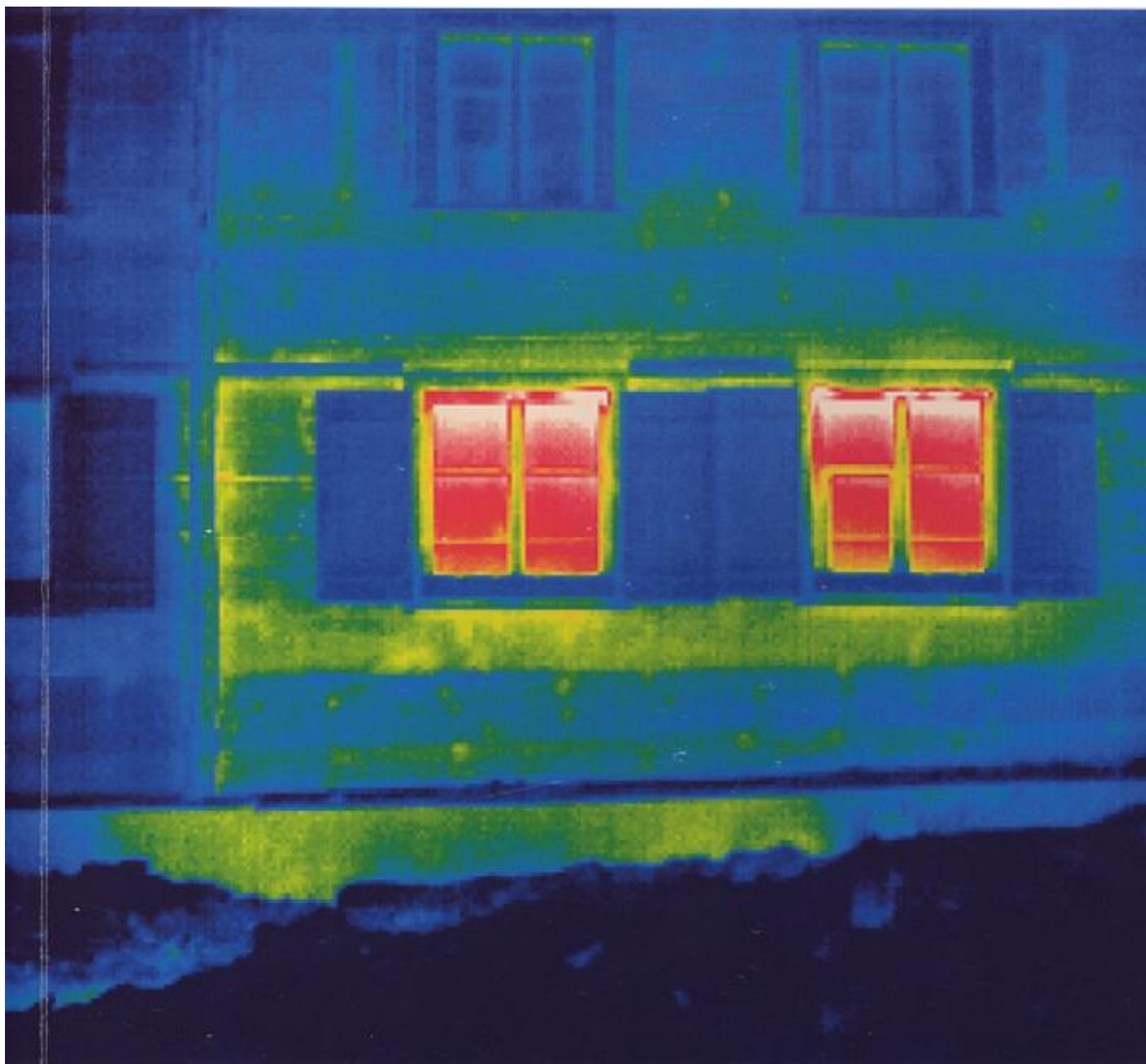




Denkmalpflege und Energiesparen - Konfliktsituation oder Ideallösung?

Ernst Baumann



Inhaltsverzeichnis

Impressum

Herausgeber/Auslieferung

Hochbauamt des
Fürstentums Liechtenstein
Denkmalpflege und Archäologie
Messinastrasse 5
FL-9495 Triesen

Hinweis: Für den Inhalt zeichnet der
Autor allein verantwortlich

Redaktion

Patrik Birrer; Hansjörg Frommelt

Lektorat

Sigi Scherrer, Vaduz

Autor

Ernst Baumann
Baumann Akustik und Bauphysik AG
Bahnhofstrasse 23
CH-9602 Bazenheid
T 0041 71 931 55 60
F 0041 71 931 55 61
E info@baumann-bauphysik.ch
www.baumann-bauphysik.ch

Gestaltung und Satz

Gassner. Grafische Anstalt,
Vaduz

Druck

Gutenberg AG, Schaan

© Hochbauamt des
Fürstentums Liechtenstein,
Denkmalpflege und Archäologie
Triesen 2006

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

Alle Rechte vorbehalten
Gedruckt in Liechtenstein

ISBN-10: 3-9522933-3-4
ISBN-13: 978-3-9522933-3-1

Vorwort	2
Einleitung	3
1. Allgemeines	6
2. Ziel des Forschungsberichts	7
3. Projektbeschrieb	8
3.1 Ausgangslage	8
3.2 Vorgehen	8
3.3 Zeitplan	9
3.4 Messkonzept	9
4. Messobjekte	10
4.1 Haus «Hagen», Nendeln	10
4.2 Haus «Madleni», Triesenberg	12
4.3 «Walserhaus», Triesenberg	14
4.4 Bauliche Massnahmen	15
4.5 Übersicht Messstellen und Geräte	16
5. Messungen	18
5.1 Durchführung	18
5.2 Energieverbrauch	19
5.3 Ergebnisse der Messung	19
6. Helios-Simulation	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Einfluss der Standorte	20
6.3 Eingabedaten	20
7. Energiesparen	22
7.1 Förderungsmaßnahmen	22
7.2 Auswirkung von wärmetechnischen Massnahmen	22
7.3 Ergebnisse	23
8. Kommentar	24
8.1 Allgemeines	24
8.2 Sonnenenergienutzung	24
8.3 Einfluss Luftaustausch	26
8.4 Einfluss Innendämmung	27
8.5 Vergleich zwischen Wärmeverbrauchsmessung und Helios-Simulation	27
8.6 Heizwärmebedarf mit verschiedenen Massnahmen (Helios-Simulationen)	29
8.7 Fenster	32
8.8 Innenklima unbeheizter Räume	35
9. Schlussfolgerungen	38
9.1 Einfluss Standort	38
9.2 Innendämmung/Luftdichtigkeit	39
9.3 Aussendämmung	39
9.4 Fenster	40
9.5 Energiesparen	40
9.6 Vergleich Messungen mit Simulationsrechnungen	41
9.7 Vorgehen	41
10. Anhang	43
10.1 Lage- und Baugeschichte der Untersuchungsobjekte	43
10.2 Messwerte	45
11. Glossar	48

(aus: Kommentar, Sonnenenergienutzung, S. 25)

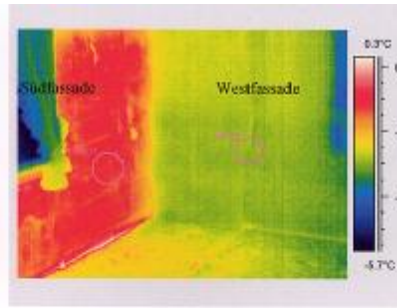


Abbildung 23 (links)
Haus «Madleni»: Südwestecke des Raums
über dem Messzimmer

Abbildung 24 (rechts)
Ausschnitt aus Abbildung 23:
IR-Aufnahme vom 14.2.2003, 19.30 Uhr
(Aussentemperatur -6.5

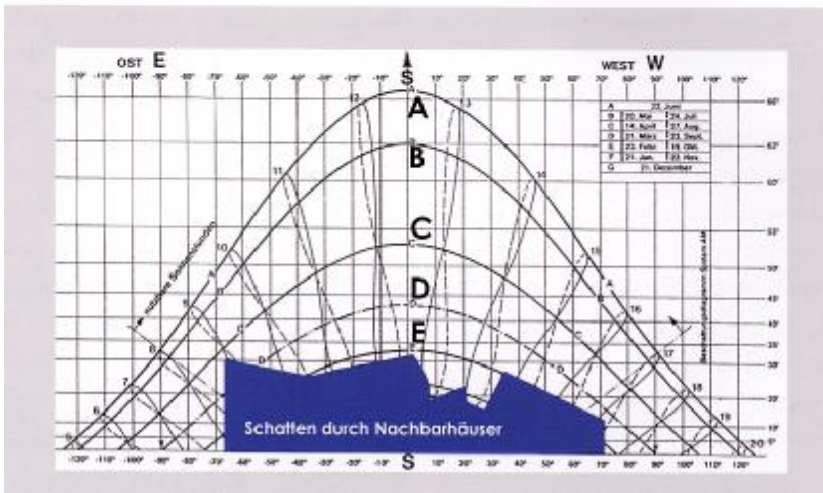


Abbildung 25
Haus «Madleni»: Sonnenbahn- und
Beschattungsdiagramm,
Aufnahmestandort Südfenster

Beschattung durch Häuser und Bäume:
blaue Fläche,
Sonnenbahnen: Kurven A bis G

A: Sonnenbahn am 22.6.
E: Sonnenbahnen am 23.2. und 19.10.;
Beschattung bis 10 Uhr und ab 14.30 Uhr
F; G: Sonnenbahnen vom 22.11. bis 21.1.;
z. T. durch Nachbarhäuser beschattet

Den Einfluss der Sonne nicht unterschätzen



Abbildung 26 (links)
Haus «Madleni»: Sonneneinfluss und
Beschattung der Südfassade am
20.12.2001, 12 Uhr

Abbildung 27 (rechts)
Haus «Hagen»: Sonneneinfluss ohne
Beschattung der Südfassade am
20.12.2001, 11 Uhr

Schlussfolgerungen

(S. 38-42)

Erst eine gesamtheitliche Betrachtung zeigt die Wirkung von Wärmeschutzmassnahmen auf.

In der Gesamtbeurteilung erhalten denkmalpflegerische Argumente mehr Gewicht.

Der Standort spielt eine wichtige Rolle.

Während der Heizperiode sind unbeheizte Räume im Vergleich zur mittleren Aussentemperatur nur um 2 bis 3°C wärmer.

Eine 4 cm starke Innendämmung bewirkt eine Einsparung um 25 %.

Eine Innendämmung von 8 cm Stärke ist bauphysikalisch nicht zu empfehlen

Die Messungen vor Ort haben in Verbindung mit Simulationsrechnungen verschiedene Erkenntnisse über wärmetechnische Verbesserungen bei der Renovation von erhaltens- und schutzwürdigen Wohnbauten gebracht. Eine Gesamtbeurteilung hilft, die objektspezifischen Verbesserungsmöglichkeiten im Bereich des Wärmeschutzes nicht überzubewerten. Dies ist insofern wichtig, als punktuelle Energieeinsparungen durch Einzelmassnahmen (z.B. neue Fenster) sehr oft nur bauteilbezogen beurteilt werden.

Bei einer ganzheitlichen Sichtweise muss also neben dem Wärmeschutz gegen aussen auch der Wärmeverlust gegen die unbeheizten Innenräume in die Beurteilung einbezogen werden. Denn mit zunehmender Verbesserung des Wärmeschutzes gegen aussen fallen die internen Wärmeverluste stärker ins Gewicht. So hat sich gezeigt, dass bei einer Teilmassnahme - wie zum Beispiel bei der Innendämmung einer Aussenwand - die Wärmeverluste in die umliegenden Kalträume bis zur Hälfte der Wärmeverluste nach aussen ausmachen.

Damit erhalten denkmalpflegerische Argumente mehr Bedeutung, weil ohne eine gesamtheitliche Betrachtung die bauteilbezogene Beurteilung von Energiesparmassnahmen überbewertet wird. Wird beispielsweise bei der Beurteilung eines Objekts die Wärmeerzeugung (z. B. Wärmepumpe mit Erdsonde statt Ölheizung) einbezogen, werden die Vergleiche von baulichen Energiesparmassnahmen etwa um den Faktor 3 verringert.

Fazit: Es ist also möglich, denkmalpflegerische Aspekte mit den Massnahmen zur Energieeinsparung in Einklang zu bringen.

9.1 Einfluss Standort

Als weitere wichtige Erkenntnis geht aus dieser Untersuchung auch die Bedeutung der Lage des Objekts hervor. Der ursprüngliche Standortvorteil eines historischen Gebäudes an sonniger Lage kann im Lauf der Zeit durch den Bau von Häusern in unmittelbarer Nachbarschaft verloren gehen.

So zeigte sich, dass das Haus «Madleni» am Sonnenhang in Triesenberg von den benachbarten Häusern mehr beschattet wird als das 400 m tiefer gelegen Haus «Hagen» in Nendeln. Andererseits stellte sich heraus, dass das Haus «Madleni» von der kurzzeitigen Besonnung mehr profitiert als das Haus «Hagen», obwohl die durchschnittliche Aussentemperatur in Triesenberg tiefer ist als in Vaduz und Nendeln. An einem kalten sonnigen Wintertag kennt am Haus «Madleni» - fünf Stunden nach dem letzte Sonnenstrahl auf der Südfassade - noch immer eine erhöhte Oberflächentemperatur gemessen werden. Die Temperaturen in den unbeheizten Räumen der Messobjekte lagen während des Winterhalbjahrs im Mittel

lediglich um 2 bis 3°C über der Aussentemperatur. Der Wärmefluss von beheizten Räumen (20°C) zu unbeheizten ist somit nur um 15% geringer als nach aussen.

9.2 Innendämmung/Luftdichtigkeit

Ausgehend von den Messungen des Heizwärmeverbrauchs mit und ohne Innendämmung wurden alle weiteren wärmetechnischen Massnahmen, wie dickere Dämmstärken oder andere Fenster, rechnerisch ermittelt. Dabei gilt es zu unterscheiden, ob eine wärmetechnische Massnahme in Bezug auf das ganze Objekt (u. a. mit Einbezug der internen Wärmeverluste) beurteilt wird oder ob sie lediglich bei Vergleichen zwischen einzelnen Bauteilen (z.B. unterschiedliche Dämmstärken) als Kriterium dient.

Eine Innendämmung von 4 cm Stärke spart - unter Berücksichtigung der internen Wärmeverluste und passiven Sonnenenergienutzung - beim Massiv- sowie beim Haus «Madleni» rund 25% Heizwärme. Dieser Wert ist hinsichtlich der rationellen Energieverwendung, der Behaglichkeit und der Zunahme der Wandstärke optimal für Häuser, die aus denkmalpflegerischen Gründen aussen nicht verändert werden sollten. Eine Innendämmung mit einer Stärke von 2 cm spart rund 10 % Heizwärme und liegt damit in einem ungünstigen Kosten-/Nutzenverhältnis. Wesentlich dickere Dämmstärken im Bereich von 8 cm sparen rund 30 bis 35% Heizwärme. Diese sind aber aus bauphysikalischen und vor allem aus denkmalpflegerischen Gründen nicht zu empfehlen, da zur Isolation nochmals 2 bis 3 cm für Unterkonstruktion und neue Wandverkleidung kommen. Demgegenüber erhöht sich die Einsparung an Heizwärme mit der Verdoppelung der Dämmstärke von 4 auf 8 cm nur um rund 10%, weil die Verluste über Wärmebrücken und die Verringerung der passiven Nutzung der Sonnenenergie stärker ins Gewicht fallen. Mit zunehmender Dämmstärke sinkt zum Beispiel auch die Oberflächentemperatur im Übergangsbereich einer Innenwand zur neuen Wandflucht. Zudem wird die Behaglichkeit gegenüber einer Innendämmung mit 4 cm Stärke nur unwesentlich erhöht.

Bei raumseitig luftdichter Abdeckung - wie zum Beispiel mit Gipskarton - ist keine zusätzliche Dampfbremse nötig. Wichtig sind die Anschlüsse an die Fensterleibungen, Decken, Böden und an andere Bauteile. Bei Luftleckagen, welche bei Altbauten oftmals unvermeidlich sind, darf der Feuchtetransport aus den beheizten Räumen aussenseitig nicht abgeschottet werden.

9.3 Aussendämmung

Eine Aussendämmung ist aus bauphysikalischen Gründen einer Innendämmung vorzuziehen.

Sie weist verschiedene Vorteile auf:

- Vermeidung von Wärmebrücken,
- bessere Luftdichtigkeit,
- bessere Nutzung der Sonnenenergie (grössere Speicherfähigkeit),
- Verminderung der Klimaeinwirkung auf die Tragkonstruktion.

Dabei müssen die Aussenwände innen-seitig nicht abgedichtet werden und die bestehenden Wandverkleidungen können unverändert belassen werden. Beim Wärmedämmputz ist zu beachten, dass ein 6-8 cm starker Auftrag ungefähr der Dämmstärke einer 4 cm dicken Zellulose-, Mineral- oder Glaswollschicht entspricht. Werden die bei einer Innendämmung unvermeidlichen Verluste über Wärmebrücken mitberücksichtigt, zeigt es sich, dass die Wärmeverluste einer Innendämmung mit 8 cm Stärke etwa jenen einer 6 cm starken Aussendämmung entsprechen.

9.4 Fenster

Ein restauriertes einfachverglastes Fenster mit Vorfenster ist bezüglich Heizwärmeverbrauch des gesamten Hauses als praktisch gleichwertig zu betrachten wie ein Fenster, das mit Normalglas zu einem doppelverglasten Fenster umgebaut wurde.

Ein neues Fenster, das aussen eine Einfachverglasung im ursprünglichen Glasmass aufweist und innen mit einer sprossenlosen Isolierverglasung aufgedoppelt ist, bringt gegenüber der Kombination von Einfachfenster/Vorfenster eine Einsparung an Heizwärme von rund 10 bis 15%.

Zusammenfassung

Kleine Einsparung 10 bis 15%

IV-Fenster anstelle von restaurierten Fenstern mit Vorfenstern
2 cm starke Innendämmung

Mittlere Einsparung um 25%

4 cm starke Innendämmung

Grosse Einsparung um 35%

8 cm starke Innendämmung
6 cm starke Aussendämmung
4 cm starke Innendämmung und IV-Fenster

Grösste Einsparung um 45%

8 cm starke Innendämmung und IV-Fenster
Einfachfenster mit Vorfenster ist mit aufgedoppeltem Einfachfenster (Normalglas) vergleichbar und führt zu keiner Erhöhung des Heizwärmeverbrauchs eines älteren Hauses.

Förderbeiträge

Die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz gelten für energierelevante Umbauten/Sanierungen in gleicher Weise wie für Neubauten. Wird dabei nur ein einzelnes Bauteil tangiert, so sind die gesetzlichen Anforderungen lediglich für dieses zu erfüllen.

Erfüllen die Anforderungen gewisse Kriterien, werden im Fürstentum Liechtenstein Förderbeiträge aus-gerichtet. Die Höhe des Förderbeitrags hängt sowohl von der Art und Weise des Wärmeschutzes des Gebäudes als auch vom Typus der Wärmeerzeugung ab. Der Eigentümer eines denkmalgeschützten Objekts kann sich auf die in der Energieverordnung (EnV Art.14) festgelegte Ausnahme berufen und keine oder nur geringe Wärmeschutzmassnahmen treffen. Er verzichtet dann aber nicht nur auf Förderbeiträge, sondern bezahlt diesen Entscheid auch mit höheren Energiekosten und hat gewisse Komforteinbussen in Kauf zu nehmen.

Die andere Möglichkeit ist der in dieser Untersuchung aufgezeigte Weg. Daraus geht hervor, dass mit denkmalpflegerisch akzeptablen Massnahmen und mit objektspezifischen Energiesparmassnahmen die Behaglichkeit erhöht wird und - je nach baulichen Massnahmen - Förderbeiträge ausgelöst werden können.

9.6 Vergleich Messungen mit Simulationsrechnungen

Der gemessene und der mit der Helios-Simulation errechnete Heizwärmeverbrauch der Messzimmer stimmt sowohl für das Haus «Hagen» in Nendeln als auch für das Haus «Madleni» in Triesenberg mit Abweichungen von weniger als 10% gut überein. Sind die Auswirkungen von wärmetechnischen Massnahmen für das ganze Objekt zu beurteilen, eignet sich dafür der Systemnachweis nach SIA 380/1.

9.7 Vorgehen

Aus den Untersuchungen ergeben sich verschiedene Hinweise und Forderungen für ein schrittweises Vorgehen bei der Renovation von historischer Bausubstanz:

Schritt 1: Erfassung Ist-Zustand

Die Zustandserfassung ist die Grundlage einer seriösen Projektierung der Renovation und schliesst - je nach Bedeutung des Objekts - die von einem Bauhistoriker bestätigte historische Relevanz mit ein. Werden Schäden am Objekt festgestellt (Feuchte, biogene Schäden usw.), muss über die Weiterverwendung oder den Ersatz von Bauteilen in Zusammenarbeit mit

Denkmalpflegern, Architekten, Statikern, Handwerkern und Spezialisten entschieden werden.

Neben detaillierten Kenntnissen über die Bauteile muss das weitere Umfeld des Objekts in die Beurteilung einbezogen werden (behördliche Auflagen, Besonnung, Lärmschutz usw.).

Schritt 2: Detailplanung

Die Renovation geht oftmals mit einer Nutzungsänderung einher, welche bauphysikalisch nicht zu unterschätzende Konsequenzen haben kann. Dies gilt es vor allem dann zu beachten, wenn ursprünglich unbeheizte Räume zu ständig beheizten Räumen umgenutzt werden. Um zukünftige Bauschäden vermeiden zu können, muss geprüft werden, ob die bestehende Substanz neuen Nutzungen gewachsen ist.

Zur Erstellung eines Wärmeschutzkonzepts sowie für die wärmetechnische Dimensionierung von Bauteilen ist der Systemnachweis SIA 380/1 ein taugliches Mittel. Zudem dient er als Grundlage zur Ermittlung des Wärmebedarfs.

Hinsichtlich der Wärmeerzeugung für Heizung und Warmwasser sowie der Wärmeverteilung und -abgabe müssen auch Möglichkeiten einbezogen werden, die sich aus der Nutzung von Umweltenergien ergeben.

Schritt 3: Ausführung

Je besser die Ist-Zustandserfassung ist, desto zuverlässiger können die Massnahmen geplant werden. Die Entscheidungskompetenz des Fachberaters wird erhöht und trägt letztlich zur Verringerung des Risikos bei, «böse» Überraschungen zu erleben.

In kürzester Zeit kann durch Unverständnis oder Unaufmerksamkeit jahrhundertalte Substanz für immer vernichtet werden. Präzise Absprachen und Baukontrollen sind nötig, damit die historische Bausubstanz nicht zerstört und die Schutzwürdigkeit des Objekts beeinträchtigt oder sogar in Frage gestellt wird.

Schritt 4: Unterhalt

Zu Beginn der Nutzungsphase ist es wichtig, dass der Eigentümer/Nutzer auf die zu erwartenden Unterhaltsarbeiten hingewiesen wird. Eine gute Unterhaltsplanung trägt in entscheidendem Mass zur Lebensdauer eines Bauteils bei. Ein sorgfältiger, aber immer noch zumutbarer Unerhalt leistet einen wesentlichen Beitrag zur Werterhaltung von historischer Substanz und verschiebt die spätere Entscheidung "Ersatz oder Erhalt" zugunsten des Erhaltes.