

Richtlinie

# ENERGIEEFFIZIENZ AM BAUDENKMAL











Richtlinie

# ENERGIEEFFIZIENZ AM BAUDENKMAL

1. FASSUNG — 17. März 2011

# INHALT

ZIELSETZUNG	6
VORBEMERKUNGEN	7
<b>I. GRUNDREGELN</b>	<b>8</b>
<b>II. MASSNAHMEN ÜBERSICHT</b>	<b>9</b>
<b>III. MASSNAHMEN IM DETAIL</b>	<b>10</b>
<b>MASSNAHMEN AN DER BAUWERKSHÜLLE</b>	<b>10</b>
 <b>1. AUSSENWÄNDE</b>	<b>10</b>
1.1 Außenwand Mauerwerk	11
1.1.1 Instandsetzung Mauerwerk	11
1.1.2 Innendämmung Mauerwerk	11
1.1.3 Außendämmung Mauerwerk	12
1.1.4 Außendämmung Mauerwerk erdberührend	13
1.2 Außenwand Holzbau	14
1.2.1 Instandsetzung Holzbau	14
1.2.2 Innendämmung Holzbau	14
1.2.3 Außendämmung Holzbau verkleidet	15
1.2.4 Außendämmung Holzbau unverkleidet	15
1.2.5 Dämmung Fachwerkbau	15
1.3 Außenwand Sichtbeton	16
1.3.1 Innendämmung Sichtbeton	16
1.3.2 Außendämmung Sichtbeton	16
 <b>2. DECKEN, BÖDEN, GEWÖLBE</b>	<b>16</b>
2.1 Oberste Geschoßdecke	17
2.1.1 Dämmung oberste Geschoßdecke	17
2.2 Fußboden	17
2.2.1 Dämmung Fußboden unterkellert	18
2.2.2 Dämmung Fußboden nicht unterkellert	18
2.3 Gewölbe	18
2.3.1 Dämmung über Gewölbe	19
2.3.2 Dämmung unter Gewölbe	19
2.3.3 Dämmung Oberseite Gewölbe	19
2.3.4 Dämmung Unterseite Gewölbe	20
 <b>3. DÄCHER</b>	<b>20</b>
3.1 Steildach	20
3.1.1 Instandsetzung Dach	21
3.1.2 Eingestellte Dämmung	21
3.1.3 Untersparrendämmung	21
3.1.4 Aufsparrendämmung	22
3.1.5 Zwischensparrendämmung mit Überlüftung	22
3.1.6 Zwischensparrendämmung ohne Überlüftung	23
3.1.7 Dachdämmung ohne durchgängiges Unterdach	24
3.2 Flachdach	24
3.2.1 Dämmung Flachdach	25
 <b>4. FENSTER UND TÜREN</b>	<b>25</b>
4.1 Fenster	25
4.1.1 Instandsetzung Fenster	25
4.1.2 Abdichtung Fenster	26
4.1.3 Optimierung Fensterglas	26
4.1.4 Zusätzliche Fensterebene	27
4.1.5 Austausch historischer Fenster	28

4.2	Außentüren / Tore	28
4.2.1	Instandsetzung Tür	28
4.2.2	Abdichtung Tür	29
4.2.3	Optimierung Türglas	29
4.2.4	Aufdoppelung Türblatt	29
4.2.5	Zusätzliche Türebene	29
4.2.6	Austausch historischer Türen	30
<b>MASSNAHMEN AN DER GEBÄUDETECHNIK</b>		<b>30</b>
	<b>5. WÄRMEERZEUGUNG</b>	<b>31</b>
5.1	Holzbrennstoffe	31
5.2	Wärmepumpen	31
5.2.1	Grundwasserwärmepumpen	32
5.2.2	Erdwärmepumpen	32
5.2.3	Luftwärmepumpen	32
5.3	Solarenergie	33
5.3.1	Solarthermie	33
5.3.2	Photovoltaik	34
5.4	Fernwärme	35
5.5	Dämmung Verteilsystem	36
	<b>6. WÄRMEABGABE</b>	<b>36</b>
6.1	Heizkörper / Konvektoren	37
6.1.1	Nutzung vorhandener Systeme	37
6.1.2	Installation neuer Systeme	37
6.2	Kachelofen / Grundofen / Kamin	37
6.2.1	Nutzung vorhandener Öfen	38
6.2.2	Errichtung neuer Öfen	38
6.3	Bauteilheizung	38
6.3.1	Fußbodenheizung / Deckenheizung	38
6.3.2	Wandheizung eingefräst / eingeputzt	39
6.3.3	Sockelleistenheizung	39
6.4	Temperierung	40
6.4.1	Sockeltemperierung	40
6.4.2	Mauerfußtemperierung	40
6.4.3	Wandtemperierung eingefräst / eingeputzt	41
	<b>7. LÜFTUNG   KÜHLUNG</b>	<b>41</b>
7.1	Lüftungs- und Klimaanlage	42
	<b>8. GEBÄUDEAUTOMATION</b>	<b>43</b>
<b>IV. BEWILLIGUNGSVERFAHREN</b>		<b>44</b>
<b>V. RECHTLICHE GRUNDLAGEN</b>		<b>45</b>
<b>VI. NACHWEISVERFAHREN</b>		<b>47</b>
<b>VII. GLOSSAR</b>		<b>50</b>
<b>VIII. QUELLEN</b>		<b>53</b>
<b>IMPRESSUM</b>		<b>56</b>



## ZIELSETZUNG

---

**Die Einsparung** fossiler Energien und CO<sub>2</sub> Emissionen ist eine der dringendsten Aufgaben Europas und führt derzeit zu zahlreichen ambitionierten Vorhaben. Oft kommt es dabei zu radikalen und zerstörenden Eingriffen in das bauliche Erbe eines Landes. Das gemeinsame Ziel der Denkmalpflege und des Umweltschutzes muss jedoch in einer tatsächlich nachhaltigen Entwicklung liegen. Die Schonung der natürlichen, materiellen und kulturellen Ressourcen schließt demnach einen sorgsamen Umgang mit den nicht »erneuerbaren« Baudenkmalen ein.

**Von den zwei Millionen Bestandsbauten** in Österreich stehen 1,3 Prozent unter Denkmalschutz. Davon werden etwa 20.000 Baudenkmale ständig genutzt und thermisch konditioniert. Dieser Gebäudeanteil ist nicht ausschlaggebend für die Gesamtenergiebilanz des Landes, Verbesserungen sind jedoch auch hier möglich. Wenn die energetische Optimierung in einem *denkmalverträglichen* Maße erfolgt, kann sie für die zukünftige Nutzung und die gesicherte Erhaltung der Baudenkmale förderlich sein.

**Vor diesem Hintergrund** beschäftigt sich die Denkmalpflege intensiv mit den Möglichkeiten der thermischen und technischen Gebäudeoptimierung. Für die Baudenkmale gilt es, eine Betrachtungsweise zu etablieren, welche auf die speziellen Eigenschaften und Stärken der historischen Bauweisen eingeht und den Handlungsbedarf nicht einseitig aus Neubaunormen und standardisierten Bewertungsverfahren ableitet. Ziel ist es, den Denkmalbestand vor irreversiblen Fehlern zu bewahren.

# VORBEMERKUNGEN

**Die vorliegende Richtlinie** umfasst die Grundsätze des Bundesdenkmalamts im Hinblick auf die energetische Sanierung von Baudenkmalen. Auf diesem Wege soll es allen Beteiligten ermöglicht werden, hinkünftig schneller zu einvernehmlichen Lösungen zu gelangen. Sie wird in der 1. Fassung vom 17. März 2011 auf der website des Bundesdenkmalamts bereitgestellt ([www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads)) und entsprechend den fortschreitenden Erkenntnissen durch Folgefassungen aktualisiert.

**Die Richtlinie bildet einen Leitfaden** zur Einschätzung jener Maßnahmen, die an einem Baudenkmal im Rahmen der energetischen Sanierung vertretbar oder gegebenenfalls nicht vertretbar sind. Es werden jene Wege beschrieben, die bei der Abwägung zwischen den Möglichkeiten einer energetischen Verbesserung auf der einen Seite sowie der Bewahrung der Substanz, der überlieferten Erscheinung und künstlerischen Wirkung des Baudenkmal auf der anderen Seite zu beschreiten sind. Diese Vorgaben sollten für alle Überlegungen am Beginn eines Projekts und für die konkreten Planungen gelten. Auf jeden Fall gelten sie schließlich für die denkmalpflegerischen Beurteilungen durch das Bundesdenkmalamt. Diese Abwägung bildet den Kern der Bestimmungen der §§ 4 Abs.1 und 5 Abs.1 Denkmalschutzgesetz<sup>34</sup> und wird durch die vorliegende Richtlinie hinsichtlich der Fragen der Energieeffizienzmaßnahmen erstmals transparent und nachvollziehbar gemacht. Somit wird diese Richtlinie als Entscheidungsgrundlage für alle jene Baudenkmale heranzuziehen sein, die gemäß §§ 2a oder 3 Denkmalschutzgesetz unter Denkmalschutz stehen und die energetisch verbessert werden sollen. In der Sache kann sie selbstverständlich auch für jene historischen Bauten gewinnbringend angewendet werden, die im Rahmen der Stadt- und Ortsbildpflege, der Welterbegebiete oder der österreichischen Kulturlandschaft ihre Bedeutung haben. Darüber hinaus soll die Richtlinie auch ein Wegweiser sein, um im öffentlichen Förder- und Normierungswesen zu einer sachgerechten Behandlung der Baudenkmale beziehungsweise des historisch wertvollen Bestandes insgesamt zu kommen.

**Bei manchen Maßnahmen** wäre die nachteilige Veränderung des Baudenkmal so gravierend, dass in diesen Fällen nach der Abwägung in der Regel eine Versagung der Maßnahme vorgezeichnet ist. Die Richtlinie ist jedoch so aufgebaut, dass zahlreiche alternative Maßnahmen zur energetischen Sanierung erkennbar werden. Jene (zahlenmäßig wenigen) Bauten, welche den üblichen Kanon der bewährten historischen Bauwei-

sen verlassen und eine außergewöhnliche materialtechnische sowie bauphysikalische Herausforderung darstellen, bedürfen einer vertieften Behandlung, die im Rahmen einer Richtlinie nicht mehr erfassbar ist.

**Die Richtlinie zur Energieeffizienz** an Baudenkmalen gliedert sich in einen ersten Überblicksteil mit zwei Checklisten (Grundregeln, Maßnahmen Übersicht), den ausführlichen zweiten Teil zu den einzelnen Maßnahmen an der Bauwerkshülle beziehungsweise den Maßnahmen an der Gebäudetechnik (Maßnahmen im Detail) sowie einen abschließenden dritten Teil mit weiterführenden rechtlichen und technischen Informationen (Bewilligungsverfahren, Rechtliche Grundlagen, Nachweisverfahren, Glossar, Quellen).

**Es werden ausschließlich Methoden behandelt**, die durch bauliche Veränderungen Auswirkungen auf die Substanz, Struktur und Erscheinung eines Baudenkmal haben können. Neben diesen harten Faktoren spielen Kriterien wie zum Beispiel Lebensdauer, Lage oder Ökologie für die Energiebilanz und Nachhaltigkeit eines Gebäudes eine ebenso wichtige Rolle. Diese so genannten »weichen« und oft schwer messbaren Größen werden in diesem Rahmen nicht ausgeführt, dürfen bei der Beurteilung, ob energetische Sanierungsmaßnahmen effizient und zielführend sein können, jedoch nicht übersehen werden.

**Und schließlich darf nicht vergessen werden**, dass letztendlich die Nutzung und das Nutzerverhalten in hohem Maße entscheidend für den Energiebedarf eines Gebäudes sind. Aktuell wird ein großer Teil der Energieeinsparung, die eine umfassende energetische Sanierung eines Bauwerks erzielt, durch die Anhebung des Nutzerkomforts wieder getilgt (Rebound-Effekt). Ohne ein entsprechend verändertes Bewusstsein über die Auswirkungen des Lebensstils und eine entsprechende Verhaltensänderung wird der wachsende Energiebedarf weltweit kaum aufzuhalten sein. Durch das persönliche Verhalten lässt sich tatsächlich auf schnellstem und kostengünstigstem Weg Energie einsparen. In verschiedenen Wettbewerben konnte gezeigt werden, dass sich der Verbrauch in öffentlichen Gebäuden zwischen 10% und 40% binnen kürzester Zeit allein durch bewusstes Nutzerverhalten senken ließ.<sup>42, 45</sup> Auch in privaten Haushalten besteht hier ein bedeutendes Potential, das sofort und ohne jegliche Investition wirksam gemacht werden kann.

# I. GRUNDREGELN

---

Für eine erfolgreiche energetische Sanierung gelten folgende denkmalpflegerische Grundregeln:

- 1. ORIGINAL** Oberste Zielsetzung von Denkmalschutz und Denkmalpflege ist die möglichst unveränderte Erhaltung der historisch überlieferten Substanz und Erscheinung. Im Falle notwendiger Veränderungen sind der Vorzustand, die Maßnahmen und der Zustand nach den Eingriffen gemäß denkmalpflegerischen Standards zu dokumentieren.
- 2. ANALYSE** Viele Baudenkmale weisen eine über die Zeit gewachsene, äußerst heterogene Substanz auf. Im Vorfeld einer Planung ist daher die möglichst vollständige Kenntnis des Bestands sowohl in bautechnischer als auch in bauphysikalischer Hinsicht notwendig.
- 3. GESAMTPROJEKT** Projekte sollen sich durch eine ganzheitliche Planung auszeichnen und sich nicht auf Einzelmaßnahmen fokussieren. Das Erreichen einzelner flächenbezogener U-Werte oder theoretischer Heizwärmebedarf-Angaben ist nicht zielführend, sondern es muss eine sinnvolle Optimierung des Gesamtenergiehaushalts eines Objekts angestrebt werden.
- 4. NUTZERVERHALTEN** Die Zielsetzung einer energetischen Sanierung kann nicht auf vorgegebenen Ansätzen wie beim normierten Energieausweis basieren, sondern muss konkret auf die Nutzung und das Nutzerverhalten im Objekt eingehen.
- 5. INDIVIDUELL** Baudenkmale erfordern Einzellösungen anstelle von Standardrezepten. Dies verlangt von den Beteiligten die Bereitschaft zu einem unter Umständen erhöhten Planungsaufwand, einer verbesserten Qualitätssicherung und verstärkter Kommunikation mit oder zwischen Baufachleuten, Bauherrschaft und Denkmalpflege bis zum Abschluss der Maßnahmen.
- 6. INSTANDSETZUNG** Als erster Schritt sind Fehlerquellen am Baudenkmal zu erheben, Reparaturen auszuführen und ursprüngliche Funktionskonzepte zu reaktivieren, um das Potential der historischen Substanz wieder zur Geltung zu bringen. Erst wenn die Möglichkeiten einer Instandsetzung ausgeschöpft sind, wird über eventuelle Ergänzungen oder Auswechslungen entschieden.
- 7. MATERIALKONFORM** Notwendige Ergänzungen im Zuge energetischer Verbesserungen sind in der Materialität möglichst konform mit dem überlieferten Bestand auszuführen.
- 8. FEHLERTOLERANT** Da man sowohl in der Herstellung als auch in der Benutzung erfahrungsgemäß keine idealen Zustände vorfindet, sind fehlertolerante, reparaturfähige bzw. reversible Konstruktionen vorzuziehen.
- 9. RISIKOFREI** Eine langjährige Schadensfreiheit ist zu gewährleisten. Die Beteiligung von BauphysikerInnen mit einschlägiger Erfahrung im Umgang mit der Sanierung von Baudenkmalen ist hierzu oft notwendig. Neuerungen beziehungsweise Versuche sind am Baudenkmal ausschließlich dann vertretbar, wenn sie im Rahmen eines wissenschaftlichen Projekts begleitet werden. Ansonsten gilt für alle Maßnahmen: lieber weniger und sicher – als viel und riskant.
- 10. WEITBLICK** Maßnahmen am Denkmal reihen sich in eine schrittweise Optimierung im Laufe der vergangenen Jahrhunderte ein. Eine Erhaltung erfordert von allen Beteiligten einen über die allgemeine Haftung oder Amortisationszeit hinaus gehenden Weitblick.



## II. MASSNAHMEN ÜBERSICHT

Im Rahmen von energetischen Sanierungen können sehr verschiedene Maßnahmen eingesetzt werden. Sie bedeuten jeweils einen unterschiedlich starken Eingriff in das Bauwerk. Die folgende Liste gibt hierzu einen ersten Überblick, beansprucht jedoch keine Vollständigkeit (weitere Erläuterungen siehe angegebene Kapitel).

### GRÜN

#### Denkmalverträgliche Maßnahme

Die Maßnahme bedeutet einen geringen Eingriff in Substanz und Erscheinung des Baudenkmals. Sie ist gut denkmalverträglich. Daraus ergibt sich eine einfache Bewilligungsfähigkeit.

### GELB

#### Bedingt denkmalverträgliche Maßnahme

Die Maßnahme bedeutet einen gewissen nachteiligen Eingriff in Substanz und Erscheinung des Baudenkmals. Sie ist nur bedingt denkmalverträglich und erfordert einen erhöhten Planungsaufwand. Daraus ergibt sich eine eingeschränkte Bewilligungsfähigkeit beziehungsweise eine Bewilligung mit Auflagen.

### ROT

#### Nicht denkmalverträgliche Maßnahme

Die Maßnahme bedeutet einen gravierenden nachteiligen Eingriff in Substanz und Erscheinung des Baudenkmals. Sie ist nicht denkmalverträglich. Daraus ergibt sich eine Versagung der Bewilligung.

Instandsetzung Wand → 1.1.1, 1.2.1

Instandsetzung Fenster und Türen → 4.1.1, 4.2.1

Instandsetzung Dach und eingestellte Dämmung im Dachraum → 3.1.1 – 2

Dämmung oberste Geschoßdecke → 2.1.1

Dämmung über Gewölben abgesetzt → 2.3.1

Dämmung Fußboden unterkellert → 2.2.1

Dämmung Flachdach → 3.2.1

Mauerfußtemperierung → 6.4.2

Optimierung bestehender Heizungsanlage und Heizkörper → 6.1.1, 5.5

Gebäudeautomation → 8.

Heizen mit Fernwärme, Heizen mit Holz (Einzelöfen) → 5.4, 6.2

Heizen mit Grundwasserwärmepumpe, Erdwärmepumpe (Tiefenbohrung) → 5.2.1, 5.2.2

Solarthermie neben dem Baudenkmal → 5.3.1

Abdichtung Fenster und Türen → 4.1.2, 4.2.2

Nachträgliche Beschichtung von Fensterglas → 4.1.3

Sockeltemperierung → 6.4.1

Heizen mit Holz (Zentral) → 5.1

Photovoltaik neben dem Baudenkmal → 5.3.2

Optimierung Fensterglas (beschichtete Einfachgläser) → 4.1.3

Optimierung Türglas → 4.2.3

Aufdoppelung Türblatt → 4.2.4

Zusätzliche Ebene Fenster und Türen → 4.1.4, 4.2.5

Dämmung Fußboden nicht unterkellert → 2.2.2

Dämmung auf Oberseite von Gewölben und unter Gewölben abgehängt → 2.3.2 – 3

Dämmung Dach (Auf-, Unter- und Zwischensparrendämmung mit Überlüftung) → 3.1.3 – 5

Innendämmputz und Innendämmung Wand → 1.1.2, 1.2.2, 1.2.5, 1.3.1

Außendämmung Holzbau verkleidet → 1.2.3

Außendämmung Mauerwerk erdberührend → 1.1.4

Bauteilheizung und Bauteiltemperierung → 6.3.1 – 3, 6.4.3

Heizen mit Erdwärmepumpe (Flächenkollektor), Luftwärmepumpe → 5.2.2, 5.2.3

Solarthermie am Baudenkmal nicht einsehbar → 5.3.1

Lüftungs- und Klimaanlage → 7.1

Einsatz von Isolierglas an Fenstern → 4.1.3

Zwischensparrendämmung ohne Überlüftung → 3.1.6

Photovoltaik am Baudenkmal nicht einsehbar → 5.3.2

Außendämmputz Wand verputzt → 1.1.3

Abbruch (Austausch) historischer Fenster und Türen → 4.1.5, 4.2.6

Dämmung auf Unterseite von Gewölben → 2.3.4

Dachdämmung ohne Unterdach → 3.1.7

Solarthermie und Photovoltaik am Baudenkmal einsehbar → 5.3.1, 5.3.2

Außendämmung Wand → 1.1.3, 1.2.4, 1.2.5, 1.3.2



## III. MASSNAHMEN IM DETAIL

---

### Massnahmen an der Bauwerkshülle

Der Heizwärmeverbrauch kann über die Verbesserung der Bauwerkshülle und der Gebäudetechnik verringert werden. Optimierungen sollten vorrangig die Technik, dann erst die Gebäudehülle betreffen. Es sind grundsätzlich immer jene Maßnahmen zu bevorzugen, die den geringst möglichen Eingriff in Substanz, Erscheinung und Wirkung des Baudenkmals bedeuten.

In diesem Abschnitt werden Maßnahmen betrachtet, die an der Bauwerkshülle ansetzen. Zu jedem Bauteil sind jeweils die einzelnen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und die wichtigsten denkmalpflegerischen Regeln dargestellt. Derartige Eingriffe sind niemals isoliert zu betrachten, sondern immer im Zusammenhang mit dem gesamten Gebäudesystem zu sehen. Konkrete Lösungen sind je nach Situation mit dem Bundesdenkmalamt festzulegen.

Der Großteil der Baudenkmale besteht aus traditionellen bewährten Konstruktionen und den regional typischen Bauweisen. Vereinzelt sind Bauwerke zu behandeln, die sich aufgrund ihres technischen, experimentellen oder puristischen Charakters in diesen Kanon nicht einordnen lassen und für die keine erprobten Methoden vorzuweisen sind. In diesen Fällen ist schrittweise ein individuelles Lösungskonzept zu entwickeln.

Der Zustand der Bausubstanz hat grundsätzlich einen dominierenden Einfluss auf den Energiebedarf eines Gebäudes. Eine thermisch-energetische Optimierung ist von der Problematik Feuchtigkeit und Salztransport nicht zu trennen. Kenntnisse über das Verhalten von Material und Konstruktion sind daher Grundvoraussetzung für Wirksamkeit und Erfolg von Sanierungsmaßnahmen. Wenn man bedenkt, dass sich der Wärmedurchlasswiderstand eines Materials schon bei geringer Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes deutlich verschlechtert, ist es klar, dass die Problemstellung der Feuchtigkeit am Bau vorrangig zu lösen ist. Schon dadurch können die positiven Materialeigenschaften von historischer Bausubstanz wieder zur Geltung gebracht werden. Werden Dämmmaßnahmen ohne Rücksicht auf den Feuchtehaushalt durchgeführt, versagt nicht nur das Dämmvermögen binnen kurzem, sondern ist auch das Tragverhalten von Konstruktionen auf Dauer in Frage gestellt.

Für bestimmte Maßnahmen am Baudenkmal werden Nachweise zur Sicherung der langfristigen Schadensfreiheit verlangt. Diese sind im Kapitel VI. »Nachweisverfahren« näher beschrieben.

### 1. AUSSENWÄNDE

---

Die Fassaden bestimmen die äußere Wirkung eines Baudenkmals. Für das Erscheinungsbild ist nicht nur die formale Gestaltung, sondern auch die Beschaffenheit der Oberflächen einer Fassade verantwortlich. Weit über die »Zur-Schau-Stellung« hinaus ist eine Fassade ein sensibles Zeugnis für äußerst vielschichtige Phänomene wie Alter, Stilepoche, historische Ereignisse, Bauphasen, lokales Handwerk, verfügbares Material und vieles anderes mehr.

*Maßnahmen zur Senkung des U-Wertes einer Außenwand müssen immer im Zusammenhang mit dem Feuchtehaushalt, Salztransport und Diffusionsverhalten der bestehenden Wand betrachtet werden.*



Eine nachträgliche Außendämmung führt zum Verlust all der genannten Eigenschaften und zu Veränderungen an allen Bestandsfenstern. Sie bedeutet somit einen Identitätsverlust der Architektur und ist mit dem Auftrag zur Bewahrung des authentischen Erscheinungsbildes im Sinne des Denkmalschutzes nicht vereinbar. Diese authentische Wirkung kann durch eine oberflächliche Nachbildung mit Dämmprofilen oder Ähnlichem nicht ersetzt werden.

Auch innenseitige Wandoberflächen sind oftmals gewachsene und bauhistorisch bedeutsame Bestandteile des Baudenkmals und können für die Erscheinung eines Innenraums von entscheidender Bedeutung sein. Daher ist immer zu bedenken, dass auch eine nachträglich aufgebrachte Innendämmung eine nachteilige Beeinträchtigung der Raumgestalt und eine Zerstörung von wertvollen Putzoberflächen oder Wandfassungen nach sich ziehen kann.

Die energetische Sanierung von Wandkonstruktionen zählt dementsprechend zu den heikelsten Aufgaben in der Baudenkmalpflege. Lösungen sind sehr spezifisch und nur unter Einschränkungen möglich.

Methodisch ist zwischen Dämmstoffen (Bahnen, Platten etc.), die als zusätzliche Schicht oder im Zuge von Wandverkleidungen aufgebracht werden, und Dämmstoffen, die als Zuschlagmaterial für Putze dienen (Dämmputze) zu unterscheiden. Im Folgenden werden Wandkonstruktionen aus Mauerwerk, Holz und Sichtbeton getrennt betrachtet.

## 1.1 AUSSENWAND MAUERWERK

Mauerwerkskonstruktionen sind die Kernsubstanz des Baudenkmals. Sie sind Zeugnis des Gestaltungswillens und der Bautechnik einzelner historischer Epochen. Mauerwerk besitzt neben der ästhetischen Bedeutung einen historischen Quellenwert, der durch historische Bauregeln und Materialien determiniert ist.

Verputzte Oberflächen sind integraler Teil des Baudenkmals und grundsätzlich zu erhalten. Der österreichische Denkmalbestand zeichnet sich durch einen großen Reichtum an bauzeitlichen Originalputzen aus. Diesen Bestand gilt es besonders zu schützen.

*U-Wert Beispiele<sup>50</sup>:  
(Vollziegel, trocken):*

Wandstärke	U-Wert
30 cm	1,6
60 cm	1,0
90 cm	0,7
120 cm	0,5

*gefordert nach OIB<sup>26</sup> 0,35*

### 1.1.1 Instandsetzung Mauerwerk



Die Außenwand wird nach den aktuellen Grundsätzen der Denkmalpflege instand gesetzt und damit ihr tatsächliches Dämm- und Speichervermögen optimal ausgenutzt.

### 1.1.2 Innendämmung Mauerwerk



Innendämmungen erlauben eine thermische Verbesserung ohne Veränderung der historischen Außenerscheinung eines Baudenkmals und ermöglichen ein differenziertes Eingehen auf thermische Erfordernisse. Eine Innendämmung kann im Einzelfall ein geeignetes Mittel zur Verbesserung der thermischen Eigenschaften der Raumschale sein. Speziell im Fall von temporären Nutzungen wird ein schnelles Heizen des Raumes unterstützt und nicht die gesamte Speichermasse der Bauteile erwärmt.

*Eine Innendämmung kann nicht als reversible Maßnahme bezeichnet werden.*



Durch Innendämmungen verändert sich der Temperaturverlauf in der Wand. Der Taupunkt verlagert sich weiter nach innen. Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite wird erhöht.

Je stärker die Innendämmung, desto größer das Risiko von Bauschäden aufgrund von Durchfeuchtung (z.B. Versagen von Holzbauteilen).

Die gegenseitige Beeinflussung von Innendämmungen und Bauteilheizungen ist zu beachten.

Sie ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch die Anbringung der Dämmung darf es weder zu einer Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Putzschichten und Wandoberflächen kommen.
- Vor Anbringung der Dämmung ist seitens des Bundesdenkmalamts zu klären, ob der bestehende Putz entfernt, überputzt, beklebt oder gedübelt werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen an Mauerwerk, Putz und Anstrichen erforderlich.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen. Bei Innendämmungen hinter Ausstattungselementen (historischen Tafelungen etc.) und bei Fassungen auf der Wandaußenseite (Sgraffiti, Fresken etc.) ist diese besonders zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Diffusionsoffene und kapillaraktive Materialien sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen.
- Zur Verhinderung der Luftströmung durch die Innendämmung und dem damit verbundenen Risiko der Wasserdampfkondensation ist auf die Luftdichtheit und deren praktische Realisierbarkeit zu achten.
- Die Anschlussbereiche der Decken/Böden an die Außenwand bedürfen einer detaillierten Planung (Wärmebrücken). Eine Durchtrennung historischer Decken- und Bodenkonstruktionen (Balkenköpfe) ist auszuschließen.
- Für Dämmputze sind materialkonforme Zuschlagstoffe zu verwenden (z.B. mineralische Zuschläge für Kalkputze) und die Putzstärke dem ursprünglichen Putzauftrag möglichst anzulehnen.
- Im Falle der Entfernung historischer raumprägender Putzoberflächen ist die neue Putzoberfläche entweder dem ursprünglichen Charakter möglichst anzugleichen, oder gegebenenfalls eine neue Oberflächengestaltung im Einvernehmen mit dem Bundesdenkmalamt zu konzipieren.

### 1.1.3 Außendämmung Mauerwerk

Die folgenden Vorgaben betreffen Mauerwerksbauten mit Putzfassaden. Sichtmauerwerk aus z.B. Ziegel oder Naturstein ist davon ausgenommen. Aufgrund der gezielten Gestaltungsabsicht ist die Anbringung von Außendämmputzen oder Außendämmungen bei diesen Fassaden grundsätzlich nicht möglich.

#### Außendämmputz



Die Verwendung eines Außendämmputzes bedeutet immer den Verlust der überlieferten Oberfläche und des überlieferten Erscheinungsbildes eines Baudenkmals. Diese Maßnahme ist mit dem Auftrag zur Bewahrung des authentischen Erscheinungsbildes im Sinne von Denkmalschutz und Denkmalpflege nicht vereinbar.

Ein Außendämmputz ist nur in Ausnahmefällen unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Der Effekt einer Dämmung kann nicht durch alternative Maßnahmen erzielt werden.
- Durch die Anbringung des Dämmputzes darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes der Fassade noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Putzschichten und Wandoberflächen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob und wie der bestehende Putz verändert werden darf (entfernen oder überputzen).

Dämmputze können bei geringen Wandstärken eine Senkung des U-Wertes von bis zu einem Drittel bewirken.

U-Wert Beispiele <sup>50</sup>:  
Vollziegel und 5 cm Dämmputz:

Wandstärke	U-Wert
25 cm	von 1,8 auf 1,1
45 cm	von 1,3 auf 0,9



- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen an Mauerwerk, Putz und Anstrichen erforderlich.
- Für Dämmputze sind materialkonforme Zuschlagstoffe zu verwenden (z.B. mineralische Zuschläge für Kalkputze).
- Die langfristige Schadensfreiheit des darunter liegenden Mauerwerks ist zu gewährleisten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Putzstärke, Materialbeschaffenheit sowie Putzoberfläche sind dem ursprünglichen Putzauftrag möglichst anzunähern. Die Anschlüsse, Formen und Dimensionierungen der architektonischen Elemente der Fassade (Laibungen, Gesimse etc.) müssen dem historischen Architekturkonzept möglichst entsprechen.

## Außendämmung



Die nachträgliche Anbringung einer Außendämmung mit Wärmedämmverbundsystemen bedeutet den Verlust der gestalteten Architektur, der Oberfläche und des überlieferten Erscheinungsbildes eines Baudenkmals. Sie ist mit dem Auftrag zur Bewahrung des authentischen Erscheinungsbildes im Sinne von Denkmalschutz und Denkmalpflege nicht vereinbar und daher grundsätzlich nicht möglich.

Ausnahmen davon kann es nur bei Fassadenteilen geben, die ursprünglich nicht als Ansichtsflächen konzipiert waren (z.B. Feuermauern). Dies auch nur dann, wenn der Effekt einer Dämmung nicht durch alternative Maßnahmen erzielt werden kann, die langfristige Schadensfreiheit des darunter liegenden Mauerwerks gewährleistet ist (siehe VI. Nachweisverfahren), die Dämmstärke in den Konstruktionsdetails anderer Bauelemente Berücksichtigung findet (z.B. Fensterposition) und die Rekonstruktion der Putzoberfläche sich dem ursprünglichen Bestand in Struktur und Material möglichst annähert (Dickputzbeschichtung).

In diesen Ausnahmefällen ist ein bauteilspezifisches Konzept als Entscheidungsgrundlage beizubringen. In speziellen Fällen (z.B. Feuermauern) kann auch eine Verkleidung mit anderen Materialien eine Alternative darstellen, wenn dies regional und typologisch begründbar ist.

*Eine Außendämmung mit Wärmedämmverbundsystemen kann nicht als reversible Maßnahme bezeichnet werden.*

### 1.1.4 Außendämmung Mauerwerk erdberührend



Die außenseitige Dämmung von erdberührenden Mauerbereichen kann bei Umnutzungen von Kellerräumen von Bedeutung sein und eine mögliche Option zur Verbesserung der Dämmung der Raumschale bilden.

*Sie ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Bei historischem Stein- und Ziegelmauerwerk darf die Möglichkeit der Trocknung des Mauerwerks nach außen durch eine Dämmung nicht unterbunden werden. Das Aufbringen von Sperrschichten direkt außenseitig auf das Mauerwerk ist aus Reversibilitätsgründen grundsätzlich zu vermeiden (Trennlage/Belüftung einbauen).
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmsystemen vorzuziehen.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Bei gleichzeitiger Ausbildung eines Drainagegrabens ist eine detaillierte Planung auszuarbeiten.
- Gegebenenfalls muss eine archäologische Begleitung der Arbeiten erfolgen.

*Diffusionsoffene Dämmsysteme an erdberührenden Mauern lassen sich beispielsweise mit Glasschaumschotter herstellen.*

*Die Standsicherheit während der Freilegung von Fundamentbereichen ist zu gewährleisten.*



## 1.2 AUSSENWAND HOLZBAU

Auch wenn Holzkonstruktionen von Dauer sein können, sind sie im Vergleich zu Steinbauten vergänglichere Baukonstruktionen (Feuchtigkeit, Brandgefahr). In vielen Regionen haben daher Steinbauten ältere Holzbauten verdrängt oder sind Holzbauten durch Putzaufbauten geschützt worden. Der heute überlieferte Bestand an Holzbauten konzentriert sich besonders auf den alpinen Raum und prägt hier das Erscheinungsbild der Kulturlandschaft. Ihre außergewöhnliche Charakteristik gilt es besonders zu erhalten. Grundsätzlich ist der Veränderungsspielraum holzsichtiger Bauten daher gering.

Holz ist naturgemäß ein guter Dämmstoff, insbesondere wenn die Holzteile trocken gehalten werden. Die Verhinderung von Durchfeuchtung ist generell entscheidend für die Lebensdauer dieser Konstruktionen.

*U-Wert Beispiele <sup>50</sup>:  
(Holzblockbau, Innenverkleidung)*

Wandstärke	U-Wert
10 cm	0,9
15 cm	0,7
20 cm	0,5

*gefordert nach OIB <sup>26</sup> 0,35*

### 1.2.1 Instandsetzung Holzbau



Die Außenwand wird nach den aktuellen Grundsätzen der Denkmalpflege instand gesetzt und damit ihr tatsächliches Dämm- und Speichervermögen optimal ausgenutzt.

### 1.2.2 Innendämmung Holzbau



Innendämmungen erlauben eine thermische Verbesserung ohne Veränderung der historischen Außenseite des Baudenkmals und ermöglichen ein differenziertes Eingehen auf thermische Erfordernisse. Eine Innendämmung bei Wandkonstruktionen aus Holz (Block- oder Ständerbau) ist in der Regel ein geeignetes Mittel zur Verbesserung der thermischen Eigenschaften der Raumschale.

*Sie ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Anbringung der Dämmung darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes, noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Putzschichten und Wandverkleidungen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die Oberfläche verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen an Putz, Verkleidung und Anstrichen erforderlich.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Diffusionsoffene und kapillaraktive Materialien sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Zur Verhinderung der Luftströmung durch die Innendämmung und des damit verbundenen Risikos der Wasserdampfkondensation im Bauteil ist auf die Luftdichtheit und deren praktische Realisierbarkeit zu achten.
- Die Anschlussbereiche der Decken/Böden an die Außenwand bedürfen einer detaillierten Planung (Wärmebrücken). Eine Durchtrennung historischer Decken- und Bodenkonstruktionen (Balkenköpfe) ist auszuschließen.
- Die abschließende Oberfläche wird dem Charakter der historischen Wandgestaltung möglichst angeglichen (z.B. Wiederverwendung historischer Vertäfelungen). Im Falle der Entfernung historischer raumprägender Putzoberflächen, ist die neue Putzoberfläche entweder dem ursprünglichen Charakter möglichst anzugleichen oder gegebenenfalls eine neue Oberflächengestaltung dem Bundesdenkmalamt zur Beurteilung vorzulegen.

*Im Zuge von Innendämmungen verändert sich der Temperaturverlauf in der Wand. Der Taupunkt verlagert sich weiter nach innen.*

*Je stärker die Innendämmung, desto größer das Risiko von Bauschäden aufgrund von Durchfeuchtung (z.B. Versagen von Holzbauteilen).*

### 1.2.3 Außendämmung Holzbau verkleidet



Holzbauten besitzen zum Teil abschließende Fassadenverkleidungen in Form von Brettern oder Holzschindeln.

*Das Einfügen einer Dämmung zwischen Wandkonstruktion und äußerer Verkleidung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Das Einfügen der Dämmung darf zu keiner nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes der Fassade führen (Dämmstärke, Laibungstiefen etc.).
- Einer Erneuerung der vorhandenen Verschalung bzw. Verschindelung der Außenwand darf denkmalpflegerisch im Hinblick auf ihren historischen Bestand bzw. ihr Altersbild nichts entgegenstehen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob auf ältere Fassungen hinter der Verkleidung Rücksicht zu nehmen ist. Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen erforderlich.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Auf Winddichtigkeit ist zu achten. Die nötige Hinterlüftung der Verkleidung ist zu gewährleisten.
- Die Anschlussbereiche wie Sockel, Fenster, Dach etc. bedürfen einer detaillierten Planung.
- Die Neuausführung der Verkleidung muss in der Bauweise und Oberflächengestaltung der historischen Verkleidung möglichst angeglichen werden.

### 1.2.4 Außendämmung Holzbau unverkleidet



Aufgrund der signifikanten Außenerscheinung von Holzbauten mit der gezielten Ablesbarkeit der Bauweise und den sichtbaren Konstruktionsdetails ist die Anbringung von Außendämmungen bei unverkleideten Holzbauten grundsätzlich nicht möglich.

### 1.2.5 Dämmung Fachwerkbau

In Österreich sind historische Fachwerkbauten auf einzelne wenige Regionen und Epochen begrenzt. Sie stellen eine Sonderform im Holzbau dar. Bei der Bauweise handelt es sich um eine Mischkonstruktion aus tragenden Holzbauteilen und Füllmaterialien (Ziegel, Putz, Lehm o.ä.).

#### *Innendämmung*



Siehe 1.2.2 Innendämmungen Holzbau unter besonderer Beachtung des vorhandenen Füllmaterials und Gefüges.

#### *Außendämmung*



Aufgrund der signifikanten Außenerscheinung von Fachwerksbauten mit der gezielten Ablesbarkeit der Bauweise und den sichtbaren Konstruktionsdetails ist die Anbringung von Außendämmungen bei Fachwerkbauten grundsätzlich nicht möglich.



## 1.3 AUSSENWAND SICHTBETON

Sichtbetonbauten sind besondere architektonische Zeugnisse des 20. Jahrhunderts. Bei diesen Objekten handelt es sich meist um Funktionsbauten wie Schulen, Kirchen und andere öffentliche Gebäude, welche zeichenhaften Charakter haben. Mittels Sichtbeton wurde entweder ein skulpturaler, kubischer Gesamtausdruck oder eine ablesbare, statisch intendierte Einfachheit geschaffen. Die expressive Kraft und gesuchte architektonische Ehrlichkeit hängen unmittelbar an der unverfälschten Materialsprache, die durch die Einprägung der Schalbretter eine zusätzliche Textur bekommt. Eine Veränderung dieser Oberflächen würde die Vernichtung der Architektursprache bedeuten. Vielfach sind hier Alternativen in der Gebäudetechnik wie auch im Nutzungskonzept zu suchen.

### 1.3.1 Innendämmung Sichtbeton



Betonkonstruktionen sind besonders schlank dimensionierte, diffusionsperrende und wärmeleitende Bauweisen. Eine Innendämmung ist generell nur dann vertretbar, wenn die Wandinnenseite nicht als Sichtbeton konzipiert, sondern verputzt oder verkleidet ist.

Sie ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch die Anbringung der Dämmung darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des architektonischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von besonderen Wandfassungen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die Wandoberfläche verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen zu Beton, Verputz oder Farbkonzepten erforderlich.
- Die Substanz muss sich in einwandfreiem Zustand befinden (Instandsetzung). Es dürfen keine aktiven Bauschäden verkleidet werden. Bei Betonsanierungen sind entsprechende Fachleute zu beteiligen.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Die Anschlussbereiche der Decken/Böden an die Außenwand bedürfen einer detaillierten Planung (Wärmebrücken).
- Die abschließende Oberfläche ist dem Charakter der ursprünglichen Oberfläche möglichst anzugleichen oder gegebenenfalls eine neue Oberflächengestaltung dem Bundesdenkmalamt zur Beurteilung vorzulegen.

Durch Innendämmungen verändert sich der Temperaturverlauf in der Wand. Der Taupunkt verlagert sich weiter nach innen. Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite wird erhöht.

Ein Innendämmputz kann bei Betonwänden theoretisch eine deutliche Senkung des U-Wertes bedeuten. Der Tauwasseranfall steigt jedoch problematisch.

U-Wert Beispiele <sup>50</sup>:  
Beton und 3cm Dämmputz

Wandstärke	U-Wert
15 cm	von 4,2 auf 2,2
25 cm	von 3,6 auf 2,0

Feuchtigkeit im Bauteil kann zur Korrosion der Bewehrung führen.

### 1.3.2 Außendämmung Sichtbeton



Aufgrund der gezielten Gestaltungsabsicht ist die Anbringung von Außendämmungen und Außendämmputzen bei Sichtbetonbauten grundsätzlich nicht möglich.

## 2. DECKEN, BÖDEN, GEWÖLBE

Abhängig von der Geometrie des Bauwerks haben die horizontalen Bauteile einen relativ großen Einfluss auf den Energieverbrauch eines Gebäudes. Bei gedrungener eingeschobigen Anlagen können Maßnahmen an den Decken und Böden die Gesamt-





energiebilanz eines Gebäudes deutlich verbessern. Thermische Veränderungen an diesen Bauteilen sind sehr verbreitet, da sie weniger durch formale Vorgaben eingeschränkt werden. Die bauphysikalischen Aspekte werden dabei oft vernachlässigt. Dies ist jedoch von großem Belang, da im denkmalgeschützten Bestand die Decken in der Regel Holzkonstruktionen sind, welche durch Feuchtigkeit besonders gefährdet werden.

## 2.1 OBERSTE GESCHOSSDECKE

Die oberste Geschoßdecke bildete üblicherweise die Grenze des thermisch konditionierten Wohnraums zum durchlüfteten Dachraum hin. Im Fall eines Dachbrandes diene die Decke als Schutz vor dem Feuer.

Deckenkonstruktionen sind meist Holzkonstruktionen, welche im Innenraum unterschiedlichste Gestaltungselemente aufweisen können (Holzverzierungen, Stuckarbeiten, Deckenmalereien etc.). Deckengestaltungen früherer Bauphasen sind möglicherweise durch jüngere überlagert.

### 2.1.1 Dämmung oberste Geschoßdecke



Eine Dämmung der obersten Geschoßdecke zum Dachraum hin ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch die Ausführung der Dämmung darf es weder zu einer Gefährdung der Deckenkonstruktion noch zu einer Zerstörung wertvoller Deckenuntersichten kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die bestehende Decke zusätzlich beansprucht oder verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauarchäologische Voruntersuchungen erforderlich.
- Ziel muss es sein, den bestehenden Deckenaufbau zu erhalten und die Dämmung darüber auszuführen. Deckenschüttungen sind archäologische Verdachtsbereiche (Fundstücke) und sollten möglichst erhalten werden. Ein Entfernen kann zudem zu Lastverschiebungen führen und Rissbildung zur Folge haben.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Die Anwendung von Vernetzungsmitteln (etwa bei geneigten Flächen) ist auszuschließen.
- Zur Kontrolle und Wartung sind die Begehbarkeit und Reversibilität zu gewährleisten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Der Anschlussbereich der Decke an die Außenwand und die Ausbildung der Dachtraufe (notwendige Belüftung) bedürfen einer detaillierten Planung. Eine Durchtrennung historischer Deckenkonstruktionen (Balkenköpfe) ist auszuschließen.

*Die Auswirkungen auf das Raumklima im Dach sind zu beachten. Temperatursenkung kann in Folge zu einer Erhöhung der Luftfeuchtigkeit führen (Gefahr von Kondensat).*

*Vernetzungsmittel zur Stabilisierung der Dämmung sind nicht beständig und werden sukzessive in der Bausubstanz abgelagert.*

*Der erforderliche Schutz gegen Flugschnee und Schlagregen ist zu beachten.*

## 2.2 FUSSBODEN

Der Fußboden eines Gebäudes kann unterkellert oder erdberührend sein. Die Unterkellerung von Baudenkmalen diene einerseits der Schaffung von Lagerraum, andererseits der Entkopplung der Wohnräume gegenüber dem Erdreich. Zahlreiche Baudenkmale sind jedoch nicht unterkellert, sondern der unterste Boden liegt direkt auf dem anstehenden Erdreich auf. Diese Bauweise zeichnet sich in der Regel durch einen diffusionsoffenen Aufbau aus, d.h. es wurden keine Abdichtungen verwendet. Ein Lehmschlag-, Ziegel- oder Steinboden unterstreicht den bodenständigen Charakter des Hauses. Die überlieferten Böden bzw. Bodenaufbauten sind möglichst zu erhalten. Neue Nutzungsansprüche können allerdings Veränderungen im Bodenaufbau notwendig machen.



## 2.2.1 Dämmung Fußboden unterkellert



Eine Dämmung der untersten Geschoßdecke zum Kellerraum hin ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch die Ausführung der Dämmung darf es weder zu einer Gefährdung der Bodenkonstruktion noch zu einer Zerstörung von wertvollen Bodenbelägen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob der bestehende Boden verändert werden darf. Überlieferte Bodenbeläge sind gegebenenfalls zu erhalten bzw. wiederzuverwenden.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Materialuntersuchungen oder bauarchäologische Voruntersuchungen erforderlich.
- Für den Fall, dass der Bodenaufbau ausgewechselt werden kann, sind Schüttungen als archäologische Verdachtsbereiche (Fundstücke) im Anlassfall zu untersuchen.
- Wird die Dämmung an der Deckenunterseite ausgeführt, ist seitens des Bundesdenkmalamts vorab zu klären, inwieweit sichtbare Deckenuntersichten (z.B. Balkendecken) eine Abhängung zulassen.
- Die vorhandene Raumhöhe im Keller muss den Einbau einer zusätzlichen Schicht ermöglichen.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

Die Auswirkungen auf das Raumklima im Keller sind zu beachten. Temperatursenkung kann in Folge zu einer Erhöhung der Luftfeuchtigkeit führen (Gefahr von Kondensat und Schimmelbildung).

## 2.2.2 Dämmung Fußboden nicht unterkellert



Eine Dämmung des erdberührenden Fußbodens ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch die Ausführung der Dämmung darf es zu keiner Zerstörung von wertvollen Bodenbelägen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob der bestehende Boden verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Materialuntersuchungen oder bauarchäologische Voruntersuchungen erforderlich.
- Überlieferte Bodenbeläge werden möglichst wiederverwendet.
- Die diffusionsoffene Bauweise wird möglichst beibehalten. Die wärmedämmende Wirkung darf in diesem Fall nicht zu hoch sein. Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Bei einem Systemwechsel müssen die materialtechnischen Parameter und die Belastung durch Bodenfeuchtigkeit beachtet werden. Die Ausführung von Abdichtungen und der Anschluss an die aufgehende Wand sind für das einzelne Objekt zu entwickeln. Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Größere Auskofferungen sind aufgrund der Störung archäologischer Schichten bzw. Vorgängerbauten zu vermeiden bzw. erfordern archäologische Untersuchungen.

Bei diffusionsoffenen Bodenaufbauten ist das Bodenmaterial entsprechend auszuwählen (z.B. keine versiegelten Holzböden).

## 2.3 GEWÖLBE

Gewölbe sind massive Bauteile mit besonderer statischer und meist auch brandschutztechnischer Funktion. Sie befinden sich häufig über dem Keller bzw. Erdgeschoß, können aber auch in Obergeschoßen platziert sein und bilden dort für die Erschließung und Befeuern des Hauses die historische bauliche Grundstruktur. Sie besitzen oft dekorative Oberflächen oder spezielle Details wie Stichkappen, Grate, Konsolen etc.. Einwölbungen sind teilweise erst nachträglich erfolgt. Sie bilden im



Baudenkmal zumeist einen Schwerpunkt des Denkmalcharakters und sind von zerstörerischen Eingriffen frei zu halten.

### 2.3.1 Dämmung über Gewölbe



Es ist zu prüfen, ob die bauliche Situation die Einführung einer abgesetzten, separaten Dämmebene oberhalb der Gewölbe erlaubt (z.B. Tramebene des Dachgebälks). So bleiben die Gewölbe zugänglich und überprüfbar.

### 2.3.2 Dämmung unter Gewölbe



*Die Dämmung unterhalb von Gewölben (abgehängt) ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Die Gewölbekonstruktion ermöglicht eine reversible Abhängung der Dämmebene (z.B. Kappendecke mit Traversen)
- Durch die Ausführung der Dämmung darf es weder zu einer Gefährdung der Gewölbekonstruktion noch zu einer Zerstörung von wertvollen Gewölbefassungen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob eine Abhängung ausgeführt werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauarchäologische Voruntersuchungen erforderlich.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen.
- Zur Kontrolle und Wartung sind die Zugänglichkeit und Reversibilität zu gewährleisten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

### 2.3.3 Dämmung Oberseite Gewölbe



*Die Dämmung von Gewölben auf der Oberseite ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Ausführung der Dämmung darf es zu keiner Gefährdung der Gewölbekonstruktion kommen. Die bauphysikalischen Veränderungen dürfen überdies kein Risiko für wertvolle Gewölbefassungen auf der Unterseite bedeuten.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob der Aufbau zusätzlich beansprucht oder verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauarchäologische Voruntersuchungen erforderlich.
- Der bestehende Aufbau muss erhalten bleiben und die Dämmung darüber ausgeführt werden. Gewölbeschüttungen sind archäologische Verdachtsbereiche (Fundstücke) und werden möglichst erhalten. Ein Entfernen der Schüttung kann zudem zur Kräfteverschiebung und Rissbildung führen.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Die Anwendung von Vernetzungsmitteln ist auszuschließen.
- Zur Kontrolle und Wartung sind die Zugänglichkeit und Reversibilität zu gewährleisten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Die Anpassung der Dämmstärken, Maßnahmen gegen Verrutschen sowie der Anschlussbereich der Gewölbe an die Außenwand bedürfen einer detaillierten Planung.

*Vernetzungsmittel zur Stabilisierung der Dämmung sind nicht beständig und werden sukzessive in der Bausubstanz abgelagert.*



- In besonderen Fällen ist die Notwendigkeit und Wirksamkeit der Dämmung zu belegen (speziell bei sehr hohen Räumen wie Kirchen).

### 2.3.4 Dämmung Unterseite Gewölbe



Die Untersichten stellen die Hauptansichten von Gewölben dar. Eine Dämmung von historisch wertvollen Gewölben an den Unterseiten zerstört deren Erscheinungsbild und ist daher grundsätzlich nicht möglich.

## 3. DÄCHER

Dächer sind integrale Bestandteile eines Baudenkmals und stehen in unmittelbarem typologischen und baugeschichtlichem Zusammenhang mit dem aufgehenden Gebäude. Sie sind Zeugnis der Bauweise, des Gestaltungswillens und der Bautechnik einzelner historischer Epochen. Sie besitzen neben der ästhetischen Bedeutung einen historischen Quellenwert, der durch historische Bauregeln und Materialien determiniert ist. Zu unterscheiden sind flache und geneigte Dächer, wobei nur ein sehr geringer Anteil, zumeist jüngere Baudenkmale, Flachdächer besitzt. Diese sind dann aber oft von besonderer Bedeutung für den Baustil.

### 3.1 STEILDACH

Die Funktion der Steildächer beschränkte sich zunächst auf die Abdeckung des Bauwerks und – historisch gesehen – auf die Lagerung von Gütern. Späterhin weitete sich die Nutzungsmöglichkeit durch den Einbau von Dachkammern aus. Der Dachraum ist traditionell ein klimatischer Pufferraum, der durchlüftet und frei begehbar war. Dies war eine Voraussetzung für die regelmäßige Kontrolle und Wartung der Dachhaut. Wenn entsprechend für den Unterhalt gesorgt ist, erreichen Dachkonstruktionen vielfach ein Alter von mehreren hundert Jahren. Grundsätzlich gilt es, die Eigenschaften des Daches möglichst unverfälscht zu erhalten und mögliche Schadenspotentiale durch Nachlässigkeiten oder Systemänderungen zu vermeiden. Der denkmalpflegerische Ausgangspunkt liegt daher in der Bewahrung der historischen Konstruktion sowie der überlieferten historischen Dachdeckung, soweit sie noch besteht. Dabei ist zu beachten, dass für den Großteil der Baudenkmale zumeist eine einfache Dachhaut die Ausgangssituation darstellt. Das Deckungsmaterial liegt auf der horizontalen Lattung, die unmittelbar auf den Sparren befestigt ist. Es existiert kein Unterdach und dementsprechend keine Konterlattung für eine Hinterlüftung.

Dachausbauten sind für Baudenkmale formal, funktional und besonders bauphysikalisch äußerst problembehaftet. Die thermische Grenze verlagert sich in diesem Fall an die Dachhaut, welche damit funktional gewissermaßen zur Außenwand wird und eine Vielzahl von zusätzlichen Aufgaben übernehmen muss. Ein Ausbau mit der erforderlichen Dämmstärke und Hinterlüftung bedeutet eine entscheidende Veränderung der Dachgestalt. Die erhöhte Feuchtebelastung und Abdichtung gefährden die Holzkonstruktion massiv. Die erforderliche Belichtung, Erschließung und Einhaltung der Brandschutzklassen machen schließlich gravierende Eingriffe notwendig. Aufgrund der zahlreichen Interventionen sind Dachkonstruktionen nur im Einzelfall ausbaubar

*Im Zuge von Dachausbauten wird die Lebensdauer von Holzschindeldeckungen durch die Reduzierung der Belüftung stark verkürzt.*



(Wertigkeit der Dachkonstruktion). Die Möglichkeit eines Dachausbaus ist vorab mit dem Bundesdenkmalamt zu klären.

An dieser Stelle soll ausschließlich auf die Art der Dämmung des Daches im Falle eines Dachgeschoßausbaus eingegangen werden, wobei Grundtypen und keine Mischkonstruktionen beschrieben werden. Die Wahl der Dämmmethode ist stets eine Abwägung von ästhetischen und substanzschonenden Vor- oder Nachteilen. Eine eindeutig bevorzugte Lösung gibt es nicht. Die Ausführungsart muss für den Einzelfall abgewogen werden.

### 3.1.1 Instandsetzung Dach



Die Beibehaltung des durchlüfteten, begeht- und kontrollierbaren Dachraums ohne Dachgeschoßausbau ist für das Baudenkmal grundsätzlich zuträglich. In dieser Situation ist in der Regel die oberste Geschoßdecke als Grenze der thermischen Konditionierung zu dämmen (siehe 2.1 Dämmung oberste Geschoßdecke). Wenn ein Dach durch Wartung und Reparatur grundsätzlich intakt gehalten wird, kann der damit verbundene Witterungs- und Wärmeschutz gewährleistet werden. Durch eindringende Feuchtigkeit aber verliert die Substanz ihr Dämmvermögen.

### 3.1.2 Eingestellte Dämmung



Der Dachausbau erfolgt in Form von eingestellten Wänden und Decken ohne Eingriffe ins Dach (»Einbau statt Ausbau«). Derartige Dachstuben sind historisch bewährte Systeme.

*Vorteil:* Die Dachhaut bleibt unberührt. Die Dachkonstruktion bleibt von innen sichtbar und ist damit kontrollierbar. Der Dachraum bleibt als durchlüftete Zone außerhalb der gedämmten Wandkonstruktionen erhalten. Bauphysikalisch kann ein ungestörter Dachaufbau realisiert werden, der frei von Durchdringungen ist.

*Nachteil:* Die Belichtung erfolgt ausschließlich über Giebelwände oder indirekt über Öffnungen in den Dachraum. Die im Raum liegenden Konstruktionshölzer (Kehlbalken, Kopfbänder etc.) begrenzen die Ausbaumaße.

### 3.1.3 Untersparrendämmung



Die Dachdeckung und die Dachlattung werden abgenommen. Das neue Unterdach und die Konterlattung kommen oberhalb der Sparren, die Dämmung und die Dampfbremse unterhalb der Sparren zu liegen. Der Sparrenzwischenraum dient ausschließlich der Überlüftung der Wärmedämmung.

*Vorteil:* Die Konstruktion besitzt eine großzügige Überlüftung und eine geringe Zahl an Durchdringungen.

*Nachteil:* Die Dachkonstruktion ist zu einem erheblichen Teil nicht mehr sichtbar. Die Aufbauhöhe ist sehr groß und es entstehen sehr tiefe Fenstereinschnitte zur Belichtung (schwierige Detaillösungen). Der nutzbare Dachraum ist reduziert. Kontrolle und Wartung der historischen Konstruktionsteile sind nur schwer zu gewährleisten.



*Eine Untersparrendämmung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch den Dachausbau darf es zu keiner Zerstörung von primären historischen Konstruktionselementen des Dachstuhls kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die bestehende Dachkonstruktion verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauhistorische Voruntersuchungen erforderlich.
- Detailplanungen zu Konstruktionsstärken, Trauf- und Ortganggestaltung, Gesimsanschlüssen, Brandschutz etc. sind vorzulegen.
- Historische Dachdeckungsmaterialien werden erhalten bzw. wiederverwendet.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Für die historischen Konstruktionsteile sind möglichst gleichmäßige bauphysikalische Verhältnisse zu gewährleisten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

### 3.1.4 Aufsparrendämmung



Die Dachdeckung und die Dachlattung werden abgenommen. Die neue Konterlattung, das diffusionsoffene Unterdach, die Dämmung und die Dampfbremse kommen oberhalb der Sparren zu liegen. Der Sparrenzwischenraum ist dem Innenraum zugehörig.

*Vorteil:* Die Dachkonstruktion bleibt von innen sichtbar und ist damit kontrollierbar. Bauphysikalisch kann ein ungestörter Aufbau realisiert werden, der frei von Durchdringungen ist. Die Kontrolle und Wartung der historischen Konstruktionsteile ist gegeben.

*Nachteil:* Das Erscheinungsbild des Baudenkmals nach außen wird stark beeinflusst. Die Dachkonturen verschieben sich deutlich nach außen und die gesamte Proportion des Daches ändert sich.

*Brandschutztechnische Erfordernisse sind vorab abzuklären.*

*Eine Aufsparrendämmung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch den Dachausbau darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Dachraums und der Außenansicht, noch zu einer Zerstörung von primären historischen Konstruktionselementen des Dachstuhls kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die bestehende Dachkonstruktion verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauhistorische Voruntersuchungen erforderlich.
- Detailplanungen zu Konstruktionsstärken, Trauf- und Ortganggestaltung, Gesimsanschlüssen, Brandschutz etc. sind vorzulegen.
- Historische Dachdeckungsmaterialien werden erhalten bzw. wiederverwendet.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Für die historischen Konstruktionsteile sind möglichst gleichmäßige bauphysikalische Verhältnisse zu gewährleisten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

### 3.1.5 Zwischensparrendämmung mit Überlüftung



Die Dachdeckung und die Dachlattung werden abgenommen. Die neue Konterlattung



und das Unterdach kommen oberhalb der Sparren, die Dämmung mit Überlüftung zwischen den Sparren und die Dampfbremse unterhalb der Sparren zu liegen.

*Vorteil:* Der gesamte Dachaufbau ist relativ schlank. Die Überlüftung garantiert Diffusionsoffenheit, insbesondere bei historischen Dachstühlen mit einer großen Zahl von konstruktiven Durchdringungen der Dampfbremse.

*Nachteil:* Das Erscheinungsbild des Baudenkmals nach außen wird beeinträchtigt. Die Dachkonturen verschieben sich um die Stärke des Unterdachs und der Konterlattung. Die Sparrenkonstruktion ist im Inneren nicht mehr sichtbar. Bauphysikalisch entstehen Mischkonstruktionen. Kontrolle und Wartung der historischen Konstruktionsteile sind nur schwer zu gewährleisten.

*Eine Zwischensparrendämmung mit Überlüftung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch den Dachausbau darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes der Außenansicht, noch zu einer Zerstörung von primären historischen Konstruktionselementen des Dachstuhls kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die bestehende Dachkonstruktion verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauhistorische Voruntersuchungen erforderlich.
- Detailplanungen zu Konstruktionsstärken, Trauf- und Ortganggestaltung, Gesimsanschlüssen, Brandschutz etc. sind vorzulegen.
- Historische Dachdeckungsmaterialien werden erhalten bzw. wiederverwendet.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Für die historischen Konstruktionsteile sind möglichst gleichmäßige bauphysikalische Verhältnisse zu gewährleisten. Die Überlüftung muss mit Zu- und Abluftöffnungen versehen werden.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

### 3.1.6 Zwischensparrendämmung ohne Überlüftung



Die Dachdeckung und die Dachlattung werden abgenommen. Die neue Konterlattung und das diffusionsoffene Unterdach kommen oberhalb der Sparren, die Dämmung ohne direkte Überlüftung zwischen den Sparren und die Dampfbremse unterhalb der Sparren zu liegen.

*Vorteil:* Der Aufbau ist relativ schlank. Der gesamte Sparrenzwischenraum wird für die Dämmung benutzt.

*Nachteil:* Das Erscheinungsbild des Baudenkmals nach außen wird beeinträchtigt. Die Dachkonturen verschieben sich um die Stärke des Unterdachs und der Konterlattung. Die Dachkonstruktion ist nicht mehr sichtbar. Bauphysikalisch entstehen Mischkonstruktionen und Wärme- bzw. Dampfdiffusionsbrücken. Es besteht keine innere Überlüftung der Dämmebene. Diese muss durch die äußere Hinterlüftung gewährleistet werden. Die dafür notwendige Diffusionsoffenheit des Unterdachs ist langfristig nicht garantiert. So können Holzschutzmittel Auswirkungen auf die Flüssigwasserdurchlässigkeit der Unterdachbahn haben. Dauerfeuchte führt ebenfalls zu einer erhöhten Wasserdurchlässigkeit. Gleichzeitig kann eingedrungenes Wasser nicht mehr durch die Dachbahn austrocknen und führt zu einer Feuchteanreicherung



Das Risiko der Haltbarkeit von diffusionsoffenen Unterbahnen wird auch in der ÖNORM B4119<sup>23</sup> beschrieben.

in der Konstruktion. Die Dampfbremse zwischen Raumluf und Dämmschicht muss bei diesem Aufbau entsprechend dicht ausgeführt werden, um einen zu hohen Feuchteintrag aus der Raumluf zu vermeiden. Dies ist jedoch durch Ausführungsmängel und das Arbeiten des Holzes in der Regel nicht möglich. Damit steigt das Risiko der nicht kalkulierbaren »Schleichwege« der Feuchtigkeit. Es kann zur Durchfeuchtung der Konstruktion kommen. Aufgrund von zahlreichen Durchdringungen ist der Regelaufbau oft fehlerhaft und birgt ein zusätzliches Schadenspotential.

Eine Zwischensparrendämmung ohne Überlüftung ist bei historisch wertvollen Konstruktionen (traditionelle Bauweise mit seriellen Durchdringungen) aufgrund der Gefährdung der Holzkonstruktionen am Baudenkmal nicht vertretbar.

*In den übrigen Fällen stellt sie unter folgenden Voraussetzungen eine Alternative dar:*

- Durch den Dachausbau darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes der Außenansicht noch zu einer Zerstörung von primären historischen Konstruktionselementen des Dachstuhls kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob die bestehende Dachkonstruktion verändert werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall statische, materialtechnische oder bauhistorische Voruntersuchungen erforderlich.
- Detailplanungen zu Konstruktionsstärken, Trauf- und Ortganggestaltung, Gesimsanschlüssen, Brandschutz etc. sind vorzulegen.
- Historische Dachdeckungsmaterialien werden erhalten bzw. wiederverwendet.
- Diffusionsoffene sind diffusionsdichten Dämmungen vorzuziehen. Für die historischen Konstruktionsteile sind möglichst gleichmäßige bauphysikalische Verhältnisse zu gewährleisten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

### 3.1.7 Dachdämmung ohne durchgängiges Unterdach



Die Dachdeckung und die Dachlattung bleiben unverändert. Das Unterdach wird stückweise zwischen den Sparren eingeführt. Die Dämmung kommt zwischen den Sparren und die Dampfbremse unterhalb der Sparren zu liegen.

*Vorteil:* Es erfolgt ein Ausbau ausschließlich von innen, ohne die Dachhaut zu berühren. Die historische Dachhaut bleibt substanziell und formal erhalten.

*Nachteil:* Bauphysikalisch ergibt sich eine äußerst riskante Situation. Es kann einerseits nach außen kein durchgängiges Unterdach hergestellt werden, andererseits werden nach innen regelmäßige Wärmebrücken und Durchdringungen des Schichtenaufbaus erzeugt. Es besteht ein hohes Risiko für langfristige Schädigung der Holzkonstruktionen.

Es werden trotz aller Risiken entsprechende Systeme am Markt angeboten.

Eine Dachsparrendämmung ohne Unterdach ist aufgrund der großen Gefährdung der Holzkonstruktionen am Baudenkmal nicht vertretbar.

## 3.2 FLACHDACH

Mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts wurden Flachdachkonstruktionen bautechnisch möglich. Der Bauteil Dach erhielt damit eine vollkommen neue Interpretation und





ist stilbildendes Element dieser Architektur. Die Attika als Schnittpunkt von Dach und Wand stellt einen integralen Bestandteil der Fassade dar und ist nicht beliebig veränderbar.

In Material und Konstruktion wurde je nach Stand der Technik häufig experimentiert und auch stark minimiert. Flachdächer sind im engen Zusammenhang mit der obersten Geschoßdecke zu betrachten.

### 3.2.1 Dämmung Flachdach



Die Verbesserung der Dämmung von Flachdächern ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch die Anbringung der Dämmung darf es zu keiner nachteiligen Beeinträchtigung der architektonischen Gestaltungsabsicht kommen (keine Konturverschiebung wie z. B. die Erhöhung der Attika, kein Aufsetzen eines Satteldaches, Beibehalten von Vordächern, Auskragungen etc.).
- Historische Kaltdach- bzw. Warmdachkonstruktionen sind beizubehalten.
- Die langfristige Schadensfreiheit ist nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Die Anschlussbereiche der Dächer/Decken an die Außenwand bedürfen einer detaillierten Planung.
- Flachgeneigte Blechdachkonstruktionen sind konstruktiv beizubehalten.

*Eine funktionierende Abdichtung ist Voraussetzung für jegliche Dämmmaßnahme.*

## 4. FENSTER UND TÜREN

Fenster- und Türkonstruktionen sind untrennbarer Bestandteil der Architektur und prägen maßgeblich das Erscheinungsbild des Baudenkmals. Sie sind Zeugnis des Gestaltungswillens und der Handwerkstechnik verschiedener Epochen und besitzen insofern neben der ästhetischen Bedeutung einen historischen Quellenwert, der durch die typischen Konstruktionsregeln und Materialien bestimmt ist. Historische Fenster und Türen sowie ihre Bestandteile (Glas, Beschläge, Fensterläden, Jalousien etc.) sind keine Verschleißteile und grundsätzlich zu erhalten.

### 4.1 FENSTER

Fenster erfüllen eine Vielzahl von Aufgaben wie Belichtung, Wärmeschutz, Schallschutz, Lüftung, Solareintrag, Sonnenschutz etc. All diese Ansprüche an den Bauteil haben über Jahrhunderte zur Entwicklung charakteristischer Systeme geführt. Wenn entsprechend für den Unterhalt gesorgt ist, erreichen Fenster vielfach ein Alter von über hundert Jahren. Fensterkonstruktionen können durch verschiedene Maßnahmen optimiert werden. Für alle Eingriffe gilt, dass die raumklimatischen Bedingungen zu beachten sind (siehe VI. Nachweisverfahren).

*Eine ausschließliche Fokussierung auf den U-Wert ist nicht zielführend. Es müssen alle Funktionen eines Fensters beachtet werden.*

#### 4.1.1 Instandsetzung Fenster



Vorrangig ist das Wiedererlangen des ursprünglichen Leistungsvermögens des historischen Fensters durch Reparatur von Rahmen, Fälzen, Schließmechanismen, Farbstrichen sowie Fensterläden etc. nach den aktuellen Grundsätzen der Denkmalpflege anzustreben.

*Die Nachhaltigkeit des historischen Fensters wird durch sein Alter unter Beweis gestellt.<sup>14, 39</sup>*



## 4.1.2 Abdichtung Fenster



Undichtheiten an Fenstern können sowohl innerhalb der Fensterkonstruktion sowie zwischen dem Fenster und der Wandkonstruktion bestehen. Der ordnungsgemäße Wandanschluss ist sicher zu stellen. Bei der zusätzlichen Abdichtung von Fenstern unterscheidet man zwischen Einkleben und Einfräsen von Dichtungen.

*Das Abdichten der Fensterkonstruktion ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob bzw. wie die Fensterkonstruktion (mittels Klebung oder Fräsung) nachträglich abgedichtet werden darf. Verschraubungen sind auszuschließen.
- Die Auswirkungen der Verringerung des Luftwechsels durch eine Fensterabdichtung sind vor der Durchführung der Maßnahme zu beurteilen (siehe VI. Nachweisverfahren). Hierfür ist es hilfreich, die raumklimatischen Bedingungen über einen längeren Zeitraum zu beobachten.
- Eine Fensterkonstruktion muss von innen nach außen undichter werden. Bei zwei Fensterebenen wird die Dichtung nur am Innenfenster eingebracht.
- Die Positionierung und Montage der Dichtung hängt von den vorgegebenen Profilstärken (Mindesttragquerschnitt) und der Einbausituation (Handhabung von Werkzeug) ab.

*Das Abdichten von Fenstern kann durch die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit zu Kondensat und Schimmelbildung führen.*

## 4.1.3 Optimierung Fensterglas

### Nachträgliche Folien



Eine Verringerung des Wärmeverlustes durch eine nachträgliche Beschichtung des Bestandsglases mittels Folien ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Durch das Aufbringen von Folien darf es nicht zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Fensters kommen (Färbung, Transparenz des Glases etc.).
- Folien können nur bei industriell hergestellten Gläsern (Floatglas) zum Einsatz kommen, da diese Maßnahme nicht als reversibel zu bezeichnen ist.

### Beschichtete Gläser



Eine Verringerung des Wärmeverlustes durch den Wechsel auf hart beschichtete Einfachgläser kann eine gute und denkmalverträgliche Alternative zu Isolierglas sein.

*Der Einsatz von beschichteten Gläsern ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch den Wechsel des Glases darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Fensters (Färbung, Transparenz des Glases etc.) noch zu einem Verlust von historischen mundgeblasenen Verglasungen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob das Glas ausgetauscht werden darf.
- Ein ausreichender Querschnitt der Flügelhölzer und die notwendige Stabilität der Rahmenkonstruktion für das neue beschichtete Glas müssen gegeben sein.

*Zu erzielende U-Werte bei Doppelfenstern<sup>8</sup>*

Außen – Innen	U-Wert
E–E	2,1
E–B	1,6
B–E	1,5–1,7
B–B	1,4

*E (Einfachglas)  
B (Beschichtetes Einfachglas)*



Der Einsatz von Isolierverglasungen entspricht in der Regel nicht der denkmalpflegerischen Zielsetzung der historischen bzw. handwerkstechnischen Authentizität. Die Materialität der Isoliergläser und deren erforderliche Rahmenprofile führen zu gravierenden Veränderungen des Erscheinungsbildes von Fensterelementen. Darüber hinaus ist das Verbesserungspotential für die Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes in den meisten Fällen gering.

*Der Einsatz ist nur in Ausnahmefällen unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Der Wechsel des Glases führt weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Fensters und der Fassade noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Fensterkonstruktionen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob das Glas ausgetauscht werden darf.
- Alle alternativen Maßnahmen (Reparatur, Abdichtung, Optimierung Fensterglas, zusätzliche Fensterebene durch Vorfenster oder Doppelfenster) können nicht zur Anwendung gelangen.
- Die Verbesserung im Bereich des Bauteils Fenster besitzt für die spezifische Nutzung des Objektes eine unverzichtbare und ausschlaggebende Relevanz. Hierfür ist im Einzelfall ein entsprechender Nachweis zu führen (Gesamtenergiebilanz).
- In der Konstruktionsweise, in der Dimensionierung (z.B. Querschnitt der Flügelhölzer) und in der Detailausbildung muss eine dem historischen Bestand vergleichbare Lösung umsetzbar sein. Die notwendige Stabilität der Rahmenkonstruktion für ein Isolierglas muss hierbei gewährleistet sein. Für die erforderliche Annäherung an die historischen Fensterkonstruktionen müssen Isolierglástypen mit minimalen Dimensionen (Glasabstände) verwendet werden.
- Bei bestehenden Kasten-, Doppel- oder Verbundfenstern sind Isolierverglasungen im Ausnahmefall nur in der inneren Fensterebene ausführbar, sofern in der Konstruktionsweise, in der Dimensionierung (z.B. Querschnitt der Flügelhölzer) und in der Detailausbildung eine dem historischen Bestand vergleichbare Lösung umsetzbar ist.
- Zur Beurteilung des Erscheinungsbildes sind detailgenaue Werkzeichnungen (Ansichten 1:10, Detailschnitte 1:1) anzufertigen und bei Bedarf durch Musterfenster nachzuweisen.
- Einen Spezialfall bilden Bauten des 20. Jahrhunderts, für welche die Verwendung von Isolierglas charakteristisch ist.

*Wenn der U-Wert des Fensters besser wird als jener der umgebenden Wände, kann es vor allem in den Fensterlaibungen zu Kondensatanfall kommen, statt wie bisher an der kalten Fensterscheibe.*

#### 4.1.4 Zusätzliche Fensterebene



Im Falle von Einfachfenstern kann der Einbau einer zusätzlichen Fensterebene eine gute und denkmalverträgliche Lösung sein, sofern sich der Fenstertypus für eine Weiterentwicklung mit historischen Modulen eignet (z.B. Vorsetzen von fassadenbündigen Vorfenstern bzw. Winterfenstern, Erweiterung zum Doppelfenster bzw. Kastenfenster nach innen etc.).

*Die Anbringung einer zusätzlichen Fensterebene ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob bzw. wie der Einbau einer zusätzlichen Fensterebene erfolgen darf.



- Die Position der zusätzlichen Fensterebene (innen oder außen) kann von den architektonischen Vorgaben abgeleitet werden.
- Die Gestaltung des neuen Elements (Konstruktion, Material, Beschläge, Profile, Sprossenteilung, Anstrich etc.) ist gebäudespezifisch zu entwickeln und in detaillierten Werkzeichnungen vorzulegen.

#### 4.1.5 Austausch historischer Fenster



Da Fenster untrennbarer Bestandteil der Architektur und maßgeblich für das Erscheinungsbild und die Authentizität des Baudenkmals verantwortlich sind, entspricht der Abbruch eines historischen Fensters grundsätzlich nicht den denkmalpflegerischen Zielsetzungen. Ein Austausch erfolgt nur bei extremem Verschleiß, nicht reparierbaren Schäden oder bereits zuvor nachteilig veränderten Fenstern.

*Der Ersatz des überlieferten Fensters durch einen adäquaten Nachbau ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob eine Reparatur des Fensters auszuschließen ist. Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen am Bauteil erforderlich.
- Die Gestaltung des neuen Elements ist dem historischen Bestand in Konstruktionsweise, Dimensionierung und Detailausbildung so weit wie möglich anzunähern (Material, Beschläge, Profile, Sprossenteilung, Anstrich etc.) und in detaillierten Werkzeichnungen (Ansichten 1:10, Detailschnitte 1:1) vorzulegen.
- Findet sich am Objekt kein Vorbild mehr, ist die Fensterkonstruktion nach jenem Typus zu planen, der für das historische Erscheinungsbild der Fassade maßgebend ist.
- Bei erstmaliger Verglasungen von Öffnungen, für die es keine typologischen Vorbilder gibt (z.B. Arkaden, Biforien, etc.), ist eine kontextuelle Neuinterpretation zu entwickeln.

## 4.2 AUSSENTÜREN / TORE

Traditionelle Außentüren begrenzen in der Regel Pufferräume wie Durchfahrten, Flure oder Windfänge. Selten führen sie unmittelbar in Wohnräume. Im Zuge von Umnutzungen ergibt sich heute vielfach die Herausforderung, mit diesen Bauteilen den Übergang vom kalten Außen- zum beheizten Innenraum zu gewährleisten (z.B. Umnutzung Mittelflur zu Rezeption, Durchfahrt zu Wohnraum etc.). Ziel ist es, die überlieferte historische Substanz und das ursprüngliche Erscheinungsbild der Tür zu erhalten und ihre einstige Funktion ablesbar zu belassen.

#### 4.2.1 Instandsetzung Tür



Vorrangig ist das Wiedererlangen des ursprünglichen Potentials durch Reparatur von Rahmen, Fälzen, Schließmechanismen, Farbanstrichen etc. nach den aktuellen Grundsätzen der Denkmalpflege anzustreben.

#### 4.2.2 Abdichtung Tür



Eine Türoptimierung durch nachträgliche Dichtungen ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob und in welcher Art die Türkonstruktion (mittels Klebung oder Fräsung) nachträglich abgedichtet werden darf. Verschraubungen sind auszuschließen.
- Die bestehende Konstruktion muss in Dimension und Detail das An- bzw. Einbringen einer Dichtung erlauben.
- Der Einfluss des Luftwechsels auf das Raumklima ist vorab zu beurteilen.

#### 4.2.3 Optimierung Türglas



Eine Türoptimierung durch die Verbesserung etwaiger Verglasungen ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Der Wechsel des Glases führt weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes der Tür (Färbung, Transparenz des Glases etc.) noch zu einem Verlust von historisch wertvollen Verglasungen (z.B. mundgeblasenes Glas, Ätzungen etc.).
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob das Glas ausgetauscht werden darf.
- Die bestehende Konstruktion muss in Dimension und Detail eine adäquate Lösung erlauben.

#### 4.2.4 Aufdoppelung Türblatt



Die Aufdoppelung der Innenseite einer historischen Tür ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob das bestehende Türblatt verändert werden darf.
- Die Gestaltung des neuen Elements ist dem Bestand in Konstruktionsweise, Dimensionierung und Detailausbildung so weit wie möglich anzunähern (Material, Beschläge, Profile) und in detaillierten Werkzeichnungen (Ansichten 1:10, Detailschnitte 1:1) vorzulegen.
- Die Reversibilität der Maßnahme muss gewährleistet sein.

#### 4.2.5 Zusätzliche Türebene



Eine Türoptimierung durch das Einführen einer zweiten Türebene (Windfang, Schleuse, Kastentür) ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob bzw. wie der Einbau einer zusätzlichen Türebene erfolgen darf.
- Die Maßnahmen dürfen das überlieferte Erscheinungsbild der Fassade bzw. des Innenraums nicht nachteilig beeinflussen.
- Die bestehende Einbausituation muss eine adäquate Lösung erlauben.



Der Entfernung einer historischen Tür widerspricht grundsätzlich den Zielen der Denkmalpflege. Ein Austausch durch einen adäquaten Nachbau ist daher nur bei Verlust, extremem Verschleiß, nicht reparierbaren Schäden oder bereits zuvor nachteilig veränderten Toren/Türen denkbar.

*Der Austausch von Türen ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob eine Reparatur der Tür auszuschließen ist. Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen am Bauteil erforderlich.
- Die Gestaltung des neuen Elements ist dem Bestand in Konstruktionsweise, Dimensionierung und Detailausbildung so weit wie möglich anzunähern (Material, Beschläge, Profile, Sprossenteilung, Anstrich etc.) und in detaillierten Werkzeichnungen (Ansichten 1:10, Detailschnitte 1:1) vorzulegen.
- Findet sich am Objekt kein Vorbild mehr, ist die Türkonstruktion nach jenem Typus zu planen, der für das historische Erscheinungsbild der Fassade maßgebend ist, oder eine kontextuelle Neuinterpretation zu entwickeln.

## Maßnahmen an der Gebäudetechnik

Der Heizwärmeverbrauch kann über die Verbesserung der Bauwerkshülle und der Gebäudetechnik verringert werden. Optimierungen sollten vorrangig die Technik, dann erst die Gebäudehülle betreffen. Es sind grundsätzlich immer jene Maßnahmen zu bevorzugen, die den geringst möglichen Eingriff in Substanz, Erscheinung und Wirkung des Baudenkmals bedeuten.

In diesem Abschnitt werden jene Maßnahmen betrachtet, die die Gebäudetechnik betreffen. Dabei soll keine umfassende technische Beschreibung von Systemen erfolgen, sondern zu jeder Technologie auf die denkmalrelevanten Möglichkeiten bzw. Einschränkungen hingewiesen werden.

Die Haustechnik bietet ein großes Einsparungspotential beim Energiebedarf eines Gebäudes und ist gerade am Baudenkmal ein wichtiger Ansatzpunkt, da sie bei entsprechender Konzeption geringere bauliche Auswirkungen nach sich zieht.

Haustechnik hat im Allgemeinen eine Lebensdauer von 15 bis 50 Jahren (Geräte 15 Jahre; Leitungen 25 Jahre; Heizkörper, Kamine, etc. 50 Jahre). Historische Gebäude überdauern die zehnfache Zeit und mehr. Die Integration der sich dynamisch entwickelnden Haustechnik in ein historisches Gebäude ist daher eine besondere Herausforderung. Fast alle Maßnahmen bedeuten bauliche Eingriffe, die sich über die Generationen gesehen zu massiven Veränderungen an der Bausubstanz summieren können. Dabei ist die Wahl der zentralen Heizeinheit nachrangig, auch wenn der Wechsel zu einem neuen, effizienten Heizkessel den Energieverbrauch bereits entscheidend verringern kann. Vorrangiger Gesichtspunkt ist die Optimierung der Verteilungssysteme, genauer gesagt, die Minimierung der für sie notwendigen und über Generationen wirksamen Eingriffe in die Bausubstanz. Wichtig ist eine mögliche künftige Variabilität und Reversibilität des gesamten Systems.

Neue Haustechnik-Systeme können für Baudenkmale von Vorteil sein. Voraussetzung ist eine gezielte objektspezifische Planung mit dem Anspruch an eine geringst mögliche Intervention.

*Die Auswirkungen von haustechnischen Maßnahmen, die sichtbare wie unsichtbare wertvolle Bausubstanz zerstören können, sind mannigfaltig, z.B.: technische Verbauung von wertvollen Räumen, konzeptlose Leitungsführungen, massive Einbringöffnungen, Durchbrüche, raumklimatische wie bauphysikalische Folgeschäden etc.*

## 5. WÄRMEERZEUGUNG



Die Vergangenheit hat mehrfach gezeigt, dass nicht nur Baumaterialien sondern auch Heizmaterialien wechseln. Baudenkmale waren in ihrer Erbauungszeit überwiegend für Holzheizungen, später auch für Kohle ausgelegt. Heute hat sich die Bandbreite an Energieträgern vergrößert. Neben den konventionellen Quellen, vor allem Heizöl, Gas, aber auch Strom gibt es Alternativen wie Biomasse, Geothermie und Solarthermie. Moderne Heizungen kombinieren meist verschiedene Wärmequellen bzw. Medien und besitzen in der Regel drei Bereitstellungssysteme für Winterbetrieb, Sommerbetrieb und einen Zusatzbetrieb.

In Anbetracht des dementsprechend hohen Platzbedarfs sind die Positionierung und Leitungsführung möglichst frühzeitig abzuklären. Die Anordnung von Technischeinheiten außerhalb des Gebäudes kann eine sinnvolle Maßnahme sein.

*Winterbetrieb = Raumheizung und Warmwasser  
Sommerbetrieb = nur Warmwasser  
Zusatzbetrieb = wenn ein System nicht ausreicht (bei Jahresübergangszeiten oder bei Ausfall von Alternativenergien)*

### 5.1 HOLZBRENNSTOFFE



Holz ist ein traditioneller Brennstoff, der im ländlichen Raum über geringe Distanzen erhältlich ist. Viele historische Bauten verfügen noch über alte Holzheizungsanlagen (siehe 6.2.1 Nutzung vorhandener Öfen).

*Bei der Erzeugung der Gebäudewärme mit modernen Stückholz-, Hackschnitzel- oder Pelletsheizungen ist Folgendes zu beachten:*

- Die Anlieferung und Manipulation des Heizmaterials erfordert eine entsprechende Bewegungsfreiheit. Dies gilt es bei der Errichtung der Anlage zu beachten (Einfriedungen, Tordurchfahrten etc. prüfen). Die Heizanlage kann auch im größeren Abstand zum Objekt errichtet werden.
- Die Lagerung des Heizmaterials erfordert einen bestimmten Raumbedarf, der oft nur durch Zubauten bewerkstelligt werden kann. Zubauten sind auch notwendig, wenn die maximal erlaubte Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung im Denkmal nicht eingehalten werden kann. Anbauten jeglicher Art sind bewilligungspflichtig.
- Zu beachten ist die Erzeugung relativ hoher Temperaturen, die heute in der Regel mit intelligenten Wärmespeichersystemen kombiniert werden. Diese Pufferspeicher mit Fassungsvermögen von bis zu mehreren tausend Litern benötigen sowohl einen ausreichenden Aufstellplatz als auch eine entsprechend große Einbringöffnung für die Installation (Öffnungsmaße prüfen). Bei größeren Puffer-Systemen sind Baustatik und der große Wasserinhalt in Hinblick auf mögliche Schäden bei Rohrbruch zu bedenken.

*Zu beachten sind auch die brandschutztechnischen Aspekte für Lagerung und Transport.*

### 5.2 WÄRMEPUMPEN

Die Nutzung von Wärmepumpen stellt im Denkmalbereich eine gute Alternative zu Sonnenkollektoren (siehe 5.3.1 Solarthermie) dar. Es stehen verschiedene Abnahmetechnologien zur Verfügung. In der Regel können in einfacher Weise optisch nicht in Erscheinung tretende technische Lösungen gefunden werden. Außerdem ermöglichen Wärmepumpen einen Sommer- und Winterbetrieb.



## 5.2.1 Grundwasserwärmepumpen



Die notwendigen Brunnen können in der Umgebung des Bauwerks positioniert werden. Die Errichtung wird weniger durch denkmalpflegerische als vielmehr durch hydrologische Rahmenbedingungen beschränkt.

*Folgendes ist zu beachten:*

- In archäologisch relevanten Zonen ist die Abklärung archäologischer Verdachtsflächen notwendig (Vorgängerbauten, Stadtmauern etc.).
- Je nach Einbringtechnologie sind möglicherweise Schädigungen des historischen Bodenmaterials zu erwarten (z.B. historische Hopfplasterung etc.). Die Brunnenpositionen bedürfen daher einer Abklärung seitens des Bundesdenkmalamts.

## 5.2.2 Erdwärmepumpen

Die Gewinnung von Erdwärme in der Umgebung des Gebäudes hält das Baudenkmal von unmittelbaren Eingriffen oder Veränderungen des Erscheinungsbildes frei. Die Wärme kann mittels Tiefensonden oder Flächenkollektoren dem Erdreich entzogen werden.

### Tiefenbohrung



Tiefenbohrungen stellen die geringsten substanziellen Eingriffe dar und besitzen im Vergleich zu Brunnenwasserentnahme und –rückführung auch geringere hydrologische Relevanz.

*Folgendes ist zu beachten:*

- In archäologisch relevanten Zonen ist die Abklärung archäologischer Verdachtsflächen notwendig (Vorgängerbauten, Stadtmauern etc.).
- Je nach Einbringtechnologie sind möglicherweise Schädigungen des historischen Bodenmaterials zu erwarten (z.B. historische Hopfplasterung etc.). Die Bohrstellen bedürfen daher einer Abklärung seitens des Bundesdenkmalamts.

### Flächenkollektoren



*Die notwendige Fläche für Erdwärmekollektoren ist abhängig vom Wärmebedarf des Gebäudes. Am Baudenkmal kann diese vergleichsweise groß sein und ist nicht überall verfügbar. Folgendes ist zu beachten:*

- In archäologisch relevanten Zonen ist die Abklärung archäologischer Verdachtsflächen notwendig (Vorgängerbauten, Stadtmauern etc.). Die Aushubfläche bedarf daher einer Abklärung seitens des Bundesdenkmalamts.

*Die Bedarfsfläche für Flächenkollektoren für das Baudenkmal ist unbedingt frühzeitig abschätzen.*

## 5.2.3 Luftwärmepumpen



Luftwärmepumpen bedingen einen geringen Eingriff in die historische Substanz eines Gebäudes. Sie müssen aber umfassend mit anderen Systemen kombiniert werden, da ihre Effizienz in den kalten Jahreszeiten sehr eingeschränkt ist (hoher Strombedarf).



Die notwendigen Zusatzsysteme können mitunter nachteilige Auswirkungen auf das historische Gebäude besitzen.



*Folgendes ist zu beachten:*

- Die Aufstellung von Luftwärmepumpen (Außeneinheiten) im Freien ist möglich, wenn das Erscheinungsbild des Denkmals dadurch nicht nachteilig beeinflusst wird.
- Die Aufstellung von Luftwärmepumpen (Außeneinheiten) im offenen Dachraum ist möglich, wenn das Erscheinungsbild der Dachhaut nicht negativ beeinflusst wird (etwa durch notwendige isolierte Abluftkanäle, Lüftungslamellen etc.). Weiters darf die Dachstuhlkonstruktion nicht gefährdet werden (Beschädigung durch Einbau, Abkühlung, Durchfeuchtung). Die Abkühlung des Dachbodens muss bei der Geschoßdeckendämmung beachtet werden. Die langfristige Schadensfreiheit ist gegebenenfalls nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Die Aufstellung von Luftwärmepumpen (Außeneinheiten) in Kellerräumen ist möglich, wenn die raumklimatischen und die bauphysikalischen Bedingungen dies zulassen. Es sind positive sowie negative Entfeuchtungseffekte zu beachten (Auskristallisieren von Mauersalzen, Tauwasserausfall, Kondensationsabfluss etc.). Weiters haben die notwendigen Lüftungsöffnungen Eingriffe in die Bausubstanz zur Folge. Die Abkühlung des Kellers muss bei der Geschoßdeckendämmung beachtet werden. Die langfristige Schadensfreiheit ist gegebenenfalls nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

*Bei Luftwärmepumpen ist die Schallausbreitung zu beachten.*

## 5.3 SOLARENERGIE

Sonnenenergie kann einen gewissen Anteil an der Gebäudeversorgung leisten, wobei Solarthermie- und Photovoltaiksysteme bzw. Kombinationen aus beiden (Kombimodule) zu unterscheiden sind. Die Kollektoren werden nach dem Sonnenstand ausgerichtet, weshalb geneigte Flächen prädestiniert für die Montage und damit die Dachflächen ein bevorzugter Anbringungsort sind.

Das Dach eines Baudenkmals ist ein wichtiges, oft großflächiges, weithin sichtbares Element, das durch seine Form und die Oberflächenqualitäten des Deckungsmaterials einen integrierenden Bestandteil der Substanz und überlieferten Erscheinung des Baudenkmals bildet. In der Gesamtwirkung hat es die Größe und Wertigkeit einer Fassade. Die Erhaltung des überlieferten historischen Erscheinungsbildes ist daher eine zentrale denkmalpflegerische Zielsetzung. Im Ensemble können die einzelnen Dächer zu einer charakteristischen und gestaltprägenden Dachlandschaft zusammentreten. Am Baudenkmal sind daher Sonnenkollektoren nur mit sehr großen Einschränkungen vertretbar und dürfen jedenfalls nicht einsehbar sein. Grundsätzlich kann über Solarmodule nicht als Einzelmaßnahme entschieden werden. Sie müssen Bestandteil eines Gebäudetechnikkonzeptes sein.

*Solaranlagen können in unseren Klimazonen den Wärmebedarf eines Baudenkmals nicht abdecken. Sie sind immer mit anderen Quellen kombiniert.*

*Die Nachahmung von Dachflächen durch Sonnenkollektoren gewährleistet keineswegs das authentische Erscheinungsbild eines historischen Daches.*

### 5.3.1 Solarthermie

Sonnenkollektoren dienen der unmittelbaren Versorgung des Objektes mit Warmwasser und sind objektgebunden. In begründeten Einzelfällen ist die Anbringung von Solarthermiemodulen unter folgenden Einschränkungen möglich:

*Solarmodule (Solarthermie und Photovoltaik) über Holzschindeldeckungen bedeuten Verschattung und ein vermindertes Trocknungspotential. Sie führen zur kürzeren Lebensdauer des Daches.*



Nebengebäude, Stützmauern, Gartenböschungen etc. (jedoch keine Flächen von historischen Gartenanlagen) können sich im Umfeld von Baudenkmalen im Einzelfall für die Anbringung von Solarthermieelementen eignen, sofern diese Strukturen nicht einen Bestandteil der historischen Denkmalanlage bilden.

*Es müssen folgende Voraussetzungen im Sinne des Umgebungsschutzes gegeben sein:*

- Es stehen schwer einsehbare Flächen an Nebengebäuden etc. zur Verfügung und die Wirkung des Baudenkmals wird nicht nachteilig beeinflusst.
- Die Flächenanteile der Sonnenkollektoren stehen in einem untergeordneten Verhältnis zum Objekt und zur Umgebung.
- Die Module sind architektonisch und in der Materialwahl möglichst unauffällig.

## Anbringung am Baudenkmal nicht einsehbar



*Am Denkmal selbst ist die Installation von Sonnenkollektoren nur im begründeten Einzelfall unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Es stehen nicht einsehbare Flächen zur Verfügung, an denen Sonnenkollektoren angebracht werden können. Die Wirkung des Baudenkmals etwa vom öffentlichen wie halböffentlichen Raum sowie von Räumen und Standorten, die wesentlich zur historischen Struktur des Baudenkmals gehören, darf nicht nachteilig beeinflusst werden.
- Die Flächenanteile der Sonnenkollektoren stehen in einem untergeordneten Verhältnis zum Objekt und zur Dachfläche (Anlagen eignen sich daher eher für die Warmwasserbereitung weniger für teilsolares Heizen).
- Die Module sind architektonisch und in der Materialwahl möglichst unauffällig auszuführen und werden dachgleich eingepasst. (Neigungswinkel = bestehende Dachneigung).

## Anbringung am Baudenkmal einsehbar



Auf Flächen am Baudenkmal, die vom öffentlichen wie halböffentlichen Raum sowie von wesentlich zur historischen Struktur des Baudenkmals gehörenden Räumen und Standorten einsehbar sind, ist eine Installation von Sonnenkollektoren grundsätzlich nicht möglich.

### 5.3.2 Photovoltaik

Solarzellen-Module dienen der Gewinnung von geringen Strommengen, welche in das Gesamtnetz eingespeist werden. Die Module dienen nicht der unmittelbaren Versorgung des jeweiligen Hauses und benötigen damit keine Objektbindung. Eine Notwendigkeit der Anbringung an den Baubestand ist nicht gegeben. Eine effiziente und wirtschaftliche Stromgewinnung bieten größere, am besten gemeinschaftlich genutzte Anlagen. Der dafür notwendige Flächenbedarf ist mit den Gegebenheiten eines Baudenkmals nicht in Einklang zu bringen. Photovoltaikanlagen werden daher für ein Baudenkmal kaum in Betracht kommen. Im Ausnahmefall einer Anbringung gelten folgende Einschränkungen:

*Die Einschränkung für Photovoltaik (PV) betrifft alle Technologien:  
PV-Folie, PV-Dachziegel,  
PV-Kollektoren etc.*



Nebengebäude, Stützmauern, Gartenböschungen etc. (jedoch keine Flächen von historischen Gartenanlagen) können sich im Umfeld von Baudenkmalen im Einzelfall für die Anbringung von Photovoltaikmodulen eignen, sofern diese Strukturen nicht einen Bestandteil der historischen Denkmalanlage bilden.

*Es müssen folgende Voraussetzungen im Sinne des Umgebungsschutzes gegeben sein:*

- Es stehen wenig einsehbare Flächen an Nebengebäuden etc. zur Verfügung und die Wirkung des Baudenkmal wird nicht nachteilig beeinflusst.
- Die Flächenanteile der Photovoltaikanlagen stehen in einem untergeordneten Verhältnis zum Objekt und zur Umgebung.
- Die Module sind architektonisch und in der Materialwahl möglichst unauffällig.



*Am Denkmal selbst ist die Installation von Photovoltaikanlagen nur im begründeten Einzelfall unter folgenden Voraussetzungen in geringem Ausmaß möglich:*

- Es stehen nicht einsehbare Flächen zur Verfügung, die im Falle der Anbringung von Solarzellen-Modulen die Wirkung des Baudenkmal etwa vom öffentlichen wie halböffentlichen Raum sowie von wesentlich zur historischen Struktur des Baudenkmal gehörenden Räumen und Standorten nicht nachteilig beeinflussen.
- Die Flächenanteile der Photovoltaikanlagen stehen in einem untergeordneten Verhältnis zum Objekt und zur Dachfläche. Ausnahmen davon, also größere Flächenanteile, kann es nur im Sonderfall bei absolut isoliert liegenden Objekten geben, wenn die PV-Module als »Inselbetrieb« arbeiten (z.B. hochalpine Schutzhütte mit Notversorgung).
- Die Module sind architektonisch und in der Materialwahl möglichst unauffällig auszuführen und werden dachgleich eingepasst (Neigungswinkel = bestehende Dachneigung).



Auf Flächen am Baudenkmal, die etwa vom öffentlichen wie halböffentlichen Raum sowie von wesentlich zur historischen Struktur des Baudenkmal gehörenden Räumen und Standorten einsehbar sind, ist eine Installation von Photovoltaikmodulen grundsätzlich nicht möglich.

Ausnahmen kann es nur im Sonderfall bei absolut isoliert liegenden Objekten in geringst möglichem Umfang geben, wenn die PV-Module als »Inselbetrieb« arbeiten (z.B. hochalpine Schutzhütte mit Notversorgung).

## 5.4 FERNWÄRME



Fernwärme weist eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz auf. Der Anschluß an Fernwärme bedeutet eine geringe eigene Haustechnik zur Wärmeerzeugung und dementsprechend wenige bauliche Eingriffe. Wenn Fernwärme in Reichweite eines Baudenkmal liegt, ist diese Art der Wärmeerzeugung eine gute Alternative, sofern die Art der Wärmeverteilung dem Baudenkmal Rechnung trägt.

*Fernwärme liefert Heizenergie ohne Brandlast.*

*Bei Trocknungsbedarf im Sommer (Sockeltemperierung) muss auf Liefermöglichkeiten von Fernwärme im Sommer geachtet werden.*



*Die Auswirkungen auf das Raumklima sind zu beachten. Temperatursenkung durch Dämmen von Heizleitungen kann in Folge zu einer Erhöhung der Luftfeuchtigkeit führen.*

*Die empfundene Temperatur ist circa der Durchschnitt aus Oberflächen- und Raumtemperatur.*

*1°C niedrigere Raumtemperatur bedeutet etwa 6% weniger Energieverbrauch.*

*Übermäßiges Beheizen und die damit verbundene geringe Luftfeuchtigkeit kann zu Schundrissen in Ausstattungen führen (Vertäfelungen, Möbel, Deckengemälde etc.)*

## 5.5 DÄMMUNG VERTEILSYSTEM



Das Dämmen des bestehenden Verteilsystems im Gebäude (Heizungsleitungen) kann Verluste und somit den Energieverbrauch merklich reduzieren.

In historischen Gebäuden ist zu beachten, dass ein kontrollierter Wärmeverlust von Rohrleitungen wie eine Heizfläche wirkt (z.B. Stützung des Raumklimas in sonst unbeheizten Kellerräumen).

## 6. WÄRMEABGABE

Viele Wärmeabgabesysteme gehen heute von einer zentralen Wärmeerzeugung aus. Leitungsverluste aus der Distanz zwischen Herstellung und Abnahme der Wärme sind dabei von sekundärer Bedeutung. Von größerer Wichtigkeit ist die Art und Weise der Wärmeabgabe im Gebäude. Hier hat sich in den letzten Jahren ein merklicher Wandel vollzogen. Neben konventionellen Radiatoren bzw. Konvektoren sind viele Haushalte wieder auf bewährte Strahlungswärmesysteme zurückgegangen.

Die vom Menschen in einem Gebäude empfundene »Temperatur« ist sowohl von der Temperatur der Raumluft bestimmt als auch von der Strahlung, die von den ihn umgebenden, mehr oder weniger warmen Oberflächen ausgeht. Um die selbe empfundene Temperatur zu erreichen, muss die Lufttemperatur um so höher sein, je kälter die umgebenden Oberflächen sind, und sie kann umso niedriger sein, je wärmer die umgebenden Oberflächen sind. Mit einer höheren Oberflächentemperatur kann man daher die Behaglichkeit steigern und die erforderliche Raumlufttemperatur merklich senken.

Ein markantes Merkmal vieler historischer Gebäude sind kalte bzw. kühle Oberflächen und großteils massives, stark speicherndes Mauerwerk, was grundsätzlich eher höhere Lufttemperaturen für eine komfortable Beheizung bedingt. Höhere Lufttemperaturen bedeuten aber weniger relative Luftfeuchte und bei der üblichen Tag-Nachtabenkung eine stärkere und sowohl für die Einbauten als auch für das Bauwerk selbst schädliche Schwankung der relativen Luftfeuchte. Es ist grundsätzlich also anzustreben, die Lufttemperaturen innerhalb des Bauwerks möglichst moderat zu halten und möglichst geringe Schwankungen der Temperaturen (und damit der Feuchte) im Tag-, Nacht- und Wochenendbetrieb zuzulassen.

Demzufolge ist in Summe Heizsystemen mit überwiegender Wärmeabstrahlung (Kachelofen, Infrarotstrahler, Flächenheizung, Bauteiltemperierung etc.) gegenüber konvektiven Systemen (Radiatoren, Konvektoren) der Vorzug zu geben.

Historische Baukonstruktionen besitzen in der Regel auch erhöhte Schadenspotenziale in Form von Salzen, Wärmebrücken und Kondensatbildung. Bei der Wahl des Heizsystems ist auf die Rückwirkung der Heizung auf diese Potenziale zu achten. Solche Überlegungen können z.B. auch zu einer bei Neubauten unüblichen Sommertemperierung bestimmter Bereiche führen.

Bei Baudenkmalen sollte im Falle von zentralen Heizungsanlagen grundsätzlich Heizsystemen mit Niedertemperatur und möglichst gleichmäßiger Wärmeverteilung der Vorzug gegeben werden, sofern die Wärmeabgabefläche in ausreichendem Umfang zur Verfügung gestellt werden kann. Niedertemperatursysteme vermindern Schadenspotentiale, besonders bei empfindlichen Ausstattungen. In raumklimatisch



schwierigen Baudenkmalen ermöglichen sie außerdem eine ständige thermische Konditionierung und damit möglicherweise eine neue Nutzung (Schadensprävention, Temperierung gegen Sommerkondensat). Zur Versorgung dieser Systeme eignen sich im Besonderen alternative Energiequellen.

Bei allen Verteilsystemen für Zentralheizungen in historischen Gebäuden ist zu beachten, wie viel schützenswerte Bausubstanz für diese verändert oder zerstört werden muss.

## 6.1 HEIZKÖRPER / KONVEKTOREN

Grundsätzlich sind herkömmliche Konvektionssysteme für Neubauten entwickelt worden. Für den Altbau wurden diese Konzepte übernommen, sind heute aber eher im Rückgang begriffen. Gerade in großen oder hohen Räumen traditioneller Bauten bewirken sie eine schlechte Wärmeverteilung. Insbesondere werden Bereiche, die durch Anfall von Kondensat gefährdet sind (Ecken, Laibungen) meist nicht wirksam erreicht. Dessen ungeachtet versorgen sie viele der historischen Bauten mit Raumwärme. Vorhandene Systeme sind aufgrund von Gegebenheiten vielfach nicht leicht veränderbar. Es ist Folgendes zu beachten:

### 6.1.1 Nutzung vorhandener Systeme



Historische Heizkörper können mitunter von hoher gestalterischer Qualität sein und einen gewissen Zeugniswert besitzen (z.B. Gussheizkörper). Im Einzelfall ist die Erhaltung und Integration in bestehende oder neue Heizungssysteme ein denkmalpflegerisches Ziel.

### 6.1.2 Installation neuer Systeme



Die Ausstattung von Baudenkmalen ausschließlich mit Einzelheizkörpern oder punktuellen Konvektoren ist problembehaftet, insbesondere in bauphysikalisch-raumklimatisch grenzwertigen Situationen (z.B. Erd- und Untergeschoß). In Kombination mit Bauteilheizungen oder linienförmig außenwandseitig eingesetzten Konvektoren können Einzelheizkörper dessen ungeachtet eine wichtige Ergänzung der notwendigen Wärmeabgabeflächen ermöglichen, oder im Falle gedämmter, trockener Bauteile (z.B. Dachbodenausbau, Holzbau) eine traditionelle Alternative bleiben. Grundsätzlich ist eine Auslegung auf Niedertemperatur anzustreben.

*Hohe Betriebstemperaturen bedeuten hohe Verluste und schädliche Auswirkungen auf den Feuchtehaushalt des Bauwerks und der Ausstattungen.*

## 6.2 KACHELOFEN / GRUNDOFEN / KAMIN

Heutiger Wohnkomfort findet mit historischen Einzelöfen kaum mehr das Auslangen, auch wenn vorhandene Grund- oder Kachelöfen weiterhin benützt werden. Sie lassen sich jedoch mit anderen Systemen kombinieren. In einzelnen Fällen kann der Betrieb historischer Öfen auch auf andere Energieträger (etwa Elektroheizeinsätze) umgestellt werden.



## 6.2.1 Nutzung vorhandener Öfen



Sind in den Bauwerken noch Einzelöfen in Form von Kachel- oder gemauerten Grundöfen erhalten, können diese reaktiviert werden. Dies bedeutet zumeist, dass der Ofen neu gesetzt und der Kamin saniert bzw. erneuert werden muss. Wertvolle historische Öfen erlauben schwerlich eine Zerlegung, bei gemauerten Öfen bedeutet letztlich der Ersatz des Feuerraums eine Kopie des Bestandes. In diesen Fällen kann eine Umrüstung auf elektrischen oder wassererwärmten Betrieb eine substanzschonende, ökonomische Alternative darstellen und es können auf diese Weise Abbrüche vermieden werden.

## 6.2.2 Errichtung neuer Öfen



Die Errichtung neuer Kachel- oder Grundöfen kann raumweise oder zentral erfolgen. Die Positionierung der jeweils notwendigen Kamine und deren Dachdurchdringungen bedürfen einer Abklärung seitens des Bundesdenkmalamts.

Zentrale Anlagen sind oft wassergeführte Heizkamine oder Kachelöfen, bei denen die Wärme über Wärmespeichersysteme (Pufferspeicher) geführt und im gesamten Haus verteilt wird. Positionierung wie Leitungsführung bedeuten substanzuelle Eingriffe am Baudenkmal und bedürfen einer Abklärung mit dem Bundesdenkmalamt.

## 6.3 BAUTEILHEIZUNG

Bauteilheizungen können im Grunde in alle Flächen integriert werden. So gibt es neben der Fußbodenheizung mittlerweile häufig die Wand- oder Sockelheizung und seltener die Deckenheizung. Je nach denkmalpflegerischem Befund sind diese jeweils mehr oder weniger geeignet. Zu unterscheiden ist die Auslegung als Temperierung z.B. zur Schadensprävention (siehe 6.4 Temperierung) und die vollwertige Heizung mit höherer Temperatur bzw. größerer erforderlicher Abgabefläche. Anzustreben sind Kombinationen beider Systeme, insbesondere um Synergieeffekte in den Jahresübergangszeiten ausnutzen zu können.

Prinzipiell gibt es Wasserrohrsysteme und elektrische Systeme (z.B. Infrarotmatten, Heizgitter etc.).

### 6.3.1 Fußbodenheizung / Deckenheizung



Eine Fußbodenheizung ist besonders im erdnahen Bereich gut geeignet, um den Effekt einer Heizung mit einer Schadensprävention zu kombinieren. Der Erfolg liegt hierbei in der Verhinderung von Kondensat. Geschloßheizungen oberhalb von Holzbalkendecken bergen allerdings Schadenspotentiale durch Wasserführung.

*Eine Fußboden- bzw. Deckenheizung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch eine Bauteilheizung darf die historische Substanz und Charakteristik des Innenraums nicht gefährdet bzw. beeinträchtigt werden. Der Betrieb einer Fußboden- bzw. Deckenheizung muss mit der Aufbringung eines historisch adäquaten Bodenbelags bzw. Deckenputzes kompatibel sein.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob der bestehende Bodenaufbau bzw. Deckenputz entfernt werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall restauratorische oder bauarchäologische Voruntersuchungen (Bodenschüttungen) erforderlich.



- Bei Anlagen im Bereich von anstehendem Gelände, Erdfeuchte und Mauersalzen, aber auch besonderen Nutzungsansprüchen, ist der Einfluss der Temperierung auf den Feuchte- und Salztransport im Bodenaufbau wie auch im Mauerfuß zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).

### 6.3.2 Wandheizung eingefräst / eingeputzt



Wandheizungen werden vor allem mit wasserführenden Konstruktionen ausgeführt. Es gibt aber auch elektrische Systeme (Infrarotmatten oder Heizgitter). Die Installation von Wandheizungen kann besonders bei verputztem Mauerwerken einen starken Substanzverlust nach sich ziehen. Die Ausführung im Detail ist genau zu entwickeln, da es verschiedene Prinzipien gibt. Grundsätzlich unterscheidet man vorgefertigte Systeme (Register) und freie Rohrführung. Die individuelle Rohrführung erlaubt die Reaktion auf besondere Mauerwerksarten (z.B. unebenes Bruchsteinmauerwerk) bzw. Befunde (Malerei).

*Eine Wandheizung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Installation einer Wandheizung darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Putzschichten und Wandoberflächen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob der bestehende Putz entfernt werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen an Mauerwerk, Putz und Anstrichen erforderlich.
- Bei Anlagen im Bereich von anstehendem Gelände, Erdfeuchte und Mauersalzen, aber auch besonderen Nutzungsansprüchen, ist der Einfluss der Temperierung auf den Feuchte- und Salztransport zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Es muss eine zerstörungsarme Leitungsführung entwickelt werden.
- Bei Wandkonstruktionen aus Holz ist ein besonderes Gefährdungspotential durch Betriebsfeuchtigkeit oder Schäden gegeben (Rohrbruch/Rohrleck). Wasserführende Wandheizungen sind hier zu vermeiden.

*Die Leitungen werden entweder ins Mauerwerk eingefräst oder nur im Verputz geführt. Die Kontaktfläche zum umgebenden Mauerwerk erfolgt direkt oder über einen Kunststoffmantel.*

*Infrarotmatten sind diffusionssperrend und nur beschränkt einsetzbar. Außerdem besteht eine hohe Gefahr der Beschädigung und Verstellung durch Möbel.*

### 6.3.3 Sockelleistenheizung



Sockelleistenheizungen sind vorgefertigte additive Systeme und können ohne Substanzverlust vor der Wand montiert werden. Die momentan verfügbaren Systeme sind steife Konstruktionen, die sich im Baudenkmal der vorgegeben Form nur schwer anpassen lassen. Die Leisten wirken gleichermaßen über Wärmestrahlung als auch über Konvektion, wobei der Konvektionsanteil höher ist (Wärmefilm vor der Wand). Sie besitzen eine beschränkte Wärmeabgabefläche und sollten möglichst auf Niedertemperatur, zumindest jedoch auf Mitteltemperatur ausgerichtet sein. In gewissen Klimazonen können die verfügbaren Montageflächen die tatsächlichen Bedarfsspitzen im Winter nicht abdecken. Das birgt die Gefahr, dass die Betriebstemperatur deshalb deutlich erhöht und damit verstärkt Staub verbrannt wird, wobei Schmutzfahnen an den Wänden auftreten können (Wandverfärbung).

*Sockelleisten-Systeme eignen sich in vielen Fällen nicht als ausschließliche Heizsysteme (siehe 6.3.3 Sockelleisten-Heizung). Zur Temperierung können sie hingegen gut benutzt werden.*

*Eine Sockelleistenheizung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Installation einer Sockelleistenheizung darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Bodenbelägen kommen.



Prinzipiell sind Heiz- und Temperiersysteme von einander unabhängig zu führen und zu steuern. In der Nichthauptlastzeit (Frühling bis Herbst) muss die Temperierung separat aktiviert werden können.

- Bei Anlagen im Bereich von anstehendem Gelände, Erdfeuchte und Mauersalzen, aber auch besonderen Nutzungsansprüchen, ist der Einfluss der Temperierung auf den Feuchte- und Salztransport zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Es muss eine zerstörungsarme Leitungsführung entwickelt werden.
- Die Deckung des ganzjährigen Wärmebedarfs (Spitzen) ist in einem Heizungskonzept darzustellen. Gegebenenfalls sind Kombinationen mit anderen Systemen erforderlich.

## 6.4 TEMPERIERUNG

Bauteiltemperierungen sind Stützheizungen z.B. am Mauerfuß, in der Sockelzone bzw. in besonders von Abkühlung betroffenen Bereichen (Ecken, Nischen, Fensterlaibungen, Durchdringungen) und dienen der leichten Erwärmung der Oberfläche zur Stabilisierung des Raumklimas (Verhinderung von Kondensat). Es gibt Wasserrohrsysteme und elektrische Systeme.

### 6.4.1 Sockeltemperierung



Sockeltemperierungen sind in verschiedenen Bauarten herzustellen (vorgestellt, aufgeputzt oder eingefräst). Zu beachten ist, dass die Wärme tatsächlich in den Wandquerschnitt eindringen kann (Strahlungswärme statt Konvektion).

*Eine Sockeltemperierung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Installation einer Sockeltemperierung darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Wandfassungen oder Bodenbelägen kommen.
- Bei Anlagen im Bereich von anstehendem Gelände, Erdfeuchte und Mauersalzen ist der Einfluss der Temperierung auf den Feuchte- und Salztransport zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Es muss eine zerstörungsarme Leitungsführung entwickelt werden.
- Eine Sockeltemperierungsanlage hat im Jahresverlauf andere Betriebszeiten als die Hauptlastheizung. Sie muss daher leitungs- wie steuertechnisch getrennt werden. Im Falle eines notwendigen Sommerbetriebes ist dieser separat zu planen und die dafür notwendige Versorgung zu gewährleisten

### 6.4.2 Mauerfußtemperierung



Alternativ zu einer Positionierung im sichtbaren Sockelbereich (siehe 6.4.1) oder zu eingefrästen/eingeputzten Wandtemperierungen (siehe 6.4.3) kann eine Temperierung im Bodenaufbau mit unmittelbarem Rohrkontakt zur Wand und zum Boden eingebracht werden. Diese Bauweise als Rohrsystem im gegossenen Randstreifen ist interventionsarm, bedarf jedoch einer besonderen Ausführung (Konstruktionshöhe) und bleibt unter Umständen im Bodenbelag sichtbar.

*Eine derartige Wandtemperierung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Installation einer Mauerfußtemperierung darf es weder zu einer nachteiligen Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Bodenbelägen kommen.





- Bei Anlagen im Bereich von anstehendem Gelände, Erdfeuchte und Mauersalzen ist der Einfluss der Temperierung auf den Feuchte- und Salztransport zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Es muss eine zerstörungsarme Leitungsführung entwickelt werden.
- Eine Sockeltemperierungsanlage hat im Jahresverlauf andere Betriebszeiten als die Hauptlastheizung. Sie muss daher leitungs- wie steuertechnisch getrennt werden. Im Falle eines notwendigen Sommerbetriebes ist dieser separat zu planen und die dafür notwendige Versorgung zu gewährleisten (evtl. Ausnutzung alternativer Energieträger für Sommerbetrieb).

### 6.4.3 Wandtemperierung eingefräst/eingeputzt



Wandtemperierungen werden vor allem mit wasserführenden Konstruktionen ausgeführt. Es gibt aber auch elektrische Systeme (Infrarotmatten oder Heizgitter) falls eine entsprechende Wärmeerzeugung fehlt. Für eine Wandtemperierung sind nur wenige Laufmeter Leitung notwendig. Diese werden entweder eingefräst oder eingeputzt (siehe 6.3.2 Wandheizung).

*Eine Wandtemperierung ist unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Durch die Installation einer Wandtemperierungsanlage darf es weder zu einer Beeinträchtigung des historisch-ästhetischen Erscheinungsbildes des Raumes noch zu einer Zerstörung von historisch wertvollen Putzschichten und Wandoberflächen kommen.
- Seitens des Bundesdenkmalamts ist zu klären, ob der bestehende Putz entfernt oder überschichtet werden darf.
- Als Entscheidungsgrundlage sind im Einzelfall Voruntersuchungen an Mauerwerk, Putz und Anstrichen erforderlich.
- Bei Anlagen im Bereich von anstehendem Gelände, Erdfeuchte und Mauersalzen ist der Einfluss der Temperierung auf den Feuchte- und Salztransport zu beachten (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Es muss eine zerstörungsarme Leitungsführung entwickelt werden.
- Eine Wandtemperierungsanlage hat im Jahresverlauf andere Betriebszeiten als die Hauptlastheizung. Sie muss daher leitungs- wie steuertechnisch getrennt werden. Im Falle eines notwendigen Sommerbetriebes ist dieser separat zu planen und die dafür notwendige Versorgung zu gewährleisten.

*Infrarotmatten sind diffusionssperrend und nur beschränkt einsetzbar. Außerdem besteht eine hohe Gefahr der Beschädigung und Verstellung durch Möbel.*

## 7. LÜFTUNG / KÜHLUNG

Lüftung und Kühlung stellten in traditionellen Gebäuden keine eigene Aufgabe dar. Sie sind erst im Zuge deutlich veränderter Nutzungsansprüche bzw. absolut dichter und großflächig verglasteter moderner Bauweisen aufgekommen.

Die sommerliche Kühlung ist ein zunehmend relevanter Faktor für den Energieverbrauch im Gebäudesektor. Historische Bauten erfordern aufgrund der massiven Bauweise, der üblichen Dachüberstände, Fensterläden etc. in der Regel keine Kühlung. Anders verhält es sich bei den Bauwerken ab dem 20. Jh., wo kontrollierte Raumlüftungen durchaus eine Alternative darstellen können.

Traditionelle Bauweisen garantierten einen geringen ständigen Luftaustausch, was für allgemeine Nutzungsansprüche genügt. Das Lüften über geöffnete Fenster ist hier



immer noch am effektivsten. Für die im Sommer manchmal auftretenden Kondensationen an Mauerflächen könnten aufwendig verteilte Lüftungssysteme Abhilfe schaffen. Hier haben sich aber einfache Temperierungsanlagen technisch wie wirtschaftlich bestens bewährt (siehe 6.4). Lüftungssysteme sind außerdem nachträglich in einem historischen Bauwerk nur schwer integrierbar. Ihr Einsatz konzentriert sich daher im Besonderen auf Umnutzungen historischer Bausubstanz.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen überdies, dass sich Lüftungsanlagen weder energetisch noch finanziell lohnen, also in erster Linie dem Komfort dienen.

## 7.1 LÜFTUNGS- UND KLIMAAANLAGEN



Die Abhängigkeit eines Raumklimas von einer automatischen Anlage ist im Baudenkmal besonders heikel. Aufgrund verschiedener Ursachen wie unerwünschter Geräuschbelastungen oder Betriebskosten werden die aus gutem Grund konzipierten Anlagen durch die Nutzer unter Umständen ausgeschaltet, so dass das Raumklima kollabiert.

Grundvoraussetzung für den Betrieb derartiger Anlagen ist eine hohe Gebäudedichtheit. Im Baudenkmal führt das zu massiven Eingriffen bei Fenstern und Türen. Die Installation der zumeist sperrigen Einbauten im Baudenkmal ist zudem stark durch die vorgegebene Baugeometrie eingeschränkt.

*Anlagen sind unter folgenden Voraussetzungen möglich:*

- Das Bauwerk muss sich prinzipiell für eine Lüftungs-/Klimaanlage eignen. Das heißt, es muss eine gewisse Dichtheit bereits gegeben sein, so dass zusätzliche Abdichtungen nur in verhältnismäßig geringem Maße erforderlich sind.
- Die bauphysikalischen Gegebenheiten sind für die Bedingungen vor und nach dem Einbau der Anlagen darzustellen, sowie der Einfluss des Nutzerverhaltens aufzuzeigen (siehe VI. Nachweisverfahren).
- Die historische Substanz und Charakteristik des Innenraums muss eine Installation ermöglichen.
- Es muss eine zerstörungssarme Kanalführung entwickelt werden. Das heißt, dass sich die Dimensionierung möglichst nach bestehenden Kanälen oder Durchbrüchen richtet. Zusätzliche Abbrüche bedürfen einer Klärung seitens des Bundesdenkmalamts.
- Im Falle einer Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sind der Platzbedarf und der Aufstellungsort der Tauscher-Module zu beachten. Das gilt in noch stärkerem Ausmaß für den Platzbedarf der Verteil-Kanäle solcher Systeme.
- Insbesondere im Falle von Umnutzungen klimatisch spezifischer Räumlichkeiten in Erd- und Untergeschoßen (z.B. historische Keller) wird die Installation von Lüftungssystemen zur Stabilisierung des Raumklimas im Fußbodenaufbau empfohlen. Dies bedingt Auskofferungen, die zu Störungen von archäologischen Schichten führen können (Abklärung seitens des Bundesdenkmalamts und eventuelle Voruntersuchungen erforderlich).

*Bei Lüftungsanlagen ist auch deren Lautstärke (dB) zu beachten.*

*Bestimmte Nutzungen (Hotel, Kaufhaus, Museum, etc.) setzen Klima – bzw. Lüftungsanlagen voraus – eine frühzeitige Berücksichtigung des dafür nötigen Platzbedarfs und Definition der möglichen Verortung ist erforderlich.*

*Bei speziellen Nutzungen, wie etwa Archivräumen in Untergeschossen, sind Notfallsysteme zur Sicherung des Raumklimas vorzusehen.*



Grundsätzlich gewinnt die Automation der Gebäude an Bedeutung. Die sich rasant entwickelnde Gebäudetechnologie wird zunehmend differenzierter und bietet die große Chance, ohne Veränderung der Bauwerkshülle deutliche Energieeinsparungen zu erzielen.

Möglichkeiten mit großem Potential sind hier Gebäudeautomations-Systeme, Haus- und Anlagentechnik, Regelungstechnik und Gebäudeleittechnik.

Die Entwicklung ist hierbei durchaus ambivalent zu sehen. Es kann mit einer neuen Heizungssteuerung (etwa in Kombination mit Einzelraumthermostaten) bei gleich bleibender Low-Tech-Anlage viel gespart werden, wenn sie spezifisch auf Nutzerverhalten, Jahres- und Tagesverlauf etc. abgestimmt ist. Es kann aber auch mit einer Steuerung trotz einer modernen High-Tech-Anlage viel vergeudet werden, wenn sie falsch eingestellt ist, nicht gewartet wird oder den Bediener schlicht überfordert. Grundsätzlich begünstigen historische Bauwerke durch ihre erprobten, jahrhundertalten Bauweisen Low-Tech-Systeme.

Bei High-Tech-Systemen besteht überdies die Gefahr, dass im Falle eines Versagens (Stromausfall, Katastrophe etc.) Gebäudezustände nicht mehr zu kontrollieren und zu steuern sind. Für hochwertige Bauten und Güter ist deshalb immer ein Notfallsystem zu planen. Daneben ist auch die geringe technische Halbwertszeit solcher Systeme (Hardware, Software) mit zu bedenken.

Sensoren, Aktuatoren und Bussysteme o.ä. sind in der Regel sehr kleine Bauteile, die trotzdem einen gewissen Eingriff erforderlich machen. Diese sind möglichst substanzschonend und im Erscheinungsbild unauffällig zu installieren.

# IV. BEWILLIGUNGSVERFAHREN

**Veränderungen am Denkmal** werden gemäß § 5 Absatz 1 Denkmalschutzgesetz (DMSG) <sup>34</sup> in einem denkmalbehördlichen Verfahren behandelt. Dabei handelt es sich um einen vom baubehördlichen Verfahren (bei Magistrat bzw. Gemeinde) getrennten Vorgang. Das Verfahren wird für jedes Objekt einzeln geführt.

## MITTEILUNG DES VORHABENS

Das Vorhaben einer energetischen Sanierung, welches Eingriffe oder Einflüsse auf die Bausubstanz beziehungsweise Wirkung und Erscheinung eines Denkmals beinhaltet, ist dem Bundesdenkmalamt mitzuteilen. Zuständig ist das entsprechende Landeskonservatorat, in dessen Bundesland sich das Objekt befindet ([www.bda.at/organisation](http://www.bda.at/organisation)). Maßnahmen, die baupolizeilich nicht einreichpflichtig sind, können durchaus bewilligungspflichtig durch das Bundesdenkmalamt sein (Fenstertausch, Bodenaufbauten etc.). Je früher das Bundesdenkmalamt in den Planungsprozess eingebunden wird, desto schneller können tatsächliche Veränderungsmöglichkeiten ermittelt und der Planungsaufwand reduziert werden.

## KLÄRUNG DER ZIELE

Im Zuge einer energetischen Sanierung ist die konkrete Zielsetzung eindeutig zu definieren. Die Definition dient der Trennung eigentlich verschiedener Problemstellungen. Eine nachträgliche Außendämmung ist beispielsweise keine adäquate Maßnahme, um einen schadhafte Putz zu ersetzen.

## DENKMALPFLEGERISCHE BEWERTUNG

Mit der Unterschutzstellung eines Bauwerks sind im Grunde das gesamte Gebäude und seine zugehörigen Einbauten zu erhalten (siehe Gesetzlicher Auftrag in Kapitel V). Denkmalschutz ist kein Fassadenschutz, sondern zielt auf die substanzielle Erhaltung aller Bauteile ab (Ausnahme: Teilunterschutzstellung). Jedes Bauwerk hat jedoch seine eigene Geschichte und seinen speziellen Erhaltungszustand, so dass die besonderen Werte mit dem zuständigen Landeskonservatorat besprochen werden sollten, um den Veränderungsspielraum abzuklären. Die vorliegende Richtlinie bildet hierfür den Leitfaden. Im Einzelnen können verschiedene Voruntersuchungen notwendig werden.

## ENERGETISCHE BEURTEILUNG

Der Ausgangszustand des Bauwerks und das ursprüngliche Funktionsprinzip sind genau zu ermitteln. Der bisherige Energiebedarf ist möglichst durch Belege zu dokumentieren. Basierend auf den Grundsätzen dieser Richtlinie und den Vorgesprächen mit dem Bundesdenkmalamt ist seitens der PlanerInnen ein Gesamtkonzept von Maßnahmen zu erarbeiten und ihre einzelnen Auswirkungen zu quantifizieren. Im Zweifelsfall sind die bauphysikalischen Auswirkungen der Maßnahmen zu beurteilen und die tatsächliche Risikofreiheit nachzuweisen (siehe VI. Nachweisverfahren).

## EINREICHUNG UND BESCHEID

Auf Grundlage der Vorgespräche erfolgt das Ansuchen zusammen mit ausreichenden Plandarstellungen, den erforderlichen Nachweisen sowie einer Baubeschreibung. Das Ziel der nachfolgenden Abwägung seitens des Bundesdenkmalamts ist die Ermittlung derjenigen Maßnahmen, die unter größtmöglicher Beibehaltung der Substanz eine sinnvolle energietechnische Verbesserung bewirken. Über die beantragten Veränderungen ist möglichst rasch, längstens jedoch binnen sechs Monaten mittels Bescheid zu entscheiden (Stattgebung oder Ablehnung). Ein positiver Veränderungsbescheid kann Auflagen oder Bestimmungen zu Detailmaßnahmen enthalten, insbesondere wenn energetische Maßnahmen innerhalb eines Gesamtprojekts im Detail nicht näher dargestellt sind, oder die beantragten Maßnahmen keine nachhaltigen substanzschonenden Detailausführungen erkennen lassen.

## FÖRDERUNGEN

Für die Beantragung von Wohnbauförderungsmitteln der Länder in den Programmen der »Thermischen Sanierung« stellt das Bundesdenkmalamt den EigentümerInnen bei Bedarf die Bescheinigung aus, dass mit dem gemeinsam entwickelten Konzept alle Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ergriffen werden, die aus denkmalpflegerischer Sicht für das Bauwerk vertretbar sind. Zudem können im Einzelfall dem Fortbestand des Denkmals dienende spezifische energetische Verbesserungen und in besonders komplizierten Fällen notwendige Gutachten, die einen tatsächlich denkmalpflegerisch begründeten Mehraufwand bedeuten, vom Bundesdenkmalamt finanziell unterstützt werden.

# V. RECHTLICHE GRUNDLAGEN

## GESETZLICHER AUFTRAG IM DENKMALSCHUTZGESETZ

Denkmalschutz wird oft als reiner Fassadenschutz missverstanden. Die Denkmalpflege zielt jedoch auf die Erhaltung des Gesamtbauwerks in seiner einmaligen Substanz ab. Dieser Ansatz ist im österreichischen Denkmalschutzgesetz (DMSG)<sup>34</sup> vielfach festgeschrieben:

- Bei Objekten, die unter Denkmalschutz stehen, ist die Zerstörung sowie jede Veränderung, die den Bestand (Substanz), die überlieferte (gewachsene) Erscheinung oder künstlerische Wirkung beeinflussen könnte, ohne Bewilligung gemäß § 5 Abs. 1 verboten [siehe § 4. (1) DMSG].
- Durch die Unterschutzstellung eines Denkmals werden auch alle seine Bestandteile und das Zubehör sowie alle übrigen mit dem Denkmal verbundenen, sein überliefertes oder gewachsenes Erscheinungsbild im Inneren oder Äußeren mitprägenden oder den Bestand (die Substanz) berührenden Teile mit einbezogen. Dazu zählt auch die auf einen besonderen spezifischen Verwendungszweck des Denkmals ausgerichtete Ausstattung oder Einrichtung, soweit sie auf Dauer eingebracht wurde [siehe § 1. (9) DMSG].
- Das Bundesdenkmalamt hat alle vom Antragsteller geltend gemachten oder von Amts wegen wahrgenommenen Gründe, die für eine Zerstörung oder Veränderung sprechen, gegenüber jenen Gründen abzuwägen, die für eine unveränderte Erhaltung des Denkmals sprechen [siehe § 5. (1) 5.Satz DMSG].

Entgegen der landläufigen Meinung ist das Alter eines Bauwerks für den Denkmalwert nicht allein maßgebend. Vielmehr präsentieren die unter Schutz gestellten Gebäude besondere Zeugnisse aus der gesamten vielschichtigen Baulandschaft Österreichs und zwar aller Stilepochen.

- Ihre Erhaltung liegt dann im öffentlichen Interesse, wenn es sich bei dem Denkmal aus überregionaler oder vorerst auch nur regionaler (lokaler) Sicht um Kulturgut handelt, dessen Verlust eine Beeinträchtigung des österreichischen Kulturgutbestandes in seiner Gesamtsicht hinsichtlich Qualität sowie ausreichender Vielzahl, Vielfalt und Verteilung bedeuten würde. Wesentlich ist auch, ob und in welchem Umfang durch die Erhaltung des Denkmals eine geschichtliche Dokumentation erreicht werden kann [siehe § 1. (2) DMSG].

## AUSNAHMEBESTIMMUNGEN

Um sowohl einem neuen Energiebewusstsein als auch dem öffentlichen Anliegen der Erhaltung der Denkmallandschaft gerecht zu werden, gelten für Baudenkmale im Rahmen der energetischen Sanierung Sonderregelungen. Diese sind in verschiedenen institutionellen Ebenen verankert:

### Europäische Union

In der europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Gebäuderichtlinie)<sup>36</sup> ist für Denkmale eine generelle Ausnahmemöglichkeit festgelegt:

- Die Mitgliedstaaten können beschließen, die in Absatz 1 genannten Anforderungen bei den folgenden Gebäudekategorien nicht festzulegen oder anzuwenden: a) Gebäude, die als Teil eines ausgewiesenen Umfelds oder aufgrund ihres besonderen architektonischen oder historischen Werts offiziell geschützt sind, soweit die Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz eine unannehmbare Veränderung ihrer Eigenart oder ihrer äußeren Erscheinung bedeuten würde [siehe 2010/31/EU Artikel 4, (2) vom 19. Mai 2010; ersetzt bisherige Richtlinie 2002/91/EG].

### Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB)

Basierend auf der europäischen Vorgabe hat diese Ausnahmeregelung mittels der OIB Richtlinie 6 »Energieeinsparung und Wärmeschutz«<sup>26</sup> Eingang in die Bauordnungen aller neun Bundesländer gefunden:

- Die folgenden Gebäude und Gebäudekategorien sind von den Bestimmungen dieser Richtlinie ausgenommen: a) Baudenkmäler und Gebäude, die als Teil eines ausgewiesenen Umfelds oder aufgrund ihres besonderen architektonischen oder historischen Werts offiziell geschützt sind, wenn die Einhaltung der Anforderungen eine unannehmbare Veränderung ihrer Eigenart oder ihrer äußeren Erscheinung bedeuten würde [siehe OIB Richtlinie 6 / Punkt 9 Ausnahmen].

### Bauordnungen

---

Die Baugesetze der Länder sehen darüber hinaus generelle Ausnahmen vor und sind im Einzelnen zu prüfen.

### Vereinbarung Bund – Länder

---

Die aufgrund Art. 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern getroffene Vereinbarung über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen<sup>35</sup> (BGBl. II Nr. 251/2009) sieht für historische oder denkmalgeschützte Gebäude in folgenden Artikeln jeweils Ausnahmen vor:

- Mindestanforderungen für die Förderung umfassender energetischer Wohnhaussanierungen [siehe Artikel 6].
- Förderung von Einzelbauteilsanierungen im Wohnbau [siehe Artikel 7].
- Mindestanforderungen für die Sanierung öffentlicher Gebäude der Vertragsparteien [siehe Artikel 13].

Innerhalb dieser Vereinbarung ist darüber hinaus die so genannte »Deltaförderung« für den denkmalgeschützten Bereich relevant:

- Werden im Rahmen umfassender energetischer Sanierungen die Zielwerte des Abs. 2 nicht realisiert, können die Länder ebenso die Möglichkeit der »Deltaförderung« vorsehen, um möglichst weitgehende Sanierungen zu erreichen. Dabei muss jedoch der Ausgangsheizwärmebedarf (HWB) ab dem Jahr 2009 um mindestens 25%, ab dem Jahr 2010 um mindestens 30% verbessert werden [siehe Artikel 6(4)].

### Förderungen

---

Entsprechend der oben genannten Vereinbarung zwischen dem Bund und den Ländern<sup>35</sup> (BGBl. II Nr. 251/2009) sehen die Wohnbauförderungsgesetze der einzelnen Bundesländer grundsätzlich Sonderregelungen für die Sanierungsanforderungen im/am Denkmal vor, in der konkreten Umsetzung sind sie wenig detailliert gestaltet und räumen einen gewissen Ermessensspielraum ein. In der Praxis zeigt sich, dass viele DenkmaleigentümerInnen keine Kenntnis davon haben bzw. sie nicht für relevant halten.

### Energieausweis

---

Das Energie-Ausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG)<sup>37</sup> definiert folgende Ausnahme von der Vorlagepflicht:

- Beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden, für die nach den jeweils anwendbaren bundes- oder landesrechtlichen Vorschriften kein Energieausweis erstellt werden muss, besteht die Vorlagepflicht nach § 3 nicht [siehe §4. EAVG].

Die angesprochenen landesrechtlichen Vorschriften formulieren jeweils eigene Ausnahmeregelungen für schützenswerte Gebäude und sind im Einzelnen zu prüfen.

# VI. NACHWEISVERFAHREN

**Vor Beginn einer Sanierungsmaßnahme** müssen im Zuge der Planung die möglichen Folgen des Vorhabens beleuchtet werden, um die Schadensrisiken zu minimieren. In der Praxis werden häufig scheinbar harmlose Maßnahmen getroffen, ohne dass sich die Bauherrschaft der möglichen Folgen bewusst ist. Das Abdichten von Fenstern ist z.B. einer dieser Fälle. Die Auswirkungen auf das Raumklima, die Bausubstanz und schließlich die Lebensbedingungen können hingegen gravierend sein. Die wesentlichen Parameter für die Risikoabschätzung einer Sanierungsmaßnahme sind Einflüsse von außen und von innen sowie konstruktive, bauteilabhängige und nutzerspezifische Einflüsse. Hier geht es vor allem um die richtige Einschätzung des konstruktiven Bestands in Form einer detaillierten Bauaufnahme. Ist die Entscheidung für eine Maßnahme gefallen, sollte die geplante Konstruktion mithilfe eines rechnerischen Nachweises abgesichert werden. Dieser kann in unterschiedlichen Detaillierungsstufen erfolgen, je nachdem wie hoch das Risiko eingeschätzt wird.

## Beobachtung

Die grundsätzliche Herangehensweise an eine Sanierungsplanung sollte eine Bauaufnahme in Form einer Gebäudebeobachtung sein. Dabei müssen bereits bestehende Schäden an der Konstruktion erkannt und die Ursachen abgeklärt werden. Es ist sinnvoll, das Raumklima im Gebäude zu kennen und Werte wie die Luftfeuchtigkeit und Temperatur in Abhängigkeit von der Witterung und dem realen Nutzerverhalten zu beobachten und festzuhalten (Thermometer/Hygrometer). Ebenso ist es sinnvoll, den tatsächlichen Energieverbrauch zu erheben und mit Werten der Vorjahre zu vergleichen.

## NACHWEIS DER LANGFRISTIGEN SCHADENSFREIHEIT

Aufgrund der großen Auswahl an neuen Materialien, Methoden und Technologien sowie den geänderten Nutzungsansprüchen besteht heute ein hoher Bedarf an bauphysikalischer Abklärung. Zum Zweck der langjährigen gesicherten Erhaltung von Baudenkmalen sind dabei alle geplanten Maßnahmen über die Anwendung der Norm hinaus nach dem aktuellen Stand des Wissens zu hinterfragen (laufende Forschungsprojekte, wissenschaftliche Entwicklungen, Mängelberichte, Erfahrungswerte etc.). Der Wissensstand befindet sich momentan in einem kontinuierlichen Veränderungsprozess. So sind gegebenenfalls Überlegungen anzu-

stellen und Nachweise zu erbringen, die bis dato noch nicht Eingang in die Regeln der Technik oder das baubehördliche Verfahren gefunden haben.

## Vereinfachter Nachweis

Ein vereinfachter Nachweis kann bei jenen Konstruktionen vorgenommen werden, die ein geringes Schadensrisiko aufweisen bzw. über einen fehlertoleranten Aufbau verfügen.

Es handelt sich dabei hauptsächlich um Bauteile, die diffusionsoffen sind und nach einem Feuchteintrag schnell austrocknen können. Bei feuchtetoleranten Konstruktionen führen kleine Fehlstellen in der luftdichten Schicht zu keinen unzulässigen Feuchtegehalten. Außenwände dürfen für einen vereinfachten Nachweis keine Schlagregenbelastung aufweisen und müssen frei von aufsteigender Bodenfeuchte sein. Der vereinfachte Nachweis sollte nur dann angewendet werden, wenn bei der geplanten Nutzung des Gebäudes eine durchschnittliche Raumluftfeuchte kleiner 50 % eingehalten wird.

Der vereinfachte Nachweis ist ein eindimensionaler rechnerischer Bauteilnachweis. Er erfolgt in Anlehnung an EN 13788<sup>21</sup> unter Berücksichtigung der realen Luftdichtheit der Konstruktion.

Die wesentlichen Parameter, die beim vereinfachten Nachweis bedacht werden müssen, sind die Ausführung der luftdichten Schicht, das Verhindern einer Durchströmung der Dämmschicht sowie das Austrocknungsvermögen der Konstruktion.

## Detaillierter Nachweis

Ein detaillierter Nachweis muss immer dann erbracht werden, wenn ein vereinfachter Nachweis eine unzureichende Absicherung und ein zu hohes Schadensrisiko darstellt.

Der detaillierte Nachweis ist eine zwei- oder dreidimensionale, stationäre oder dynamische, thermische oder hygrothermische Simulation. Sie erfolgt in Anlehnung an EN 15026<sup>22</sup> unter Berücksichtigung der realen Luftdichtheit der Konstruktion. Die Grundlagen der Bauteilsimulation sind auch in den WTA-Merkblättern 6-1 bis 6-3<sup>29,30,31</sup> beschrieben.

Aktuell ist die am Markt erhältliche Software, um eine genormte hygrothermische Simulation durchführen zu können, sehr

beschränkt und intensiv in Entwicklung (siehe ANNEX 55<sup>33</sup>). Wärmebrückenprogramme, die eine rein thermische Simulation darstellen, sind verfügbar.

### *Zwei- oder dreidimensionale Simulation*

Bei dieser Nachweisform handelt es sich um Simulationen, die die thermischen und hygri-schen Vorgänge im Bauteil beschreiben. Je nach Bauteil können zwei- oder dreidimensionale Simulationen durchgeführt werden. Bei flächenhaften Bauteilen ist eine zweidimensionale Simulation ausreichend, bei Details von Bauteilanschlüssen ist eine dreidimensionale Berechnung erforderlich. Bei Bauteilen mit einer raumseitig angeordneten Dämmschicht (Innendämmungen) sollte ebenfalls eine dreidimensionale Simulation erfolgen. Da bei diesen Konstruktionen die Bauteilanschlüsse deutliche Wärmebrücken darstellen, muss auch die Einhaltung der zulässigen Temperaturfaktoren nachgewiesen werden.

### *Thermische Simulation*

Bei Konstruktionen mit geringer hygri-scher Belastung ist eine stationäre thermische Simulation meist ausreichend. Dabei steht die Analyse von Wärmebrücken im Mittelpunkt, um einerseits die Wärmeverluste zu minimieren und das Entstehen eines Feuchteschadens infolge Tauwasserbildung zu vermeiden. Daher sollten grundsätzlich alle Wärmebrücken mit einem Wärmebrückenprogramm überprüft werden.

### *Hygrothermische Simulation*

Bei hygrothermischen Simulationen wird versucht, die Temperatur- und Feuchtteströme in einem Bauteil unter realen, dynamischen Verhältnissen nachzubilden. Dabei ist es wichtig, dass Wasserdampfdiffusion und Flüssigwassertransport in den Bilanzgleichungen berücksichtigt werden. Die Diffusions-eigenschaften der einzelnen Baustoffe müssen in Abhängigkeit vom Wassergehalt in die Berechnung einfließen.

Des Weiteren wird ein Zusammenhang zwischen Wärme- und Feuchtetransport hergestellt, indem eine feuchtigkeitsabhängige Wärmeleitfähigkeit der Baustoffe berücksichtigt wird. Nur so können instationäre Vorgänge, verursacht durch Änderung der Bewitterung, der Nutzung oder der Konstruktion realitätsgetreu nachgebildet werden.

Ein weiterer wesentlicher Punkt bei der hygrothermischen Simulation ist die Berücksichtigung von Luftströmungen. Diese sind bei wenig schadenstoleranten Konstruktionen ein wichtiger Beurteilungsfaktor von Auswirkungen möglicher Leckagen in der luftdichten Schicht.

Für die Luftdichtheit einer Konstruktion können folgende Annahmen getroffen werden: Bei Gebäuden aus massiven verputzten Wänden gilt eine vollflächige Putzschicht als luftdichte Schicht. Bei bestehenden Leichtbaukonstruktionen sollte die Luftdichtheit mit einer Blower-Door-Messung überprüft werden, um eine aussagekräftige Planungsgrundlage zu erhalten.

Der detaillierte Nachweis in Form einer hygrothermischen Simulation kann einen Schadensfall an einer Konstruktion nicht ausschließen. Es wird jedoch das Risiko für einen Schaden vorweg abgeschätzt und es kann durch Analyse verschiedener Randbedingungen die optimale Sanierungsvariante gewählt werden.

Bei starken Feuchte- oder Temperaturschwankungen ist eine gekoppelte hygrothermische Simulation erforderlich. Auf jeden Fall aber sollte diese Simulation bei folgenden Punkten angewendet werden:

- *Deckenanschluss – Balkenkopf:* Bei einer Sanierung einer Holzbalken- bzw. Tramdecke müssen die Auflagerbereiche genau untersucht und auf Feuchteschäden überprüft werden. Es sollte eine hygrothermische Simulation des Deckenanschlusses unter Berücksichtigung der neuen Raumnutzung durchgeführt werden. Im Fall einer thermischen Sanierung mit einer Innendämmung muss eine hygrothermische Simulation des Tramkopfdetails vorgenommen werden. Nur dadurch kann die Funktionstüchtigkeit, speziell die Luftdichtheit der Innendämmschicht, sichergestellt werden. Eine Simulation möglicher Fehlstellen und der dadurch entstehenden Schäden zeigt wie feuchtetolerant eine Konstruktionsvariante ist.
- *Aufsteigende Mauerfeuchte:* Aufsteigende Feuchte kann sehr viele Ursachen haben. Am Beginn eines Planungsprozesses muss daher die Herkunft der Feuchtigkeit im Mauerwerk festgestellt werden. Oft lässt sich aufsteigende Mauerfeuchte durch Leckagen in Regenrinnen und Fallrohren, falsch geneigten Traufenpflastern oder schlecht abgeleitetem Oberflächenwasser erklären. Ist jedoch sichergestellt, dass die Mauerfeuchte aus dem grundwasserführenden



Boden stammt, kann nur eine hygrothermische Simulation Aufschluss über die Folgen einer bestimmten Sanierung liefern. Vorab ist es auch sinnvoll, den Wassergehalt des feuchten Mauerwerks anhand von Materialproben markanter Bauteile zu untersuchen. Mögliche Arten der Probenahme und -untersuchung sind im WTA-Merkblatt 4–11<sup>28</sup> zu finden.

- *Innengedämmte Außenwände unter Schlagregenbelastung:* Innengedämmte Außenwände müssen nach außen diffusionsoffen sein, um eine Tauwasserbildung an der kalten Seite der Dämmung zu vermeiden und eine Austrocknung über die Fassade zu ermöglichen. Gleichzeitig muss jedoch auch verhindert werden, dass Feuchtigkeit von außen in die Konstruktion eindringen und Schäden an der Innendämmung hervorrufen kann. Ein massiver Feuchteintrag von außen wird durch Schlagregenereignisse dargestellt, die einem Wassereintrag über kapillare Leitung entsprechen. Vor allem bei Sichtziegelmauerwerk oder stark gegliederten Fassaden, generell bei stark saugenden Materialien, müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Belastung in den zulässigen Bereich zu bringen.
- *Tür- und Fensterlaibungen:* Der Bereich einer Fensterlaibung stellt eine maßgebliche Wärmebrücke dar, die bei einer Änderung der Raumwidmung oder der Konstruktion überprüft werden muss. Es ist dabei darauf zu achten, dass in der raumseitigen Fensterlaibung die Taupunkttemperatur nicht unterschritten wird. Dies ist wiederum von der Lage des Fensters in der Wandöffnung abhängig. Im Altbau vorhandene Kastenfenster weisen einen relativ breiten Fensterstock auf, der einen großen Bereich der Laibungsfläche abdeckt. Das Temperaturgefälle ist damit also relativ flach. Werden Bestandsfenster abgedichtet oder ausgetauscht, müssen die Auswirkungen der Verringerung des Luftwechsels und die Veränderung des Temperaturgefälles vor der Durchführung der Maßnahme beurteilt werden. Hierfür ist es zuträglich, die klimatischen Bedingungen in den entsprechenden Räumen über einen längeren Zeitraum zu erfassen (Feuchtigkeit, Temperatur).
- *Dachdämmung mit Durchdringungen:* Der Nachweis bei Dächern ist in Abhängigkeit von der jeweiligen Konstruktion zu führen. Dabei sind Dächer mit einer Überlüftung der Dämmschicht generell als risikoärmer gegenüber Konstruktionen ohne Überlüftung einzustufen. Weisen Dächer konstruktive Durchdringungen der Dämmschicht (z.B. Stuhlsäulen, Kopfbänder etc.) auf, müssen

diese mittels hygrothermischer Simulation unter Berücksichtigung möglicher Strömungspfade durch die Dämmebene berechnet werden. Alternativ kann bei Dächern mit Durchdringungen ein feuchtetoleranter Konstruktionsaufbau gewählt werden. Bei diesem muss die Dämmschicht diffusionsoffen sein und auf jeden Fall eine Überlüftung aufweisen. Nur so kann sichergestellt werden, dass Leckageluftströme aus der Raumluft in die Dämmschicht an der Außenseite abgeführt werden.

### **Ermittlung der Gesamtenergiebilanz**

Im Falle einer Darstellung der Gesamtenergiebilanz eines Gebäudes ist diese analog zum OIB-Leitfaden »Energietechnisches Verhalten von Gebäuden« Ausgabe 2011<sup>27</sup> zu erstellen.

Bei der Ermittlung ist Folgendes zu berücksichtigen:

- Zur Angabe der Gesamtenergiebilanz kann der Primärenergiebedarf oder Endenergiebedarf verwendet werden.
- Es ist von der tatsächlichen Nutzung auszugehen.
- Die Geometrie des Gebäudes ist detailliert zu ermitteln.
- Für den Bestand und die geplanten Maßnahmen ist das tatsächliche thermische Gebäudeverhalten anzusetzen (Materialeigenschaften, Bauteileigenschaften).
- Für die bestehenden und die geplanten gebäudetechnischen Anlagen ist die reale Ausführung und Regelung anzusetzen.
- Bei der Darstellung der Gesamtenergiebilanz ist der Beitrag jeder einzelnen Maßnahme anzugeben.

# VII. GLOSSAR

## Amortisationszeit

Die Amortisationsdauer, auch pay-off-Dauer, pay-back-Dauer oder Wiedergewinnungsdauer bezeichnet, gibt die Zeit an, in der die Anschaffungsausgaben oder der Kapitaleinsatz einer Investition wiedergewonnen wird.

## Bauteiltemperierung

Durch die direkte Versorgung von gefährdeten Verlustflächen an der Gebäudehülle mit Unter- oder Aufputz verlegten Heizrohren kann in den meisten Fällen ein Feuchteschaden am Gebäude oder an Gebäudeteilen zuverlässig behoben und verhindert werden. Die Verlegung der Rohrleitungen erfordert eine individuelle Planung und Beratung am Ort und wird in der Regel ausschließlich objektspezifisch durchgeführt. Ausführungs hinweise im Detail können nicht gegeben werden, da sie individuell geplant werden müssen.

## Beschichtetes Glas

(K – Glas, hard coated Glas, LEG Glas, EKO-Glas)  
Bereits während der Herstellung des Floatglases wird im Online-Verfahren eine spezielle, dauerhafte, transparente Metalloxyd-Beschichtung auf eine der Oberflächen pyrolytisch eingebracht. Die Beschichtung ist äußerst kratzfest und haltbar und kann monolithisch verwendet werden oder zu Isolierglas weiterverarbeitet werden. Die Beschichtung von Gläsern kann online (sog. Hardcoatings, z.B. Pyrolytische Verfahren) oder offline (sog. Softcoatings, z.B. Hochvakuum-Magnetron-Verfahren) erfolgen. Online-Beschichtungen sind witterungsbeständig und erzielen i.d.R. höhere g-Werte. Offline-Beschichtungen können nur zum Scheibenzwischenraum hin verwendet werden und erzielen i.d.R. niedrigere U-Werte. Gläser mit Online-Beschichtungen können im Gegensatz zu Offline-Beschichtungen auch als Einfachgläser verwendet werden.

## Blower-Door-Test

Bei diesem Test wird die Luftdichtheit eines Gebäudes mittels des Differenzdruckverfahrens gemäß ÖNORM EN 13829 geprüft. Dabei wird durch einen in der Gebäudehülle, meist in die Eingangs- oder Fenstertür, eingesetzten Ventilator innerhalb des Gebäudes eine konstante Über- oder Unterdruckserie (zwischen 20 und 90 Pascal) erzeugt und gehalten. Die durch Undichtheiten der Gebäudehülle strömende Luftmenge muss den Ventilator passieren und wird dabei messtechnisch erfasst.

## Dampfbremse – Dampfsperre

Eine Dampfbremse besteht aus einem Material, welches das Eindringen von Wasserdampf vom Innenraum aus in das Dämmmaterial reduziert. Damit wird verhindert, dass der Wasserdampf dort kondensiert und Feuchteschäden verursacht. Als Dampfbremse werden spezielle Folien und Papiere, aber auch Holzwerkstoffplatten raumseitig auf die Dämmung aufgebracht. Eine absolut lückenlose Verlegung ist dabei unerlässlich. Gleichzeitig kann eine Dampfbremse auch zur

Herstellung der Luftdichtheit eingesetzt werden. Wenn die Schicht wirklich dampfdicht ist, spricht man von einer Dampfsperre. Beide Begriffe werden stark vermischt.

## Diffusionsoffen

Diffusionsoffen wird eine Konstruktion genannt, die Wasserdampf oder Gase entweichen lässt, also das Gegenteil einer Dampfsperre ist. In diffusionsoffenen Konstruktionen entstehen keine schädlichen Tauwassermengen, da ein hohes Ausdunstungspotenzial vorhanden ist und somit eine Sicherheit für die ganze Konstruktion gewährleistet ist. Starker Wasserdampfanfall, z.B. beim Kochen oder beim Duschen, wird jedoch am effektivsten durch Lüften beseitigt. Faustregel: Solange ein Spiegel, der sich im selben Raum wie die Dampfquelle befindet, auch nur leicht beschlagen ist, ist die Luftfeuchtigkeit zu hoch und es muss gelüftet werden.

## Energieausweis

Der Energieausweis ist ein Dokument, das ein Gebäude anhand von Standardwerten (Defaultwerten) energetisch bewertet. Ausstellung, Verwendung, Grundsätze und Grundlagen der Energieausweise werden in Österreich durch die jeweiligen Landesgesetze und das Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG)<sup>37</sup> geregelt. Diese Rechtsnormen sollen die EU Richtlinie 2010/31/EU<sup>36</sup> über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in nationales Recht umsetzen.

## Energieeffizienz

Energieeffizienz ist eine von drei Säulen einer nachhaltigen Energiepolitik und bezeichnet den Quotienten aus dem gewünschten Nutzen und dem dafür erforderlichen Energieeinsatz. Energieeffizienz wird erhöht, wenn ein gewünschter Nutzen mit möglichst wenig Energieverbrauch einhergeht, unnützer Verbrauch also vermieden wird.

## Energiespeicher

Energiespeicher dienen der Speicherung von Energie zum Zwecke der späteren Nutzung. Wenn die Speicherung einer gewünschten Energieform wegen technischer Probleme, ungenügender Kapazität oder Stillstandsverlusten ungünstig ist, wird in eine andere Energieform umgewandelt, diese gespeichert und erst im Bedarfsfall zurückverwandelt. Bei der Speicherung wie bei der Energieumwandlung treten immer Verluste auf.

## Erdwärme

Erdwärme (Geothermie) bezeichnet die unterhalb der festen Oberfläche der Erde gespeicherte Wärmeenergie, die entzogen und genutzt werden kann. Im Erdinneren werden Temperaturen von 4800–7700°C erreicht; die Temperatur nimmt Richtung Oberfläche ab. Die Erde strahlt täglich Energie in den umgebenden Weltraum ab, wobei hiervon ca. 30–50 Prozent aus dem heißen Erdkern selbst und ca. 50–70 Prozent durch den ständigen Zerfall radioaktiver Elemente in Erdmantel und Erdkruste zustande kommen. Es handelt sich um eine natür-

liche Form der Kernenergie. Oberflächlich kommen hierzu noch die Sonneneinstrahlung und der Wärmekontakt mit der Luft. Geothermie kann als eine Form der erneuerbaren Energien für den Menschen nutzbar gemacht werden.

## Fernwärme

Fernwärme ist jene Wärme, die von einem zentralen Wärmelieferanten über längere Strecken zum Verbraucher (Wohnung, Gewerbe, Industrie) transportiert wird. Als Wärmelieferant kann ein Heizwerk (nur Wärme liefernde Anlage) oder Heizkraftwerk dienen. Dort fällt bei der thermischen Erzeugung von Energie ein großer Teil an ungenutzter Wärmeenergie an, die sich mit der Kraft-Wärme-Kopplung effizient nutzen lässt. Unter Fernheizung wird die Erschließung ganzer Städte oder ganzer Stadtteile verstanden. Bei der örtlichen Erschließung einzelner Gebäude, Gebäudeteile oder kleiner Wohnsiedlungen mit eigener Wärmezeugung spricht man auch von Nahwärme.

## Feuchteverhalten

Das Feuchteverhalten eines Baustoffes beschreibt die Materialeigenschaften in Abhängigkeit zur Feuchtigkeit.

## Flächenkollektor

Bei Geothermieanlagen (Erdwärme) werden zur Energiegewinnung entweder Flächenkollektoren oder Tiefensonden verwendet. Bei Flächenkollektoren werden die Erdrohre auf großer Fläche in Schleifen verlegt. Die Verlegung erfolgt in relativ geringer Tiefe, oft nur knapp unterhalb der örtlichen Frostgrenze, und die gewonnene Energie stammt größtenteils aus der gespeicherten Sonneneinstrahlung. Die Größe der benötigten Fläche ist abhängig vom Heizbedarf, sowie von der vorgefundenen Bodenqualität. Schwere, nasse Böden gewährleisten einen guten Wärmeübergang, wohingegen trockene Böden schlechter nutzbar sind und die Fläche hier größer sein muss. Als Faustregel gilt, dass die Kollektorfläche ca. doppelt so groß dimensioniert sein muss wie die zu beheizende Fläche.

## Gebäudeautomation oder Gebäudeautomatisierung

Mit dem Begriff Gebäudeautomation ist die Vernetzung der verschiedenen Anlagen eines Gebäudes mit einem zentralen Computer gemeint, der die Steuerung und Überwachung der gesamten Haustechnik von einem einzelnen Arbeitsplatz aus ermöglicht. Ziele sind die Einsparung von Energie- und Betriebskosten, die Erhöhung der Betriebssicherheit von Anlagen und ein effizienteres Gebäudemanagement.

## Glasschaumschotter – Glasschaumgranulat

Glasschaumschotter (auch Schaumglasschotter) ist ein mineralischer Dämm- und Leichtbaustoff, der aus recyceltem Altglas hergestellt wird. Als lastabtragende, wärmedämmende (Lambdawert ca. 0,8) Leichtschüttung vereint Schaumglas-

schotter eine Vielzahl von Eigenschaften (kapillarbrechend, druckfest, geruchlos, lastverteilend, frostbeständig, recycelfähig, leicht, unbrennbar).

### Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf (HWB) ist die Wärmemenge, die dem Gebäude im Laufe eines Jahres zugeführt werden muss, um eine minimale Raumtemperatur einzuhalten. Kurzbezeichnung: Q<sub>h</sub>. Die Energie für die Warmwasserbereitung ist darin nicht enthalten. Die Angabe erfolgt in Kilowattstunden pro Jahr (kWh/a).

### High Tech Anlage

Bezeichnet das Gegenteil einer Low Tech Anlage

### Hinterlüftung

Als Hinterlüftung wird die Belüftungsmöglichkeit an der Außenseite eines Unterdaches bezeichnet (im Gegensatz zur Überlüftung).

### Hydrologisch – Hydrologie

Die Hydrologie (altgr. *hyd r* ›Wasser‹ und *lógos* ›Lehre‹) ist die Wissenschaft, die sich mit dem Wasser über, auf und unter der Landoberfläche der Erde, seinen Erscheinungsformen, Zirkulation und Verteilung in Raum und Zeit, seinen biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, seiner Reaktion mit der Umwelt, einschließlich seiner Beziehung zu Lebewesen befasst.

### Hygrothermische Simulation

Gekoppelte Feuchte (hygrisch) – Wärme (thermisch) – Simulation. Es handelt sich dabei um eine Methode zur Vorhersage des Gebäude- bzw. Bauteilverhaltens, bei der die realen Stoff- und Energietransportvorgänge mithilfe einer Computersimulation nachgebildet werden.

### Infrarotstrahler

Infrarotstrahler sind Bauteile oder eigenständig funktionierende Geräte, die Infrarotstrahlung erzeugen, welche für Erwärmungs- oder Trocknungszwecke eingesetzt werden. Als Energiequelle für Infrarotstrahler wird brennbares Gas oder elektrischer Strom verwendet. Der Vorteil von Infrarotstrahlung liegt darin, dass nicht wie bei herkömmlichen Heizungen die Luft erwärmt wird, sondern die angestrahlte Oberfläche.

### Inselbetrieb

Als Inselbetrieb bezeichnet man die Elektrizitätsversorgung kleiner Einheiten als autarkes Inselnetz. Der Gegensatz dazu ist der Verbundbetrieb.

### Kapillaraktiv – kapillarleitend

bezeichnet die Fähigkeit des kapillaren Wassertransports im Baumaterial. Die gegenteilige Eigenschaft nennt man kapillarbrechend.

### Kombimodule

Kombimodule sind vorrangig Photovoltaik-Module, die mit Wasser gekühlt werden und dadurch einen besseren Stromertrag erzielen. Der Effekt der Erzeugung von Warmwasser ist nachgeordnet.

### Kondensat

Beim Kondensat handelt es sich um Tauwasser. Beim Erreichen der Sättigungsgrenze kann Luft den Wasserdampf nicht mehr binden und es kommt zur Abscheidung von Wassertröpfchen an kühleren Flächen (z.B. Fensterscheibe, Spiegel) bzw. kühleren Bereichen im Bauteil.

### Low Tech Anlage

Der Begriff ›Low-Tech‹ bildet den Gegensatz zu High-Tech und bezieht sich auf Technik, die unter den Maßstäben: einfache Funktion, einfache Herstellung, einfache Bedienung, Robustheit und einfache Wartung entwickelt wird.

### Luftdichte Schicht

Das ist jene Schicht, die eine Luftströmung durch einen Bauteil und alle Anschlüsse hindurch von innen nach außen ausreichend verhindert (z.B. Dampfbremse, Innenputz). Die luftdichte Ebene ist jedenfalls schon in der Planungsphase zu berücksichtigen. Insbesondere ist auf Feuchtigkeits-, Oxidations- und eventuell UV-Beständigkeit, Reißfestigkeit, Materialverträglichkeit und Lebensdauer des Materials und eine Verträglichkeit mit dem ebenso dauerhaften Verbindungsmittel (z.B. Klebestreifen) zu achten.

### Luftwechsel

Unter Luftwechsel versteht man in der Bauphysik den Austausch der Raumluft in geschlossenen Räumen mit Frischluft von außen. Abhängig von der Nutzungsart des Gebäudes ist ein bestimmter Mindestluftwechsel einzuhalten. Sofern keine auffälligen Gerüche in der Wohnung vorliegen, äußert sich ein ungenügender Luftwechsel häufig durch zu hohe Luftfeuchtigkeit. *Unregelmäßiger Luftwechsel*: Der Luftwechsel kann auf unregelmäßige Weise erfolgen, indem die Gebäudehülle absichtlich oder unabsichtlich undicht ist. Typischerweise sind dies die Fugen von Fenstern und Türen, bei Leichtbauweise auch Fugen in den Wänden und Decken. In dieser Form ist die Luftwechselrate stark vom Wetter, insbesondere vom Wind abhängig. *Geregelter Luftwechsel*: Ist die Gebäudehülle nahezu luftdicht, wie es eine moderne Bauweise vorsieht, dann kann ein unregelmäßiger Luftwechsel nicht mehr stattfinden. Der Luftwechsel ist durch das so genannte Stoßlüften, d.h. alle Fenster für wenige Minuten komplett öffnen, zu bewerkstelligen oder es wird eine mechanische Lüftungsanlage eingebaut.

### Nachhaltigkeit

Das Konzept der Nachhaltigkeit beschreibt die Nutzung eines regenerierbaren Systems in einer Weise, dass dieses System in seinen wesentlichen Eigenschaften erhalten bleibt und sein Bestand auf natürliche Weise regeneriert werden kann. Im allgemeinen Verständnis setzt sich der Begriff der Nachhaltigkeit aus drei Komponenten zusammen, die auch als Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit bezeichnet werden: *Die ökologische Nachhaltigkeit* umschreibt die Zieldimension,

Natur und Umwelt für die nachfolgenden Generationen zu erhalten. *Die ökonomische Nachhaltigkeit* fordert, dass die Wirtschaftsweise so angelegt ist, dass sie dauerhaft eine tragfähige Grundlage für Erwerb und Wohlstand bietet. Von besonderer Bedeutung ist hier der Schutz wirtschaftlicher Ressourcen vor Ausbeutung. *Die soziale Nachhaltigkeit* versteht die Entwicklung der Gesellschaft als einen Weg, der Partizipation für alle Mitglieder einer Gemeinschaft ermöglicht.

### Nutzerverhalten

Das Nutzerverhalten spiegelt eine wesentliche Randbedingung für eine hygrothermische Simulation wider. Es beeinflusst das Raumklima, speziell die Lufttemperatur, die Luftfeuchte, die Oberflächentemperatur der Hüllflächen, die Heizungsart und –intensität sowie die Lüftungsgewohnheiten. Während die Anordnung bestimmter Raumwidmungen in der Planungsphase relativ einfach erscheint, ist die Abschätzung des späteren Nutzerverhaltens in den meisten Fällen nur sehr schwer möglich. In der EN ISO 13788 sind für Wohngebäude sogenannte Luftfeuchteklassen definiert, um eine Einteilung der Raumklimata nach der Feuchteproduktion zu erlangen.

### Photovoltaik

Photovoltaik nutzt als erneuerbare Energie die Sonnenenergie und stellt somit einen Teilbereich der Solartechnik dar. Photovoltaik bezeichnet einen Prozess, bei dem Sonnenenergie direkt in elektrische Energie mittels Solarzellen umgewandelt wird. Die Solarzellen sind meist aus Silizium und setzen unter Zufuhr von Licht und Wärme positive und negative Ladungsträger frei. Diese Ladungsträger wandern in entgegengesetzte Richtungen und erzeugen somit Gleichstrom. Dieser freigesetzte Strom kann direkt Motoren antreiben oder Akkus aufladen. Für die Einspeisung ins öffentliche Stromnetz muss der Gleichstrom durch einen Wechselrichter in Wechselspannung umgewandelt werden.

### Pufferspeicher

Ein Pufferspeicher speichert die nötige Heizwärme während der Abschaltzeit der Wärmepumpe.

### Raumklima

Das Raumklima ist der Sachverhalt, der beschrieben wird durch die Messwerte derjenigen Größen im Inneren eines Raumes, die einen Einfluss auf das Wohlbefinden von Menschen dort haben können. Das Raumklima gilt als ein wesentlicher Bestandteil der Wohnqualität und Behaglichkeit.

### Rebound-Effekt

In der Energieökonomie wird vom »Rebound-Effekt« gesprochen, wenn Einsparungen bei Produkten, die durch effizientere Technologie ermöglicht werden, durch eine größere Nutzerbasis und/oder das Konsumverhalten zum Teil oder ganz wettgemacht werden.

**Sanierung, energetische**

Energetische Sanierung bezeichnet in der Regel die Ertüchtigung eines Gebäudes zur Minimierung des Heizenergiebedarfs.

**Schlagregen**

Es handelt sich dabei um Regen, der durch Wind aus seiner lotrechten Fallrichtung gebracht wird und auf eine Gebäudefassade auftrifft. Viele Baustoffe saugen das Wasser durch Kapillarwirkung auf, wodurch es zu Feuchteschäden kommen kann. Vor allem bei innen gedämmten Konstruktionen stellt Schlagregen ein hohes Schadensrisiko dar. Es werden Schlagregenklassen unterschieden.

**Solareintrag – Sonneneintragskennwert**

Dies ist der rechnerisch ermittelte Wert des Sonnenenergieeintrags in Gebäuden über transparenten Bauteilen.

**Solarmodul**

Ein Solarmodul oder Photovoltaikmodul wandelt das Licht der Sonne direkt in elektrische Energie um. Als wichtigste Bestandteile enthält es mehrere Solarzellen. Die Gesamtheit aller Module für eine Photovoltaikanlage nennt man Solargenerator.

**Solarthermie**

Neben Photovoltaik ist Solarthermie eine weitere Möglichkeit, Sonnenenergie nutzbar zu machen. Während Photovoltaik Strom mittels Zellen meist aus Silizium gewinnt, geht es bei der Solarthermie um die Wärmegewinnung aus den elektromagnetischen Wellen der Sonne. Dies geschieht mittels Sonnenkollektoren, wobei das Sonnenlicht auf einen schwarzen Absorber fällt, der sich durch Absorption von Solarstrahlung aufheizt. Mit einem Kühlmedium (meist Wasser), das die Absorberplatte in Kanälen durchströmt, wird die Wärme vom Kollektor ab- und der Nutzung zugeführt. Solarthermie wird im privaten Bereich besonders für die Gebäudeheizung und – klimatisierung genutzt. In solarthermischen Kraftwerken kann die Sonnenstrahlung jedoch ebenfalls durch Spiegelsysteme auf einem Absorber gebündelt werden – die Wärme kann dann ebenfalls zur Stromproduktion aufbereitet werden.

**Stationär / instationär (dynamisch)**

Stationär bezeichnet die Annahme von gleich bleibenden Bedingungen. Instationär oder auch dynamisch berücksichtigt hingegen den Wechsel von Bedingungen.

**Taupunkt - Tauwasser**

Als Taupunkt oder Taupunkttemperatur bezeichnet man die Temperatur, bei der sich auf einem Gegenstand (bei vorhandener Feuchte) ein Gleichgewichtszustand an kondensierendem und verdunstendem Wasser einstellt, mit anderen Worten die Kondensatbildung gerade einsetzt. Es kommt zur Tauwasserbildung.

**Temperaturverlauf**

Der Temperaturverlauf durch ein Bauteil ist von der jeweiligen Wärmeleitfähigkeit eines jeden Baustoffs abhängig.

**Temperaturfaktor**

Der Temperaturfaktor stellt das Verhältnis der Differenzen von Oberflächen- und Außentemperatur zu Innen- und Außentemperatur dar. Er wird durch die wärmetechnischen Eigenschaften der Konstruktion und die Wärmeübergangswiderstände bestimmt. Die Grenzwerte für Wohnungen sind in der ÖNORM B 8110-2<sup>24</sup> definiert.

**Thermisch konditionierte Räume**

sind Räume, die durch Heizung oder Kühlung auf eine bestimmte Temperatur gebracht werden, um nutzbar zu sein (z.B. werden Wohnräume auf ca. 20°C geheizt).

**Tiefensonden**

Als alternative Technik zu Flächenkollektoren werden bei Geothermieanlagen (Erdwärme) Tiefensonden verwendet. Hierzu wird die Wärme aus den tieferen Erdschichten gezogen. Es werden Bohrungen mit mehr als 50 m Tiefe eingebracht, und in diesen Bohrungen verlaufen die Rohre mit dem Übertragungsmedium (bis zu 400 m, je nach lokalen Gegebenheiten und Leistungsanforderung). Mit modernem Bohrgestänge kann eine Tiefe von bis zu 380 m erreicht werden. Diese Methode hat den Vorteil des geringen Flächenverbrauchs. Dagegen stehen allerdings die relativ hohen Bohrkosten und die Technik ist aus Gewässerschutzgründen nicht überall erlaubt.

**Unterdach**

Das Unterdach stellt eine zweite wasserabführende Schicht unter dem Hauptdach dar.

**U-Wert – Wärmedurchgangskoeffizient**

Der U-Wert (früher k-Wert) gibt an, welche Wärmemenge durch 1m<sup>2</sup> Außenfläche eines Bauteils in einer Stunde bei einer konstanten Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenraum von 1°C oder Kelvin (K) strömt. Die Einheit ist Watt pro Quadratmeter und Kelvin (W/m<sup>2</sup>K). Je kleiner dieser Wert ist, umso besser ist die Wärmedämmung des Bauteils und umso weniger Wärme geht verloren.

**Überlüftung**

Als Überlüftung wird die direkte Belüftung an der Außenseite der Dämmung bezeichnet (im Gegensatz zur Hinterlüftung).

**Vernetzungsmittel**

Vernetzungsmittel sind Stoffe, die Molekülketten vernetzen. Schwach vernetzte Kunststoffe sind Elastomere, sie werden eingesetzt, wo Elastizität gewünscht ist. Stark vernetzte Kunststoffe verlieren ihre Elastizität. Sie werden als Duroplaste bezeichnet.

**Verteilerleitungen**

Verteilerleitungen sind Rohrleitungen, die für den Transport von Wärme vom Heizsystem zu den einzelnen Räumen eingesetzt werden. Bei mangelnder Dämmung außerhalb der konditionierten Räume geht hier kostbare Energie verloren.

**Wärmebrücke**

Unter Wärmebrücken versteht man Bauteilbereiche, in denen der Wärmestrom nicht mithilfe einer eindimensionalen Berechnung aus einem Schichtenaufbau ermittelt werden kann. Geennzeichnet sind Wärmebrücken durch erhöhte Wärmeflussdichten, d.h. Änderung des Wärmestroms, niedrige Wandinnentemperaturen und erhöhte Wandaußentemperaturen.

**Wärmedurchlasswiderstand**

Der Wärmedurchlasswiderstand R einer Bauteilschicht ergibt sich aus der Wärmeleitfähigkeit und der Dicke der Bauteilschicht. Je größer der Wert für den Wärmedurchlasswiderstand eines Bauteils ist, umso besser ist seine wärmedämmende Eigenschaft. Er wird in m<sup>2</sup>K/W angegeben und bei der Berechnung des U - Werts benötigt.

**Wärmeleitfähigkeit**

Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  (Lambda-Wert) gibt jene Wärmemenge Q an, die durch eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> bei einer Temperaturdifferenz von 1K und einer Schichtstärke von 1m in 1s hindurchfließt. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist, desto besser sind seine wärmedämmenden Eigenschaften.

**Wärmerückgewinnung**

Dies beschreibt den Vorgang, bei welchem die aus der Abkühlung der Luft und der Kondensation des Wasserdampfes gewonnene Wärme wieder in die Zuluft zurückgeführt wird. Dabei können Wärmetauscher oder Wärmepumpen eingesetzt werden.

**Winddichte Schicht**

Die Winddichtigkeitsschicht soll das Einströmen von Außenluft in einen Bauteil verhindern (z.B. Dach- oder Wandbahn, Außenputz). Die winddichte Schicht ist bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. Es gelten die gleichen grundlegenden Anforderungen wie für die luftdichte Schicht.

**Wohnraumlüftung**

Kontrollierte Wohnraumlüftung ist ein Lüfterneuerungssystem das verbrauchte Luft absaugt und Frischluft hinzuführt, ohne dabei Fenster öffnen zu müssen. Die zugeführte Luftmenge ist dem erforderlichen Frischluftbedarf der Bewohner angepasst.

# VIII. QUELLEN

## LITERATUR

- 1 Baumann, Ernst, *Denkmalpflege und Energiesparen – Konfliktsituation oder Ideallösung?*, Ein Forschungsprojekt im Auftrag der Denkmalpflege des Fürstentums Liechtenstein, Hochbauamt des Fürstentums Liechtenstein, Denkmalpflege und Archäologie, Triesen 2006
- 2 Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, *Energetische Modernisierung und Denkmalpflege*, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, München 2009
- 3 Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Haus der Zukunft, Energie Tirol, *Leitfaden, Neue Energietechnik für Häuser mit Geschichte*, 2005, <http://www.nachhaltigwirtschaften.at/publikationen>
- 4 Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, Bundesamt für Energie, Energie und Baudenkmal – *Empfehlungen für die energetische Verbesserung von Baudenkmalen*, Bern, 16. Juli 2009
- 5 ISG Magazin, Internationales Städteforum Graz, Forum der historischen Städte und Gemeinden, 2/2010, *Energieoptimierung in Denkmalpflege und Tourismus*
- 6 Kaiser, Roswitha, *Stehen Denkmalschutzauflagen im Widerspruch zur Energieeffizienz?*, in: Denkmalpflege in Westfalen-Lippe 15 (2009) Nr. 2, Ardey – Verlag, Münster 2009, S.68–70
- 7 Liebich, Hanna A., *Kulturelles Erbe oder unzeitgemäße Energieschleuder?* in: Denkmal Heute, Denkmalpflege in Österreich, 1/2009, Österreichische Gesellschaft der Denkmalfreunde
- 8 Müller, Rüdiger, Kurzbericht zum Förderprojekt des Bundes, Forschungsarbeit, *Erhaltung der Kastenfenster durch gezielte Verbesserungsmaßnahmen*, B15-800194-12, Rosenheim 1996; (weitere Gutachten zu Fensterwerten beim BDA, nicht publiziert)
- 9 Nationale Informationsstelle für Kulturgütererhaltung, NIKE – Bulletin, 24. Jahrgang Nr. 4/2009, *Kulturgut – Erhaltung und Ökologie*
- 10 Riccabona, Christof und Bednar, Thomas, *Baukonstruktionslehre 4, Bauphysik*, Manz, Wien 2010
- 11 Schneider, Ulrich; Bednar, Thomas; Sima, Johannes; Liebich, Hanna A., *Baudenkmal im Spannungsfeld von Energieeffizienz und Risikovermeidung*, in: Fouad, Nabil A., Bauphysik Kalender 2010, Energetische Sanierung von Gebäuden, S. 341–368
- 12 Schriftenreihe des Deutschen Komitees für Denkmalschutz, Band 67, *Energieeinsparung bei Baudenkmalen*, Bonn 2002
- 13 Schweizer Heimatschutz, *Solaranlagen, Baudenkmal und Ortsbildschutz*, Positionspapier, Zentralvorstand des Schweizer Heimatschutzes, 29. November 2008
- 14 Stadt Wien, Magistratsabteilung 19 – Architektur und Stadtgestaltung, *Wiener Kastenfenster, Fenstererneuerung*, Wien 2010
- 15 Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsgruppe Bautechnik, Arbeitsblatt Nr. 25, *Stellungnahme zur Energieeinsparverordnung (EnEV) und zum Energiepass*, 2005
- 16 Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsgruppe Bautechnik, Arbeitsblatt Nr. 27, *Die novellierte Energieeinsparverordnung (EnEV 2007)*, 2008
- 17 Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsgruppe Bauforschung, Arbeitsblatt Nr. 36, *Kurzinformation zur novellierten Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) für die Denkmalschutzbehörden*, 2010
- 18 Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland, Arbeitsgruppe Bautechnik, Arbeitsblatt Nr. 37, *Solaranlagen und Denkmalschutz*, 2010
- 19 Weller, Bernhard; Fisch, Norbert, *Energieeffiziente Sanierung von Baudenkmalen und Nichtwohngebäuden*, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Baukonstruktion, Institut und Autoren, Dresden 2007
- 20 Weller, Bernhard; Jakubetz, Sven, *Denkmal und Energie 2008*, Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Baukonstruktion, Dresden 2008
- 21 EN ISO 13788: 2001-11: *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren*
- 22 EN 15026: 2007-07: *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation*
- 23 ÖNORM B 4119: 2010-12-15: *Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen*
- 24 ÖNORM B 8110 Teil 2: 2003-07-01: *Wärmeschutz im Hochbau – Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz*
- 25 Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), Richtlinie 3: *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz*, Ausgabe: April 2007; <http://www.oib.or.at>
- 26 Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), Richtlinie 6: *Energieeinsparung und Wärmeschutz*, Ausgabe: April 2007 (Neufassung angekündigt für Frühjahr 2011); <http://www.oib.or.at>
- 27 Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB), Leitfaden: *Energetisches Verhalten von Gebäuden*, Ausgabe 2011 (angekündigt für Frühjahr 2011, ersetzt Version vom 26. April 2007)
- 28 Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (WTA), WTA-Merkblatt 4-11-02/D: *Messung der Feuchte von mineralischen Baustoffen*; <http://www.wta.de/de/wta-merkblaetter>
- 29 Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (WTA), WTA-Merkblatt 6-1-01/D: *Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen*; <http://www.wta.de/de/wta-merkblaetter>
- 30 Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (WTA), WTA-Merkblatt 6-2-01/D: *Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse*; <http://www.wta.de/de/wta-merkblaetter>
- 31 Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (WTA), WTA-Merkblatt 6-3-05/D: *Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos*; <http://www.wta.de/de/wta-merkblaetter>
- 32 Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (WTA), Merkblatt 6-4-09/D, *Innendämmung nach WTA I, Planungsleitfaden*; <http://www.wta.de/de/wta-merkblaetter>

## NORMEN UND RICHTLINIEN

- 21 EN ISO 13788: 2001-11: *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren*



## INTERNETQUELLEN

- 33** ANNEX 55 – Reliability of Energy Efficient Building Retrofitting – Probability Assessment of Performance & Cost; <http://www.ecbcs.org/annexes/annex55.htm>
- 34** Denkmalschutzgesetz, Kurztitel Bundesgesetz: Änderung des Denkmalschutzgesetzes – DMSG (NR: GP XX RV 1769 AB 1899 S. 176. BR: 5969 AB 6070 S. 657.) Kundmachungorgan BGBl. I Nr. 170/1999; homepage des Bundesdenkmalamts: <http://bda.at/downloads>
- 35** Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2009 Ausgegeben am 30. Juli 2009 Teil II, 251. (BGBl. II Nr. 251/2009) Vereinbarung gemäß Art. 15a. B-VG zwischen dem Bund und den Ländern über *Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen*, RIS (Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramts): <http://www.ris.bka.gv.at>
- 36** Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und Rates vom 19. Mai 2010 über die *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden* (Neufassung), <http://eur-lex.europa.eu>
- 37** Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten (*Energieausweis-Vorlage-Gesetz – EAVG*) (NR: GP XXII RV 1182 AB 1531 S. 153.) [CELEX-Nr.: 32002L0091] StF: BGBl. I Nr. 137/2006, RIS (Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramts): <http://www.ris.bka.gv.at>
- 38** *Baudenkmäler fördern und klimafit machen*, Appell 2010, [http://www.denkmalschutz.de/fileadmin/media/Bilder/presse/KFW\\_Appell\\_Stand\\_26.11.2010.pdf](http://www.denkmalschutz.de/fileadmin/media/Bilder/presse/KFW_Appell_Stand_26.11.2010.pdf)
- 39** Bundesdenkmalamt, <http://bda.at/downloads> – Kursunterlagen Mauerbach, *Unterlagen zur Fenstertagung am 6. Oktober 2009*, Kartause Mauerbach
- 40** Déclaration d'ICOMOS France, *Concilier performance énergétique et qualité patrimoniale*, Paris, juillet 2008, [http://www.international.icomos.org/centre\\_documentation/declaration-icomos-france0708.pdf](http://www.international.icomos.org/centre_documentation/declaration-icomos-france0708.pdf)
- 41** *Denkmalschutz ist Klimaschutz*, Positionspapier 2011, [http://www.staedteforum.at/Gertraud/Aktuell/Pdf/Positionspapier\\_2011\\_Denkmalschutz\\_ist\\_Klimaschutz.pdf](http://www.staedteforum.at/Gertraud/Aktuell/Pdf/Positionspapier_2011_Denkmalschutz_ist_Klimaschutz.pdf)
- 42** *Energy Trophy*, 2010, [http://www.verwaltung.steiermark.at/.../Energiesparwettbewerb\\_Information.pdf](http://www.verwaltung.steiermark.at/.../Energiesparwettbewerb_Information.pdf)
- 43** Grunewald, John; Will, Thomas, *Energetische Sanierung von Baudenkmalen, Pilotstudie zur Beurteilung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz an denkmalgeschützten Wohnbauten in Sachsen*, Technische Universität Dresden, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, Institut für Baugeschichte, Architekturtheorie und Denkmalpflege, Dresden 2010, [http://tudresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_architektur/ibk/forschung/forschung\\_projekte\\_2010/smi-pilotstudie\\_denkmal-energie/SMI-Pilotstudie\\_Denkmal-Energie.pdf](http://tudresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_architektur/ibk/forschung/forschung_projekte_2010/smi-pilotstudie_denkmal-energie/SMI-Pilotstudie_Denkmal-Energie.pdf)
- 44** *Haus der Zukunft*, Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Projektliste, <http://www.hausderzukunft.at>
- 45** Information des Bundesministeriums für Wirtschaft Familie und Jugend: <http://www.bmwfj.gv.at/Tourismus/energieeinsparungen/Seiten/default.aspx>
- 46** Klimabündnis-Wettbewerb, *Energiesparen für ein cooles Klima*, Schwaz 2005, <http://www.bmlfuv.gv.at/article/articleview/33564/1/12644/>
- 47** *Klima Fonds*, <http://www.klimafonds.gv.at>
- 48** MASEA Datenbank, *Materialdatensammlung für die energetische Altbausanierung*, <http://www.irb.fraunhofer.de>
- 49** Technische Universität Dresden, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik, John Grunewald, *Grundlagen der Bauphysik, Kapillaraktive Systeme*, [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_architektur/ibk/lehre/lehre\\_architekten/arch\\_lehre\\_grundstudium\\_downloads\\_ss\\_2009/2009\\_SS\\_V10\\_Arch\\_KapillaraktiveSysteme.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_architektur/ibk/lehre/lehre_architekten/arch_lehre_grundstudium_downloads_ss_2009/2009_SS_V10_Arch_KapillaraktiveSysteme.pdf)
- 50** U-Wert Rechner, <http://www.u-wert.net> (Zur überschlägigen Einschätzung und zum Vergleich von Wandkonstruktionen geeignet. Die Auswahl der Materialien und der Materialeigenschaften sind hier sehr eingeschränkt. Es können zudem nur einfache statische Querschnitte betrachtet werden, keine Bauteilanschlüsse oder dreidimensionalen Verläufe etc.)

RAUM FÜR NOTIZEN

---

## IMPRESSUM

---

1. Fassung vom 17. März 2011

**Internetversion:** [www.bda.at/downloads](http://www.bda.at/downloads) **Herausgeber:** Bundesdenkmalamt Hofburg, Säulenstiege, 1010 Wien, Email: [kontakt@bda.at](mailto:kontakt@bda.at) **Redaktion:** Abteilung für Architektur und Bautechnik **Mitautor:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Bednar, Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz, Institut für Hochbau und Technologie, Technische Universität Wien **Titelfoto:** Bundesdenkmalamt **Layout:** Labsal Kommunikationsdesign, Innsbruck ([www.labsal.at](http://www.labsal.at)) **Druck:** Druckerei Piacek Ges.m.b.H, Wien

