerade der 'Rückhalt der Politik' ist es, den der Denkmalschutz braucht, stellte ihr Amtsvorgänger Erhard Busek in einem Festvortrag 1993 fest [30]. 'Er wäre machtlos ohne den Schutz des Gesetzes, aber auch ohne den moralischen Rückhalt der Politiker, worin aber auch die angedeutete Gefahr liegt' ([1], aktualisiert durch den Autor).

Zynisch betrachtet, könnte man meinen, dass der Mangel an legislativen und budgetären Rückhalt in Kombination mit dem chronischen Personalmangel im Denkmalamt, den auch der Rechnungshof in seinem letzten Bericht bereits aus dem Jahr 1994 [10] kritisiert, den Interessen der Politik durchaus dienlich ist. Dadurch bekommt die Politik erst die Macht, sich „auszusuchen“, welches Denkmal verfällt, zerstört wird oder doch gerettet werden kann. Und gerade das Bestreben der Mächtigen ist es, und die Politik wird allzu oft von starken Lobbys beeinflusst, Gesetze so zu formulieren und sich die Verwaltung so zu gestalten, um einen möglichst großen Handlungsspielraum offen zu lassen. Mit dem entsprechendem Gesetz im Rücken und der Weisungsgebundenheit und Abhängigkeit der in der Verwaltung tätigen Beamten, *können* somit viele Begehrlichkeiten und Wünsche Einzelner bedient werden: Zum Schaden des im öffentlichen Interesse stehenden Denkmalschutz, zum Vorteil einzelner Privatinteressen. Der Autor will nicht unterstellen, dass dies zumeist so geschieht, aber die entsprechenden Möglichkeiten wurden dadurch erst geschaffen. Und dass die vielfältigen Möglichkeiten auch das eine oder andere Mal weidlich ausgenützt werden, soll in diesem Artikel anhand von Beispielen veranschaulicht werden. Noch zu erwähnen wäre, dass das teilweise zutreffende aber allzu oft vorge-schobene Argument des Amtsgeheimnisses und die Intransparenz der Entscheidungsfindung wesentlich dazu beitragen, dass solche Vorgänge nur schwer aufgedeckt und auch geahndet werden können. Deswegen gestalteten sich nicht wenige Recherchen in diesem Artikel als recht mühsam.

2 Brandruine Sofiensäle in Wien

2.1 Ein paradigmatischer Scherbenhaufen der österreichischen Denkmalschutzpolitik

„Ein tragisches Kapitel stellt die Brandruine Sofiensäle in [der Marxergasse 17 (Wien-Landstraße)] dar: Ein paradigmatischer Scherbenhaufen der österreichischen Denkmalschutzpolitik“ [1]. Auch bei den Sofiensälen konnte man unmittelbar nach dem Großbrand des berühmten Veranstaltungssaales aus dem 19. Jahrhundert in Wien-Landstraße von Verantwortlichen im Bundesdenkmalamt hören: „Man muss sich auch von Denkmälern verabschieden können“ [16]. Eine Aussage, die sehr an Alois Brandstetters eingangs erwähnten *Altenehrung* [13] erinnert. Und wahrlich waren die Sofiensäle nach dem Brand im August 2001 in einem desaströsen Zustand. Die Zeichen standen wenige Tage nach der Brandkatastrophe auf Komplettabriss. Nur dem engagierten Auftreten einer Bürgerinitiative *Rettet die Sofiensäle*, ist es zu verdanken, dass die Brandruine heute – bereits acht Jahre sind vergangen – noch steht, wiewohl mit der Renovierung noch immer nicht begonnen wurde.

2.2 Schutzabdeckung für die Brandruine

Entscheidende Bedeutung für die Rettung der Sofiensäle bekam natürlich dabei die Frage nach einer wirkungsvollen Schutzabdeckung, um den Witterungseinflüssen zu entgegnen und den weiteren Verfall zu stoppen.

„Die Schwäche des DMSG, gepaart mit dem politischen Unwillen, das Denkmal zu retten, haben dazu geführt, dass nach mittlerweile 3 Jahren noch immer kein wirkungsvoller Witterungsschutz angebracht werden konnte (ein Wiederaufbau ist im DMSG für solche Fälle erst gar nicht vorgesehen). Gerade die Macht der Politik besteht darin, vor dem Hintergrund eines viel gepriesenen „Rechtsstaates“ solche Gesetze zu beschließen, die fast jeden politischen Handlungsspielraum offen lassen. So wäre zwar gemäß DMSG unmittelbar nach dem Brand eine Schutzabdeckung unter dem Rechtstitel „Gefahr im Verzug“ seitens der Bezirksverwaltungsbehörde (Stadt Wien) möglich gewesen, doch man wartete zu, bis drei Bescheide vorlagen, denen allesamt (!) keine „aufschiebende Wirkung“ zukam (§ 29 DMSG). Eine Ersatzvornahme wäre also schon längst möglich gewesen. Und als nun endlich im April 2004 diese Ersatzvornahme unmittelbar bevorzustehen schien, erklärte der Verwaltungsgerichtshof – auf Empfehlung des Bundesministeriums (!) – eine solche Schutzmaßnahme für nicht dringlich. Landeskonservatorin Barbara Neubauer zeigte sich ob dieser Meinung ihrer Vorgesetzten konsterniert und verurteilte das unqualifizierte Vorgehen des Ministeriums, das nicht einmal ein Gutachten eingeholt hatte (vgl. [34]).“ [1].

2.3 Verfall rechtens oder gesetzwidrig – Die Politik kann es sich „aussuchen“

Schließlich hob der Verwaltungsgerichtshof im Juni 2004 den Bescheid des Bundesministeriums wegen Rechtswidrigkeit seines Inhaltes auf [17]. Nicht, weil dem Eigentümer keine Sicherungsmaßnahmen aufgetragen hätten werden können, nein, weil es einfach unterlassen wurde ausreichende finanzielle Mittel zur Verfügung zu stellen. Die im Bescheid angeordnete Maßnahme kann nämlich nur dann verpflichtet aufgetragen werden, wenn die Kosten dieser Maßnahme „von dritter Seite“ zur Verfügung gestellt werden. Wichtiges Detail am Rande in der Begründung des Verwaltungsgerichtshofurteils: Dass „die Grenze der Zumutbarkeit von Erhaltungsmaßnahmen allenfalls unter der verfassungsrechtlich gebotenen Schwelle liegt“ [17], war nicht von Relevanz und zeigt die eklatante Schwäche des derzeit gültigen Denkmalschutzgesetzes auf. Da „von Seiten Dritter“ keine Kosten zur Verfügung gestellt wurden, weil die verantwortlichen Politiker bzw. Behörden dies unterlassen hatten,

ging der Eigentümer straffrei. In anderen Fällen ist es durchaus vorgekommen, dass ein Eigentümer verurteilt wurde, weil er – trotz zur Verfügung gestellter Mittel – keine Sicherungsmaßnahmen durchgeführt hat. Da der Eigentümer nie einen Hehl aus seiner Absicht machte, die Brandruine am liebsten abzureissen, ließ er nach Bekanntwerden des Verwaltungsgerichtshofurteils sofort die bisher notdürftig aufgebrauchten und ungenügend wirksamen Abdeckplanen restlos entfernen, sodass die Brandruine einige Zeit danach völlig ungeschützt Wind und Wetter ausgesetzt war.

„Faktum ist auch, dass der Eigentümer der Sofiensäule ein Jahr nach dem Brand das 'Große Silberne Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich' verliehen bekam. Aus Denkmalschutzsicht verdient dieser Eigentümer wohl kaum einen Ruhm, wenn er trotz voller Schadensdeckung durch eine Versicherung eine Schutzabdeckung (geschweige denn einen Wiederaufbau) verweigert“ [1].



Abb. 2.1: Sofiensäule in der Marxergasse 17, Wien
(Foto: Markus Landerer, 19.08.2005)



Abb. 2.2: Baumbewuchs Sofiensäule (Foto: Viktor Zdrachal, 24.07.2009)

Im Jahr 2006 erfolgte schließlich ein Eigentümerwechsel an die ARWAG, eine der Gemeinde Wien nahe stehenden Bau-Holding. Nach anfänglichen Sicherungsmaßnahmen verfallen die Sofiensäule aber wieder, Pflanzen sprießen aus den Mauerfugen (Abb. 2.2), und die Politik und das Bundesdenkmalamt schauen offenbar wieder nur zu.

3 Kommod-Haus in Graz, Steiermark

3.1 Rechtswidriger Abbruch im Weltkulturerbe

Besonders skurril mutete der Streit um Abriss oder Erhalt des Kommod-Hauses in Graz im Jahr 2003 an (Burggasse 15, Einspinnergasse 7). Hier nahm ein Amt die Funktion zweier Behörden war. Einmal agierte das Baurechtsamt als Baubehörde und einmal als Bezirksverwaltungsbehörde. In ihrer Funktion als Baubehörde hat das Amt „aus Gründen der Sicherheit“ den Abbruch angeordnet und einen entsprechenden Bescheid im März ausgestellt (vgl. [35]). Da im Abbruchauftrag nicht von einer akuten Gefahr im Sinne von „Gefahr im Verzug“ ausgegangen wurde, fehlte dem Bescheid „Abbruchauftrag“ die

denkmalschutzrechtliche Bewilligung. Noch dazu besteht laut DMSG jederzeit die Möglichkeit bei „Gefahr im Verzug“ denkmalgeschützte Objekte sofort abzubauen, sodass in diesen Fällen Abbruchbewilligungen und entsprechende Bescheide eigentlich nicht nötig wären. Ähnlich sah es Professor Christian Brünner, Verwaltungsrechtsexperte an der Universität Graz, in [36] und erkannte darin einen Verstoß des Baurechtsamtes. Das Baurechtsamt hätte den Abbruchauftrag nicht ohne Zuziehung des Bundesdenkmalamtes erlassen dürfen, sagte Brünner: "Eine Behörde darf laut Gesetz nicht ohne die andere Behörde vorgehen". Was hier allerdings passiert ist.



Abb. 3.1: Komodhaus in Burggasse 15, Einspinnnergasse 7, Graz (Foto: Markus Landerer)

3.2 Ein und dasselbe Amt muss widersprüchliche Bescheide ausstellen und lässt sich im entscheidenden Moment dazu viel Zeit

Das Bundesdenkmalamt konnte ebensowenig „Gefahr im Verzug“ feststellen, sodass es im Mai 2003 an genau dasselbe Amt, das sich für den Abbruch ausgesprochen hatte, nun in Funktion als Bezirksverwaltungsbehörde den Antrag auf „Verbot des Abbruchs“ stellte, um die Gefahr der Zerstörung eines Denkmals abzuwenden. Zu diesem Zeitpunkt hätte wiederum das Baurechtsamt in Funktion als Bezirksverwaltungsbehörde auf Grund von „Gefahr im Verzug“ betreffend Zerstörung eines Denkmals (Indiz: aufrechter Abbruchbescheid) rasch handeln und einen entsprechenden Bescheid auf „Verbot des Abbruchs“ ausstellen müssen. Dies war nicht geschehen. Die Vertreter des Amtes hatten sich einfach mit der Ausstellung eines entsprechenden Bescheids auf „Verbot des Abbruchs“ Zeit gelassen und somit die Zerstörung des Denkmals besiegelt. Erst *nach* Beginn der Abbrucharbeiten und auf Urgenz des Bundesdenkmalamtes wurde ein entsprechender Bescheid auf „Verbot des Abbruchs“ ausgestellt. Irritierendes Details am Rande, um auch den Einfluss der Politik daran ermessen zu können: In einer Satsenatssitzung wurde hitzig über den Abbruchauftrag diskutiert, wobei es auch zu einer Abstimmung über den Abbruchauftrag kam. Ein Stadtrat, der auch im Vorstand des Internationalen Städteforums Graz zu diesem Zeitpunkt tätig war, einer Organisation die sich gewöhnlich für Denkmalschutz und Ortsbildpflege einsetzt, hatte für den Abbruchauftrag gestimmt (vgl. [6]). Um der Bevölkerung den Abbruch als „rechtens“ zu verkaufen, wurde in [37] und [38] berichtet, dass das Baurecht „schwerer wiegt“ als das Denkmalschutzrecht. Hier nehmen die Medien entscheidenden Einfluss, wenn Sie unge-

prüft solche Behauptungen wiedergeben, sodass die Bevölkerung und interessierte Öffentlichkeit entsprechend verwirrt und im Glauben gelassen wird, hier ist alles „mit rechten Dingen“ zugegangen. Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass das Baurecht Landessache und das DMSG Bundessache ist. Im Regelfall ist somit der „höheren Ebene“, also dem bundesweiten DMSG der Vorzug zu geben. Nur im Konfliktfall (Stichwort: Zuständigkeitskonkurrenz) ist dies gemäß § 4 Verwaltungsverfahrensgesetz (VVG) zu klären. Nach Absatz 2 VVG wären diverse Oberbehörden zur Berichtigung des Sachverhaltes angehalten. Dies war in diesem Fall nicht geschehen. Erst wieder mit der Begründung „Gefahr im Verzug“ kann gemäß § 4 (3) VVG vor endgültiger Klärung durch Oberbehörden gehandelt werden. Doch „Gefahr im Verzug“ wurde – wie oben schon ausgeführt – auch im Abbruchauftrag nicht attestiert.

„Unbedingt notwendige Absicherungsmaßnahmen, die bewilligungspflichtige Handlungen im Sinne des Abs. 1 sind [jede Veränderung, die den Bestand (Substanz), die überlieferte (gewachsene) Erscheinung oder künstlerische Wirkung beeinflussen könnte, Anmerkung des Autors], können bei Gefahr im Verzug ohne vorherige Zustimmung des Bundesdenkmalamtes - jedoch bei gleichzeitiger Anzeige an dieses - getroffen werden“ [28].

Diese Anzeige wurde aber nicht vorgenommen.

4 Seebahnhof Gmunden, Oberösterreich – Inhaltlich rechtswidriger Abbruchbescheid erlangt trotzdem Rechtskraft

Ein Beispiel aus jüngster Zeit, das den Einfluss der Politik erschreckend offen legt, ist die Denkmalschutzaufhebung des Seebahnhof Gmunden im Salzkammergut. Nicht, dass es sich hier um ein herausragendes kulturhistorisches Objekt handelt, wiewohl es Eisenbahngeschichtlich von großer Bedeutung ist, doch es stand rechtskräftig unter Denkmalschutz. Und wenn ein Objekt einmal unter Denkmalschutz gestellt wurde, dann darf der Denkmalschutz nur unter eng gesetzten Vorgaben aufgehoben werden. Nur der Volksanwaltschaft ist es zu verdanken, dass die Öffentlichkeit von diesen unglaublichen Vorgängen Kenntnis erlangte, weil sie volle Akteneinsicht hatte. Dabei wurden in einer Kulmination Verfahrensvorschriften verletzt, die ihres Gleichen sucht. Dem Autor geht es nicht darum, die handelnden Personen im Denkmalamt bloßzustellen, wiewohl hier Gesetze verletzt wurden, vielmehr soll aufgezeigt werden, unter welchem immensen Druck das Denkmalamt oftmals von politischer Seite gesetzt wird. Und durch die Weisungsgebundenheit der Behörde und dem Wissen, es der Politik „recht machen zu müssen“, um nicht seine Position im Amt zu verlieren, geben manche diesem Druck nach.

4.1 Die Volksanwältin stellt eine Kulmination von Verfahrensfehlern fest

„Aus den Akten des BDA geht hervor, dass der ggst Bescheid unter gravierender Verletzung von Verfahrensvorschriften und auch inhaltlich unrichtig bzw aktenwidrig erlassen wurde. Die Entscheidung leidet, um mit dem vergleichsweise Geringsten zu beginnen, unter einem Begründungsmangel (I.a) und erging unter Missachtung der Rechtskraft einer bezughabenden Vorentscheidung (I.b). Sie war mangels Nachweises der materiellen Voraussetzungen für eine denkmalrechtliche Zerstörungsbewilligung inhaltlich rechtswidrig (II.a), die Gründe für den Meinungsumschwung von der zunächst zutreffenden Vorgangsweise zur schließlich gepflogenen rechtswidrigen Entscheidung sind aktenmäßig - zumindest auf sachlicher Ebene - nicht nachvollziehbar (II.b). Auch eine (hypothetische) Prüfung des aktenmäßig dokumentierten Sachverhalts unter dem Gesichtspunkt einer Denkmalschutzaufhebung führt zu einem negativen Ergebnis, da in den Akten keine validen Hinweise auf eine wissenschaftliche Neubewertung der Denkmalschutzfrage vorhanden sind (III.a), die Fragestellung an den Denkmalbeirat zumindest missverständlich war (III.b aa), die An-

nahme der mangelnden "Lesbarkeit" des Denkmals nach Abtragung der Gleisanlagen auf "Hörensagen" beruhte, sohin nicht ausreichend ermittelt wurde (III.b bb), und überdies die Abtragung der Gleisanlage aus Gründen des Denkmalschutzes ohnehin zu verhindern gewesen wäre (III.b cc). Die Erörterungen unter Punkt III. bringen im übrigen auch weitere Verfahrensmängel in bezug auf die Gewährung der Zerstörungsbewilligung zutage“ [18].

4.2 Die Chronologie der politischen Interventionen

„Mit Bescheid vom 23.12.1998, GZ 35.067/2/1998 stellte das Bundesdenkmalamt (BDA) gemäß § 6 (2) DSG fest, 'dass an der Erhaltung des Aufnahmegebäudes des Bahnhofes Engelhof und des Bahnhofes Gmunden Seebahnhof in Gmunden [...] ein öffentliches Interesse weiterhin besteht“ [18].

Dieser Bescheid erlangte in der Folge Rechtskraft. Jahrelang war es dann still um den Bahnhof, bis im Jahr 2005 langsam begonnen wurde für die Aufhebung des Denkmalschutzes politisch zu intervenieren. Die Unterlagen der Volksanwaltschaft halten dies erstaunlich penibel fest. Im erwähnten Jahr hat der Bürgermeister der Stadtgemeinde Gmunden den Landeskonservator von Oberösterreich von Planungen eines Hotels unter anderem am Areal des Gmundner Seebahnhofes informiert. Der Landeskonservator wurde in dem Schreiben ersucht, da das Hotelprojekt im wirtschaftlichen Interesse der Stadtgemeinde Gmunden steht, die Pläne zur Zerstörung des Seebahnhofes zu unterstützen. Die Abteilung für Technische Denkmale im Bundesdenkmalamt stellte jedoch nochmals die besondere Bedeutung des Objekts aus der Wirtschafts- und Verkehrsgeschichte fest, sodass der Abbruchantrag des Stadtamtes Gmunden abgewiesen wurde. Wenige Monate später intervenierte ein Nationalratsabgeordneter und bekräftigte die schon bekannte Argumentation der Stadtgemeinde Gmunden. Der Präsident des BDA antwortete dem intervenierenden Nationalratsabgeordneten und wies auf die Rechtslage hin. Der Antrag der Stadtgemeinde Gmunden sei bisher nicht schlüssig begründet worden. In Folge intervenierte der Oberösterreichische Landesrat für Wirtschaft, Arbeit, Bildung und Jugend und einen Monat später wieder der besagte Nationalratsabgeordnete. Im September 2006 wurde der Präsident des Bundesdenkmalamtes „auf ausdrückliches Ersuchen des Ministerbüros“ [18] zu einer „Teilnahme an einer Besprechung im Gegenstand“ [18] vorgeladen. Hier wurde auch die Frage erörtert, welche Nachweise erforderlich sind, sodass eine Aufhebung des Denkmalschutzes rechtens wäre. Antwort: Nachweis des höheren öffentlichen Interesses an der Errichtung der Hotelanlage gegenüber Denkmalerhaltung. Weiters Ausschließlichkeitsnachweis für die Errichtung an eben dieser Stelle und auch dafür, dass eine Integration des Bestandsobjekts in der Anlage absolut unmöglich ist. Im September erfolgte schließlich eine schriftliche Intervention vom Oberösterreichischen Landeshauptmann. In weiterer Folge ist ein aus den Akten nicht erklärbarer Meinungsumschwung des Bundesdenkmalamtes festzustellen, ohne dass sich die Sachlage geändert hätte. Nach Einschaltung des Denkmalbeirats, der bei Denkmalschutzaufhebungen tagen muss, wurde schließlich die Unterschutzstellung des Seebahnhofes aufgehoben und die Zerstörungsbewilligung im August 2007 erteilt.

4.3 Verfahren unter Ausschluss der Öffentlichkeit

Das Resümee dieser unglaublich klingenden Vorgänge ist ernüchternd. Die interessierte Öffentlichkeit ist, wie zum Beispiel die örtliche Bürgerinitiative *Plattform Gmundner Zukunft*, die sich für den Erhalt eingesetzt hat, von dem Verfahren ausgeschlossen, da im Denkmalschutzverfahren keine subjektiven Rechte berührt werden. Parteistellung bei diesem Denkmalschutzaufhebungsverfahren hat nur der Eigentümer, Bürgermeister und Landeshauptmann. Da alle drei davon für den Abriss interveniert hatten, fehlte eine Partei, die sich für den Erhalt des Seebahnhofes einsetzen hätte könne.

4.4 Forderung nach Parteistellung unabhängiger Vereine unabdingbar

Zynisch formuliert: Im Wissen, dass alle, die Parteistellung hatten, die gleichen (Abbruch-)Interessen verfolgten, konnte, ein Bescheid mit rechtswidrigem Inhalt ausgestellt werden, ohne negative Konsequenzen gewärtigen zu müssen (Amtsmissbrauch und Amtshaftung ist – trotz guter Aktenlage – äußerst schwer nachzuweisen). Die Volksanwaltschaft kann nur *nach* der Rechtswirksamkeit des Bescheides tätig werden und erst im Nachhinein seine Rechtsmeinung kundzutun. Der inhaltlich rechtswidrige Bescheid ist somit in Rechtskraft erwachsen und lässt sich faktisch nicht mehr revidieren. Das öffentliche Interesse, mit dem der Denkmalschutz begründet wird, bleibt auf der Strecke. Eine wichtige Forderung wäre daher, dass einschlägige Denkmalschutzvereine und örtliche Initiativen in solchen Verfahren Parteistellung erlangen können, um rechtzeitig während des laufenden Verfahrens qualifizierte Einsprüche erheben zu können. Ein entsprechend vorbildliches Gesetz existiert beispielsweise in der Schweiz.

5 Patscherkofel-Berghotel, Tirol

Im Gegensatz zum vorhin erwähnten Seebahnhof Gmunden hat beim Patscherkofel-Berghotel der Bürgermeister seine Parteistellung wahrgenommen und sich für den Erhalt des bemerkenswerten Baues von Architekt Hans Fessler aus dem Jahr 1927/28 eingesetzt. Nur dem Einspruch des Bürgermeisters von Patsch und dem Idealismus von Architekturliebhabern, die ein neues Gutachten finanziert hatten, war es zu verdanken, dass dem Tourismusjuwel aus der Zwischenkriegszeit noch eine letzte Galgenfrist blieb. Leider verstarb der engagierte Bürgermeister während des Verfahrens überraschend und das Hotel wurde 2007 abgerissen. Zuvor hatte das Bundesministerium die „Unwirtschaftlichkeit“ einer Erhaltung festgestellt und so konnte der Denkmalschutz gegen den erklärten Willen von Bundesdenkmalamt und Denkmalbeirat aufgehoben werden (vgl. [39]). Besonders absurd muss scheinen, dass das Hotel 1990 in jenem Zustand unter Denkmalschutz gestellt wurde, indem es sich zu diesem Zeitpunkt befand, jedoch der Ministeriumsbescheid sich auf ein geologisches Gutachten aus dem Jahr 1956 stützt und danach kein neues Gutachten erstellt wurde (vgl. [40]).

6 Schutzzonen – am Beispiel Wien

So wie in der Steiermark gibt es auch in Wien Schutzzonenbestimmungen, die auf den Erhalt des historischen Orts- bzw. Stadtbildes abzielen, also zumeist auf die äußere Erscheinung im Stadtbildgepräge. Am Beispiel Wien möchte der Autor Chancen und Risiken der Erhaltung von Kulturgütern aufzeigen, weil er seit Jahren mit dieser Materie besonders vertraut ist und vielleicht auch für das steirische Publikum interessant scheint, einen Vergleich zum Grazer bzw. steirischen Ortsbildschutz zu bekommen. In Graz gibt es ja vergleichbare Bestimmungen, die aber auch wesentliche Unterschiede aufweisen (so benötigt man in Graz beispielsweise auch außerhalb von Schutzzonen zumeist Abbruchbewilligungen). Grundsätzlich – wie auch in den vorangegangenen Beispielen ausgeführt – ist der Erhalt von Kulturgütern wieder wesentlich abhängig von den agierenden Personen in Verwaltung und Politik. Welches Gebiet wird beispielsweise zu einer Schutzzone ernannt? In Wien scheint das zumindest teilweise willkürlich bzw. in den Relationen oft nur bedingt nachvollziehbar. Ist der Abbruch wirklich nach dem Gesetz notwendig bzw. zu bewilligen? Besondere Bedeutung kommt dabei wieder die Rolle der Gutachten und deren Interpretation durch die Verantwortlichen zu. Und natürlich auch, wer Parteistellung in diesen Verfahren hat. Der Kulturgüterschutz tangiert keine subjektiven Rechte, sodass der interessierten Öffentlichkeit keine Parteistellung zugebilligt wird und somit die Entscheidungsfin-

dung für die interessierte Öffentlichkeit völlig intransparent bleibt.

Die Schutzzonen, die in Wien hauptsächlich innerhalb des Gürtels mit größeren Flächen in Hietzing, Währing und Döbling (13., 18. und 19. Bezirk) festgesetzt sind, werden nicht allein aus fachlichen Gründen verhängt, sondern es entscheiden auch politisch Verantwortliche auf Bezirksebene mit. So wurde die Einrichtung mancher Schutzzone so lange verschleppt, bis nicht mehr genügend schützenswerte Substanz vorhanden war. Wesentlich zum Schutz der Kulturgüter in den Schutzzonen kann eine möglichst bestandsorientierter Flächenwidmungs- und Bebauungsplan beitragen. Ansonsten ist der Anreiz für manche Hauseigentümer zu groß, kleine Gebäude einfach abzureißen, wenn er weiß, dass er die Baukubatur und damit den Gewinn durch einen Neubau um ein vielfaches erhöhen kann.

7 Wien, außerhalb von Schutzzonen

Neben dem Problem des zum Teil ungenügenden Schutzes innerhalb der Schutzzonen, auf das noch näher eingegangen wird, sind in den letzten Jahren viele wertvolle Häuser aus dem Stadtbild verschwunden, die außerhalb von Schutzzonen gelegen waren. Mit der Bauordnungsnovelle 1996/97 hat sich die Bedrohung für das historische Kulturgut in Wien erhöht und die Abbruchwelle insofern weiter beschleunigt, als unter dem Titel der Verfahrensvereinfachung die Wiener Bauordnung liberalisiert wurde. Seitdem sind Gebäude außerhalb von Schutzzonen bewilligungsfrei gestellt worden. Eine Reihe wertvoller Bauten musste seitdem der Spitzhacke geopfert werden. Das Grundproblem dabei: Es gibt zwar die Reihe *Dehio-Handbuch. Die Kunstdenkmäler Österreichs*, die vom Bundesdenkmalamt herausgegeben wird [29], doch werden hier viele Objekte angeführt und ihnen kulturhistorischer Wert zugesprochen, denen jedoch keinerlei Schutz im rechtlichen Sinne gewährt wird. Das Denkmalamt kann nämlich nur Objekte der 1. Schutzkategorie unter Denkmalschutz stellen, sodass Objekte, der 2. Kategorie, die zumeist für das lokale Orts- bzw. Stadtbild von Bedeutung und somit prägend für den Ortsbildcharakter sind, durch den sprichwörtlichen Rost fallen. Sehr viele im *Dehio* erwähnte Objekte sind also völlig ungeschützt in Wien. Es zeigt sich immer öfter und deutlicher, dass die derzeitigen Schutzzonen Wiens viel zu klein bemessen und große Bereiche Wiens mit reichem Denkmalbestand aus der Gründerzeit, und damit Stadtbild prägend, davon ausgenommen sind. Die Stadt Wien müsste eine großzügige Ausdehnung der Schutzzonen vornehmen, wie sie bereits seit langem angedacht ist, aber bisher kaum umgesetzt wurde. So wurden bereits 1996 große Gebiete von Wien vermerkt, die bei näherer Untersuchung wohl mit hoher Wahrscheinlichkeit als schutzwürdig eingestuft werden würden (Abb. 7.1), aber bis heute nicht zu Schutzzonen erklärt wurden. Im Wissen der Stadt, dass diese Schutzzoneerweiterungen anstehen, sind viele Objekte abgerissen worden. Hier eine kurze, unvollständige Auflistung von historischen Gebäuden in Wien, die außerhalb von Schutzzonen in den letzten Jahren abgerissen wurden.

Vermutlich in den späten 1990er Jahren wurde das bemerkenswerte Biedermeierhaus in der Marchettigasse 5 (Wien-Mariahilf) mit Lisenengliederung, Muschellünetten, Zierbänder und Rautendekor abgebrochen (die Schutzzone wurde zu spät verhängt). Um 1999/2000 wurde die späthistoristisch-secessionistische Villa Faldi in der Ghelengasse 6 (Wien-Hietzing) abgebrochen. Mit seitlichen erkerartig polygonalen Vorbauten und glasierten Ziegeln gedeckt. Im Frühjahr 2001 wurde die ehem. k. k. Kriegsschule in der Lehargasse 4 (Wien-Mariahilf) aus 1865/1873 abgerissen, das stattliche, repräsentative Gebäude bildete mit den umgebenden Bauten ein Ensemble ärarischer Zweckbauten. Im November 2001 wurde der letzte Rest der vorgründerzeitlichen Bausubstanz von Unterbaumgarten beseitigt.

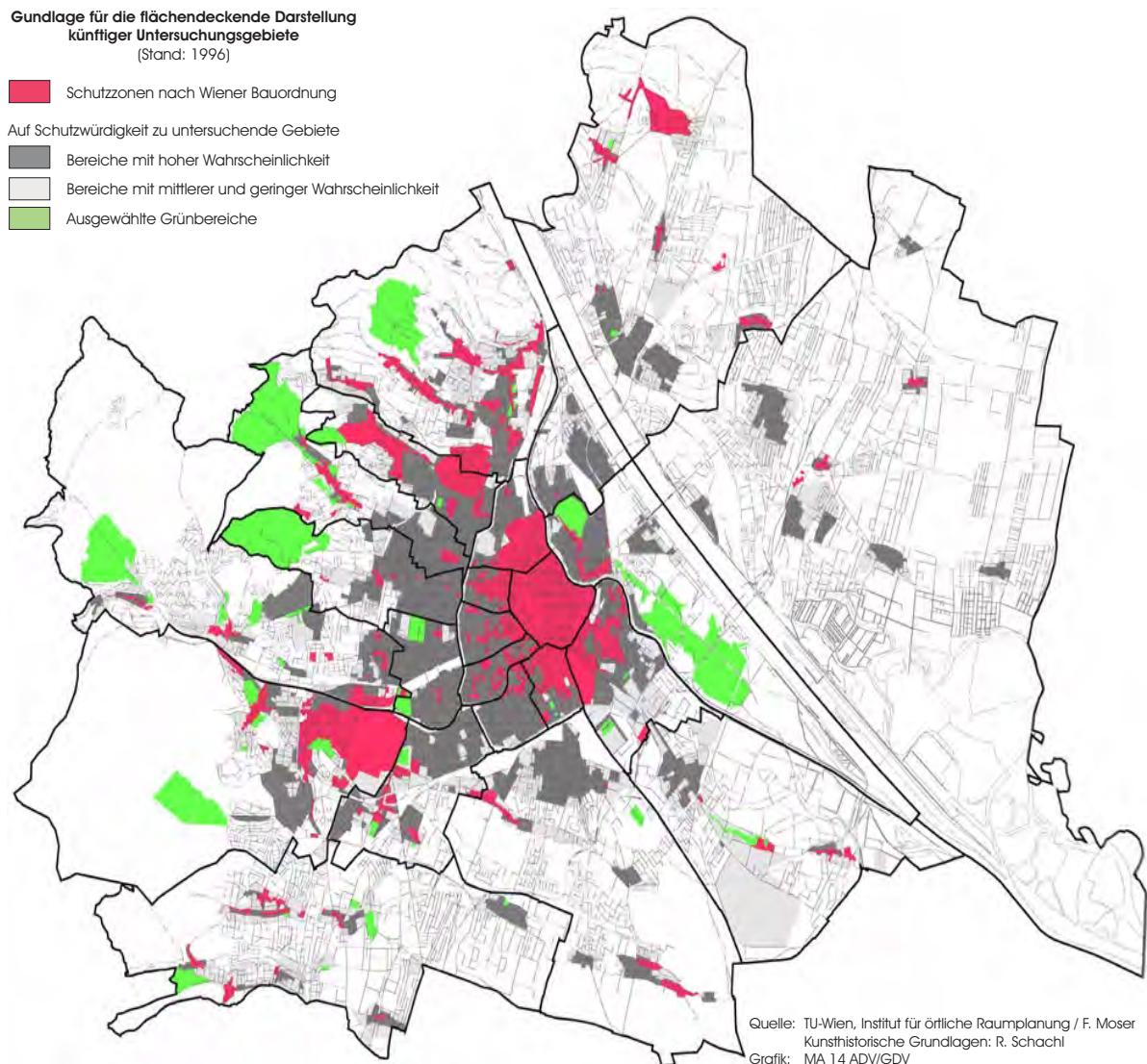


Abb. 7.1: Schutzzonen in Wien und auf Schutzwürdigkeit zu untersuchende Gebiete nach [31]

Damals wurde das barocke Vorstadthaus in der Pachmanngasse 1 (Wien-Penzing) aus der 1. Hälfte des 18. Jh. abgebrochen. Gemeinsam mit Altstadtschützer und Schauspieler Herbert Fux und Kollegen hat der Autor noch dagegen protestiert. Neben dem weiter unten noch erwähnten Vorstadt-Biedermeierhaus in der Schlossgasse 5 (Wien-Margarten), welches im Dezember 2002 abgebrochen wurde, ist das Mautner-Markhof-Kinderspital in der Schlachthausgasse 26-30 (Wien-Landstraße) zum Jahreswechsel 2002/2003 abgerissen worden. Das Hauptgebäude aus 1873 mit repräsentativer Schaufront war nach französischem Vorbild gestaltet mit turmartig ausgebildeten Risalite, korinthische Pilaster, Halbsäulen, Attika und Dreieckgiebel. Im April 2006 wurde beispielsweise die Jugendstilvilla in der Buchbergstraße 1 (Wien-Penzing) abgebrochen. Abgerissen in dieser Zeit wurde auch das historistische Zinshaus in der Rembrandtstraße 21 (Wien-Lepoldstadt) mit strenghistorischer Fassade und Balkon aus 1885. Die Jaray-Villa in der Grinzinger Straße 39 (Wien-Döbling) wurde wieder unter Protesten der örtlichen Be-

völkerung Ende Juli 2008 abgerissen. Die 1929 von Architekten Karl Jaray erbaute Villa war mit einem charakteristischem und höchst eigenwilligem kurvenlinearen, hochgezogenen Dach versehen. Fast zeitgleich wurde das Zinshaus in der Oberen Donaustraße 61 (Wien-Leopoldstadt) mit reich gegliederter frühhistoristischer Fassade, Runderker, Pilastergliederung und Vierpfeilerstiege im August 2008 wieder unter Protesten der Bevölkerung abgerissen. Es war ein bedeutendes und immer rarer werdendes Beispiel eines gut erhaltenen Baudenkmals aus dieser Epoche. Das Haus befand sich schräg hinter dem Schützenhaus, erbaut vom Jugendstilarchitekten Otto Wagner, und somit an sehr prominenter und einsichtiger Stelle und hinterlässt im Stadtbild eine besonders schmerzhaft Lücke. Die Villa in der Langackergasse 15 (Wien-Döbling), eine schöne Villa aus dem 19. Jahrhundert mit Rundturm, musste im Dezember 2007 ebenso unter Protesten der Grinzinger Bevölkerung weichen.

7.1 Schlossgasse 5 – Ohne Abbruchbewilligung hat das Denkmalamt keine Chance

Die Tragik der nicht mehr notwendigen Abbruchbewilligung ist am Beispiel des Biedermeierhaus Schlossgasse 5 (Wien-Margareten) besonders deutlich zu sehen. Hier konnte es geschehen, dass während (!) eines laufenden Unterschutzstellungsverfahrens durch das Bundesdenkmalamt dieses schöne Biedermeierhaus aus dem Ende des 18. Jahrhunderts 2002 rechtmäßig abgebrochen werden konnte. Als der Bagger auffuhr, alarmierte eine aufmerksame Anrainerin das BDA, das nun - aufgrund von "Gefahr in Verzug" – rasch handelte und eine sofortige Unterschutzstellung mittels Mandatsbescheid (Denkmalschutzbescheid ohne vorausgegangenes Ermittlungsverfahren) ausstellte. Bis dieser Bescheid jedoch bei der Baubehörde einlangte, war es um den Großteil des Doppel-Hauses, das mit Resten von josephinischen Plattendekor geziert war, bereits geschehen. Jetzt wurde ein Abbruchstopp verhängt, denn ein kleiner Teil des nun rechtskräftig denkmalgeschützten Hauses steht ja noch. Dieser kleine Teil war dem Denkmalamt dann doch zu wenig und auch diese Reste durften schließlich aus dem Stadtbild verschwinden. Es war wohl kein Zufall, dass ausgerechnet der Abbruch zwischen den Feiertagen Weihnachten und Neujahr durchgeführt wurde. In anderen Bundesländern und Städten, wie zum Beispiel Graz, wäre dies nicht möglich, und durch ein ordentliches Abbruchverfahren bekäme das Denkmalamt Zeit genug, um zu agieren..



Abb. 7.2: Obere-Donaustr 61, Wien (Foto: Markus Landerer)

8 Wien – Innerhalb von Schutzzonen

Innerhalb von Schutzzonen ist ein Bewilligungsverfahren Voraussetzung für einen Abbruch. Wenn die Schutzwürdigkeit durch die für Schutzzonen zuständige Magistratsabteilung 19 (Architektur und Stadtgestaltung) festgestellt wurde, dann darf das Gebäude nur mit dem Nachweis der technischen oder wirtschaftlichen Abbruchreife abgerissen werden. Hier sind entsprechende Gutachten von entscheidender Bedeutung. Wie schon weiter oben einmal beschrieben, besteht hier ein eklatanter Mangel an Transparenz in der Entscheidungsfindung, der unseriöse Vorgehensweisen Tür und Tor öffnet. Anhand von einigen Fallbeispielen soll aufgezeigt werden, wie auch die Schutzzonen ausgehöhlt werden können und der Denkmalverlust voranschreiten kann.

8.1 Kaipalast: Streit um Gutachten und die (unrühmliche) Rolle der Medien

Im Zuge des drohenden Abbruchs des so genannten „Kaipalastes“ am Franz-Josefs-Kai 47 in der Wiener Innenstadt wurde der Autor erstmals in Sachen Denkmalschutz aktiv und gründete im Jahr 1999 gemeinsam mit Studienkollegen der Kunstgeschichte die Bürgerinitiative *Initiative Kai-Palast* [5]. Eine bekannte Versicherung als Eigentümer hat angekündigt, ihr Haus am Donaukanal abreißen zu wollen. Der bemerkenswerte frühe Stahlbetonbau aus den Jahren 1911/1912 vom jüdischen Architekten Ignaz Reiser erbaut, sollte aus dem Stadtbild verschwinden. Entsprechende Gutachten, die die Abbruchreife des Hauses, das im Zweiten Weltkrieg stark in Mitleidenschaft gezogen worden war, hat der Eigentümer den Behörden vorgelegt. Auf Grund des Drängens der Bürgerinitiative, der Unterstützung durch Fachleute und Prominenz und der großen Resonanz in den Medien wurde seitens der Behörden ein dritte Gutachten in Auftrag gegeben, um zu klären ob das Gebäude nicht doch zu retten wäre [19].



Abb. 8.1: „Kaipalastes“ am Franz-Josefs-Kai 47, Wien (Foto: Markus Landerer)

8.2 Das Gutachten bleibt geheim – Trotz gegenteiliger Ankündigung und behördlicher Auskunftspflicht

Dem gesetzlichen Recht auf Auskunftserteilung über den relevanten Inhalt des Gutachtens kam die Behörde nicht nach, obwohl das Gutachten als „Wissenserklärung“ der Auskunftspflicht der Behörde auch in anhängigen Verfahren unterliegt. Dass die Behörde im Dezember 2000 das Auskunftsbegehren der Initiative abgelehnt hat, ist daher in keiner Weise nachvollziehbar, zumal das Gutachten von Prof. Kollegger (vgl. [19]) als „transparenter und nachvollziehbarer“ [19] Beitrag angekündigt wurde. Trotz anfänglich öffentlicher Ankündigung seitens der Versicherung, nichts gegen eine Veröffentlichung des Gutachtens zu haben [12], wurde die Offenlegung gegenüber den Vertretern der Bürgerinitiative verweigert.

8.3 Die Medienmanipulationen

Offenbar aus der Not heraus, weil das dritte Gutachten doch besser ausgefallen ist, als vom Eigentümer erwünscht, wurde ein viertes Gutachten den Medien gegenüber ins Spiel gebracht, dass aber gar nicht existierte, da es sich nur um einen Nachtrag/Ergänzung zum ersten Gutachten handelte. Dies war aber nichts ungewöhnliches, denn auch bei den anderen Gutachten wurden Ergänzungen vorgenommen. Vielmehr ging es offenbar um den Versuch, das dritte Gutachten mit einem „Neueren“ medial entkräften zu wollen. Schlimm genug, dass die Medien dieses vierte Gutachten ohne entsprechend gründlicher Recherche in ihren Berichten erwähnten. (Erstmals tauchte diese Behauptung in einem Fernsehbericht im August 2000 auf [26], die dann die Zeitungen übernahmen). Nachdem der Autor jedoch bei der letzten Pressekonferenz der Initiative Kai-Palast im Jänner 2001 dezidiert festhielt, dass nachweislich nur drei Gutachten vorliegen, schrieb eine Journalisten am nächsten Tag wieder von vier Gutachten (vgl. [41]). Auf den Umstand angesprochen, fragte der Autor die Journalistin am nächsten Tag nach der Quelle dieser unwahren Behauptung und bekam als Antwort: „von der Versicherung“, also dem parteiischen Eigentümer. Als sich später herausstellte, dass der Chefredakteur dieser so genannten Qualitätszeitung einen Sitz in der Jury des Neubauprojektes hatte, brauchte man sich nicht mehr wundern, dass die Journalistin nicht bei der zuständigen Magistratsabteilung recherchiert hatte. Dem Autor wurde nämlich seitens eines Mitarbeiters der Magistratsabteilung 37 versichert: „Es gibt ganz sicher nicht vier Gutachten“ [16].

Auch die Behauptung, dass „rund (bis zu) 70 Prozent des Gebäudes erneuert werden müssten“ [15], muss wohl als Falschmeldung entlarvt werden, denn der Pressesprecher des zuständigen Stadtrates musste die von ihm getätigte Aussagen in einem Telefonat mit dem Autor sogleich dementieren. Die dritte befremdliche Rolle, die nicht wenige Medien in diesem Fall eingenommen haben – diesmal die Kronenzeitung – war der Umstand, dass zufällig am Tag der letzten Pressekonferenz der Initiative am 19.01.2001 eine Zeitung bereits berichten konnte, dass die Entscheidung zur Abbruchbewilligung des Kai-Palastes schon gefallen sei. Doch auf sofortige Nachfrage im Magistrat bekam man zu hören: „Man ist nach wie vor bei der Bearbeitung“ [16]. Auf die Frage, ob schon der Abbruch entschieden sei, wurde einem mitgeteilt: „Grundsätzlich vielleicht schon, könnte man schon sagen, dass ein Ergebnis abzusehen ist, aber es sind Details noch in dem einen oder anderen Fall zu prüfen für die endgültige Bescheiderstellung“ [16]. Soviel zum Wahrheitsgehalt der Berichterstattung in den Medien. Kaum ein Journalist interessierte sich nach dieser Falschmeldung noch für den Inhalt der Pressekonferenz und bis zum tatsächlichen Beginn des Abbruchs wurde nicht mehr berichtet.

8.4 Biedermeierhaus Sigmundsgasse 5, beinahe Abbruch durch unseriöse Gutachten

Wie wichtig es wäre, Transparenz in den Entscheidungen zu bekommen, zeigt dieses Beispiel. Hier hat der Eigentümer ein Ansuchen auf Abbruch für das Haus in Wien-Neubau gestellt. Da das Gebäude in einer von der Stadt Wien ausgewiesenen historischen Schutzzone liegt, ist eine eigene Abbruchbewilligung nötig, die nur mit dem Nachweis der technischen/wirtschaftlichen Abbruchreife erteilt werden kann. Der Eigentümer hatte entsprechende Gutachten vorgelegt und das Magistrat hätte dem Abbruch sogar schon zugestimmt. Nur dem engagierten Einschreiten des Bundesdenkmalamtes ist es zu verdanken, dass das Gebäude bis heute noch steht. Es hat das Gebäude 2006 mittels Mandatsbescheid sofort unter (vorläufigen) Denkmalschutz gestellt. Da die Absicht des Hausabbruches bestand, hat das Bundesdenkmalamt den Denkmalbeirat ersucht eine Bewertung der Gutachten vorzunehmen. Der Denkmalbeirat kommt zum Ergebnis:

„Es sollte nicht Stil eines Gutachtens sein, wenn wie in [...] durchgeführt, mit nicht hinterfragten Probeerwerten ein für den ungünstigsten Wandschnitt als zulässig errechneter, nur auf einem einzigen, willkürlich gewählten Festigkeitswert basierender Wandwiderstand, durch unzutreffend ermittelte hohe Einwirkungen als um ungefähr 50 % überschritten ausgewiesen wird, wenn einfachste Überlegungen bereits zu dem Ergebnis führen, dass – ganz im Gegenteil – die aufnehmbare Wandlast beträchtlich höher als die tatsächliche Auflast. [...] Der am gegenständlichen Objekt angelegte Bewertungsmaßstab macht die aus gleicher Zeit stammenden Gebäude entlang der Straße, aber auch die meisten Objekte des 19. Jahrhunderts zu potenziellen Abbruchobjekten“ [21].

Kaum vorzustellen, dass die Stadt Wien trotz eines solch unseriösen Gutachtens die Abbruchbewilligung erteilt hätte. Dieser brisante Fall wurde einem Tätigkeitsbericht des Denkmalbeirates [21] entnommen, der zwar gemäß Verordnung der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden kann, aber offenbar nicht muss. Trotz mehrmaligen Nachfragen im BDA wurde dem Autor die Herausgabe eines Exemplar verweigert.

8.5 Wipplingerstraße 33, ein politisch motivierter Abbruch

Lange Zeit hatte es von Seiten des Gebäude-Eigentümers geheißt, dass das 1917 erbaute Haus gegenüber der Börse in der Wiener Innenstadt nur umgebaut, die Fassade gemäß Schutzzone aber erhalten bleibe. Kurz vor dem Abriss im Jahr 2007 war alles anders. In einer Stellungnahme der Magistratsabteilung 19 (zuständig für Schutzzonen) heißt es, dass aufgrund „fehlender Authentizität des Gebäudes, dem Abbruchansuchen stattgegeben wird“ [22]. Basis seien zwei Gutachten renommierter Architekten und Architekturhistoriker, die „auf die mindere Qualität des Baubestandes“ [22] hingewiesen hätten. Es entstand rasch der Eindruck, dass aus politischer Gefälligkeit gegenüber der OPEC der Abriss bewilligt wurde – trotz Schutzzone und Unesco-Weltkulturerbe. Die OPEC hatte nämlich kundgetan nur dann in Wien bleiben zu wollen, wenn sie einen Neubau im Zentrum beziehen kann. Nach dem Aufdecken der politischen Dimension dieses Falles durch eine Zeitung haben beide Gutachter eine Abriss-Empfehlung klar dementiert. Die politische Dimension für die Abriss-Erlaubnis wird auch in der für Schutzzonen zuständigen Magistratsabteilung 19 – zumindest teilweise – bestätigt: "Der Aspekt der Opec war sicher im Hinterkopf. Schließlich ist das ja ganz wichtig für Österreich" [23], erklärt der Leiter der Magistratsabteilung 19. Allerdings sei die Letztentscheidung "rein fachlich" gewesen. "Ich hätte bei jedem anderen Bauwerber auch so entschieden" [23], stellt der Leiter der Magistratsabteilung 19 gegenüber der Wiener Zeitung klar. Schlussendlich deckte jedoch die Volksanwaltschaft 2009 auf, dass es nun doch keine „rein fachliche“ Entscheidung gewesen sein konnte. Sie hatte nämlich in der Abbruchentscheidung einen Begründungsmangel festgestellt (vgl. [42]).

8.6 Feldmühlgasse 9, illegaler Abbruch ohne mögliche Konsequenzen

Illegal abgerissen wurde zu Beginn der Sommerferien 2002 das für das Ensemble der Klimt-Villa so wichtige Nachbarhaus Feldmühlgasse 9 aus der Biedermeierzeit in Wien-Hietzing. An einem Freitag Nachmittag, kurz nach der Schließung der Wiener Magistratsämter, zerstörte ein Bagger in wenigen Minuten dieses Haus. Das Gebäude war insofern von großer Bedeutung, als es sich um eines der letzten noch original erhaltenen Häuser im ehemaligen Garten Gustav Klimts handelte. Das eingeschossige Haus, erbaut um 1860, hatte noch fast genauso ausgesehen wie Gustav Klimt letztes Atelier vor dem Umbau 1923. Gegen den Geschäftsführer des Auftraggebers und dessen ausführende Baufirma wurde wegen des Abbruchs eine Verwaltungsstrafe in Höhe von jeweils 4 620 Euro rechtskräftig verhängt, die jedoch auf Grund des kurz danach erfolgten Konkurses beider Firmen nie bezahlt wurde. Der Eigentümer der Liegenschaft hatte den Abbruch ja nicht angeordnet! Dass er auf Grund des dadurch gewonnenen Vorteils – der Flächenwidmungs- und Bebauungsplan erlaubte jetzt einen Neubau mit vielfacher Bauhöhe – auf Besitzstörung geklagt hat, darf wohl nicht angenommen werden. Auch dieser Fall unterstreicht die Bedeutung von bestandsbezogene Bauungspläne.

8.7 Neustift am Walde 58, in aller Härte gegen Kulturerbezerstörer?

In dem bekannten Heurigenort Neustift am Walde wurde im April 2007 ein Biedermeierhaus illegal abgebrochen. Für das Gebäude, das in einer Schutzzone liegt, waren seitens der Behörde entsprechende Umbaupläne nur unter der Auflage, dass die historisch wertvollen Straßenfassaden erhalten bleiben müssen, erteilt worden. Die Baupolizei stoppte den illegalen Abbruch und es wurde in einer Pressemitteilung der Stadt Wien mitgeteilt, dass eine Strafanzeige erstattet wird. Der zuständige Wohnbaustadtrat betonte darin: "Die Schutzzone Neustift am Walde zählt zu den schönsten und erhaltenswertesten Grätzeln Wiens. Gegen schwarze Schafe, die das historisch wertvolle Erbe aller Wienerinnen und Wiener zerstören, gehen wir in aller Härte vor" [11]. Der Autor hat zwei Jahre nach dem Abbruch versucht Auskunft über die konkreten Konsequenzen respektive Strafhöhe zu bekommen. Kein Kommentar hieß es im Magistrat dazu. Der Bürger darf nicht erfahren, ob es nur bei einem Lippenbekenntnis geblieben ist, oder ob auch den Worten Taten folgten. Das Neubauprojekt einer großen Bank ist nun kurz vor der Fertigstellung.

9 Resümee

9.1 Der Denkmalschutz muss wieder gestärkt werden

Es kann nicht angehen, dass das Bundesdenkmalamt bei den Denkmal-Unterschutzstellungen auf Grund zu geringer Personalausstattung und der komplizierten Unterschutzstellungsverfahren so weit im Rückstand ist und diesen in absehbarer Zeit auch nicht aufholen kann, wie bereits der Rechnungshof 1994 kritisierte [10].

Es darf einfach nicht mehr passieren, dass noch im Jahr 2008 ein Ensemble mit herausragender sozial- und architekturgeschichtlicher Bedeutung eines seiner wichtigsten Bauwerke verliert, wie in der Arbeitersiedlung Marienthal in Gramatneusiedl geschehen oder Pottendorf eines seiner ältesten und bedeutendsten Häuser wie das Gaupmannhaus aus dem 17. Jahrhundert (?) verliert, weil die Unterschutzstellung wenige Tage zu spät kam (beides in Niederösterreich).

Es darf nicht mehr sein, dass Unterschutzstellungen blockiert werden, weil Akten bis zu 17 Jahre lang

unbearbeitet im Bundesministerium liegen bleiben [10], obwohl eine verpflichtende sechsmonatige Bearbeitungsfrist besteht, und nur deshalb kaum etwas dagegen unternommen wird, weil die Eigentümer keine Säumnisbeschwerde einreichen (oft haben die Eigentümer ja selber Interesse, dass die Unterschutzstellung nicht rechtskräftig wird).



Abb. 9.1: *Marienthal in Gramatneusiedl (Foto: Markus Landerer)*

9.2 Konvention zum Schutz des Kulturerbes noch immer nicht ratifiziert

Es darf nicht sein, dass die Republik Österreich als einer der letzten europäischen Staaten das *Übereinkommen zum Schutz des baugeschichtlichen Erbes in Europa* [27] bis heute nicht ratifiziert hat. Diese sähe den „aktiven Denkmalschutz“, d. h. die unbedingte Erhaltungspflicht vor (vgl. [25]).

„Da der Bund jedoch auf Grund der [...] prekären Budgetsituation nicht alle ‚unwirtschaftlichen‘ Instandsetzungsarbeiten entsprechend finanziell zu unterstützen in der Lage ist, muss nach wie vor von der Einführung eines ‚aktiven Denkmalschutzes‘ abgesehen werden“ [25].

Im neuen DMSG, gültig seit dem 01.01.2000 [28] vergrößert sich die Kluft zwischen den nötigen Erhaltungsmaßnahmen und den juristisch geforderten sogar immer mehr. War bisher nur „böswilliges“ Verfallenlassen untersagt (abhängig von der wirtschaftlichen Potenz des Eigentümers), so gelten nach dem neuen DMSG nur mehr solche Instandsetzungsmaßnahmen als „wirtschaftlich zumutbar“, die „keine oder nur geringe Geldmittel erfordern (wie z. B. die Ergänzung einzelner zerbrochener Dachziegel, Verschließung offen stehender Fenster und dergleichen).“ Eine Okkasion für potente Eigentümer, deren „wirtschaftliche Zumutbarkeit“ unter diesen Bedingungen wohl sehr schnell ausgereizt sein wird. Unter diesen Umständen wird die Erhaltung der historischen Identität Österreichs immer mehr vom Wohlwollen der Investoren abhängig. Welche Kulturgüterverluste die österreichische Bevölkerung unter diesen Prämissen zu erdulden haben werden, muss die Zukunft weisen.

Abriss Kommod-Haus, Patscherkofel-Hotel, Kaipalast, Wipplingerstraße. Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Das Bermudadreieck aus Politik, Recht und Verwaltung hat wieder seine Opfer gefordert und zum Verlust der österreichischen Kulturlandschaft beigetragen. Wie eingangs Erhard Busek 1993 den „Rückhalt der Politik“ [30] für den Denkmalschutz beschwört, so kommt auch das Gutachten zur Denkmalpflege von Hoffmann-Axthelm aus dem Jahr 2001 in Deutschland [24] zu einem ähnlichen Ergebnis: Behördliche Denkmalpflege ist zwangsläufig sozial unausgewogen.

10 „Die Politik hat es nicht nötig, sich an ihre eigenen Gesetze zu halten“

„Gegenüber Privaten ohne politische Einflussmöglichkeiten wird dagegen der Denkmalschutz mit aller erdenklicher Schärfe exekutiert, [...]. Man kann den Eindruck haben, dass die Rigidität gegenüber den kleinen Bauherren durchaus eine kompensatorische Funktion hat hinsichtlich der erzwungenen Nachgiebigkeit gegenüber wirtschaftlich starken und politisch erwünschten Bauherren. [...] Es ist die Weisungsgebundenheit der amtlichen Denkmalpflege, die den Durchgriff der politischen Spitze auf die Denkmalschutzentscheidung möglich macht. Es ist daher geradezu die Regel, dass, wann immer Denkmalschutz und wirtschaftliche oder fiskalische Interessen der Stadt-, Landes- oder Bundespolitik kollidieren, der Denkmalschutz zum Stillhalten bzw. zur Aufhebung des Schutzes gezwungen wird. Die Politik hat es nicht nötig, sich an ihre eigene Gesetze zu halten“ [24].

Es geht schon lange nicht mehr darum, ob es „zu viel“ oder „zu wenig“ Denkmalschutz und Altstadt-erhaltung in Österreich gibt. Das ist eine rein gesellschaftliche Frage. Das Problem geht viel tiefer. Die Relationen im Denkmalschutz stimmen einfach nicht mehr, wie es auch Hoffmann-Axthelm ausdrückt.

10.1 Ein Plädoyer an die Zivilgesellschaft

Der Autor hat diesen Artikel nicht verfasst, um in Resignation zu verfallen. Auch möchte er nicht die vielen Leistungen, die Österreich auf dem Gebiet der Denkmalpflege vorweisen kann, schmälern.

Vielmehr will er die interessierte Öffentlichkeit aufrütteln und das Vertrauen in die Fähigkeiten und Möglichkeiten der Bürger selbst stärken, mit dem Ziel die Probleme in der Denkmalpflege einen kleinen Schritt in Richtung einer Lösung zuzuführen. Transparenz und Bürgerbeteiligung sind die neuen Schlagworte für die Gegenwart. Neben der repräsentativen und direkten Demokratie muss das Instrument der partizipativen Demokratie respektive Bürgerbeteiligung gestärkt werden. Zur so genannten *Lokalen Agenda 21* haben sich mittlerweile nicht wenige Kommunen, u. a. auch Wien (nicht jedoch Graz), vertraglich verpflichtet, auch wenn der Weg zu einer ehrlichen Bürgerbeteiligung auch hier noch ein langer sein wird. Der Bürger hat es selbst in der Hand aktiv für den Erhalt der Denkmäler einzutreten. Wesentlich dabei ist auch der Austausch unter Gleichgesinnten, nicht nur um motiviert zu bleiben, sondern auch Erfahrungen und Tipps auszutauschen. Eine gewichtige Rolle spielen deswegen unabhängige Bürgerinitiativen und überparteiliche Vereine, solange sie es schaffen sich von der Politik und anderen äußeren Zwängen in ihren Entscheidungen frei zu halten.

11 Literaturverzeichnis:

- [1] Landerer, Markus: A schene Leich – Hospizbewegung Denkmalschutz. In: *Kunstgeschichte aktuell*. Jg. 21, Heft 02/2004, <http://www.kunsthistoriker-in.at/artikel.php?itemid=244&menuid=5&rubrikid=1&pubid=29> – letzter Zugriff: 01.09.2009
- [2] Landerer, Markus: Bemerkungen zur aktualisierten Neuauflage. In: Klein, Dieter; Kupf, Martin; Schediwy, Robert: *Stadtbildverluste Wien – Ein Rückblick auf fünf Jahrzehnte*. Wien - Zürich: Lit-Verlag 2004
- [3] Landerer, Markus: Leserbrief: Denkmal-Schutz(?) - Gesetz. In: *Kunsthistoriker aktuell*. Jg.20, Heft 04/2003, http://www.kunsthistoriker-in.at/forum_det.php?itemid=85&menuid=7&rubrikid= – letzter Zugriff: 01.09.2009
- [4] Zdrachal, Viktor; Landerer, Markus: Homepage der Bürgerinitiative „Rettet die Sofiensäle“, www.rettet-die-sofiensaele.at
- [5] Landerer, Markus: Homepage der Initiative Kai-Palast, www.denkmalschutz.at/kaipalast
- [6] Landerer, Markus: *Rechtsbetrachtung Abbruch Kommod-Haus*. Unveröffentlichtes Manuskript, 2003
- [7] Homepage des Vereins Initiative Denkmalschutz, www.initiative-denkmalschutz.at
- [8] Bericht des Denkmalbeirates, 2007 (Sigmundsgasse 5)
- [9] Wiener Zeitung, 24., 25. u. 30. Juli 2007 (Wipplingerstraße 33)
- [10] Rechnungshofbericht 1994 zum Thema Denkmalschutz (Nachtrag zum Tätigkeitsbericht des Rechnungshofes über das Jahr 1992)
- [11] APA-OTS-Aussendung: *Baupolizei stellt illegale Abbrucharbeiten in Schutzzone ein*. (Neustift am Walde 58), 17. April 2007, http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20070417_OTS0220 – letzter Zugriff: 02.09.2009
- [12] APA-OTS-Aussendung, Zürich *Kosmos Versicherung AG: Keine Einwände gegen Veröffentlichung des Gutachtens*. (Franz Josef Kai 47), 16. November 2000, http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20001116_OTS0338 – letzter Zugriff: 02.09.2009
- [13] Brandstetter, Alois: *Altenehrung*. St. Pölten: Residenz Verlag 1983 – ISBN 3-7017-0343-4
- [14] Mitgliedstaaten des Europarats: *Übereinkommen zum Schutz des architektonischen Erbes Europas*. Amtliche Übersetzung Deutschlands, Granada 03.10.1985 <http://conventions.coe.int/Treaty/ger/Treaties/Html/121.htm> – letzter Zugriff: 02.09.2009
- [15] Kronezeitung. 19.01.2001
- [16] Landerer, Markus: Telefongespräch mit einem Mitarbeiter der Magistratsabteilung 37. Privates Tonbandprotokoll vom 22.01.2001
- [17] Erkenntnis des Verwaltungsgerichtshofes vom 30.06.2004: Beschwerde der S Aktiengesellschaft in Wien gegen den Bescheid der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur vom 3. Dezember 2003, Zl. 37.003/15-IV/3/2003. http://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Vwgh/JWT_2004090015_20040630X00/JWT_2004090015_20040630X00.pdf – letzter Zugriff: 15.09.2009
- [18] Volksanwaltschaft Wien: Missstandsfeststellung bezüglich des Bescheids des Bundesdenkmalamtes vom 29.8.2007, GZ 35.067/9/07 gemäß § 5 (1) DMSG erteilte Bewilligung der Zerstörung des Bahnhofes Gmunden Seebahnhof. 04.04.2008 <http://www.volksanw.gv.at/missstaende/BD-39-UK-07.pdf> – letzter Zugriff: 15.09.2009
- [19] Planungsstadtrat DDr. Bernhard Görg (Magistratsabteilung 19) – Stadtgestaltung: Auftragserteilung an den Gutachter Prof. Johann Kollegger (Institut für Tragkonstruktionen Betonbau, TU Wien), 08.11.2000

- [20] Landerer, Markus: Telefongespräch mit einem Mitarbeiter der Magistratsabteilung 37. 22.01.2001
- [21] Tätigkeitsbericht des Denkmalbeirates für die Jahre 2006/2007, Seite 11
- [22] Stellungnahme der Magistratsabteilung 19-Stadtgestaltung, zitiert in Wiener Zeitung, 24.07.2007
- [23] Wiener Zeitung, 25.07.2007
- [24] Hoffmann-Axthelm, Dieter: *Kann die Denkmalpflege entstaatlicht werden?* Gutachten für die Bundestagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen, März 2000, Enturf in: *Entstaatlichung der Denkmalpflege? Von der Provokation zur Diskussion. Eine Debatte über die Zukunft der Denkmalpflege.* Vereinigung der Denkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, März 2000, S. 22-23
- [25] Regierungsvorlage: Bundesgesetz, mit welchem das Bundesgesetz betreffend Beschränkungen in der Verfügung über Gegenstände von geschichtlicher, künstlerischer oder kultureller Bedeutung (Denkmalschutzgesetz – DMSG) geändert wird, 1769 der Beilagen zu den Stenographischen Protokollen des Nationalrates XX. GP (Nachdruck vom 8. 7. 1999)
- [26] ORF 2: Wien-Heute. 28.08.2000
- [27] Übereinkommen zum Schutz des baugeschichtlichen Erbes in Europa. Abgeschlossen in Granada am 3. Oktober 1985 – http://www.nike-kultur.ch/fileadmin/user_upload/PDF/Charten/konvention_granada.pdf
- [28] Bundesgesetz: Änderung des Denkmalschutzgesetzes. BGBl. I Nr. 170/1999, 19.08.1999
- [29] <http://www.bda.at/publikationen/812/>
- [30] Busek, Erhard: Festvortrag. In: Kunst und Denkmalpflege 1993
- [31] Stadt Wien: <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/planungen/schutzzone/images/ausgangslage-b.jpg> – letzter Zugriff: 15.09.2009
- [32] Kurier, 27. April 2000
- [33] Kurier: 7. Juli 2002
- [34] Die Presse, 22. April 2004
- [35] Kleine Zeitung: Kommod-Haus: Abbruchbescheid bleibt. 12.09.2003 (16:00 Uhr), <http://www.graz.at/cms/beitrag/10048158/683820/> – letzter Zugriff: 17.09.2009
- [36] Kleine Zeitung: Experte sieht Fehler bei Kommod-Abbruch. 8.10.2003 (21:34 Uhr), online
- [37] Salzburger Nachrichten, 7. Oktober 2003
- [38] Wiener Zeitung, 8. Oktober 2003
- [39] Tiroler Tageszeitung, 26. April 2004
- [40] Tiroler Tageszeitung, 23. April 2003
- [41] Der Standard, 20.01.2001]
- [42] Schreiben der Volksanwaltschaft vom 16.02.2009 an ein Mitglied der Initiative Denkmalschutz

E Neue Schweizer Baunormenreihe SIA 269 zur Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke

R. Steiger



1996
seit 1999

Dr. sc. techn. / Dipl. Bauing. ETH/SIA
René Steiger

Promotion an der ETH Zürich
Empa, Eidgenössische Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt, Abteilung Holz

1 Einleitung

Bauwerke werden derart geplant und bemessen, dass sie die in der Nutzungsvereinbarung zwischen Planer und Bauherr vereinbarten Anforderungen bezüglich Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit über eine bestimmte Nutzungsdauer erfüllen. Die Bemessung des Tragwerks gehorcht den in der Planungsphase aktuellen Baunormen und es ist (grobe Fehler ausgeschlossen) anzunehmen, dass die so bemessene Tragstruktur wirtschaftlich ist und die Normanforderungen vollumfänglich erfüllt. Im Lauf der Nutzung des Bauwerks können sich jedoch, z. B. hinsichtlich Einwirkungen, Umgebungsbedingungen oder Zustand der Baustoffe neue Situationen einstellen, welche eine Neubeurteilung der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit, eine sogenannte *Erhaltungsplanung* verlangen.

Die Erhaltung bestehender Bauwerke ist eine Aufgabe mit zunehmender Wichtigkeit für Architekten und Bauingenieure. 1985 wurde in der Schweiz fünfmal mehr in Neubauten investiert als in Eingriffe in die bestehende Bausubstanz, während das Verhältnis 2007 bereits rund zwei zu eins betrug [1]. Neben der reinen Werterhaltung zwingen oft auch rechtliche Bestimmungen bezüglich der Verantwortlichkeit des Grundeigentümers und der Haftung den Eigentümer eines Bauwerks, in dessen Erhaltung zu investieren.

Die Beurteilung der Bausubstanz bestehender Tragwerke mit Blick auf eine verlängerte oder aber veränderte Nutzung unterscheidet sich deutlich von der Projektierung eines Neubaus. Während man bei der Planung eines Neubaus von diversen Annahmen (Einwirkungen, geometrische Abmessungen, mechanische Eigenschaften der Baustoffe, etc.) ausgeht, sind bei der Bauwerkserhaltung neben Projektierungsannahmen (Nutzung, etc.) viele Informationen über das bestehende Bauwerk vorhanden, welche es gezielt zu erheben und in den Projektierungsprozess einzubinden gilt. Bei der Planung von Neubauten liegen Informationen zu den die Bemessung massgeblich beeinflussenden Einwirkungen, zu den mechanischen Baustoffeigenschaften (charakteristische Werte der Steifigkeit und der Festigkeit) und zu den klimatischen Umgebungsbedingungen oft nur in genereller Form vor. Demgegenüber sind die Menge und insbesondere die Qualität der Information bei bestehenden Tragwerken deutlich grösser bzw. besser.

Mit Ausnahme der ISO-Norm 13822 [2] sind die meisten vorhandenen Baunormen, wie beispielsweise auch die EUROCODES, prioritär auf die Planung von Neubauten zugeschnitten und Angaben über die Erhaltung von Bauwerken und die damit zusammenhängenden Aufgaben des Ingenieurs fehlen. Dies gilt auch für die in der Schweiz seit ihrem Erscheinen 2003 verwendeten SIA-Tragwerksnormen der 260er-Reihe (SIA 260 – 267), welche die Projektierung von Tragwerken regeln. Daher hat der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein SIA im Jahre 2005 das Projekt „Normen für die Erhaltung bestehender Tragwerke“ lanciert. Der vorliegende Beitrag orientiert über die Ziele und den Stand des Projekts und geht auf einige in den neuen Erhaltungsnormen vorhandene spezifische Planungsinstrumente und Überlegungen ein.

2 Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke

2.1 Motivation und Ausgangslage

Die Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke hat den Nachweis einer ausreichenden Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit über eine mit dem Bauherrn zu vereinbarende *Restnutzungsdauer* zum Ziel. Anlass für eine Erhaltungsplanung sind zumeist eine *Nutzungsänderung* und/oder geänderte Anforder-

rungen anderer Art an die Tragstruktur und/oder Zweifel bezüglich der Korrektheit und normkonformen Bemessung der Tragstruktur. Typische Situationen der Nutzungsänderung eines Tragwerks sind:

- erhöhte Belastung (z. B. grössere Nutzlast, geänderte Schneelastmodelle),
- Verlängerung der Nutzungsdauer des Bauwerks über die ursprünglich vereinbarte (und daher der Projektierung zugrundeliegende) Nutzungsdauer hinaus,
- erhöhte Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Tragwerks (z. B. wegen geänderter Bedeutung des Bauwerks für die Infrastruktur oder die Gesellschaft),
- Änderungen am Tragwerk oder Verstärkung desselben.

Zweifel über die Korrektheit/Normkonformität der Bemessungen können sich ergeben, wenn:

- das Tragwerk während längerer Zeit nicht überwacht oder inspiziert wurde und Schäden am Tragwerk oder ein Zerfall der Baustoffe vorliegen könnten,
- eine periodische Inspektion ungünstige Resultate zeigt (Korrosion, Fäulnis, erhöhte Feuchtigkeit, etc.),
- Abweichungen vom ursprünglichen Planungszustand, eine ungenügende Gebrauchstauglichkeit oder Konstruktions- oder Bemessungsfehler bemerkt werden,
- ähnliche Tragwerke sich unzufriedenstellend verhalten,
- das Tragwerk einer geplanten oder unplanmässigen aussergewöhnlichen Einwirkung (Erdbeben, Sturm, überhöhte Nutzlast, Fahrzeuganprall, Brand, etc.) ausgesetzt war
- neue Erkenntnisse zum Tragwerksverhalten oder neue bzw. revidierte Baunormen verfügbar sind.

2.2 Vorgehensweise

Bevor man mit der Erhaltungsplanung startet, ist es essentiell, die Anforderungen an die weitere Nutzung des Bauwerks sowie die geplante Restnutzungsdauer (welche mit einem gewissen Überwachungs- und Unterhaltsprogramm verknüpft sein kann) mit dem Bauherrn zu vereinbaren. Die *Nutzungsvereinbarung* muss geeignete Sicherheitsmassnahmen gegenüber definierten Einwirkungsszenarien, aber u. U. auch akzeptierte Risiken festlegen.

Als nächster Schritt folgt die *Überprüfung*. Gearbeitet wird dabei mit Vorteil (u. a. wegen der Kostenplanung) schrittweise mit zunehmender Vertiefung (Abb. 2.1) [3], [4]. Dies erreicht man, indem man mit einer generellen Überprüfung beginnt und später gegebenenfalls eine oder mehrere detaillierte Überprüfungen vornimmt. Der Grad der Vertiefung richtet sich nach der Qualität der zur Verfügung stehenden Informationen und nach der Bedeutung des Tragwerks.

Vor der Überprüfung nimmt man einen *Augenschein* des Objekts und macht einfache visuelle Kontrollen vor Ort. Das Augenmerk richtet sich dabei vornehmlich auf den Gesamtzustand des Tragwerks und seiner Haupttragelemente.

Wenn sich Zweifel über den Zustand des Bauwerks ergeben, wird eine generelle Überprüfung nötig, welche das gesamte Tragwerk umfasst und auch nicht tragende Bauteile einschliesst, sofern diese eine Gefährdung für Personen, wertvolle Sachgüter und die Umwelt darstellen. Begonnen wird in der Regel mit einem Studium der Bauwerksakten. Dann wird als zentrale Basis für die nächsten Schritte die Nutzungsvereinbarung erstellt bzw. aktualisiert. Nach der Abfassung / Aktualisierung der Projektbasis folgt die Beurteilung des Konzepts des vorhandenen Tragwerks, bei der sich das Augenmerk speziell auf die Robustheit des Tragwerks richtet.

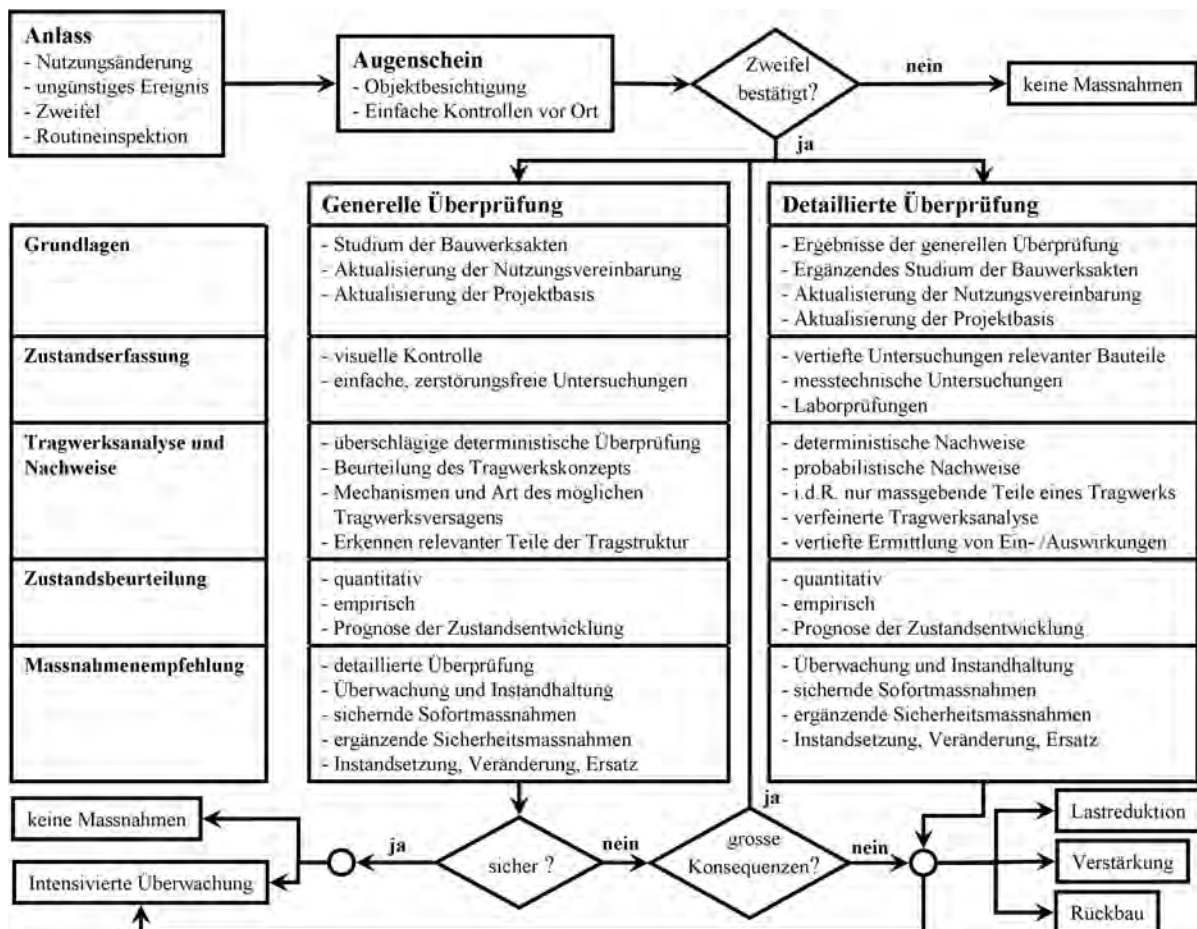


Abb. 2.1: Schrittweises Vorgehen in der Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke [3], [4]

Das bei der Planung von Neubauten meist last- bzw. kraftbasierte Denken des Ingenieurs muss dabei durch das verformungsbasierte Denken ergänzt werden. Aspekte der Systemwirkung (serielle bzw. parallele Systeme), der plastischen Statik (Schnittkraftumlagerung und Kräftegleichgewicht in zulässigen Verformungszuständen) und der Sichtung von möglichen Reserven im Tragwerk gewinnen stark an Bedeutung. Sinnvoller Weise werden dazu die Einwirkungen gruppiert in lastgesteuerte ($F = m \cdot g$, z. B. Eigenlast, Auflast, Nutzlast), kraftgesteuerte ($F = m \cdot a$, z. B. Erdbeben) und verformungsgesteuerte Vorgänge (z. B. Setzungen, Temperaturänderungen, etc.). Erst nach der Abschätzung der Robustheit soll mit der Zustandserfassung begonnen werden. Im Rahmen der generellen Überprüfung besteht diese aus visuellen Kontrollen und einfachen, in der Regel zerstörungsfreien Untersuchungen am Tragwerk. Dabei müssen Schädigungen, Defizite und Schädigungsmechanismen erkannt werden. Abgeschlossen wird die generelle Überprüfung mit überschlägigen Nachweisen der Tragsicherheit und allenfalls der Gebrauchstauglichkeit. Als zentrales Ergebnis gilt es, diejenigen Bereiche des Tragwerks zu erkennen, welche bei der Gegenüberstellung mit den Anforderungen massgebend sind.

Falls in der generellen Überprüfung der Nachweis der Erfüllung der Anforderungen nicht erbracht werden kann und der erwartete Nutzen den vorgesehenen Aufwand rechtfertigt, kann (können) eine (oder mehrere) *detaillierte Überprüfung(en)* vorgenommen werden. Diese beschränkt sich in der Regel auf ausgewählte Teile eines Tragwerks und kann in mehreren Schritten mit zunehmender Vertiefung erfol-

gen. Die detaillierte Überprüfung dient der Ursachenfindung von allfälligen Schädigungen und der vertieften Untersuchung von wichtigen Defiziten. Ausserdem wird das Tragwerk detaillierter analysiert und die Einwirkungen und Auswirkungen sowie die Tragwiderstände und das Verformungsvermögen werden mit höherer Genauigkeit ermittelt. Dazu werden verfeinerte Modelle und spezielle Untersuchungsmethoden wie Laborprüfungen oder messtechnische Untersuchungen verwendet. Betreffend Tragwiderstand interessiert man sich für die möglichen Versagensarten (Sprödbbruch, duktiler Verhalten mit/ohne Verfestigung) der tragenden Teile und Verbindungen sowie für deren Last-/Verformungsverhalten (bisher) und -kapazität (Zukunft).

2.3 Entscheidungsprozess

Wenn die Anforderungen an die gegenwärtige und zukünftige Nutzung eines Tragwerks spezifiziert sind, handelt es sich bei der Erhaltungsplanung um einen sogenannten *Entscheidungsprozess*, mit dem Ziel, diejenigen Massnahmen zu identifizieren, welche die Erfüllung der Anforderungen in Bezug auf die Restnutzungsdauer in möglichst wirtschaftlicher Weise gewährleisten. Dabei ist auf untergeordneter Ebene ein Entscheid bezüglich erforderlichem Detaillierungsgrad der Überprüfung zu treffen. In den meisten Fällen genügt eine generelle Überprüfung gemäss Abschnitt 2.2. Dies muss jedoch im Einzelfall entschieden werden, indem man wie in Abb. 2.1 dargestellt, vorgeht. Für den verantwortlichen Planer ist es essentiell, den Entscheidungsprozess auf in Bezug auf die Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke aktuelle Regeln der Technik beinhaltende Baunormen abstützen zu können.

2.4 Aspekte der Normierung

Richtlinien zur Erhaltungsplanung bestehender Bau- und Tragwerke gibt es in vielen Ländern schon seit geraumer Zeit. Sie wurden zumindest in den USA, in Kanada und in der Schweiz [5] mit erhöhtem Detaillierungsgrad ausgearbeitet [3]. Gegenwärtig sind jedoch nur wenige anwendungsgerechte Normen für die Erhaltungsplanung bestehender Bauwerke verfügbar, so z. B. in den Niederlanden [6], in der Schweiz [5], [7]-[10] und international die ISO-Norm 13822 [2]. Normen zur Planung der Erhaltung bestehender Tragwerke sollten die folgenden Aspekte beinhalten [3]:

- Anwendungsbereich der Norm, inkl. Abgrenzung zwischen der Überprüfung bestehender Tragwerksteile und der Bemessung neuer, bzw. von Verstärkungen
- Vorgehen in der Erhaltungsplanung (z. B. generelle / detaillierte Überprüfung),
- Aktualisierung,
- Nachweismethoden und -formate,
- risiko-basierte Nachweiskriterien,
- Regeln zum Entscheidungsprozess und zur Massnahmenplanung.

Idealerweise sind die Normvorschriften in den Erhaltungsnormen so formuliert, dass der Planer damit auf Basis seines Wissens aus der Neubauplanung auf einfache Weise klar kommt. Daher bildet die deterministische Verifikation von Grenzzuständen nach dem Teilsicherheitskonzept den Normalfall (siehe generelle Überprüfung in Abschnitt 2.2). Aber auch beim deterministischen Nachweis müssen sämtliche zum Zeitpunkt der Überprüfung vorhandenen Informationen in die Betrachtung einfließen. Für eine detaillierte Überprüfung muss die Norm Instrumente und Methoden zum verfeinerten Nachweis (z. B. probabilistische Methoden) und zur Abschätzung der *Verhältnismässigkeit von Massnahmen* bereitstellen.

3 Das SIA-Normenprojekt 269

2003 sind die SIA-Tragwerksnormen 260 – 267 erschienen, in welchen die Bemessungsvorschriften der EUROCODES (EC) praxisgerecht und auf die schweizerischen Bedürfnisse zugeschnitten umgesetzt wurden. Sowohl die EC als auch die Normen SIA 260 – 267 behandeln die Projektierung von neuen Tragwerken, nicht aber die Erhaltungsplanung bestehender Tragwerke. Um diese Lücke zu schliessen, startete der SIA daher im Jahre 2005 ein Projekt zur Erarbeitung entsprechender Normen.

3.1 Struktur des SIA-Normenpakets zur Erhaltungsplanung

Analog zu den EC und den daraus abgeleiteten SIA-Tragwerksnormen 260 – 267 sind die Normen für die Erhaltung von Tragwerken modular aufgebaut. Vorgesehen ist als Pendant zur Norm SIA 260 „Grundlagen der Projektierung von Tragwerken“ [11] eine Basisnorm SIA 269 „Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken“. Darauf aufbauen werden Zusatzregelwerke SIA 269/i, welche die baustoffspezifischen Aspekte der Erhaltung regeln. Der Buchstabe „i“ steht dabei für eine Ziffer zwischen 1 und 7, entsprechend den Tragwerksnormen SIA 261 – 267. Für den Holzbau von Bedeutung sind die Normen:

- SIA 269 „Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken“
- SIA 269/1 „Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen“
- SIA 269/5 „Erhaltung von Tragwerken – Holzbau“
- SIA 269/3 „Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau“ (für die Nachweise von Stahlteilen).

Sämtliche Erhaltungsnormen sind komplementär zu den Tragwerksnormen SIA 260 – 267, d. h. auf Wiederholungen von Texten aus diesen Normen wird verzichtet, um Widersprüche zu vermeiden und die Normen möglichst schlank zu halten.

3.2 Arbeitsstand des Projektes im Sommer 2009

Zur Zeit der Abfassung dieses Tagungsbeitrags präsentiert sich das Erhaltungsnormen-Projekt des SIA in folgendem Stand:

- Die Norm SIA 269 „Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken“ hat die interne und die externe Vernehmlassung durchlaufen. Notwendige Anpassungen wurden vorgenommen und die Norm liegt nun nach einigen Verzögerungen im Schlusssentwurf vor.
- Nach der erfolgreich abgeschlossenen internen Vernehmlassung arbeiten die Projektteams derzeit an der Bereitstellung der Einwirkungsnorm SIA 269/1 und der baustoffspezifischen Erhaltungsnormen 269/i für die externe Vernehmlassung. Diese ist für den Herbst 2009 geplant. Zusammen mit den baustoffspezifischen Normen wird die Grundlagennorm SIA 269 nochmals in die externe Vernehmlassung gehen, da die baustoffspezifischen Normen nur im Gesamtpaket verständlich sind.
- Parallel zu den externen Vernehmlassungen sind auch Probeanwendungen der Normen geplant. Aufgrund der Resultate der Probeanwendungen werden später eventuell nötige Präzisierungen und Ergänzungen in die Normentwürfe eingebaut.

Über den aktuellen Projektstand kann man sich bei Bedarf im SIA-Normenforum (www.sia.ch/forum) informieren. Die derzeitige Planung sieht vor, das Projekt im Herbst 2010 abzuschliessen, womit gegenüber dem ursprünglichen Zeitplan (Projektabschluss Ende 2008) eine Verzögerung von 2 Jahren resultiert.

3.3 Inhalt der Grundlagennorm SIA 269

Der Entwurf der Norm SIA 269 „Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken“ [4] weist folgenden Inhalt auf:

- Allgemeines (Verständigung, Abgrenzung, Ausnahmen, Überwachung und Instandhaltung, Erhaltungswert)
- Anforderungen (Nutzung, Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Verhältnismässigkeit von Erhaltungsmassnahmen)
- Aktualisierung von Einwirkungen, Baustoff- und Baugrundeigenschaften, Tragwerksmodellen und geometrischen Grössen, von Tragwiderständen und des Verformungsvermögens
- Tragwerksanalyse und Nachweise (deterministisch und probabilistisch, Nachweis der Verhältnismässigkeit sicherheitsbezogener Erhaltungsmassnahmen)
- Überprüfung (Vorgehen, Zustandserfassung, Zustandsbeurteilung, Massnahmenempfehlung)
- Erhaltungsmassnahmen (Massnahmenplanung, Instandsetzung und Veränderung, Überwachung und Instandhaltung, sichernde Sofortmassnahmen, ergänzende Sicherheitsmassnahmen)
- Anhänge (schrittweises Verfahren bei der Überprüfung, Aktualisierung von Überprüfungswerten).

4 Schlüsselemente der Grundlagennorm SIA 269

4.1 Begriffe

Bezüglich Begrifflichkeit zur Bauwerkserhaltung als Teil des Gesamtlebenszyklus einer Bauwerks, verwendet die Norm SIA 269 diejenigen aus der Grundlagennorm für die Projektierung von Neubauten [11] (Abb. 4.1). Zusätzlich werden einige weitere wichtige Begriffe eingeführt, auf welche nachfolgend z. T. näher eingegangen wird. Unter *Bauwerkserhaltung* versteht die Norm die Gesamtheit der Tätigkeiten und Massnahmen zur Sicherstellung des Bestandes sowie der materiellen und kulturellen Werte eines Bauwerks.

4.2 Abgrenzung zwischen bestehenden Tragwerksteilen und Umbau / Erweiterung

Im Rahmen der Bauwerkserhaltung sieht man sich häufig mit der Situation konfrontiert, dass bestehende Tragwerksteile zwar erhalten werden können, jedoch verstärkt werden müssen oder dass ganze Bauwerksteile umgebaut oder erweitert werden. Demzufolge ist auch eine Abgrenzung zwischen den zu verwendenden Normen nötig. Die neuen Erhaltungsnormen SIA 269 und 269/1 – 269/7 verfolgen die Strategie, dass bestehende Tragwerksteile mit diesen Normen überprüft werden, dass neue Tragwerksteile oder Verstärkungen jedoch gemäss den Tragwerksnormen SIA 260 – 267 als Neubauelemente zu bemessen sind.

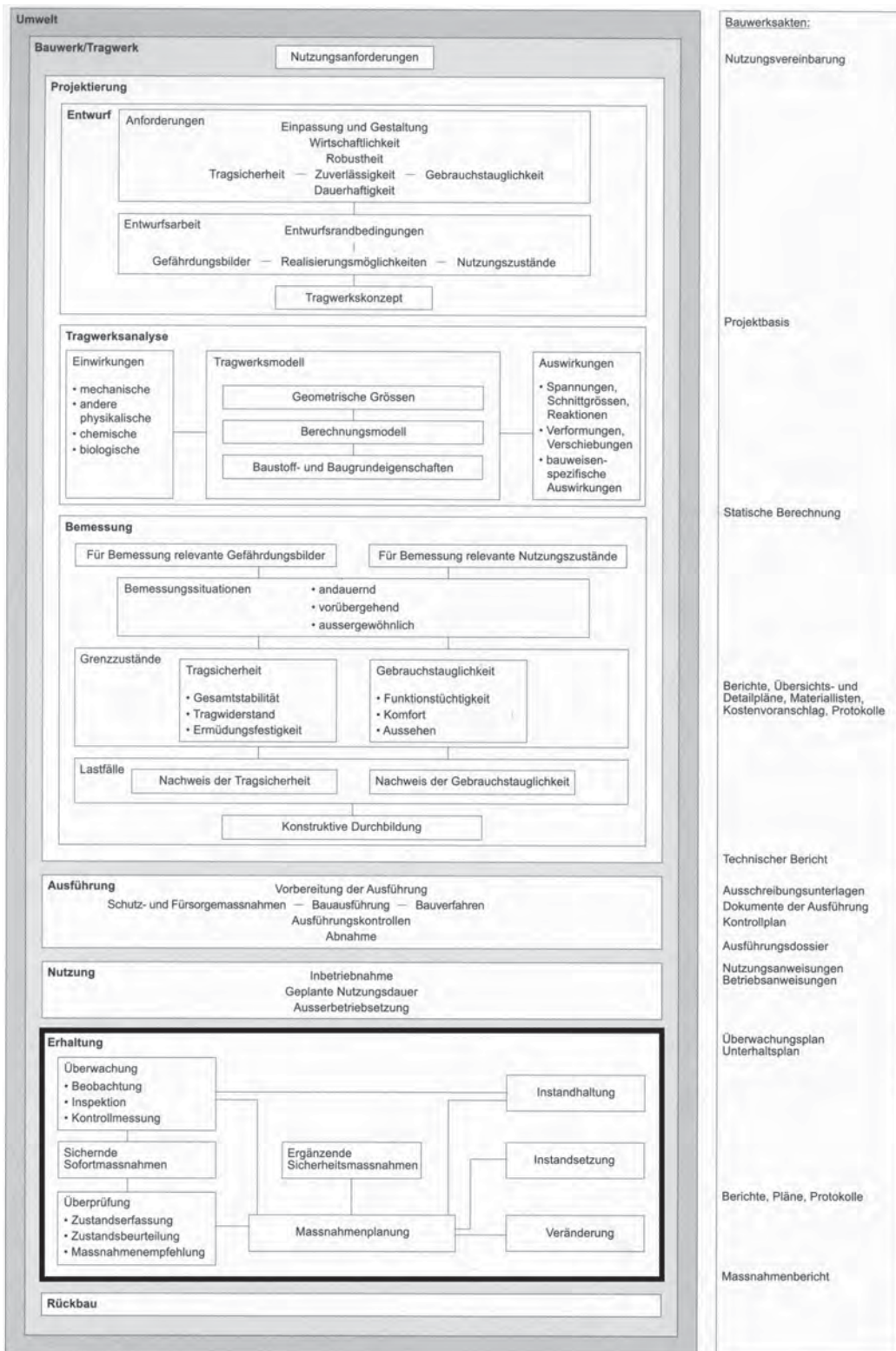


Abb. 4.1: Beziehungen zwischen verschiedenen Projektierungselementen [11]

4.3 Ansprüche an die Bauwerkserhaltung

Die Erhaltung bestehender Tragwerke sollte wirtschaftlich sein, umweltschonend sowie kultur- und sozialverträglich erfolgen und gleichzeitig auf die neuen Anforderungen und Bedürfnisse (Nutzung, aber auch Sicherheitsbedürfnisse von Einzelpersonen und der Gesellschaft) eingehen. Im Wesentlichen sind die Nutzungsanforderungen sowie die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit müssen gewährleistet sein und der *Erhaltungswert* eines Bauwerks sollte unter gebührender Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und immaterieller Komponenten (siehe Abschnitt 4.4) bewahrt werden. Wie bei der Projektierung von Neubauten spielt die *Nutzungsvereinbarung* eine Schlüsselrolle in der Erhaltungsplanung. Ausserdem muss die *Restnutzungsdauer* zusammen mit den zugehörigen Nutzungszuständen in Absprache mit dem Bauherrn festgelegt werden.

4.4 Erhaltungswert von Bauwerken

Bezüglich Ermittlung des Erhaltungswerts von Einzelbauwerken verweist die Norm SIA 269 auf das Merkblatt SIA 2017 [9]. Dort wird ein Vorgehen beschrieben, welches erlaubt, das gegenwärtige und das zukünftige Potential eines Bauwerks möglichst objektiv zu ermitteln. Der Wert eines Bauwerks setzt sich aus vielen verschiedenen Qualitäten zusammen. Neben den üblichen Kriterien der Wirtschaftlichkeit sind weitere immaterielle und materielle Kriterien in die Beurteilung einzubeziehen. Immaterielle Werte sind der Situationswert, der historisch-kulturelle Wert, der gestalterische Wert, der handwerklich-technische Wert, der sozio-kulturelle Wert und der emotionale Wert. Der materielle Wert ergibt sich aus Lage (Standort), Nutzung, Bausubstanz, Gesellschaft, Wirtschaftlichkeit und Umwelt.

4.5 Aktualisierung: Generelles

Wie bereits eingangs des Beitrags erwähnt, ist der Umgang mit Informationen bei der Erhaltungsplanung bestehender Bauwerke von grosser Bedeutung. Der Hauptunterschied zwischen bestehenden Bauwerken und als Neubau zu planenden liegt in der Menge und in der Qualität der vorhandenen Information. Bei der Planung von Neubauten sind diese Informationen mehr oder weniger allgemeiner und unpräziser Art und umfassen beispielsweise die Geometrie und normgemässe Baugrund- und Baustoffeigenschaften sowie Einwirkungen. Letztere basieren auf Annahmen bezüglich Bauwerkstandort, Form und Nutzungsart eines Bauwerks. Auf Basis solch unscharfer Informationen erfolgt die Bemessung der Tragwerke in der Regel deterministisch nach dem bekannten Konzept des Nachweises in Grenzzuständen mit Teilsicherheitsbeiwerten. Probabilistische Nachweise sind grundsätzlich auch möglich. Sie müssen jedoch auf sogenannten A-priori-Verteilungen der Zufallsvariablen aufbauen [12].

Bei bestehenden Bauwerken ist bedeutend mehr Information verfügbar und diese vorhandene Kenntnis über das Bauwerk muss zwingend in die Erhaltungsplanung einfließen. Diesen Prozess bezeichnet man als *Aktualisierung*. Die Aktualisierung erstreckt sich auf die Einwirkungen, die Baustoff- und Baugrundeigenschaften, das Tragwerksmodell, die geometrischen Grössen, den Tragwiderstand und auf das Verformungsvermögen sowie auf Schädigungsmechanismen. Die Informationen sind höchst unterschiedlicher Art und Qualität, manche quantitativ (Rissabmessungen, Deformationen, etc.) andere nur qualitativ (kein, geringer, ernsthafter Schaden). Nach der Aktualisierung wird der probabilistische Nachweis mit A-posteriori-Verteilungen der Zufallsvariablen geführt [12]. Die Aktualisierung kann auf zwei verschiedene Arten gemacht werden [3]:

- Aktualisierung einzelner Zufallsvariablen (auf Grund von Messungen und Beobachtungen) mittels Verfahren der Bayes'schen Statistik,
- Berechnung bedingter Versagenswahrscheinlichkeiten z. B. auf Grund gemessener Risslängen oder nach aussergewöhnlichen Einwirkungen, etc.

Neue Information über ein Tragwerk z. B. aus Inspektionen kann wie folgt definiert werden:

$$\mathbf{I} = \{ \mathbf{x} | h(\mathbf{x}) * 0 \} \quad [4-1]$$

worin das *-Zeichen je nach Art der Information steht für \leq , $>$ oder $=$. Informationen des Typs $=$ sind Messungen von Zufallsvariablen, wobei beachtet werden muss, dass diese Messungen Streuungen unterworfen sind und daher selbst als Zufallsvariablen modelliert werden müssen, dies unter Berücksichtigung möglicher Korrelationen mit anderen Zufallsvariablen (Messungen oder Basisvariablen). Die beiden anderen Fälle (\leq , $>$) beziehen sich auf Beobachtungen, aus denen resultiert, dass eine Zufallsvariable grösser oder kleiner ist als ein gewisser Grenzwert. Auch hier gibt es unter Umständen Korrelationen zu anderen Zufallsvariablen oder zu Beobachtungen derselben Variablen an anderen Stellen des Tragwerks oder zu anderen Zeitpunkten zu beachten. Die Informationen können stammen aus Beobachtungen und Messungen während der bisherigen Nutzung („Das Tragwerk hat bestimmte Einwirkungskombinationen überlebt.“) und aus Zustandserfassungen (Geometrie, lokales Innen- und Aussenklima, Schäden und Baustoffzerfall, statische und/oder dynamische Antwort auf Probelastung, etc.) [3]. Vorausssehbare Veränderungen während der Restnutzungsdauer stellen zusätzliche Informationen dar. Aktualisierung kann sich auch *indirekte Information* aus Beobachtungen an anderen, ähnlichen Tragwerken zu Nutze machen, sofern eine Korrelation zu den Tragwerkeigenschaften besteht, wie z. B. im Fall von ähnlichen Einwirkungen, Baustoffeigenschaften, Zerfallsprozessen, etc. Damit man mit qualitativen Informationen („Das Tragwerk sieht gut aus.“) rechnerisch arbeiten kann, müssen diese formalisiert werden. Aktualisierte Grössen müssen in den rechnerischen Nachweisen deutlich gekennzeichnet werden z. B. durch einen Zusatz-Index „act“, damit man sie von den Grössen bei der Bemessung von Neubauten unterscheiden kann.

4.6 Aktualisierung von Tragwerksmodellen und geometrischen Grössen

Eine wichtige Grundaufgabe bei der Erhaltungsplanung ist die Wahl eines geeigneten Tragwerksmodells, welches sämtliche relevanten Einflussgrössen (z. B. Systemwirkung) korrekt erfasst. Bei der Aktualisierung von geometrischen Grössen (Abmessungen, Spannweiten, Schütthöhen, Dachneigungen, etc.) geht es nicht nur um die rein zahlenmässige Festlegung der Grössen, sondern gleichzeitig um die Berücksichtigung von Schädigungen und Defiziten, welche dazu führen, dass die effektiv mitwirkenden Querschnitte (z. B. infolge Alterung, Korrosion, Fäulnis, etc.) geringer sind, als die messtechnisch erhobenen.

4.7 Aktualisierung von Einwirkungen und von Baustoff- und Baugrundeigenschaften

Der Aktualisierung von Einwirkungen kommt im Rahmen der gesamten Erhaltungsplanung eine wichtige Bedeutung zu. Sämtliche Informationen, welche zu einer Anpassung der charakteristischen Werte aus der Einwirkungsnorm für die Neubauplanung führen, sind zu berücksichtigen. Es kann dabei zur Reduktion der Normlasten, aber auch zu einer Erhöhung kommen. Der bei bestehenden Bauwerken gegenüber der Projektierung von Neubauten verbesserte Informationsgehalt zu den Einwirkungen (insbesondere zu Eigenlast und Auflast) kann dadurch berücksichtigt werden, dass die Teilsicherheitsbeiwerte γ_f reduziert werden dürfen.

Auch Baustoff- oder Baugrundeigenschaften müssen aktualisiert werden. Ausgangspunkt ist hier zu-
meist das Studium der Bauwerksakten. Im Rahmen der Zustandserfassung muss geprüft werden, ob die
Angaben in den Bauwerksakten zutreffend sind. Im Holzbau ist es wichtig, auch die klimatischen Be-
dingungen im Innern des Bauwerks und in der näheren Umgebung zu untersuchen. Dies nimmt Einfluss
auf die Aktualisierung der Umrechnungsfaktoren zur Erfassung des Holzfeuchte- und Lastdauerein-
flusses und, falls Schäden entstanden sind, auf die Aktualisierung der Baustoffwiderstände und der
Tragwiderstände von Verbindungen. Durch Umnutzungen bedingte Änderungen an der Gebäudehülle
oder bei technischen Installationen (stillgelegte Ventilatoren) können markante Änderungen im Innen-
klima (Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur) bewirken, was zu Schäden im Tragwerk führen kann. Auch
Veränderungen in der Umgebung des Bauwerks (Beschattung durch „erwachsene“ Bäume) muss Be-
achtung geschenkt werden.

Der derzeit vorliegende Entwurf der Norm SIA 269 [4] verwendet den folgenden semi-probabilisti-
schen Ansatz zur Ermittlung aktualisierter Bemessungswerte aus bekannten und ihrerseits aktualisier-
ten Verteilungen der Basisvariablen:

- Auswirkungen aus ständigen Einwirkungen werden mit einer Normalverteilung beschrieben, Aus-
wirkungen aus variablen oder aussergewöhnlichen Einwirkungen mit einer Gumbel-Verteilung.
Zur Modellierung von Festigkeiten und Steifigkeiten werden Log-Normalverteilungen verwendet.
(Im Falle von Holzdichten und der Holzdruckfestigkeit senkrecht zur Faser greift man nach Vorga-
be des JCSS Probabilistic Model Code [13], [14] auf Normalverteilungen und für die Zugfestigkeit
senkrecht zur Faser auf eine 2-parametrische Weibull-Verteilung zurück.)

Der aktualisierte Überprüfungswert von normalverteilten Auswirkungen (E), Variablen des Trag-
widerstands (R) und der Steifigkeit wird wie folgt berechnet:

$$E_{d,act} = E_{m,act}(1 + \alpha_E \beta_0 v_{E,act}) \quad [4-2]$$

$$R_{d,act} = R_{m,act}(1 + \alpha_R \beta_0 v_{R,act}) \quad [4-3]$$

$E_{m,act}$ und $R_{m,act}$ sind aktualisierte Erwartungswerte, $v_{E,act}$ und $v_{R,act}$ sind aktualisierte Variations-
koeffizienten und α_E und α_R sind Sensitivitätsfaktoren. β_0 ist der Zielwert des Zuverlässigkeitsin-
dex, welcher aus dem Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit P_f gemäss Tab. 4.1 und GL.[4-14]
berechnet werden kann.

- Der aktualisierte Überprüfungswert von log-normalverteilten Auswirkungen (E) und Variablen des
Tragwiderstands (R) wird wie folgt berechnet:

$$E_{d,act} = E_{m,act} \cdot e^{(\alpha_E \beta_0 \delta_E - 0,5 \delta_E^2)} \quad [4-4]$$

$$R_{d,act} = R_{m,act} \cdot e^{(\alpha_R \beta_0 \delta_R - 0,5 \delta_R^2)} \quad [4-5]$$

$$\delta_E^2 = \ln(v_{E,act}^2 + 1) \quad [4-6]$$

$$\delta_R^2 = \ln(v_{R,act}^2 + 1) \quad [4-7]$$

$E_{m,act}$ und $R_{m,act}$ sind aktualisierte Erwartungswerte, $v_{E,act}$ und $v_{R,act}$ sind aktualisierte Variations-
koeffizienten, α_E und α_R sind Sensitivitätsfaktoren und δ_E und δ_R sind Parameter der Log-Normal-
verteilung.

- Der aktualisierte Überprüfungswert von Gumbel-verteilten Auswirkungen (E) wird bestimmt aus:

$$E_{d,act} = E_{m,act} [1 - v_{E,act}(0,45 + 0,78 \cdot \ln\{-\ln[\Phi(\alpha_E \beta_0)]\})] \quad [4-8]$$

$E_{m,act}$ ist der Erwartungswert, $v_{E,act}$ ist der aktualisierte Variationskoeffizient und α_E der Sensitivitätsfaktor. β_0 ist der Zielwert des Zuverlässigkeitsindex, welcher aus dem Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit P_f gemäss Tab. 4.1 und GL.[4-14] berechnet werden kann.

- Sofern die Sensitivitätsfaktoren nicht mit Hilfe von FORM-Analysen (FORM = First Order Reliability Method) [12] aktualisiert werden, kann vereinfacht mit folgenden Faktoren gerechnet werden:

$\alpha_E = 0,7$	für die Auswirkungen von Leiteinwirkungen
$\alpha_E = 0,3$	für die Auswirkungen von Begleiteinwirkungen
$\alpha_R = -0,8$	für Tragwiderstände, die im Tragsicherheitsnachweis von massgebender Bedeutung sind
$\alpha_R = -0,3$	für Tragwiderstände, die im Tragsicherheitsnachweis von untergeordneter Bedeutung sind.

4.8 Aktualisierung des Verformungsvermögens der Tragstruktur

Es gilt, nicht nur lokal einzelne Tragelemente zu untersuchen. Man muss sich vielmehr ein Bild vom gesamten Tragverhalten der Struktur machen und damit zusammenhängend auch das (bisherige) Verformungsverhalten und das (zukünftige) Verformungsvermögen sowie die mögliche Versagensart (spröde, duktil, progressiv, etc.) beurteilen. Dabei muss man beachten, dass sich die Einwirkungen und das Verformungsvermögen des Tragwerks gegenseitig beeinflussen können. Auch hier muss man die Einflüsse von Schädigungen und Defiziten auf den Tragwiderstand und das Verformungsvermögen möglichst quantifizieren und in die Aktualisierung der geometrischen Grössen oder der Baustoff- und Baugrundeigenschaften einfließen lassen.

4.9 Nachweisformat und Entscheidungsprozess

Ob der Tragsicherheitsnachweis deterministisch oder (semi-)probabilistisch geführt wird, ist letztlich unerheblich und es werden in den Normen daher beide Verfahren zugelassen [4], [11], [15], [16]. Den Normalfall bildet der deterministische Nachweis in Grenzzuständen nach dem Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte. Mit einem (semi-)probabilistischen Nachweis kann dessen Aussagekraft erhöht werden. Entscheidungen sind stets auf Grund von bestimmten Kriterien zu fällen, wie z. B. Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β_0 , Wirtschaftlichkeit, Zeitverhältnisse, sozio-ökonomische oder politische Überlegungen, aber auch auf Grund von Norm- oder Gesetzesvorschriften.

4.9.1 Deterministischer Nachweis der Tragsicherheit

Der Nachweis der Tragsicherheit erfolgt in der Regel auch bei der Erhaltungsplanung nach dem deterministischen Verfahren, d. h. nach dem Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte. Allerdings ist die Situation bei bestehenden Bauwerken insofern anders, als dass bei Neubauten die Eingabewerte (Auswirkungen und Tragwiderstände) in den Nachweisen eine unterschiedliche Informationsqualität aufweisen. Bei der Projektierung von Neubauten werden die Eingabewerte durch den Projektierenden in Form von Lastannahmen und Baustoffen (Festigkeitsklasse) gewählt und der Nachweis unter Annahme einer

planmässigen Geometrie (Querschnittsabmessungen, Spannweiten, etc.) für eine zukünftige reale Situation geführt. Bei bestehenden Tragwerken können die Auswirkungen und Widerstände anhand der effektiven Situation real ermittelt (bzw. *überprüft*) werden. Dieser verbesserte Informationsgehalt fliesst ein in die aktualisierten charakteristischen Werte von Einwirkungen und Widerständen sowie in aktualisierte Teilsicherheitsbeiwerte. Diesem Unterschied kann man dadurch gerecht werden, dass man bei Nachweisen von bestehenden Tragwerken von „Überprüfungssituation“ anstelle von „Bemessungssituation“ und von „Überprüfungswert“ anstelle von „Bemessungswert“ redet. So wird in statischen Berechnungen auch klarer ersichtlich, welche Tragwerksteile überprüft wurden und welche neu gebaut, umgebaut oder verstärkt wurden.

Während bei der Bemessung von Neubauten im Rahmen des Tragsicherheitsnachweises lediglich gezeigt wird, dass die vorhandenen Bemessungswerte der Auswirkungen E_d geringer sind als die Bemessungswerte des Tragwiderstands R_d (GL.[4-9]), interessiert man sich bei der Überprüfung nicht nur dafür ob der Nachweis erfüllt ist, sondern auch, wie gross die Reserven bzw. die Defizite sind. Diese Frage beantwortet sich am einfachsten, indem man den Überprüfungswert des Tragwiderstands $R_{d,act}$ mit demjenigen der Auswirkungen $E_{d,act}$ in ein Verhältnis GL.[4-10] setzt und so einen *Erfüllungsgrad* n errechnet:

$$E_d \leq R_d \quad [4-9]$$

$$n = \frac{R_{d,act}}{E_{d,act}} \geq 1 \quad [4-10]$$

4.9.2 Probabilistischer Nachweis der Tragsicherheit

In Situationen, wo der Erfüllungsgrad n geringer ist als 1,0, muss ein Tragwerk verstärkt oder die Nutzung eingeschränkt werden. Wenn der Nachweis nur knapp nicht erbracht werden kann und/oder wenn die zu ergreifenden Verstärkungsmassnahmen sehr aufwendig und kostenintensiv sind, lohnt es sich unter Umständen, den Nachweis der Tragsicherheit verfeinert zu führen. Darunter versteht man die Verfeinerung von Modellen und die weitere Verbesserung der Kenntnis über die massgebenden Bemessungsgrössen. Zu den verfeinerten Modellen gehört u. a. das Konzept des probabilistischen Nachweises des Tragwiderstands nach Methoden der Zuverlässigkeitstheorie.

Beim probabilistischen Nachweis der Tragsicherheit werden sämtliche Modellparameter bzw. *Basisvariablen* (Geometrie, Einwirkungen bzw. Auswirkungen, Tragwiderstände) durch statistische Verteilungsfunktionen beschrieben. Es wird dann eine Versagenswahrscheinlichkeit P_f errechnet und mit dem Zielwert der Versagensrate P_s verglichen:

$$P_f \leq P_s \quad [4-11]$$

Das Versagen \mathbf{F} ist mit einem Übergang der Grenzzustandsgleichung $g(\mathbf{x})$ vom günstigen in den ungünstigen Bereich verbunden:

$$\mathbf{F} = \{ \mathbf{x} | g(\mathbf{x}) \leq 0 \} \quad [4-12]$$

Der Vektor \mathbf{x} beschreibt die relevanten Basisvariablen des Problems (Einwirkungen \mathbf{s} , Tragwiderstände \mathbf{r} , etc.). Die Grenzzustandsgleichung $g(\mathbf{x})$ kann auch als Differenz zwischen Widerstandsfunktion $r(\cdot)$ und Einwirkungs- bzw. Auswirkungsfunktion $s(\cdot)$ dargestellt werden

$$g(\mathbf{x}) = r(\mathbf{x}) - s(\mathbf{x}) \quad [4-13]$$

Die Versagenswahrscheinlichkeit P_f kann man auch durch den Zuverlässigkeitsindex β ausdrücken:

$$\beta \leq -\Phi^{-1}(P_f) \quad (-\Phi^{-1} \text{ ist die inverse Standard-Normalverteilung.}) \quad [4-14]$$

Der Zusammenhang zwischen β und P_f ist in Tab. 4.1 numerisch ausgewertet dargestellt:

Tab. 4.1: Zusammenhang zwischen dem Zuverlässigkeitsindex β und der Versagenswahrscheinlichkeit P_f

P_f	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β	1,3	2,3	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2

Die errechneten Versagenswahrscheinlichkeiten bzw. Zuverlässigkeitsindizes müssen mit Zielwerten verglichen werden. Die Wahl von Zielwerten des Zuverlässigkeitsindex hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. Art und Bedeutung des Tragwerks, mögliche Konsequenzen eines Tragwerksversagens, sozio-ökonomische Kriterien, etc. Bei der Festlegung von Zielwerten des Zuverlässigkeitsindex in Normen müssen die folgenden Dinge beachtet werden [3]:

- Zielwerte des Zuverlässigkeitsindex sind nicht notwendigerweise identisch für zu bemessende und bereits bestehende Tragwerke, da sich wichtige Einflussfaktoren wie z. B. die Restnutzungsdauer, die Art der Nutzung oder die Bedeutung eines Bauwerks geändert haben können.
- Zielwerte des Zuverlässigkeitsindex unterscheiden sich für Bauwerke im weiteren Sinn (d. h. inkl. z. B. Produktionseinrichtungen) und für Tragwerke im engeren Sinn.
- Es ist zu unterscheiden, ob die Zielwerte des Zuverlässigkeitsindex „Human errors“ in seinen verschiedenen möglichen Ausprägungen (Bemessungsfehler, mangelhafte Qualitätskontrolle, Ausführungsfehler, Fehler in der Nutzung, Unwissenheit, Unachtsamkeit, etc.) beinhalten oder nicht.
- Es ist wichtig, ob die Zielwerte bezogen sind auf das Versagen von einzelnen Bauteilen oder auf dasjenige ganzer Tragsysteme.
- Die Zielwerte sind stets abhängig von den angewendeten Verteilungsmodellen der beteiligten Basisvariablen [17]. Probabilistische Nachweise in Baunormen müssen daher auf einem konsistenten Set von Prozeduren und Modellen basieren, wie es z. B. der JCSS-Probabilistic Model Code [13] darstellt.
- Der Zielwert des Zuverlässigkeitsindex ist abhängig von den Konsequenzen eines Tragwerksversagens und von den Kosten für die dagegen zu ergreifenden Sicherheitsmassnahmen. Vernünftige Werte für den Zielwert des Zuverlässigkeitsindex sind für Grenzzustände der Tragsicherheit in der Tab. 4.2 [13] angegeben. Für probabilistische Nachweise der Gebrauchstauglichkeit können die β -Werte auf Grund ähnlicher Überlegungen festgelegt werden. Man unterscheidet dort i. d. R. zwischen reversiblen und irreversiblen Folgen des Nichterfüllens eines Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit.

Um die in der Tab. 4.2 angegebenen Zielwerte des Zuverlässigkeitsindex anwenden zu können, müssen die Begriffe „klein“, „gering“, „mittel“, „moderat“ und „gross“ quantifiziert werden. Im Entwurf der Norm SIA 269 [4] werden die relativen Kosten der Sicherheitsmassnahmen durch die sogenannte Verhältnismässigkeit von sicherheitsbezogenen Erhaltungsmassnahmen bzw. Massnahmeneffizienz EF_M ausgedrückt (siehe Abschnitt 4.9.3). EF_M wird als klein eingestuft, wenn $EF_M < 0,5$, als normal wenn $0,5 \leq EF_M \leq 2,0$ und als gross wenn $EF_M > 2,0$.

Tab. 4.2: Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β (und zugehöriger Zielwert der Versagenswahrscheinlichkeit P_f) bezogen auf eine Zeitdauer von 1 Jahr, gültig für Grenzzustände der Tragsicherheit [13]

Relative Kosten der Sicherheitsmassnahmen	Konsequenzen eines Tragwerksversagens		
	gering	moderat	gross
klein	$\beta = 3,1$ ($P_f \approx 10^{-3}$)	$\beta = 3,3$ ($P_f \approx 5 \cdot 10^{-4}$)	$\beta = 3,7$ ($P_f \approx 10^{-4}$)
mittel	$\beta = 3,7$ ($P_f \approx 10^{-4}$)	$\beta = 4,2$ ($P_f \approx 10^{-5}$) ¹⁾	$\beta = 4,4$ ($P_f \approx 5 \cdot 10^{-6}$)
gross	$\beta = 4,2$ ($P_f \approx 10^{-5}$)	$\beta = 4,4$ ($P_f \approx 5 \cdot 10^{-5}$)	$\beta = 4,7$ ($P_f \approx 10^{-6}$)

¹⁾ häufigste Bemessungssituation

Die Konsequenzen eines Tragwerksversagens können entweder durch eine qualitative Beurteilung des Personenrisikos und der erwarteten Kosten im Falle eines Tragwerksversagens abgeschätzt werden, oder mit Hilfe des Koeffizienten κ :

$$\kappa = \frac{C_F}{C_W} \quad [4-15]$$

C_F bezeichnet alle direkten Kosten bei Versagen, C_W die Kosten zur Wiederherstellung des Tragwerks. Geringe Konsequenzen ist ein Wert von $\kappa < 2$ zugeordnet, moderaten Konsequenzen ein Wert von $2 < \kappa < 5$ und grossen Konsequenzen ein solcher von $5 < \kappa < 10$ [3].

Probabilistische Nachweise sind geeignet bei besonders hohem oder besonders tiefem Kenntnisstand über das Tragwerk und seinen Zustand, bei grossen Konsequenzen eines Tragwerkversagens, um die Effizienz von Überwachungs- und Instandstellungsstrategien zu beurteilen und für grundsätzliche Entscheide einen ganzen Tragwerksbestand betreffend (z. B. Eisenbahnbrücken aus Stahl mit Nietverbindungen). Probabilistische Nachweise erfordern entsprechendes Fachwissen und sind in der Regel aufwendiger als deterministische Nachweise. Dieser erhöhte Aufwand kann jedoch meist durch die begründete Unterlassung von baulichen Erhaltungsmaßnahmen gerechtfertigt werden.

4.9.3 Nachweis der Verhältnismässigkeit von Erhaltungsmaßnahmen

Um beurteilen zu können, ob sich Erhaltungsmaßnahmen lohnen, stellt man am besten deren Aufwand (direkte und indirekte Kosten für die Erfüllung der Anforderungen) und Nutzen (Gewinn an Erhaltungswert und Zuverlässigkeit) einander gegenüber, dies bezogen auf die Restnutzungsdauer. Als Instrumentarium empfiehlt sich der Begriff der *Verhältnismässigkeit*. Im Entwurf der Norm SIA 269 [4] wird die Verhältnismässigkeit von sicherheitsbezogenen Erhaltungsmaßnahmen aufgrund ihrer Effizienz und unter Berücksichtigung folgender Aspekte beurteilt:

- Sicherheitsanforderungen von Individuum und Gesellschaft
- Verfügbarkeit eines Bauwerks oder einer Anlage
- Schadensausmass für Personen, Sachgüter und Umwelt
- Erhaltung des kulturellen Werts.

Die Aufwendungen für Erhaltungsmaßnahmen können ausgedrückt werden als Kosten für die Erfüllung der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit eines Tragwerks. Als Nutzen von Erhaltungs-

massnahmen kann man den Gewinn an materiellen und kulturellen Werten, die Reduktion der Kosten für Überwachung und Instandhaltung, sowie die Risikoreduktion durch die Wiederherstellung der geforderten Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ausweisen. Ein Schlüsselparameter zur Ermittlung der Kosten ist die Restnutzungsdauer. Auch die Rückbaukosten müssen in die Kostenbetrachtung einfließen. Letztlich kann die Massnahmeneffizienz durch Gegenüberstellung der Risikoreduktion und der Sicherheitskosten, ausgedrückt durch den Koeffizienten EF_M , beurteilt werden:

$$EF_M = \frac{\Delta R_M}{SC_M} \quad [4-16]$$

ΔR_M bezeichnet die Reduktion des Risikos für Leib und Leben infolge von Erhaltungsmassnahmen und SC_M bezeichnet die Sicherheitskosten, die der eigentlichen Sicherung des Tragwerks angelastet werden. ΔR_M und SC_M werden als diskontierter, jährlicher monetärer Wert über die Restnutzungsdauer formuliert. Eine sicherheitsbezogene Erhaltungsmassnahme gilt bezogen auf die Restnutzungsdauer als verhältnismässig, wenn gilt $EF_M \geq 1,0$.

Als Grenzkosten für ein gerettetes Menschenleben werden in der Regel 10 Millionen Schweizer Franken ($\approx 6,7$ Mio EUR) angenommen; für Verletzungen und Invalidität können Ansätze des Versicherungsrechts übernommen werden.

Die Diskontierung muss spezifiziert werden. Die Norm SIA 269 geht von einem Zinssatz von 2 % aus. Der Diskontierungsfaktor DF errechnet sich aus:

$$DF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad [4-17]$$

mit i = Diskontierungszinssatz [-] und n = Restnutzungsdauer [a].

4.10 Massnahmenplanung

Auch die Planung von Erhaltungsmassnahmen erfolgt zweckmässigerweise *mehrstufig*. Die Überprüfung sollte mit einer Massnahmenempfehlung abschliessen. Falls auf Grund dieser Empfehlung bauliche Massnahmen zu planen sind, beginnt man mit einem *Massnahmenkonzept*. Dieses entspricht in Inhalt und Stufe einem Vorprojekt und umfasst die Beschreibung von Erhaltungsvarianten inkl. deren Machbarkeit, einen Variantenvergleich und einen begründeten Vorschlag einer optimalen, empfohlenen Variante. Wenn in Absprache mit dem Bauherrn die auszuführende Variante festgelegt wurde, beginnt die detaillierte Planung in Form eines *Massnahmenprojekts*. Dieses entspricht in Umfang und Inhalt einem Bauprojekt.

5 Baustoffspezifische Normen SIA 269/2 – 269/7

Spezifisch nur für die Nachweise von Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit einzelner Baustoffe nötige Vorschriften werden in den baustoffspezifischen Normen SIA 269/2 – 269/7 gemacht, z. B. Angaben zu:

- Eigenschaften und Bemessungswerte von Baustoffen aus früheren Normen (z. B. Stahl St 37, Schnittholz FK II, Brettschichtholz FA, etc.),
- Vorgehen im Rahmen der Zustandserfassung und geeignete Methoden,

- Angaben zur Durchführung von Versuchen (z. B. Stichprobengrößen, Prüfnormen) und zur Auswertung von Versuchsergebnissen,
- Hilfestellungen für die Aktualisierung (z. B. bei Schäden wie Rissen etc.),
- Besondere Angaben zum Nachweis der Tragsicherheit (z. B. Festlegung von aktualisierten Sicherheitsbeiwerten $\gamma_{M,act}$ und Umrechnungsfaktoren z. B. zur Berücksichtigung der Holzfeuchte und des Lastdauereinflusses $k_{mod,act}$),
- Angaben zu Tragwerksmodellierung (Umgang mit Imperfektionen, etc.) und zu damit zusammenhängenden Berechnungsverfahren (Plastizitätstheorie, etc.),
- Vorgehen bei der Zustandsbeurteilung und Massnahmenempfehlung,
- Anforderungen an die Massnahmenplanung,
- Ausführung, Qualitätssicherung und Überwachung von Erhaltungsmaßnahmen,
- Angaben zum Vorgehen bei historischen Bauwerken,
- Verweisungen auf weiterführende Dokumente (z. B. Brandschutz, Holzschutz, etc.).

6 Beispiel

Die Anwendung des beschriebenen Instrumentariums illustriert nachfolgendes Beispiel [18].

6.1 Problembeschreibung

Die in diesem (virtuellen) Beispiel zu untersuchende Tragstruktur besteht aus einer Gruppe von parallel horizontal angeordneten einfach gelagerten Biegeträgern aus BSH der Festigkeitsklasse GL24h [19] mit den charakteristischen Werten der Biegefestigkeit $f_{m,g,k} = 24 \text{ N/mm}^2$, der Schubfestigkeit $f_{v,g,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$ und den Steifigkeitsmoduln $E_{0,g,mean} = 11\,600 \text{ N/mm}^2$ und $G_{g,mean} = 720 \text{ N/mm}^2$. Die Träger haben eine Spannweite von 6 m und einen Abstand untereinander von 2,5 m. Für die Erstnutzung des Bauwerks war eine Nutzlast von 4 kN/m^2 (entspricht einer Linienlast von $q_k = 10 \text{ kN/m}$) anzunehmen. Die Eingabewerte für das Beispiel sind in Tab. 6.1 und Tab. 6.2 zusammengestellt. Die verwendeten Verteilungsmodelle und Eingabewerte für die Basisvariablen folgen den Empfehlungen des JCSS Probabilistic Model Code [13], [14].

Tab. 6.1: Eingabewerte für das gewählte Beispiel

Basisvariablen	Char. Wert [N/mm ²]	Fraktile	Verteilungs- funktion	COV	Mittelwert [N/mm ²]	Standardabweichung [N/mm ²]
Biegefestigkeit F_m	24	5	LogNormal	0,15	31,0	4,65
Schubfestigkeit F_v	2,7	5	LogNormal	0,20	3,81	0,76
E-Modul	11 600	-	LogNormal	0,13	11 600	1 508
Schubmodul	720	-	LogNormal	0,13	720	93,6
Nutzlast, Bemessungssituation	1	50	Normal	0,10	1,00	0,10
Nutzlast, Überprüfungssituation	10	98	Gumbel	0,60	3,91	2,35

COV = Variationskoeffizient

Tab. 6.2: Korrelationskoeffizient ρ der Basisvariablen

Basisvariablen	F_v	E	G
F_m	0,4	0,8	0,4
F_v		0,4	0,6
G		0,6	-

6.2 Bemessung als Neubau (Bemessungssituation)

Unter Annahme einer ständigen Last (Auflast + Eigenlast) von $g_k = 1$ kN/m und Teilsicherheitsbeiwerten von $\gamma_{f,g} = 1,35$ für die ständigen Lasten und $\gamma_{f,q} = 1,5$ für die Nutzlast [11], ergeben sich die maximalen Bemessungswerte des Biegemoments und der Querkraft zu:

$$M_d = \frac{(\gamma_{f,g} \cdot g_k + \gamma_{f,q} \cdot q_k) \cdot l^2}{8} = 73,6 \text{ kNm} \quad [6-1]$$

$$V_d = \frac{(\gamma_{f,g} \cdot g_k + \gamma_{f,q} \cdot q_k) \cdot l}{2} = 49,1 \text{ kN} \quad [6-2]$$

Wie der nachfolgende Nachweis der Tragsicherheit unter Annahme eines Modifikationsbeiwertes zur Erfassung der Einflüsse von Lasteinwirkungsdauer und Holzfeuchte von $k_{mod} = 0,80$ (Klasse der Lasteinwirkungsdauer: mittel) und eines Teilsicherheitsbeiwertes baustoffseitig von $\gamma_M = 1,25$ zeigen [20], genügt ein BSH-Querschnitt von 160 mm \times 440 mm den Anforderungen:

$$M_{Rd} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,g,k} \cdot \frac{160 \cdot 440^2}{6}}{\gamma_M} = 79,3 \text{ kNm} > M_d = 73,6 \text{ kNm} \quad [6-3]$$

$$V_{Rd} = \frac{k_{mod} \cdot \frac{2}{3} \cdot f_{v,g,k} \cdot 160 \cdot 440}{\gamma_M} = 81,1 \text{ kNm} > V_d = 49,1 \text{ kN} \quad [6-4]$$

Die Durchbiegung unter Nutzlast beträgt in Spannweitenmitte:

$$u = \frac{5 \cdot q_k \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot \frac{160 \cdot 440^3}{12}} + \frac{q_k \cdot l^2}{8 \cdot G \cdot \frac{5}{6} \cdot 160 \cdot 440} = 12,8 + 1,1 = 13,9 \text{ mm} < l/400 = 15 \text{ mm} \quad [6-5]$$

6.3 Nutzungsänderung (Überprüfungssituation)

Einhergehend mit einer Nutzungsänderung ergeben sich in der Überprüfungssituation höhere Nutzlasten von $q_{k,act} = 12,5$ kN/m. Der Variationskoeffizient des jährlichen Maximums der neuen Nutzlast wird zu $v_{Q,act} = 0,7$ angenommen. Für die neue Nutzlast ist ein Tragsicherheitsnachweis zu führen. Dies wird im Beispiel gemacht mit:

- einem deterministischen Nachweis (Bestimmung des Erfüllungsgrades),
- einem semi-probabilistischen Nachweis durch Aktualisierung mit der Information zur neuen Nutzlast
- einem probabilistischen Nachweis, vorerst nur die Bemessungssituation und die Überprüfungssituation vergleichend
- einem probabilistischen Nachweis unter Verwendung der zusätzlichen Information aus einer Durchbiegungsmessung am Träger.

6.3.1 Deterministischer Nachweis der Tragsicherheit

Die aktualisierten Einwirkungen $g_{k,act} = g_k$ und $q_{k,act} = 12,5$ kN/m resultieren in den folgenden Überprüfungswerten der Auswirkungen:

$$M_{Rd,act} = \frac{(\gamma_{f,g} \cdot g_{k,act} + \gamma_{f,q,act} \cdot q_{k,act}) \cdot l^2}{8} = 90,5 \text{ kNm} \quad [6-6]$$

$$V_{d,act} = \frac{(\gamma_{f,g} \cdot g_{k,act} + \gamma_{f,q} \cdot q_{k,act}) \cdot l}{2} = 60,3 \text{ kN} \quad [6-7]$$

Zur Aktualisierung des Tragwiderstandes der BSH-Träger ist eine Überprüfung derselben erforderlich. Nehmen wir vorerst an, dass eine generelle Überprüfung gemacht wurde, auf Grund derer die BSH-Träger mit grosser Wahrscheinlichkeit der Festigkeitsklasse GL24h entsprechen und dass sie einen guten Zustand aufweisen (Konsequenz: $R_{d,act} = R_d$). Die geometrischen Parameter (Spannweite, Querschnittsabmessungen) wurden vor Ort nachgemessen und an der Auflast hat sich nichts geändert. Die Erfüllungsgrade für den Biege- und den Schubwiderstand ergeben sich zu:

$$n_M = \frac{M_{Rd,act}}{M_{d,act}} = \frac{79,3}{90,5} = 0,88 \quad [6-8]$$

$$n_V = \frac{V_{Rd,act}}{V_{d,act}} = \frac{81,1}{60,3} = 1,35 \quad [6-9]$$

Der Biegetragwiderstand ist also in der Überprüfungssituation nicht ausreichend. Da das Defizit nicht gross ist, wird nachfolgend versucht, die ausreichende Zuverlässigkeit des Trägers anhand eines semi-probabilistischen Nachweises zu belegen.

6.3.2 Semi-probabilistischer Nachweis der Tragsicherheit

Mit GL.[4-8] kann der Bemessungswert der Nutzlast ermittelt werden aus dem Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β , dem Mittelwert ($\mu_{Q,act} = 12,5$ kN/m) und dem Variationskoeffizienten ($v_{Q,act} = 0,7$) der Nutzlast und der mathematischen Struktur der Grenzzustandsgleichung ($\alpha_E = 0,7$). Es resultiert im Vergleich zum Überprüfungswert $q_{d,act} = 1,5 \cdot 12,5$ kN/m = 18,75 kN/m, wie er in Abschnitt 6.3.1 ermittelt wurde ein aktualisierter Überprüfungswert der Nutzlast von $q_{d,act} = 18,6$ kN/m. Entsprechend ergeben sich die Erfüllungsgrade für den Biege- und den Schubwiderstand beim semi-probabilistischen Nachweis unverändert zu:

$$n_M = \frac{M_{Rd,act}}{M_{d,act}} = \frac{79,3}{89,7} = 0,88 \quad [6-10]$$

$$n_v = \frac{V_{Rd,act}}{V_{d,act}} = \frac{81,1}{59,8} = 1,36 \quad [6-11]$$

Der Biege widerstand des Trägers ist also immer noch unzureichend.

6.3.3 Probabilistischer Nachweis der Tragsicherheit

Die Versagenswahrscheinlichkeit kann man mit den in der Tab. 6.1 aufgelisteten Wahrscheinlichkeitsmodellen durch Betrachtung von 2 Grenzzustandsgleichungen direkt ermitteln:

$$\text{Grenzzustand Schub:} \quad g_{\text{bending}}(\mathbf{X}) = \frac{1}{6} X_1 k_{\text{mod}} F_m b \cdot h^2 - \frac{1}{8} (G + Q) l^2 \quad [6-12]$$

$$\text{Grenzzustand Schub:} \quad g_{\text{shear}}(\mathbf{X}) = \frac{2}{3} X_2 k_{\text{mod}} F_v b \cdot h - \frac{1}{2} (G + Q) l \quad [6-13]$$

$$\text{Das Versagenskriterium lautet:} \quad \mathbf{F} = \{ \mathbf{x} | g_{\text{bending}}(\mathbf{x}) \leq 0 \cup g_{\text{shear}}(\mathbf{x}) \leq 0 \} \quad [6-14]$$

Das Problem kann mittels FORM oder SORM [12] gelöst werden. Für die Bemessungssituation beträgt die Versagenswahrscheinlichkeit $P_f = 2,196 \cdot 10^{-5}$, was einem Zuverlässigkeitsindex von $\beta = 4,08$ entspricht. Ein Vergleich mit den Zielwerten des Zuverlässigkeitsindex für verschiedene Klassen der Konsequenzen eines Tragwerksversagens und für verschieden grosse Kosten von Sicherheitsmassnahmen in Tab. 4.2 zeigt, dass der β -Wert nur wenig geringer ist als jener Wert, welcher auf die häufigsten Bauwerke zugemessen ist (entsprechend moderaten Konsequenzen infolge Tragwerksversagens und normalen Kosten für zu ergreifende ergänzende Sicherheitsmassnahmen). In der Überprüfungssituation beträgt die Versagenswahrscheinlichkeit $P_f = 2,233 \cdot 10^{-4}$. Dies entspricht einem β -Wert von 3,51. Hier unterschreitet der errechnete β -Wert den Zielwert von $\beta_0 = 4,2$ deutlich.

6.3.4 Aktualisierung

Im Rahmen der Überprüfung kann nun zusätzlich Information über das Tragwerk verfügbar werden, z. B. indem mittels einer Probelastung die Durchbiegung des BSH-Trägers unter einer definierten Last gemessen wird. Nehmen wir an, dass in Spannweitenmitte eine Prüflast von $P_{\text{proof}} = 20$ kN aufgebracht wird und die Durchbiegung in den Zuständen mit und ohne Prüflast gemessen wird. Die Durchbiegungszunahme unter Prüflast betrage $\Delta u = 6$ mm. Die Verformungsmessung ist gleich bedeutend mit Information zur Biegesteifigkeit des Trägers. Unter Annahme des Normwertes des E-Moduls von $E_{0,g,mean} = 11\,600$ N/mm² hätte man eine Durchbiegungszunahme von $\Delta u = 6,83$ mm erwartet. Die vorliegende Information kann nun benützt werden, um den Tragwiderstand des Trägers zu aktualisieren, da angenommen werden kann (siehe Tab. 6.2), dass die Biegesteifigkeit und der Biegetragwiderstand positiv korreliert sind mit $\rho_{(F_m, E)} = 0,8$.

Der Überprüfungswert des Biege widerstands kann direkt bestimmt werden, indem die Basisvariable Biegefestigkeit F_m auf Grund der Informationen über die Biegesteifigkeit und deren Korrelation $\rho_{(F_m, E)}$ mit der Biegefestigkeit aktualisiert wird. Die gemessene Durchbiegungszunahme $\Delta u = 6$ mm entspricht einem E-Modul von $E_{\text{app}} = 16\,500$ N/mm². Es handelt sich dabei um den sogenannten scheinbaren E-Modul, da dieser auch die Schubsteifigkeit des Trägers beinhaltet. (Der Einfachheit halber werden in diesem Beispiel die Schubverformungen ausser Acht gelassen). Der Mittelwert und die Standardabweichung der Biegefestigkeit F_m können wie folgt aktualisiert werden:

$$\mu_{F_m|E_{app}} = \mu_{F_m} + \rho_{F_m, E} \sigma_{F_m} \frac{E_{app} - \mu_E}{\sigma_E} = 43,1 \text{ N/mm}^2 \quad [6-15]$$

$$\sigma_{F_m|E_{app}} = \sigma_{F_m} \sqrt{1 - \rho_{F_m, E}^2} = 2,8 \text{ N/mm}^2 \quad [6-16]$$

In einem semi-probabilistischen Nachweis kann mit GL.[4-5] der Überprüfungswert der Biegefestigkeit aus dem Zielwert des Zuverlässigkeitsindex β_0 , dem Mittelwert $\mu_{F_m|E_{app}}$ und dem Variationskoeffizienten $v_{F_m, act} = 2,8/43,1 = 0,06$ der Biegefestigkeit und der mathematischen Struktur der Grenzzustandsgleichung ($\alpha_R = -0,8$) ermittelt werden. Dies ergibt einen aktualisierten Überprüfungswert der Biegefestigkeit von $f_{d, act} = 34,6 \text{ N/mm}^2$, welcher deutlich grösser ist als der zuvor ermittelte Bemessungswert von $f_d = 24/1,25 = 19,6 \text{ N/mm}^2$. Der Erfüllungsgrad für den Tragwiderstand auf Biegung ergibt sich unter Anwendung der GL.[6-3] mit dem aktualisierten Überprüfungswert der Biegefestigkeit von $34,6 \text{ N/mm}^2$ im semi-probabilistischen Nachweis somit zu:

$$n_M = \frac{M_{Rd, act}}{M_{d, act}} = \frac{143}{89,7} = 1,59 \quad [6-17]$$

womit der Biegetragwiderstand für die Überprüfungssituation ausreichend ist.

Wenn man zu einem probabilistischen Nachweis übergeht und analog zum Abschnitt 6.3.3 die Versagenswahrscheinlichkeit bzw. den Zuverlässigkeitsindex errechnet, allerdings mit der aktualisierten Biegefestigkeit, so erhält man eine aktualisierte Versagenswahrscheinlichkeit von $P_{f, act} = 4,8 \cdot 10^{-6}$, was einem Zuverlässigkeitsindex von $\beta_{act} = 4,43$ entspricht.

Die Information aus der Probelastung kann auch direkt benutzt werden, indem man eine (virtuelle) Grenzzustandsgleichung $H(\mathbf{x})$ formuliert:

$$H(\mathbf{x}) = 48 \cdot E \cdot I \cdot u_{\text{measurement}} - P_{\text{proof}} \cdot l^3 \quad [6-18]$$

I ist das Trägheitsmoment des Querschnitts. $H(\mathbf{x}) = 0$ entspricht der Situation, wo der E-Modul jenen Wert annimmt, welcher exakt der gemessenen Durchbiegung entspricht. Die zusätzliche Information aus der Verformungsmessung unter Probelastung kann in das Versagenskriterium eingebaut werden:

$$\mathbf{F} = \{ \mathbf{x} | (g_{\text{bending}}(\mathbf{x}) \leq 0 \cup g_{\text{shear}}(\mathbf{x}) \leq 0) \cap (H(\mathbf{x}) = 0) \} \quad [6-19]$$

Die gemessene Durchbiegungszunahme von $\Delta u = 6 \text{ mm}$ ergibt eine aktualisierte Versagenswahrscheinlichkeit von $P_{f, act} = 4,8 \cdot 10^{-6}$ (entsprechend $\beta_{act} = 4,43$). Der ermittelte aktualisierte Zuverlässigkeitsindex β ist als grösser als der Zielwert $\beta_0 = 4,2$.

7 Literatur

- [1] Schweizerisches Bundesamt für Statistik 2007: *Statistisches Lexikon der Schweiz: Jährliche Bau- und Wohnbaustatistik*
- [2] International Organization for Standardization, ISO 2001: ISO Standard 13822: *Bases for design of structures - Assessment of existing structures*
- [3] Diamantidis, D. 2001: *Probabilistic assessment of existing structures*. RILEM Publications
- [4] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 2008: Normentwurf SIA 269: *Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken*. SIA, Zürich, Schweiz
- [5] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 1994: SIA-Richtlinie 462: *Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke*. SIA, Zürich, Schweiz
- [6] Nederlands Normalisatie-instituut, NEN 2009: NEN 8700: *Grondslagen van de beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk – Gebouwen*. (NEN 8700: Basis of structural assessment of existing structures). NEN, Delft, Niederlande
- [7] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 1997: SIA-Empfehlung 162/5: *Erhaltung von Betontragwerken*. SIA, Zürich, Schweiz
- [8] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 1997: SIA-Norm 469: *Erhaltung von Bauwerken*. 1997. SIA, Zürich, Schweiz
- [9] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 2000: Merkblatt SIA 2017: *Erhaltungswert von Bauwerken*. SIA, Zürich, Schweiz
- [10] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 2004: Merkblatt SIA 2018: *Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben*. SIA, Zürich, Schweiz
- [11] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 2003: SIA-Norm 260: *Grundlagen der Projektierung von Tragwerken*. SIA, Zürich, Schweiz
- [12] Madsen H. O., Krenk S., Lind N. C. 2006: *Methods of structural safety*. Dover Publications, Mineola, NY, USA
- [13] Joint Committee on Structural Safety 2001: *JCSS Probabilistic Model Code*. <http://www.jcss.ethz.ch/>
- [14] Köhler J., Sørensen J. D., Faber M. H. 2007: *Probabilistic modeling of timber structures*. *Structural Safety* 29(4) 255 – 267
- [15] Europäisches Komitee für Normung, CEN 2002: EN 1990: Eurocode 0: *Grundlagen der Tragwerksplanung*. CEN, Brüssel, Belgien
- [16] International Organization for Standardization, ISO 1998: ISO Standard 2394: *General principles on reliability for structures*
- [17] Faber M. H., Sørensen J. D. 2003: *Reliability based code calibration - The JCSS approach*. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering ICASP9*, July 6 – 9, 2003, San Francisco, USA. Millpress Science Publishers. Vol. 2, 927 – 935
- [18] Steiger R., Köhler J. 2008: CIB-W18 Paper 41-102-2: *Development of new Swiss standards for the assessment of existing load bearing structures*. In *Proceedings of CIB-W18 Meeting Forty One*, August 24 – 28, 2008. St. Andrews, Canada
- [19] Europäisches Komitee für Normung, CEN 2005: EN 14080: *Holzbauwerke – Brettschichtholz – Anforderungen*. CEN, Brüssel, Belgien.
- [20] Europäisches Komitee für Normung, CEN 2004, EN 1995-1-1: Eurocode 5: *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. CEN, Brüssel, Belgien

F Typische Tragwerksmängel im Ingenieurholzbau und Empfehlungen für Planung, Ausführung und Instandhaltung

P. Dietsch, S. Winter



Dipl.-Ing. Philipp Dietsch

2005

Abschluss des Bauingenieurstudiums an der Technischen Universität München

seit 2005

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Technische Universität München



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

1998

Promotion an der TU Darmstadt

seit 2003

Ordinarius für Holzbau und Baukonstruktion an der Technischen Universität München

1 Zusammenfassung

In der Folge der zahlreichen Schadensfälle an weitgespannten Holztragwerken im Verlauf des schneereichen Winters 2005/06 wurden am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion eine Vielzahl von Projekten im Rahmen der Überprüfung von weitgespannten Holztragwerken durchgeführt.

Dieser Beitrag beschreibt die häufigsten Schadensbilder und Schadensursachen und erörtert Möglichkeiten, die zugrunde liegenden Schadensmechanismen in Zukunft zu vermeiden.

Darüber hinaus gibt dieser Beitrag Empfehlungen zum Vorgehen bei der Untersuchung von weitgespannten Holztragwerken sowie zu Untersuchungsintervallen, die es ermöglichen das geforderte Tragsicherheitsniveau über die angestrebte Lebensdauer aufrechtzuerhalten. Das Konzept des Bauwerksbuches wird erläutert.

Schlagworte: Hallentragwerke, Holztragwerke, Schadensbilder, Schadensursachen, Schadensmechanismen, Untersuchung, Überprüfung, Sanierung, Ertüchtigung, Schneelastkataster, Bauwerksbuch

2 Einleitung

Am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion wurden zwei groß angelegte Projekte zur Überprüfung von weitgespannten Holztragwerken sowie zur Auswertung von Schäden an Holztragwerken durchgeführt. Beide begannen im März 2006, zwei Monate nach dem Einsturz der Eishalle Bad Reichenhall.

Die Zielsetzung des im folgenden Abschnitt dargestellten Projektes war, Informationen zu geschädigten Holztragwerken, deren Schädigungsgrad in der Größenordnung von Bauteilschäden bis hin zum Totaleinsturz lag, zusammenzustellen und auszuwerten. Die Ergebnisse sollen es ermöglichen, häufige Schadensmechanismen zu identifizieren. Mithilfe dieser sollen Ingenieure, die für vergleichbare Tragwerke zuständig sind, in die Lage versetzt werden, notwendige Maßnahmen zur Vermeidung vergleichbarer Schäden zu ergreifen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden bislang Schadensfälle an 214 weitgespannten Holztragwerken aus Bayern und benachbarten Ländern ausgewertet. Die Grundlage bildeten Informationen von Behörden, Fachverbänden und Sachverständigen, hauptsächlich wurden sie jedoch durch eigene Untersuchungen vor Ort erbracht.

Die Untersuchungen ergaben dienliche Hinweise im Hinblick auf die Konstruktion und Detaillierung von Ingenieurholzbauwerken. Einige von diesen werden beispielhaft im dritten Abschnitt vorgestellt.

Die Zielsetzung des im vierten Abschnitt vorgestellten Projektes war, die Tragsicherheit aller 152 weitgespannter Holztragwerke im Verantwortungsbereich der Stadt München festzustellen und zu beurteilen. Anhand dieses Projektes werden das mögliche Vorgehen und zugehörige Intervalle für Bauwerksuntersuchungen vorgestellt, die es ermöglichen auch zukünftig das für das jeweilige Bauwerk geforderte Tragsicherheitsniveau zu gewährleisten.

3 Auswertung von Schäden an weitgespannten Holztragwerken

3.1 Datenerfassung und Auswertung

Die Auswertung umfasst zum jetzigen Zeitpunkt Schadensfälle an 214 Bauwerken mit weitgespannten Holztragwerken, hauptsächlich aus Bayern und den benachbarten Ländern. Die Häufung der Schadens-

fälle in diesem Gebiet kann u. a. dadurch begründet werden das, bedingt durch den starken Schneefall und die Tragwerkseinstürze im Winter 2005/06, Behörden und Betreiber eine verstärkte Überprüfungs-tätigkeit an weitgespannten Holztragwerken veranlassten. Denn nur untersuchte (oder sichtbar geschädigte) Tragwerke können auffällig werden.

Für den Großteil der Bauwerke (62 %) konnten sehr detaillierte Informationen, z. B. aus gutachterlichen Stellungnahmen, ausgewertet werden. Für weitere 14 % der Bauwerke waren ausreichend Informationen verfügbar, so z. B. aus Untersuchungsberichten. Für die verbleibenden Tragwerke ermöglichten die vorhandenen Informationen eine teilweise Auswertung, es verblieben jedoch auch „weiße“ Stellen in der Informationssammlung. Nachdem ein Bauwerk mehr als ein schadhaftes Bauteil enthalten kann, waren mehrere Einträge pro Bauwerk möglich. Auch war es möglich einem Schaden mehrere Schadensursachen zuzuordnen. Dies begründet die Variation der Gesamtsummen. Die vorgenommene Klassifizierung wurde, wo zweckmäßig, in Anlehnung an verwandte Veröffentlichungen ([1], [2]) vorgenommen.

3.2 Tragwerksinformationen

Abb. 3.1 zeigt die Nutzungen der aufgenommenen Bauwerk. Sie zeigt die vielfältige Verwendung von weitgespannten Holztragwerken z. B. für Turnhallen, Versammlungsstätten und Lagerhallen. Der große Anteil an Eislaufhallen ist durch den Einsturz des Dachtragwerks der Eishalle Bad Reichenhall be-gründet, welcher in Deutschland eine Überprüfung aller Eishallen mit Holztragwerken nach sich zog.

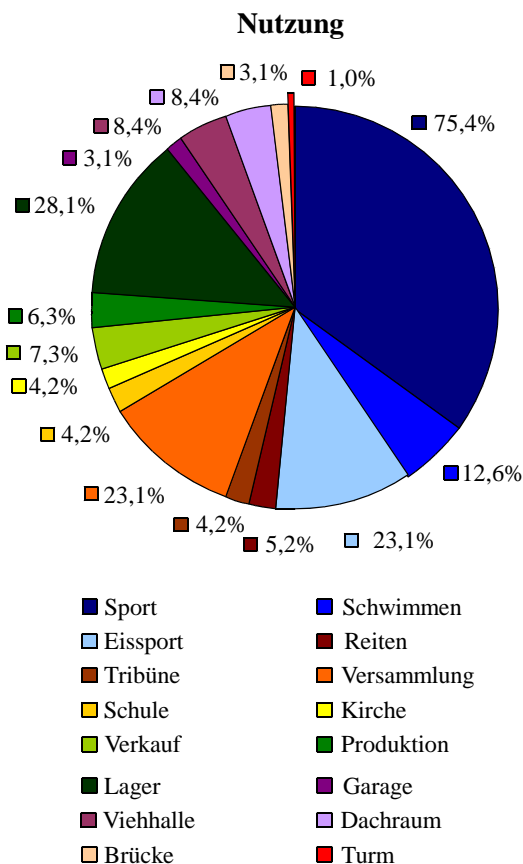


Abb. 3.1: Nutzung

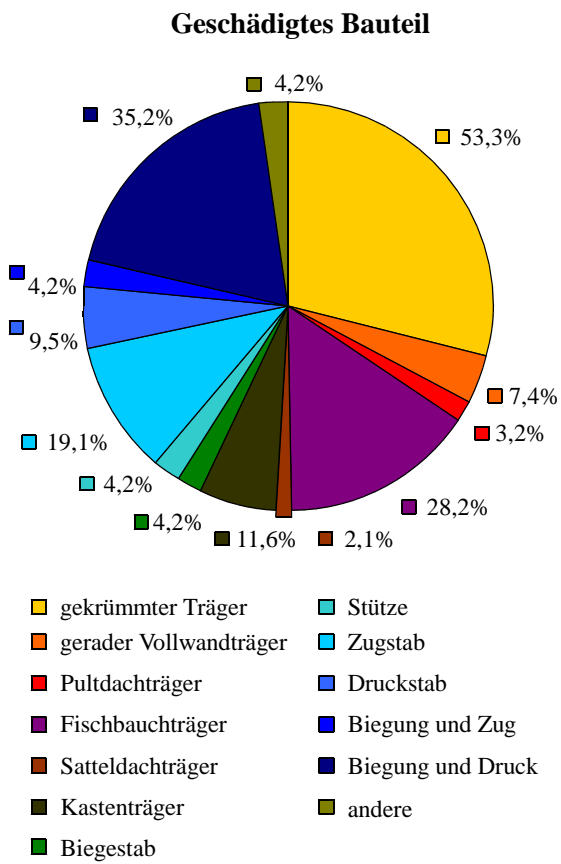


Abb. 3.2: Geschädigtes Bauteil

Die Einteilung in geschädigte Bauteile zeigt Abb. 3.2. Der Großteil der schadhafte Bauteile waren biegebeanspruchte Einfeldträger (z. T. mit Kragarm). Für diese wurde – falls möglich - eine weitere Unterteilung in Trägerformen vorgenommen. Diese zeigt, dass der Großteil der Tragsysteme aus großvolumigen Brettschichtholzbauteilen besteht. Viele Bauwerke enthielten Tragsysteme aus mehreren zusammengehörigen Bauteilen, darunter Rahmensysteme und Fachwerkträger. In diesem Fall wurden die betroffenen Bauteile hinsichtlich ihrer Beanspruchung unterschieden. Bauteile der Beanspruchung „Zug“ bzw. „Biegung und Zug“ sind dabei hauptsächlich Fachwerkträgern zuzuordnen, wohingegen Bauteile der Beanspruchung „Biegung und Druck“ hauptsächlich Rahmensystemen zuzuordnen sind.

3.3 Schaden und Auslöser

Abb. 3.3 zeigt die häufigsten Schäden während Abb. 3.4 die zugehörigen Auslöser darstellt. Der häufigste Schadensfall sind Risse in Faserrichtung (46 %). Der Hauptgrund dafür ist eine niedrige oder häufig wechselnde Holzfeuchte. Der zweite Grund liegt in der Nichtbeachtung der geringen Querkzugfestigkeit von Holz begründet, welche (z.B. im Fall von Umlenkkraften in nicht verstärkten gekrümmten Trägern oder Satteldachträgern) in einer Rissbildung entlang der Faser resultieren kann. Der große Einfluss der Feuchte (gesteuert durch die jeweiligen Umgebungsbedingungen) auf die Leistungsfähigkeit von Holztragwerken wird auch durch den erheblichen Anteil von Schäden aufgrund eines zu hohen Holzfeuchtegehaltes unterstrichen. Darunter fallen z.B. Fäule oder Pilzbildung (14 %).

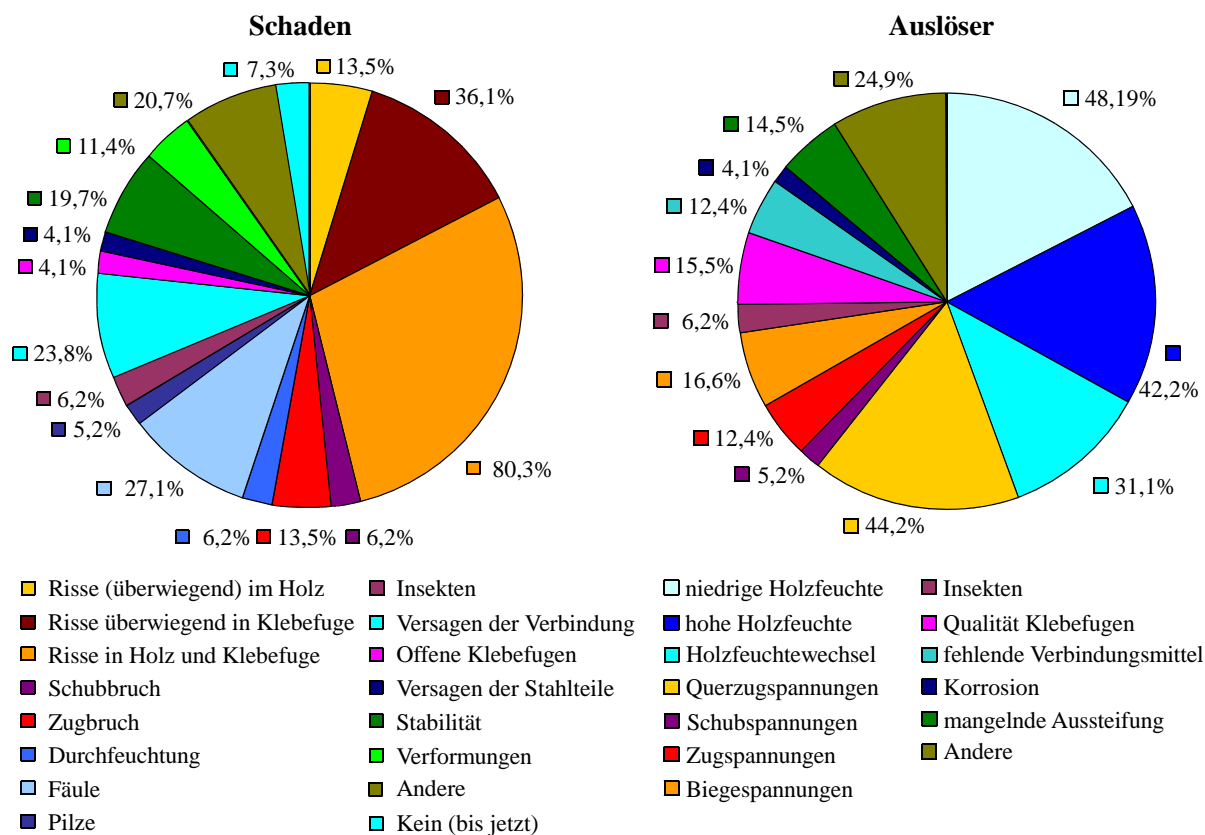


Abb. 3.3: Schaden

Abb. 3.4: Auslöser des Schadens

Das Versagen von Verbindungen oder das Versagen von im Bereich der Verbindung geschwächten Holzquerschnitten war ein weiterer nennenswerter, da häufig schwerwiegender Schaden.

3.4 Verantwortungsbereich der Schäden

Abb. 3.5 stellt dar, welchem Verantwortungsbereichen die aufgetretenen Schäden zugeordnet werden können. Sie weist darauf hin, dass ein großer Teil der Schäden seinen Ursprung in Fehlern in der Planungsphase hat, wobei die falsche Einschätzung der zukünftigen Umgebungsbedingungen (28 %) einem großen Anteil an zukünftigen Schäden zuzuschreiben war.

Welche Auswirkungen die spätere Bauwerksnutzung und damit die Umgebungsbedingungen auf die sich einstellende Holzfeuchte haben, zeigt Abb. 3.6. Diese Abbildung beweist, dass besonders den niedrigen Holzfeuchten größere Beachtung geschenkt werden sollte. Mehr als die Hälfte der Tragwerke (58 %) wies Holzfeuchten auf, die unter der üblicherweise für Herstellung und Auslieferung angenommenen Holzfeuchte von 12 % lagen. In 21 % der Fälle lag die Holzfeuchte sogar unter 8%, was eine Abweichung von mehr als 33 % von der üblichen Herstellfeuchte darstellt. Die in diesen Fällen auftretenden feuchteinduzierten Spannungen übersteigen häufig die Querszugfestigkeit von Holz und führen zu Spannungsabbau in Form von Rissentstehung. Dieser Prozess wird verstärkt, wenn breite und damit in Bezug auf Holzfeuchteänderungen trägere Querschnitte oder Verbindungen mit weit auseinander liegenden Verbindungsmittelgruppen (Sperreffekt) zum Einsatz kommen. Nutzungen, in denen sich besonders niedrige Holzfeuchten einstellen sind z. B. Sporthallen oder Produktionshallen. Auch Nutzungen die hohe Änderungen der Holzfeuchte bedingen (z. B. Eishallen oder Reithallen), implizieren hohe Holzfeuchtegradienten und damit potentielle Rissentstehung. Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Feuchteketten während Herstellung, Transport, Lagerung, Einbau und Betrieb sowie dem schonenden Einsatz von Trocknungsgeräten in der Bauphase und Lüftungsanlagen in den ersten Betriebsmonaten größere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

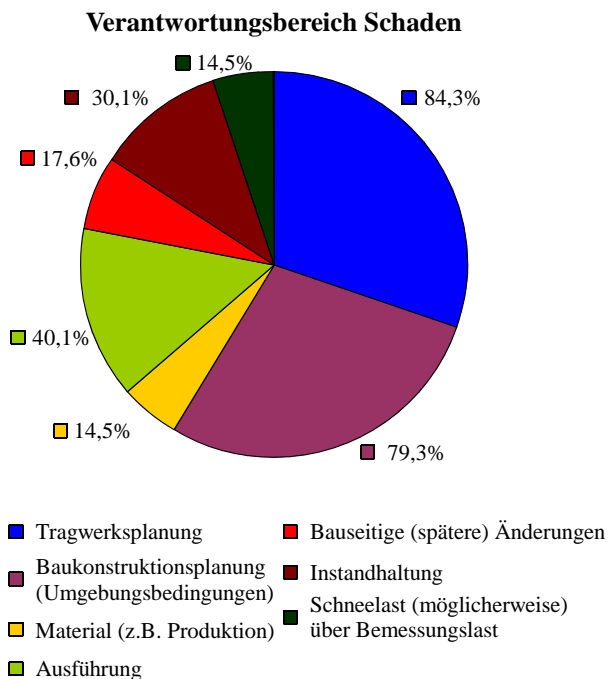


Abb. 3.5: Verantwortungsbereich Schaden

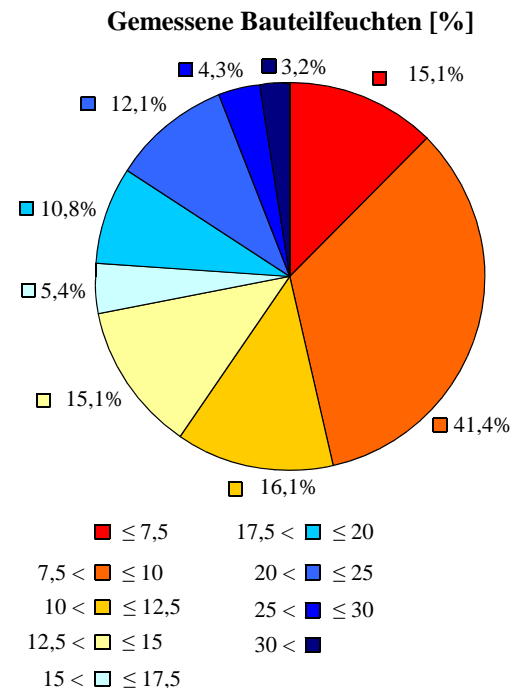


Abb. 3.6: Gemessene Bauteilfeuchten

Fehler in der Tragwerksplanung konnten oft auf eine Vernachlässigung bzw. fehlendes Wissen bezüglich des Standes der Technik (z. B. Querzugspannungen aus Umlenkkraften in Satteldachträgern und gekrümmten Trägern) zurückgeführt werden. Im Falle von älteren Tragwerken entsprach der allgemeine Wissensstand zum Planungszeitpunkt jedoch noch nicht immer dem heutigen Stand der Technik. Dazu gehören das Blockscherversagen in Verbindungen oder der Einsatz von Verstärkungselementen zur Aufnahme von Querzugspannungen in gekrümmten Trägern.

Schäden, die dem Verantwortungsbereich „Material“ zugewiesen wurden, entstanden u. a. durch die Verwendung von ungeeignetem Klebstoff (z. B. die Verwendung von Harnstoffharz-Klebstoff in feuchten Umgebungsbedingungen) oder die Verwendung von zu kurzen Keilzinken für Lamellenstöße.

Der Anteil an schadhafte Tragwerken, bei denen die Ausführung stark von den geprüften Konstruktionsplänen abwich, war bemerkenswert. Eine weitere beachtenswerte Schadensursache waren Umbaumaßnahmen (u. a. das Aufbringen eines Gründaches ohne zusätzliche statische Berechnungen), welche zu höheren Beanspruchungen und/oder zu veränderten Umgebungsbedingungen führten.

Der fachlich und zeitlich korrekte Bauunterhalt ist eine Grundvoraussetzung für ein gleichbleibendes Tragverhalten über die Lebenszeit des Bauwerks. In vielen der untersuchten Fälle war diese Anforderung nicht erfüllt, was in einer abnehmenden Tragsicherheit und einem erhöhten Schadensrisiko resultierte. Im vierten Abschnitt ist das mögliche Vorgehen zu Untersuchung und Instandhaltung von weitgespannten Holztragwerken erläutert.

Abb. 3.5 erlaubt auch die abschließende Feststellung, dass die Schneelast, häufig als Grund für Schäden zitiert, in den seltensten Fällen im Bereich der Bemessungsschneelast lag. Sie ist in diesem Zusammenhang somit höchstens als Auslöser, nicht jedoch als Ursache für Schäden zu nennen.

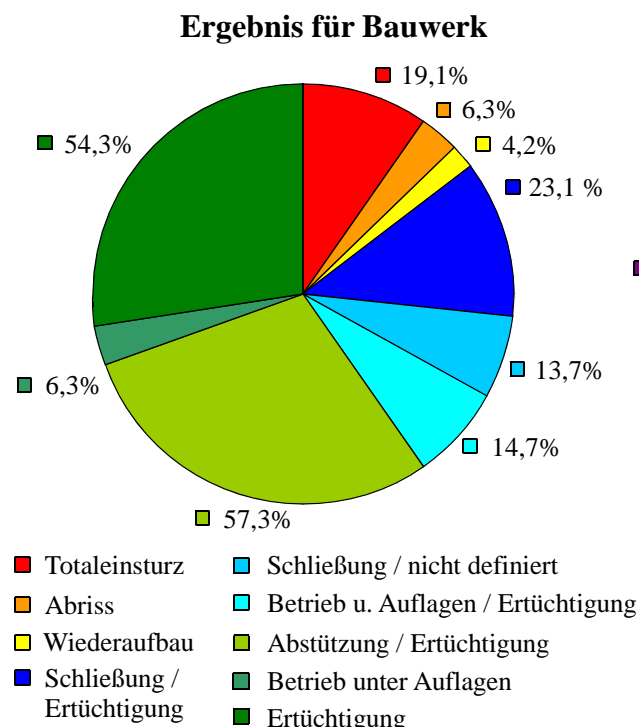


Abb. 3.7: Ergebnis für Bauwerk

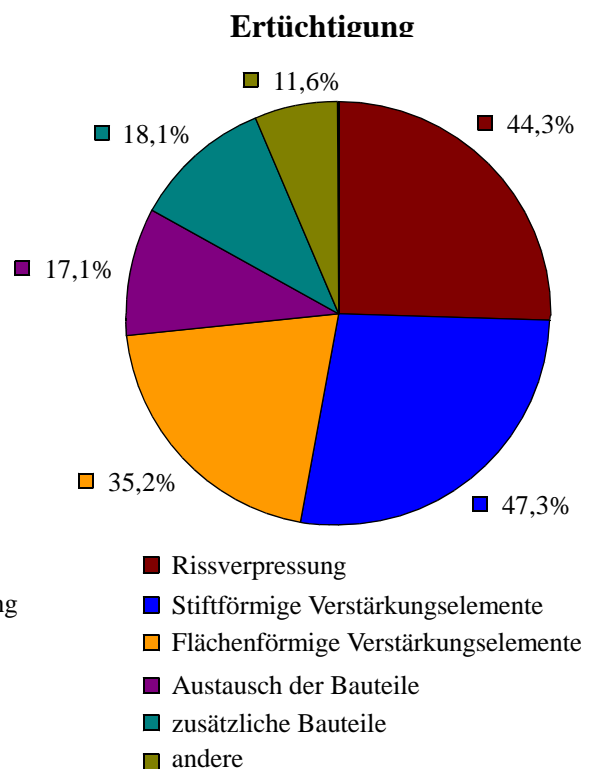


Abb. 3.8: Ertüchtigung

3.5 Ausmaß der Schädigung, Ertüchtigungsmaßnahmen

Abb. 3.7 zeigt das Ausmaß der Schädigung für das jeweilige Bauwerk. In 10 % der Fälle kam es dabei zu einem Totaleinsturz, bei weiteren 5 % musste das Tragwerk abgerissen bzw. wieder aufgebaut werden. In allen anderen Fällen waren kurzfristige Maßnahmen wie Schließung und/oder Abstützung und anschließende Ertüchtigung ausreichend. In Fällen, in denen das Tragwerk ertüchtigt werden musste, zählten die Rissverpressung mittels Injektion von Epoxidharz bzw. das Einbringen von stiftförmigen Verstärkungselementen (Schrauben, Gewindestangen) oder das Aufkleben von flächenförmigen Verstärkungselementen (Furnierschichtholz) mit einem Anteil von jeweils ca. einem Viertel zu den am häufigsten angewendeten Maßnahmen (siehe Abb. 3.8). Nicht selten kam dabei auch eine Kombination von Ertüchtigungsmaßnahmen zur Anwendung.

4 Empfehlungen für Konstruktion und Nachweisführung

Die im vorausgehenden Abschnitt beschriebene Auswertung von Schäden an weitgespannten Holztragwerken sowie die Vielzahl von am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion durchgeführten Tragwerksuntersuchungen brachten einige interessante Erkenntnisse nicht nur für die Überprüfung von weitgespannten Holztragwerken selbst, sondern auch im Hinblick auf die Konstruktion und Nachweisführung von neu zu erstellenden Ingenieurholzbauwerken zum Vorschein. Beispielhaft sollen hier vier, nach Ansicht der Autoren wichtige Konstruktionsmerkmale betrachtet werden.

4.1 Hochbeanspruchte Verbindungen in Fachwerkträgern

Fachwerkträger sind hoch optimierte Systeme zur Lastabtragung. Sie sind besonders abhängig von der Wirksamkeit ihrer Verbindungen, vor allem in hoch zugbeanspruchten Bereichen (Zugstöße). Ihre fachgerechte Konstruktion gehört immer noch zu den anspruchsvollsten Aufgaben sowohl für den Tragwerksplaner als auch für die ausführende Firma. Mehrere Bauwerksuntersuchungen [4] zeigten, dass bei der Konstruktion und Nachweisführung den folgenden Punkten mehr Beachtung geschenkt werden sollte.

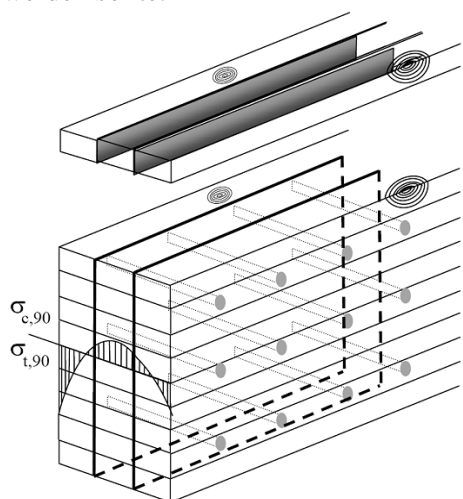


Abb. 4.1: Schematische Darstellung einer Schlitzblechverbindung incl. möglicher Einflüsse



Abb. 4.2: Schub- und Zugbrüche in einer Zugverbindung aufgrund Blockscherversagens

Verbindungen mit hoher Tragfähigkeit (z. B. Schlitzblechverbindungen mit Stabdübeln) benötigen eine bestimmte Anschlussfläche (siehe Abb. 4.1). Je größer diese Fläche ist, desto höher wird die Rotationssteifigkeit der Verbindung. Dies führt dazu, dass in Abhängigkeit der Lasteinleitung der äußeren Kräfte, von der Verbindung nicht nur Normalkräfte, sondern auch Biegemomente zu übertragen sind. Die Beanspruchung der Verbindungsmittel aufgrund dieser Biegemomente ist nicht zu unterschätzen und sollte abgeschätzt werden, indem die Verbindung nicht als gelenkige Verbindung, sondern mit einer Rotationssteifigkeit versehen, modelliert wird.

Die im vorigen Abschnitt erläuterten Auswirkungen geringer Holzfeuchte treffen auch hier zu. Die Querkzugspannungen aus dem Schwindvorgang (siehe schematische Darstellung in Abb. 4.1) reduzieren die übertragbaren Schubspannungen entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen sowie die übertragbaren Spannungen aus Spaltzugwirkung der Verbindungsmittel. Dies kann zu einer beträchtlichen Reduktion der übertragbaren Lasten führen bzw. die Wahrscheinlichkeit eines Blockscherversagens (siehe Abb. 4.2) erhöhen.

Zusätzlich kann im Bereich der Schlitzblechverbindungen ein negativer Sortiereffekt auftreten, da der Querschnitt in mehrere, schmalere Querschnitte aufgeteilt wird (siehe schematische Darstellung in Abb. 4.1) und die Auswirkung von Holzfehler somit größer wird. Es sollte deshalb in Erwägung gezogen werden, die für Nachweise im Nettoquerschnitt anzusetzende Festigkeitsklasse in solchen Fällen um eine Klasse zu reduzieren.

4.2 Spannungsverteilung in Satteldachträgern

Es ist hinlänglich bekannt, dass Satteldachträger im Krümmungsbereich Querkzugspannungen aus Umlenkkräften ausgesetzt sind. Zugehörige Schadensfälle, vor allem von unverstärkten Satteldachträgern, sind ausreichend dokumentiert. In mehreren Fällen von am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion untersuchten Bauwerken war es zu einem kompletten Durchreißen des Trägers von Auflager zu Auflager gekommen (siehe Abb. 4.4), was in manchen Fällen einen KomplettEinsturz verursachte.

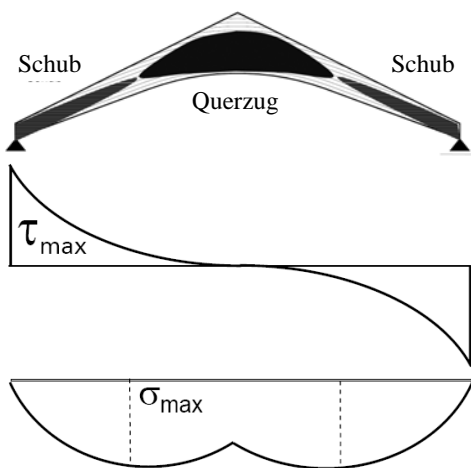


Abb. 4.3: Schematische Darstellung der Verteilung der Schub- und Biegespannungen in einem Satteldachträger



Abb. 4.4: Satteldachträger mit Riss von Auflager zu Auflager

Ein solches Durchreißen kann nur auftreten, wenn ein Querkzugversagen im Krümmungsbereich in ein Schubversagen in den äußeren Bereichen übergeht. Dies ist jedoch möglich, da Satteldachträger auf

Biegung optimierte Bauteile darstellen, die in Folge dessen in den Auflagerbereichen sehr hohen Schubspannungen ausgesetzt sind (siehe schematische Darstellung in Abb. 4.3). Die beiden Spannungen, die sich z. T. überlagern, führen gemeinsam zu einer hohen Ausnutzung des Trägers über seine komplette Länge. Dieser Sachverhalt erfordert die besondere Beachtung der Auswirkungen feuchteinduzierter Spannungen sowie erlaubter Risstiefen.

4.3 Sekundärtragwerke: Robustheit und Kollapsverhalten

Werden Tragsysteme für Sekundärtragwerke vor dem Hintergrund ihres Lastabtragungsverhaltens verglichen, so werden Durchlaufsysteme wie z. B. Koppelpfettensysteme hervorgehoben, da sie aufgrund ihrer geringeren maximalen Biegespannungen größere Achsabstände bei gleichbleibenden Spannweiten und Querschnitten ermöglichen. Ausführende Firmen bevorzugen die gleichen Systeme, da ihre Verwendung den Bauprozess beschleunigt.

Vergleicht man diese Systeme jedoch vor dem Hintergrund von Robustheitsanforderungen, so werden sich Durchlaufsysteme als kritischer darstellen als Einfeldsysteme [5].

Konstruktionsregeln für Robustheit fordern eine Unempfindlichkeit gegen lokales Versagen und die Vermeidung eines progressiven Kollapses. Dies wird z. B. durch den außergewöhnlichen Lastfall „Ausfall eines Traggliedes“ (= „Stabausfall“) nachgewiesen. In Tragwerken mit einem statisch bestimmten Sekundärtragwerk wird der Ausfall eines Traggliedes (Haupt- oder Nebenträger) nicht dazu führen, dass weitere als die direkt in das lokale Versagen eingebundenen Tragglieder überbeansprucht werden. Durchlaufsysteme werden (aufgrund ihrer Redundanz und höheren Steifigkeit) im Fall eines versagenden Bauteils ihre Lasten auf angrenzende Tragglieder weiterleiten.

Viele Veröffentlichungen zur Robustheit führen die Möglichkeit der Lastweiterleitung als erstrebenswert an. Auf der anderen Seite zeigen neuere Untersuchungen, wie die im zweiten Abschnitt dargestellte, dass die meisten Schäden an Tragwerken nicht auf lokale oder zufällige Ereignisse wie z. B. eine zufällig auftretende Materialschwäche zurückzuführen sind, sondern auf systematische Fehler. Tragwerke sind üblicherweise aus sich wiederholenden Tragelementen zusammengesetzt, welche durch vergleichbare Konstruktionsprinzipien miteinander verbunden werden. Diese Systematik impliziert, dass ein in der Planungs- oder Konstruktionsphase gemachter Fehler sich höchstwahrscheinlich in allen identischen Tragelementen wiederholt.

Tragwerke mit redundanten Sekundärtragwerken, die solche systematischen Fehler beinhalten, werden einer größeren Lastweiterleitung nach dem Versagen eines Bauteils nicht standhalten können. Dies bedeutet, dass sie anfälliger gegenüber einem progressiven Versagen sind. Statisch bestimmte Sekundärtragwerke sind unter diesem Gesichtspunkt günstiger, es sollte jedoch ein besonderes Augenmerk auf eine sachgemäße konstruktive Durchbildung der Verbindungen gelegt werden.

4.4 Wartungsfreundlichkeit, Überprüfbarkeit

Im Laufe der vom Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion durchgeführten Tragwerksuntersuchungen stellte sich heraus, dass der Möglichkeit der Wartung bzw. der Zugänglichkeit der Bauteile zum Zwecke der Untersuchung häufig keine oder nicht genügend Beachtung geschenkt worden war.

Beispiele sind z. B. die Zugänglichkeit von Tragelementen hinter abgehängten Decken mittels Wartungsöffnungen und gegebenenfalls Laufstegen. Auch die Bauteile eines Kastenträgers, aus statischer Sicht ein sehr effizientes System, sind aufgrund seiner Form nicht komplett einsehbar. Da die Auswir-

kungen der sich im inneren des Bauteils einstellenden Umgebungsbedingungen (Mikroklima) so nicht direkt überprüfbar sind, ist dieser vor diesem Hintergrund als kritisch zu bewerten.

Der Tragwerksplaner sollte in seiner Bauwerksdokumentation bereits klare Angaben zu Wartung und Instandhaltung machen. Dies beinhaltet die Zugänglichkeit sowie die Angabe der besonders zu überwachenden Tragelemente und gegebenenfalls dabei durchzuführende Messungen. Ein mögliches Vorgehen zur Überprüfung der Bauwerke selbst wird in folgendem Abschnitt vorgestellt.

5 Überprüfung von weitgespannten Holztragwerken

Der Einsturz der Eishalle Bad Reichenhall verdeutlichte, dass der Eigentümer / Verfügungsberechtigte für den ordnungsgemäßen Bauunterhalt sowie die Gebäudesicherheit verantwortlich ist. So steht in Art. 3 Abs. 1 Satz 1 der Bayerischen Bauordnung (BayBO), dass bauliche Anlagen so instand zu halten sind, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden. Seit jeher trägt daher der Eigentümer/ Verfügungsberechtigte die Verantwortung für die ordnungsgemäße Instandhaltung, d. h. Wartung, Überprüfung und ggf. Instandsetzung sowie die Verkehrssicherheit der baulichen Anlage [6].

Um dieser Verantwortung nachzukommen, kann der (häufig fachfremde) Eigentümer / Verfügungsberechtigte auf fachkundige Personen zurückgreifen, die das Bauwerk in angemessenen Intervallen untersuchen und es damit ermöglichen, das geforderte Tragsicherheitsniveau über die angestrebte Lebensdauer aufrechtzuerhalten. Die folgenden Abschnitte sollen Hinweise und Anregungen geben, um dieser Aufgabe wirtschaftlich und zuverlässig nachzukommen.

5.1 Ersteinstufung der Tragwerke in Prioritäten

Sollten in einem bestimmten Zeitraum mehrere Bauwerke zu untersuchen sein, so bietet es sich zum Zwecke einer besseren Disponierung von Personal (für die Untersuchung aber auch für die Durchführung einer potentiellen Sanierung) an, die Bauwerke hinsichtlich der Untersuchung in Prioritäten einzuteilen. Im Rahmen der Untersuchung der Holztragwerke der Stadt München wurde die Priorisierung unter zwei Schwerpunktsetzungen durchgeführt:

- Tragsystem
- Schadenskonsequenz

Die folgenden Prioritäten wurden aufgestellt (siehe Tab. 5.1).

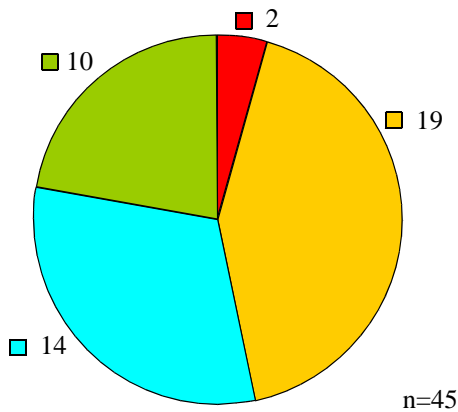
Tab. 5.1: *Einstufung der Holztragwerke der Stadt München in Prioritäten der Überprüfung*

Priorität	Zeitraum	Beispiele
I	Überprüfung und potentielle Ertüchtigungsmaßnahmen vor dem nächsten Schneefall	Gebäude: Versammlungshallen und Sportstätten Bauteile: Fachwerkträger, Nagelplattenbinder, sowie gekrümmte Träger und Satteldachträger
II; III	Überprüfung vor dem nächsten Winter; Ertüchtigungsmaßen. n. B.	Tragwerke kürzerer Spannweite, steile Dachtragwerke, Sekundärtragwerke aus Holz

Ein Vergleich der Abb. 5.1 und Abb. 5.2 zeigt die Sinnhaftigkeit einer solchen Priorisierung. Im Falle der Untersuchung der Holztragwerke der Stadt München war der Großteil der nach Abschluss der Bau-

werksuntersuchungen als kritisch eingestuftem Tragwerke im Vorfeld der Untersuchungen der ersten Priorität und damit der ersten Überprüfungsrunde zugeordnet worden. Von 45 Tragwerken in Priorität I waren 47 % zu ertüchtigen, wohingegen von den Tragwerken der Prioritäten II und III nur noch 14 % zu ertüchtigen waren.

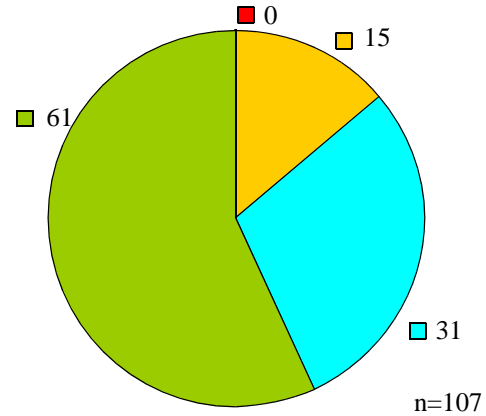
**Holztragwerke Stadt München
Priorität I**



- Kategorie I - Sofort Sperren
- Kategorie II - Ertüchtigung noch vor Winter
- Kategorie III - geringfügige Sanierung
- Kategorie IV - keine Sanierung notwendig

Abb. 5.1: Holztragwerke der Stadt München - Priorität I

**Holztragwerke Stadt München
Priorität II+III**



- Kategorie I - Sofort Sperren
- Kategorie II - Ertüchtigung noch vor Winter
- Kategorie III - geringfügige Sanierung
- Kategorie IV - keine Sanierung notwendig

Abb. 5.2: Holztragwerke der Stadt München - Priorität II+III

Für die Erstüberprüfung der jeweiligen Tragwerkes bietet es sich an, einen entsprechenden Leitfaden zu Rate zu ziehen. Beispielhaft angegeben ist hier der "Leitfaden zu einer ersten Begutachtung von Hallentragwerken aus Holz"[7], erstellt von einem Gremium aus fünf Fachleuten (Blaß, Brüninghoff, Kreuzinger, Radovic und Winter) und herausgegeben von der Studiengemeinschaft Holzleimbau. Er umfasst die in Tab. 5.2 aufgeführten Schritte.

Für den mit der Untersuchung beauftragten Ingenieur ergeben sich in der Realität häufig erste Probleme mit dem Fehlen von Planunterlagen und statischen Berechnungen, was nicht selten eigene Messungen vor Ort sowie die Neuberechnung wichtiger Tragwerksteile bedingt. In Abhängigkeit der Entfernung des zu untersuchenden Bauwerks vom eigenen Arbeitsort bietet es sich an, die Untersuchungen vor Ort in zwei Teilen durchzuführen, da eine erste Begehung sehr nützlich sein kann, um einen Überblick zu gewinnen und das Vorgehen für die handnahe Untersuchung sowie dafür notwendige Werkzeuge, Messinstrumente und Arbeitskräfte festzulegen.

Tab. 5.2: Auszüge aus dem "Leitfaden zu einer ersten Begutachtung von Hallentragwerken aus Holz" [7]

Schritt	Beschreibung	Aufgaben (auszugsweise)
1	Sichtung der Unterlagen zum Tragwerk	Plausibilität der statischen Berechnung und Ausführungspläne Prüfberichte; Übereinstimmungsnachweise Übereinstimmung der wesentlichen Bauteile mit Normen und Zulassungen Übereinstimmung des Tragwerks mit den Konstruktionsunterlagen Informationen zu z. B. Verklebung (Leimbuch) und Montage
2	Bestimmung der Gebäudenutzung	Nutzung des Gebäudes / Umnutzung Zuordnung zu einer Nutzungsklasse im Hinblick auf die klimatischen Beanspruchungen im Gebäude Anzunehmende Einwirkungen wie Eigengewicht und Nutzlasten im Hinblick auf die Gebäudenutzung
3	Feststellung von baulichen Veränderungen	Vergleich von Planung und aktuellem Stand Änderungen (Gründach, Lüftung, Wärmedämmung, ...) Nachträgliches Schließen offener Gebäude Nachträgliche Durchbrüche, nachträglich angehängte Lasten
4	Überprüfung der Geometrie des Gebäudes	Inaugenscheinnahme zur Feststellung von Überhöhungen und Verformungen Lasermessung zur Feststellung von Durchbiegungen und Verformungen Messung von Verwölbungen und Schrägstellungen mittels Richtlatte
5	Handnahe Inaugenscheinnahme	Verbindungen (fester Sitz, Anzahl der Verbindungsmittel) Wasserflecken (Feuchtequelle; Zustand von Holz und Verklebung; Feuchtemessung in mehreren Tiefen) Entwässerung (beheizte Rohre und Rinnen; verstopfte Rohre; Notabläufe) Pilze, Korrosion metallischer Bauteile Verfärbungen; Klangänderungen beim Abklopfen des Holzes Oberflächenbehandlung bei Bauteilen im Freien (Wirksamkeit der Oberflächenbehandlung)
6	Feststellen von Rissen	Rissaufnahme nach Tiefe, Breite, Länge, Anzahl und Verteilung; Dokumentation Bei Rissen von mehr als 90 mm Tiefe oder b/6 bzw. b/8 (bei Querschnitt) sollte ein Fachmann eingeschaltet werden Holzfeuchtemessung mit ausreichend langen, isolierten Elektroden in unterschiedlichen Tiefen; Dokumentation
7	Bauphysikalische Randbedingungen	Luftdichtigkeit der Gebäudehülle (Anschlüsse) Bauteilfeuchte Überprüfung des Klimas im Gebäude

Falls notwendig, können die eingehenden Überprüfungen mit Materialuntersuchungen gekoppelt werden. Zu diesen gehören z. B. Scherprüfungen an Bohrkernen zur Bestimmung der Qualität der Klebefuge oder Bohrwiderstandsmessungen um die Tiefe von biologisch geschädigten Bereichen zu bestimmen. Ein zu erstellendes Gutachten sollte mindestens die folgenden Punkte beinhalten:

- kurze Beschreibung von Gebäude und Tragwerk
- Angabe der vorhandene Dokumente
- Untersuchungen vor Ort (inkl. Bilddokumentation)
- Beurteilung und Schlussfolgerungen (Relevanz der Schäden für die Tragsicherheit)
- Richtlinien für Ertüchtigungs- / Verstärkungsmaßnahmen
- Empfehlungen für zukünftige Überprüfungen und deren Intervalle

5.2 Weiterbetrieb vor Ertüchtigung, Schneelastkataster

Sollte die Bauwerksüberprüfung ergeben, dass die vollständige Tragsicherheit nur durch Verstärkungs- bzw. Ertüchtigungsmaßnahmen wiederhergestellt werden kann und nicht sichergestellt sein, dass diese Maßnahmen vor dem nächsten Schneefall vollendet werden können, so bietet es sich im Falle mehrerer derartiger Tragwerke an, ein sog. Schneelastkataster einzurichten. Dieses listet die betroffenen Tragwerke und die zugehörige, bis zur Vollendung der Ertüchtigungsmaßnahmen maximal erlaubte Schneelast auf.

Zusätzlich sind in einem solchen Fall „Referenzdächer“ zu bestimmen, auf welchen die Schneelast zu definierten Zeiten zu messen ist. Diese sollten sich in der Nähe der zu beobachtenden Tragwerke befinden und die zugehörigen Dachformen repräsentieren. Für den Fall, dass die Schneelast auf einem Referenzdach 80 % der zulässigen Schneelast erreicht, ist das betreffende Gebäude zu schließen und der Schnee günstigstenfalls abzuschaufeln. Jedem zu beobachtenden Bauwerk ist dabei eine zuständige Person zuzuweisen, die für die Überwachung und Durchführung dieser Aufgaben verantwortlich ist.

Auch automatisierte Verfahren zur Überwachung einzelner Tragwerke sind möglich, sie erfordern jedoch noch weitere Untersuchungen und Kalibrierungen, z. B bei der Verwendung von permanenten Durchbiegungsmessungen. Ein entsprechendes Entwicklungsvorhaben wird derzeit noch durch den Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion in Zusammenarbeit mit der Hochschule Karlsruhe und der Stadt Murnau betrieben.

5.3 Empfehlungen für zukünftige Bauwerksüberprüfungen

Um auch zukünftig das für das jeweilige Gebäude geforderte Tragsicherheitsniveau zu gewährleisten, sollten für jedes Bauwerk Empfehlungen für zukünftige Überprüfungen aufgestellt werden. Diese sollten, neben der Angabe eines Leitfadens für die Überprüfung, vor allem die im jeweiligen Fall als besonders kritisch ermittelten Elemente enthalten (Angabe der zu überwachenden Elemente, durchzuführende Messungen, ...). Die Festlegung von Überprüfungsintervallen und notwendiger Qualifikation des durchführenden Fachpersonals kann z. B. auf Basis der „Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer / Verfügungsberechtigten“ [6] geschehen, die von der Bayerischen Obersten Baubehörde herausgegeben wurden. Diese teilen bauliche Anlagen (aller Baustoffe) vor dem Hintergrund des Gefährdungspotentials und der Schadensfolgen ein (siehe Tab. 5.5). Veröffentlichungen mit vergleichbaren Angaben ([8] – [10]) sind in der Literaturliste gegeben.

Tab. 5.3: Einteilung von baulichen Anlagen entsprechend den „Hinweisen für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer / Verfügungsberechtigten“ [6]

Gefährdungspotential/ Schadensfolgen	Gebäudetypen und exponierte Bauteile	Beispiele (auszugsweise)
Kategorie 1	Versammlungsstätten für mehr als 5000 Personen	Stadien
Kategorie 2	Bauliche Anlagen mit über 60 m Höhe Gebäude und Gebäudeteile mit Stützweiten > 12 m und/oder Auskragungen > 6 m sowie großflächigen Überdachungen Exponierte Bauteile von Gebäuden, soweit sie ein besonderes Gefährdungspotential beinhalten	Fernsehtürme, Hochhäuser Einkaufsmärkte, Sporthallen, Produktionshallen, Schulen, Theater, ... Große Vordächer, angehängte Balkone, Kuppeln, ...

Basierend auf dieser Einteilung werden Anhaltswerte für Zeitintervalle der Überprüfungen gegeben (siehe Tab. 5.4)

Tab. 5.4: Überprüfungsintervalle nach [6]

Kategorie	Begehung (jeweils nach ... Jahren)	Sichtkontrolle	Eingehende Überprüfung
1	1-2	2-3	6-9
2	2-3	4-5	12-15
Durchzuführen von:	Eigentümer/ Verfügungsberechtigter	Fachkundige Person	Besonders fachkundige Person

Diese Einteilung ermöglicht es dem Eigentümer, die häufig wiederkehrenden Begehungen selbst durchzuführen. Für die Sichtkontrolle und die eingehende Überprüfung sollte er fachkundige und besonders fachkundige Personen hinzuziehen. Fachkundige Personen sind z. .B. Bauingenieure oder Architekten mit mehr als 5 Jahren Erfahrung in entsprechendem Bereich (Aufstellen von Standsicherheitsnachweisen, technische Bauleitung). Besonders fachkundige Personen sind z. B Prüfingenieure, öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige und Bauingenieure mit mehr als 10 Jahren Erfahrung in entsprechendem Fachbereich (hier: Holzkonstruktionen).

5.4 Bauwerksbuch

Um zukünftige Überprüfungen zu erleichtern und eine einheitliche Dokumentation zu gewährleisten bietet es sich an, für jedes Gebäude ein sog. Bauwerksbuch aufzustellen. Das Bauwerksbuch sollte alle notwendigen Informationen beinhalten, die die verantwortliche Person und zukünftige Prüfer benötigen. Es kann folgenden Aufbau haben:

Tab. 5.5: *Beispielhafter Aufbau des Bauwerksbuches*

1	Allgemeines
2	Aufstellungsdaten (Architekt, Fachingenieure, Prüfingenieur, Baufirmen,)
3	Bauwerksbeschreibung und Bauwerksskizzen (Positionsplan, Baumaterialien und Querschnitte)
4	Aufbauten / Lastzusammenstellung / Nutzlasten (z. B. Schneelasten)
5	Standsicherheitsnachweis (verwendete Normen (Ausgabe), Stabwerksprogramme,)
6	Baugrund (z. B. Grundwasserstand)
7	Baugrund (z. B. Grundwasserstand)
8	Materialien / Bauteile (Materialeigenschaften, Zulassungen,)
9	Änderungen / Umbauten / Instandsetzungen (z.B. Durchbrüche, Gründach, Lüftung, Wärmedämmung, ...)
10	Sanierungsmaßnahmen / Prüfungs- und Überwachungsanweisungen (und -Intervalle)
11	Bauwerksprüfungen (Prüfer, Geräteinsatz, Besonderheiten)
12	Planunterlagen (vorhandene Dokumente, Datum des Dokuments)
13	Ausfertigungen (Aufsteller, Kopien an ...)
14	Inhaltsverzeichnis
11	Bauwerksprüfungen (Prüfer, Geräteinsatz, Besonderheiten)
12	Planunterlagen (vorhandene Dokumente, Datum des Dokuments)
13	Ausfertigungen (Aufsteller, Kopien an ...)
14	Inhaltsverzeichnis

Für Bestandsgebäude ist das Bauwerksbuch ein gutes Mittel um zukünftige Überprüfungen zu vereinfachen und um eine durchgängige Dokumentation zu gewährleisten, selbst für den Fall des Wechsels der verantwortlichen Personen. Für Bestandsgebäude sollte es in Verbindung mit einer eingehenden Überprüfung aufgestellt werden und alle verfügbaren Informationen enthalten. Sollten notwendige Informationen (z. B. Planunterlagen, statische Berechnungen) nicht mehr vorhanden sein, ist mit dem Eigentümer abzustimmen, welche Informationen neu zu erstellen sind. Für Neubauten wird empfohlen, dass das Bauwerksbuch vom Tragwerksplaner erstellt wird. Das Bauwerksbuch kann nur vollwertig nutzbringend sein, wenn es vom Eigentümer und zukünftigen Prüfern im Sinne eines „Bauwerkstagebuches“ fortgeführt wird.

6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Auswertung der Schadensfälle im zweiten Abschnitt dieses Beitrages verdeutlicht, dass ein Großteil der erfassten Schäden auf menschliches Versagen zurückzuführen ist. Weitere Schadensanalysen ([1] – [3]) lassen sinngemäße Feststellungen zu. Menschliches Versagen lässt sich assoziieren mit Fachwissen und Qualität der Arbeit. Fachwissen ist eine Qualität an sich. Und Qualität braucht Zeit.

Der Werkstoff Holz, unter Anerkennung des Standes der Technik bearbeitet und eingebaut, war in den seltensten Fällen die Ursache für Schäden. Gleiche gilt für hohe Schneelasten, die als Auslöser, nicht jedoch als Ursache für erfasste Schäden gelten können.

Der Einsturz der Eishalle Bad Reichenhall verdeutlichte, dass der Eigentümer / Verfügungsberechtigte für den ordnungsgemäßen Bauunterhalt sowie die Gebäudesicherheit verantwortlich ist. Der fachlich und zeitlich korrekte Bauunterhalt ist eine Grundvoraussetzung für ein gleichbleibendes Tragverhalten und Sicherheitsniveau über die Lebenszeit des Bauwerks. In vielen der untersuchten Fälle war diese Anforderung nicht erfüllt, was zu einer abnehmenden Tragsicherheit und einem erhöhten Schadensrisiko führte. Um solche Fehler und damit das Auftreten von Schäden zu verringern, erweist es sich als sehr vorteilhaft, Leitfäden und Intervalle zur Bauwerksüberprüfung einzuführen. Das Bauwerksbuch, welches ein Tragwerk über seine Lebenszeit begleitet, bietet die Möglichkeit diese Zielsetzungen an das betreffende Bauwerk anzupassen und ist deshalb ein gutes Hilfsmittel um die oben genannten Zielsetzungen für jedes Tragwerk zu erreichen.

7 Danksagung

Den Ingenieurbüros Prof. Steck, Dr. Linse, PG Dittrich, Bernhard, Dr. Behringer, Dr. Schütz, Dr. Burger, Konstruktionsgruppe Bauen and Bauart Konstruktion sei für die Überlassung ihrer Daten zum Zwecke der Auswertung für das vorgestellte Projektes gedankt.

8 Literatur

- [1] Blaß, H.-J., Frese, M.: *Bauwerksuntersuchungen – Ergebnisse und Erkenntnisse*. In: Tagungsband 13. Internationales Holzbau-Forum, Garmisch, 2007, 12 S.
- [2] Frühwald, E., Serrano, E., Toratti, T., Emilsson, A., Thelandersson, S.: *Design of safe timber structures – How can we learn from structural failures in concrete, steel and timber?* Report TVBK-3053., Div. of Struct. Eng., Lund University, 2007, 270 S.
- [3] Bundesministerium für Verkehr: *Schäden an Brücken und anderen Ingenieurbauwerken*. Dokumentation, Dortmund: Verkehrsblatt-Verlag 1994, 440 S.
- [4] Dietsch, P., Mestek, P., Merk, M., Winter, S.: *Structural safety and rehabilitation of connections in wide-span timber structures – two exemplary truss systems*. WCTE 2008 Conference Proceedings, Miyazaki, Japan, 2008, 8 S.
- [5] Dietsch, Winter, S.: *Robustness Considerations for the Design of Secondary Structures*. WCTE 2010 Conference Proceedings, Riva del Garda, Italien, 2010, 8 S. (eingereicht)
- [6] Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren: *Hinweise für die Überprüfung der Standsicherheit von baulichen Anlagen durch den Eigentümer/Verfügungsberechtigten*. München, 2006, 11 S.
- [7] Blaß H.-J., Brüninghoff, H., Kreuzinger, H., Radovi'c, B., Winter, S.: *Leitfaden zu einer ersten*

Begutachtung von Hallentragwerken aus Holz. Studiengemeinschaft Holzleimbau, Wuppertal, 4 S.

- [8] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: *Richtlinien für die Erhaltung von Ingenieurbauten (RI-ERH-ING)*. Berlin, 2007
- [9] VDI-Richtlinie 6200: *Standsicherheit von Bauwerken – Regelmäßige Überprüfung*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure 2009
- [10] Toratti, T. et al.: *Quality of timber construction – guidance for buildings and load bearing structures*. COST Action E55, 1st Workshop, Technische Universität Graz, 2007, 68 S.

G Sanierungsmethoden am Beispiel des „Campus Croix Rouge“ der Universität Reims

U. Hübner



DI
Ulrich Hübner

1994-2001	Bauingenieurstudium Bauhaus-Universität Weimar
2002	Bauingenieur bei Margueron S.A. (Belley, F)
2002-2006	Projektleiter Ingenieurholzbau bei Finnforest Merk (Aichach, D)
seit 2006	wissenschaftlicher Mitarbeiter holz.bau forschungs gmbh Graz

1 Einleitung

Bei der Instandsetzung und Ertüchtigung von bestehenden Holzbauten kommen eine Vielzahl von mechanischen Verbindungen und Klebeverbindungen zum Einsatz (Tab. 1.1). In der Praxis wird meist den mechanischen Verbindungen der Vorzug gegeben. Für qualitätvolle Klebeverbindungen müssen bestimmte Holzfeuchte- und Temperaturbereiche, Herstellerangaben zur Verarbeitung, Sicherheitsdatenblätter beachtet und die Qualifikation für die Instandsetzung von tragenden Holzbauteilen und von Brettschichtholz mittels Klebung vorhanden und in Deutschland auch nachgewiesen werden. Das Qualitätsmanagement ist aufwendiger. Dennoch gibt es vielfältige Sanierungsaufgaben – insbesondere im Ingenieurholzbau – bei denen der Einsatz von Klebeverbindungen zu praktikablen Lösungen führt, die mit mechanischen Verbindungen weder technisch noch wirtschaftlich möglich gewesen wären.

Daher sollen im Folgenden einige der Möglichkeiten des Einsatzes von Klebeverbindungen beschrieben und am Beispiel des Bauvorhabes „Campus Croix Rouge“ der Université de Reims (Frankreich), welches von der projektbezogenen Arbeitsgemeinschaft von Finnforest Merk (Aichach, D), Finnforest France (Paris, F) und CMB - Construction Millet Bois SARL (Mauléon, F) ausgeführt wurde, erläutert werden.

Tab. 1.1: Verbindungen zur Instandsetzung und Ertüchtigung im Holzbau

Klebeverbindungen	mechanische Verbindungen
<ul style="list-style-type: none"> • Lamellenverfahren • Schraubenpressklebung • Querschnittsergänzung mit Kunststoffprothesen • Rissverpressung • eingeklebte Stäbe aus Betonrippenstahl, Gewindestangen, kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) oder glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) • CFK-Lamellen 	<ul style="list-style-type: none"> • eingeschraubte Stäbe • Anlaschungen, stehene Blätter mit Stabdübeln, Bolzen und Nägeln • gespannte Stähle • Verbindungen mit Holzschrauben • aufgenagelte Lochbleche oder Holzwerkstoffplatten • Dübel besonderer Bauart • Zimmermannsmäßige Reparaturverbindungen

2 Baubeschreibung der Hörsaalgebäude

Die Université de Reims baute sich von 1971 bis 1972 einen Hörsaalkomplex mit sechs muschelförmigen Hörsälen unterschiedlicher Größe, die sich wie Blütenblätter um einen offenen Kreisring, der vom Flur gebildet wird, gruppieren (Abb. 2.1 und Abb. 2.2). Die Hörsäle stützen sich auf Stahlbetonrahmen ab und der Flur ruht auf Stahlbetonstützen etwa 3,5 m über Gelände. Zwischen den Hörsälen und beidseits der Feuerwehrezufahrt zum Innenhof befinden sich Treppenhäuser. Der größte Hörsaal fasst heute 600 Studenten. Die außen liegenden Rippen aus Brettschichtholz (BSH) werden an ihren oberen Enden durch einen BSH-Gurt gefasst, der als Zugband an Stahlbeton- bzw. Holzkonstruktionen verankert ist. Ihre Querschnittshöhe nimmt von 120 cm auf 80 cm ab (Abb. 2.3). Mächtige Querträger aus BS-Holz verteilen die Lasten aus dem Hörsaal auf die Stahlbetonrahmen und bilden mit den Rippen einen Trägerrost. Treppenartig angeordnete Stahlbetonteile bilden den Hörsaalfußboden. Bei den Dachbindern handelt es sich um leicht gebogene BS-Holz-Träger. In der Dachebene liegen K-Verbände zwischen den Pfetten. Die weiße Membran besteht aus dem Spezialgewebe *Ipalon*, das auf zwei Lagen Sperrholzplatten mit je 13 mm Stärke gespannt wurde (Abb. 2.4). Die sind wiederum mittels einer Unterkon-

struktion an den Querträgern und Rippen befestigt. Die Achsbezeichnungen wurden vom Zentrum aus für die ringförmig angeordneten Flurstützen zu A, B und C gewählt (Abb. 2.2). Die Rippen wurden je Hörsaal entgegen dem Uhrzeigersinn nummeriert.

Zur Verbindung der einzelnen Schotten, zwischen den Querträgern, der gestuften Hörsaaldecke und der Außenschale, waren quadratische Durchbrüche (70×70 cm), sogenannte „Mannlöcher“, geschnitten worden. Die Enden der Querträger sind ausgeklinkt. Beim Hörsaal 1 waren die Rippen an die unteren 30 cm der Querbinder angehängt. Diese Konstruktion verursachte bei der Geometrie der Querträger Querkzugspannungen, die zu Rissen führten (vgl. [5]).

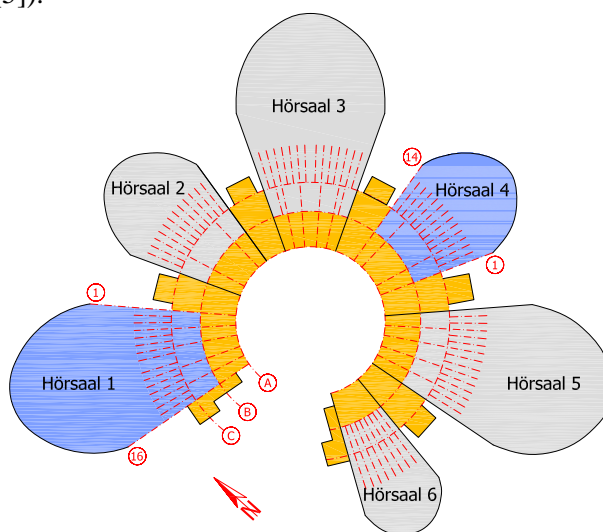


Abb. 2.1: Luftbild der Hörsaalgebäude des Campus Croix Rouge (Foto Universität Reims)

Abb. 2.2: Grundriss der Hörsaalgebäude



Abb. 2.3: Montage der Haupttragelemente des Hörsaales 1 aus [2]



Abb. 2.4: Verschalter Hörsaales 1 aus [2]

3 Rissverpressung

Durch mechanische Beanspruchung (fehlende Quersugsicherungen, Zwängungen bei Verbindungsmittelgruppen, Durchbrüche, Ausklinkungen etc.) und klimatische Beanspruchung (Temperatur, Holzfeuchte) kann es zu Rissbildungen durch das Überschreiten der aufnehmbaren Quersugschubspannung kommen. Risse durch zu hohe Schubspannungen treten weniger häufig auf. Um die geforderte Tragfähigkeit wieder herzustellen, müssen die getrennten Querschnittsteile wieder kraftschlüssig miteinander verbunden und eine erneute Rissbildung verhindert werden.

Da die Rissebreiten die maximalen Fugendicken von Klebstoffen zur Brettschichtholzherstellung meist überschreiten, kommen Spezialklebstoffsysteme mit fugenfüllenden Eigenschaften zum Einsatz, deren Eignung in umfangreichen Prüfungen nachgewiesen wurde. Dafür werden verklebte Hölzer mit 4 mm Fugendicke Zugscher-, Delaminierungs- und Dauerstandsprüfungen unterzogen. Auch die Kohäsionsfestigkeit des reinen Klebstoffes ($t \leq 10$ mm) wird in Zug-, Druck- und Scherprüfungen untersucht.

Die Liste der Personen bzw. Firmen, die nachweislich innerhalb der letzten 6 Jahre erfolgreich einen Lehrgang zum Sanieren von Holzbauwerken mittels Klebeverfahren an der MPA Stuttgart absolviert haben, ist im Internet unter http://www.mpa.uni-stuttgart.de/organisation/fb_1/abt_12/abt_12.html zu finden. Das ausführende Unternehmen muss in Deutschland die Bescheinigung A oder B vorlegen können, welche die Qualifikation für das Instandsetzen von tragenden Holzbauteilen und von Brettschichtholz mittels Klebung nachweist.

Die Rissflanken müssen tragfähig sein, d. h. lose Klebstoffreste und Staub sind zu entfernen. Die zu verpressenden Risse sollten nicht breiter als 4 mm sein, wenn sie sich über die ganze Trägerlänge erstrecken, in limitierten Bereichen sind bis zu 8 mm akzeptierbar (vgl. [1]).

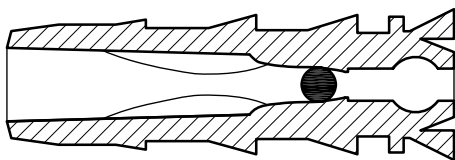


Abb. 3.1: Kunststoff-Injektoren mit 9,5 mm Durchmesser nach [17]



Abb. 3.2: ULWA-Ganzstahl-Fettpresse E503 (Foto: Ulrich Lübbert Warenhandel)

Die Risse werden mit straffem durchsichtigem Klebeband abgeklebt damit die Ausbreitung des Klebstoffes kontrolliert werden kann. Breite Risse können mit einem folierten Sperrholz abgedeckt werden. Bei schmalen Rissen können die Injektoren (Abb. 3.1) direkt im Riss plziert werden, bei breiteren werden Zugangskanäle unter 45° gebohrt. Der Abstand der Injektoren sollte um so kleiner sein, je schmaler die Fuge ist.

Für die Verklebung muss für die Zeit der Aushärtung eine nach Herstellerangaben ausreichende Temperatur (20°C Lufttemperatur, 18°C Bauteiltemperatur nach [19]) eingehalten werden, die Holzfeuchte darf maximal 15 % betragen. Erschütterungen oder Laständerungen in den Bauteilen sind zu vermeiden. Harz und Härter werden vor Ort gemischt und Einbringmenge, Einpresszeit, Klebstoffsystem, Mischungsverhältnis, relative Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Datum und Uhrzeit in einem Leimbuch dokumentiert. Bei langandauernden Arbeiten hat sich der Einsatz von Klimaaufzeichnungsgeräten bewährt.

Das Einpressen erfolgt mit Fettpressen (Abb. 3.2), deren Nippel in die Injektoren passen. Die überstehenden Teile der Injektoren können nach der Aushärtung des Klebstoffs mit einem Stechbeitel abgeschnitten werden. Ausgeronnenes Harz kann abgefleckt werden.



Abb. 3.3: Verpressen der abgeklebten Risse (Foto: Finnforest Merk)



Abb. 3.4: breiterer verpresster Riss nach der Verpressung (Foto: Finnforest Merk)



Abb. 3.5: abgelenkter Querträger mit schmalen verpressten Rissen (Foto: Finnforest Merk)



Abb. 3.6: abgelenkter Querträger mit breitem verpresste Riss (Foto: Finnforest Merk)

In den Hörsälen 1 und 4 des Campus Croix Rouge wurden dutzende von Laufmetern Risse in den Querträgern und den Außenbereichen der Rippen mit WEVO-Spezialharz EP 20 VP/1 in Kombination mit WEVO-Härter B 20/1 verpresst, dessen Eignung zur Sanierung von tragenden Holzbauteilen nach DIN 1052 die Forschungs- und Materialprüfanstalt für das Bauwesen (FMPA) Stuttgart bestätigt hat [4]. Die Zulassung (Z-9.1-750) wurde durch den Hersteller beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für die Verwendung von Holzbauteilen aus Fichten-, Tannen- und Buchenvollholz sowie Brettschichtholz aus Buche nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-9.1-679 für die Nutzungsklassen 1 bis 3 beantragt.

4 MERK-Lamellenverfahren

Beim Lamellenverfahren werden nicht mehr tragfähige Querschnittsteile entfernt und der Restquerschnitt so ausgefräst, dass Lamellen aus Furnierschichtholz passgenau eingeklebt werden können. Bei der Verwendung von mehreren Lamellen übereinander, ist die außenliegenden Lamelle beidseits um $1,5 h$, mindestens jedoch 20 cm länger. Da die stirnseitige Verbindung der Lamellen mit dem Restquerschnitt nicht zugfest ist, muss bei zugbeanspruchten Lamellen eine zusätzlich aufgeklebt werden. Um die Druckkraftübertragung sicher zu stellen, werden die stirnseitigen Fugen mit einem geeigneten Klebstoff verpresst. Der Pressdruck wird mit hydraulischen Pressen oder durch Teilgewindeschrauben (Schraubenpressklebung) aufgebracht. Das Patent für das MERK-Lamellenverfahren wurde am 10.01.1992 angemeldet und lief am 11.01.1999 ab [16].

Die Rippen der Hörsäle des Campus Croix Rouge haben einen sich nach oben verjüngenden Querschnitt. Fertigungsbedingt laufen die Lamellen auf der Innenseite durch und auf der Außenseite ergeben sich meterlange Anschnitte von Stirnholz. Die freie Bewitterung bedingte das Herunterrinnen von Niederschlagswasser und bei schadhafem Anstrich erhöhte Holzfeuchten in den Lamellenstirnseiten. In verschatteten, flacher geneigten Bereichen kam zu Braunfäule. Mit dem Merk-Lamellenverfahren wurden zwei Schadstellen ausgebessert.

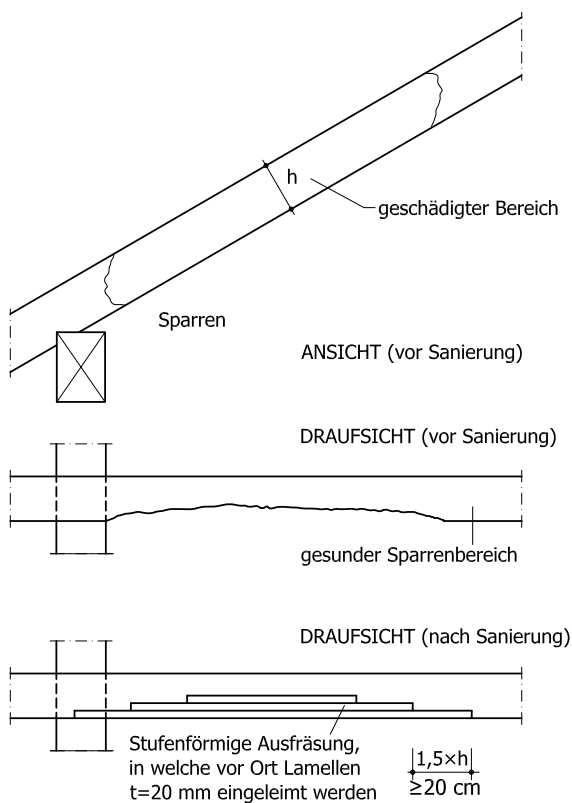


Abb. 4.1: Teilsanierung eines Sparrens mit dem Merk-Lamellenverfahren nach [8]

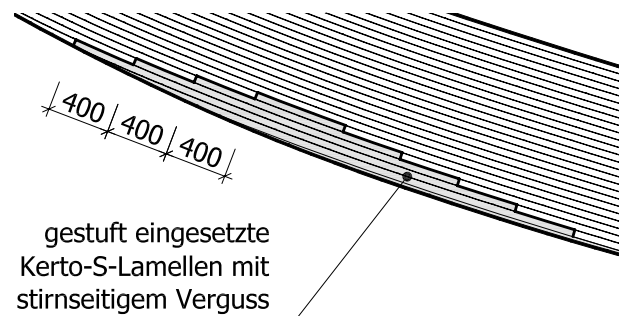


Abb. 4.2: Lamellenverfahren auf der Druckseite einer Rippe des Hörsaales 1

5 Schraubenpressklebung

Die Schraubenpressklebung ist in DIN 1052:2008 [19] geregelt, die allerdings in Österreich ohne besondere vertragliche Vereinbarung zwischen Bauherrn und Planer nicht anzuwenden ist. Nagelpressklebungen entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik, da der Pressdruck nicht in ausreichender Höhe und Gleichmäßigkeit aufzubringen ist. „Ein Nachweis der Eignung muss auch für die Ausführung von Klebarbeiten zur Instandsetzung tragender Holzbauteile und von Brettschichtholz vorliegen“ ([19] S. 150), d.h. in Deutschland muss der Ausführende die Bescheinigung A, B oder C vorlegen können.

Die Schraubenpressklebung ist eine geeignete Methode um Querschnitte so zu Ergänzen, dass Querkraftkräfte, Zug- oder Druckkräfte parallel zur Faser oder Scherkräfte übertragen werden können.

In Abb. 5.1 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Tragfähigkeit der Giebelwand und der Rippe in Achse 15 wieder hergestellt bzw. verbessert wurde. Die Giebelwand wurde durch das Ersetzen der durch Braunfäule geschädigten Querschnitte und das Aufnageln von Kerto-Q-Platte ertüchtigt. Die Druckseite der Rippe aus Brettschichtholz wurde durch etwa 17 m lange Kerto-S-Lamellen mittels Schraubenpressklebung verstärkt.

Desweiteren wurde eine Kerto-Q-Platte mit 45 mm Stärke auf die Rippe 16 geklebt. Die offene Zeit des Phenol-Resorcinharz-Klebers betrug bei der gegebenen Außentemperatur 40 Minuten. In dieser Zeit musste der Kleber auf die liegende Platte mit Kammspachteln aufgebracht werden, die Platte angeschlagen und mit dem Kran zwischen Fassade und Gerüst eingefädelt werden und schließlich mit etwa 1300 Teilgewindeschrauben im Raster von 12×12 cm von unten nach oben festgeschraubt werden. Zuvor war die Rippe mit einer schwarzen Folie abgedeckt worden, um Niederschläge fern zu halten und die Holzfeuchte unter 15 % zu senken. Die verwitterte Oberfläche war mit einem Balkenhobel auf der gesamten Fläche so bearbeitet worden, dass ein ebener, tragfähiger Klebgrund entstand, der eine dünne Klebefuge ermöglichte. Die Verpressung der Risse erfolgte mit fugenfüllenden Epoxidharz (WEVO-Spezialharz EP 20 VP 1 in Kombination mit WEVO-Härter B 20/1).

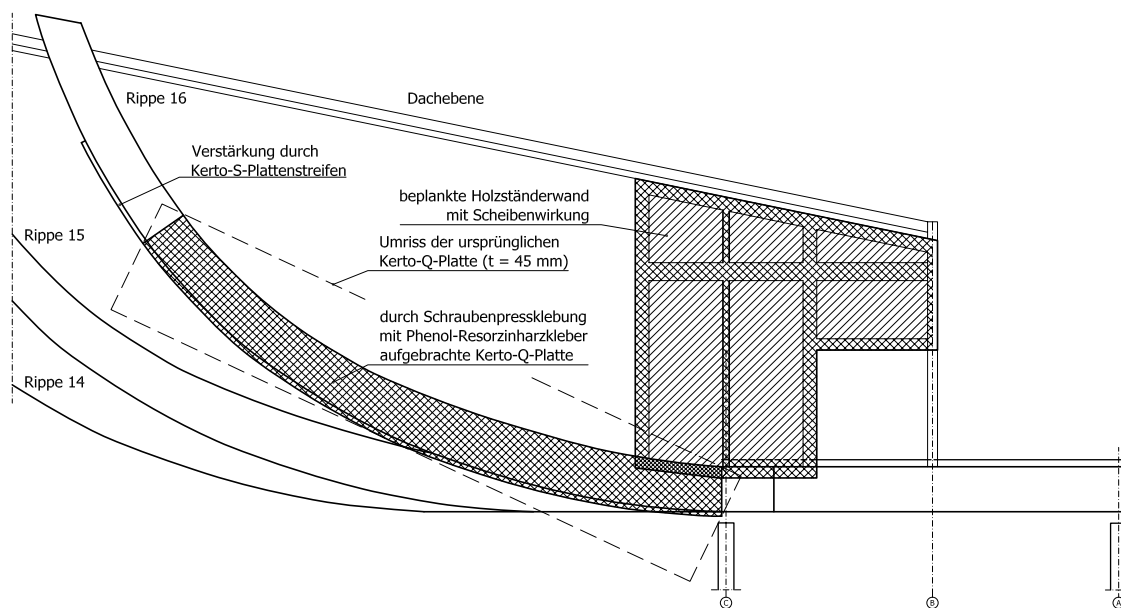


Abb. 5.1: Ansicht des Hörsaals 1 mit der verschiedenen Verstärkungsmaßnahmen

Wenn die Ober- bzw. die Unterseite von Trägern nicht zugänglich ist oder der zu verstärkende Bereich zu weit von der Ober- bzw. die Unterseite entfernt ist, kommen zur Verstärkung oftmals aufgeklebte Holzwerkstoffplatten zum Einsatz. In Abb. 5.2 ist ein Querträger mit unten über Stahlteile angehängte Rippen auf Querzug belastet. Zusätzlich waren die Querträger in den Auflagerbereichen mit schrägen Ausgeklinkungen versehen und quadratische Durchbrüche mit 70 cm Kantenlänge eingebracht worden. Die Querzugverstärkung mittels Schrauben oder Gewindestangen war von der Ober- bzw. Unterseite aus nicht möglich und es wurden daher mittels Schraubenpressklebung beidseits aufgebrachte Kerto-Platten gewählt ($d = 69 \text{ mm}$). Um einen ebenen und tragfähigen Untergrund herzustellen wurden die Querträger abgehobelt und mit Druckluft vom Staub befreit.

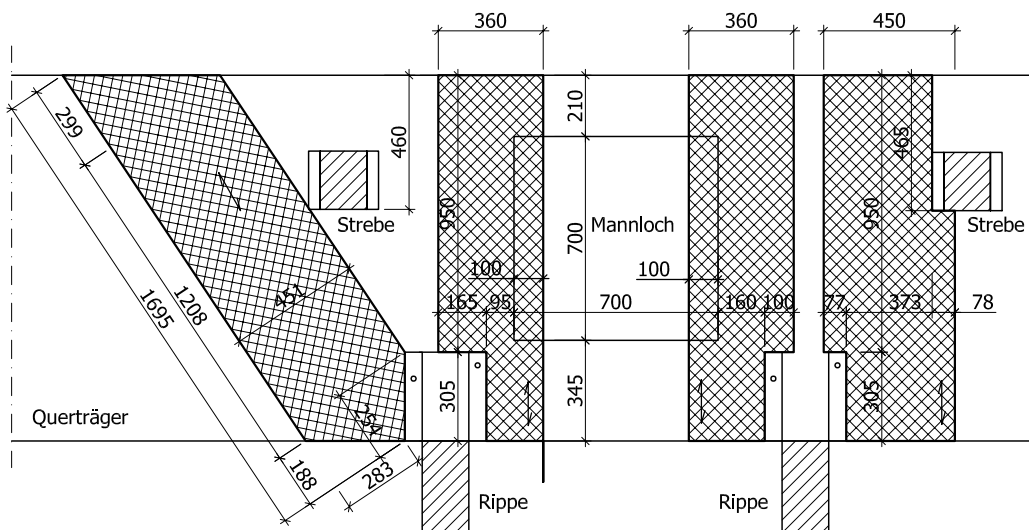


Abb. 5.2: Beispiel für die Ausführung von Querzugverstärkungen durch aufgeklebte Kerto-Q-Platten

6 Eingeklebte Stahlstäbe

In ÖN B 1995-1-1:2009 [22] werden innenliegende eingeklebte Stahlstäbe im informativen Anhang unter „Verstärkungen von Durchbrüchen“ behandelt. Allerdings wird der Bemessungswert der Klebefugenfestigkeit nicht angegeben. DIN 1052:2008 [19] gibt für Verbindungen mit quer oder längs zur Stabachse beanspruchten eingeklebten Stahlstäben Berechnungsmodelle an. Dabei sind alle Winkel und die kombinierte Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen berücksichtigt.

Das ausführende Unternehmen muss in Deutschland die Bescheinigung A, B oder D vorlegen können, welche die Qualifikation für das Einkleben von Stahlstäben nachweist.

Der Durchmesser der Stahlstäbe darf nach ÖN B 1995-1-1:2009 [22] maximal 20 mm betragen, nach DIN 1052:2008 [19] mindestens 6 mm und höchstens 30 mm. Bis in die 1990er Jahre wurde mit dem Nenndurchmesser oder etwas kleiner vorgebohrt, der Klebstoff direkt ins Bohrloch eingebracht und die Gewindestangen mit einer Entlastungsnut für den überschüssigen Klebstoff versehen (vgl. [3], [9], [10]). Heute sollte das Übermaß des Bohrlochs nach [1] zwei Millimeter bei kleinen und vier Millimeter bei großen Durchmessern betragen, wobei die Herstellervorschriften zur Klebefugendicke beachtet werden müssen.

Mit einem Bohrständer und Schlangenbohrern mit Zentrierspitze wird die Richtung der Bohrung in den ersten Dezimetern vorgegeben. Dadurch kann auch über größere Tiefen von bis zu 300 cm die Bohr- richtung genau genug vorgegeben werden. Die Spanförderung beschränkt die Bohrtiefe in einem Ar- beitsgang. Mit Spezialbohrern können jedoch auch die Späne während des Bohrvorgangs aus großen Tiefen gefördert werden.

Die Stangen sollten in den Bohrlöchern möglichst zentrisch montiert werden, damit der Klebstoff den Stab allseitig umschließt und die Fugendicke gleichmäßig um den Stab ist. Das Einbringen des Kleb- stoffes kann vor dem Einführen der Stahlstäbe erfolgen, jedoch bietet sich das Einpressen bei Über- kopfmontagen oder durchgebohrten Löchern an. Dabei wird ein Kunststoff-Injektor mit 9,5 mm Durchmesser und Kugelventil in quer zur Hauptbohrung gebohrte Kanäle mit 9 mm Durchmesser ein- gebracht. Am untersten Kunststoff-Injektor wird mit einer Fettpresse oder Doppelkartuschenpistole der Klebstoff eingebracht, bis er an der nächst höheren Bohrung austritt. Diese wird dann mit einem Kunst- stoff-Injektor verschlossen und der Vorgang wiederholt sich. Bei Sanierungen kann so die Einbring- menge des Klebstoffes bestimmt werden und eventuelle Lecks durch Risse, Fraßgänge, alte Bohrlochträngungslöcher etc. im zu verfüllenden Hohlraum abschnittsweise lokalisiert werden.

Die DIN 1052:2008 „behandelt nicht den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Bauwer- ken, die über längere Zeit – etwa der Lasteinwirkungsdauer „lang“ entsprechend – Temperaturen von über 60 °C ausgesetzt sind, abgesehen von veränderlichen Klimaeinwirkungen“ [19]. Der Um- kehrschluss, dass die eingeklebten Stahlstäbe, insbesondere der Klebstoff, bis 60 °C dauerhaft stand- halten müssten, liegt nahe. Doch solch hohe Temperaturen sind in den meisten Anwendungen nicht mit der Lasteinwirkungsdauer „lang“, d. h. über 6 Monate bis 10 Jahre zu erwarten. Sollte dennoch die An- forderung der Beständigkeit bis 60 °C in den Nutzungsklassen 1 und 2 bestehen, kann WEVO-Spezi- alharz EP 32 S und Härter B 22 TS (Z-9.1-705) eingesetzt werden.

7 Eingeklebte CFK- bzw. GFK-Stäbe

„Die Vorteile, die sich aus der Wahl des Faserverbundwerkstoffes als Stabmaterial ergeben, betreffen die einfache Handhabbarkeit im Zuschnitt und Einbau, die hervorragende Eignung als Füge- teil in einer Klebeverbindung, die Korrosionsbeständigkeit und insbesondere die sich auch den Festigkeitseigen- schaften ergebenden geringen Durchmesser. Darüber hinaus verringert die geringere Wärmeleitfähig- keit die Gefahr ortlicher Kondensation. Werden Stäbe zur Knotenertüchtigung in historische Holzkonstruktionen eingeklebt, wird die Möglichkeit der Reversibilität eines solchen Eingriffes große Bedeutung begemessen. Auch hier ist der Kunststoffstab dem Stahlstab überlegen, da er mit relativ kleinem Aufwand ausgebohrt werden kann“ [13]. Derzeit liegt noch keine Zulassung für einen geeig- neten Klebstoff zum Einkleben von CFK- bzw. GFK-Stäben vor. Die Zulassungen von für Stahlstäbe geeigneten Klebstoffen sei aber „mit vertretbarem Aufwand auf die Faserverbundwerkstoffe erweiter- bar“ [14]. Die rechnerische Ermittlung der Versagenslast ist in [12] gegeben.

8 Eingeschraubte Stahlstäbe

Schrauben nach ÖNORM EN 14592:2009 [24] haben eine Nenndurchmesser von $2,4 \text{ mm} \leq d \leq 24 \text{ mm}$ und über eine Mindestlänge l_g von $6 d$ ein Gewinde aufweisen. Dabei muss der Gewinde-Innendurch- messer d_1 mindestens 60 % und maximal 80 % des Gewinde-Außendurchmessers betragen. ÖNORM EN 1995-1-1 [21] gibt ein Berechnungsmodell für den charakteristischen Auszieh- widerstand für

Schrauben nach ÖNORM EN 14592:2009 [24] mit $6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$ und $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$ an. Die am Markt verfügbaren Längen reichen bis 800 mm.

Gewindestangen im Sinne der DIN 1052:2008 sind Gewindebolzen mit metrischen Gewinde nach DIN 976-1 [18]. Die *Spax International GmbH & Co. KG* bezeichnet ihre Stangen ($d = 16 \text{ mm}$, $d_1 = 12 \text{ mm}$, $l = 800 \dots 2200 \text{ mm}$, Sechskantkopf SW 22 mm) mit Gewinde nach DIN 7998 [23] als ABC-Gewindestangen. Die Bemessung erfolgt nach DIN 1052:2008 wie bei Holzschrauben. Beim *Befestigungssystem WB* von der *SFS intec AG* handelt es sich ebenfalls um Gewindestangen mit Gewinde nach DIN 7998 [23], jedoch entfällt der Sechskantkopf zugunsten einer speziellen wiederverwendbaren Eindrehhülse. Die Gewinde-Außendurchmesser betragen 16 mm ($d_1 = 12 \text{ mm}$) bzw. 20 mm ($d_1 = 15 \text{ mm}$), die Lieferlänge beträgt 3000 mm. Die Bemessung erfolgt ebenfalls wie bei Holzschrauben nach DIN 1052:2008.

Das Vorbohren erfolgt bei größeren Tiefen ebenfalls mit einem Bohrständler und Spiralbohrern, wobei der Durchmesser dem Gewinde-Innendurchmesser d_1 entspricht. Für das Eindrehen sind bei längeren Stangen erhebliche Drehmomente notwendig, die *SFS intec AG* empfiehlt für Gewindestangen mit einem Durchmesser von 16 mm eine Bohrmaschine mit mindestens 150 Nm, für $d = 20 \text{ mm}$ mindestens 220 Nm (vgl. [15]).

Die größten Vorteile der eingeschraubten gegenüber den eingeklebten Stahlstäbe liegen in der Verarbeitung ohne Klebstoff und der geringeren Querschnittschwächung. Die wesentlich geringere Abhängigkeit von der Holzfeuchte, der Temperatur, den eventuell vorhandenen Leckagen durch Risse etc. und die unaufwändigere Qualitätssicherung führen zur Bevorzugung gegenüber den eingeklebten Stangen.

In den Rippen der Hörsäle eins und vier wurden insgesamt etwa 500 Gewindestangen mit Längen bis 120 cm zur Querzugsicherung eingedreht. Nur in den Rippenabschnitten über den Betonrahmen wurden aus geometrischen Gründen Gewindestangen eingeklebt.

9 BETA-Verfahren

Das BETA-Verfahren wurde in Holland entwickelt und wurde seit 1974 in Deutschland mit Zustimmung im Einzelfall angewendet (vgl. [11]), die Zulassung Z-10.7.2-41 existiert seit 1982. Das Patent lief in Deutschland (DE 2261820 C 3 und DE 3133014 C 2) und Österreich aus, jedoch sind nur von der *Büse Bauwerksanierung GmbH* (Brakel, D) lizenzierte Betriebe zur Anwendung berechtigt.

Geschädigte Holzbauteile können nach dem Gesundschnitt durch eine Kunstharzprothese (Abb. 9.1) oder eine Holz-an-Holz-Prothese (Abb. 9.2) querschnittsgleich instand gesetzt werden. Die erforderlichen Bewehrungen werden aus textilglasverstärkten, ungesättigten Polyesterharzstäben gemäß der Regelstatik eingebaut. Die Holzbauteile können dann wieder mit Druck, Zug und/oder einachsiger Biegung beansprucht werden. Das Beta-Verfahren findet auch Anwendung als Querschnittsergänzung oder Querschnittserhöhung, beispielsweise auf der Druckzonenoberseite des Bauteils oder als Ergänzung an der Balkenunterseite von tragenden Hölzern. Eine weitere Anwendung bildet die Injektion zur Verfestigung von Holzbauteilen (vgl. [6]).

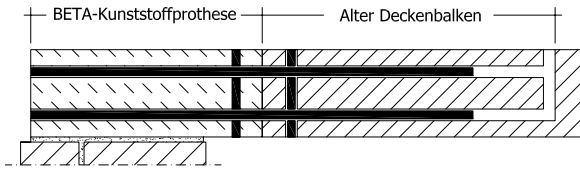


Abb. 9.1: Schema Beta-Verfahren mit polymer-chemischer Holzergänzung für Kunstharzprothese nach [6]

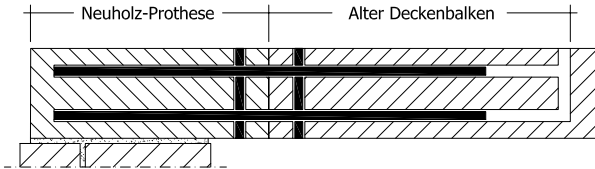


Abb. 9.2: Schema Beta-Verfahren mit polymer-chemischer Holzergänzung für Zwischenprothese nach [6]

Im Bohrlochbereich kann der Querschnitt mit einem niedrigviskosen Epoxidharz verfestigt werden. Die GFK-Stäbe haben Durchmesser von 10 mm, 15 mm oder 20 mm, wobei die Bohrlöcher stets 8 mm weiter sind.

Die Vorteile des Verfahrens sind ähnlich denen im Abschnitt 7 für CFK- bzw. GFLK-Stäbe beschrieben. Nachteile ergeben sich bei den Kunststoffprothesen durch die Anwendung von reizenden Chemikalien in größeren Mengen und den Schalungsaufwand. Daher werden meistens Neuholz-Prothesen angewendet.

10 Reaktionsharz-Mörtel und Reaktionsharz-Beton

Wie in Abb. 2.2 erkennbar ist ein großer Teil der Außenflächen des Hörsaales eins nach Westen orientiert, der Hauptwindrichtung in Reims. „Wenn der Wind das Regenwasser gegen die steilen Teile der weißen Außenschalen treibt, läuft es erst bis in die flacheren Bereiche herunter, sammelt sich in der Kehle zwischen weißer Membran und dunkelbraunen Rippen [...]. Bei den äußeren Rippen befinden sich Queraussteifungen zwischen den Rippen, wo diese noch stark geneigt sind. Somit wirken die Steifen als Wasserabweiser. Die tragenden Bauteile waren 33 Jahre lang ungeschützt der Witterung ausgesetzt. Durch den ständigen Wechsel der Holzfeuchte und die hohen Temperaturen der dunkelbraunen Oberflächen bei Sonneneinstrahlung bildeten sich Risse in den Lamellen und dem Anstrich. [...] Mit der ersten Faulstelle bildete sich ein wachsendes Feuchtenest im Brettschichtholz. Blättlinge zersetzen den Querschnitt von innen. Die äußeren zwei Zentimeter konnten immer wieder gut austrocknen und deshalb nicht so stark befallen werden. So erschien der Träger nach außen hin lange unversehrt. Die Rippe 15 wurde über eine Länge von etwa vier Metern in einen Druck- und einen Zuggurt geteilt. [...] Von der 120 cm hohen Rippe 13 wurden an einer Stelle die unteren 80 cm durch Pilzbefall zerstört. Die Oberfläche wurde zunächst sandgestrahlt (Größtkorn 1 mm) und der untere Teil der Rippe so ausgeschnitten, dass ein gekrümmter Druckgurt (16 × 22 cm) aus verklebtem Kerto eingepasst, werden konnte“ [5]. Zug- und Druckgurt wurden mit Gewindestangen verschraubt und in die inneren Oberflächen SFS-Verbundschrauben (VB-48 – 7,5 × 100) eingedreht.



Abb. 10.1: Seitenansicht der ausgeräumten
Faulstelle (Hörsaal 1, Rippe 13) (Foto: Finnforest Merk)



Abb. 10.2: Rippe mit neuer Untergurt und Quer-
zugverstärkung (Hörsaal 1, Rippe 15)
(Foto: Finnforest Merk)

Nachdem die Fehlstellen mit bewehrungsstahl versehen und beidseits eingeschalt worden waren, konnte mit Reaktionsharz-Mörtel Holzan 22 verfüllt werden. In der Zulassung des BETA-Verfahrens (Z-10.7.2-41) werden der Reaktionsharz-Mörtel Holzan 22 und Reaktionsharz-Beton Holzan 25 beschrieben. Beim Mörtel werden Quarzmehl (0,06 ... 0,2 mm), beim Beton je ein Teil Quarzmehl, Sand (0,7 ... 1,2 mm) und Kies (3,0 ... 6,0 mm) zu Reaktionsharz Holzan 20 zugegeben. Die Körnung des Quarzsands erlaubte, dass die Oberflächen gut benetzt und der Hohlraum vollständig ausgefüllt werden konnten.

11 Literatur

- [1] Aicher, Simon: *Spezialverklebungen: Riss-Sanierungen und eingeklebte Stahlstäbe*. Vorlesung Klebtechnologie und Holzwerkstoffe, Graz, 28.04.2009
- [2] Anonymus: *Les Amphithéâtres de l'Université de Reims*. In: Le nouveau Journal des Charpen-te-Menuiserie-Parquets No. 6-7 Special 1971 Seite 66
- [3] Ehlbeck, Jürgen; Siebert, Wichard: *Praktikable Einleimmethoden und Wirkungsweise von ein-geleimten Gewindestangen unter Axialbelastung bei Übertragung von großen Kräften und bei Aufnahme von Querkzugkräften in Biegeträgern*. Teil 1: *Einleimmethoden, Meßverfahren, Haft-spannungsverlauf*. Forschungsbericht, Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Universität Karlsruhe 1987
- [4] Forschungs- und Materialprüfanstalt für das Bauwesen (FMPA), Abteilung I, Referat 14 - Holz: *Bestätigung der Eignung von WEVO-Spezialharz EP 20 VP/1 in Kombination mit WEVO-Härter B 20/1 zur Sanierung von tragenden Holzbauteilen*. Stuttgart 22.03.2001
- [5] Hübner, Ulrich: *Sanierung auf Französisch*. In: Mikado, Nr. 7, S. 20-25, 2008
- [6] Langosch, Claus-D.: *Konstruktive Prothetik*. In: B+B Bauen im Bestand, 31(6):27-39, 2008
- [7] Lißner, Karin; Rug, Wolfgang: *Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Aus-führung*. Berlin: Springer 2000
- [8] MERK-Holzbau: *MERK-Lamellenverfahren (MLV): Verfahren zur kraftschlüssigen Verbin-dung von Holzlamellen*. Technische Informaton TI 5912/10, Aichach April 1994
- [9] Moers, Friedhelm: *Anschluß mit eingeleimten Gewindestäben*. In: Bauen mit Holz, Nr. 4: 228-231, 1981
- [10] Möhler, Karl; Hemmer, Kl.: *Eingeleimte Gewindestangen*. In: Bauen mit Holz, Nr. 5: 296-298, 1981
- [11] Paul, Oswald: *Kunststoffprothesen für schadhafte Deckenbalkenköpfe*. In: Bautenschutz Bau-sanierung, Nr. 2, S. 70-72, 1979
- [12] Pörtner, Carsten; Seim, Werner: *In Holz eingeklebte stiftförmige faserverstärkte Kunststoffe – Experimentelle Untersuchungen und mechanische Modellierung*. In: Bautechnik 85(4): 219-232, 2008
- [13] Pörtner, Carsten: *Untersuchungen zum Verbund zwischen eingeklebten stiftförmigen faserver-strärkten Kunststoffen und Holz*. Dissertation am Fachbereich Bauwerkserhaltung und Holzbau der Universität Kassel, 2005
- [14] Pörtner, Carsten: *Zulassungen eingeklebte CFK- oder GFK-Stangen*. E-Mail an Ulrich Hübner. 15.09.2009
- [15] SFS intec: *Querkzugverstärkung: Allgemeine Bemessungsgrundlagen*. Datenblatt Nr. 01 zum Befestigungssystem WB, März 2008
- [16] Storz, Markus (Finnforest Merk GmbH): *Merk-Lamellenverfahren*. E-Mail an Ulrich Hübner. 15.09.2009
- [17] Ulrich Lübbert Warenhandel GmbH & Co.KG: *Sanierung von Brettschichtholz*. http://www.luebbert-warenhandel.de/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59&lang=de – letzter Zugriff: 10.09.2009

-
- [18] DIN 976-1: *Gewindebolzen – Teil 1: Metrisches Gewinde*. Dezember 2002
 - [19] DIN 1052: *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau*. Dezember 2008
 - [20] ÖNORM EN 1382: *Holzbauwerke – Prüfverfahren – Ausziehtragfähigkeit von Holzverbindungsmiteln*. 1. November 1999
 - [21] ÖNORM EN 1995-1-1: *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*. 1. Juli 2009
 - [22] ÖNORM B 1995-1-1: *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau – Nationale Festlegungen, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen zur ÖNORM EN 1995-1-1*. 1. Juli 2009
 - [23] DIN 7998: *Gewinde und Schraubenenden für Holzschrauben*. Februar 1975
 - [24] ÖNORM EN 14592: *Holzbauwerke – Stiftförmige Verbindungsmittel – Anforderungen*. 1. Februar 2009

H Instandhaltung historisch wertvoller Zimmermannskunst

H. Majcenovic



Prof. techn. Rat Ing.
Herbert Majcenovic

1965/1972
seit 1968

Konzessionsprüfung für Baumeister- /Zimmermeistergewerbe
Leitung eines Zivilingenieurbüros f. Bauwesen und freiberufliche
Tätigkeit als Baumeister

seit 1988

Allg. beeid. u. ger. zertif. Sachverständiger für Baumeister-
arbeiten, Zimmermeisterrarbeiten, Historische Bauwerke,
Revitalisierung

1 Einleitung

Der Vortrag wird aus dem praktischen Geschehen heraus, der Zustand von Holzkonstruktionen, im Besonderen Decken und Dachstühle, das Erkennen der Systeme, die Schwachstellen und Sanierungsmöglichkeiten beinhalten.

Auf die Problematik bei Eingriffen in die historische Bausubstanz durch Aus- oder Einbauten oder geplante andere Nutzungen wird im Einzelnen nicht eingegangen.

2 Beurteilung des Bauzustandes nach technischen Kriterien

Für eine fach- und sachgerechte Instandsetzung ist die genaue Kenntnis des baulichen Zustandes der Holzkonstruktion, die Kenntnis der Tragsysteme, Materialien, Erbauungsjahr, Einwirkungen usw. und die Verbindung der Materialien untereinander notwendig, dafür ist eine Beurteilung des Bauzustandes nach handwerklichen und ingenieurmäßigen Kriterien erforderlich.

Die Arbeitsetappen einer Bauzustandsuntersuchung sind die Schadenserfassung, immer im Zusammenhang mit Messen und Prüfen, Bewertung des Bauzustandes und Schadensbehebung, diese Punkte sind als Einheit aufzufassen.

Die Praxis der Beobachtung stimmt beim erfahrenen Fachmann, darum sollte die Beurteilung älterer zimmermannsmäßiger oder neuerer ingenieurmäßiger Konstruktionen nur durch diesen erfolgen, wobei Einzelbeurteilungen übergreifend erfolgen müssen.

In der Folge werden die Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit (Gebrauchstauglichkeit) und Erhalten der Tragfähigkeit des Bauwerkes oder Bauteiles betrachtet, unabhängig davon, ob alters-, umwelt- oder nutzungsbedingter Verschleiß, mechanische Zerstörung, tierische oder pflanzliche Holzschädling usw. zum Mangel oder Schaden geführt haben.

3 HOLZDECKEN

Der größte Teil der Holzdecken in unseren Breiten sind Tramdecken mit oder ohne Unterstützung durch Balken, und Dippeltramdecken

Vor der Sanierung ist der statische Zustand der Deckenbauteile zu ermitteln, wobei aus Erfahrung bei einer Nachrechnung der Nachweis der Sicherheit gegen Bruch (allgemeiner Spannungsnachweis) meistens gegeben ist, der Nachweis der Sicherheit gegen unzulässige Verformungen (Formänderungsnachweis) nicht geführt werden kann, wenn die gültigen Normen angewendet werden.

Da es bestehende alte Holzdecken ohne Langzeitdurchbiegung nicht gibt, kann man in einem derartigen Fall oft mit einer Nachsicht der Behörde rechnen, sodass eine Formänderung statt $/300$ nur $L/200$ betragen darf.

Dies ist aber nur dann möglich wenn keine sonstigen Beschädigungen durch Brüche, Einschnitte, Holzschädlinge od. ähnl. vorliegen.

Ein üblicher Schaden einer Vermulmung (Vermorschung) von 1 bis 2 cm an der Holzoberfläche mit einem scharf begrenztem Übergang von zerstörten und nicht zerstörten Zonen, ist meist kein Hindernis bei einer obigen Lösung, wenn die zerstörten Teile sauber abgebeilt werden.

Instandsetzungen an Holzdecken konzentrieren sich überwiegend auf geschädigte oder nicht mehr tragfähige Tram- oder Balkenköpfe, für deren Sanierung verschiedene Methoden geeignet sind.

Für die Lösungen wird die Gebrauchstauglichkeit der Decke nach der Sanierung im bisherigen Ausmaß angenommen, die Decke entspricht aber danach nicht immer den Anforderungen hinsichtlich den zur Zeit gültigen Normen.

Für die Sanierung muss meistens der Bodenaufbau an den Schadensstellen und im Umfeld oder besser im gesamten Boden abgenommen werden, um die Arbeiten durchführen zu können.

Bei einer Sanierung ist es immer zweckmäßig die neuen Bauteile, die Hölzer in der unmittelbaren Umgebung, oder alle freigelegten Holzteile mit einem chemischen Holzschutzmittel zu schützen,

3.1 Auswechslungen

Bei nicht ausgebauten Dachräumen ist bei Trankopfschäden, eine bis heute übliche Art der Deckensicherung der Einbau von Balken (Wechsel) über oder unter die Decke, auf die die bestehenden, oder neu eingebauten Träme aufgehängt oder aufgelagert werden.

Die Lösung mit Holzträgern über der Decke ist als einfache zimmermannsmäßig herzustellende Sanierung anzusehen, wie sie beispielhaft auf vielen Dachböden durchgeführt wurde.

Die Variante sieht den Abtrag und Ersatz aller sichtbaren schadhafte Teile der Hölzer unter Berücksichtigung der erforderlichen bekämpfenden und vorbeugenden Maßnahmen des Holzschutzes vor.

Die Lage der Balken für die Aufhängung der Decke kann so gewählt werden, dass durch eine Verkürzung der Spannweite der Träme eine höhere Tragsicherheit der Decke erreicht wird.

Eine Sanierung von der Unterseite ist einfacher auszuführen, wenn sie nicht durch Zierden am Plafond (Stuckdecke od. ähnl.) behindert ist.

3.2 Ersatz der Balkenköpfe

Eine weitere Möglichkeit des Ersatzes von zerstörten Holzbauteilen, insbesondere von Balkenköpfen, durch Kunstharze und Holz ist die Anwendung des Beta-Verfahrens, das nur von Spezialfirmen durchgeführt werden kann.

Der Vorteil des Beta-Verfahrens besteht im weitgehenden Erhalt der Konstruktion und Form des ursprünglichen Bauteiles ohne zusätzliche Bauteile und Verbindungsmittel.

Es ist ein besonders geeignetes Verfahren zur Sanierung, wenn keine Möglichkeit besteht über oder unter der Decke Verstärkungsbauteile einzubauen, wie zum Beispiel beim Bestand von erhaltenswertem Stuckdekor unter der Decke und gleichzeitig erhaltenswerten Böden über der Decke.

Eine Verbesserung der Tragsicherheit im Vergleich mit einer nicht geschädigten Decke kann mit dem Beta-Verfahren nicht erreicht werden.

3.3 Beispielsvariante

Nach einem aus Erfahrung gewonnenen Wissen, ist bei historischen Gebäuden von einer Abwehr der ÖNormen auszugehen, da im Sanierungsfall die Anwendung der ÖNormen zur Herstellung der geforderten Eigenschaften in den meistens Fällen die Zerstörung oder unerwünschte Veränderung des Bau-

werkes oder eines Bauteiles zur Folge hat.

In einem besonderen Fall wurde bei starker Zerstörung der Balken durch Holz zerstörende Pilze eine Lösung gewählt, die gedanklich davon ausgeht, dass die ausreichende Gebrauchstauglichkeit eines Bauteiles, wie der betroffenen Dippelbaumdecke und auch der Dachkonstruktion gegeben ist, wenn sich die Nutzung des Bauteiles seit der Errichtung nicht verändert hat.

Eine Minderung dieser Fähigkeit ist nur dann gegeben wenn Schäden entstanden sind, daraus kann man schließen, dass die Reparatur dieser Schäden den ursprünglichen Zustand der Funktionstüchtigkeit wieder herstellt.

Bei der Decke haben die Schädigungen durch unentdeckten Schädlingsbefall über Jahrhunderte zu keinem Einsturz geführt, sondern sind diese Schäden erst durch einen akuten Befall nach einem Dachschaden bemerkt worden.

Die Tragfähigkeit eines über ein Feld gespannten Trägers erfordert unter der Einwirkung der Querkraft am Auflager nur etwa ein Drittel der Höhe des Querschnittes als in Feldmitte, das ist auch der Grund warum bei einer Verringerung eines Balkenquerschnittes am Rand, z.B. durch Schädlingsbefall, offensichtlich keine Verschlechterung der Tragsicherheit eintritt.

Die zerstörte Holzsubstanz an der Oberseite der Tramköpfe wird abgetragen, bis die Holzfasern sichtbar werden, danach kann auch eine chemische Bekämpfung der Holzschädlinge durchgeführt werden.

Eine derartige Lösung darf nur mit Zustimmung des Bauherrn durchgeführt werden, da eine Gewährleistung für das „nie wieder“ Auftreten von Holzfäulepilzbefall bei keinem historischen Bauwerk gegeben werden kann, unabhängig davon, welche Sanierungsmethode im betroffenen Fall gewählt wird.

3.4 Abschließende Hinweise

Besondere Beachtung ist auf die auf den Mauerkronen liegenden Rasthölzer zu legen auf denen die Träme aufliegen, da ein Zusammenhang der Zerstörung von Tramköpfen mit diesen Rasthölzern immer anzunehmen ist.

Ein sicherer Hinweis auf Tramkopfschäden sind bei Dachbodendecken Fäuleschäden der Mauerbänke der Dachkonstruktion.

4 DACHSTÜHLE

4.1 Entwicklung von Dachkonstruktionen, Erkennen der Systeme

Die zimmermannsmäßig errichteten Dachstühle sind mit hohem handwerklichen Geschick und großem Einfühlungsvermögen in das Kräftespiel ausgeführte Konstruktionen, beruhend auf Probieren, Erfahrung und Überlieferung.

Klare statische Systeme sind nur bei Sparren und Kehlsparrendächern und einfachen Pfettendachstühlen nachzuvollziehen, besonders schwierig ist es den Kraftfluss zu beurteilen, wenn Veränderungen durch Umbauten oder nachträgliche Unterstellungen (z.B. nach Schäden) errichtet wurden.

Desweiteren verhindert auch oft eine komplizierte Dachgeometrie die genaue statische Einordnung, und damit Abschätzung der Belastungen der Holzbauteile.

Dachstühle (Dachkonstruktionen) kann man einteilen in die Gruppe der Sparrendachstühle, Sparren-Kehlbalkenstühle und Pfettendachkonstruktionen mit liegenden oder stehenden, einfachen oder mehrstöckigen Stühlen, Sprengwerke, Hängewerke, sowie Sonderkonstruktionen und Mischkonstruktionen.

Mit Pfettendachstühlen wurden Gebäudetiefen bis zu 15,0 m bewältigt, wobei die Gespärreabstände bis zu 5,0 m betragen können, die Bundträme bei Regelgespärren sind vielfach durch Wechselträme, die parallel in geringem Abstand zu den Mauerbänken von Hauptgespärre zu Hauptgespärre gezimmert sind, ausgewechselt (Holzersparnis).

Sparren- und Kehlbalkendächer kommen eher bei Gebäuden mit steilen Dächern vor, Anschüblinge an der Traufe sind nur wegen der Vorholzlänge der Bundträme notwendig, dadurch ergibt sich die typische Dachform mit flacherer Dachneigung im Traufenbereich.

Eine zeitliche Einteilung der Errichtung von Dachstühlen ist möglich, da zu bestimmten Zeiten bestimmte Systeme, Holzdimensionen und handwerkliche Ausführungstechniken vorwiegend waren.

Der wesentliche Unterschied zwischen Sparren- und Pfettendachstühlen ist, dass beim Pfettendachstuhl die getragenen Teile (z.B. unterstützter Kehlbalkenstuhl) und tragenden Dachstuhlteile (z.B. liegender Pfettendachstuhl) getrennt, und beim Sparren- und Sparren-Kehlbalkendachstuhl die getragenen und tragenden Bauteile in Einem zu beurteilen sind.

Bei alten Konstruktionen sind die Verbindungen vorwiegend als Druck-, Zug- und Scherverbindungen ausgelegt, eine typische Zugverbindung ist der Bundtram bei liegenden Stühlen, bei stehenden Stühlen ist der Bundtram durch Zug und Biegung beansprucht.

Für die Beurteilung alter Konstruktionen sind die Kenntnis der Verbindungen und Verbindungsmittel und deren Kraftschluss erforderlich.

Als Verbindungen der Stäbe untereinander sind vorwiegend handwerkliche Holzverbindungen wie Kamm, Blatt, Zapfen, Weiß- und Schwalbenschwanz, Versatz usw. ausgeführt, Dübel aus Holz und Klammern sind auch Verbindungssicherungen.

Die historischen Dachkonstruktionen liegen ohne Verbindung auf dem massiven Unterbau auf, eine strikte Trennung zwischen Dachstuhl und oberstem Geschoß wurde immer eingehalten.

Sicherheit von Dachkonstruktionen ist abhängig von :

- Funktionieren der Verbindungen untereinander
- Ausreichende Aussteifungen – die Längs- und Querverbände sind bei alten Konstruktionen immer mitgezimmert
- Dimension der Bauteile

Wichtiger als das Tragverhalten der Einzelbauteile sind Aussteifungen, Verschleißungen und Verbindungen untereinander.

Schwachstellen bei Dachstühlen

- Schadhafte Verbindungen
- Schadhafte oder fehlende Aussteifungsverbände
- Ausgefallene oder ausgeschnittene Bauteile, wie Streben, Kopfbänder usw.
- Bauschutt in den Traufen- und Gesimsebereichen
- Bereiche unter Dachöffnungen, Dachdurchdringungen (Kamine)
- Unterstützungen von liegenden Stühlen weisen auf „alte“ Schäden hin
- Mangelnde Wartung der Dachfläche, Verwahrlosung

Durch die Schwachstellen entstehen vor allem Zerstörungen im Bereich der Mauerbänke und Holzdecken durch Holzschädlinge, insbesondere Pilze.

4.2 Sanierungsmöglichkeiten von Dachkonstruktionen

Es gibt für die Instandsetzung von Dachkonstruktionen keine speziellen Regeln.

Jede ältere Dachkonstruktion hat ihre Eigenart und muss die Instandsetzungsart aus allgemein gültigen statischen konstruktiven und bautechnologischen Grundsätzen, sowie den Forderungen der Nutzung abgeleitet werden.

Die zu wählende Instandsetzungsmaßnahme muss die Belastung des Bauteiles durch Druck, Zug, Biegung oder das Zusammenwirken dieser Einflüsse bewerkstelligen.

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Instandsetzungsmaßnahme ist die einwandfreie Ursachenbeseitigung.

Die Beurteilung alter Konstruktionen darf nur durch den erfahrenen Fachmann erfolgen, als rechnerische Grundlagen sind die üblichen Berechnungsregeln anzuwenden, wobei bei alten Stoffen die technologischen Werte anzunehmen sind, die durch labormäßigen oder in situ Materialuntersuchungen begründet sind.

Nur so können bei alten Konstruktionen „praktische“ Ergebnisse erhalten werden

Bei der Verwirklichung von Bauvorhaben im Dachraum sollte bei Vorhandensein von alten, historischen Zimmermannskonstruktionen viel kritischer in der Planung und viel behutsamer in der Ausführung vorgegangen werden, da es auch ein Anliegen der Baukultur sein muss, handwerklich gezimmerte alte Dachkonstruktionen zu erhalten und bei Sanierungen noch zusätzlich zu zerstören.

Die alten Konstruktionen sind geduldig, weil meist Lastumleitungen hervorgerufen werden, die den statischen Schaden verhindern, wobei auch nichttragende Bauteile wie Leichtwände usw. zur „unbeabsichtigten“ Unterstützung beitragen.

4.3 Problematik bei Eingriffen durch Dachraumnutzung

Die Notwendigkeit des Dachausbaues ist aus technischer und bauphysikalischer Sicht von vorneherein nicht gegeben.

Wenn man berücksichtigt welche Dachschäden in nicht ausgebauten, frei belüfteten, ungehindert zugänglichen Dachräumen in der Vergangenheit aufgetreten sind, so vermehrt sich diese Problematik bei Dachausbauten in den nicht zugänglichen Räumen hinter dem Kniestock bis zur Mauerbank um ein vielfaches.

Falls die Notwendigkeit eines Ausbaues besteht, so ist die gedankliche und ausführungsgemäße klare Trennung zwischen dem Rohbau (Dachkonstruktion) und dem Ausbau vorzunehmen, und insbesondere der Einbau der Ver- und Entsorgungsinstitution gesondert zu planen.

Die Gebäudeanalyse, die Bauzustandsuntersuchungen von Holzkonstruktionen müssen vor der Planung erfolgen, in jedem Fall vor der Ausschreibung.

Der erfahrene Fachmann sollte dann die Vorschläge für die fachlich richtige und wirtschaftlich kostengünstigste Instandsetzung oder für den Umbau der Konstruktion machen, dies kann erst die Basis für

einen Sanierungsentwurf sein.

Im Besonderen ist darauf hinzuweisen, dass bei historischen Gebäuden die Festlegung von Durchbrüchen, Aussparungen, Schlitzfenstern, Schächten usw. für Haustechnikanlagen nicht „Installateursache“ sein darf, sondern „Bausache“ sein muss.

5 Zusammenfassung

Die Erhaltungswürdigkeit von historischen Decken und Dachstuhlkonstruktionen muss in jedem einzelnen Fall behutsam geprüft werden, dies gilt besonders, wenn bei Decken eine andere Nutzung oder die Dachböden statt des freien Dachraumes eine Dachraumnutzung geplant ist.

Auf das der Errichtungszeit entsprechende Dachsystem, die handwerkliche Qualität der Ausführung und die Vollständigkeit der gesamten Dachkonstruktion von der "Mauerbank bis zum First" und der Aussteifungsbauteile ist besonders zu achten.

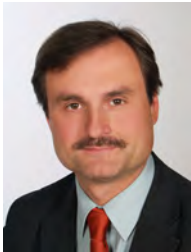
Bei der Verwirklichung von Bauvorhaben im Dachraum sollte bei Vorhandensein von alten, historischen Zimmermannskonstruktionen viel kritischer in der Planung und viel behutsamer in der Ausführung vorgegangen werden, da es auch ein Anliegen der Baukultur sein muss, handwerklich gezimmerte alte Dachkonstruktionen zu erhalten.

Beim Umgang mit alter Bausubstanz ist es erforderlich, die Eingriffe auf das Notwendigste zu beschränken, es darf keine mutwillige planerische Zerstörung geben.

Die Verträglichkeit der Einbauten mit dem Bestand ist unter dem Anspruch zu gewährleisten, dass sich der Mensch und nicht die Konstruktion zu fügen hat.

I Von der Bestandserfassung bis zur ingenieurmäßigen Ertüchtigung

J. Zehetgruber



seit 1998
seit 1999

DI
Johann Zehetgruber

HTBL – Abteilung Tiefbau, Bauingenieurwesen TU Wien
selbständiger Ziviltechniker mit Bürositz in Zwettl, NÖ
Lehrer an der HTBL Krems für konstruktive Fächer

1 Einführung

In der Praxis meines Ingenieurbüros kommen regelmäßig Anfragen zu einer Begutachtung eines mehr oder weniger alten Gebäudes. Grund für die Kontaktierung sind fast immer Risse im Mauerwerk oder den Gewölben/Deckenkonstruktionen. Die Aufmerksamkeit des Eigentümers für diese Risse hängt oftmals mit einer Sanierung der Oberflächen zusammen oder aber es fallen Putzteile herab.

Bei einer ersten Begutachtung zeigen sich dann meistens Rissbilder, die entweder auf ungleichmäßige Setzungen oder aber auf Fehler in der Lastableitung zurückzuführen sind. Selten ist die Ursache in den Materialfestigkeiten zu finden.

Überraschend häufig kommt man bei der Suche nach den Ursachen in den Dachraum und dort zum Dachstuhl bzw. zur Einleitung der Kräfte in das Mauerwerk. Praktisch alle älteren Bauwerke sind mit einem klassischen Dachstuhl versehen. Flachdächer direkt auf Massivdecken sind erst in etwa ab den 1960-er Jahren vorhanden.

Der Zusammenhang der Risse im Massivbau mit der Konstruktion des Dachstuhles wird vom Eigentümer oftmals mit Verwunderung aufgenommen. Er liefert aber in vielen, wenn nicht den meisten Fällen den Schlüssel zur Sanierung bzw. Verstärkung. Dazu ist noch zu sagen, dass Risse in altem Mauerwerk grundsätzlich meistens mehrere Ursachen haben. Eine vollständige Sanierung ist aufgrund des fehlenden Verbundes im Riss auch nachträglich kaum mehr herzustellen.

Im Gegensatz zum Problemkreis der Setzungen im Untergrund ist jedenfalls die Behebung der Schwäche im Dachwerk meistens einfacher und kostengünstiger möglich. Vielfach können die Arbeiten an der Holzkonstruktion mit ohnehin notwendigen Ausbesserungsarbeiten / Neuherstellung der Dachdeckung verbunden werden, was die Arbeiten, vor allem die notwendigen Einbringungen und Manipulationen erleichtert.

2 Arbeitsablauf

Der Ablauf lässt sich am besten durch folgenden Arbeitskanon beschreiben (vgl. [1])

- Anamnese
- Diagnose
- Therapie oder Prognose
- Prüfung der Ausführung
- Dokumentation
- Vorgaben für Kontrolle und Erhaltung

2.1 Anamnese

Dabei hat sich ein mehrstufiges Herangehen bewährt.

2.1.1 Aufnahme der Geometrie und des Zustandes mit einfachen Methoden:

Vermessen mit einfachen Methoden (Maßband, elektronischer Entfernungsmesser, Zollstock). Darstellung der Geometrie im Grundriss und in Form von Regelgespärren mit Abstand. Feststellung von Schwachstellen visuell und mittels Hammerprobe (Abb. 2.1. und Abb. 2.2).



Abb. 2.1: Zustandsfeststellung mittels Hammerprobe – geschädigtes Holz



Abb. 2.2: Zustandsfeststellung mittels Hammerprobe – gesundes Holz

2.1.2 Genaueres Vermessen mit Theodolit, Feststellung der Holzqualität:

Ergebnis dieser wenn möglich dreidimensionalen Vermessung (polare Punktaufnahme) wird in CAD-Plänen dargestellt. Die Problemzonen können färbig hervorgehoben werden. Die Holzqualität kann visuell, durch Anbohren, eventuell auch durch weitere Methoden (Bohrwiderstandsmessung, Feststellung dyn. E-Modul non destructive methodes) ermittelt werden. Dabei konzentriert man sich auf kritische Bereiche.

In diesem Arbeitsschritt sind auch auffällige Deformationen festzustellen. Dabei kann es sich um globale Verschiebungen = Verschiebungen des Systems und der Knoten oder um Stabdeformationen handeln (Durchbiegungen, Verdrehungen). Besonderes Augenmerk ist auf die Verformungen in den Verbindungen zu legen (Quetschungen, Risse).

2.1.3 Erhebung des Schädlingsbefalles:

Unbedingt erforderlich ist eine klare Feststellung der Schädlingsart. Bei tierischen Schädlingen ist weiters zu klären, ob der Schädling noch aktiv ist. Hier können die Experten der Holzforschung Austria helfen.

2.1.4 Historie der Dachstuhlkonstruktion:

Unverzichtbar für jede Beurteilung ist die möglichst genaue Erfassung der Geschichte der Konstruktion. Dabei sind Unterlagen des Eigentümers, aber auch Aussagen von älteren Zeitzeugen wichtig. Für denkmalgeschützte Gebäude ist entsprechende Literatur hilfreich (z .B. [2]).

Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch das Erkennen nachträglicher Veränderungen (Pöhlungen,

Verstärkungen, geometrische Änderungen). Im Idealfall mündet das in einer farbigen 3-D-Darstellung mit historischer Zuordnung der jeweiligen Bauabschnitte. (siehe Abb. 2.3)

WICHTIG:

- Die Konstruktion muss an allen Stellen frei zugänglich sein. Eine entsprechende Räumung und grobe Säuberung ist daher Voraussetzung.
- Nicht voreingenommen sein, d.h. keine voreiligen Schlüsse über Ursachen und Zusammenhänge ziehen
- Viel Zeit für die Erkundung nehmen !



Abb. 2.3: Darstellung der Historie eines Dachstuhles beim Schloss Halwill, Schweiz [5]

2.2 Diagnose

Der vorliegende Zustand muss erklärbar sein. Das heißt, jede Deformation, aber auch geschädigte Bereiche müssen ergründbar sein. Dazu sind im Regelfall einfache Nachrechnungen an ebenen Systemen ausreichend. Meistens weisen alte Konstruktionen große Deformationen auf. Diese müssen kinema-

tisch erklärbar sein!

Das Ziel der Diagnose muss die einwandfreie Feststellung aller Schwachstellen und deren Ursachen sein. Dabei ist immer der Rest des Gebäudes mit ein zu beziehen. Vor allem auf die eingangs erwähnte Setzungsproblematik ist zu achten. Im Regelfall ergibt sich ein Mix aus Ursachen. Eine klare Auflistung und Beschreibung der daraus resultierenden Schäden ist Ergebnis jeder Diagnose.

2.3 Therapie oder Prognose

In diesem Schritt ist die eigentliche Ingenieurleistung gefragt.

Zu aller erst ist die Frage zu beantworten, ob Gefahr in Verzug ist. Dann wären nämlich Sofortmaßnahmen (Sicherung, Teilabtrag) zu treffen.

Im Regelfall ist das bei Dachkonstruktionen aber nicht der Fall. Der hohe Grad an statischer Unbestimmtheit sichert Tragreserven. Weiters sind plastische Reserven in den Verbindungen vorhanden.

Die nächste Frage, die mit dem Eigentümer zu klären ist, ist die Zeitschiene und die Abschätzung der Kosten. Auch hier kann sinnvollerweise nur stufenweise vorgegangen werden.



Abb. 2.4: Risse im Mauerwerk direkt unter Dachboden, Rissweite > 1 cm



Abb. 2.5: Riss im Gewölbescheitel Stift Zwettl (13 Jhdt)

Ab diesem Zeitpunkt sind alle möglichen Beteiligten einzubinden:

- Eigentümer / Investor
- Späterer Nutzer und Erhalter
- Statiker
- Zimmerer / Ingenieurholzbauer
- Denkmalamt
- Eventuell Fachmann für Schädlingsbekämpfung

Ergebnis der Untersuchungen muss sein:

- Fertig ausgearbeitetes Projekt, eventuell mit Varianten zur Sanierung/Ertüchtigung
- Aussage über die Tragreserven und Prognose zur Lebensdauer ohne Eingriffe

Der zweite Fall kann nur sinnvoll sein, wenn noch ausreichend Sicherheit gegeben ist und der Eigentümer möglicherweise in absehbarer Zeit eine Maßnahme vorhat (Umnutzung, Ausbau etc.). Für die Nachrechnung kann hier unter Umständen mit verminderten Sicherheiten gearbeitet werden. Die SIA 269 (Entwurf) spricht hier vom Erfüllungsgrad (vgl. [3])

Das Sanierungsprojekt umfasst eine Statische Berechnung sowie entsprechende Werkspläne mit Angabe aller Maßnahmen incl. Verbindungsmittel (Abb. 2.6).

Wichtig: Der Lastpfad soll möglichst beibehalten werden.

Das bedeutet, dass die Kräfte und damit die Spannungen im Bauwerk wenig bis gar nicht verändert werden. Somit können Folgeschäden wie neue Risse oder größere Deformationen vermieden werden.

Ein großes Problem bei der Erstellung eines Sanierungskonzeptes stellt die statische Modellbildung dar. Einfache ebene Stabwerksmodelle ohne Berücksichtigung der Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel können nur als erste, aber wichtige Näherung gesehen werden.

Wesentlich zielführender sind zumindest gekoppelte Systeme oder eben eine dreidimensionale Modellierung. Realitätsnahe Ergebnisse sind erst erzielbar, wenn die Knotensteifigkeiten berücksichtigt werden (vgl. [4]). Dafür fehlen aber teilweise noch zuverlässige Ansätze für historische, zimmermannsmäßige Verbindungen.

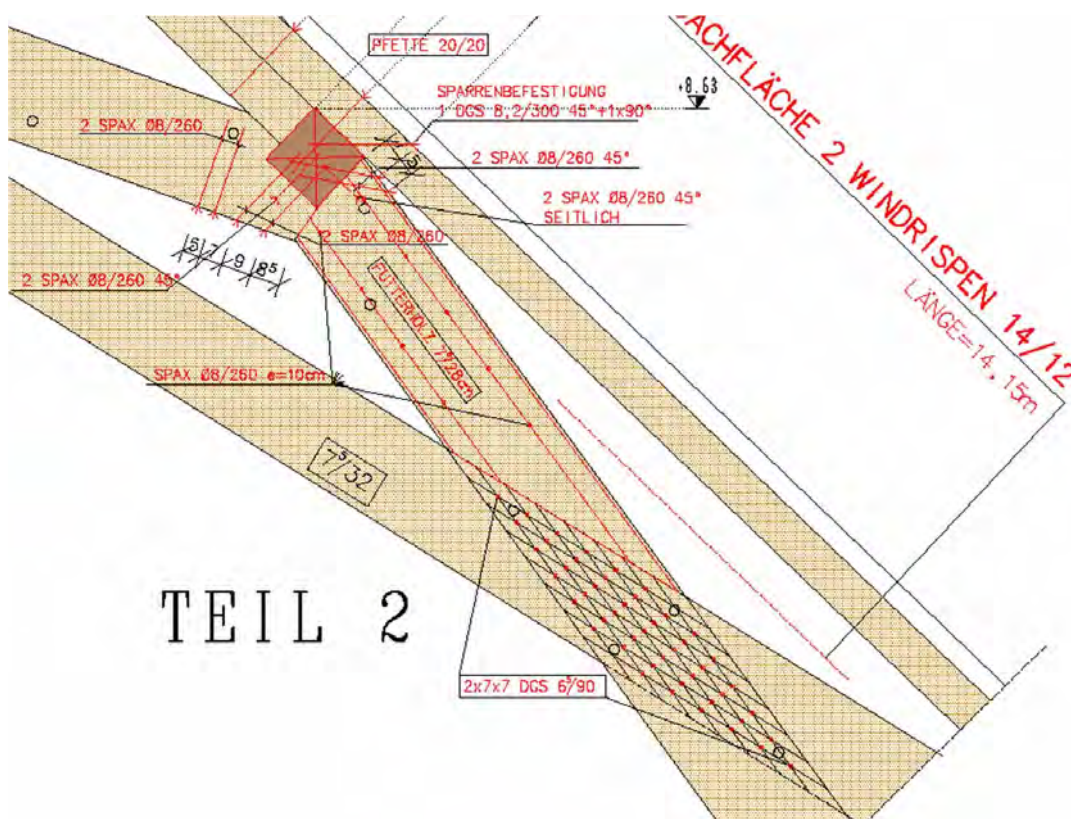


Abb. 2.6: Ausschnitt aus einem Werksplan zur Sanierung eines freigesprengten Stuhles

In meiner Praxis bewährt haben sich auch Vergleichsrechnungen an verschiedenen Modellen (Grenzwertbetrachtungen). So kann z.B. die Lagerung auf dem Mauerwerk frei verschieblich oder als Feder angesetzt werden.

Meist zeigen sich an den Gesamtsystemen weite Bereiche, die mit einer Holzgüte C24 nachweisbar sind. Die Problemzonen beschränken sich auf einzelne Knoten bzw. Stellen mit Spannungsspitzen (Stützmomente, hohe Querkräfte im Bereich von exzentrischen Anschlüssen, Teilflächenpressungen). Diese Bereiche sind näher zu durchleuchten, wobei hier unter Umständen auch die vorhandenen Holzqualitäten noch näher untersucht werden können (aufwändig, da alle Teile hinreichend genau zu untersuchen sind). Meistens werden diese Bereiche verstärkt, wobei dem Werkstoff Holz gegenüber dem Stahl wenn möglich der Vorzug zu geben ist (Kondensatbildung, Korrosion).

Ein großer Vorteil jedenfalls ist die Tatsache, dass die Tragwerke schon eine lange Standdauer – oftmals mehrere Jahrhunderte – aufweisen. Man kann also von einer Experimentalstatik mit sehr langer Versuchsdauer sprechen. Die Schwachstellen zeigen sich durch übermäßige Verformungen.

Ein Problem bei fast jeder Nachrechnung ist die Lastseite, die natürlich nach heutigem Normenstand (EC1) anzusetzen ist. Dabei zeigt sich, dass vor allem die Schneelasten im Vergleich zu früheren Normen deutlich höher anzusetzen sind. So betrachtet kann man daher in fast allen Fällen von Ertüchtigung sprechen, da die Konstruktion heute für höhere Lasten nachzuweisen ist.

Wichtig: Der Eigentümer / Investor ist auch über die Grenzen der Sanierbarkeit unter Einbeziehung des Bestandes (Denkmalschutz) aufzuklären. Auch bei größter Sorgfalt entsteht kein neues Bauwerk. So können gewisse plastische Deformationen nicht mehr rückgängig gemacht werden. Risse im Mauerwerk können auch bei Verpressung nicht mehr die ursprüngliche Funktion vollständig übernehmen.

Thema Deformationen:

Grundsätzlich muss auch hier die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet werden. Bei nicht ausgebauten, alten Dachstühlen ist diese Forderung allerdings nicht vordergründig und in jedem Fall zu diskutieren. Schließlich sind bereits Deformationen vorhanden und der Kriechvorgang ist weitestgehend abgeschlossen.

Ist allerdings ein Ausbau des Dachraumes projektiert, so ist auf die Begrenzung der Deformationen besonders großes Augenmerk zu legen. In diesem Fall sind die Grenzwerte mit den Ausbaugewerken und auch mit dem Eigentümer abzuklären und verbindlich zu vereinbaren. Die Aussagen im EC5 sind bestenfalls Mindestwerte.

2.4 Prüfung der Ausführung:

Um die Qualität der Planung entsprechend fortzuführen, ist eine umfangreiche Ausführungskontrolle notwendig. Vor allem die Verbindungsmittel sind hinsichtlich Größe, Anzahl und Lage (Abstände, Einschraubwinkel) zu kontrollieren. Trotz genauer Planvorgaben erlebe ich regelmäßig Schlampigkeit bei der Ausführung.

Um auf Unvorhergesehenes rasch reagieren zu können, ist ein schlagkräftiges Team aus Planer, Ausführendem und Investor zu installieren. Es liegt in der Natur der Sache, dass bei Altbauten trotz genauer Vorarbeit immer wieder Schwachstellen zu Tage kommen.

2.5 Dokumentation:

Der gesamte Projektablauf ist zu dokumentieren. Von den ersten Erkundungen bis zur Abnahme und Übergabe der sanierten / verstärkten Konstruktion. Neben den ohnehin vorhandenen Projektunterlagen bieten sich hier Protokolle mit eingebauten Digitalfotos an (Abb. 2.7). Am Ende ist dem Eigentümer ein entsprechendes Konvolut zu übergeben. Daraus kann auch die im Bauarbeitenkoordinationsgesetz geforderte „Unterlage für spätere Arbeiten“ angefertigt werden.

Ziel muss sein, dass bei einer späteren Bauphase einwandfrei nachvollzogen werden kann, was jetzt am Tragwerk geändert wurde.



Abb. 2.7: Ausführungskontrolle einer Verbindung mit Einlassdübel Typ A vor dem Zusammenbau

2.6 Vorgabe für Kontrolle und Erhaltung:

In einem separaten Katalog in Ergänzung zur Dokumentation sind alle wichtigen Vorgaben für die Zukunft zu machen. Dabei handelt es sich im Regelfall um Kontrollen, die mit Intervallen versehen sind (z.B. zuerst nach einem Jahr, dann alle 3 Jahre). Kontrolliert werden z.B. Vorspannung von Zugstangen und Verschraubungen, Deformationen im Vergleich zu einem zulässigen Maß, Auftreten von Feuchtstellen, Roststellen an Stahlteilen etc.

Wesentlich für die Erhaltung sind allenfalls Auflagen zur regelmäßigen Reinigung oder zur Erneuerung

von Schutzanstrichen etc. In jedem Fall resultiert aus diesen Forderungen eine überprüfungsgerechte Detailausführung der Konstruktion. Jeder Knoten ist möglichst zugänglich zu halten!

3 Beispiele aus der Praxis

Im Folgenden sollen zwei ausgeführte Projekte gezeigt werden. Bei beiden Projekten handelt es sich um historisch wertvolle Dachkonstruktionen unter Denkmalschutz. Das erste Beispiel zeigt eine Sanierung eines Schlossdachstuhls mit Ertüchtigung für die aktuellen Lastnormen. Beim zweiten Beispiel handelt es sich um den Einbau eines Museums in ein altes Rathaus. Damit wurde neben der Verstärkung des Dachstuhles der Dachraum auch einer hochwertigen Nutzung zugeführt.

3.1 Renaissanceschloss Greillenstein/NÖ

Dieses Schloss aus dem späten 16. Jhd ist ein Prachtbau der Renaissance nördlich der Alpen. Dabei handelt es sich um einen vierflügeligen Bau mit zwei Hauptgeschossen um einen quadratischen Hof (Abb. 3.1). Der Dachstuhl ist zum Großteil noch im Original vorhanden und weist die Jahreszahl 1585 auf.

Grund für mein Einschreiten waren Risse im Mauerwerk und in den Gewölben vor allem im 1. OG. Bei genauerer Begutachtung konnte die Ursache hauptsächlich im Dachstuhl festgemacht werden. Dieser wurde in weiterer Folge genauer untersucht und eine Sanierung/Verstärkung wurde ausgearbeitet und mittlerweile auch schon zum Teil ausgeführt.

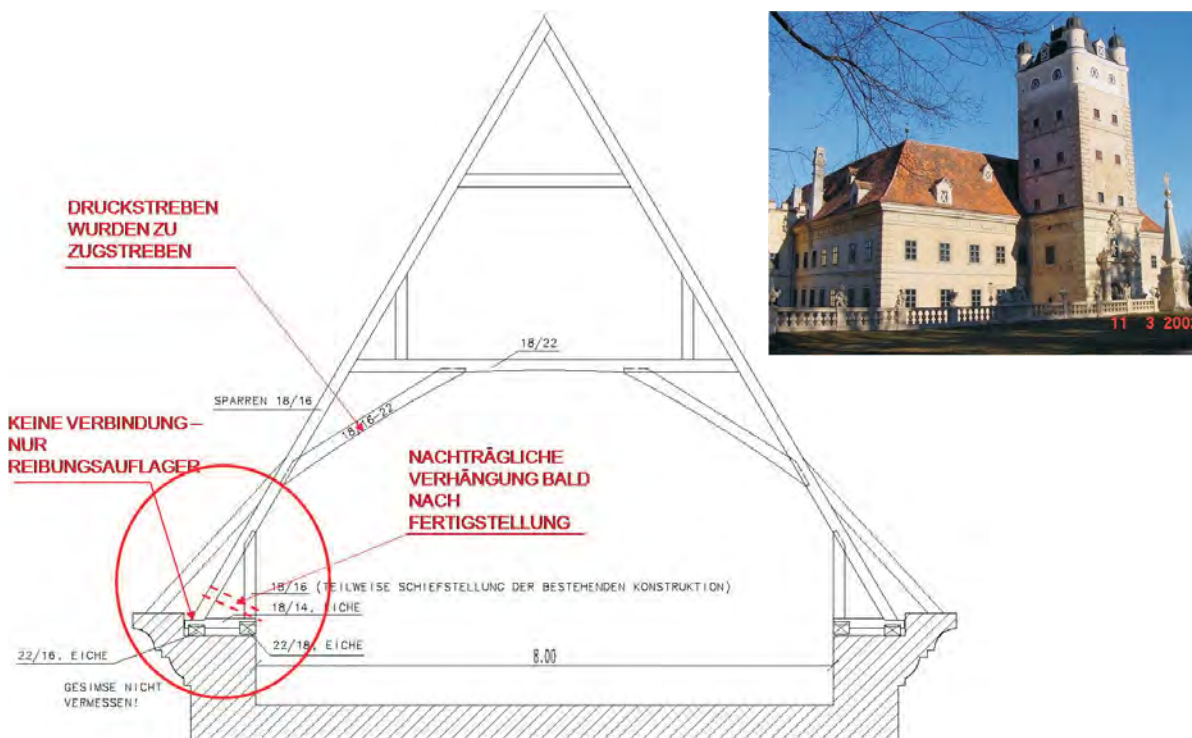


Abb. 3.1: Süd-Ost Ansicht des Schlosses Greillenstein (NÖ) und zugehöriges Regelgespärre



Abb. 3.2: Fußpunkt mit Verschiebung und historischer Verstärkung



Abb. 3.3: Schiefstellung der Stuhlknechte

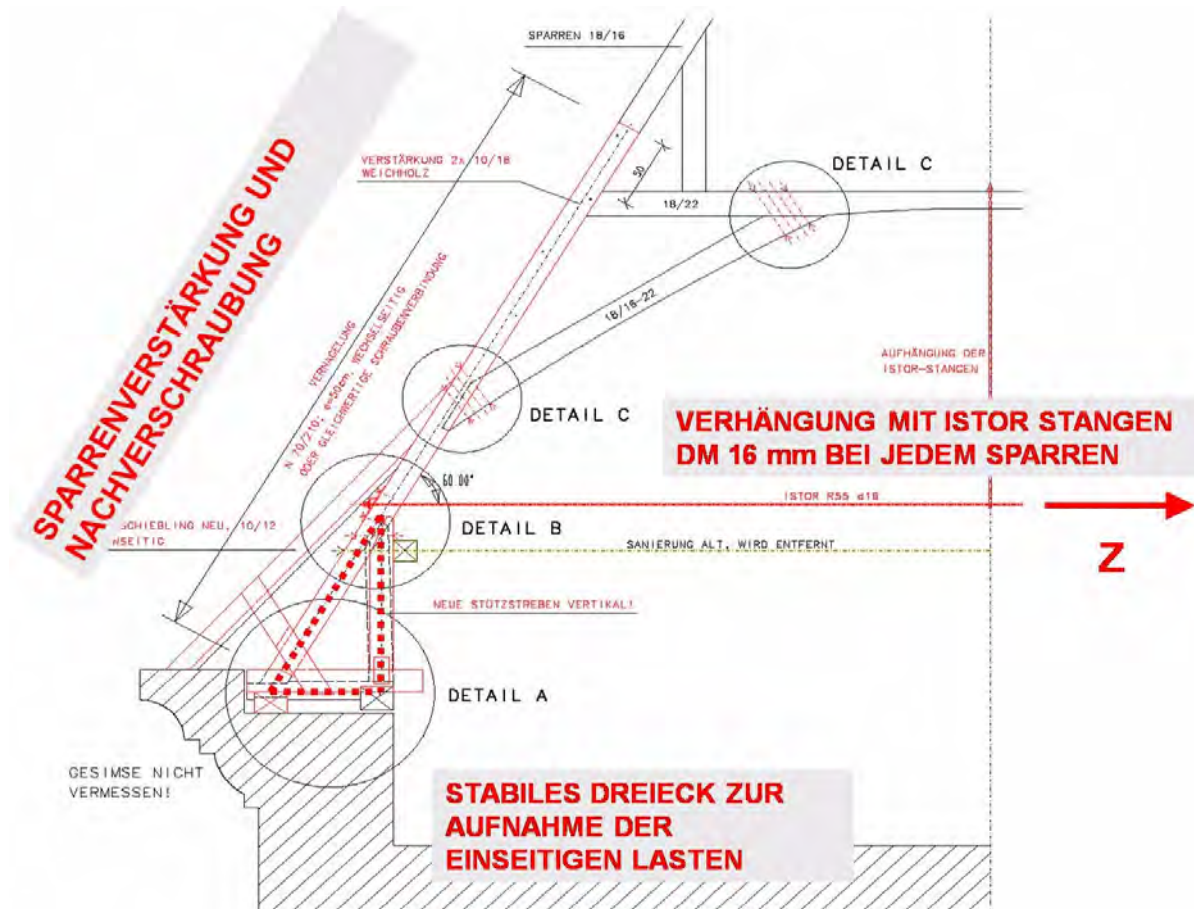


Abb. 3.4: Übersicht Sanierung und Verstärkung

Der Dachstuhl, im Wesentlichen eine Art von Kehlbalkendachstuhl ohne Pfetten mit Hahnenbalken (Abb. 3.1) weist einen grundsätzlichen Mangel auf. Es fehlt der Bundtram, also die Zugverhängung der Fußpunkte. Die auftretenden Horizontalkräfte müssen von den Außenmauern aufgenommen werden, was über die Jahrhunderte zu einer langsamen, aber beständigen Bewegung nach außen geführt hat. Damit lassen sich die meisten Risse in den darunter liegenden Geschoßen erklären. Weiters wurde der Sparrenfuß nur mit einem Reibungslager ausgeführt, was vermutlich schon nach kurzer Zeit oder unmittelbar nach Errichtung Verstärkungen in Form von Verhängungen aus Holz bedingte (Abb. 3.3)

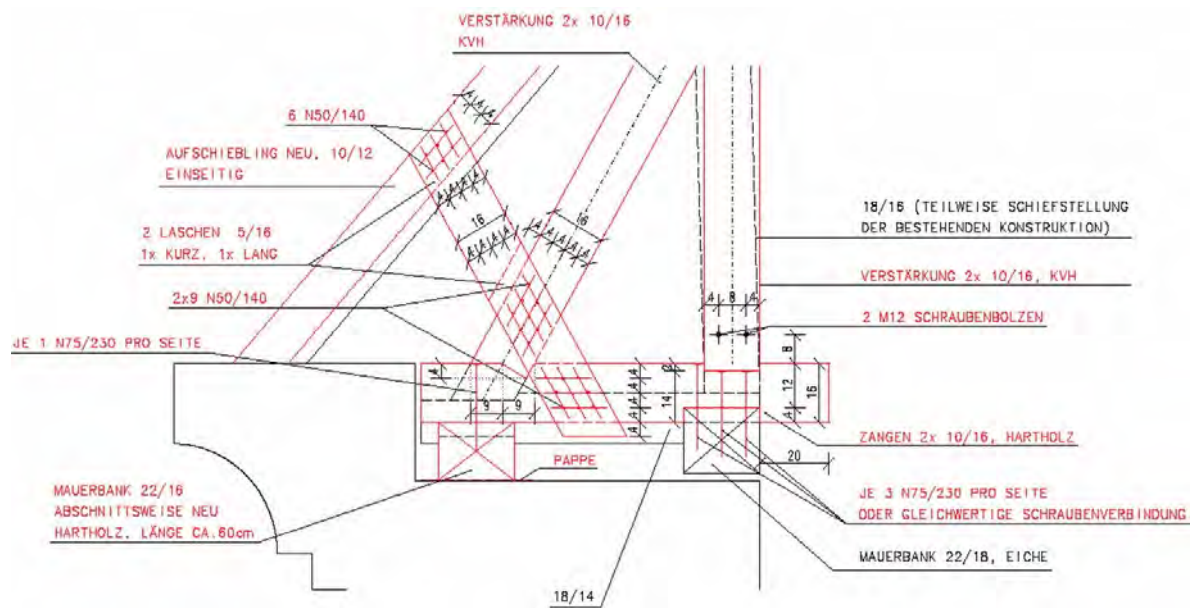


Abb. 3.5: Detail A Fußknoten

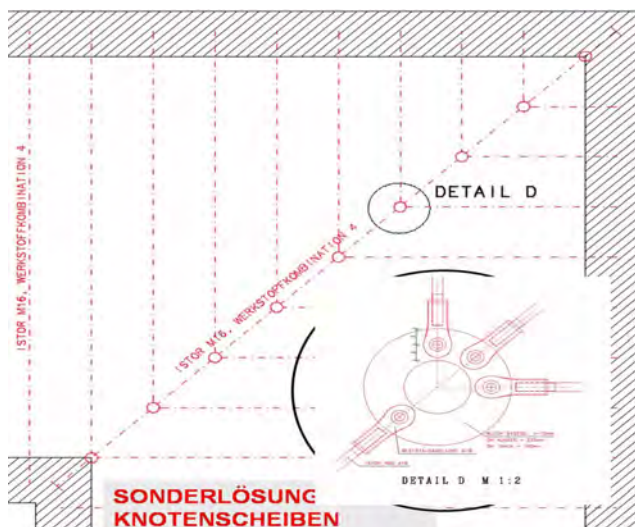


Abb. 3.6: Verhängung Gratbereich mit ISTOR-Stangen



Abb. 3.7: Abgeschlossene Sanierung

Die Dramatik der fortgeschrittenen horizontalen Verformung zeigt sich in der Schiefstellung der Sparrenknechte (Abb. 3.3).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts kam es dann zum Kollaps eines Teiles des Dachswerkes. In den 1950-er Jahren wurde dann eine Verhängung mit Bewehrungsstangen durchgeführt und damit ein weiteres Auseinanderdriften vorläufig verhindert.

Das Sanierungskonzept ist in Abb. 3.4 und Abb. 3.5 dargestellt. In Abstimmung mit dem Denkmalamt wurde eine Verhängung der Gespärre mittels ISTOR-Stangen auf höherem Niveau und eine Verstärkung der Fußpunkte geplant.

Eine besondere Herausforderung bei der Erstellung des Sanierungskonzeptes stellten die Eckbereiche dar. Da keine Pfetten vorhanden sind, lagern die gesamten Kräfte der Sparren auf dem Gratgespärre. Hier wurde das Konzept der Regelbinder konsequent weitergeführt und die Verhängungsstangen mit entsprechenden Knotenscheiben zusammengefasst (Abb. 3.6).

Die Konstruktion nach Abschluss der Sanierung / Verstärkung ist in den Abb. 3.7 bis Abb. 3.9 zu sehen.



Abb. 3.8: Verhängung mit ISTOR-Stangen



Abb. 3.9: Detail Ringscheibe

4 Altes Rathaus Zwettl/NÖ

Altes Rats- und Gerichtsgebäude, urkundlich bereits 1301 erwähnt. Dreischiffiger Giebelbau mit vorgezogenem Fassadenturm (Abb. 4.1). Der Dachraum war bis zum Umbau nicht genutzt. Der Dachstuhl ist sehr alt und könnte aus der Zeit der Sgraffitofassade 1549 datieren (Abb. 4.2). Nach Ostendorf [6] handelt es sich bei dieser Konstruktion grundsätzlich um einen germanischen Kehl balkendachstuhl, der aber in diesem Fall durch mehrere Pfettenlagen ergänzt wurde. Wie in vielen Fällen liegt auch hier eine Hybridkonstruktion aus stehendem Stuhl (auf den tragenden Innenmauern) und Hängewerk vor. Interessant ist, dass die Streben mit mittlerer Hängesäule nur in jedem zweiten Vollgespärre angeordnet sind.

Im Jahr 1999 entschloss sich die Gemeinde als Eigentümer, den Dachraum auszubauen und als Stadtmuseum zu nutzen. Bei dieser Gelegenheit sollte auch die Dachhaut zur Gänze erneuert werden. Aufgrund der höherwertigen Nutzung durch den Innenausbau kann man von einer klassischen Ertüchtigung sprechen. Das Gebäude steht in seiner Gesamtheit, also einschließlich Dach und Stuhl un-

ter Denkmalschutz. Der Innenraum musste für F60 ausgelegt werden. Bei Spitz- und Seitenboden war keine Brandwiderstandsdauer gefordert

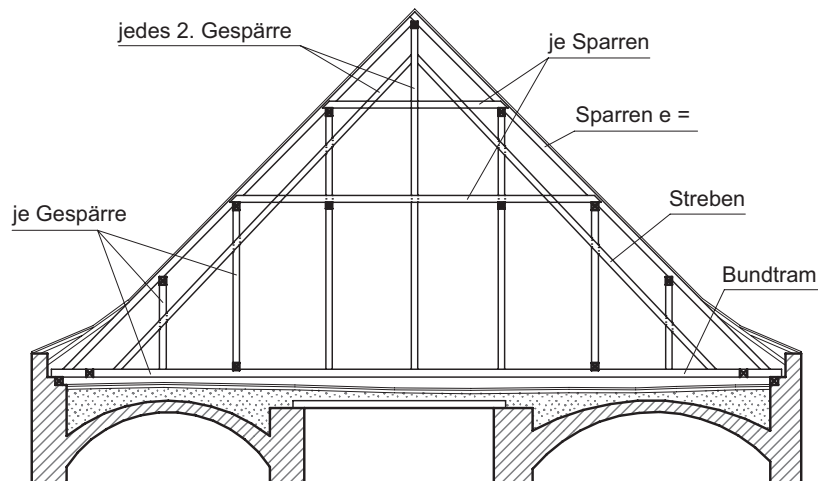


Abb. 4.1: Straßenansicht Altes Rathaus in Zwettl / NÖ

Abb. 4.2: Regelschnitt durch historischen Dachstuhl (aus 1549 ?)

Folgendes konstruktive Konzept wurde gewählt:

- Einbau einer neuen, von der Dachstuhlkonstruktion unabhängigen Fußbodenkonstruktion in Form von Stahlträgern mit Tramlage und 4 cm Vollverschalung. Einleitung des Eigengewichtes und der Nutzlasten über STB-Roste in die tragenden Mauern.
- Schadhafte Bereiche (Abb. 4.4) wurden entsprechend saniert bzw. durch neue Hölzer ersetzt.
- Ertüchtigung des Dachstuhles für die Ausbaulasten. Dabei wurden nachträgliche Änderungen und Ergänzungen am Stuhl wieder rückgebaut. Weiters wurden die Regelgespärre in Voll- und Leergespärre getrennt. Die drei Vollgespärre wurden entsprechend ertüchtigt. Die dazwischenliegenden Leergespärre wurden in der unteren Zangenebene von den Vollgespärren mittels Zugstangen abgehängt. Die Brandwiderstandsdauer im Museumsbereich wurde durch Abbrand nachgewiesen bzw. durch Bekleidung erzielt. Die Stahlteile wurden mit einem Brandschutzanstrich versehen.

Der Statische Nachweis erfolgte mit einer einfachen Annahme: Sämtliche neue Lasten (Ausbaulasten, Nutzlasten) wurden durch neue Konstruktionen abgeleitet. Dem sanierten Bestand wurden die bisherigen Lasten zugeordnet. Tatsächlich kommt es natürlich zu einer gemeinsamen Tragfunktion von alt und neu. Das gewählte Konzept besteht aber durch seine simple und nachvollziehbare Zuordnung und beschreibt durch die hohe Duktilität der Gesamtkonstruktion den Grenzzustand der Tragfähigkeit relativ gut.

Wesentlich bei dem Konzept war jedenfalls eine Rückführung der mehrfach veränderten, komplizierten Konstruktion zu einer klaren Struktur und damit zu einer klaren Lastableitung (Aufteilung in Primär- und Sekundärkonstruktionen etc., siehe auch Abb. 4.7).

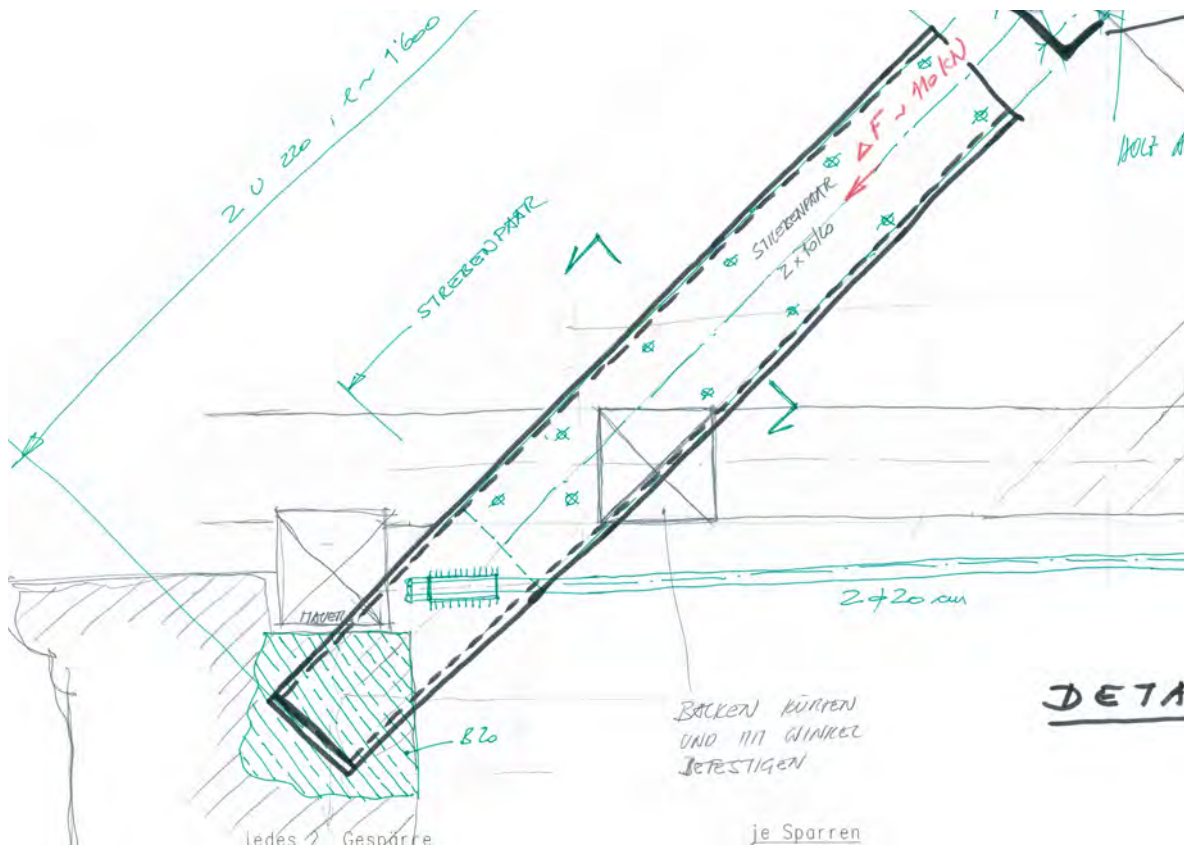


Abb. 4.3: Entwurfsskizze für den Fußpunkt Vollgespärre



Abb. 4.4: Braunfäuler Sparrenfußpunkt

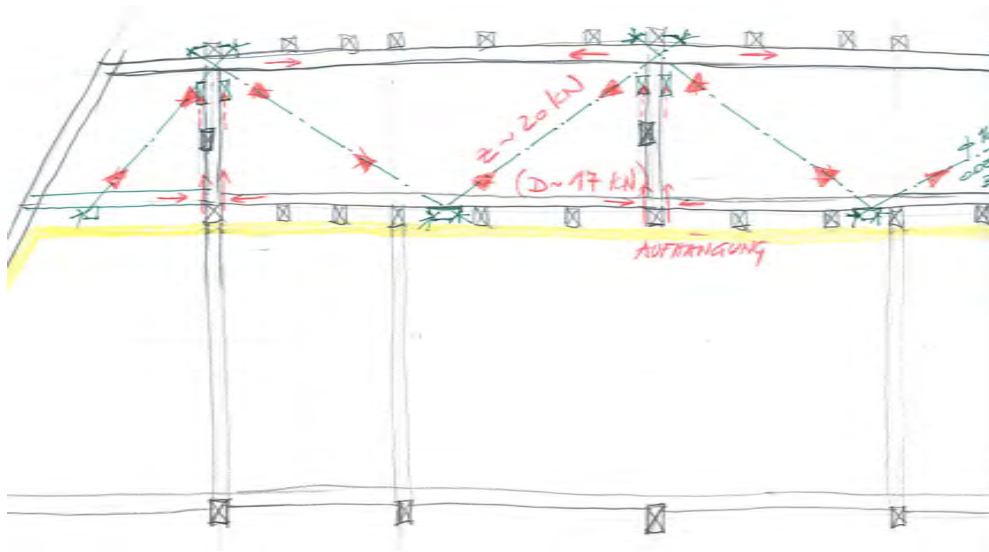


Abb. 4.5: Entwurfsskizze für die Abhängung von der oberen Mittelfette

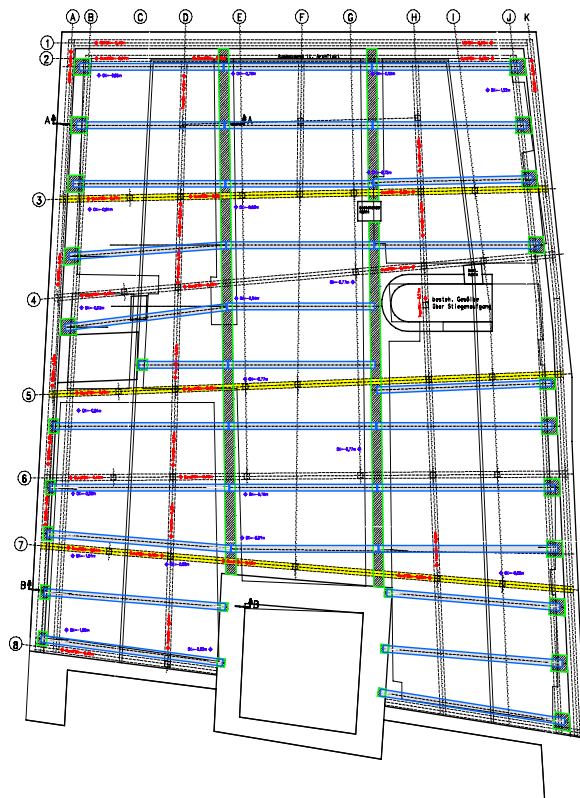


Abb. 4.6: Grundriss mit Lage der Vollgespärre (gelb) und der Deckenbalken (blau-grau)

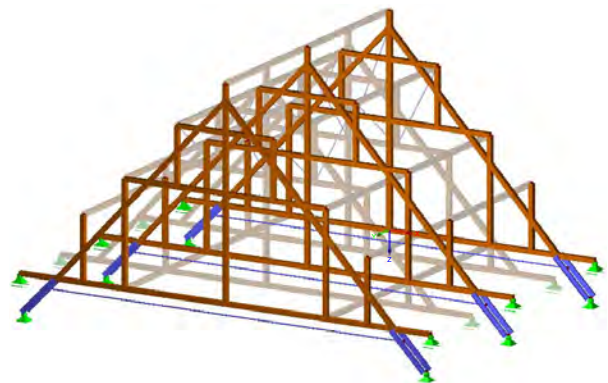


Abb. 4.7: Vollgespärre (3Stk) mit Verstärkungsmaßnahmen



Abb. 4.8: Fußpunkt Vollgespärre mit Verstärkung, nur der Stahl reicht in das neue Betonaufleger



Abb. 4.9: Abhängung der Zangenebene, geometrische Anpassung an Bestand notwendig

Abb. 4.3 und Abb. 4.5 zeigen erste Überlegungen in Skizzenform, bei denen schon das Denkmalamt und ein beratender Zimmerer beigezogen wurden. Dieses Konzept wurde dann verfeinert und entsprechend ausgearbeitet. Die Abstimmung mit dem Denkmalschutz und der Baubehörde (Brand) erfolgte kontinuierlich. Zwischenergebnisse wurden schriftlich festgehalten.

Abb. 4.6 zeigt den Grundriss des Dachgeschoßes. Grundlage war eine genaue Vermessung. Dabei zeigt sich die deutliche Abweichung von einer vermeintlich Orthogonalen Geometrie. In Abb. 4.7 ist die verstärkte Struktur in einer 3D-Modellierung dargestellt. In Abb. 4.8 und Abb. 4.9 sind noch Ausführungs-details abgebildet.

5 Literaturverzeichnis:

- [1] Pieper, K.: Sicherung historischer Bauten. Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin - München, 1983
- [2] Dehio Handbuch – Die Kunstdenkmäler Österreichs. Verlag Anton Schroll & Co, Wien, 1990
- [3] Steiger, R.: Die neue Norm SIA 269 – Erhaltung von Tragwerken. Holzbautag Biel 08 - Überwachung, Instandhaltung und Renovation von Bauten, 2008, 12 Seiten
- [4] Meisel, A.: 'Historische Dachstühle' Diplomarbeit, eingereicht am Institut für Holzbau und Holztechnologie, Technische Universität Graz, 2009, 339 Seiten.
- [5] Huser, C., Tognola, C.: Schloss Hallwyl – Bauliche Sanierung und Restaurierung 1998-2004. hier + jetzt, Verlag für Kultur und Geschichte, Baden, 2005
- [6] Ostendorf, F.: Die Geschichte des Dachwerks. B.G. Teubner, Leipzig 1908, 1982 – Reprint Verlag Leipzig. – ISBN-3-88746-022-7

J Realitätsnahe Modellbildung von Dachstühlen – dargestellt am Beispiel eines historischen „Grazer Dachstuhls“

A. Meisel



DDI Andreas Meisel

2009

Abschluss der Studien „Bauingenieurwesen“ und „Wirtschaftsingenieurwesen – Bauwesen“ an der TU Graz

2009

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Holzbau und Holztechnologie der TU Graz



Abb. 0.1: Glockenturm in Malé Ozorovce (SK) ([34] S. 56).

„Praxis ist, wenn alles funktioniert und keiner weiß warum.“ [1]

1 Einleitung

Die Dachräume historischer Dachstühle werden infolge der großen Nachfrage in der Innenstadt immer häufiger in hochwertigen Wohnraum umgewandelt. Parallel dazu befinden sich zahlreiche Dachstühle aufgrund mangelhafter Bauwerkserhaltung und unsachgemäßer Tragwerksveränderungen in einem sanierungsbedürftigen Zustand. Ein Abriss des Bestands kommt aufgrund von Vorschriften und ökonomischer sowie ökologischer Aspekte häufig nicht in Frage.

Neben der Umnutzung gilt es aber auch, historisch wertvolle Objekte für die Nachwelt zu erhalten. Dabei geht es vor allem darum, die Substanz des Bauwerks möglichst umfassend zu sichern, „behutsam“ instand zu setzen und die Ergänzungen beziehungsweise Reparaturen als solche erkennbar zu lassen (vgl. [30], [32] S. 17).

Grundlage für die Umnutzung als auch für die Instandsetzung historischer Dachstühle ist die qualitative und quantitative Kenntnis des mechanischen Verhaltens dieser Tragwerke. Die Herausforderung besteht darin, mit einem möglichst einfachen Modell die „Wirklichkeit“ zutreffend genug abzubilden.

Derzeit werden zahlreiche Sanierungen zimmermannsmäßig, das heißt ohne vollständige statische Berechnung, durchgeführt. Das dabei erreichte Sicherheitsniveau kann im Gegensatz zu den Forderungen der Normung in der Regel nicht quantifiziert werden. Bei ingenieurmäßigen Sanierungen wird häufig aufgrund der Vernachlässigung der Verbindungseigenschaften und der räumlichen Tragwirkung das Tragvermögen des Bestands deutlich unterschätzt. Die daraus abgeleiteten Ertüchtigungsmaßnahmen widersprechen nicht selten den Kriterien einer ökonomischen und bestandsschonenden Sanierung.

2 Problemstellungen

Im Gegensatz zu den Ingenieurbauwerken der heutigen Zeit wurden historische, zimmermannsmäßig hergestellte Dachstühle ausschließlich nach der Erfahrung, dem Traditionsbewußtsein und dem Mut der Ausführenden hergestellt. Aus diesem Grund sind bei der statischen Analyse historischer Dachstühle zahlreiche Besonderheiten zu beachten.

- Häufig *tragen* historische Dachstühle die Lasten ausgeprägt *räumlich ab*. Daher ist die Zerlegung dieser Tragwerke in ebene Teilsysteme oft schwierig. An den Koppelpunkten ist die Interaktion der Teilsysteme zu berücksichtigen. Je nach Lastfall und den Steifigkeitsverhältnissen ergeben sich Ort und Nachgiebigkeit der anzusetzenden Federn.
- In EN 1995-1-1 wird die Berücksichtigung der *Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der zimmermannsmäßigen Verbindungen* für die Systemberechnung gefordert (zum Beispiel: „Das Rechenmodell zur Bestimmung der inneren Kräfte in der Konstruktion oder in Teilen derselben muss Einflüsse aus der Nachgiebigkeit von Verbindungen berücksichtigen.“ [24] 5.1 (4)). Das mechanische Verhalten der Verbindungen beeinflusst wesentlich den Verlauf und die Größenordnung der Schnittkräfte. Die diesbezüglichen Angaben der Normung und der Literatur sind nicht zufriedenstellend.
- Die Festlegung zutreffender *Auflagerbedingungen* ist schwierig.
- Die Bestimmung zutreffender *Materialkenngrößen* ist aufwendig.
- Die *System- und Querschnittsabmessungen* weisen – vor allem bedingt durch die handwerkliche Herstellung – große Streuungen auf.

3 Zielsetzung

In diesem Beitrag soll beispielhaft gezeigt werden, wie das mechanische Tragverhalten eines historischen Dachstuhls möglichst realitätsnah modelliert werden kann, sodass ein statischer Nachweis zumindest auf einem niedrigen Sicherheitsniveau möglich wird.

Weiters wird die Tatsache, dass der sogenannte „Grazer Dachstuhl“ bisher kaum dokumentiert wurde, zum Anlass genommen, dieses Tragsystem detailliert darzustellen.

4 Der „Grazer Dachstuhl“

Einführung

Wie einzelne Bestandsaufnahmen (vgl. [19]) und Gespräche mit einem erfahrenen Zimmermeister (vgl. [16]) gezeigt haben, wurden im 19. Jahrhundert in Graz zahlreiche sogenannte „Grazer Dachstühle“ errichtet. Diese kommen in unterschiedlichen Ausprägungsformen insbesondere im Herz-Jesu-Viertel sehr häufig vor.

Für diesen Artikel wird das Dachtragwerk der „Mandellstraße 9“ (Abb. 4.1) als Referenzobjekt gewählt. Die Festlegung eines Referenzobjekts ist erforderlich, da kaum ein historischer Dachstuhl einem anderen gleicht. Beispielsweise wurden die Verbindungen des „Grazer Dachstuhls“ je nach Baujahr, Objekt und Zimmermeister unterschiedlich ausgeführt. Das gewählte Referenzobjekt bietet sich dank seiner geographischen Lage im Stadtgebiet für einen Dachbodenausbau an. Aufgrund der Ecklage zwischen Mandell- und Lessingstraße weist das Objekt eine abgefaste Gebäudeecke auf, wodurch sich zwei Gratlinien im Dachstuhl ergeben. Diese Ausbildung ist auch bei zahlreichen Objekten in Graz, insbesondere im Bezirk Geidorf zu beobachten.

Eckdaten und Bauhistorie

Das Objekt Mandellstraße 9 in 8010 Graz weist drei Stockwerke, ein Kellergeschoß und einen teilweise ausgebauten Dachboden (momentan ungenutzt) auf und besitzt rund 400 Quadratmeter bebaute Fläche. Das gesamte Gebäude wird mit Ausnahme einer Privatwohnung im zweiten Obergeschoß von der Technischen Universität Graz genutzt.

Das Errichtungsdatum wird vom Stadtarchiv Graz mit 1867 angegeben (vgl. [15]). Neben der geographischen Lage des Objektes im Stadtgebiet und der charakteristischen Konstruktionsweise an sich, sind auch die handbehauenen (gehackten) nach oben verjüngenden Sparren Indizien, die auf einen Errichtungszeitpunkt im späten 19. Jahrhundert hindeuten. Zudem wurden die Sparren „liegend“ verbaut, das heißt sie sind breiter als hoch. Laut MÖNCK (vgl. [21] S. 82) wurden solche Querschnitte bis etwa 1860 eingesetzt.

Beachtenswert ist, dass nicht alle Querschnitte des Dachstuhls per Hand gehackt wurden. Vielmehr sind die Stuhlsäulen, Bundträme, Mauerbankriegel, Wechsel- und Stichbalken, Gratsparren und Mittelpfetten gesägt, alle weiteren Hölzer wie Mauerbänke, Streben, Kopfbänder, Kehlbalcken und Sparren sind konisch gehackt. Diese Kombination ist recht selten und könnte auch mit einer Altholzverwendung begründet werden (vgl. [17]). Weiters fallen in allen gehackten Querschnitten schräge Dübellöcher auf, welche vom Flößen der Rundhölzer auf der Mur stammen könnten.

4.1 Das Tragsystem des „Grazer Dachstuhls“

Das Tragsystem des „Grazer Dachstuhls“ wird als sogenanntes Kehlbalkendach mit abgestrebtem, zweifach stehenden Stuhl und Kniestock bezeichnet. Wie in ([19] Kapitel 1.2) erläutert, deutet die Be-

nennung Kehlbalkendach darauf hin, dass die Sparren nicht unmittelbar von den Pfetten (beziehungsweise Rähmen) unterstützt werden. Das zum „echten“ Sparren- beziehungsweise Kehlbalkendach gehörende Zugband fehlt jedoch beim „Grazer Dachstuhl“. Es liegt eine Hybridkonstruktion aus Sparren- und Pfettendach vor, welche den Übergang vom Sparren- zum Pfettendach im 19. Jahrhundert markiert.

Der Stuhl dieser Tragwerke wurde abgestrebt ausgeführt, somit werden nahezu alle Windlasten direkt über den Stuhl abgetragen. Diese Konstruktion ermöglicht erst die Ausbildung von Kniestöcken. Die Bezeichnung „zweifach stehend“ deutet schlussendlich darauf hin, dass die Gespärre von zwei Stuhlwandebenen unterstützt werden. Beachtenswert ist weiters die Tatsache, dass die Bundträme parallel zum First (in der Stuhlwandebene) verlaufen und die Lasten aus den Stuhlsäulen in die Querwände des darunter liegenden Geschoßes weiterleiten.

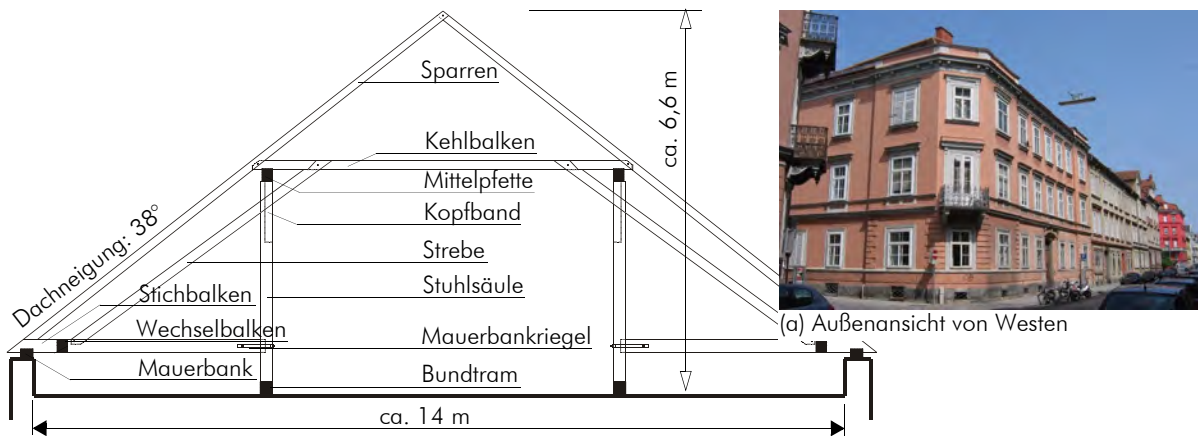


Abb. 4.1: Regelquerschnitt eines Stuhls.



(a) Dachraum

1. Walmdachfläche

NORDEN

LESSINGSTRASSE

WESTEN

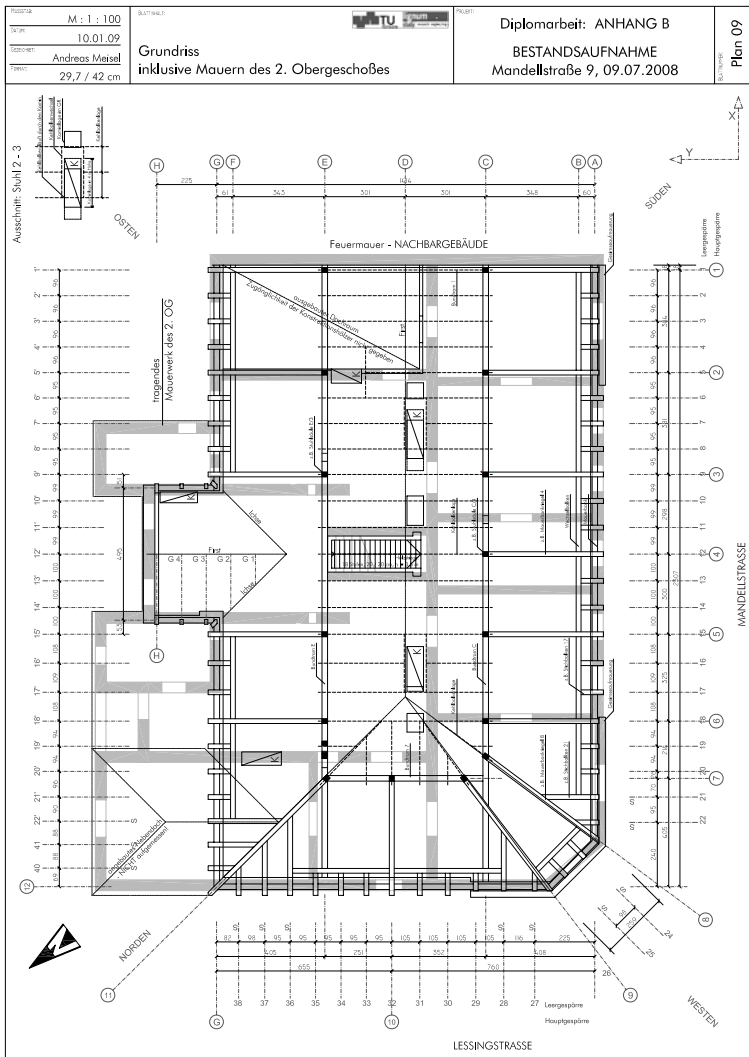
2. Walmdachfläche

MANDELLSTRASSE

SÜDEN

Stuhlwand C

Abb. 4.2: Räumliche Darstellung des gesamten Tragwerks (ohne Kaminwechsel).



(a) Kehlbalkenlage im Walmbereich



(b) Grate an der Westecke

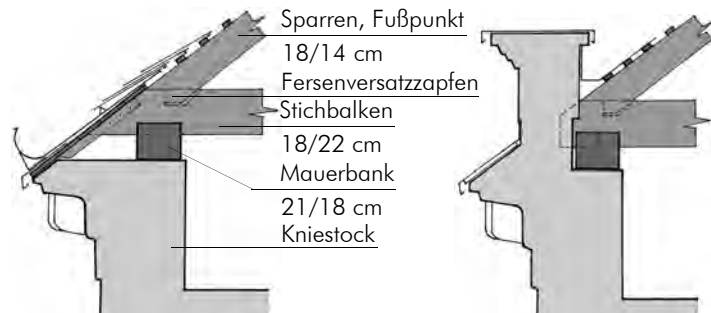
Abb. 4.3: Grundriss inklusive der tragenden Mauern des 2. Obergeschoßes (Fotos vgl. [20]).

4.2 Verbindungen

Hier werden nur jene Verbindungen dokumentiert, welche für den „Grazer Dachstuhl“ besonders charakteristisch sind.



(a) Sparrenfußpunkt



(b) Taufpunkt mit Saumrinne

(c) ... mit Gesimseaufmauerung

Abb. 4.4: Verbindungen im Bereich des Traufpunkts.



(a) Stuhlsäule samt Mauerbankriegel und Bundtram

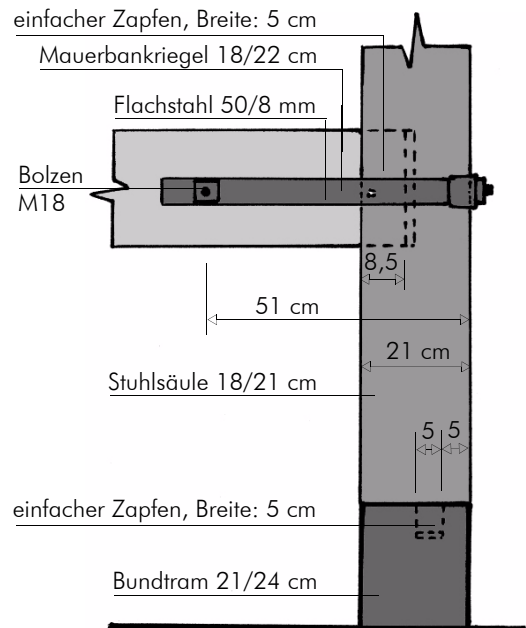
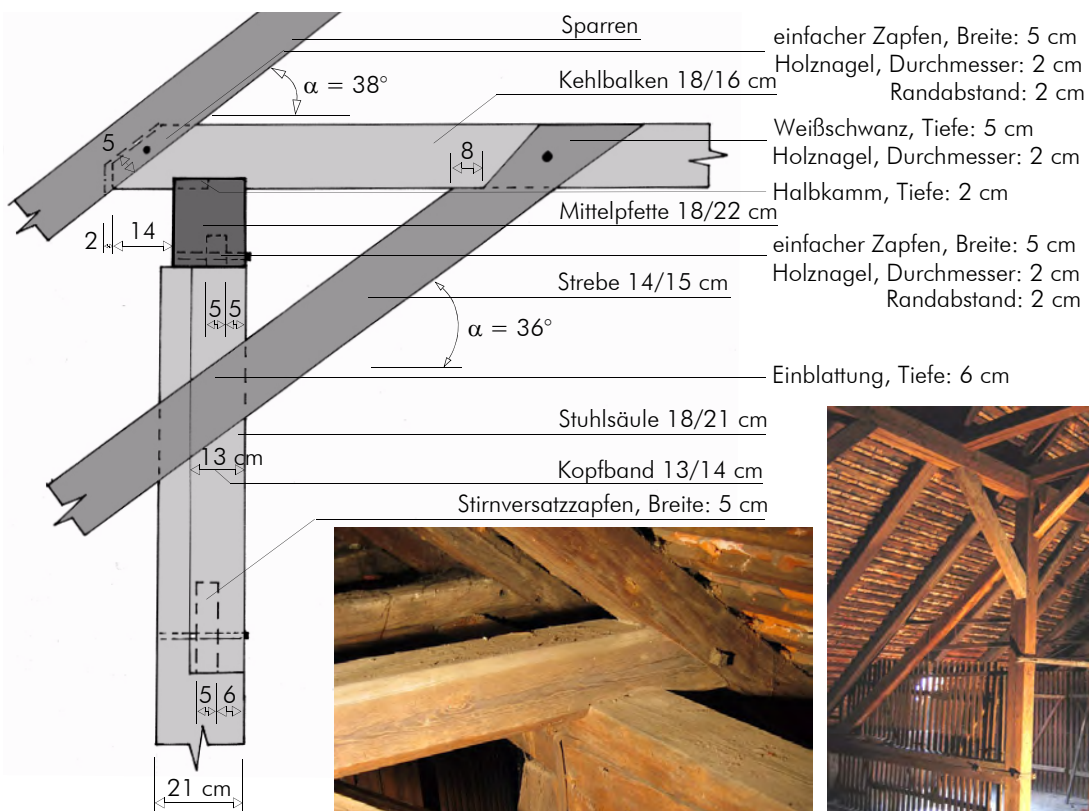
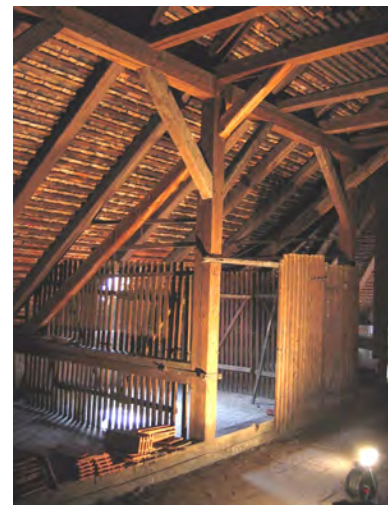


Abb. 4.5: Verbindungen im Bereich der Stuhlsäule.



(a) Verbindungen des Kehlbalken



(b) Ansicht einer Stuhlsäule

Abb. 4.6: Verbindungen im Bereich der Mittelpfette.

5 Zimmermannsmäßige Verbindungen

Regional und zeitlich entstanden nicht nur unzählige unterschiedliche Dachstühle, sondern auch eine enorme Vielfalt von zimmermannsmäßigen Verbindungen. Diese Verbindungen wurden von den Bau-schaffenden je nach Einsatzzweck ausgewählt und nach tradierten Bauregeln, Erfahrungswerten und durch Probieren ausgeführt. (vgl. [8], [34]) Das tatsächliche mechanische Verhalten historischer Holzverbindungen entzieht sich aus diesem Grund häufig einer Berechnung nach einfachen Rechenmodellen.

5.1 Problemstellungen

Für die Ermittlung der Systemschnittgrößen gemäß EN 1995-1-1 sind die Steifigkeiten der Bauteile und Anschlüsse sowie die Exzentrizitäten der Verbindungen zu berücksichtigen (vgl. [24] 5.1 (4) und (5), [25] B.1).

Wie die Berechnungen in (vgl. [19] Kapitel 3.7) gezeigt haben, ist es schwierig bis unmöglich, die Exzentrizitäten, Steifigkeiten und auch Bemessungswiderstände vieler historischer zimmermannsmäßiger Verbindungen gemäß EN 1995-1-1 (vgl. [24], [25]) zu ermitteln. Hinzu kommt die Tatsache, dass die Literatur (beispielsweise vgl. [10], [12], [31]) zu diesem Thema meist nur eng eingeschränkte Verbindungsgeometrien behandelt und keine allgemein gültigen Rückschlüsse zulässt. Die wesentlichen Problemstellungen bei der Ermittlung der Steifigkeiten, Exzentrizitäten und Bemessungswiderstände zimmermannsmäßiger Verbindungen sind folgende:

- In zimmermannsmäßigen Verbindungen kommt es in der Regel zu einer *Interaktion von Verbindungsmitteln*. Als Beispiele hierfür sind mit Holznägeln gesicherte Zapfen und mit Klammern verstärkte Versätze zu nennen. Zutreffende Aussagen über das Gesamttragverhalten können dann getroffen werden, wenn je nach Steifigkeitsverhältnis Kombinationsfaktoren für das Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel festgelegt sind.
- In die EN 1995-1-1 (vgl. [24], [25]) sind derzeit keine Regeln angegeben, mit denen es möglich wäre, die *Festigkeit unter kombinierter Beanspruchung* zu ermitteln. Ähnlich der in der SIA 265 [22] geregelten Interaktionsformel für Querdruck beziehungsweise Querzug und Schub sollten entsprechende Interaktionsbeziehungen in die EN 1995-1-1 aufgenommen werden. Diese Beanspruchungsinteraktionen treten in zimmermannsmäßigen Verbindungen häufig auf.
- Zimmermannsmäßige Verbindungen übertragen Druck- und Zugkräfte prinzipiell über Kontaktdruck. Häufig ergeben sich aus der Geometrie große lokale Querdruck- und – noch problematischer – *Querzugbeanspruchungen*. Diese können bisher ohne numerische Simulation nicht quantitativ bestimmt werden, da die *Spannungsinteraktionen, geometrischen Bezugsflächen und die Spannungsverteilungen nicht bekannt* sind.
- Je nach Beanspruchung weisen zahlreiche Verbindungen unterschiedliche Exzentrizitäten, Nachgiebigkeiten und Bemessungswiderstände auf. Beispielsweise fällt ein Stirnversatzzapfen bei Zugbeanspruchung aus, es trägt nur noch der Holznagel. Das heißt, das statische System ändert sich je nach Beanspruchung der Verbindung (*geometrische Nichtlinearität*). Dies kann durch die Definition von zwei Anschlusspunkten (mit unterschiedlichen Steifigkeiten) je Stabanschluss gelöst werden. Je nach Beanspruchung ist der eine oder andere Anschlusspunkt „aktiv“ beziehungsweise fällt aus.

5.2 Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten zimmermannsmäßiger Verbindungen am Beispiel eines Stirnversatzzapfens

Sogenannte Stirnversatzzapfen (siehe Abb. 5.1) wurden bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts sehr häufig für die Anschlüsse der Kopfbänder an die Stuhlsäulen und Pfetten verwendet. Hier wird gezeigt, wie sich anhand ingenieurmäßiger Überlegungen die Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten dieser Verbindung für *Druckbeanspruchung* ermitteln lassen.

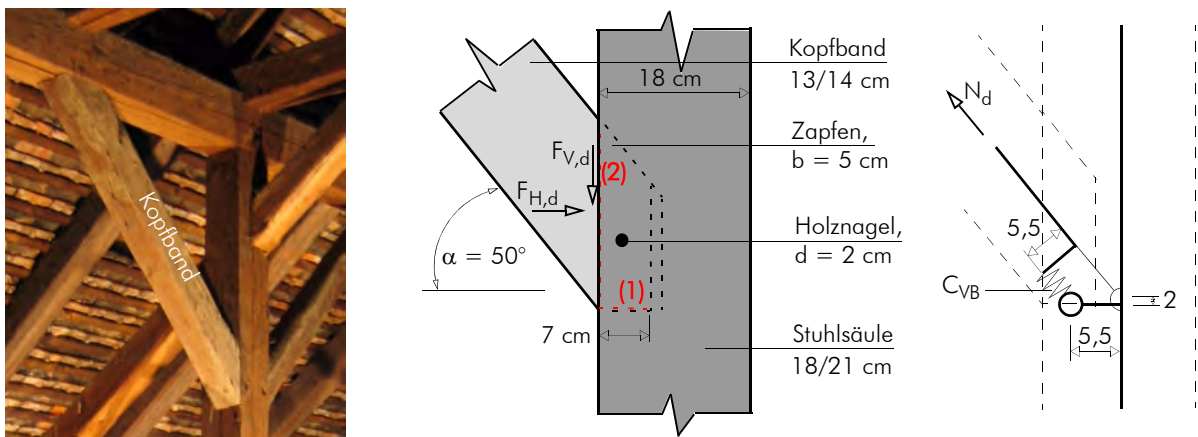


Abb. 5.1: Links: Kopfband, Mitte: Darstellung eines Stirnversatzzapfens, Rechts: statisches Modell.

Statisches Modell

In Anlehnung an [2], [4], [21], [29] werden alle zimmermannsmäßigen Verbindungen als gelenkige Stabverbindungen angesetzt. Da die Kraftübertragung von $F_{V,d}$ und $F_{H,d}$ an unterschiedlichen Kontaktflächen erfolgt, ist die Festlegung der Exzentrizität eine Näherung. Es wurde der ungünstigste Fall gewählt. Dieser geht davon aus, dass die Kontaktfläche (2) zwischen dem Stirnholz des Kopfbandes und der Stuhlsäule beziehungsweise der Mittelpfette offen ist und die hier sonst auftretenden Kräfte über Reibung an der Zapfenstirn (1) übertragen werden.

Die exzentrische Lage des Kopfbands in der Stuhlwandebene und der Holznaгель werden vernachlässigt.

Ermittlung der Federsteifigkeit C_{VB}

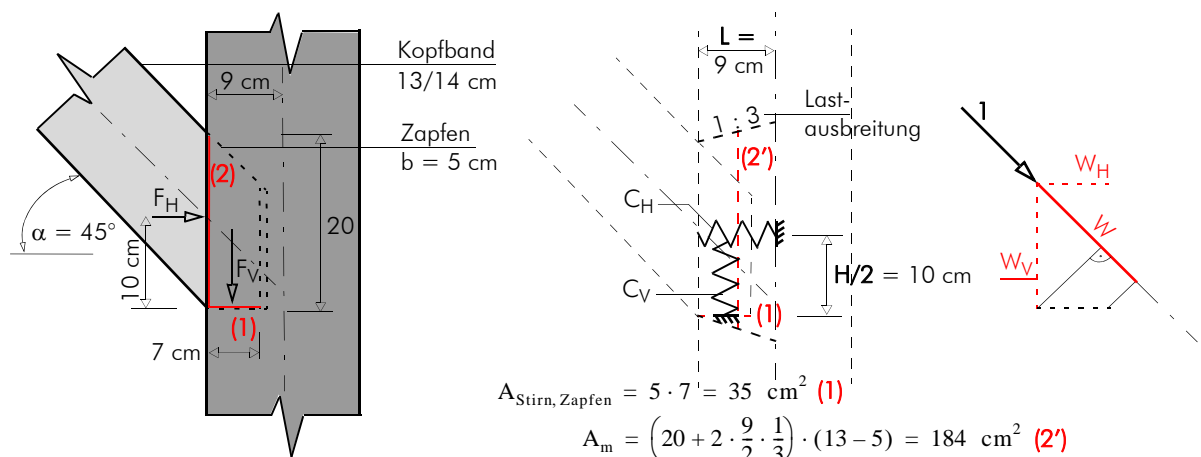


Abb. 5.2: Vereinfachte Geometrie und Modell für die Steifigkeitsermittlung.

Annahmen

- Die Kraftübertragung von F_V erfolgt ausschließlich in der Kontaktfläche (1), die Kraftübertragung von F_H erfolgt ausschließlich in der Kontaktfläche (2). Es kommt zu keiner Interaktion zwischen den beiden Kräften infolge Reibung, etc.
- Die beiden Hölzer liegen an den Kontaktflächen vollflächig und gleichmäßig aufeinander und bleiben dies auch bei Verformungen des gesamten Tragwerks.
- Die Kraft F_V muss im Zapfen bis zur Schwerlinie des Kopfbandes übertragen werden. Die Kraft F_H wird auf Querdruck bis in die Schwerlinie der Stuhlsäule übertragen.
- Alle Exzentrizitäten werden vernachlässigt.
- $E_{\alpha, \text{mean}}$ wird in Anlehnung an ((6.16) [24]) ermittelt.

Federsteifigkeiten

$$E_{\alpha, \text{mean}} = 71,6 \text{ kN/cm}^2 \qquad E_{90, \text{mean}} = 37 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_V = \frac{E_{\alpha, \text{mean}} \cdot A_{\text{Stirn, Zapfen}}}{H/2} = 251 \text{ kN/cm} \qquad C_H = \frac{E_{90, \text{mean}} \cdot A_m}{L} = 756 \text{ kN/cm}$$

Verformungen infolge 1-Last

$$W_V = \frac{1/\sqrt{2}}{C_V} \qquad W_H = \frac{1/\sqrt{2}}{C_H} \qquad W = \frac{W_V}{\sqrt{2}} + \frac{W_H}{\sqrt{2}}$$

Steifigkeit

$$C = \frac{1}{W} = \frac{\sqrt{2}}{\frac{1/\sqrt{2}}{C_V} + \frac{1/\sqrt{2}}{C_H}} = 377 \text{ kN/cm} \qquad C_{VB, \text{ Stuhlsäule-K}} \approx C_{VB, \text{ Pfette-K}} \approx 300 \text{ kN/cm}$$

Aufgrund von Klaffungen in den Kontaktflächen kann davon ausgegangen werden, dass sich eine geringere Steifigkeit der Verbindung als die eben abgeschätzte ergibt. Den weiteren Berechnungen wird daher $C_{VB} = 300 \text{ kN/cm}$ zugrundegelegt.

5.3 Auswirkungen der Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen: Beispiel Kopfbandträger

Zwecks Darstellung der Auswirkungen der Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen wird ein Teil einer Stuhlwand isoliert unter einer gleichmäßig verteilten Last gemäß Abb. 5.3 betrachtet.

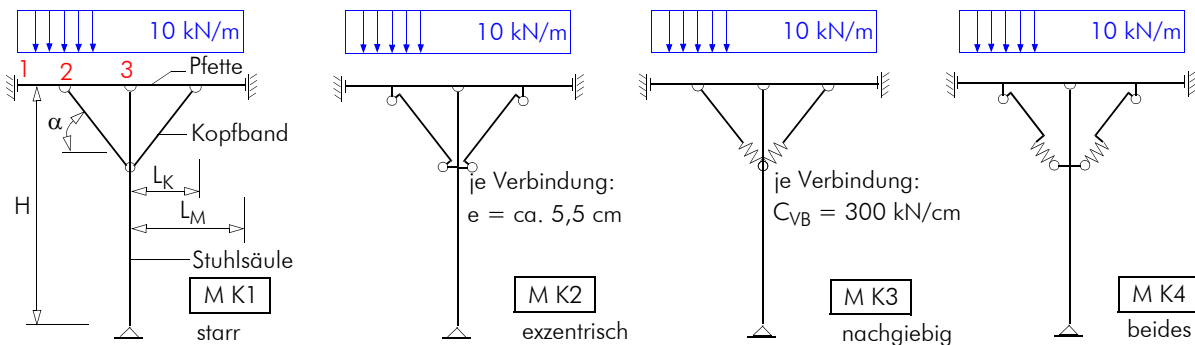


Abb. 5.3: Einwirkung und Modelle des Kopfbandträgers (nicht maßstäblich).

Systemabmessungen [m]				Querschnittsabmessungen [cm]			Materialkenngrößen für C24	
H	L_K	L_M	α	Stuhlsäule 18/21	Kopfband 14/18	Mittelpfette 18/22	$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$	
3,64	0,96	2,00	50 °				Verbindungen siehe 5.2 und [19] Mittelpfette und Stuhlsäule: $C_{VB} = 1000 \text{ kN/cm}$	

Tab. 5.1: Angabewerte für den Kopfbandträger.

Ergebnisse

Verformungen	M K1		M K2		M K3		M K4	
... vertikal in Punkt 1 [mm]	1,1	44 %	1,3	52 %	2,6	104 %	2,5	100 %
... vertikal in Punkt 2 [mm]	0,5	33 %	0,7	47 %	1,5	100 %	1,5	100 %
Schnittkräfte								
PFETTE: Moment in 1 [kNm]	2,81	66 %	3,03	71 %	4,43	104 %	4,28	100 %
... Moment in Punkt 2 [kNm]	-2,60	252 %	-2,28	221 %	-0,97	94 %	-1,03	100 %
... Moment in Punkt 3 [kNm]	-1,12	17 %	-2,82	44 %	-6,27	97 %	-6,44	100 %
KOPFBAND: Normalkraft [kN]	-21,89	186 %	-17,91	152 %	-12,66	108 %	-11,75	100 %
Moment [kNm]	0	0 %	-1,00	152 %	0	0 %	-0,66	100 %
Ausnutzungsgrade								
Kopfband	0,09	67 %	0,21	152 %	0,05	39 %	0,14	100 %

Tab. 5.2: Verformungen, Schnittkräfte und Ausnutzungsgrade der Modelle (Theorie I. Ordnung).

Wie in Tab. 5.2 ersichtlich, führt die Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten der Verbindungen zu einer deutlichen Zunahme der Verformungen. Die alleinige Berücksichtigung der Exzentrizitäten ergibt nur eine geringfügige Verformungszunahme.

Die Analyse der Momente in der Pfette zeigt, dass es in den Modellen mit zunehmender Berücksichtigung der Verbindungseigenschaften zur Zunahme der maximalen Momente kommt. Die Momente in Punkt 2 infolge der Stützung durch die Kopfbänder nehmen dagegen ab. Insgesamt kommt es im vorliegenden, dreifach äußerlich, einfach innerlich statisch unbestimmten System zu Lastumlagerungen von den Kopfbändern auf die Pfette und Stuhlsäule.

Die Normalkräfte in den Kopfbändern nehmen infolge der Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen ab. Allerdings zeigt der Vergleich der Ausnutzungsgrade, dass die exzentrische Krafteinleitung in das Kopfband zu einer deutlichen Erhöhung der Ausnutzung führt.

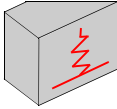
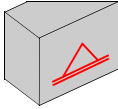
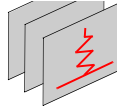
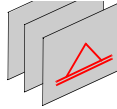
Das Beispiel zeigt, dass im vorliegenden Fall sowohl die Nachgiebigkeiten als auch die Exzentrizitäten der Verbindungen die Ergebnisse der Verformungen, Schnittkräfte und Ausnutzungsgrade wesentlich beeinflussen. Je nach System sind jedoch auch Fälle denkbar, in denen die Berücksichtigung einzelner Verbindungseigenschaften nur geringen bis keinen Einfluss auf das mechanische Verhalten des gesamten Tragwerks haben (vgl. [13]).

6 Modellbildung des „Grazer Dachstuhls“

6.1 Modelle

In allen Modellen wird das Tragwerk als Stabsystem mit ideal geraden Stabachsen abgebildet. Geometrische und materielle Imperfektionen werden bei der Nachweisführung im Rahmen des Ersatzstabverfahrens berücksichtigt.

Folgende unterschiedliche statische Modelle des Dachstuhls der Mandellstraße 9 werden in RSTAB [5] untersucht:

Modelle	3D		2D	
	M1	M2	M3	M4
Kennskizze				

Tab. 6.1: Übersicht der untersuchten statischen Modelle.

Wie die Skizzen der Tab. 6.1 andeuten, wird bei den Modellen M1 und M2 das Tragwerk als räumliches System modelliert. Im Gegensatz dazu wird bei den Modellen M3 und M4 das Tragwerk in ebene Teilsysteme zerlegt.

- Das Modell M1 bildet das räumlich ausgeprägte Tragverhalten ebenso wie die Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen so realitätsnahe wie möglich ab. Nichtlineare Effekte, wie auf bestimmte Beanspruchungen ausfallende Stäbe, Auflager oder nichtlineare Federn werden berücksichtigt. Da die Superposition der Lastfälle somit nicht mehr möglich ist, müssen für die Systemberechnung nach Theorie I. Ordnung Lastgruppen definiert werden.
- Das Modell M2 unterscheidet sich von M1 dadurch, dass hier eine lineare Berechnung unter Vernachlässigung ausfallender Stäbe und Auflager sowie der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen durchgeführt wird.
- In Modell M3 wird versucht, das Tragverhalten durch die Zerlegung in ebene Teilsysteme unter Berücksichtigung der Interaktion der Teilsysteme soweit wie möglich abzubilden. Für die Ermittlung der, die Interaktion der Teilsysteme ersetzenden, Auflagerfedern werden die Ergebnisse des Modells M1 verwendet. Die Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen werden berücksichtigt.
- In diesem Modell werden alle Teilsysteminteraktionen und die besonderen Verbindungseigenschaften vernachlässigt.

6.2 Globale Lastabtragung

Rund 46 % aller Vertikallasten des Dachstuhls werden über die Stuhlwände in die Quermauern des darunter liegenden Geschoßes übertragen, 54 % werden in die Kniestockwände eingeleitet. Wie eine Vergleichsberechnung gezeigt hat, würden die Stuhlwände eines analogen Pfettendachstuhls 56 % aller Vertikallasten abtragen. Daraus wird abgeleitet, dass beim Grazer Dachstuhl die Lasten sowohl pfetten- als auch sparrendachartig abgetragen werden. Durch die sparrendachartige Lastabtragung sind Vertikalkraftumlagerungen vom zweifach abgestrebten stehenden Stuhl auf die Kniestockwände in der Größenordnung von ca. 20 % verbunden.

Die Horizontalkräfte der Sparrendachtragwirkung werden über die Stich-, Wechselbalken und die Mauerbänke in die Mauerbankriegel übertragen. Die Mauerbankriegel leiten die Zugkräfte weiter in die Stuhlwandebene, wo sie aufgrund der hohen Vertikalkräfte aus den Stuhlsäulen über Reibung in die Quermauern des Untergeschoßes eingeleitet werden können (siehe auch Abb. 6.1).

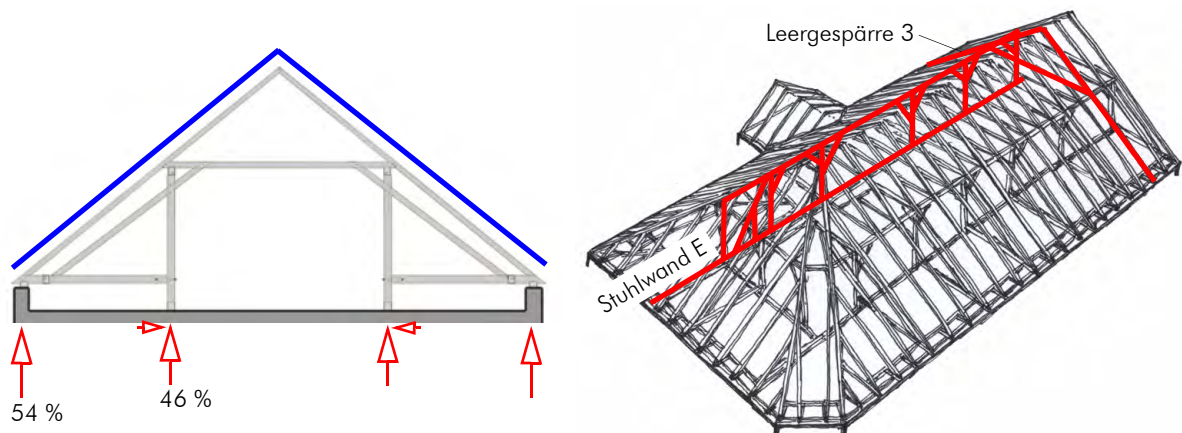


Abb. 6.1: Links: Globale Lastabtragung des Grazer Dachstuhls, Rechts: Stuhlwand E und Leergespärre 3.

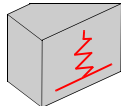
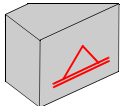
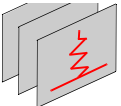
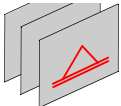
6.3 Ergebnisse der Schnittkraftberechnungen (ULS-Bemessungswerte)

Modelle	M1	M2	M3	M4
vertikale Auflagerkraft Stuhlwand E	16,24 100 %	16,64 102 %	14,75 91 %	21,49 132 %
horizontale Auflagerkraft Stuhlwand E	1,36 100 %	1,12 82 %	0,87 64 %	0,89 65 %
Normalkraft im Sparrenfußpunkt	-13,34 100 %	-11,80 88 %	-11,50 86 %	-3,66 27 %
1. Feldmoment im Sparren	4,75 100 %	4,70 99 %	4,75 100 %	4,64 98 %
Stützmoment im Sparren	-5,73 100 %	-5,79 101 %	-5,72 100 %	-5,93 103 %
2. Feldmoment im Sparren	2,31 100 %	2,46 106 %	2,50 108 %	2,41 104 %

Tab. 6.2: Ergebnisse [kN beziehungsweise kNm] für das Leergespärre 3.

In der Tab. 6.2 werden ausgewählte Auflager- und Schnittkräfte des Leergespärres 3 dargestellt. In den ebenen Modellen ergeben sich aufgrund der für die Festlegung der Auflagerbedingungen erforderlichen Vereinfachungen große Abweichungen zu den Ergebnissen der räumlichen Modelle. Da im Modell M4 nur starre oder frei verschiebliche Auflager verwendet werden, weicht die Normalkraft im Sparrenfußpunkt deutlich von den Ergebnissen der restlichen Modelle ab. Es zeigt sich, dass die Auflagerkräfte und auflagnahen Schnittkräfte insbesondere in M4 nicht plausibel abgebildet werden können.

Aufgrund der verhältnismäßig geringen Biegesteifigkeit des Sparrens stellen sich in allen untersuchten Modellen annähernd dieselben Biegemomente (und Querkräfte) ein. Geringe Abweichungen resultieren beispielsweise daraus, dass die Exzenter der Verbindungen in Modell M1 die Spannweiten und Lagerungsbedingungen der Sparren verändern. Dies wirkt sich insbesondere auf die Schnittgrößen des 2. Sparrenfelds aus.

Modelle	M1 	M2 	M3 	M4 				
max. Feldmoment der Mittelpfette	15,03	100 %	10,34	69 %	27,20	181 %	17,31	115 %
max. Stützmoment der Mittelpfette	-17,68	100 %	-13,84	78 %	-20,03	113 %	-19,14	108 %
min. Normalkraft der Kopfbänder	8,52	100 %	12,42	146 %	17,16	201 %	22,84	268 %
min. Normalkraft der Kopfbänder	-46,72	100 %	-78,20	167 %	-54,70	117 %	-73,24	157 %
Biegemoment der Kopfbänder	2,80	100 %	-	-	3,28	117 %	-	-

Tab. 6.3: Ergebnisse für die Stuhlwand E.

Die Ergebnisse der Modelle M1 und M2 gemäß Tab. 6.3 können mit jenen von M3 und M4 nicht unmittelbar gegenübergestellt werden, da in den beiden letztgenannten Modellen die Lasten aus den Gespärren über die Länge der Mittelpfette verschmiert angesetzt werden. Dadurch werden im Bereich der Gaupe zu große Vertikallasten auf die Mittelpfette berücksichtigt.

Wie bereits in Kapitel 5.3 angesprochen, beeinflussen die Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen wesentlich die Schnittkräfte. Tab. 6.3 zeigt, dass sich in den Modellen M1 und M3 die größten Biegemomente in der Mittelpfette und gleichzeitig die geringsten Normalkräfte in den Kopfbändern ergeben.

Ebene Teilsysteme versus räumlicher Berechnung

Für die Berechnung der Schnittgrößen zahlreicher Leergespärre ist die Entkoppelung und Betrachtung als ebenes System möglich und sinnvoll. Allerdings existieren im Referenzobjekt nur elf gleichartige Leergespärre und auch diese sind aufgrund von Kaminwechseln unterschiedlich belastet. Für einzelne Gespärre ist die Berechnung an einem ebenen Teilsystem nicht möglich. Dies trifft beispielsweise auf jenes Gespärre, welches an die Gaupe anschließt, zu. Es konnten keine Lagerungsbedingungen und Lasteinflussflächen bestimmt werden, die plausible Ergebnisse der Schnittkräfte liefern.

Die Lastabtragung der Stuhlwand kann mit Ausnahme des Einflussbereichs der Gaupe ausreichend genau mit ebenen Modellen abgebildet werden. Für den Ansatz der Lasteinflussfläche der Stuhlwand ist im vorliegenden Fall die qualitative Kenntnis der Sparrendachtragwirkung des gesamten Tragwerks erforderlich. Hierzu ist vorab eine räumliche Analyse erforderlich. Diese sollte zumindest die wesentlichen Nachgiebigkeiten der Verbindungen der Stuhlwand enthalten, da sonst der pfettendachartige Anteil der Lastabtragung deutlich überschätzt wird.

6.4 Ergebnisse der Nachweise (Modell M1 versus M2)

Der Vergleich der Modelle M1 und M2 ergibt, dass die Ausnutzungsgrade der Verbindungen in M1 tendenziell geringer sind. Dafür ergeben sich in M2 insgesamt geringere Ausnutzungsgrade der Stäbe. Das bedeutet, dass es infolge der Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen zu Schnittkraftumlagerungen von den Verbindungen auf die Stäbe kommt.

Sieht man von jenen Bereichen ab, in welchen die globale Lastabtragung wesentlich von der Gaupe und den Walmdachflächen beeinflusst wird, kann in Modell M1 die Tragfähigkeit des Dachstuhls des Referenzobjekts plausibel nachvollzogen werden. Das Sicherheitsniveau entspricht nicht mehr den anerkannten Regeln der Technik. Statt einem normativ indirekt geforderten globalen Sicherheitsfaktor von rund 2,5 liegt für das Referenzobjekt nur ein Sicherheitsfaktor im Bereich von 1,5 vor.

7 Das Tragvermögen der Dachlattung

7.1 Problemstellung

Im Rahmen der statischen Analyse eines bestehenden Tragwerks wird das tatsächliche mechanische Tragverhalten in einem vereinfachten mechanischen Modell abgebildet. Solange im Bestand kein Verbindungs-, Stab- oder Bauteilversagen eingetreten ist, sollten die Nachweise keine unrealistisch hohen Ausnutzungsgrade ergeben. Andernfalls ist es mit dem gewählten vereinfachten mechanischen Modell nicht möglich, das tatsächliche Tragverhalten ausreichend zutreffend abzubilden.

Wie beispielsweise in [19] gezeigt wurde, ergeben sich für die Stäbe und Verbindungen im Einflussbereich der Gaube und der Walmdachflächen des Grazer Dachstuhls des Objektes Mandellstraße 9 unrealistisch hohe Ausnutzungsgrade. Es wird vermutet, dass die Tragfähigkeit plausibel abgebildet werden kann, sobald das Tragvermögen der Dachlattung im statischen Modell berücksichtigt wird.

Die Besichtigungen historischer Dachstühle zeigen generell, dass in zahlreichen Dachstühlen das Tragvermögen der Dachlattung wesentlichen Einfluss auf die globale Lastabtragung hat. Beispielsweise ist die Systemaussteifung unter Vernachlässigung der Dachlattung häufig unzureichend bis nicht gegeben (vgl. [9], [28]). Insbesondere in Walm- und Ichsenbereichen tragen die Dachlatten wesentlich zum Gesamtragverhalten bei.

7.2 Arten der Tragwirkung

Es können drei Effekte unterschieden werden, wie die Dachlattung die globale Lastabtragung des Tragwerks beeinflussen können:

- Schubsteifigkeit in der Dachebene

Infolge der Verformungen in Walm- und Ichsenbereichen kommt es zur Verzerrung der Dachflächen. Diese Verzerrungen bewirken Winkeländerungen zwischen Sparren und Dachlatten, wodurch hier geringe Torsionssteifigkeiten geweckt werden können. Weiters bilden einzelne Ichsen- beziehungsweise Gratsparren mit den Schiftersparren und Dachlatten Dreiecke in der Dachfläche.

- Systemwirkung

Die Dachlatten können bei großen Differenzverformungen benachbarter Sparren Lastumlagerungen insbesondere aufgrund von Zugbandwirkung ermöglichen. Differenzverformungen benachbarter Sparren können sowohl normal auf die Dachebene als auch in der Dachebene auftreten.

- Systemaussteifung

Zahlreiche historische Sparren- und Kehlbalkendächer sind ohne dem Tragvermögen der Dachlattung räumlich nicht stabil (beispielsweise vgl. [9], [28]). Weiters stützen die Dachlatten beispielsweise in Walmbereichen gegenüberliegende Gratsparren gegeneinander ab.

Alle drei Trageffekte der Dachlattung werden zudem von der Lage der Dachlattenstöße und der Nachgiebigkeit der Befestigung beeinflusst.

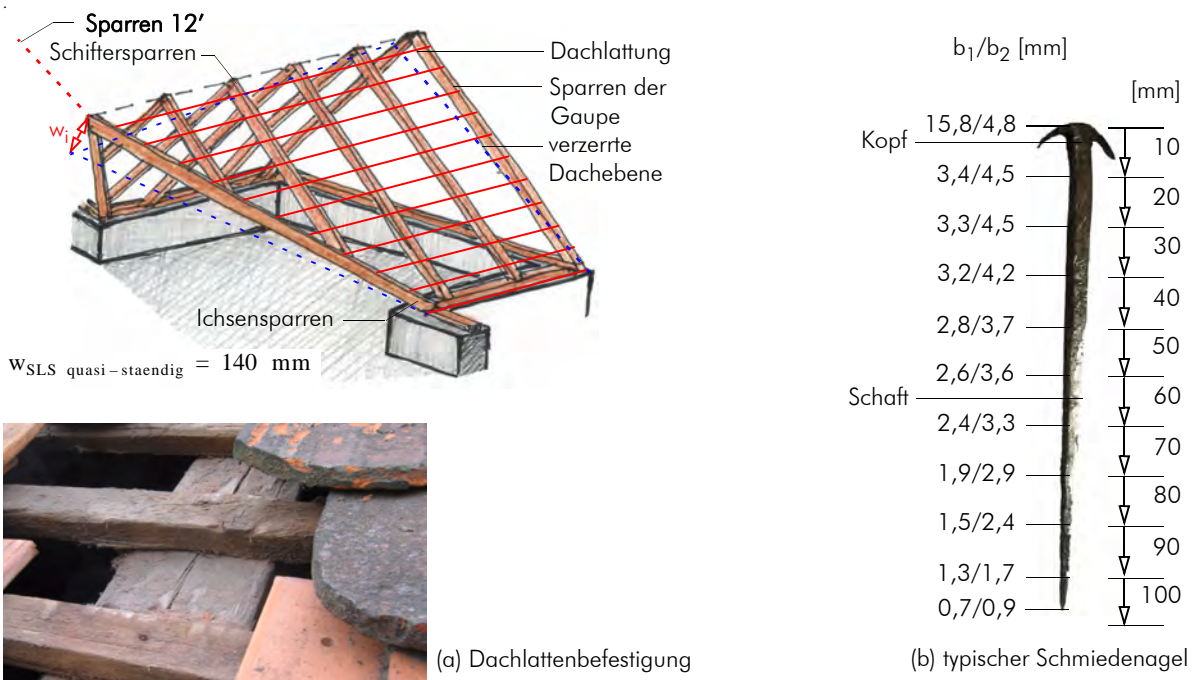


Abb. 7.1: Links oben: räumliche Darstellung der Gaube des Referenzobjekts.

Gemäß MAJCENOVIC (vgl. [18]) und Untersuchungen an historischen Dachstühlen (siehe Abb. 7.1) ist davon auszugehen, dass in jedem Dachlatten-Sparren-Knoten nur je ein Nagel vorhanden ist.

7.3 Implementierung ins räumliche Stabmodell

In dem in Kapitel 6.1 beschriebenen räumlichen Stabmodell M1 werden im Bereich der Gaube und anschließenden Satteldachfläche zusätzlich alle Dachlatten einzeln mitmodelliert. Die Nachgiebigkeit der Nagelverbindungen in Dachlatten- bzw. Sparrenrichtung werden berücksichtigt. Die Torsionssteifigkeit der Dachlatten-Sparren-Verbindungen wurde zuvor in einem Versuch an einem Sparrenfeld ermittelt und ebenfalls implementiert.

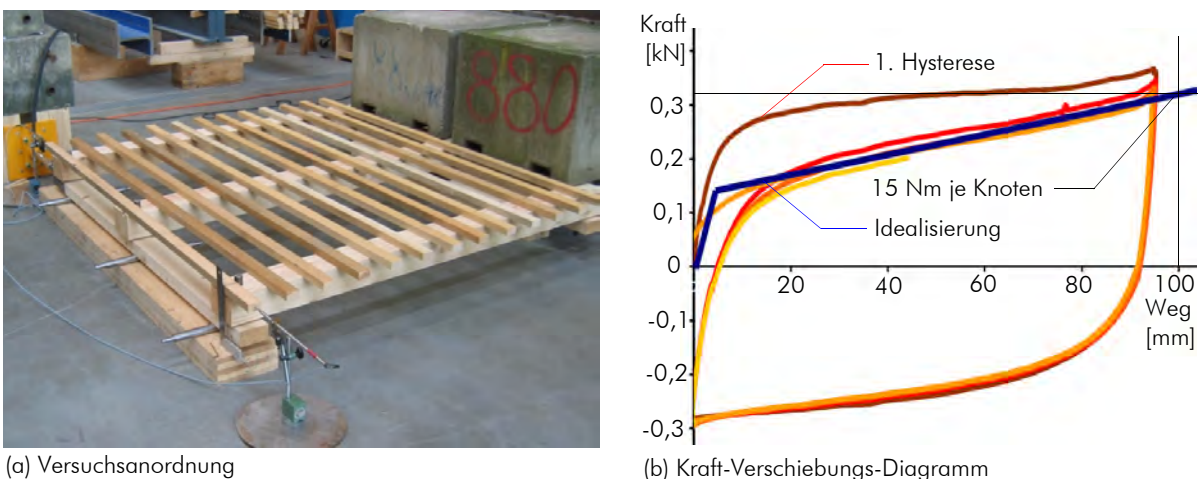


Abb. 7.2: Ermittlung der Torsionsteifigkeit der Dachlatten-Sparren-Verbindungen.

7.4 Ergebnisse und Resümee

Exemplarisch wird untersucht, welche Auswirkung die Berücksichtigung der Dachlattung auf die Schnittgrößen des Sparren 12' (siehe Abb. 7.1) hat. Näherungsweise werden hierzu alle Dachlatten auf den Dachflächen der Gaupe und auf die hintere Satteldachfläche in das räumliche Stabmodell integriert. Dadurch sind beispielsweise anstatt von 1300 Stäben im Modell M1 nun 5400 Stäbe erforderlich. Die Dachlattenstöße werden in erster Näherung vernachlässigt.

Modelle	M_y	M_z	N	Knicklängen		Ausnutzungsgrade		
	[kNm]	[kNm]	[kN]	$L_{k,y}$ [m]	$L_{k,z}$ [m]	Biegung	Stabilität	[-]
M1, ohne Lattung	-29,39	0,57	-53,85	6,10	3,10	4,20	5,34	100 %
M1 mit Lattung, ohne Torsionssteifigkeit	-19,26	2,35	-35,91	6,10*	0	2,90	3,66	69 %
M1 mit Lattung, mit Torsionssteifigkeit	-18,85	2,31	-35,35	6,10*	0	2,84	3,59	67 %

Tab. 7.1: Bemessungsschnittkräfte und Nettoquerschnittsnachweise für den Sparren 12' (C24).

Wie Tab. 7.1 zeigt, kann in jenen Modellen in welchen das Tragvermögen der Dachlattung berücksichtigt wird, das tatsächliche mechanische Tragverhalten weitgehend plausibel abgebildet werden. Die Ermittlung der Knicklänge des durch die Latten elastisch gestützten Sparren wird nicht präzisiert (*). Dadurch ergibt sich ein unrealistisch hoher Knickabminderungsfaktor und damit auch hohe Ausnutzungsgrade. Die Berücksichtigung der Torsionssteifigkeit zwischen Sparren und Dachlatten hat im vorliegenden Beispiel nur einen vergleichsweise geringen Einfluss.

Auch die Verformungen verringern sich infolge der Berücksichtigung der Lattung. Unter quasi-ständigen Einwirkungen verformt sich im Modell M1 ohne Latten der Kragarm des Sparrens 12' um rund 140 mm (siehe Abb. 7.1). Im Modell mit Latten, ohne Torsionssteifigkeit beträgt die selbe Verformung nur noch 95 mm, mit Torsionssteifigkeit 93 mm. Das entspricht einer Verringerung um 34 %, - weiters stimmen diese Ergebnisse sehr gut mit den Messergebnissen vor Ort überein.

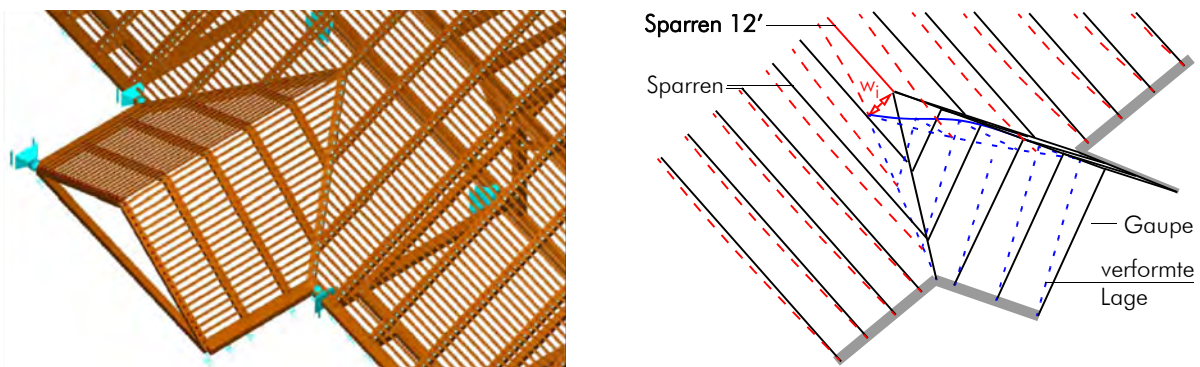


Abb. 7.3: Darstellungen des räumlichen Stabwerksmodells des Dachstuhls inklusive Dachlattung.

8 Empfohlene Vorgangsweise bei der statischen Analyse

Die in dieser Arbeit durchgeführte Modellbildung des Dachstuhl als räumliches Stabwerk unter Berücksichtigung der Exzentrizitäten und Nachgiebigkeiten der Verbindungen ist enorm zeitaufwendig. Daher werden hier einige Empfehlungen auf Basis der Erkenntnisse dieser Arbeit aufgezeigt, wie in der Praxis bei der statischen Analyse historischer Dachstühle vorgegangen werden kann.

I. Materialkenngrößen

- Im Rahmen einer der ersten Begehungen des Dachraums wird abgeschätzt, welcher Sortierklasse (und damit Festigkeitsklasse) das verbaute, ungeschädigte Bauholz entspricht. Diese Abschätzung erfolgt nach den visuellen Sortierkriterien gemäß ÖNORM DIN 4074-1 (vgl. [27]). In den meisten Fällen kann dabei mindestens von S10 (entspricht C24 gemäß [26]) ausgegangen werden (vgl. [17]).
- Danach wird die statische Analyse durchgeführt und untersucht, ob beziehungsweise welche Verbindungen und Stäbe den Sicherheitsanforderungen der anerkannten Regeln der Technik nicht entsprechen.
- Im bestehenden Tragwerk wird geprüft, ob nicht für genau jene Verbindungen und Stäbe der Ansatz einer höheren Sortier- und damit Festigkeitsklasse (zum Beispiel vgl. [14], [33]) gerechtfertigt ist. Da diese Untersuchungen nur noch einzelne Bereiche umfassen, ist der erforderliche Aufwand überschaubar.

II. Systemabmessungen und Verformungen

- Für die statische Modellbildung ist es ausreichend, die Geometrie des Tragwerks auf Dezimeter genau zu kennen (vgl. [18]). Nur im Bereich von exzentrischen Stabanschlüssen und/oder Krafteinleitung ist die Aufnahme mit Zentimetergenauigkeit erforderlich.
- Verformungen des Tragwerks werden im statischen Modell nicht berücksichtigt. Allerdings ist es empfehlenswert, zumindest einzelne Lotungen an Stäben, welche große Normalkräfte aufweisen, durchzuführen. Sollte das gesamte Tragwerk große Verformungen in eine Richtung aufweisen, wird empfohlen, die Abtriebskomponenten abzuschätzen und diese über einen zusätzlichen Verband in die Auflager zu leiten.

III. Querschnittswerte

- Die Messwerte der Querschnittsabmessungen sind mathematisch auf Zentimeter zu runden.
- Fehl- oder Baumkantigkeiten sind je nach Sortierklasse zu berücksichtigen.
- Für die Schnittkraftermittlung sind die Mittelwerte der Querschnittsabmessungen einer Querschnittsklasse (zum Beispiel Sparrenlage) anzusetzen (vgl. [23]).
- Für den Nachweis ist der charakteristische Wert der Querschnittsabmessungen einer Querschnittsklasse (zum Beispiel der Sparrenlage) anzusetzen (vgl. [23]). Nach der statischen Analyse kann untersucht werden, ob nicht für jene Stäbe welche die maximalen Ausnutzungsgrade aufweisen, tatsächlich größere Querschnitte vorliegen.
- In Stablängsrichtung konische Querschnitte können realitätsnahe mit einem feldweise konstanten (mittleren) Querschnitt abgebildet werden. Für die Nachweise über den Mittelstützungen sind die an dieser Stelle tatsächlich vorhandenen Querschnittsabmessungen anzusetzen. (vgl. [19] Kapitel 3.3)

IV. Verbindungen

- Die Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen beeinflussen wesentlich die Schnittkräfte aller Tragwerksglieder.
- Für einfache zimmermannsmäßige Verbindungen wie beispielsweise den Stirnversatz hat sich die Modellierung durch Exzenter bis zum Mittelpunkt der Stirnholzkontaktfläche gut bewährt (vgl. [13]).
- Die Exzentrizitäten und Nachgiebigkeiten der meisten zimmermannsmäßigen Verbindungen sind derzeit weder im Eurocode 5 (vgl. [24], [25]) noch in der Literatur zufriedenstellend behandelt.

V. Modellbildung und Schnittkraftermittlung

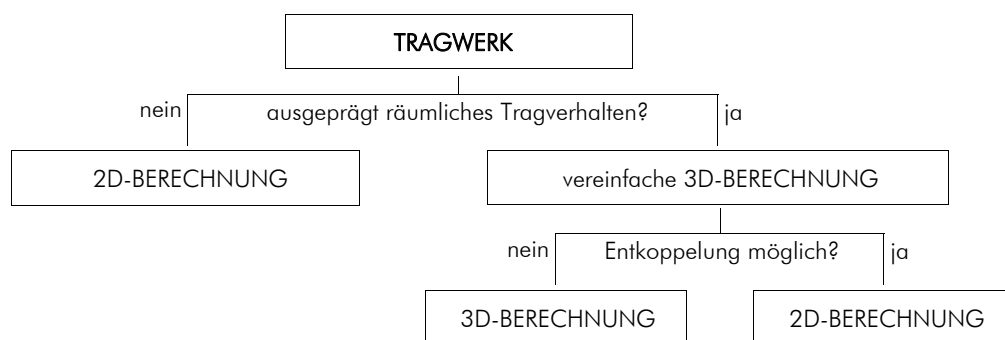


Abb. 8.1: Übersicht der Vorgehensweise.

- Ist von einem ausgeprägt räumlichen Tragverhalten auszugehen, sollte zuerst ein vereinfachtes räumliches Modell unter Vernachlässigung der Exzentrizitäten und Nachgiebigkeiten der Verbindungen erstellt und berechnet werden. Dieses dient dazu, die wesentlichen Effekte der globalen Lastabtragung und die Größe der Lasteinflussbreiten und/oder -flächen zu ermitteln.
- Auf Basis der Erkenntnisse der vereinfachten räumlichen Berechnung erfolgt, wenn möglich, die Zerlegung in ebene Teilsysteme. Da überwiegend statisch unbestimmte Systeme vorliegen, sind die Koppelungen der Teilsysteme zu beachten. Die Randbedingungen der Auflager sowie die Exzentrizitäten und Nachgiebigkeiten der Verbindungen sind in einem zweiten Schritt zu berücksichtigen. Die Zerlegung in ebene Teilsysteme ist jedoch nicht immer möglich (vgl. [19]).
- Im Rahmen einer Sanierung besteht in der Regel die Möglichkeit, Tragwerksveränderungen vorzunehmen. Insbesondere im Bereich von Graten und Ichen kann das bestehende Tragwerk beispielsweise durch den Einbau von Windrispen derartig verändert werden, dass die Berechnung mit ebenen Teilsystemen möglich wird.

VI. Nachweis

- Mit den Schnittkräften aus den ebenen Teilsystemen wird die Bemessung durchgeführt.
- Die Bemessungswerte der Beanspruchbarkeiten der meisten zimmermannsmäßigen Verbindungen sind derzeit weder im Eurocode 5 (vgl. [24], [25]) noch in der Literatur zufriedenstellend behandelt.

9 Resümee

9.1 Zusammenfassung

Bis ins 19. Jahrhundert wurden Dachstühle nicht nach einer statischen Berechnung, sondern fast ausschließlich anhand von Erfahrung, Überlieferungen und durch Probieren errichtet. Wie in dieser Arbeit aber auch in der Literatur (vgl. [2], [4], [11], [13]) erläutert, kann das mechanische Tragverhalten historischer Dachstühle meist nicht einfach nachvollzogen werden. Es liegen häufig Hybridkonstruktionen vor, welche sowohl pfettendachartig als auch sparrendachartig abtragen. Die rechnerischen Schnittkräfte hängen wesentlich von der Modellbildung des Tragwerks ab, wobei das tatsächliche mechanische Tragverhalten der Konstruktion unbekannt bleibt.

Soll das mechanische Tragverhalten plausibel erklärt werden, ist für zahlreiche historische Dachstühle eine räumliche Analyse unter Berücksichtigung nichtlinearer Auflagerbedingungen (beispielsweise der fehlenden Zugverankerung) sowie der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der zimmermanns-mäßigen Verbindungen durchzuführen. Wie sich in dieser Arbeit und in der Literatur (vgl. [6] S.152, [13]) gezeigt hat, führt die Berechnung statisch hochgradig unbestimmter Systeme ohne Nachgiebigkeiten zu ungünstigen Auslastungsverteilungen. Für einzelne Verbindungen und Stäbe ergeben sich unplausibel hohe Auslastungen.

Erst durch die Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten und Exzentrizitäten der Verbindungen können sich die Lasten durch Umlagerungen im Tragwerk verteilen. Dadurch kann die Tragfähigkeit vieler historischer Dachstühle nachvollzogen werden, wengleich das heutige Sicherheitsniveau häufig nicht erreicht wird. Historische Dachstühle sind in der Regel aus heutiger Sicht nicht überbemessen (vgl. [4], [11], [21]). Die Verbindungen sind tendenziell höher ausgenützt, als die Stäbe. Da die Kraftübertragung zimmermannsmäßiger Verbindungen vor allem auf Kontakt beruht, zeigen diese Verbindungen meist ein duktileres Verhalten.

Wie in dieser Arbeit mehrfach betont, sind historische Dachstühle in der Regel redundante und damit robuste Tragwerke. Trotz zum Teil schwerer Schäden, sind die Verbindungen und Stäbe in der Lage, durch Lastumlagerungen die Tragfähigkeit des gesamten Tragwerks zu erhalten.

9.2 Weiterer Forschungsbedarf

Bedauerlicherweise kommen im modernen Holzbau nur noch wenige unterschiedliche zimmermannsmäßige Verbindungen zum Einsatz. Inzwischen sind jedoch selbst aufwendige Verbindungsgeometrien dank der Entwicklung leistungsfähiger CNC-Abundanlagen wirtschaftlich herstellbar geworden. Ökologische und ästhetische Ansprüche sowie Anforderungen des Brandschutzes sprechen ebenfalls für den vermehrten Einsatz „zimmermannsmäßiger“ (oder besser: Holz-Holz-) Verbindungen. Die Zimmerleute haben über die Jahrhunderte einen enormen Erfahrungsschatz aufgebaut. Diesen gilt es mit den Erkenntnissen wissenschaftlicher Untersuchungen zu ergänzen und zu behüten.

Neben der statischen Analyse historischer Verbindungen als Grundlage der Tragwerksanalyse, erscheint daher die wissenschaftliche Beschäftigung mit der Modellbildung und Berechnung dieser Verbindungen dringend notwendig. Dem planenden Ingenieur sollten verfeinerte Modelle zur Verfügung gestellt werden, mit denen er die Tragfähigkeit, Exzentrizität und Steifigkeit dieser Verbindungen ermitteln kann.

10 Literatur

- [1] BENDIG Manuel: *DasZitat.de/Carsten Tornow (Finder)*. URL: <http://www.daszitat.de/sprichwoerter/50994797d614f6401.html>, Aktualisierungsdatum: 19.01.2009
- [2] BLIEM Christoph: *Möglichkeiten zur Sanierung historisch wertvoller Holzbausubstanz aus der Sicht des konstruktiven Ingenieurbauwesens*. Innsbruck, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Fakultät für Bauingenieurwesen und Architektur, Dipl.-Arb., 1995 – Institut für Stahlbau und Holzbau
- [3] BRANDNER Reinhard; SCHICKHOFER Gerhard: *Das mechanische Potential von Kanthölzern aus adultem Holz im Einsatz als stabförmige Systemstruktur GLT:beam : Experiment und Modellbildung*. - Forschungsbericht (unveröffentlicht) des COMET-Forschungsprojekts APTM 2.1.1 mature_wood, Subprojekt HC/BICHLER holz.bau forschungs gmbh, Graz, 2009
- [4] DEINHARD Martin: *Die Tragfähigkeit historischer Holzkonstruktionen* : Dissertation : Karlsruhe. In: bauen mit holz Bruderverlag (1963), Nr. 1–3, S. 1/13–1/27, 2/71–2/85, 3/113–3/129
- [5] DLUBAL Georg; DLUBAL Ingenieur-Software GmbH (Hrsg.): *RSTAB 6.03*. Tiefenbach, 2009 – Programm-Version 6.03.3331
- [6] ERLER Klaus: *Alte HolzBauWerke: Beurteilen und Sanieren*. 3. Aufl. Neufassung. Berlin: Huss-Medien GmbH Verlag Bauwesen, 2004 – ISBN 3-345-00864-5
- [7] FRITZEN Klaus: *CNC-Abundanlagen verlangen Umdenken beim Konstruieren und Gestalten*. In: bauen mit holz, Fachzeitschrift für konstruktiven Holzbau und Ausbau, Bruderverlag 1998, Nr. 03, S. 16–21
- [8] GERNER Manfred; DIEGELMANN Frank (Mitarb.); GEHRING Norbert (Mitarb.); SCHWERDT Hartmut (Mitarb.); SEILER Gerhard (Mitarb.); UHLIG Lars-Christian (Mitarb.): *Handwerkliche Holzverbindungen der Zimmerer*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1992 – ISBN 3-421-03027-8
- [9] GÖTZ Jürgen: *Außergewöhnliches, gotisches Kehlriegeldach*. In: bauen mit holz, Bruderverlag 2007, Nr. 10, S. 16–20
- [10] HEIMESHOFF Bodo; KÖHLER N.; Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (Hrsg.): *Untersuchung über das Tragverhalten von zimmermannsmäßigen Holzverbindungen: T 2189*. München: IRB Verlag, 1989 – Forschungsbericht
- [11] HÜBNER Ulrich: *Abschätzung der Zuverlässigkeit des Dachtragwerks des Wasserschlosses Ollendorf unter Berücksichtigung streuender Einflüsse von Einwirkungen und Materialkennwerten und Erarbeitung von Vorschlägen zum Sanierungskonzept hinsichtlich baustatischer Erwägungen*. Weimar, Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, Professur Holz- und Massivbau, Dipl.-Arb., 2000
- [12] KESSEL Martin; AUGUSTIN Ralf: *Untersuchung der Tragfähigkeit von Holzverbindungen mit Holznägeln: für Sanierung und Rekonstruktion alter Bausubstanz*. In: bauen mit holz, Fachzeitschrift für konstruktiven Holzbau und Ausbau, Bruderverlag 1994, Nr. 06, S. 484–487
- [13] KIRCHLER Markus: *Modellierung eines historischen Dachstuhls – Vergleich von Stab- und FE-Berechnungen*. Graz, Erzherzog-Johann-Universität Graz, Fakultät für Bauingenieurwissenschaften, Dipl.-Arb., 2009 – Institut für Holzbau und Holztechnologie
- [14] KRAFT Udo ; PRIBBERNOW Doreen: *Handbuch der Holzprüfung : Anleitungen und Beispiele*. 1. Auflage : Vbt Verlag Bau U. Technik, 2006 – ISBN-10: 3764004592
- [15] LAND STEIERMARK (Hrsg.): *Stadtarchiv*, Auskunft von Frau Waltraud Hary, 26.01.2009
- [16] MAJCENOVIC Herbert (Sachverständiger für historische Bauwerke): *Informatives Fachgespräch: historische Dachstühle/Moosbrugger Thomas/Meisel Andreas*. Graz, 11.02.2008

- [17] MAJCENOVIC Herbert (Sachverständiger für historische Bauwerke): *Informatives Fachgespräch: historische Dachstühle/Meisel Andreas*. Graz, 28.05.2008
- [18] MAJCENOVIC Herbert (Sachverständiger für historische Bauwerke): *Informatives Fachgespräch: historische Dachstühle/Meisel Andreas*. Graz, 19.01.2009
- [19] MEISEL Andreas: *Historische Dachstühle: Tragsysteme, Bestandserfassung, statische Analyse und Sanierung mit flächenhaften Holzwerkstoffen*. Graz, Erzherzog-Johann-Universität Graz, Fakultät für Bauingenieurwissenschaften, Dipl.-Arb., 2009 – Institut für Holzbau und Holztechnologie
- [20] MESSNER Michael: Besichtigung Mandellstraße 9: *Erstellung von Fotos mit Spiegelreflex-Digitalkamera mit Fischaugen-Objektiv/Meisel Andreas*. Graz, 27.06.2008
- [21] MÖNCK Willi: *Schäden an Holzkonstruktionen*. 3. Aufl. Berlin: Huss-Medien GmbH Verlag Bauwesen 1999 – ISBN 3-345-00668-5
- [22] NORM SIA 265 *Holzbau*, März 2003
- [23] NORM ÖNORM EN 1990 *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*, 01. März 2003
- [24] NORM ÖNORM EN 1995-1-1 *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten: Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*, 01. Jänner 2006
- [25] NORM ÖNORM EN 1995-1-1 *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten: Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Nationale Festlegungen*, 15. Jänner 2009
- [26] NORM ÖNORM EN 338: *Bauholz für tragende Zwecke: Festigkeitsklassen*, 01. Juli 2003
- [27] NORM ÖNORM DIN 4074-1 *Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit: Teil 1: Nadel-schnittholz*, 01. November 2004
- [28] OSTENDORF Friedrich: *Die Geschichte des Dachwerkes : erläutert an einer grossen Anzahl mustergültiger alter Konstruktionen*. Leipzig: Teubner, 1908, 1982 – Reprint Verlag Leipzig. – ISBN-10: 3826215060
- [29] PECH Anton ; HOLLINSKY Karlheinz: *Dachstühle: Einführendes Lehrbuch*. Band 7: Baukonstruktionen, 1. Aufl. Wien : SpringerWienNewYork – ISBN-10: 321123747X
- [30] PÖTTLER Viktor Herbert: *Erlebte Baukultur: Schriften und Führer des Österreichischen Freilichtmuseum Stübing bei Graz*. Nr. 13. 3. Auflage. Stübing bei Graz: Selbstverlag, 1992
- [31] SCHMID Jörg ; KALISKE Michael: *Numerische Analyse des Versagens von Strukturen aus Holz*. In: Bauingenieur 2006, Band 83, November 2008, S. 459–467
- [32] SOMMER Anke: *Ästhetische Restaurierung mit gerechneten Holznägeln*. In: bauen mit holz, Fachzeitschrift für konstruktiven Holzbau und Ausbau, Bruderverlag 2004, Nr. 10, S. 14–19
- [33] WINTER Klaus ; HELD Heidrun: *In-situ-Prüfverfahren für verbautes Holz*. In: deutsche bauzeitung, 1996, Nr. 50, Ausgabe 11
- [34] ZWERGER Klaus: *Das Holz und seine Verbindungen: Traditionelle Bautechniken in Europa und Japan*. Basel : Birkhäuser - Verlag für Architektur 1997 – ISBN 3-7643-5482-8

K Die Architektur des Holzes

J. Kolb



1986

DI
Johann Kolb

Diplomarbeit an der TU Graz
Amtssachverständiger Land Steiermark, Bau- und
Landschaftsgestaltung

1 Einführung

Im Folgenden soll über zwei heute nebeneinander bestehende Systeme des Holzbaus gesprochen werden. Einerseits wird das moderne, industrielle high-tech System der „Plattentektonik“ thematisiert, andererseits die altbewährte Handwerkstradition und deren mögliche Weiterführung – wie sie auch in der Alpenkonvention [1] zur Erhaltung des materiellen und immateriellen Erbes – gefordert wird.

2 Zum Architekturbegriff

Überlegungen zur Theorie des Bauens sind vermutlich ebenso alt wie das Bauen selbst. Zumindest seit Vitruvs „De Architectura“ aus dem ersten vorchristlichen Jahrhundert sind sie formuliert und in Schriftform überliefert.

Sowohl hinsichtlich der damals beschriebenen und verwendeten Baustoffe als auch der Möglichkeiten ihrer Bearbeitung, hatte sich bis ins Zeitalter der Industrialisierung kaum Entscheidendes geändert. Dennoch wandelten sich Formen und Stile, neue Materialien wurden entdeckt, kamen zum Einsatz und wurden weiter entwickelt. Parallel dazu sind zahlreiche divergente Theorien der Architektur entstanden. Mit diesen Überlegungen theoretischer Natur tritt auch der Topos „Urhütte“ (Abb. 2.1 und Abb. 2.2) auf – ein Versuch, das erste Bauwerk und damit den Ursprung des Bauens überhaupt zu ergründen, um daraus ein Maß für das jeweils zeitgenössische Bauen zu gewinnen.



Abb. 2.1: Konstruktion der Urhütte von Filarete, in [6]

Auf beeindruckende Weise ist es Gottfried Semper, dem wohl bedeutendsten deutschen Architekturtheoretiker des 19. Jahrhunderts, gelungen über die frühen, rein konstruktiv verstandenen Modelle der Urhütte hinaus, vier „Grundelemente“ zu definieren, aus denen die Architektur entstanden sei: Herd, Dach, Umfriedung und Erdaufwurf.

Diesen vier Grundelementen entsprechen nach Semper vier Urtechniken, mit denen wiederum die vier Grundmaterialien bearbeitet werden (Tab. 2.1). Der Herd spielt in dieser Theorie die Rolle des kulturellen Zentrums; um ihn herum baut der Mensch seine Behausung und gestaltet seine Umwelt

Tab. 2.1: Grundelemente, Urtechniken und Urmaterialien nach Gottfried Semper

Material	Ton	Holz	Textil	Stein
Technik	Keramik	Zimmerei	Weberei	Maurerkunst
		Tektonik		Stereotomie
Grundelemente	Herd	Dach	Umzäunung	Substruktion
der Architektur	Feuerplatz			Terrasse

In dieses Gedankengebäude fügt sich der umfassende Architekturbegriff von William Morris, einem Zeitgenossen Sempers und Theoretikers der englischen „Arts and Crafts Bewegung“, der unter Architektur die „gesamte gestaltete menschliche Umwelt“ versteht, perfekt ein. Der Widerspruch zu „elitären“ Auffassungen, wie etwa derjenigen Roland Rainers, wird ebenfalls deutlich. Rainer spricht nämlich dem Bauernhaus, der „Urhütte“ des von ihm so geschätzten Anonymen Bauens, die Zugehörigkeit zur „Architektur“ ab: „Ein Bauernhaus ist keine Architektur weil es den Gegebenheiten entspricht, die von Landschaft, Natur, geographisch-klimatischer Situation, der Möglichkeit des Anbaues von Früchten vorgegeben sind, und nicht einem außerhalb dieser Voraussetzungen liegenden Formstreben“ ([3], S. 42).

Man mag darin die Haltung des modernen Architekten wiedererkennen, der seinen Bereich, „Architektur“, vom „einfachen Bauen“ scheidet, indem er ihm andere Motivationen unterlegt, als jene, wie sie im Zitat durch Rainer selbst genannt wurden. Doch welche wären das? Innovation und Fortschrittlichkeit, oder Einfallsreichtum, gar künstlerische Eingebung?



Abb. 2.2: Strohütte in Istrien, in [4]

3 Holz als universeller Werkstoff

Zumindest in den bewaldeten Erdgegenden war Holz der universelle Werkstoff schlechthin. Bei Gottfried Semper finden wir dieses „Grundmaterial“ des Bauens in der Tektonik des Zimmermanns, im Dachstuhl, wieder: verhältnismäßig leicht, zugleich tragfähig und mit Metallen und Steinen bearbeitbar, stabförmig in großen Längen artenreich verfügbar, mit etwas Geschick zu größeren Raum bildenden Bauwerken zusammensetzbar. Der Werkstoff Holz ist darüber hinaus – Nachteil und Nutzen zugleich – brennbar; damit über Jahrtausende der bedeutendste Energielieferant und bis zur Entdeckung der Kohle energetische Voraussetzung für die Herstellung anderer Baustoffe wie Ziegel, gebrannten Kalk und zum Schmelzen von Metallen wie auch Glas, schließlich auch zum Trocknen von Salz.

Holz in seinen verschiedenen Arten konnte zudem für sehr vieles verwendet werden, war der Werkstoff für Musikinstrumente, geschnitzte Kunstwerke, Hausrat (Abb. 3.1), für Schuhe, Waffen und Schilde, Maschinen, Gebrauchsgegenstände und Werkzeuge, Fässer, Wagen, Schlitten, Boote, Schiffe, Gerüste, Brücken, Wegbefestigungen, Mühlen, Zäune und stellte sogar den Rahmen für die Herdstelle bereit.

Welche zentrale Bedeutung das Holz in frühen Zeiten hatte, zeigt auch die etymologische Betrachtung des griechischen Wortes „hylè“: Eigentlich das Wort für Holz und Wald, wurde es in der Philosophie später dem „formbaren Urstoff“ gleichgesetzt, der durch „techné“, menschliche Arbeit, in Gestalt gebracht werden konnte.



Abb. 3.1: Hölzerne Schöpfkelle, in [9]

4 Vom Fundament bis zur Dachdeckung

Dass man sich eine mögliche Urhütte aus Holz vorstellte, wie Bilder aus der Renaissance belegen, dokumentiert die besondere Bedeutung des Materials als Baustoff nicht nur für Dachkonstruktionen und Decken über größere Spannweiten, sondern auch für Wände. Entweder konnten sie massiv errichtet werden, mit Pfählen (Palisaden) und als Blockwand, oder filigran als Pfosten oder Ständerbau, in seiner Vervollkommnung als Fachwerk. Selbst Fundamente wurden dort, wo sie mit den Mitteln des Massivbaus nicht herstellbar waren, aus Holz gefertigt. Venedig ist bekanntlich auf Holz gebaut und nicht auf Sand.

Je nach Bedeutung des Bauwerkes wurde bei den konstruktiven Teilen in der Bearbeitungsfeinheit unterschieden – etwa für Ställe und Scheunen behauene Rundhölzer, für das Haus Vierkanthölzer und den Speicher fugenlos gefügte, gehobelte Balken. Noch heute beeindruckt die große Bandbreite des oberflächlichen Erscheinungsbildes von Holz – von grob behauen bis fein poliert –, in den unterschiedlichen farblichen Nuancen und Maserungen der Holzarten, früher alltägliches Umfeld, heute nur noch selten zu erleben.

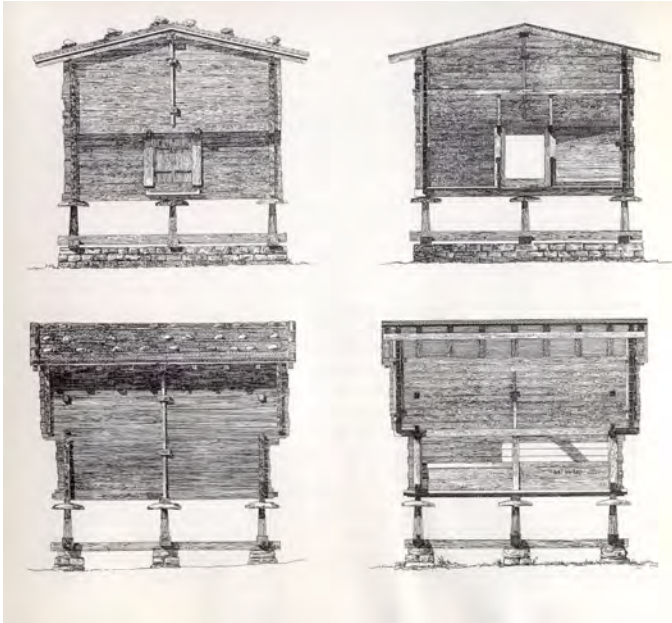


Abb. 4.1: *Stadel im Oberwallis, in [4]*

Beim Normalfall (Abb. 4.1) eines bäuerlichen Gebäudes war vom Fundament bis zur Dachhaut fast alles aus Holz gefertigt und selbst das die Ecken verbindende Element war formschlüssiges Holz. Man beherrschte die Herstellung von Flächen ebenso wie Auskragungen, Treppen, Türen, Fenster, Böden, Handläufe und konstruktiven Zierrat.

Durch die Selbsterstellung von Haus und Geräten, bedingt durch die Naturalwirtschaft und die ständige Verwendung von hölzernen Gegenständen in fast allen Bereichen des Lebens, konnte über die Jahrhunderte ein umfangreiches Wissen über den an sich schwierigen Werkstoff und dessen Bearbeitung erworben, sowie von Generation zu Generation auf breiter Basis angereichert, und mit den jeweiligen regionalen Besonderheiten weitergegeben werden. Dieses immaterielle Erbe, das in der ländlichen Bevölkerung zumindest seit der Römerzeit vorhanden war, wie es die Hausformenforschungen von Hans Soeder im Italien der 1940er Jahre zeigen [5], ist seit dem Zeitalter der Industrialisierung zunehmend gefährdet, und hat sich nur in strukturschwachen Gegenden – wie etwa in den Alpen – bis nach den Zweiten Weltkrieg erhalten.

Die letzten Relikte können heute noch in den Freilichtmuseen als die „fossilen Gehäuse ausgestorbener Gesellschaftsorganismen“, wie Semper es in seinem letzten Werk „Über Baustile“, 1869, – unter dem Einfluß Darwins – formuliert, und nur noch vereinzelt „in situ“ – leider umgenutzt, verfallen oder verfallend oder auch verschandelt – angetroffen werden.

5 Verdrängung durch „besser geeignete Materialien“ und die Probleme des Holzes: Feuer und Wasser

Holz hatte als Baustoff – bei allen evidenten Vorteilen – auch gravierende Nachteile: einerseits seine Brennbarkeit, andererseits seine geringere Dauerhaftigkeit im Vergleich zu anderen Werkstoffen. Dies führte zum Ersatz durch dauerhafteres Material. Soziodynamisch sorgten dann Stein- und Ziegelbauten von Kirche, Adel und Bürgertum für ein höheres Image der nun bei diesen Bauten verwendeten Baustoffe.

Schon vor der Industrialisierung führte dies sukzessive zur Verdrängung von Holz als primären Baustoff; Brandkatastrophen und Baugesetze forcierten des weiteren den Massivbau. Dennoch blieb das gesamte Mittelalter und teils auch die Neuzeit bis zur Industrialisierung ein Zeitalter des Holzes. Denn Holz war vor Ort vorhanden, die Dorfgemeinschaften und Bauern waren weiterhin in der Lage es zu bearbeiten – von der Auswahl im Wald, über die Bringung, den Einschnitt oder das Behauen, bis zum zimmermannsmäßigen Errichten von Bauten. Dies alles wurde autark, in Eigenleistung und mit Nachbarschaftshilfe, ohne fremde Energien, bewerkstelligt. Letzte Beispiele dieser Tradition finden wir in der Zwischenkriegszeit noch bei der Errichtung der Hütten von alpinen Vereinen. Holz wurde dabei aus der unmittelbaren Umgebung gewonnen, zu Balken behauen, und zu Schindeln gekloben. Gesägte Bretter stellten ein größeres Problem dar, denn sie mussten aus dem Tal zum Bauplatz hinaufgetragen werden.

Ein Bereich jedoch, das Dach, blieb – wiederum ganz im Sinne der semperschen Theorie – eine Domäne des Holzes. Kein anderes historisches Material war hier dem Holz überlegen, bis die modernen Baustoffe Stahl und Stahlbeton, mit denen es erstmals möglich wurde große Weiten zu überspannen, auch diesen Bereich dominierten und zur heutigen marginalen Bedeutung des traditionellen Zimmermannshandwerkes beitrugen, wie auch die derzeit hohen Kosten für händische Arbeit. Eine beinahe unabdingbare architektonische Forderung der modernen Architektur tat ihr übriges: das flache Dach. Für dünne, waagrecht eingebaute Platten, als Träger des Dachbaus, war Holz, zumindest in den 1920er Jahren, einfach nicht der geeignete Werkstoff.

Parallel zur Verdrängung des Materials aus dem Baugeschehen lief seine optische Verdrängung. Die Forderung Karl Friedrich Schinkels: „von der Konstruktion des Bauwerkes muß alles Wesentliche sichtbar bleiben“ ([11], S. 341), war im hölzernen Bauern- oder Bürgerhaus durchaus erfüllt, war dort doch der Baustoff Holz rundum sichtbar, berührbar und somit erlebbar – bestimmend also für die Wohnatmosphäre.

Wenn Kristian Sottriffer Mies van der Rohe zitiert mit: „In Holzbauten liegt die Weisheit ganzer Geschlechter verborgen: Welche Wärme strahlen sie aus, und wie schön sind sie! Sie klingen wie alte Lieder“ ([4] S. 121), liegt darin beinahe eine Sehnsucht nach dieser ursprünglichen Einfachheit, wie sie Mies in die Sprache der neuen Baustoffe zu übersetzen versuchte. Im Ziegel gedeckten Wohnhaus der Gründerzeit war Holz nur noch als Fußboden sichtbar und nicht mehr als Geschoßdecke, Wand oder Träger der Dachhaut. Dennoch blieben die Spuren dieses Handwerkes auf gewisse Weise überall im Land präsent und in den meisten Gegenden bestimmend für das Orts- und Landschaftsbild. Erwin Rohrberg, der sich wissenschaftlich mit den Dachneigungen des Mittelalters befasste, schrieb in einem Artikel: „Nichts prägt so stark die Hauslandschaft der Dörfer und Städte wie die Dachform der Häuser“ [7]. Alle alten, großen, das Landschaftsbild prägenden Bauwerke sind in ihrem Erscheinungsbild durch ihre Dächer determiniert und geradezu unvorstellbar ohne diese dominanten Gebäudezonen. Die beeindruckenden Holzkonstruktionen liegen nicht direkt sichtbar, aber unabdingbar als formgebende Träger, unter der Dachhaut. So bilden in vielen Schutzgebieten die Dächer jenes Element, das den Ge-

bietscharakter bestimmt. Mit Recht wird von Dachlandschaften gesprochen, die über Dachformen, Dachneigungen und Deckungsmaterialien determiniert werden. Am meisten beeindruckend – sowohl durch ihre äußere Erscheinung als auch ihre konstruktive Durchbildung – die großvolumigen Dachstühle der Kirchen (), Schlösser und Burgen. Aber auch die Dächer der Gründerzeithäuser in den Altstädten zeigen noch etwas von der Großartigkeit dieser Konstruktionen. Doch als ursprünglich über dem Mauerwerk frei liegende Dachwerke geplant, in denen gelagert aber nicht gewohnt wurde, gefährden heute Dachausbauten in den Ballungszentren und fehlende Wartung in strukturschwachen Abwanderungsgebieten diesen Altbestand.

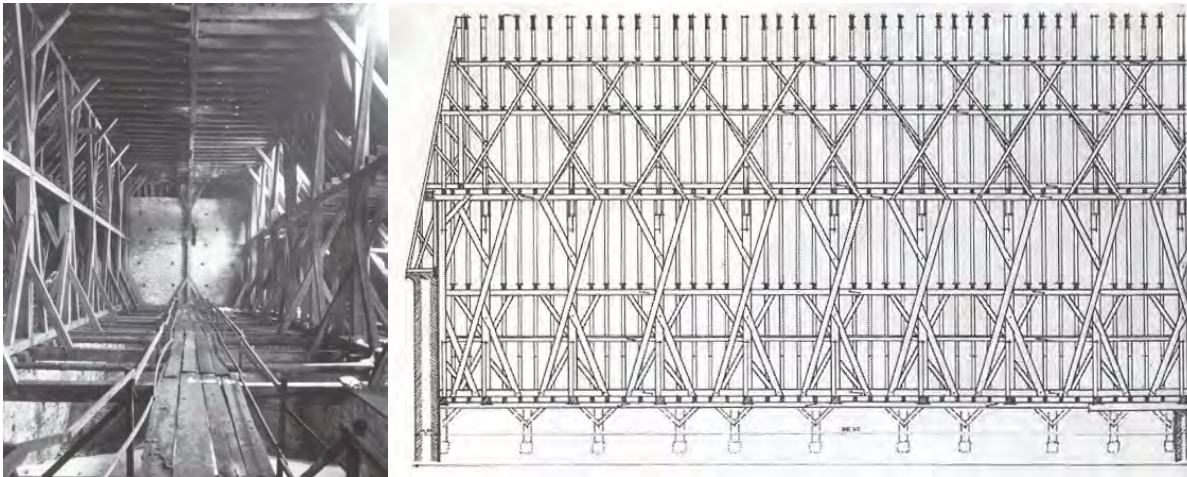


Abb. 5.1: Zisterzienser Kloster Neuberg an der Mürz, 2. Hälfte 15. Jh. aus [15] (S. 152 und 153)



Abb. 5.2: Lehrgerüst Salginatobelbrücke, in „Zuschnitt 19“

Ein letztes großes Einsatzgebiet für Holz als Baustoff schien sich im Schalungsbau für Betonkonstruktionen (Abb. 5.2) noch einmal aufzutun – die großartigen Beispiele von Richard Coray aus der Schweiz sind bekannt –, bis auch hier Holz von Stahl verdrängt wurde.

6 Die Situation im alpinen Raum – Die Alpenkonvention mit dem Auftrag zur Erhaltung des materiellen und immateriellen Erbes

Mit der Verdrängung der tradierten alpinen Kultur ging die Erkenntnis ihres Verlustes und ein Bedauern – zumindest in akademischen Kreisen – einher. In der Steiermark formulierten Schriftsteller wie Peter Rosegger diese Problematik mit all ihren gesellschaftlichen Aspekten.

Um zumindest typische Bauten zu retten, entstanden ausgehend vom norwegischen Skansen, überall in Europa Freilichtmuseen, in die Holzbauten leicht überstellt werden konnten. In Österreich entstand auf Initiative von Herbert Pöttler in Stübing in der Steiermark ein gesamtösterreichisches Museum, vor allem bäuerlicher Bauten. Wenn der Untergang der Tradition „ohne Not und zwingenden Grund“ ([2] S.9) substanziell nicht aufzuhalten war, sollten über die besonders typischen, in den Museen erhaltenen Objekte hinausgehend, andere zumindest vermessen, abgebildet und dokumentiert werden – so könnte man den tragenden Gedanken hinter der Idee der Bestandsaufnahmen bäuerlicher Kultur um 1900 in Mitteleuropa formulieren: *Das Bauernhaus in der Schweiz* [12] oder *Das Bauernhaus in Österreich Ungarn* [13] sind solche Werke.

Aber auch Architekten erkannten zunehmend in ausgeklügelten, elementaren Bauwerken tragfähige Vorbilder für zeitgemäße Häuser. Das von Adolf Loos für den Unternehmer Khuner errichtete Haus bei Payerbach, zeigt die Möglichkeiten einer kritischen Weiterführung der Tradition. Über Fachkreise hinausgehendes Aufsehen erregte in den 1970er Jahren Kristian Sottriffer mit seinen Bildbänden *Die Verlorene Einheit* [3] und *Domus Alpina* [4]. Er stellt zu Beginn eines der Werke fest: „Dieses Buch ist ein Buch des Abschieds von Lebens-, Arbeits-, und Wohnformen, wie sie in bestimmten Bereichen des alten Europas gerade noch gefunden werden können“ und beklagt damit das endgültige Verschwinden Jahrhunderte lang bewährter, im umfassenden Sinn nachhaltiger Bauten, durch den Strukturwandel. Dieser Strukturwandel rückte aber auch die besondere Sensibilität des alpinen Raumes für Veränderungen in der Ressourcennutzung und der Bewirtschaftung in den Mittelpunkt. Aus der Erkenntnis dass die Problematik im gesamten Alpenraum gleich und nur länderübergreifend zu lösen war, entstand die Alpenkonvention [1] als Rahmenübereinkommen im Rang eines Staatsvertrages, zum Schutz der alpinen Kulturlandschaft. Die komplexe, darin behandelte Thematik wurde in acht Protokolle unterteilt, die inzwischen von allen Alpenländern unterzeichnet wurden – von Österreich am 18.12.2002. Sie ist seit her unmittelbar anwendbar, wobei die Inhalte der Protokolle sektorübergreifend gelten.

In einigen dieser Protokolle wird auch dezidiert auf die alpinen Bautraditionen hingewiesen, und sowohl der sorgsame Umgang mit dem materiellen als auch dem immateriellen Erbe gefordert:

- Qualitätsverbesserung bei der Anpassung von Anlagen und Einrichtungen an Landschaft und Natur
- Qualitätsverbesserung bei Städteplanung, Architektur (Neubauten und Dorferneuerung)
- Besondere Maßnahmen sind zur Erhaltung der traditionellen Hofanlagen und landwirtschaftlichen Bauelemente sowie zur weiteren Anwendung der charakteristischen Bauweisen und Baumaterialien erforderlich.
- Wahrung der regionalen Identitäten und kulturellen Besonderheiten
- Erhaltung der charakteristischen Siedlungsformen
- Erhaltung und Weiterentwicklung der charakteristischen Bausubstanz



Abb. 6.1: Die Ausnahme bei der Erneuerung einer Almhütte, im System bleibend, in [8]

Wenn man diese Forderungen ernst nimmt – und sie sollten meines Erachtens ernst genommen werden –, so haben wir akuten Handlungsbedarf beim Umgang mit den noch verbliebenen Resten einer früher im gesamten Alpenraum dominanten Holzbautradition. Im Heft 2 der Schriftenreihe Denkmalpflege des Schweizer Bundesamtes für Kultur, mit dem Titel „Einst vergessen – bald verschandelt“ [8], bringt Hans Weiss diese Problematik auf den Punkt, und soll deshalb auch wörtlich zitiert werden:

„Das Beglückende einer Landschaft, die wir ästhetisch finden, beruht nicht auf ausgeklügelten Harmonie-Proportionslehren, ebenso wenig auf der Anzahl Kilometer Wanderwege oder Fitness Parcours, die sie anbietet. Vielmehr liegt es am meist intuitiven Erkennen der kultur- und naturräumlichen Zusammenhänge und ihres Ineinanderwirkens, das in den Alpen so intensiv und räumlich dicht ist, wie in kaum einer anderen großen Landschaft Europas. Der Zusammenhang ist sowohl ein räumlicher als auch ein zeitlicher. Das Räumliche drückt sich beispielsweise darin aus, dass Wirtschaftsweisen Materialien, Siedlungs- und Bauweise örtlich und regional den naturräumlichen Gegebenheiten angepasst sind. Dieser Zusammenhang ist im Landschaftsbild ablesbar. Das Zeitliche ist ebenso entscheidend für eine als schön empfundene Landschaft: Wirtschafts- und Bauweisen die das Landschaftsbild prägen, sind zwar nicht gleichbleibend, aber sie haben sich in längeren Zeiträumen entwickelt und tradiert. Wir sprechen nicht umsonst von einer „gewachsenen Landschaft“ oder von einem „gewachsenem Ortsbild“. Das heißt konkret, dass unsere Vorfahren auf Grund eines empirischen Know-how nachhaltig gewirtschaftet, gesiedelt und gebaut haben, ohne dieses Wort zu kennen. Es war ein kontinuierlicher Prozess von Bauen, Wege und Stege anlegen, Pflegen, Zäune errichten, Unterhalten und Erneuern mit erprobten Methoden. Diese Methoden und Prinzipien waren und sind übrigens keinesfalls archaisch im Sinne von „primitiv“ wie man oft hört und liest, sondern auf ihre Art raffiniert und ausgeklügelt. „Primitiv“ daran war bloß, dass die Menschen mit dem Material auskamen, das vor Ort oder in der Nähe greifbar war. Sie brauchten auch keine Energiezufuhr von Außen, sodass sie im Vergleich zu heutigen Praktiken ihren Lebensraum äußerst nachhaltig nutzten“ ([8], S. 23).

„Aber wir sollten lernen, den Blick für langfristige Tendenzen zu schärfen und zwischen sinnvollen und bloß modischen Neuerungen zu unterscheiden. Mit letzteren geht eine trügerische Abwertung des Bewährten einher. Hoffnungslos veraltet ist oft nicht das während Generationen bewährte Know-how, sondern die Modernisierungsschübe deren Halbwertszeiten immer kürzer werden“ ([8], S. 27).

„Angesichts der Entwicklung ist das Erhalten geradezu progressiv. Das bedeutet aber nicht ein starres Fest-

halten an einem bestimmten Zustand, sondern eine Langsamkeit pflegen, die dem, was sich ökologisch und sozial während Generationen entwickelt und in ständiger sanfter Erneuerung bewährt hat, eine Chance zu geben“ ([8], S. 28).

Wenn man Trends und Analysen der Tourismuswirtschaft Glauben schenkt, sind zumindest im qualitativ hochwertigen Sektor Landschaften und Bauwerke in ihrer Ursprünglichkeit und Geschichtlichkeit gefragt, nicht aber ein allgegenwärtiger, beliebiger, gesichts- und geschichtsloser Einheitsstil – sei er der „Moderne“ oder dem „Alpinkitsch“ verpflichtet. Gefordert ist der regionale Bezug, wie es Aldo Rossi formuliert wenn er die Bewohner der Alpen bewundert, die aus der Verbindung von Landschafts- und Bauformen jenes Ganze entstehen ließen, das wie der Bauvorgang selbst zum Ereignis werde.

Zumindest im alpinen Raum ist also die Pflege der Traditionen insgesamt – somit auch die Holzbautradition – gefordert, wodurch diese düstere Prognose Sottriffers von 1978 vielleicht doch nicht eintreten muss: „Im Übrigen dürfte das Schicksal des Holzbaus besiegelt sein, und bald wird man seinen Formen nur noch in den Freilichtmuseen begegnen können“ [3].

Was jedoch die klassische alpine Holzbautradition betrifft, mit formulierten Bauwerkstypen, ihrer hochwertigen Verarbeitung und spezifischen Anpassung an die unterschiedlichsten topographischen Begebenheiten, dürfte es tatsächlich so sein, dass sie nur museal oder von einigen Enthusiasten angewendet, weiterhin ein marginales Dasein fristen wird. Der Holzbau insgesamt dagegen kann sich – wengleich in anderen Aufgabenbereichen – durchaus behaupten, dank der neuen Leimtechnologie, die zuerst für Leimträger, seit kurzem auch für kreuzweise verleimte Platten, entwickelt wurde.

7 Zwei Systeme des Holzbaues – Jahrtausende alt und völlig neu

Andrea Deplazes, Professor für Architektur und Konstruktion an der ETH Zürich, formuliert in seinem Artikel „Indifferent, synthetisch, abstrakt – Kunststoff. Präfabrikationstechnologie im Holzbau: aktuelle Situation und Prognose“ (in [2]), die These, dass die derzeitigen Entwicklungen im Holzbau „alles außer Kraft setzten was bisher an tektonischen Grundlagen des Holzbaues Praxis und Lehre war“, dass der „klassische Holzrahmenbau der 1990er Jahre heute bereits anachronistisch“ wirke, und durch diese neuen Holzbautechnologien zum ersten Mal in der Architekturgeschichte tendenziell eine Entwicklung vom Massivbau zum Holzbau stattfinde.

Wenn der klassische Holzbau, der im wesentlichen in der Kunst bestand, stabförmige Bauelemente zu Konstruktionen unterschiedlichster Größenordnung und Komplexität zusammenzufügen, Jahrhunderte lang das gesamte Bauwesen geprägt hat und Vorbild für den Massivbau war, nun aber – allem Anschein nach – durch eine neue Holztechnologie ersetzt wird, deren Prinzipien und Möglichkeiten sich aus dem Massivbau ableiten lassen, kommt dies einem Paradigmenwechsel gleich.

Nicht mehr der Stab ist das Grundelement sondern die verleimte Platte, die zwar aus Holz besteht, deren Eigenschaften über die natürlichen Eigenschaften des Holzes aber weit hinausgehen. Im Vordergrund steht nicht mehr das Prinzip der Tektonik, sondern die großformatige Präfabrikation, der Umgang mit Platten und Scheiben, – das Prinzip der Stereotomie, mit einem richtungsindifferenten Werkstoff, dessen konsistierende Technologie die Verleimung ist, wie es Deplazes formuliert: „Holzplatten werden als ‚Kunststoff‘ eine ähnliche Position einnehmen wie der homogene Beton im Massivbau, der strukturell alle Elemente eines Bauwerks besetzen kann, ohne jemals materiell zum Ausdruck zu kommen“ (ibid.). Der eminente, absolut unserem Zeitgeist entsprechende, Vorteil ist die hochtechnologische Herstellung und Verwendbarkeit des Werkstoffes, das Umgehen jener Eigenschaften des natürlichen Baustoffes Holz, die generell den heutigen Anforderungen an den Baustoff im Wege ste-

hen: das Schwellen und Schwinden, der Verzug, die Rissbildung, überhaupt die „Individualität“ jedes Balkens. Wenn der Holzbau derzeit wieder an Bedeutung zunimmt so ist das nur diesem neuen Werkstoff aus Holz zu verdanken, der sich perfekt in die Möglichkeiten unserer Zeit einfügt: Herstellbar in wenigen großen Fabriken, in ziemlich großen Einheiten überall hin transportierbar, vom Computer aus bearbeitbar bei hohem Vorfertigungsgrad, schneller Montage und geringem Gewicht im Vergleich zum Massivbau. Der Monteur selbst braucht vom Holz nichts mehr zu verstehen, denn der Leim hat die Eigenwilligkeiten jedes einzelnen Brettes quasi besiegt – zumindest vorübergehend. Diese Mehrschichtplatten wird man im Bauwerk überall einsetzen können, sichtbar oder verborgen in der Tragstruktur. Sie werden eine willkommene Alternative zur Beton- oder Ziegelwand im alltäglichen Baugeschehen abgeben, für den Heimwerker in kleineren Formaten ebenso verwendbar sein, wie für Professionisten in gerade noch transportfähigen Abmessungen. Für manchen Architekten könnte diese Technologie beinahe eine „Offenbarung“ bedeuten, denn er wird sein Kartonmodell aus dem Entwurf direkt in die Wirklichkeit übertragen können.

Wie sich allerdings diese „hochtechnologische“ Weiterentwicklung der alten Blockwand auf die Gebäudeform auswirken wird, bleibt abzuwarten. „Die systemimmanenten Formungskriterien neuer Werkstoffe und Technologien werden sich erst nach Überwindung kulturpermanenter Vorbilder (Stereotypen) herausbilden“ (ibid.). Deplazes spricht von „Kulturpermanenz versus Systemimmanenz“.

8 Beispiele des Nebeneinanders – Sinnhaftigkeit der Tradition aufgrund bewiesener Nachhaltigkeit

Trotz der Euphorie über die Erfolge der Plattentechnologie im Holzbau, die sich als neues, revolutionäres System, als high-tech Variante des Holzbaues etabliert und die alte Handwerkstradition buchstäblich archaisch wirken lässt, darf die ernsthafte Auseinandersetzung mit der zimmermannsmäßigen Holzbaukunst nicht verloren gehen.

Einerseits fordert die Alpenkonvention [1], zumindest für den alpinen Raum, sowohl die materielle als auch die immaterielle Weiterführung der Traditionen, die sich als bestens dem Lebensraum angepasst und nachhaltig erwiesen haben, andererseits verlangen Reparatur, Instandsetzung oder Erneuerung historischer, baukulturell bedeutender Werke, ein fundiertes Auseinandersetzen mit dem erhaltenen Bestand sowie der handwerklichen Tradition – nicht nur in der Lehre sondern eben auch in der Praxis.

Eine absolut am vorgefundenen Bestand orientierte, originalgetreue, im System bleibende Ausführung sollte neben den modernen Möglichkeiten der Holzplatte oder einer materialfremden Lösung möglich sein, und bei bestimmten Bauvorhaben als gleichwertige Alternative gesehen werden (Abb. 8.1).

Die Fortführung eines Handwerkes, das Jahrhunderte lang seine vielseitige Brauchbarkeit bewiesen hat, das von allen Menschen, die sich intensiv in Theorie und Praxis gleichermaßen mit dem Werkstoff Holz beschäftigt haben, das für das Orts- und Landschaftsbild ganzer Gegenden relevant ist, das in zahlreichen, regionstypischen Bauformen, Ensembles und architektonischen Gestaltungen seinen vielfältigen Ausdruck gefunden hat, erscheint auch deshalb notwendig, da es nicht genügt, Wissen um die Techniken dieser Tradition allein auf der „Kennen-Ebene“, in den Schulen und in der Theorie zu vermitteln. Es muss auf der „Können-Ebene“ in Handwerksbetrieben, zumindest für die Reparatur und Erhaltung des denkmalwürdigen Bestandes und in manchen Fällen auch für die Neugestaltung in der Praxis, „ausgeübt“ werden .

Dass beide Technologien, die überlieferte und die neu entwickelte, die letztlich auch auf Vorwissen gründet, auf höchstem gestalterischem Niveau umsetzbar sind, zeigen die beiden folgenden Beispiele

des Michele Hofes in Hard am Bodensee, und der Olpererhütte über dem Schlegeispeicher in den Zillertaler Alpen:

8.1 Michele Hof

Das Wirtschaftsgebäude des Michele Hofes in Hard am Bodensee zeigt, dass vieles von dem, was die Alpenkonvention [1] fordert, auf beinahe selbstverständlicher Weise umgesetzt werden kann, so wie es eigentlich seit Jahrhunderten üblich war, wenn beim Bauherrn das entsprechende Bewusstsein vorhanden ist. Ein extrem proportioniertes Grundstück, 15 Meter breit und 180 Meter lang, war vorgegeben; verschiedenste Funktionen – Schnapsbrennerei, Verkaufsraum, Verkostungsraum, Lager, Maschinenhalle, Werkstatt, Kühlräume – sollten unter einem Dach vereint werden. Die Vorgaben des Bauherrn waren, dass ein Satteldach ausgeführt, mit traditioneller Technik gebaut, das Gebäude am ersten Blick als landwirtschaftliches Gebäude erkennbar sein soll, die Schnapsbrennerei aus klimatischen und brandschutztechnischen Gründen massiv, der Rest aber aus Holz zu errichten sei. Das Holz sollte aus den eigenen Wäldern kommen und das Gebäude in Eigenleistung mit Nachbarschaftshilfe errichtet werden.

An diesem Gebäude lässt sich auch eindrucksvoll erkennen, dass sich „Modernität“ nicht in Dachformen oder spektakulären, zum Umfeld kontrastierenden Gestaltungen manifestiert, sondern eine beinahe alltägliche Bauaufgabe, der Umbau eines bäuerlichen Nebengebäudes, sowohl in der Verarbeitungsqualität als auch der Qualität der Gestaltung, mit altbewährten Techniken auf höchstem Niveau umsetzbar ist.



Abb. 8.1: Außen- und Innenansichten vom Michele Hof [14]

8.2 Olpererhütte

Die Olpererhütte, ein Brettschichtholzbau auf Steinfundament, ist eine hochalpine Schutzhütte auf 2400 Meter Seehöhe. Es handelt sich um einen einfachen, auf das Wesentliche reduzierten Baukörper, nach außen hin alle Elemente traditionellen Bauens tragend, in der Struktur und Herstellungstechnik alle Möglichkeiten unserer Zeit nutzend, ohne Anbiederung an irgendwelche Modernismen oder Alpinkitsch.



Abb. 8.2: Montage der Olpererhütte aus [10]

Dieses hochalpine Bauwerk zeigt die universellen Einsatzmöglichkeiten der neuen Plattentechnologie, den hohen Vorfertigungsgrad einzelner Elemente und deren Größenbeschränkung durch die Montage mit dem Hubschrauber. Durch die Verkleidung der Außenwände mit Schindeln zeigt sich aber auch, wie ein „uralter Baustoff“ problemlos mit einem modernen System kombinieren lässt. Jeder Baustoff ist selbstverständlich dort eingesetzt wo er seine besonderen Stärken hat, ein Prinzip des anonymen alpinen Bauens.

9 Pflege der Tradition

Dass der high-tech Holzbau, das System der Plattentechnik, in unserer Zeit Zuspruch und breite Anwendung finden wird, kann als Tatsache gesehen werden. Die Beschäftigung mit dem traditionellen Handwerk scheint allerdings wenigen Enthusiasten vorbehalten, oder aber man findet es noch auf hohem Niveau in gesellschaftlich anerkannten Ritualen, in denen neben dem religiösen oder symbolischen Inhalt zwangsläufig auch das Wissen um den Umgang mit dem Baustoff und dessen Bearbeitung überliefert wird: etwa in Japan beim Großschrein von Ise, oder beim „Barn raising“ der Amish People in Amerika.

In den Werkstätten am Großschrein von Ise hat sich durch den religiösen Brauch, den Schrein im Abstand von 20 Jahren komplett neu aufzubauen, eine Jahrhunderte alte Tradition des Holzschnittes, der Vorbereitung und der Verarbeitung des Bauholzes, bis in unsere Zeit erhalten. Das Beispiel zeigt die Regeln, die bei der Gewinnung von qualitativ hochwertigem Bauholz aus gewachsenen Baumstämmen mit den individuellen Eigenschaften jedes einzelnen Stammes eingehalten werden müssen, und es ist wohl der einzige Ort, wo dieses Prozedere zelebriert wird, wo von der Forstwirtschaft über den Einschlag, den Einschnitt und den Bau alles in der Hand einer „Bauhütte“ liegt. Die Bäume werden zwi-

schen Oktober und Februar geschlagen, und die Stämme mit Inventarnummer versehen, bis zu drei Jahren gewässert, um Trockenrisse zu vermeiden, am Kopfe mit Lot und Zimmermannswinkel angerissen und jedes Holz bezeichnet mit Bauteilnummer und Stammnummer, mit Blockbandsägen eingeschnitten, das Hirnholz mit Klammern gesichert. Die Balken werden mit einem Herzschnitt versehen, um Risse zu unterbinden. Der Herzschnitt bei Bedarf mit einseitig eingeleimten Keil gefüllt.

Ähnliche Traditionen der rituellen Neuerrichtung eines Tempels sind auch aus dem europäischen Raum bekannt. So wurde etwa der ursprünglich hölzerne Vesta Tempel auf dem Kapitol in Rom, bevor er durch einen steinernen Tempel ersetzt wurde, alljährlich neu errichtet. Vesta, die Hüterin des heiligen Feuers, die Göttin von Heim und Herd (vgl. Semper), wurde im bäuerlich dominierten alten Rom am Herd jedes Hauses verehrt und ihre Bedeutung äußerte sich auch in dieser besonderen Staatskult, der jährlichen Neuerrichtung „ihres Hauses“.

Uns fehlt ein derartiges Ritual. In bescheidenem Ausmaß hat sich im Volksbrauch des Maibaumaufstellens etwas davon erhalten. Das Ausschuchen des richtigen Baumes im Wald, die behutsame Schlägerung – der Stamm darf in seiner gesamten Länge nicht beschädigt werden –, der Transport des langen Baumes ins Dorf, die händische „Wiederaufstellung“ am Dorfplatz nur mit der Kraft der Menschen.

Dass ein derartig schonender aber arbeitsintensiver Umgang mit dem Werkstoff Holz, vom Einschlag bis zur Errichtung des Bauwerkes, wirtschaftlich unter den heutigen Bedingungen nicht konkurrenzfähig ist, liegt auf der Hand. Dennoch wird die Beschäftigung damit in der Alpenkonvention [1] gefordert.

Doch es geht hier nicht um ein rein konservatorisches Bestreben, so wie mir auch das touristische Interesse ein untergeordnetes Anliegen ist, ich aber überzeugt bin, dass in der hier reflektierten Holzbaukultur die heute voll im Trend stehenden Begriffe Energieeffizienz oder Nachhaltigkeit selbstverständlich angelegt waren, und diese Kultur gefragt sein wird wenn es darum geht, Identität auch in die neuartigen Konstruktionsweisen zu tragen.

Gefragt wäre also die Verantwortung der Politik mit den Möglichkeiten von Förderungen, gefragt wäre ein Engagement der Hoch- und Fachschulen, daraus ein ernsthaftes Thema für die Lehre zu machen. Gefragt wäre auch das Engagement in der Ausbildung der Zimmerleute, die alten Techniken zu lernen und auch anzuwenden, gefragt wäre Bewusstseinsbildung vor allem im ländlichen Bereich, um die wegen der Umstellung der Tierhaltung geforderten neuen Anforderungen an Stallungen, nicht beliebigen Vorbildern aus Amerika, oder der Billigkeit und Beliebtheit des heute üblichen Baubetriebes zu überlassen.

Vielleicht sollte sich eine gemeinsame Initiative dieser Gruppen aus Hochschulen, Berufsschulen und Gewerbe wie Kammern bilden, um diese Zielsetzungen auch umzusetzen. Als „Übungsbeispiele“ könnte man Bauwerke heranziehen, deren Erhaltung im öffentlichen Interesse liegt, da sie die alpine Kulturlandschaft konstituieren, die unter marktwirtschaftlichen Bedingungen aber nicht mehr erneuerbar sind.

Abschließend ein lebendiges Beispiel, das traditionelle Barn Raising der Amish People in Pennsylvania. Bei der Hochzeit eines Sohnes organisiert der Vater die Errichtung der Scheune für die neue Familie, in Eigenleistung mit Hilfe der ganzen Nachbarschaft. Die Tradition verlangt dass das Gebäude am einem Tag aufgestellt werden muss. Eine gemeinschaftsbildende und sinnstiftende Aktion, bei der die Scheune als Basis für die Versorgung der neuen Familie, quasi als Hochzeitsgeschenk der Gemeinschaft, gestiftet wird. Ritual und Symbol zugleich, Pflege der Tradition, immer wiederkehrende Möglichkeit, die von Kindheit an erlernten handwerklichen Fähigkeiten in der Praxis anzuwenden.



Abb. 9.1: Barn Raising der Amish People in Pennsylvania

Und genau diese kulturelle Dimension muß eine Architektur des Holzes umfassen, auf einen Architekturbegriff rekurrierend, der das „arche-“, mit bedenkt. Das heißt jene Qualitäten der Baukunst berücksichtigen, die sich, – um am Schluß noch einmal auf Semper zurückzukommen –, auf der symbolischen Ebene abspielen, auch wenn sie immer ein „tektonike“ zur Grundlage haben müssen.

Ich möchte mit einigen Bildern aus dem Film „Wanted“ schließen, der ein solches gesellschaftliches Ereignis – etwas idealisiert aber dennoch authentisch – wiedergibt.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft: *Die Alpenkonvention: Handbuch für ihre Umsetzung*. 1. Auflage 2007, http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/Alpenkonvention_Umsetzungshandbuch.pdf – Zugriff am 01.09.2009
- [2] Deplazes, Andrea: *Architektur konstruieren. Vom Rohmaterial zum Bauwerk*. 2., korr. Aufl., Birkhäuser, Basel-Boston-Berlin 2005 – ISBN-10 3764373121
- [3] Sottriffer, Kristian: *Die verlorene Einheit. Haus und Landschaft zwischen Alpen und Adria*. Gert Hatje, Edition Tusch: Wien 1978 – ISBN 3-85063-083-8
- [4] Sottriffer, Kristian: *Domus Alpina: Bauformen und Hauslandschaften im Alpenbereich*. Gert Hatje, Wien: Edition Tusch 1982 – ISBN 3-85063-118-4
- [5] Soeder, Hans: *Urformen der abendländischen Baukunst in Italien und dem Alpenraum*. Köln: DuMont 1964 – DuMont Dokumente
- [6] Kruft, Hanno-Walter: *Geschichte der Architekturtheorie*. 3. Auflage, München: C. H. Beck 1991
- [7] Rohrberg, Erwin: Was können wir von alten Dächern lernen. In: *db (Deutsche Bauzeitschrift)*, Heft 11/81, Stuttgart 1981
- [8] Weiss, Hans: Alpen zwischen Wildnis und Übernutzung – vom sorgfältigen Umgang mit der Landschaft. In: *Einst vergessen – bald verschandelt?*, Schriftenreihe Denkmalpflege, Heft 2, Bern: Bundesamt für Kultur 2004
- [9] Hiesmayr, Ernst: *Eine neue Tradition*. Dornbirn: Vorarlberger Verlagsanstalt 1995
- [10] Meyer, Astrid: Hochalpine Erholung, In: *Architektur Fachmagazin*, 07/2008
- [11] Kruft, Hanno-Walter: *Geschichte der Architekturtheorie*. Studienausgabe: Von der Antike bis zur Gegenwart. 5. Auflage, München: C.H. Beck 2004
- [12] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: *Das Bauernhaus in der Schweiz*. Unveränd. Nachdr. d. Ausg. 1903, Hannover: Vincentz 1974 – ISBN 3-87870-134-9
- [13] Das Bauernhaus in Österreich-Ungarn Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein Unveränderte Nachdruck, Hannover: Vincentz 1975 – ISBN 3-87870-135-7
- [14] Baisch, Nina: http://www.nextroom.at/building_image.php?building_id=29105&kind_id=1&index=1 – Zugriff am 01.09.2009
- [15] Binding, Günther: *Das Dachwerk auf Kirchen im deutschen Sprachraum: vom Mittelalter bis zum 18. Jahrhundert*. München: Deutscher Kunstverlag 1991 – ISBN 3-422-06068-5

L Bauen in den Schutzzonen von Graz – Hochwertiges Wohnen im Dachraum

P. Zinganel



1978-1989
seit 1991
seit 1996
seit 1997

Architekt DI
Peter Zinganel

Architekturstudium TU Graz
Lehrbeauftragter an der TU-Graz
eigenes Ziviltechniker-Büro
Vorstandsvorsitzender Forum Stadtpark Graz

1 Prolog

Die Vorbereitung zu diesem Text war deshalb schwierig da ich mich lange nicht dafür entscheiden konnte, dieses Thema und den ausschlaggebenden Anlass, für die Einladung zur Grazer Holzbaufachtagung als das zu akzeptieren, was es ja in diesem Fall tatsächlich ist;

Eine sehr persönliche Geschichte.

Das eigene Haus, die eigene Arbeitsstätte, Zentrum vieler privater Träume und auch vieler Belastungen. Freude, vor allem darüber, für sich selbst und seine Familie das eigene „Zuhause“ zuerst gefunden zu haben und dann über einen schwierigen und langen Prozess zu dem gemacht zu haben, was es heute ist: zu dem komplexen Objekt, welches 2009 mit dem steirischen Holzbaupreis ausgezeichnet wurde, ein erfreulicher Umstand der auch wahrscheinlich den Ausschlag für die Einladung zu dieser Tagung gab.

Das Thema des Beitrages klingt dagegen nicht mehr so persönlich und suggeriert eine objektive, architekturhistorisch nachvollziehbare Abhandlung mit genauen Anleitungen zum Bauen im Kontext schützenswerter Altstadtumgebung. Genau das kann und will ich hier aber nicht liefern. Ich will mit diesem Beitrag zu einer Diskussion über das Thema anregen und bringe als erstes, vielleicht provokantes Statement, diese persönliche Geschichte ein.

2 Einführung

Eine kurze Reise nach Venedig, ein paar Tage Auszeit und Ruhe diesen Beitrag vorzubereiten. Eine Reise in diese faszinierende Stadt, der doch all das fehlt was zu den persönlichen Entscheidungen geführt hat, hier in Graz auf diese spezielle Art wohnen zu wollen und dafür zu bauen.

Venedig zu besuchen, könnte herrliche Argumente liefern für jene engstirnigen Altstadtbewahrer, für jene die vom Bild, das diese Stadt uns gibt oder eher von dem Bild, das die meisten von uns aus dieser Stadt mitzunehmen vermögen, alles so erhalten wollen wie es scheint. Wo es genügend klischeehafte Motive gibt, die reproduzierbar und als venezianisch wiedererkennbar überall, auch in Las Vegas affichierbar sind.

Dann landen wir aber bei einer Betrachtungsweise von Stadt – ob die alt ist oder nicht könnte sogar ignoriert werden – die mich persönlich und vor Allem als Architekt nicht interessiert. Stadt als komplexer kommunikativer Lebensraum, mit hoher Konzentration von Infrastruktur, mit Gebäuden, Wegen, Plätzen und differenzierten Formen von menschlicher Interaktion ist ein viel zu interessantes Thema als es nur über ein Bild abzuhandeln. Stadt eher als ein unter permanenter Spannung stehendes Netzwerk zu betrachten oder als lebendigen Organismus, der sich über die Zeit immer neu entwickelt, mutiert und trotzdem weiter seinen wesentlichen Charakter beibehält, wäre weit herausfordernder. Das sich dieser Charakter auch permanent architektonisch und in gebauter Struktur abbildet ist immanent.

So betrachte ich nun dieses Venedig, das Bild und Wesen dieser Stadt, das dort ablaufende bunte und lebhaftes Treiben, die gebaute Struktur, die aus einer Vielzahl von Stilen und Epochen besteht und erkenne, dass diese faszinierende Stadt alle jene Voraussetzungen nicht erfüllt, die mich in Graz dazu brachten auf genau diese Weise wohnen und bauen zu wollen, wie ich es im folgenden darstellen will.

3 Venedig

Denn Venedig hat keinen Grüngürtel, keine die Stadt umgebende Hügel, ca. 20-30 Minuten Autofahrt vom Zentrum entfernt, die von unzähligen kleinen Strassen erschlossene Bauparzellen mit ca. 800-1000 m² in einem halbwegs leistbaren Preissegment anbieten. Kein ruhiges Wohnparadies ohne Nahversorgung und allgemeine Einrichtungen, wo ein wesentlicher Teil, des dann doch nicht so billigen Grundes für die Unterbringung der nun notwendigen Fahrzeuge verwendet werden muss, da der öffentliche Verkehr doch nicht so effizient funktioniert, wie es für ein aktives Leben im Nahfeld zur Stadt sein sollte. Keine Zäune, keine synthetischen Kinderspielplätze, kein Grillfeuer alle 15 m am Wochenende und keine Notwendigkeit die Kinder zu Treffen mit Freunden zu bringen oder sie abends mit dem Auto vom Kino abzuholen. Es gibt hier einfach keine Möglichkeit den Traum vom Eigenheim in ruhiger Lage im Grünen zu verwirklichen, es sei denn, man verlässt den eigentlichen Stadtraum vollends und zieht aufs Festland. In dieser Stadt, bleibt einem nichts anderes übrig als in der Altstadt zu leben.

Venedig ist eigentlich ein Konglomerat aus sechs kleinen Städten und ein paar Inseldörfern, alle für sich mit dem für das hier freilich spezielle urbane Leben notwendigen Einrichtungen ausgestattet, mit Geschäften, Schulen, Verwaltungs- und Sozialeinrichtungen und unzähligen Kirchen. Mit Orten zur zwanglosen Kommunikation ob im Freien, auf der Strasse, der Piazza oder unter Dach in der Bar bei einem Gläschen Wein oder einem Café. Mit ausreichenden Möglichkeiten die Natur, hier mehr das Wasser oder im Kleinen das Grün zu erleben. Eine Stadt mit einem nicht nur für Touristen reichhaltigem Angebot an kulturellen Einrichtungen und Veranstaltungen. Für die Hauptausstellung der Biennale muss man vielleicht etwas weiter fahren, aber selbst die großen Veranstaltungen sind mit kleineren Spielstätten über die ganze Stadt verteilt.

Natürlich wird diese Stadt im modernen Sinn dem urbanem Leben nicht mehr gerecht, sie ist unhygienisch, laut bis frenetisch, unübersichtlich, finster und chaotisch. Die Bauten sind extrem heterogen, werden durch falsche oder fehlende Nutzung zerstört oder verfallen einfach durch die unwirtliche Natur des Wassers oder des Wetters. Die Aufrechterhaltung der kommunalen Infrastruktur ist kompliziert und enorm aufwendig. Der Verkehr ist zwar im Prinzip langsamer, teilweise mit den Gondeln leiser aber doch ein genauso großes Problem wie überall.

Venedig soll hier auch kein Beispiel darstellen für eine Stadt im 21. Jahrhundert, sondern ich betrachte sie als ein Denkmodell, wie eine Stadt funktioniert, sich wandelt und erneuert, die aus nichts anderem besteht als aus schützenswerter „Altstadt“. Die seit Jahrhunderten kein Hinterland mehr besitzt, wohin man flüchte könnte, wenn einem die Masse und teilweise Qualität von bauhistorischen Schätzen zu erschlagen droht und die sich bei aller Musealität eine Lebendigkeit erhalten hat. Eine Lebendigkeit, die zwar freilich nur etwas abseits der Touristenpfade oder ausserhalb der „Hauptbesuchszeiten“ etwa frühmorgens oder am Abend unverfälscht wahrnehmbar wird. Eine Lebendigkeit, die man an diversen Baustellen erkennen kann, die durch permanente Renovierungstätigkeiten sichtbar ist und die sich in zwar nur kleinen und meist im venezianischen Chaos aufgehenden Interventionen nur subtil zeigt.

Nur wenige Bauten sind selbst im Grunde noch original erhalten, die meisten wurden mehrmals umgestaltet, die Nutzungen und Bedeutungen haben sich verändert und Adaptierungen wurden lange Zeit ohne Rücksicht auf die Ursprünglichkeit der Substanz durchgeführt. Genau dies macht aber der Reiz dieser Stadt, seiner baulichen Substanz aus. Die Ablesbarkeit der urbanen Entwicklung, die gebaute Substanz als Lesebuch ihrer Geschichte, der politischen und sozialen Verhältnisse und Wandlungen sind bei genauer Betrachtung klar architektonisch und urbanistisch formuliert. Jede Generation, jede Epoche und selbst die Moderne haben in kleinen aber wesentlichen Ergänzungen einen Beitrag zur heutigen Wesen und Bild dieser Stadt geleistet.

4 Graz

Graz, natürlich nur als ein Beispiel für eine mitteleuropäische Stadt hat vieles von dem auch. In urbanistischer Hinsicht hat sich der eigentliche historische Kern aber auf einen, im Verhältnis zum Gesamtausmass der Stadt, sehr kleinen Teil beschränkt und dieser Teil funktionierte auf seine mittelalterlichen Basis konzentriert sehr ähnlich wie Venedig. Die Ausweitung der Stadt im 18. und vor Allem im 19. Jahrhundert trennte aber den inneren Kern von den neuen umgebenden Stadtteilen in der Entwicklung ab. Jede Erweiterung zog natürlich mehr Substanz vom Zentrum ab und mit den Erweiterungen im 20. Jahrhundert bis über die Peripherie hinaus wurde auch die Wertigkeit des historischen Zentrums wirtschaftlich und auch sozial verringert. Die Bausubstanz der inneren Altstadt und mit der Zeit auch die der gründerzeitlichen Erweiterungsbereiche entsprach immer weniger den Anforderungen des modernen Lebens, die bürgerliche Elite als ursprüngliche Kernnutzer der gründerzeitlichen Bauten verringerte sich oder siedelte in den Grüngürtel, das Kleinbürgertum in die Peripherie. Lange Zeit war der Kern der Stadt mehrheitlich von älteren oder sozial benachteiligten Menschen bewohnt. Einzig die Rolle von Graz als Universitätsstadt half hier und viele Studentinnen und Studenten erfreuten sich in Wohngemeinschaften an großzügigen, fast herrschaftlichen Wohnungen, freilich in renovierungsbedürftiger Substanz und mit schlechter technischer Infrastruktur. Diese brachten aber Leben in die inneren Stadtteile und mit der Zeit entwickelte sich das Zentrum wieder zum Ausgeh-, Shopping- und Flanierbezirk. Die Gründerzeitviertel wurden in den letzten 20 Jahren gründlich renoviert, die Überalterung der Bevölkerung durch den Zuzug von jungen Familien in umfassend renovierte Wohnhäuser ausgeglichen. Die Schaffung von neuem Wohnraum in diesen Bereichen erfolgte durch Verkleinerung und substantielle Verbesserungen der bürgerlichen Wohnungen, durch Adaptierungen der Hofgebäude und im immer größeren Ausmass auch durch den Ausbau der ungenutzten Dachräume. Nur wenige dieser Ausbauten versuchten eine diesem speziellen Ort entsprechende eigenständige Bautypologie zu entwickeln. Die meisten Investoren begnügten sich mit der Errichtung von eher kleinen Wohnungen die innerhalb der vorhandenen Dachkontur mit all den Nachteilen wie schlechtes Raumklima, geringe Aussichtsmöglichkeiten und kein oder fast kein Freiraumbezug.

Einige Familien entdeckten dieses Potential doch für sich und schufen private, individuelle Wohnungen, die auch räumlich und in ihrer Beziehung zum Stadtraum oder zur Dachlandschaft Qualität bieten. Der Großteil des Dachraumes steht nach wie vor im Wesentlichen leer. Hohe Baukosten durch die beim Dachausbau oft verbundenen Sanierung der Bestandssubstanz und eine eher unübersichtliche Situation was denn möglich oder nicht möglich ist, zwingt doch wieder viele durchaus dem urbanen Leben verbundene Menschen an den Stadtrand zu ziehen.

Auch vor dieser Situation stand ich mit meiner Familie vor etwa 15 Jahren. Aber als jemand, der seine Kindheit und Jugend ausserhalb einer kleinen Bezirksstadt verbracht hat, wo der letzte Bus um 7 Uhr hinfuhr, wo weil am Berg, der Heimweg nach dem Kino oder Lokalbesuch zu Fuß oder mit dem Rad zur Qual wurde, entschied ich mich mit meiner Familie etwas in der Stadt zu suchen. Ein bisschen Grün, wäre schön, allgemeine Einrichtungen in der Nähe wären auch gut und die Bausubstanz sollte Großzügigkeit und Erweiterungspotential bieten. Nach fünf Jahren Suche, gekennzeichnet von einigen Rückfällen in das Dilemma, doch an den Rand gehen zu müssen, wurde das Haus gefunden. Ein bürgerliches Wohnhaus aus dem Jahre 1875, nahe dem Zentrum mit einem großen Garten mit alten Bäumen, Supermarkt und Gasthaus in 50 Meter Nähe und die Volksschule gegenüber. Einzig die finanziellen Mittel reichten hier nicht aus. Nicht das Haus war so teuer oder wertvoll, sondern die Möglichkeit das Grundstück auszunutzen und den Garten zu verbauen. Diverse Bauträger entwickelten auf der Liegenschaft Projekte mit 30 Wohnungen und mehr, betonierten unter den Garten Tiefgaragen, stockten auf und bauten an oder zu. Diese Projekte hatten zum Teil Vorgenemigungen, teilweise po-

sitive Stellungnahmen der Stadtplanung oder Altstadtsachverständigenkommission oder ziemlich schlüssige Privatgutachten zur behördlichen Verwirklichung ihrer Vorhaben.

Genau diese Projekte, meiner Meinung nach weder städtebaulich noch architektonisch dem Ort und dem Kontext qualitativ entsprechend und die Aussicht so etwas genehmigt zu bekommen waren es, die uns auf die Idee brachte halt auch mehr aus dem Haus zu machen, um die Kosten durch mehr verwertbare Fläche anteilig zu verringern.

Schließlich, ein Jahr nach dem ersten Verhandlungen mit dem Makler erwarben wir dann zusammen mit zwei anderen Familien das Objekt und den Grund. Mehr aus emotionalen, denn wirtschaftlichen Gründen von Seiten der Verkäufer wurde uns der Zuschlag gegenüber dem Bauträger mit dem Plan für 30 Wohnungen gegeben.

In Venedig gibt es sie auch, die multifunktionellen Gebäude, wo der Maskenmacher im Erdgeschoss seine Werkstatt eingerichtet hat, mit dem danebenliegenden Verkaufsladen und wo er und seine Familie in drei Generationen in den oberen Geschossen wohnen. Wo Nachbarschaft funktioniert und das Leben über die Grundgrenzen hinaus interaktiv und sozial ist. Wo Altes mit neuem kommuniziert und jede Adaption des eigenen Hauses in Kooperation mit dem Umfeld passiert.

Wir sind keine Maskenbauer in Venedig aber als bevorzugte Freiberufler reizte mich so eine Möglichkeit und die beiden befreundeten Familien verfolgten ähnliche Pläne. Zwei großzügige Geschosse waren im Bestand vorhanden, den Garten, als für uns größter ideeller Wert, sollte unberührt bleiben und der Dachraum über Haus und Garage war von Anfang an das Entwicklungs- und Erweiterungspotential.



Abb. 4.1: Garten- und straßenseitige Bestandsansichten

Der Bestand war ein bürgerliches Wohnhaus aus der frühen Gründerzeit, sehr heruntergekommen, mit einer völlig maroden, weil falsch sanierten Fassade, mit völlig verbautem Inneren, abgehängte Holzdecken, überall nachträglich aufgestellte Zwischenwände, die charakteristischen Innenelemente der Gründerzeit wie Parketten, hohe Räume und Türen, Kachelöfen und großzügige Raumfluchten waren nur mehr marginal vorhanden. Die Neorenaissance-Strassenfassade mit der reichen Gliederung war durch einen dichten Kunststoffanstrich zwar noch erkennbar aber bereits große Teile lösten sich. Die Hoffassade, an und für sich bei solchen Häusern immer stiefmütterlich behandelt, wurde durch Adaptierungen und Anbauten in den 60 Jahren ziemlich heterogen und unausgewogen umgestaltet.

Die ersten Monate nach dem Erwerb investierten wir neben einer regen Planungs- und Diskussionstätigkeit

tigkeit in die Entrümpelung. 56 Schutt-Container mit abgebrochen Zwischenwänden, abgehängten Decken, Resopaltüren, Wand und Möbelverbauten, Fenstergittern, aufgedoppelten Fussboden- oder Wandbelägen und sonstigen nachträglich angebrachten Innenverkleidungen wurden entsorgt. Dazu kam noch der Abbruch der Asphaltflächen im Hof und die Entsorgung der den Garten umschliessenden Thujenhecke.

Diese Arbeit, bei der aus ökonomischen und auch romantischen Motiven noch selbst Hand angelegt wurde, führte zu einer intensiven Beschäftigung mit dem Haus, dem Ort, der Strasse, den Anwohnern und viele Antworten auf die Frage: „Wie soll man so einem Haus umgehen?“ beantworteten sich Zug um Zug von selbst.

Ein großbürgerliches Wohnhaus aus der frühen Gründerzeit, kühn am Ende der Zeile gebaut, mit einem markanten Kopf zum privaten Grünraum und weiter zum Stadtraum, war kein Objekt mit man es sich leicht machen kann. Die Art des Objektes, schon zur Errichtungszeit mit hoher gestalterischer Ambition und Qualität ausgestattet, forderte eine ebensolche Weiterführung mit Mitteln unserer Zeit.

Natürlich ist da der Respekt vor dem Bestand, aber so wie das Aussehen, das klischeehafte Bild von Venedig nur wenig zum Verstehen und Erkennen der Stadt beitragen kann, war hier auch der Charakter des Hauses, sein ganz persönliches Wesen weit über den bloßen Anschein hinaus jenes faszinierende Phänomen, mit dem wir in intensiven Dialog treten wollten. Das sich das Objekt in einer Schutzzone nach dem Grazer Altstadterhaltungsgesetz befand war klar, aber eigentlich kein kritisches Kriterium.

Das Programm war relativ bald klar, Wohnung und Atelier im Dachgeschoss, Wohnung und Atelier im Erdgeschoss und eine großzügige später teilbare Wohnung im Obergeschoss, Dazu noch die Möglichkeit der Errichtung eines weiteren Ateliers über der Garage. Sanierung des Bestandes, Rückführung der bestehenden Innenräume auf die ursprüngliche Großzügigkeit sowie Ergänzung und Erneuerung der technischen Infrastruktur.

Die reich gegliederte Fassade sollte fachgerecht saniert werden und alle wesentliche Architekturelemente des Bestandes erhalten bleiben. Das markante Hauptdach mit dem Walm zur Strasse ebenfalls, lediglich der kleine Dachaufsatz über dem Eingangsvorsprung war für uns kein erhaltenswertes Element, welches zu nachteiligen Kompromissen führen könnte.

Alle neu hinzugefügten Erweiterungen sollten in einer eigenständigen zeitgenössischen architektonischen Sprache gehalten werden, die sich klar vom 130-jährigen Bestand technisch und ästhetisch absetzt. Dies auch deshalb, damit die funktionellen und räumlichen Anforderungen an die Nutzungen im Zubau kompromisslos erfüllt werden können.

Die ursprüngliche Funktion des Hauses war ein großbürgerliches Wohnhaus, mit zwei Wohnungen und einer Dienstbotenwohneinheit im Erdgeschoss. Der Garten, in einem davor noch landwirtschaftlich genutzten Bereich war aufwändig gestaltet und in den 60er Jahren nochmals von einem Landschaftsplaner mit Schwimmbad, Gartenhaus und neuer Bepflanzung ergänzt. Das Haus erfuhr einige Umbauten, der wesentlichste war die Erweiterung und Innenausgestaltung aus den 60ern. Dieser Umbau, zu seiner Zeit im Detail mit handwerklichen und gestalterischen Mittel von erstklassischer Qualität durchgeführt, veränderte aber vor allem im Inneren das Bauwerk am stärksten. Die ursprüngliche Großzügigkeit ging verloren, der Salon im ersten Geschoss wurde in insgesamt sieben Kämmerchen und Zimmer aufgeteilt. Die charakteristische Raumhöhe durch abgehängte Decken stark verringert. Ein Anbau im Nordwesten und die Garage wurden errichtet und teilweise die alten Kastenfenster durch neue Verbundfenster ersetzt. Die Holzdecken wurden mit Aufbeton verstärkt, die Sanitär und Elektroinstallation erneuert und eine Ölzentralheizung wurde eingebaut. All diese Massnahmen, wiewohl heute und unserem Geschmack nicht mehr entsprechend, waren von sehr hoher Qualität und drückten einen gehoben sozialen

Status und ein selbstbewusstes urbanes Wohngefühl aus.

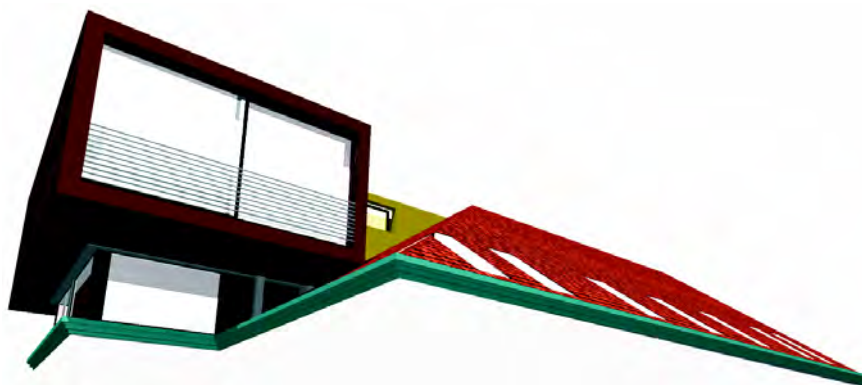


Abb. 4.2: Perspektive einer der ersten Entwürfe

Natürlich sind wir als die neuen Nutzer des Hauses keine vermögenden Innenstadt-Kaufleute, aber das Bewusstsein einer dem urbanen Leben verpflichteten, eher intellektuellen als ökonomischen Elite anzugehören, ist uns doch eigen. Dieses Lebensgefühl, im urbanen Kontext, im Wechselspiel zwischen Alt und Neu, im Übergang zwischen Stadt und Vorstadt, an einer mehrschichtigen Grenze zu leben, war Auslöser für die meisten Entscheidungen. Die oberste planerische Prämisse war den ursprünglichen Charakter des Objektes als hochqualitatives Wohn- Arbeitshaus in zentrumsnahen Kontext wieder herzustellen.

Die Planungen wurden gründlich vorbereitet, der Bestand analysiert, der Bedarf genau erhoben und mehrere Varianten am Modell erprobt. Nach einem intensiven Diskussionsprozess kristallisierte sich bald ein gestalterisches und architektonisches Prinzip für die Erweiterung heraus. Der Eingangsanbau, als markantes Architekturelement, sollte gestalterisch durch einen zweigeschossigen dreiseitig auskragenden Aufbau ergänzt und intensiviert werden. Die architektonisch wirksamste Zubaumaßnahme rückt dadurch weg vom Strassenraum und greift über in den dem Haus vorgelagerten Grünraum, der durch einen mächtigen Nussbaum dominiert wird. Zum Strassenraum bleibt die bestehende Dachkontur weiter das wesentliche Element. Eine klar durch die weite Auskragung und großzügige Glaselemente formulierte Fuge zwischen altem Gesimse und Aufbau gliedert die Bereiche in der Vertikalen und in der Horizontalen schiebt sich der Aufbau in den bestehenden Dachkörper. An der Hofseite wird die heterogenen Struktur aus mehreren vertikalen Anbauten durch einen großzügigen horizontalen Aufbau zusammengefasst und geordnet. Dem ästhetischen Gewicht des Aufbaus im Dachgeschoss, sollte im Erdgeschoß ein Wintergartenzubau entgegengesetzt werden, der insgesamt die sehr unruhige Hoffassade abrundet. Der Dachaufbau über der Garage wurde im Gesamtkonzept von Anfang an als zukünftige Erweiterungsmöglichkeit mit geplant

Die ersten Skizzen und ein Modell wurden in Vorgesprächen der ASVK präsentiert und ermutigt von den informellen Gesprächen in der Folge das Projekt dort eingereicht. Eine vernichtend ablehnende Stellungnahme war das Ergebnis der ersten offiziellen Voranfrage.



Abb. 4.3: .Straßenpanorama

Uns war die grundsätzliche Herangehensweise dem Ort und Kontext entsprechend als absolut richtig bewusst, und die persönlichen Gespräche ermutigten uns dazu. Daher wurde der Entwurf nur in Details umgeändert, Dachflächenfenster verschoben oder im Ausmass verändert und der Aufbau wurde viel stärker mit dem Bestandsdach verwoben. Wieder Vorgespräche, wieder eingereicht, wieder abgelehnt.

Danach weitere Detailveränderungen, Leichtere Konstruktion, kühnere Auskragungen, größere Glasflächen, andere Dachformen, andere Konstruktion, Vorgespräche mit anderen Kommissionsmitgliedern und wieder nur die informelle Aussicht auf positive Begutachtung.

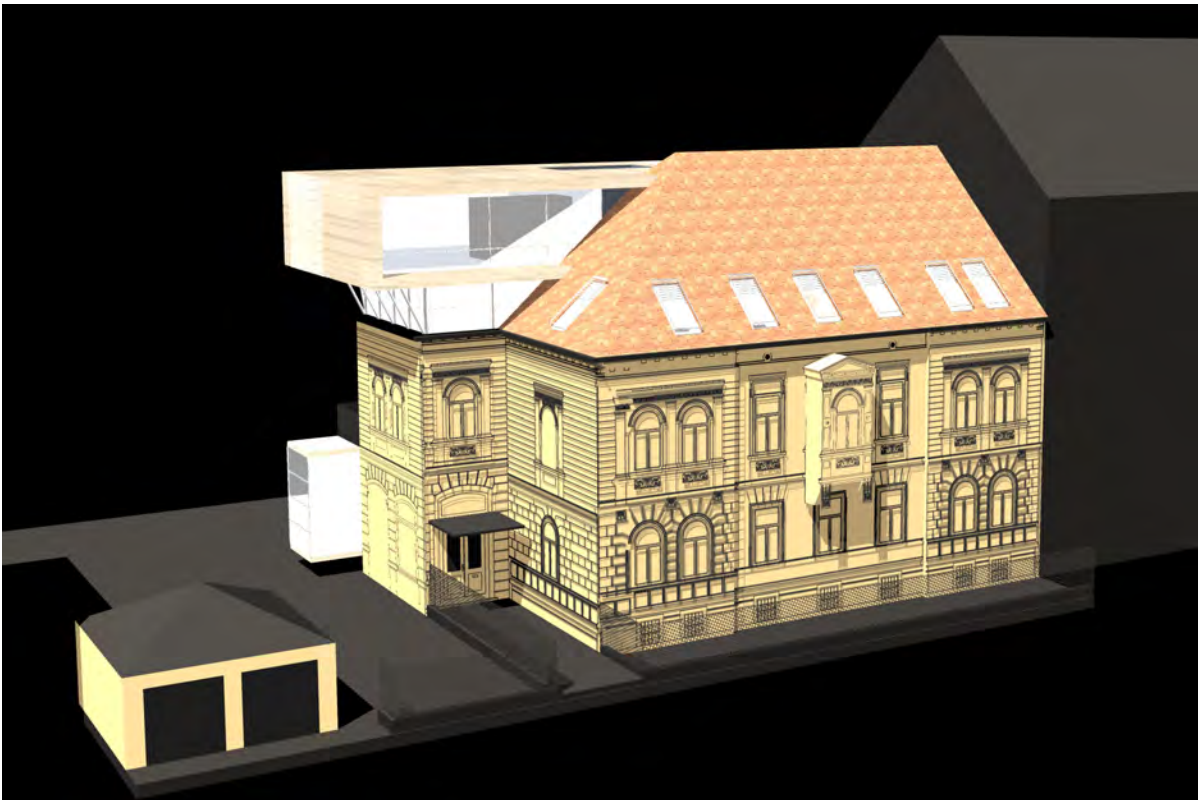


Abb. 4.4:



Abb. 4.5: Straßen- und gartenseitige Ansicht der Variante 1



Abb. 4.6: Straßen- und gartenseitige Ansicht der Variante 2



Abb. 4.7: Süd-West-Ansicht der Variante 1

Glücklicherweise ergab es sich, dass ein befreundeter Architekt, Nachbar in derselben Strasse, eines Tages eher rhetorisch fragte: „Eurer Dachboden wäre ein idealer Ort für ein tolle Wohnung und die such ich“. Kurz darauf hatten wir in ihm mit seiner Frau neue Projektpartner.

Die behördliche Einreichung ging nun mit einigen seltsamen Auflagen im Hinblick auf den Brandschutz durch.

Zu diesem Zeitpunkt war das Projekt konstruktiv noch wesentlich anders konzipiert. Durch die von der ASVK geforderte Leichtigkeit des Erscheinungsbildes war ein Stahlskelettbau vorgesehen mit Ausfachungen aus Holzriegelelementen und mit Stahlverbunddecken und einem Dach aus Massivholzplatten.

Der Wunsch des neuen Miteigentümers an eine bauökologische Bauweise führte zum Verzicht auf die Stahlkonstruktionen und zum Holzbau. Der Wunsch ging sogar weit, dass auch Stahlverbindungsmitel im Holzbau nur sehr reduziert eingesetzt wurden.

In der Ausführungs- und Detailplanung erarbeiteten wir ein Konstruktionssystem, das sowohl den bauökologischen Ansprüchen, dem notwendigen Schallschutz und den konstruktiven Anforderungen im Hinblick auf die großen Auskragungen entsprach. Die neue zweigeschoßige Wohnungstrennwand wurde über den Bestandswänden gemauert. Die Dippelbaumdecke zur darunter liegenden Wohnung musste als Holz-Beton-Verbunddecke verstärkt werden. Alle Aussenwände waren als Holzriegelbau mit doppelten Stehern mit Zelluloseflocken gedämmt konzipiert. Die Wohnungstrenndecke- und Dachdecke als Holzbalkendecke mit Leimholzträgern geplant. Die Brandschutzschalungen an den Decken und Dachuntersichten sollten auch als Sichtschalung eingesetzt werden. Als Aussenwandoberflächen wa-

ren teilweise Sichtschalungen und teilweise Eternitplatten vorgesehen, die Fenster sollten aus Holz- oder Holzalurahmen ausgeführt werden. Im Inneren sollten die Wände mit einer Vorsatzschale aus Lärchenschalungen oder Dreischichtplatten ausgeführt werden.

Dann wurde mit den Baumaßnahmen begonnen, die auch die Generalsanierung der allgemeinen Hausbereiche und der Fassaden beinhalteten. Ausserdem wurde der verbleibende Dachraum als Atelier ausgebaut. Ein einfacher, kostengünstiger Ausbau, mit Anbringung von Unterdach und Dämmung in der Sparrenebene mit Aufdoppelung nach unten. Die Brandschutzverkleidung der Dachschräge mit EPV-Platten bleibt als Akustikverkleidung sichtbar. Nach Osten und Süden kleine Lichtschlitze aus doppelten Dachflächenfenstern und nach Norden ein großes Atelierfenster. Der Bestandsdachstuhl aus dem Jahre 1875 wurde trockeneisgestrahlt und nanobeschichtet und sichtbar gelassen. Der Boden zur unteren Wohnung als neue Holzbalkendecke ausgeführt. Das Atelier beinhaltet alle Strukturen um es später in eine Wohnung umzubauen und auch im Sinne des Aufbaues mit Terrassen auszustatten. Die ehemalige Dienstbotenwohneinheit im Erdgeschoss wurde durch einen Wintergarten erweitert und zu einer kleinen Wohnung ausgestaltet.

Nach etwa 3 Monaten Bauzeit, der Rohbau war im Wesentlichen fertig, dann die Androhung der Baueinstellung durch die Behörde, da die Rohbaukonstruktion von Stahlverbund in Holz verändert wurde. Wieder Begutachtung durch die ASVK und wieder eine Ablehnung. Wieder beharren auf das ursprüngliche Konzept, es war ja im wesentlichen schon gebaut, wieder kleine Veränderungen, wieder Einreichen und dann doch die endgültige Genehmigung mit noch schärferen Auflagen im Hinblick auf den Brandschutz. Ein Privatgutachten eines Brandschutzplaners und die Nachweise des Statikers reichten dann doch und lediglich Bereiche der Decken mussten sehr teuer F90 verkleidet werden. Die Planung sah von Anfang an für die Wohnung die Schlafräume auf der unteren Ebene vor, da mehrgeschossige Dachaus- und -aufbauten mit Schlafräumen auf der oberen Ebene nur mit einer unbrennbaren Konstruktion genehmigt werden.

Nach 8 Monaten Bauzeit zogen unsere Freunde ein und das Atelier konnte in Betrieb gehen. Nach einem weiteren halben Jahr noch einigen Ärgernissen mit den Behörden in brandschutztechnischer Hinsicht wurde dem Projekt vor 5 Monaten die Benützungsbewilligung erteilt.

Als persönliches Resümee, dieser Geschichte möchte ich weiterhin festhalten, dass auch trotz kostenintensiven und nervenden Verzögerungen und den teilweise sehr unklaren Entscheidungen der Behörden wir keine der Entscheidungen bereuen hier im Kontext der Altstadt gebaut zu haben. Selbstverständlich wäre es einfacher klarere Entscheidungen schon im Vorfeld zu bekommen und vor Allem wenn die informellen Besprechungen mit den späteren Gutachtern auch frühe Rechtssicherheit bedeuten würden.

Wir, das sind jetzt bald 4-6 Erwachsene, drei Kinder, zwei Hunde und bis zu 15 Mitarbeiter in den dort untergebrachten Ateliers, geniessen täglich das Wohnen und Arbeiten an diesem Ort. Wir geniessen die zentrale Lage, die großartige Aussicht, den freien Garten. Wir geniessen die großzügigen Räume, die spürbare Geschichte. Uns gehen sie nicht ab die Parkplätze oder Tiefgaragen, vorm Haus stehen Dutzende Fahrräder. Die Kinder sind selbstständig unterwegs, zu den nahen Schulen oder einfach schnell in die Stadt. Die umliegenden Gasthäuser werden regelmäßig frequentiert und die soziale Kommunikation in der doch sehr intimen Strasse funktioniert ausgezeichnet. Die Nachbarn sind in das soziale Leben vor Allem über die Kinder integriert. Die Kombination von Wohnen und Arbeiten an einem Ort führt zu einem erfrischen Austausch zwischen privatem und beruflichen Leben während der Arbeitszeit und bedeutet aber auch Ruhe und Intimität am Wochenende oder in der Freizeit. Auch wenn wir uns noch alle sehr jung fühlen freuen wir uns auf Alter, wenn wir wie unsere netten alten Nachbarn in einem

sozial funktionierenden Nachbarschaftsumfeld zu Fuss oder mit der nahen Strassenbahn weiterhin ausreichend mobil und sicher sein können.

Wir sind uns bewusst, dass das gebaute und nun gelebte Ergebnis hier kein allgemein gültiges Beispiel für den Umgang mit schützenswerten Objekten oder Ensembles darstellt, sondern, dass sich dieses Ergebnis aus einem komplexen Prozess ausgehend von vielen Wünschen, einigen wenigen Kompromissen, aus ökonomischen und technischen Zwängen und doch mehreren Zufällen über einen längeren Zeitraum ergibt.

Aber weil wir alle sehr sensibel mit dem Haus umgehen können, in es hineinhören, spüren wir immer den kleinen fortdauernden Kampf zwischen ALT und NEU, wer den gewinnen wird soll immer offen bleiben und wer gerade etwas im Vorteil liegt hängt natürlich von der jeweiligen Betrachtungsweise ab.

Und die ist immer eine sehr persönliche Geschichte.

Fakten:

Wohnhaus Muchargasse 30 8010 Graz

Wohnflächen:

Bestand EG OG ca. 360 m²

Keller ca. 180m²

Zubau DG 1+2 ca. 145 m²

Ausbau DG ca. 145 m²

Zubau EG ca. 15 m²

Planungszeitraum: 2003-2007

Bauzeit 03-12 2008

Technik:

Zubaukonstruktion:

Wohnungstrenn- und Treppenhauswand:

25 cm HLZ innen verputzt

Ausfachungs- und Fassadenwände:

Holzriegelwände mit doppeltem Ständerwerk 22cm stark mit innerer OSB-Platte und äusserer Agepanplatte, Dämmung 16 cm Mineralwolle bzw. Zelluloseflocken und innen angebracht 6 cm Heraklit BM als zusätzliche Speichermasse.

Wandoberflächen innen Teilweise GK-Platten, teilweise Lärchen 3-Schichtplatten oder Lärchenschalungen als Vorsatzschalen mit Installationshohlraum mit Heraklit BM ausfüllt.

Decke zum Bestand:

Verbunddecke, 8 cm Aufbeton über bestehender Dippelbaudecke.

Wohnungstrenndecke:

Holzbalkendecke auf Leimholzträgern, Untersicht Brandschutzschalung, Fussboden Massivholzdielen auf Polsterhölzern mit Heraklit BM Dämmung.

Dachdecke:

Holzbalkendecke auf Leimholzträgern, Untersicht Brandschutzschalung, Deckenzwischenraum mit 30 cm Zelluloseflocken ausgeblasen. Unterdach auf diffusions offener Folie über Sparschalung.

Dachaufbau hinterlüftetes Pultdach mit Keilpfosten als Kaltdach mit Folie abgedichtet.

Fenster:

Holz-Alufenster mit 3 Scheiben Isolierglas innen Lärche geölt.

Türen:

vorwiegend in Wandnischen laufende Schiebetüren aus Lärche.

Holztürblätter lackiert mit Blockrahmen.

Fassaden:

Hinterlüftete Fassadenverkleidung mit Grosstafeln aus Baueternit, Alle Verblechungen aus Zinkblech.

Bodenbeläge:

Massivholzdielen oder Parketten auf doppelten Polsterhölzern, Teilweise in den Sanitärbereichen Keramische Beläge auf Trockenbodenelementen.

Innere Treppe:

Massive Treppe aus Kiefer

Heizung:

Bodenkonvektoren und teilweise Wandheizung im Sanitärbereich. Wandheizkörper in den Nebenräumen.

Dachausbau:**Dachstuhl:**

Bestandskonstruktion, teilweise verstärkt, Oberflächen trocken eisgestrahlt und nanobeschichtet, Sparren aufgedoppelt und teilweise ausgewechselt.

Decke zur darunterliegenden Wohnung:

Neue Holzbalkendecke über den Bundträmen, schalltechnisch getrennt über bestehender Holzdielendecke mit Brandschutzpflaster ausgeführt. Fussboden Trockenbodenplatten aus OSB mit Teppichbelag. Installationshohlraum im Deckenbereich.

Dachschräge:

Bestehende Dachdeckung

Zwischensparrendämmung mit Unterdachplatten auf seitlichen Latten

Winddichtung und Dämmung 24 cm Zellulose, Diffusionsoffene Dampfbremse

Untersicht 5 cm Heraklit EPV Platten

Fenster und Verglasungen:

Dachflächenfensterkombinationen zwischen Sparren

Glasdachkonstruktion mit Auflagebänder und Überkopfverglasungen aus Isolierglas.

Heizung:

Flachheizkörper am Kniestockmauerwerk.



Abb. 4.8: Lageplan

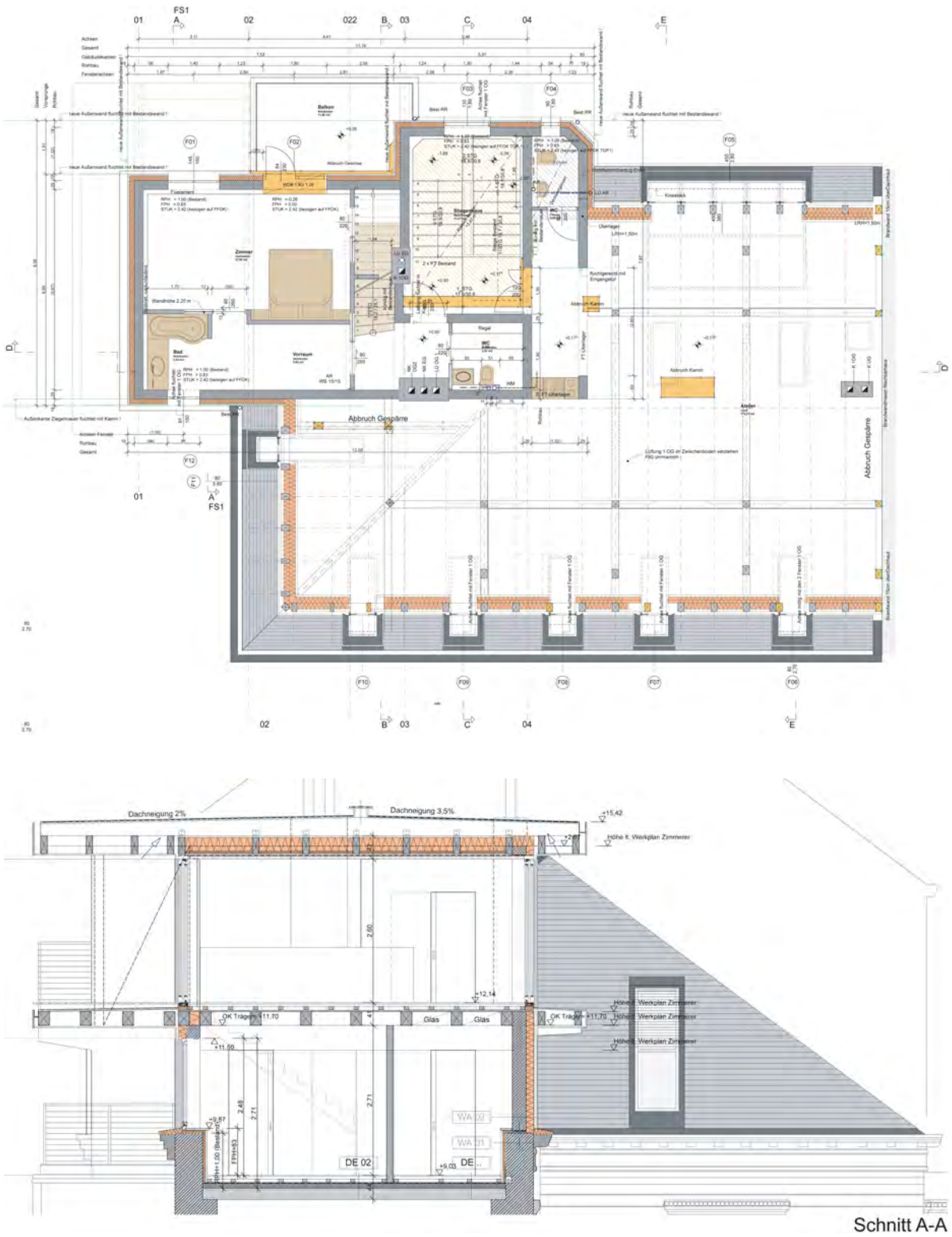


Abb. 4.9: Grundriss Dachgeschoss 1 und Schnitt A-A

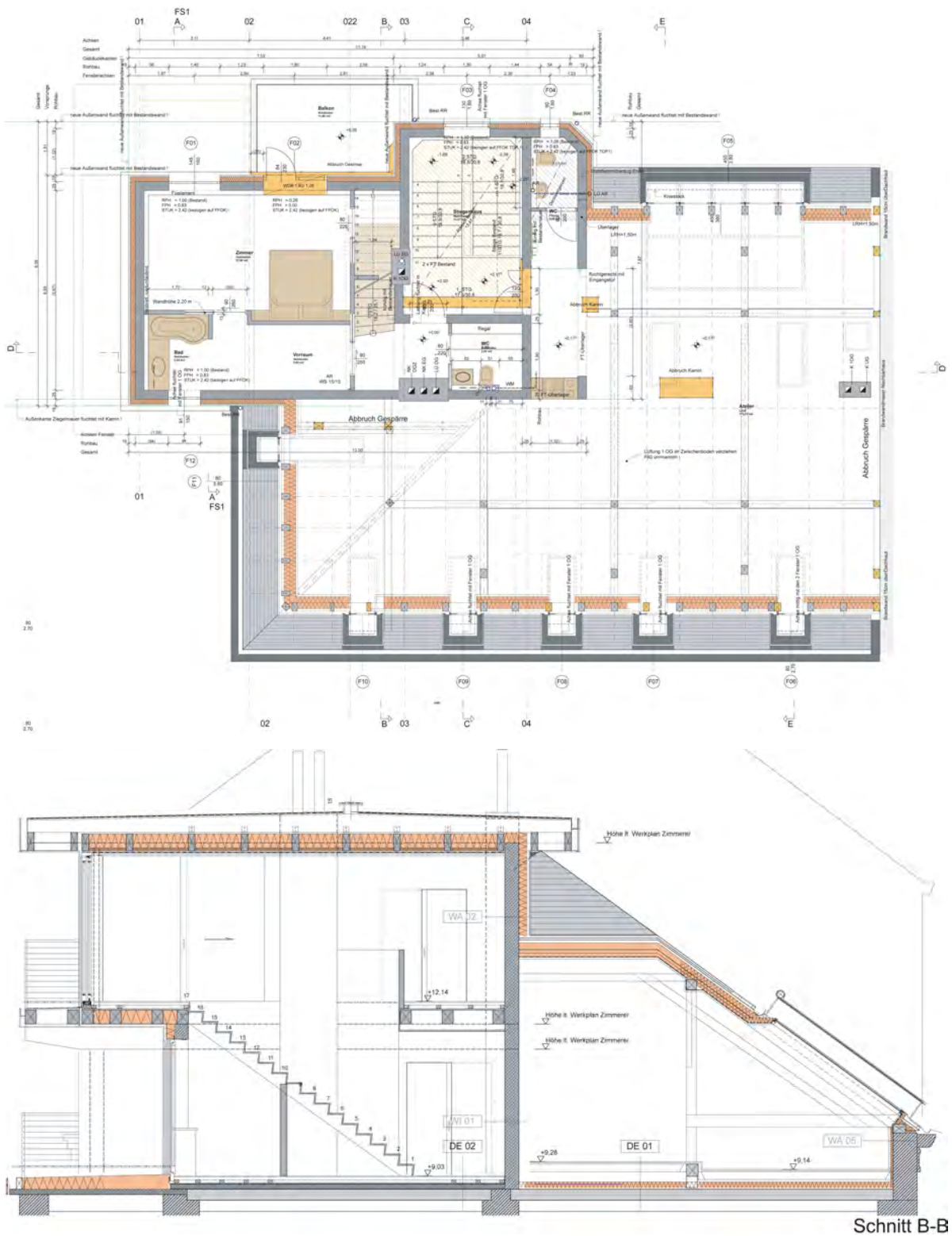


Abb. 4.10: Grundriss Dachgeschoss 2 und Schnitt B-B

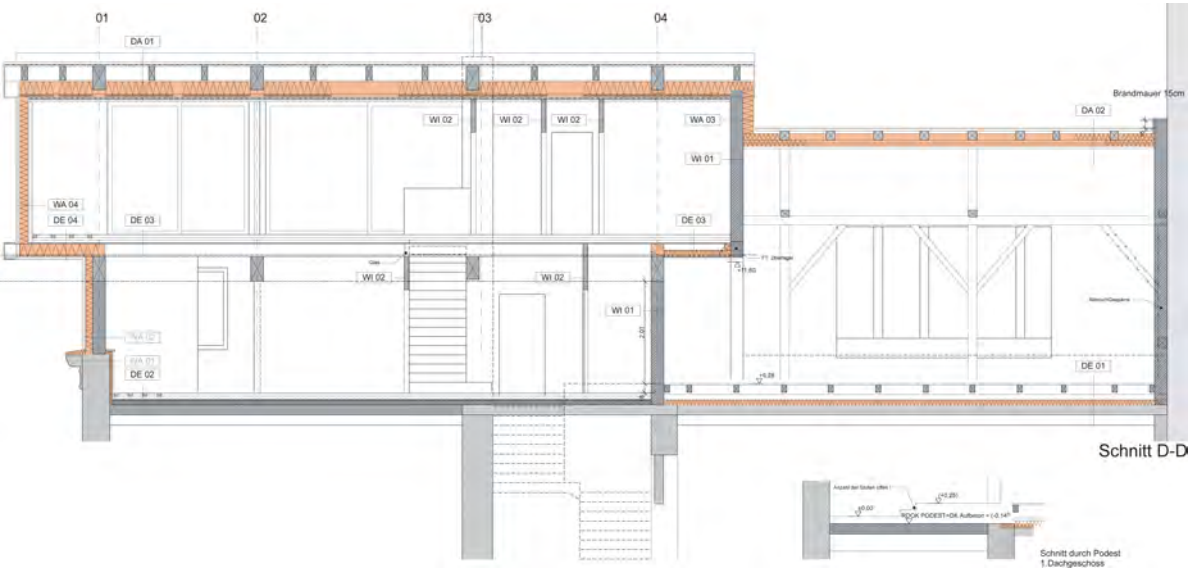
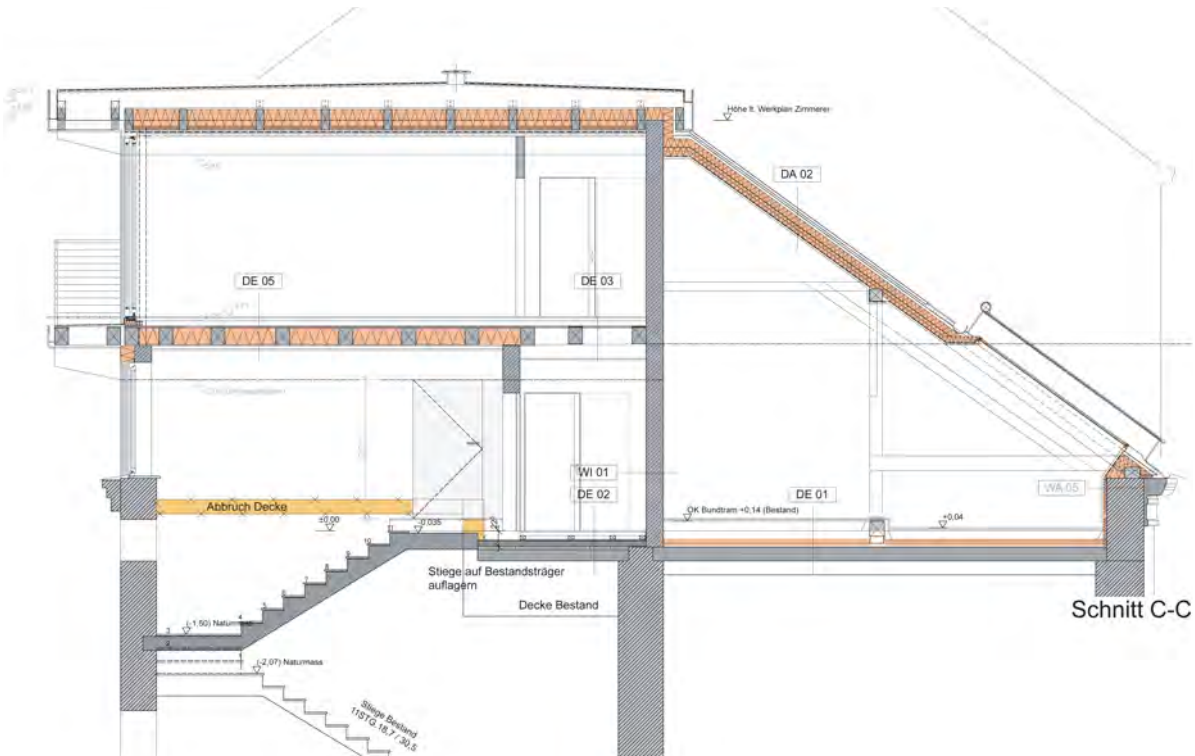


Abb. 4.11: Schnitt C-C und D-D

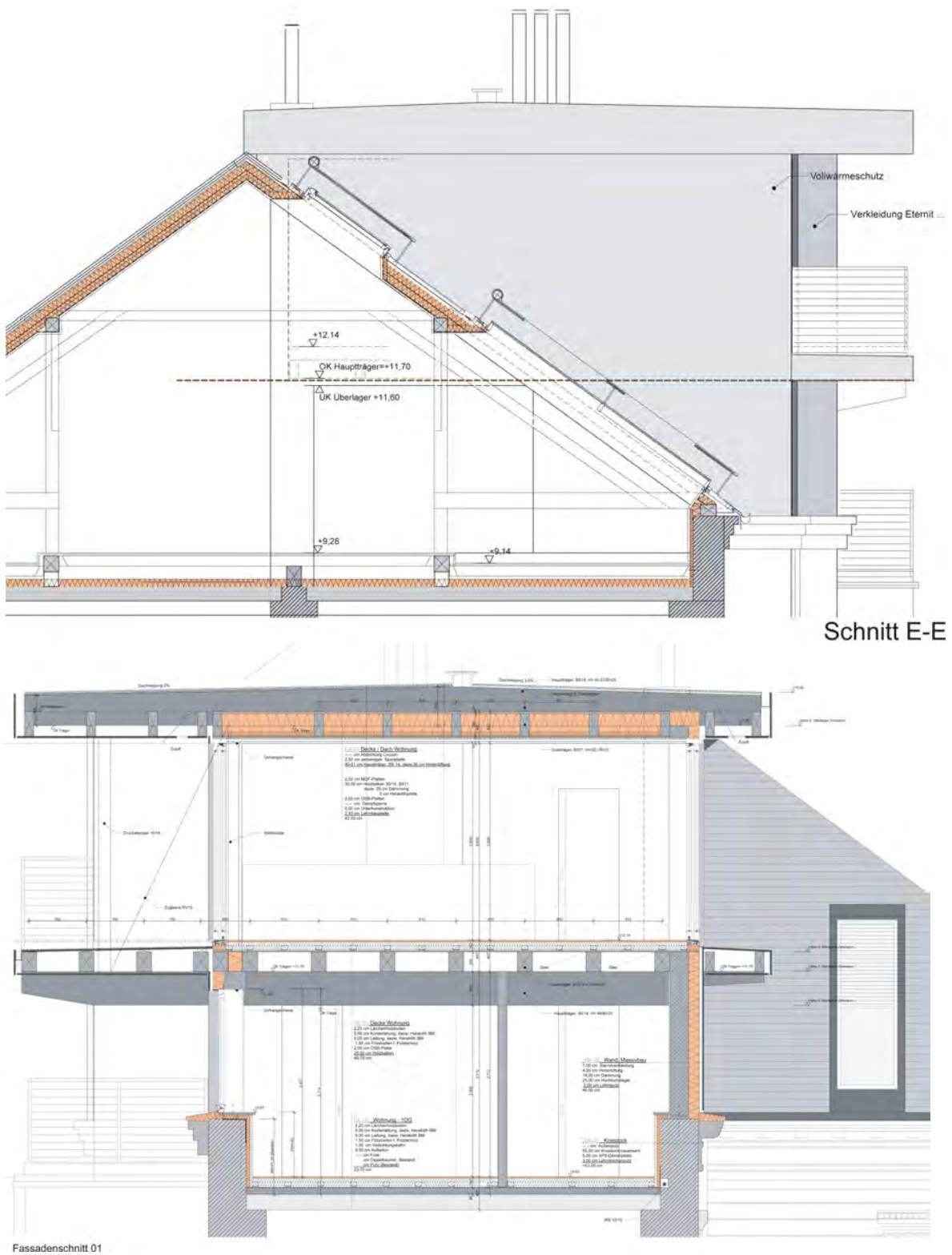


Abb. 4.12: Schnitt E-E und Fassadenschnitt 01

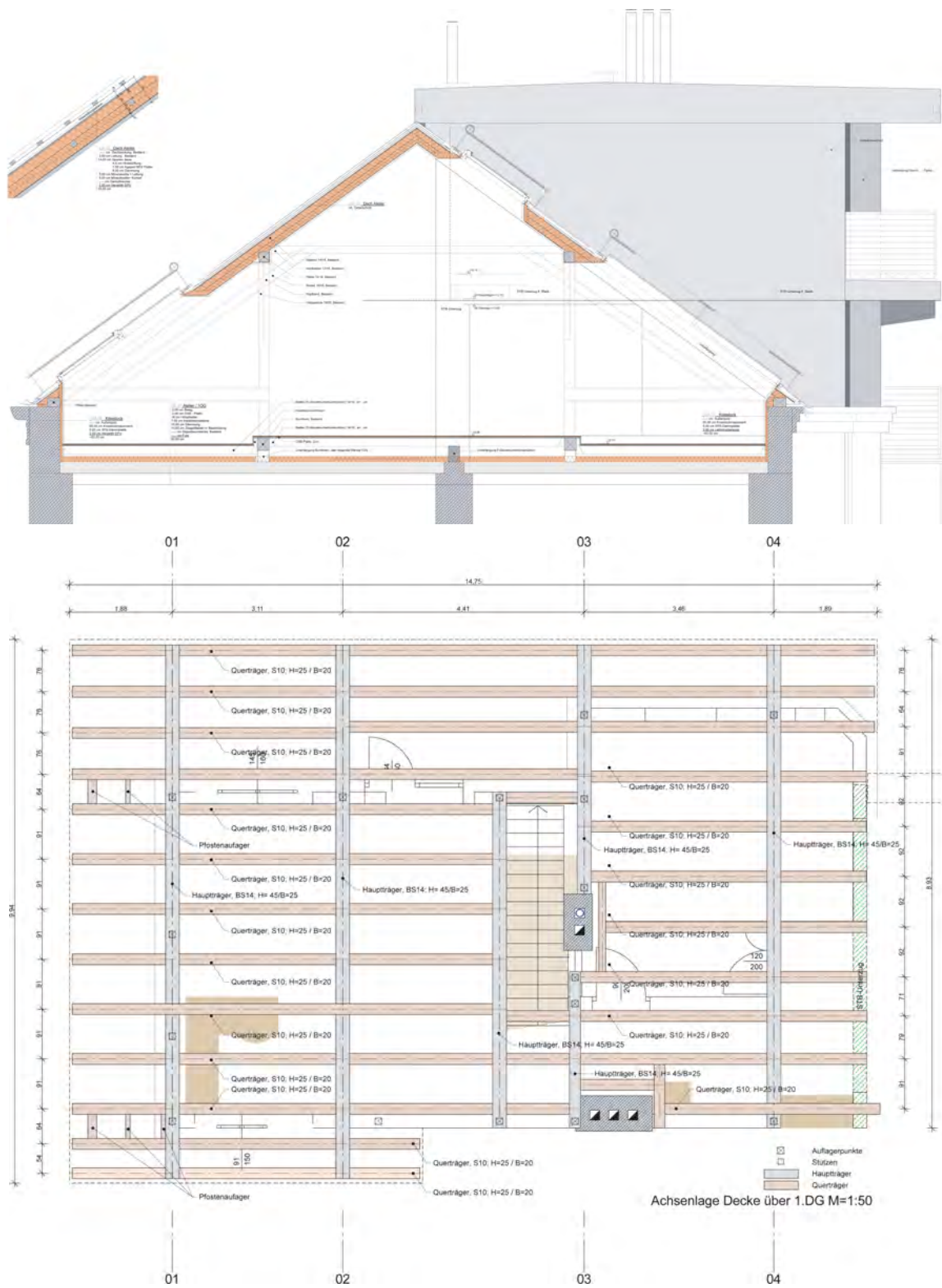


Abb. 4.13: Schnitt durch Satteldach und Achsenlage Decke über 1. Dachgeschoss

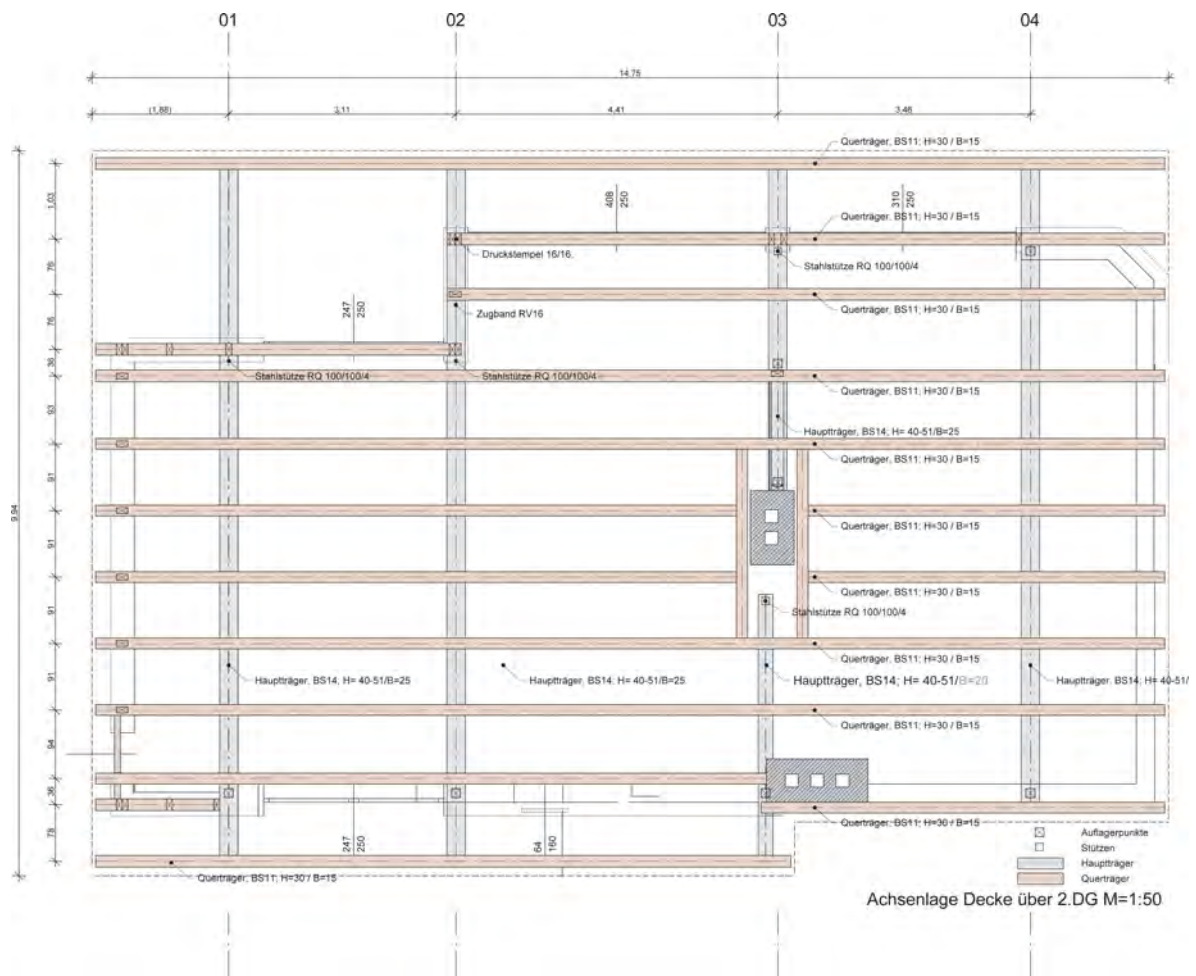


Abb. 4.14: Achsenlage Decke über 2. Dachgeschoss und Südwestansicht



Abb. 4.15: Norswestansicht, Blick vom Sportplatz und Nordansicht



Abb. 4.16: Balkonuntersichten und Anschluss des Neubaukubusses ans Satteldach



Abb. 4.17: *Begehbarer Schrank und Bad, Südansicht, Kieferntruppe, Innenansichten 2. DG*

M Stadtentwicklung – Potential ‚Gründerzeitbock‘

H. Gangoly



Univ.-Prof. DI Architekt
Hans Gangoly

1988	Abschluss des Architekturstudiums an der TU Graz
1996–1999	Vorstandsmitglied der Zentralvereinigung der Architekten Österreichs – Landesverband Steiermark
seit 2007	Professor am Institut für Gebäudelehre der TU Graz
2007	Gründung der Gangoly & Kristiner Architekten ZT GmbH

Bis zur Drucklegung lag kein Beitrag für den Tagungsband vor.

