



## Handbuch für die energetische Sanierung

Stadt Goslar



Organisation  
der Vereinten Nationen  
für Bildung, Wissenschaft  
und Kultur



Bergwerk Rammelsberg,  
Altstadt von Goslar und  
Oberharzer Wasserwirtschaft  
Welterbe seit 1992





**HANDBUCH FÜR DIE ENERGETISCHE  
SANIERUNG IM UNESCO-WELTERBE  
„ALTSTADT VON GOSLAR“**

**Grundsätze, Potenziale und Beispiele**

**Herausgeber**

**Stadt Goslar**

**2021**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Grußwort Oberbürgermeister</b>	<b>6</b>
<b>Teil I Welterbe, Denkmalschutz, Klimaschutz</b>	<b>8</b>
<b>1 Möglichkeiten der energetischen Sanierung</b>	<b>9</b>
1.1 Haustypen und Bauweisen in der Goslarer Altstadt	10
1.2. Umwelthistorische und energetische Bewertung der Altstadthäuser	13
1.3 Potenziale der energetischen Ertüchtigung im Denkmalbestand	14
1.4 Voraussetzungen für die energetische Sanierung im Denkmalbestand	16
<b>Teil II Energetische Sanierung im Denkmalbestand</b>	<b>18</b>
<b>1 Grundlagen der energetischen Sanierung</b>	<b>19</b>
1.1 Schrittweises Vorgehen: Sanierungsfahrplan	23
<b>2 Maßnahmen an der Gebäudehülle</b>	<b>25</b>
2.1 Außenwand	25
2.1.1 Außenwanddämmung	26
2.1.2 Innenwanddämmung	28
<i>Exkurs U-Wert</i>	29
<i>Exkurs Wärmebrücken</i>	31
2.2 Außenfenster und Außentüren	32
<i>Exkurs Verschiebung des Taupunkts</i>	32
<i>Exkurs Feuchte und Schimmelpilzbildung</i>	35
2.3 Dach und oberste Geschossdecke	38
2.3.1 Dach	38
<i>Exkurs Dachgauben, Dachbodenzugänge und Abseiten</i>	40
2.3.2 Oberste Geschossdecke	41
2.4. Bodenplatte und Kellerdecke	43
<i>Exkurs Kellerabgang und Kellertreppe</i>	44
<i>Exkurs Dämmstoffe</i>	45



# Inhaltsverzeichnis

<b>3</b>	<b>Maßnahmen an der Anlagentechnik</b>	<b>51</b>
3.1	Heizung	51
3.1.1	Wärmeerzeugung	52
	<i>Exkurs Versottung</i>	52
	<i>Exkurs Bestehende Anlagen</i>	53
	<i>Exkurs Erneuerbare Energien</i>	56
3.1.2	Wärmeverteilung	58
3.1.3	Wärmeübergabe	58
3.2	Warmwasser	58
3.2.1	Zentrale Systeme	58
3.2.2	Dezentrale Systeme	59
	<i>Exkurs Wartung</i>	59
3.3	Lüftung	60
3.3.1	Fensterlüftung	60
3.3.2	Mechanische Belüftung	61
	<i>Exkurs Wärmerückgewinnung</i>	62
	<b>Teil III Fördermöglichkeiten</b>	<b>64</b>
	<b>Teil IV Sanierungsbeispiel</b>	<b>66</b>
<b>1</b>	<b>Interview</b>	<b>68</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>77</b>
	<b>Bildnachweise</b>	<b>79</b>
	<b>Tabellennachweise</b>	<b>80</b>
	<b>Kontaktliste</b>	<b>81</b>
	<b>Checkliste Gebäudeaufnahme</b>	<b>83</b>





## Grußwort Oberbürgermeister

Sehr geehrte Damen und Herren,

in dem vorliegenden Handbuch sollen Ihnen die Möglichkeiten zur energetischen Ertüchtigung von denkmalgeschützten Gebäuden im UNESCO-Welterbe der Goslarer Altstadt aufgezeigt werden. Denn wer ein denkmalgeschütztes Gebäude besitzt, steht im Rahmen der energetischen Modernisierung vor besonderen Herausforderungen.

So sind einfache Formen der Außenwärmedämmung oder zahlreiche Solaranlagen auf den Altstadtdächern aufgrund des Welterbestatus in der Goslarer Altstadt nicht machbar. Hier müssen stattdessen individuelle bauliche Lösungen gefunden werden, die das Stadtbild nicht beeinträchtigen.

Das Handbuch soll dazu dienen, diese Lösungen aufzuzeigen und zur energetischen Ertüchtigung von denkmalgeschützten Gebäuden anzuregen. Es enthält auch praktische Hinweise zur Beratung im Einzelfall und zu Fördermöglichkeiten und ist damit ein weiterer Baustein unserer Bemühungen, die Altstadt in ihrer Entwicklung voranzubringen. Denn es soll sich nicht nur auf der grünen Wiese etwas tun, sondern es gilt statt weiterer Flächenversiegelung die Zentren zu stärken und noch lebenswerter zu machen.

Diese Broschüre entstand im Zusammenhang mit dem Förderprojekt „Energetische Quartiersentwicklung in der östlichen Altstadt von Goslar“, die Inhalte sind jedoch auf die gesamte Altstadt anwendbar.

Ich freue mich über Ihr Interesse und wünsche Ihnen viel Erfolg bei Ihrem energetischen Sanierungsprojekt!

Dr. Oliver Junk







Bild 1 Östliche Altstadt von Goslar, Breite Straße, Blick vom Stephaniturm Richtung Breites Tor



**TEIL I**

**WELTERBE, DENKMALSCHUTZ  
UND KLIMASCHUTZ**



# 1 Möglichkeiten der energetischen Sanierung

Die Altstadt von Goslar zeichnet sich durch ein nahezu vollständig erhaltenes spätmittelalterliches/frühneuzeitliches Stadtgefüge mit historischen Straßen, Plätzen, Gebäuden und Anlagen der Stadtbefestigung aus. Das bauliche Ensemble erstreckt sich auf 125 Hektar am Fuße des Rammelsbergs. Innerhalb der historischen Befestigungsanlagen wurde es als Stadtdenkmal nach niedersächsischem Denkmalschutzgesetz eingestuft und ist seit 1992 Bestandteil des UNESCO-Weltkulturerbes „Bergwerk Rammelsberg, Altstadt von Goslar und Oberharzer Wasserwirtschaft“.

Über Jahrhunderte hinweg bestimmte der Erzbergbau am Rammelsberg südlich der Altstadt die Geschicke der Stadt. Wirtschaftliche Blütephasen mit guten Erträgen des Bergbaus führten zu städtebaulichen Blütephasen mit zahlreichen Neubauten in repräsentativer Bauweise. Neben herausragenden Bauwerken wie der Kaiserpfalz, dem mittelalterlichen Rathaus, Gildehäusern, Kirchen und Klöstern prägen vor allem Fachwerkbauten des 15. bis

19. Jahrhunderts das städtische Erscheinungsbild. Diese Authentizität und Integrität der Altstadt von Goslar soll gewahrt werden. Aus dem Denkmalschutz und der Verpflichtung gegenüber der UNESCO ergeben sich hohe Anforderungen an die Sanierung und Gestaltung der Gebäude. Gleichzeitig bekennt sich die UNESCO zum Klimaschutz und unterstützt daher die nachhaltige Entwicklung von Welterbestätten – z. B. durch Maßnahmen zur deutlichen Reduzierung des klimaschädigenden CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

Vor diesem Hintergrund stellt sich auch die Stadt Goslar der Herausforderung, Denkmalschutz und Klimaschutz zu verbinden. Das vorliegende Handbuch soll die Möglichkeiten der energetischen Bausanierung im Welterbe „Altstadt von Goslar“ aufzeigen. Es entstand im Rahmen eines KfW-Förderprojekts zur energetischen Quartiersentwicklung in der östlichen Altstadt, ist aber auch auf die anderen Quartiere der Goslarer Altstadt ohne Einschränkung übertragbar.



Bild 2 Luftbild der Goslarer Altstadt

## 1.1 Haustypen und Bauweisen in der Goslarer Altstadt

Die Altstadt von Goslar liegt am Nordrand des Harzes am Fuße des Rammelsbergs und kann innerhalb der historischen Stadtbefestigung grundsätzlich in fünf Quartiere unterteilt werden. Im Zentrum des ovalen Stadtgrundrisses befindet sich der Marktbezirk mit Marktkirche, Rathaus und ehemaligen Gildehäusern. Nach Süden schließt sich das Pfalzquartier an, in dem das Kaiserhaus noch von der häufigen Anwesenheit der früh- und hochmittelalterlichen Könige und Kaiser zeugt. Nördlich des Marktbezirks befindet sich der Jakobibezirk mit einer entsprechenden Kirche als Mittelpunkt. Westlich erhebt sich die topografisch

höher gelegene Oberstadt mit Häusern der Bergleute, die im nahen Erzbergwerk Rammelsberg tätig waren. Das östliche Gebiet der Altstadt erstreckt sich entlang der Breiten Straße, einer der Hauptverkehrsstraße im Mittelalter, die durch das noch erhaltene Breite Tor zum Marktbezirk führte. Den kirchlichen Mittelpunkt bildet hier die Kirche St. Stephani. Die östliche Altstadt wurde im 18. Jahrhundert von zwei Stadtbränden heimgesucht und musste entsprechend neu aufgebaut werden, weshalb die Bauweise vor allem entlang der Breiten Straße vom Baustil des Spätbarocks bzw. Rokokos geprägt ist.



Bild 3 Typische Häuserzeile in der Altstadt von Goslar



Die Goslarer Altstadt zeichnet sich durch eine grundsätzlich enge Bebauung innerhalb der historischen Stadtbefestigung aus. Entlang der Straßen und um die Plätze reihen sich meist zwei- bis dreigeschossige Gebäude aneinander. Sie stehen mit ihren Längsseiten, den sog. Traufseiten zur Straße, und fügen sich mit ihren Giebelseiten aneinander. Durch die Ausrichtung zur Straße ergibt sich eine geschlossene Blockrandbebauung mit meist repräsentativen Fassaden. Weniger gestaltet sind die Gebäuderückseiten, die den Innenhöfen zugewandt sind.

Insgesamt dominieren Fachwerkbauten, wobei aktuell von ca. 1500 Hauptgebäuden in Fachwerkbauweise ausgegangen wird. Hinzu kommen zahlreiche Nebengebäude in den Blockinnenbereichen, die ehemals als Scheunen, Schuppen oder Werkstattgebäude dienten. Vor allem die Goslarer Fachwerkbauten

aus der Renaissance und dem Barock zeigen reich gestaltetes Schnitzwerk in Form von Sonnen- und Fächerrosetten in den Brüstungsgefachen unterhalb der Fensterzonen.

Seit dem 17. und 18. Jahrhundert wurden insbesondere die durch Schlagregen belasteten Wetterseiten der Gebäude mit einer zusätzlichen Wandverkleidung versehen. Dabei verwendete man in Goslar hauptsächlich den örtlich vorhandenen Schiefer, der auch als Dachdeckungsmaterial breite Anwendung fand. Seit dem 16. Jahrhundert betrieb der Rat der Stadt Goslar eine eigene Schiefergrube am Glockenberg, die Ratsschiefergrube, aus der das Baumaterial bezogen werden konnte. Auch Holz und Dachziegel wurden gern als Material zur Wandverkleidung verwendet.

Die Fenster wurden gemäß der Bautradition in den windreichen Regionen Norddeutsch-



Bild 4 Schmuckreiches Fachwerkgebäude



Bild 5 Gebäude mit Schieferverkleidung



lands fassadenbündig und mit nach außen aufgehenden Fensterflügeln konzipiert. Das hat den Vorteil, dass die Fensterflügel bei Wind gegen den Rahmen gepresst werden und so eine Winddichtigkeit entsteht. Gerade im Hinblick auf die Fenstergestaltung unterscheidet sich Norddeutschland deutlich von den übrigen deutschen Regionen, in denen Fensterformen mit nach innen aufschlagenden Fensterflügeln dominieren.



*Bild 6 Barockes Fenster*

In Goslar weisen die Gebäude meist steil geneigte Satteldächer auf, die im niederschlagsreichen Gebiet des Nordharzes gewährleisten, dass Regenwasser schnell abfließt. Sie sind in der Regel als Kehlbalkendächer ausgebildet. Dabei sind die einzelnen Sparrenpaare durch einen querlaufenden Kehlbalken miteinander verbunden. Seit dem 19. Jahrhundert wurde auf die Sparren eine Schalung aus Vollholz aufgebracht: Um das Dach zu verkleiden, wurden also quer über die Sparren Holzbretter genagelt oder anderweitig angebracht. Auf die so entstandene Fläche konnte man leichter die ortstypischen Schieferplatten als Dacheindeckung anbringen. Außerdem half die Vollholzschalung dabei, den Dachraum abzudichten. Aufgrund der besonderen Verbreitung im Harz wird diese Konstruktion als Harzer Doppeldach bezeichnet.

Die Häuser verfügen über teilweise komplexe Kellieranlagen, wobei manche Kellerräume älter sind als das darüber befindliche Gebäude. Vielfach wurden über aus dem Mittelalter stammenden Kellern neue Gebäude errichtet, die dem jeweiligen Zeitgeschmack entsprachen. Die meisten Keller sind mit einem Tonnengewölbe versehen, zum Teil findet man auch aufwendige Konstruktionen in Form von Kreuzgratgewölben. Aufgrund ihres hohen Alters haben die Kellergewölbe eine besondere stadthistorische Bedeutung.

Ursprünglich besaßen die Häuser offene Herdstellen für das Kochen und Beheizen. Der Rauch des Feuers zog frei durch das Haus und entwich durch kleine Öffnungen in der Dachhaut. Eine Weiterentwicklung war der Bau von großen Rauchschröten mit Rauchfängen über der Herdstelle, wodurch der Rauch gebündelt durch das Dach geleitet werden konnte. Erst im 18. und 19. Jahrhundert setzte sich der enge Schornstein mit sog. russischem Rohr durch. Daran konnten mehrere Zimmeröfen angeschlossen werden – und der Zug im nunmehr engen Rohr gewährleistete rauchfreie Räume. Teilweise sind in alten, unsanierten Gebäuden der Goslarer Altstadt noch Einzelöfen anzutreffen, insgesamt dominiert heute die Gasheizung.

Beim Bau der Häuser griff man grundsätzlich auf örtlich vorhandenes Baumaterial zurück. Daher wird das Erscheinungsbild der Häuser bestimmt durch Holz aus den Wäldern des Harzes, Steine aus nahe gelegenen Steinbrüchen (Kahleberg, Sudmerberg, Rammelsberg) sowie Schiefer aus der kommunalen Schiefergrube am Glockenberg (Ratsschiefergrube). Für die Gefache der Fachwerkbauten verwendete man Lehm auf Holzstaken mit einem Kalkanstrich. An Gebäuden des Barocks findet man auch weich gebrannte Backsteine im Zierverband, d. h. die Steine sind horizontal und vertikal ausgerichtet, um dekorative Muster zu erzielen.

## 1.2 Umwelthistorische und energetische Bewertung der Altstadt Häuser

Insgesamt erfüllten die Gebäude in früheren Jahrhunderten bereits Anforderungen an ein umweltgerechtes Bauen. Grundsätzlich handelt es sich in der Goslarer Altstadt um eine geschlossene Blockrandbebauung, d. h. die Gebäude stehen mit der Längsseite zur Straße, während die Giebelseiten reihenhausartig aneinandergelagert sind. Im Vergleich zum freistehenden Einzelhaus hat diese historische Bauweise bereits den energetischen Vorteil, dass es im Grundsatz nur zwei Außenwände gibt, nämlich die Straßenfassade und die meist blickabgewandte Hofseite. Das gute Verhältnis von Hüllfläche und beheiztem Volumen führt zu weniger Wärmeverlusten als bei Einzelgebäuden.

Auch passte sich die Goslarer Bauweise den örtlichen Klima- und Witterungsverhältnissen am Nordrand des Harzes an, indem die Wetterseiten der Fachwerkgebäude vielfach mit Schiefer verkleidet wurden und die Dächer

durch das Harzer Doppeldach eine erhöhte Luftdichtigkeit in den kalten Wintern des Harzes erhielten.

Die traditionelle Bauweise war ein in sich funktionierendes System und zeichnete sich durch das Verwenden von örtlich vorkommenden natürlichen Baustoffen wie Steinen, Holz und Lehm aus. Die Gebäudehülle wies durch einfach verglaste Fenster eine gewisse „natürliche Belüftung“ auf. Eventuell eindringende Feuchtigkeit wurde durch die Strahlungswärme der Herdstellen und Einzelöfen wieder beseitigt. Ein heutiger Eingriff in dieses historische Ökosystem durch zusätzliche wärmedämmende Maßnahmen, luftdichte Fenster und Türen sowie neue Heizsysteme setzt eingehende bauphysikalische Betrachtungen voraus, um mittel- und langfristige Bauschäden wie Schimmelbildung zu vermeiden.



Bild 7 Fachwerkhäuser in Blockrandbebauung



### 1.3 Potenziale der energetischen Ertüchtigung im Denkmalbestand

Häufig werden staatlicher Denkmalschutz und die Forderung nach energetischer Ertüchtigung von Bestandsgebäuden als Widerspruch wahrgenommen. Grundsätzlich besteht auch in Goslar ein großes Interesse am Erhalt des Stadtbilds, wie es sich über Jahrhunderte aufgrund spezifischer wirtschaftlicher, politischer und umwelthistorischer Umstände ausgebildet hat. Das Stadtbild stellt einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor dar, da die Altstadt von hoher touristischer Relevanz ist. Eine besondere Auszeichnung für Goslar war daher 1992 die Aufnahme der Altstadt samt Erzbergwerk Rammelsberg in die Liste der UNESCO-Welterbestätten. Mit dieser Anerkennung ist die Verpflichtung verbunden, die Authentizität und Integrität dieses Ortes zu wahren, der laut UNESCO für die Geschichte der Menschheit bedeutsam ist.

Zum authentischen Stadtbild gehören namentlich die Fachwerkbauten mit ihren steil

geneigten Dächern und fassadenbündigen, nach außen aufgehenden Fenstern. Zur Unverwechselbarkeit des Stadtbilds tragen vor allem das zum Teil reich geschmückte Sichtfachwerk, aber auch die historischen Wandverkleidungen bei, ganz besonders die mit originalem Goslarer Schiefer.

Auch die Gesamtheit der Dächer prägt das Erscheinungsbild eines Orts. In Goslar entsteht durch den ortstypischen Schiefer, aber auch durch die naturroten Dachziegel ein Bild, das sich harmonisch in die Landschaft am Fuße des Rammelsbergs einfügt. Das Erhalten dieser Dachlandschaft ist für Goslar wichtig, da sich von den Erhebungen des Rammelsbergs – gerade vom Maltermeister Turm – nicht nur touristisch relevante Blicke auf die historische Altstadt ergeben.

Um das Stadtbild zu erhalten, verbietet sich in den meisten Fällen eine Außenwärme-



Bild 8 Ausblick vom St.-Stephani-Glockenturm

dämmung insbesondere der straßenseitigen Fassaden. Stattdessen muss man in vielen Fällen den Fokus auf eine Innendämmung der Häuser legen. Um Schäden zu vermeiden, werden dabei hohe Anforderungen an die fachgerechte Ausführung gestellt. Einfacher und kostengünstiger ist die Dämmung von Dächern – gerade bei noch nicht ausgebauten Dachräumen.

Die traditionell nach außen aufschlagenden Fenster haben sich in den windreichen Regionen Norddeutschlands über Jahrhunderte bewährt und können als klimaangepasste historische Bauweise verstanden werden. Deshalb sollte dieser Fenstertyp, der auch das Stadtbild von Goslar prägt, grundsätzlich erhalten bleiben. Vorhandene Fenster dieser Bauart können energetisch ertüchtigt werden; neue Fenster sollen diese Tradition aufgreifen.

Da die historische Dachlandschaft mit ihren prägnanten Schieferdächern das Stadtbild so stark prägt, kann man nur sehr begrenzt Solarenergie nutzen, für die Paneele auf den Dächern installiert werden müssen. Zum Schutz der Dachlandschaft soll auf Solaranlagen auf den Haupthäuser verzichtet werden. Auf den Dächern der zahlreich vorhandenen Nebengebäuden der Hinterhöfe sind Solaranlagen möglich, wenn sie von öffentlichen Flächen nicht einsehbar sind bzw. sich gestalterisch in die Umgebung einfügen. Hier gilt das denkmalpflegerische Prinzip, dass neue bauliche Anlagen den Denkmalbestand in der visuellen Wahrnehmung nicht beeinträchtigen dürfen.

Schon in den vergangenen Jahrhunderten spielten die Feuerstellen samt Rauchabzügen eine zentrale Rolle in den Gebäuden und wurden stetig weiterentwickelt. Auch im Rahmen aktueller Bestrebungen zur Steigerung der Energieeffizienz rückt die Heiztechnik verstärkt in den Blickpunkt, was gerade für denkmalgeschützte Gebäude relevant ist. In diesem Bereich kann man effektiv Maßnahmen durchführen, um historische Gebäude energetisch zu ertüchtigen, ohne ihren Denk-

malwert zu beeinträchtigen. Daher liegt ein Fokus in diesem Handbuch auf der Heiz- und Anlagentechnik.

Insgesamt kann die energetische Ertüchtigung aber auch zum Erhalt von Gebäuden und damit zum Denkmalschutz beitragen. Sie dient beispielsweise zur ...

#### **Verbesserung der Wohnqualität:**

Häufig klagen Eigentümer\*innen und Mieter\*innen von historischen Gebäuden darüber, dass es nicht richtig warm wird oder durch alte Fenster zieht. Denkmalgerechte Wärmedämmungen und die Ertüchtigung von Fenstern können dem entgegenwirken und darüber hinaus einen attraktiven Wohnraum in der Altstadt schaffen.

#### **Reduzierung der Heiz- und Betriebskosten:**

Insbesondere veraltete Heiztechniken und damit verbundene Sondersteuern führen zu hohen Betriebskosten für Eigentümer\*innen und Mieter\*innen. Setzt man jedoch energieeffiziente Heizsysteme ein, am besten mit erneuerbaren Energien, dann reduziert das die Kosten.

#### **Erhöhung des Marktwerts der Immobilie:**

Die energetische Ertüchtigung denkmalgeschützter, historischer Gebäude trägt zur Wertsteigerung des Objekts bei und verbessert seine Verkaufschancen auf dem Immobilienmarkt.



## 1.4 Voraussetzungen für die energetische Sanierung im Denkmalbestand

Historische Städte weisen durch ihre über Jahrhunderte ausgeprägten orts- und regionaltypischen Bauweisen einen jeweils besonderen, unverwechselbaren Charakter auf. Ihn zu erhalten, stellt gerade für die als UNESCO-Welterbe anerkannte Altstadt von Goslar und ihre Bürger\*innen eine besondere Herausforderung dar.

Energetische Ertüchtigungen im Baubestand führen zu teilweisen erheblichen Eingriffen in das bauphysikalische System eines Gebäudes. Veränderungen des Wandaufbaus durch unsachgemäße Wärmedämmungen und/oder dichte Fenster können zu Schimmel und Bauschäden führen. Daher sollte man in die Planung und Durchführung dringend Sachverständige mit spezieller Qualifikation für Baudenkmale einbinden. Sachverständige findet man in der Energieeffizienz-Expertenliste der

Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena). Eine Liste mit wichtigen Kontaktadressen ist im Anhang aufgeführt.

Jede bauliche Maßnahme an einem denkmalgeschützten Gebäude erfordert entsprechend eine denkmalrechtliche Genehmigung. Hier empfiehlt sich eine frühzeitige Einbindung der Unteren Denkmalschutzbehörde zur Abstimmung der Maßnahmen.

Die Mitarbeiter\*innen beraten gerne über die Möglichkeiten der energetischen Sanierung und die Unterlagen, die für die Genehmigung erforderlich sind. Außerdem braucht man die denkmalrechtliche Genehmigung, um steuerliche Vergünstigungen in Anspruch zu nehmen und um Fördermittel zu beantragen, die es für Maßnahmen zur energetischen Ertüchtigung von Baudenkmalen gibt.



Bild 9 Häuserzeile an der Gose





Bild 10 Dachlandschaft der Goslarer Altstadt

## **TEIL II**

# **ENERGETISCHE SANIERUNG IM DENKMALBESTAND**





## 1 Grundlagen der energetischen Sanierung

Das Handbuch für die energetische Sanierung soll eine Hilfestellung sein für Eigentümer\*innen von Gebäuden mit besonders erhaltenswerter Bausubstanz in der Altstadt von Goslar. Ziel ist es, Eigentümer\*innen für den Zusammenhang zwischen Energieeinsparung und Denkmalschutz zu sensibilisieren und ihnen zu erleichtern, eine energetische Sanierung umzusetzen. Dabei wird gezeigt, wie unter Denkmalschutz stehende Gebäude an den heutigen Standard angepasst werden können – während ihr äußeres Erscheinungsbild erhalten und der Denkmalschutz gewahrt bleibt.

Die folgenden vier Faktoren bergen das größte Einsparpotenzial bei einer energetischen Sanierung:

1. Gebäudehülle
2. Anlagentechnik
3. Einbindung regenerativer Energien
4. Nutzerverhalten

Jeder dieser Punkte beeinflusst das energetische Verhalten auf seine eigene Weise. Die unten stehende Grafik zeigt einen Überblick über die verschiedenen Maßnahmen bei der energetischen Sanierung eines Bestandsgebäudes.

Die **Gebäudehülle** ist die Außenhaut eines Baukörpers und trennt den beheizten Innenraum vom Außenraum. Sie dient als Barriere gegenüber Umwelteinflüssen wie Feuchte, Sonnenstrahlung und Wind. Um diesen Schutz bieten zu können, muss die Gebäudehülle richtig funktionieren. Wärmeverluste über die Bauteile oder Zugscheinungen aufgrund von Undichtigkeiten wirken sich negativ auf die Behaglichkeit sowie den Geldbeutel der Bewohner\*innen aus. Der Wärmeverlust (oder Wärmegewinn), der über die Bauteile der Gebäudehülle in das Gebäude eingebracht wird, ist von den eingesetzten Materialien, der Konstruktionsvariante sowie den Umgebungsbedingungen abhängig.

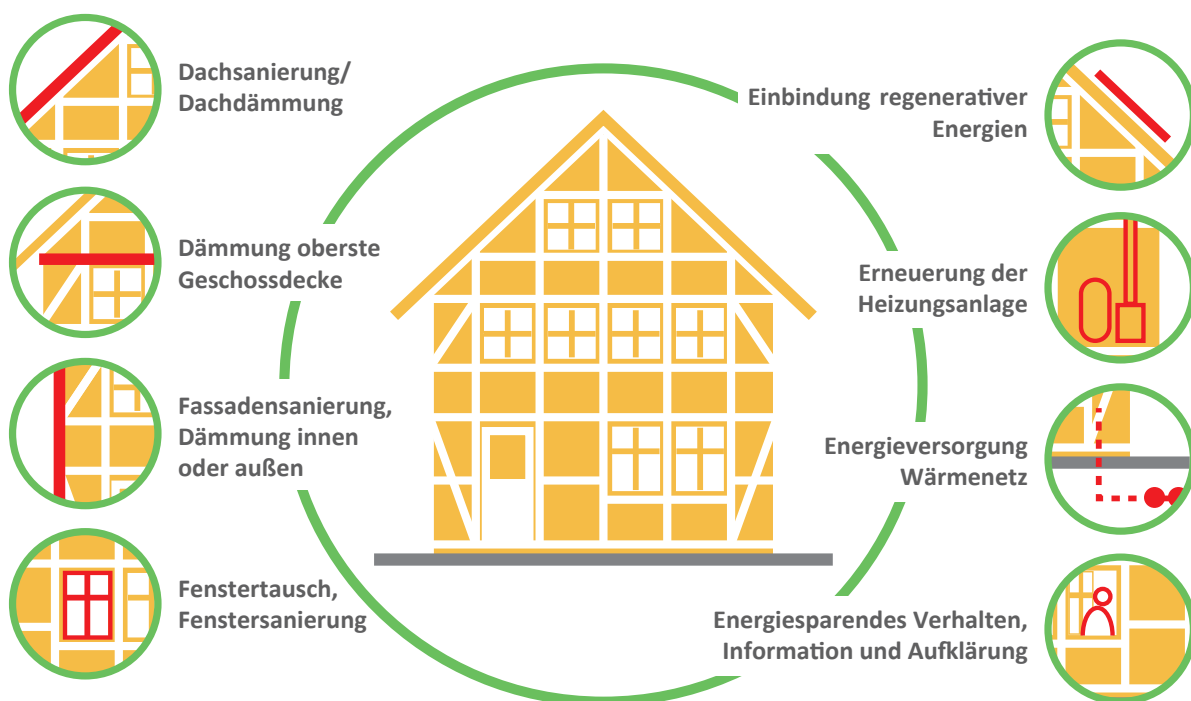


Bild 11 Maßnahmen bei der energetischen Sanierung eines Bestandsgebäudes



Bei der energetischen Sanierung liegt der Fokus auf Verbesserungen der Außenwand, der Fenster, des Dachs und der Kellerdecke.

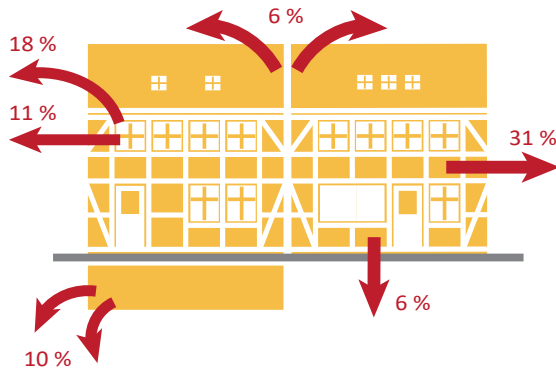


Bild 12 Wärmeverlust über die Gebäudehülle

Die Anlagentechnik ist eine weitere wichtige Stellschraube bei der Verbesserung der Energieeffizienz und der CO<sub>2</sub>-Einsparung. In den meisten Gebäuden besteht die Anlagentechnik aus der Wärmeversorgung für Heizung und Warmwasser. In selteneren Fällen sind Anlagen zur Belüftung und zur Kühlung vorhanden. Daher ist die häufigste Maßnahme ein Austausch oder die Optimierung der Heizungsanlage. Durch den Einsatz effizienterer Technologien sowie den Austausch und die

Dämmung der Verteilleitungen können Energieverluste reduziert werden. Auch der Einbau moderner Heizkörper trägt zu einem verringerten Energiebedarf bei. Der Austausch von Glühbirnen oder Halogenleuchten in sparsame LED-Leuchtmittel ist eine wirkungsvolle und unkomplizierte Maßnahme, die Beleuchtung auf den aktuellen Stand der Technik zu bringen. Ein großer Vorteil bei der Sanierung der Anlagentechnik: Sie ist hinsichtlich des Denkmalschutzes meist unproblematisch, da das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes nicht wesentlich verändert wird. Nichtsdestotrotz sind alle Maßnahmen mit dem Denkmalschutz abzustimmen.

Das Einbinden **regenerativer Energien** kann den Anteil an fossilen Energieträgern, die zur Beheizung des Gebäudes eingesetzt werden, senken und somit CO<sub>2</sub> einsparen. Regenerative Energien können in Form von Solarenergie (Photovoltaik oder Solarthermie), Biomasse (z. B. Holzpellets) und Umweltwärme (Wärmepumpe) eingebunden werden. Durch den Einsatz von Anlagen zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeerzeugung (z. B. Blockheizkraftwerk) kann die Energieeffizienz ebenfalls gesteigert werden.

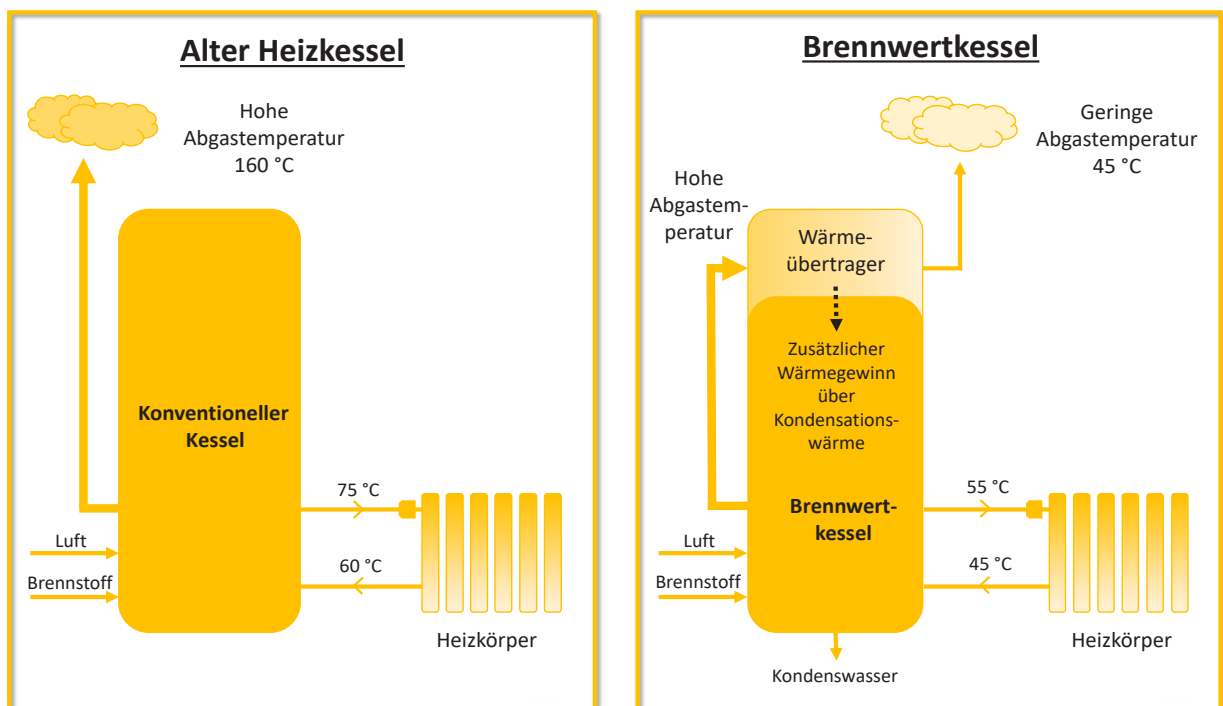


Bild 13 Vergleich von herkömmlicher Technik und moderner Brennwerttechnik

Die bei der Stromerzeugung entstehende Wärmeenergie kann über ein **Wärmenetz** als Heizwärme im Gebäude zur Verfügung gestellt werden. Die Wärme wird somit nicht mehr in jedem Gebäude einzeln, sondern in einer Heizzentrale erzeugt und dann über das Wärmenetz an die Haushalte geliefert.

Das **Nutzerverhalten** kann das energetische System eines Gebäudes stark beeinflussen.

Das richtige Heizen, Lüften sowie Maßnahmen zur Wasser- und Stromeinsparung wirken sich direkt auf den Energieverbrauch und die Energiekosten aus. Einfache Hilfsmittel zur Automatisierung und Steuerung, wie Zeitschaltuhren oder Bewegungsmelder, erleichtern die guten Vorsätze. Bei der Wahl neuer Haushaltsgeräte kann man außerdem auf Energie- und Ecolabels achten.

## Stromverbrauch im Haushalt

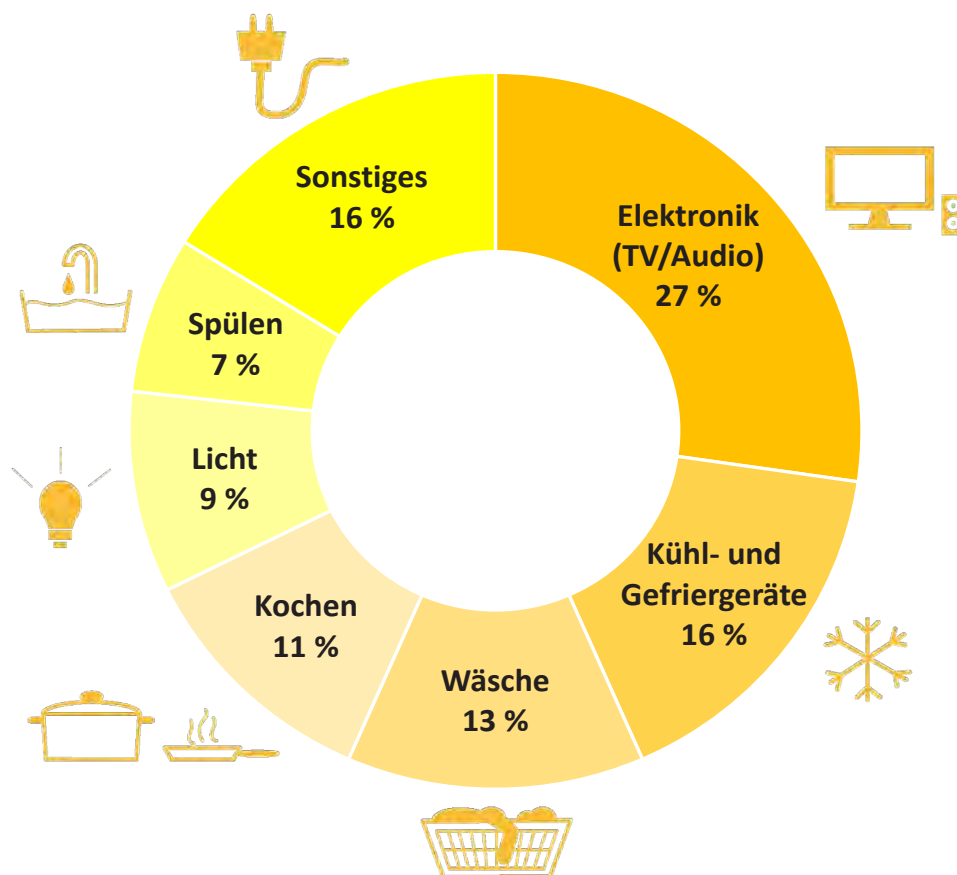


Bild 14 Stromverbrauch für einen Dreipersonenhaushalt in Deutschland, 2019  
(elektrische Warmwasserbereitung ausgenommen)

**Ohne Frage beinhaltet die Kombination der genannten Einflussfaktoren das größte Potenzial zur Energieeinsparung. Aber auch kleinere, weniger invasive Maßnahmen können zu einer besseren Energiebilanz beitragen!**





Bild 15 Blick vom St.-Stephani-Glockenturm auf die östliche Altstadt von Goslar



## 1.1 Schrittweises Vorgehen: Sanierungsfahrplan

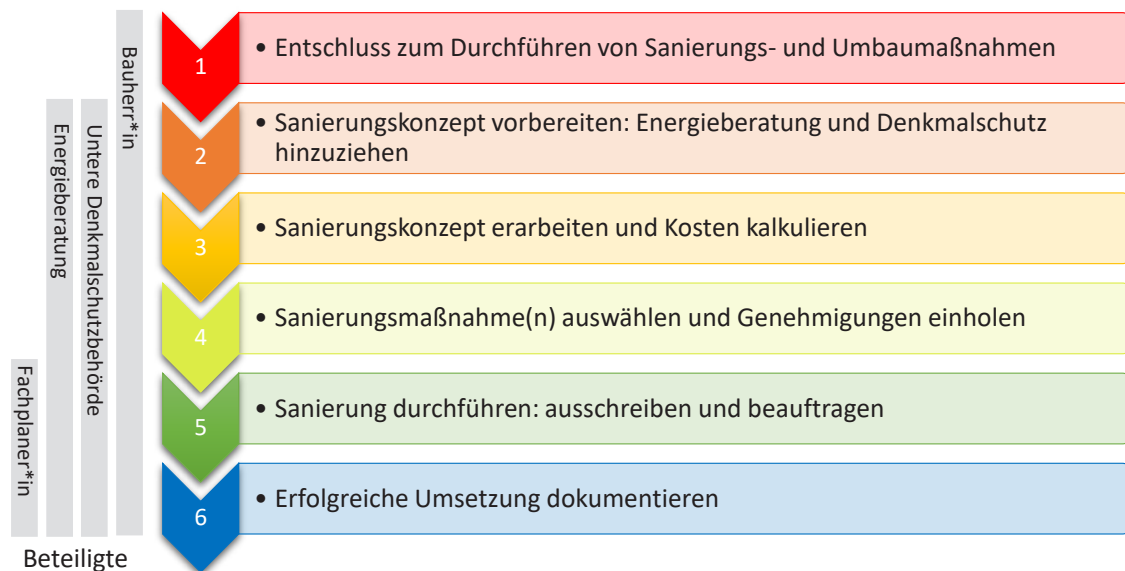


Bild 16 Ablauf des Sanierungsprojekts

### 1. Entschluss zum Durchführen von Sanierungs- und Umbaumaßnahmen

- Erfassen der grundlegenden Gebäudedaten bei einem Rundgang durch und um das Haus. Der Erfassungsbogen (Anhang: Checkliste) dient als Hilfe und kann im weiteren Verlauf der Sanierung vervollständigt werden. Wichtig ist, alle relevanten Unterlagen zum Gebäude zusammenzustellen. Dazu gehören auch Unterlagen zu früheren Baumaßnahmen und vorgenommenen Änderungen am Gebäude.
- Schwachstellen des Gebäudes sollten dokumentiert werden; die Bauverantwortlichen sollten sich bereits im Vorfeld einen Überblick über ihre Sanierungswünsche und -ziele verschaffen.

### 2. Sanierungskonzept vorbereiten: Energieberatung und Denkmalschutz hinzuziehen

- Schon an dieser Stelle werden die Energieberatung und die Untere Denkmalschutzbehörde in das Sanierungsvorhaben eingebunden.
- Die Energieberatung gibt einen ersten Überblick über die möglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen und gemeinsam mit den Bauverantwortlichen wird eine Sanierungsstrategie erarbeitet. Sie vereint das Sanierungspotenzial, die Fördermöglichkeiten, den Denkmalschutz und die persönlichen Vorstellungen der Bauverantwortlichen. Zu diesem Zeitpunkt kann ein erster Vor-Ort-Termin gemeinsam mit der Unteren Denkmalschutzbehörde vereinbart werden.
- Eine gute Kommunikation und ein fortwährender Austausch zwischen Bauverantwortlichen, Energieberatenden und Unterer Denkmalschutzbehörde tragen entscheidend zur schnellen und erfolgreichen Durchführung der Sanierung bei.

### 3. Sanierungskonzept erarbeiten und Kosten kalkulieren

- Die in Abstimmung mit dem Denkmalschutz erarbeiteten Sanierungsmaßnahmen können nun zu einem Sanierungskonzept erweitert werden. Das Sanierungskonzept soll als Entscheidungsgrundlage zur Umsetzung einer oder mehrerer Sanierungsmaßnahmen dienen. Dazu sollte das Konzept verschiedene Varianten miteinander vergleichen und das Energieeinsparpotenzial, den voraussichtlichen Aufwand sowie die zu erwartenden Kosten skizzieren.
- Die Sanierung eines Denkmals kann gefördert werden. Die Energieberatenden informieren die Bauverantwortlichen über die Angebote, die für die Maßnahme(n) infrage kommen.
  - » Hinweis: Maßnahmen in der östlichen Altstadt können zusätzlich zur KfW- und zur BAFA-Förderung über das Programm „Städtebaulicher Denkmalschutz“ gefördert werden, weiterführende Hinweise siehe Kapitel III.

### 4. Sanierungsmaßnahme(n) auswählen und Genehmigungen einholen

- Auf Grundlage des Vergleichs der Sanierungsvarianten hinsichtlich Kosten und Energieeinsparung entscheiden sich die Bauverantwortlichen für eine Umsetzungsvariante.
- Die Energieberatenden unterstützen beim Zusammenstellen der Unterlagen für die denkmalrechtliche und ggf. bauaufsichtliche Genehmigung der Sanierung.
- Nach Erteilung der denkmalrechtlichen Genehmigungen kann gemeinsam mit den Energieberatenden und der Hausbank ein Antrag auf Fördermittel gestellt werden.

### 5. Sanierung durchführen: ausschreiben und beauftragen

- Das Einholen mehrerer Angebote von Fachfirmen und die Überprüfung der Erfahrung der Firmen mit Maßnahmen im Denkmalschutz wird dringend empfohlen.
- Die Energieberatenden helfen die Angebote fachlich zu prüfen; sie begleiten und überwachen die Baumaßnahme(n).

### 6. Erfolgreiche Umsetzung dokumentieren

- Nach erfolgreicher Durchführung der Maßnahme erfolgt eine Abnahme durch das Fördermittelinstitut. Um eine Förderung zu erhalten, ist es zwingend notwendig, die Durchführung der Maßnahme zu dokumentieren und die Rechnungen einzureichen.

***Viel Erfolg beim Sanieren!***

**Hinweis: wichtige Ansprechpartner sind in einer Kontaktliste im Anhang aufgeführt.**

## 2 Maßnahmen an der Gebäudehülle

Die Ertüchtigung der Gebäudehülle hat einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch des Gebäudes. Durch das Aufbringen einer Dämmschicht und das Schließen von Undichtigkeiten können zusätzlich die Komfortbedingungen im Innenraum verbessert werden.

### 2.1 Außenwand

Die Fassade eines Gebäudes ist die repräsentative Ansicht des Bauteils Außenwand. Sie gibt einem Gebäude seinen von außen erkennbaren Charakter und übt einen maßgeblichen Einfluss auf das Straßen- und Stadtbild aus. Die historischen Fachwerk- und Massivbaufassaden in der Altstadt von Goslar zeugen von einer städtebaulichen Entwicklung, die bis in das 10. Jahrhundert zurückgeht.



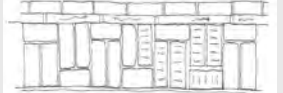
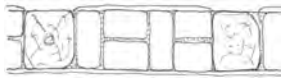


Neben den gestalterischen Aspekten erfüllt die Fassade auch wichtige Schutzfunktionen wie Wind-, Regen- und Wärmeschutz, die durch eine Sanierung wiederhergestellt bzw. bewahrt werden können (siehe Bild 17). Die Außenwand weist eine große wärmeübertragende Fläche auf. Bringt man nachträglich eine Dämmung auf und verbessert dadurch den Wärmeschutz, kann das den Energieverbrauch, den Ausstoß klimaschädlicher Emissionen sowie die Energiekosten eines Gebäudes stark reduzieren.

Ein weiterer Vorteil ist die Verbesserung des Raumklimas, die zur Steigerung des Wohnkomforts und der Behaglichkeit führt. Bevor über die richtige Wahl der Außenwanddämmung entschieden werden kann, muss der Konstruktionstyp der Außenwände geklärt werden (siehe Bild 18). Dieser Schritt ist wichtig, um bestehende Schäden zu erkennen und die bestehende Bausubstanz nicht durch den Eingriff zu gefährden.



Bild 17 Witterungseinflüsse auf ein Gebäude

Tabelle 1 Übersicht zu den Konstruktionsarten einer Außenwand

	einschalig	mehrschalig	außenseitig hinterlüftet
massive Konstruktionen	Mauerwerk, im heterogenen Verband gemauert, verputzt 	Zweischaliges Backsteinmauerwerk 	Zweischaliges Backsteinmauerwerk mit Hinterlüftung 
Skelett-Konstruktionen	Sichtfachwerk, Gefache ausgemauert und verputzt 	Schieferverkleidetes Fachwerk mit Stakengefach (Lehm-Stroh-Bewurf) 	Hinterlüftete Holzschalung, Fachwerk mit Stakengefach 

Um repräsentative Fassaden zu dämmen, gibt es bewährte Methoden, die mit dem Denkmalschutz vereinbar sind und zu einer Energieeinsparung führen. Wenn man historische Fassaden dämmt, sollte man die Dämmstoffe und Materialien besonders sorgfältig auswählen, um spätere Schäden am Gebäude zu verhindern. Am besten setzt man ökologische und regionale Baustoffe ein, angelehnt an die Originalbaustoffe.

### 2.1.1 Außenwanddämmung

Die Außenwanddämmung ist aus energetischer und bauphysikalischer Sicht eine sichere Konstruktionsweise, die folgende Vorteile aufweist:

- Wohnraum wird nicht verkleinert
- Vermeiden von Wärmebrücken
- Erhalten der Außenwandkonstruktion als (Wärme-)Speichermasse
- wenig Bauteilanschlüsse und Durchdringungen durch Installationen

Um die Außenwand im historischen Fachwerk zu dämmen, muss man eine zusätzliche Konstruktionsebene mit Hinterlüftung schaffen.

Diese 3 bis 4 cm dicke Luftschicht schützt die Wärmedämmung vor Durchfeuchtung. Die ursprüngliche Verkleidung wird dann auf einer vorgesetzten Schalung angebracht. Der zusätzliche Aufbau kann, je nach Dicke der Wärmedämmung, die Stärke der Bestandswand verdoppeln. Beim Planen ist es daher wichtig, die Anschlüsse an andere Bauteile oder gebäudenaher Grundstücksgrenzen zu berücksichtigen. Eine Außenwanddämmung eignet sich beispielsweise für eine mit Schiefer oder Holz verkleidete hinterlüftete Fassade.

**Ob der Einsatz einer Außenwanddämmung möglich ist, muss mit der zuständigen Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden.**

Unter Umständen ändert sich dadurch sogar die Gebäudefluchtlinie – auch für diesen Fall braucht man baurechtliche Genehmigungen. Die zusätzliche Dicke des Außenwandaufbaus wirkt sich auch auf die Tiefe des ortstypischen Dachüberstands aus. Er darf wegen seiner gestalterischen Bedeutung und seiner Schutzfunktion nicht vollständig rückgebaut werden. Der zusätzliche Aufbau verändert außerdem die Laibungstiefe der Fenster.



Bild 18 Beispiel: Außendämmung unter einer Schiefer- und Ziegelverkleidung



In Goslar sind außenliegende und -öffnende Fenster denkmalgerecht. Das Verschieben der Fensterposition muss auch hinsichtlich bauphysikalischer Belange wie Wärmebrücken genauestens untersucht werden.

Die starken Veränderungen der Fassade, die mit der Außenwanddämmung einhergehen, beeinflussen das Straßenbild. Deshalb sollte sich der Einsatz auf blickabgewandte Straßenseiten beschränken.



Bild 19 Problem: Verdeckung des Sichtfachwerks und Entstehung tiefer Fensterlaibungen durch die Außenwanddämmung



### 2.1.2 Innenwanddämmung

Die Innenwanddämmung verbessert den Wärmeschutz der Fassade, wenn eine Außenwanddämmung wegen des Denkmalschutzes oder einer eng anschließenden Nachbarbebauung nicht möglich ist. Daher ist die Innendämmung mittlerweile eine Standard-Maßnahme im Fachwerk- und Massivbau, wenn bei der Sanierung eines Gebäudes das äußere Erscheinungsbild erhalten bleiben muss. Vor Einsatz einer Innendämmung muss mit der Unteren Denkmalschutzbehörde geklärt werden, ob sich erhaltenswerte Wandbemalungen, Putze oder Stucke im Gebäudeinneren befinden. Je nach Einbausituation kann auf reversible Innendämmungen zurückgegriffen werden. Eine Innendämmung ist im Vergleich zu einer Außendämmung immer die bauphysikalisch kritischere Lösung und bedarf einer genauen Untersuchung der vorhandenen Bausubstanz. Außerdem stellen alle vorhandenen Wand- und Deckenanschlüsse Wärmebrücken dar, weil sie die Innendämmung durchbrechen (siehe Exkurs: S. 31).

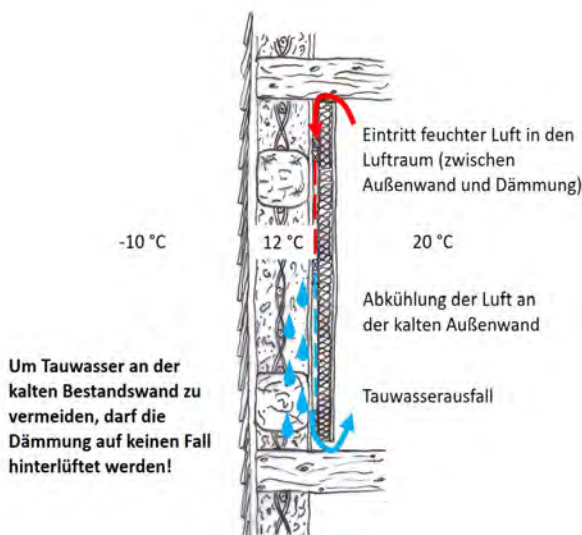


Bild 20 Feuchtegehalt innengedämmte Außenwand

Durch das Anbringen einer Innendämmung verschiebt sich die Dampfdruckverteilung im Fachwerk und es kann zu einem Tauwasserausfall im Inneren der Wand kommen. Um das zu verhindern, wird durch konstruktive Maßnahmen eine Hinterlüftung vermieden.



Bild 21 Anbringung einer Holzfasereinnendämmung

Der Dämmstoff sollte zudem in der Lage sein, Feuchtigkeit schadlos aufzunehmen und wieder abzugeben. Diese Eigenschaft wird bei Baustoffen als „diffusionsoffen“ oder „mit Kapillarwirkung“ bezeichnet und beugt Feuchte sowie Bildung von Schimmelpilz vor. Die Innendämmung weist bei fachgerechtem Einbau folgende Vorteile auf:

- verbesserter Wärmeschutz und Komfortsteigerung
- geringinvasiver Eingriff, lediglich Einsetzen einer zusätzlichen Schicht zum Innenraum
- Investitionskosten sind geringer als bei einer Außenwanddämmung unter der Verkleidung (z. B. kein Gerüst nötig)
- ökologische Baustoffe sind einsetzbar (Holzfaser, Hanf, Lehmsteine, Lehmputze)

Die Dämmung auf der Innenwandseite erfordert eine sorgfältige Planung, um Wärmebrücken zu reduzieren. Außerdem muss sie an schwierigen Bauteilanschlüssen sehr genau und korrekt ausgeführt werden. Besonders eingebundene Zwischenwände und Decken sowie die Fensterlaibung sind hiervon betroffen. Bei der Umsetzung ist auf eine sorgfältige, lückenlose sowie luftdichte Installation zu achten. Auf der Wetterseite sollte ein konstruktiver Regenschutz angebracht werden, um zu verhindern, dass bei Schlagregen Feuchte eindringt.

### Exkurs: U-Wert

Welche Qualität sollen die neuen Fenster haben? Wie dick muss der Dämmstoff für das neue Dach ausgeführt werden? Welche Auflagen muss man für eine Förderung erfüllen? Geht es um den Wärmeschutz, begegnet einem früher oder später der sogenannte U-Wert. Der U-Wert oder Wärmedurchgangskoeffizient ist ein Maß für die Wärmeschutzeigenschaften eines Bauteils. Je geringer der U-Wert, desto besser ist seine Dämmwirkung. Der gesetzliche Mindeststandard für den Wärmeschutz einer sanierten Außenwand sieht einen U-Wert von kleiner gleich  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  für Wohngebäude vor. Weitere zulässige Höchstwerte für die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) von Bauteilen im Sanierungsfall sind dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) zu entnehmen. Für eine Förderung bei der KfW sind aktuell Außenwände mit einem U-Wert kleiner gleich  $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  zu planen. Die Anforderungen für Gebäude mit Denkmalschutz reduzieren sich für eine Außendämmung auf  $0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  und für eine Innendämmung bei Fachwerkbauten auf  $0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Der U-Wert eines Bauteils ist wesentlich von der Dicke der Dämmschicht abhängig. Wärmedämmstoffe zeichnen sich dadurch aus,

dass sie eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Der Wärmeabfluss aus dem Gebäude wird reduziert und die Innenoberflächen der Wände weisen höhere Temperaturen auf. Das hat den positiven Effekt, dass im Winter für behagliche Temperaturen weniger geheizt werden muss. Wärmedämmstoffe werden anhand der folgenden Kategorien unterschieden:

- Wärmeleitfähigkeit: Einstufung in eine Wärmeleitgruppe (WLG)
- Feuchteverhalten: kapillar offen oder dicht
- Festigkeit: druckfest (Vorteil: begehbar) oder weich (Vorteil: Einpassung in Zwischenräume)

Im Neubau kommen standardmäßig Wärmedämmstoffe in einer Dämmstärke von ca. 16 cm und einer Wärmeleitfähigkeit von  $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  zum Einsatz. Das entspricht einer Wärmeleitgruppe von WLG 035. Zum Vergleich: Die Wärmeleitfähigkeit von Metallen liegt zwischen  $15$  und  $400 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .



Hoher U-Wert



Niedriger U-Wert

Wenn man den U-Wert einer gedämmten Außenwand überschlagsmäßig bestimmen will, geht man nach folgender Formel vor:

U-Wert = Wärmeleitfähigkeit : Dicke der Dämmschicht in Metern

$$U = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) : 0,16 \text{ m} = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$$

Bei ungedämmten Außenwänden entscheidet die Stärke der Wand sowie die Rohdichte des Materials über die Wärmedämmeigenschaften. Massive Konstruktionen aus Mauerwerk oder Stahlbeton weisen ein größeres Wärmespeichervermögen als Holzkonstruktionen auf. Im Fachwerkbau trägt vor allem die Füllung des Gefaches aus Lehm oder vergleichbaren Baustoffen zum Wärmeschutz bei.

Oftmals ist es im Bestand schwierig, den genauen U-Wert eines Bauteils zu bestimmen, da Materialproben nur in geringem Maße schadensfrei entnommen werden können. Eine Orientierungshilfe bietet die Datenbank des Instituts für Wohnen und Umwelt (siehe unten). Auf der Internetplattform sind regionale Gebäudetypologien von Bestandsbauten (Wohnnutzung) in Deutschland einschließlich der U-Werte kategorisiert nach Baualtersklassen von Wohngebäuden aufgeführt.

Die unten dargestellte Tabelle zeigt eine Übersicht zu typischen Wärmeleitfähigkeiten von Baustoffen und dem resultierenden U-Wert für Dämmstoffdicken von 8 cm und 16 cm.

Tabelle 2 Vergleich von Wärmeleitfähigkeiten für unterschiedliche Dämmstoffe

Baustoff	Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)] bei d = 8 cm	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)] bei d = 16 cm
Holzweichfaserplatten	0,035	0,44	0,22
Hanfstroh-/Schilfmatten	0,040	0,50	0,25
Kalziumsilikatplatten	0,045	0,56	0,28
Wärmedämmlehm	0,680	0,85	0,43

\*Angabe der handelsüblich verfügbaren Dämmstoffe und Qualitäten

## Das Institut für Wohnen und Umwelt

... ist eine Forschungseinrichtung in Darmstadt. Dort wird untersucht, wie die Menschen früher gewohnt haben und wie das Wohnen der Zukunft aussehen kann. Die Erkenntnisse aus dieser Forschung dienen der nachhaltigen Verbesserung der Lebensverhältnisse der Menschen auf einer umweltverträglichen Basis.

Im Projekt TABULA wurden Gebäudetypologien zur Bewertung des Wohngebäudebestands entwickelt und in einer Datenbank für alle zugänglich gemacht. Der Kontakt zum IWU und zur Gebäudetypologie findet sich im Anhang.

### Exkurs: Wärmebrücken

Als Wärmebrücken werden Bauteilbereiche bezeichnet, an denen man einen erhöhten Wärmefluss feststellen kann. Unterschieden werden dabei material- bzw. stoffbedingte und konstruktive Wärmebrücken. Der erhöhte Wärmefluss führt zu Energieverlusten. Man merkt das daran, dass die Temperatur an der Innenoberfläche der Wand sinkt. Der Temperaturabfall kann an der Innenoberfläche dazu führen, dass der Taupunkt unterschritten wird – und sich gegebenenfalls lokal Tauwasser bildet. Der Tauwasserausfall kann eine Durchfeuchtung der Konstruktion sowie die Bildung von Schimmelpilz zur Folge haben. Im Bauteil tritt dieser Effekt in der Regel nach der Wärmedämmschicht auf und verläuft in Richtung des Wärmestroms von innen nach außen. Wärmebrücken werden aufgrund des erhöhten Wärmeverlusts auch als bauliche Schwachstelle gewertet. Die aufgeführten Probleme treten häufig bei unsachgemäßer Ausführung von Innendämmungen auf, weshalb diese besonders sorgfältig zu planen und umzusetzen sind.

Typische Beispiele für materialbedingte Wärmebrücken sind eine Stahlbetonstütze in einer Mauerwerkswand oder der Sparren-/Gefachbereich im Steildach. Die Wärmebrücke entsteht, da Stahlbeton und Mauerwerk unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit haben. Die Wärme, die vom Innenraum (warme Seite) durch das zusammengesetzte Bauteil strömt, wird von der Stahlbetonstütze sehr viel schneller an die

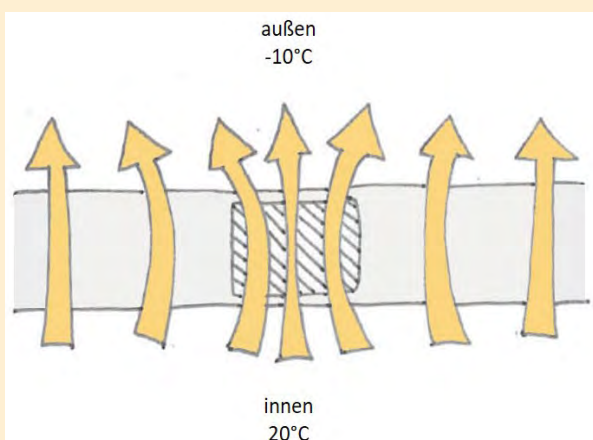


Bild 23 Wärmestrom an materialbedingter Wärmebrücke

Außenluft (kalte Seite) abgegeben, als das beim Mauerwerk der Fall ist. Aufgrund dieses Temperaturgefälles entsteht im Bereich der Stütze ein höherer Wärmefluss.

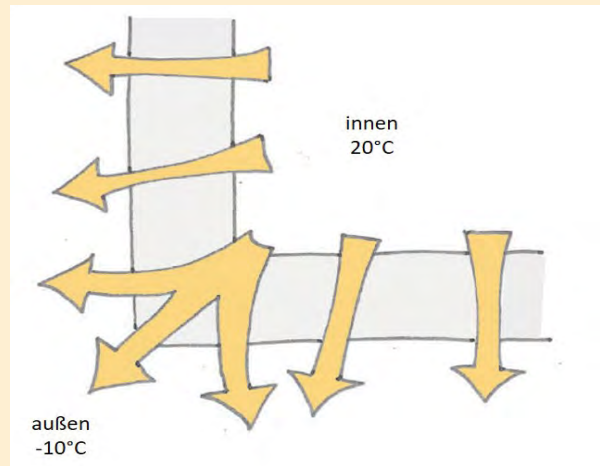


Bild 24 Wärmestrom an geometrischer Wärmebrücke

Beispiele für konstruktive Wärmebrücken sind Heizkörpernischen oder die Außenecken eines Gebäudes. Eine Ecke weist aufgrund ihrer Geometrie eine kleinere Innenfläche im Vergleich zur Außenfläche auf. Das bedeutet, die größere wärmeabführende Oberfläche bewirkt einen erhöhten Wärmefluss im Eckbereich. Der „Kühlrippen-Effekt“ wird bei Verbrennungsmotoren als konstruktive Maßnahme zur gezielten Wärmeabfuhr eingesetzt.

Das Vermeiden bzw. Reduzieren von Wärmebrücken stellt ein wichtiges Sanierungsziel dar und wirkt sich positiv auf die Gebäudesubstanz sowie die Wohnqualität und Energiekosten aus. Eine Maßnahme hierfür kann das Überdämmen von kritischen Bereichen sein. Man kann beispielsweise die Wärmebrücken einer Zwischensparrendämmung ausgleichen, indem man auf der Außenseite des Bauteils zusätzlich eine durchgehende Aufsparrendämmung anbringt. Alternativ kann man eine Flankendämmung ausführen. Wenn die Außenwand nachträglich gedämmt wird, erweitert man die Dämmung einfach auf den oberen Abschluss zur Decke mit dem Auslaufen einer Wärmedämmung von der Wärmebrücke in den Raum über eine Länge von ca. 50 cm, kann die Wärmebrückensituation konstruktiv entschärft werden.



## 2.2 Außenfenster und Außentüren

Historische Fenster und Türen sind oft undicht, der Schallschutz ist schlecht und sie weisen erhebliche Wärmeverluste auf. Diese Fenster bestehen aus Einscheibenverglasungen in einfachen Holz- oder Stahlrahmen und besitzen keine Dichtungen. Daher können der Austausch und die Verbesserung der Fenster und Türen den Wohnkomfort der Bewohner\*innen steigern und die energetische Qualität der Gebäudehülle deutlich verbessern.

Fenster und Türen sind maßgebend für das Erscheinungsbild eines Gebäudes und bilden somit wichtige Gestaltungselemente der Fassade. Da viele Gebäude in Goslar unter Denkmalschutz stehen, sind die Auflagen der örtlichen Denkmalschutzbehörde einzuhalten. Fenster und Türen können im Zuge einer Sanierung repariert, ertüchtigt oder ganz ausgetauscht werden. Die Sanierung der Fenster sollte immer im Zusammenhang mit der historischen Substanz bewertet werden. Als Faustregel gilt: Der Wärmeschutz der neuen Fenster darf nicht besser sein als die Bestandswand.

Tipps und Hilfe, wie die Wärmeschutzeigenschaften der Außenwand ermittelt werden können, bieten die Energieberatung oder die Zuständigen in der Fachplanung.



Bild 26 Saniertes Fenster



Bild 25 Sanierte Tür

### Exkurs: Verschiebung des Taupunkts

Wenn man die alten Einscheibenverglasungen durch wärmetechnisch verbesserte Fenster austauscht, muss man darauf achten, dass der U-Wert der Fenster nicht geringer ausfällt als der U-Wert der Außenwand – sonst wird der Taupunkt verlagert. Das hieße: Die kälteste Stelle im Raum wäre nicht mehr die Fensterscheibe, sondern die Außenwand. Dadurch könnte es zu Tauwasseranfall in der Wand kommen, wodurch sich wiederum Feuchtigkeit in der Baukonstruktion anlagern könnte. Die Folgen können langfristige Bauschäden durch Schimmelpilzbefall sein.





Bild 27 Einblick in das Fachwerk



### Wiederherstellung der Fenster und Türen

Für den Denkmalschutz ist es wichtig, das Erscheinungsbild der Fenster und Türen zu erhalten. Die Reparatur und Aufarbeitung bietet eine vergleichsweise kostengünstige Alternative zum Komplettausbau der Fenster. Dabei können die alten Einscheibenverglasungen durch energieeffiziente Isolierverglasungen ausgetauscht und Dichtungen nachträglich eingefräst werden. Bautechnisch sollte jedoch darauf geachtet werden, dass der Rahmen das zusätzliche Gewicht tragen kann und die Rahmenstärke für eine zusätzliche Nut ausreicht.

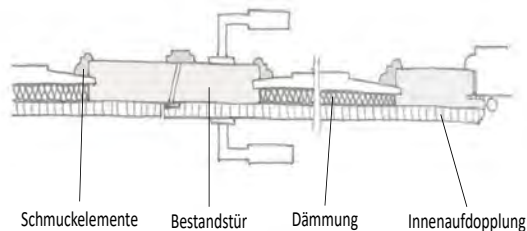


Bild 28 Ertüchtigte historische Tür

### Ergänzung der Fenster und Türen

Eine weitere mögliche Maßnahme betrifft den Ausbau zum Kastenfenster. Dabei wird zum bestehenden historischen Fenster ein weiteres innenliegendes, hochwertigeres Fenster eingebaut, wodurch der Wärmedurchgang reduziert und der Wohnkomfort gesteigert wird. Die Fassade des Gebäudes bleibt dabei unberührt, sodass es formal keine Probleme mit dem Denkmalschutz gibt.

Neben dem Einbau eines weiteren Innenfensters besteht die Möglichkeit, eine Vorsatzscheibe in den Rahmen des bestehenden Fensters zu integrieren. Hierfür muss jedoch überprüft werden, ob der Rahmen das zusätzliche Gewicht der Scheibe tragen kann. Alternativ kann man einen weiteren Rahmen auf den bestehenden Rahmen anbringen und dadurch ein Verbundfenster erzeugen.



Bild 29 Nachrüsten eines Kastenfensters

### Nachbau der Fenster und Türen

Sind die historischen Fenster und Türen im Laufe der Zeit zu sehr verwittert und weisen gravierende Schäden auf, können originalgetreue Nachbauten der bestehenden Fenster und Türen eingesetzt werden. Diese Maßnahmen sollte man nur in enger Absprache mit der Unteren Denkmalschutzbehörde treffen, da die Gestaltung der neuen Fenster strengen Auflagen des Denkmalschutzgesetzes unterliegt.

Zum Einsatz kommen Holzfenster, die in Größe und Aufteilung der Verglasungsflächen dem historischen Bauwerk entsprechen. Nicht denkmalgerechte Änderungen, die im Laufe der Jahre vorgenommen wurden, müssen im Zuge der Sanierung rückgebaut werden. Um den Originalzustand der Eingangstür erhalten zu können, kann eine zusätzliche Tür im Inneren des Gebäudes angeordnet oder die Bestandstür von innen aufgedoppelt werden. Diese zusätzliche Tür dient als thermische Trennung zwischen der kalten, luftundichten Außentür und dem beheizten Wohnraum.



Bild 30 Vergleich saniertes und unsaniertes Fenster

## Exkurs: Feuchte und Schimmelpilzbildung

Der Feuchteschutz ist besonders bei der Sanierung von Bestandsbauwerken ein wichtiges Thema. Einerseits müssen häufig bestehende Feuchteprobleme behoben werden, andererseits muss man darauf achten, dass die Eingriffe in die Bausubstanz während der Sanierung nicht später zu Schäden führen.

### Aufsteigende Feuchte

Als aufsteigende Feuchte wird Feuchte im Erdreich oder an der Geländeoberkante bezeichnet. Ursprünge sind die natürliche Erdfeuchte, Schichtwasser oder Grundwasser sowie Hang- und Sickerwasser. Wasser und Salze stellen eine große Gefahr für das Bauwerk dar und sind für einen Großteil der Schäden im Sockelbereich verantwortlich.

Daher ist eine intakte und funktionsfähige Abdichtung des Sockels und am Übergang zu den erdberührten Bauteilen von großer Bedeutung. Die erdberührte Bauwerksabdichtung sollte lückenlos mit der Sockelabdichtung verbunden werden, indem sich die verschiedenen Abdichtungsebenen überlappen. Typische Schadensbilder aufgrund einer fehlerhaften Abdichtung sind Verfärbungen, Salzausblühungen oder Putzzerstörungen, die einen Hinweis auf die Durchfeuchtung des Mauerwerksockels geben.

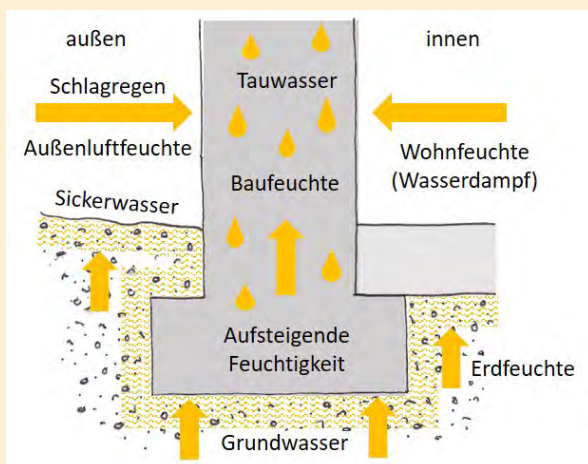


Bild 31 Feuchteinflüsse auf ein Bauteil

Im Schadensfall muss zunächst die Ursache für den Feuchteeintrag festgestellt werden. In vielen Fällen ist dazu eine hygrothermische Untersuchung zum Feuchtegehalt und zur Salzbestimmung notwendig. Im Anschluss wird die schadhafte Abdichtung erneuert; ergänzend kann ein Sanierputz angewendet werden. Er verhindert, dass die Salzausblühungen an der Putzoberfläche auftreten.



Bild 32 Feuchteschäden an einem unsanierten Sandsteinsockel (Baujahr: 1739)

### Feuchteeintrag über die Fassade

Die Außenfassade des Bauwerks ist Niederschlägen in Form von Regen, Schnee oder Hagel ausgesetzt. Gerade in Kombination mit Wind kann Schlagregen zu Schäden am Bauwerk führen. Durch die entstandenen Öffnungen kann Feuchte in die Konstruktion eindringen. Bei einer Durchfeuchtung der außenliegenden Wärmedämmung nimmt ihre wärmedämmende Wirkung stark ab und die Wahrscheinlichkeit für Schimmel- oder Pilzbefall steigt.

Die ortstypischen Schiefer- und vertikalen Holzverkleidungen schützen die Fachwerkwand vor übermäßiger Beanspruchung an der Wetterseite. Bei innengedämmten Fachwerkhäusern ist eine Schlagregensicherung in Form eines konstruktiven Regenschutzes zu empfehlen. Die Holzbalken trocknen infolge der Wärmedämmung langsamer; als Resultat ist das Holz feuchter, als es das im ungedämmten Gebäude war.



Da die Dämmung auf der Rauminnenseite (warme Seite) angebracht wird, verschiebt sich der Taupunkt von der Bauteilaußenseite (kalte Seite) in die Fachwerkkonstruktion hinein. Daher sollte der Dämmstoff Feuchtigkeit schadlos aufnehmen können und die Fachwerkwand so trocken wie möglich halten.

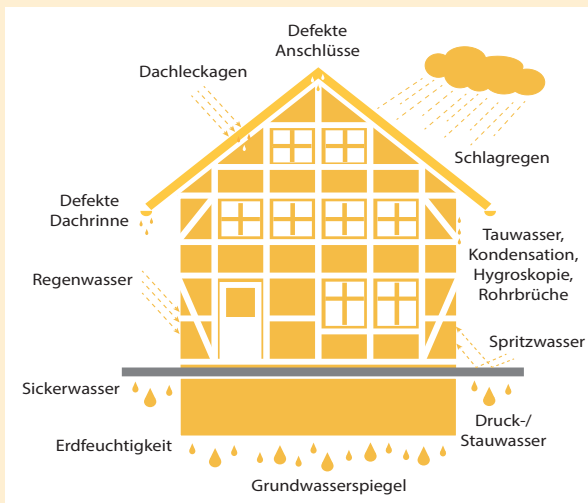


Bild 33 Feuchteinflüsse auf ein Gebäude

### Wohnfeuchte aus dem Innenraum

Feuchteinträge sind nicht nur durch äußere Einwirkungen wie Regen oder Schnee, sondern auch durch Vorgänge im Rauminneren zu verzeichnen. Die in der Raumluft als Wasserdampf gespeicherte Menge Wasser kann in diesem Fall von der Rauminnenseite in die Konstruktion eindringen und Schäden am Bauwerk verursachen. Personen geben durch ihren Stoffwechsel und Aktivitäten wie Wäsche trocknen, kochen oder duschen große Mengen an Feuchtigkeit ab. Sie müssen durch regelmäßiges Lüften abgeführt werden, um Schimmelpilz zu vermeiden. Regelmäßiges Heizen im Winter senkt dazu die relative Luftfeuchte

im Raum ab und trägt zur Durchwärmung des Bauwerks mit entsprechender Reduzierung der Schimmelpilzgefahr bei. Im historischen Fachwerk stellt sich aufgrund konstruktionsbedingter Undichtigkeiten ein regelmäßiger Luftwechsel ein, der das Schadensrisiko durch Feuchte verringert. Eben diese Undichtigkeiten sowie die resultierenden Zugerscheinungen und Wärmeverluste sind Anstoßpunkte für eine energetische Sanierung. Das Nachrüsten einer Dämmung sowie neuer Außentüren und Außenfenster erhöht die Luftdichtheit des Gebäudes. Die energetischen Vorteile und die Steigerung des Wohnkomforts stehen somit den höheren Anforderungen an das Lüftungsverhalten der Bewohner\*innen gegenüber. Das richtige Lüften dient darüber hinaus nicht nur der Feuchteabfuhr, sondern entfernt auch Schadstoffe und CO<sub>2</sub> aus der Luft und sorgt somit für ein hygienisches Wohnklima.

### Feuchteschutz und Wärmeschutz

Feuchteschutz und Wärmeschutz sind eng miteinander verbunden und die gegenseitigen Abhängigkeiten sollten bei der Planung immer berücksichtigt werden. Eine wärmebrückenfreie Sanierung und die Dämmung von Bauteilen schützt vor kalten Oberflächen, an denen der Wasserdampf kondensiert und als Tauwasser ausfällt. Die Wärmedämmung wird von außen durch eine intakte Fassadenverkleidung und von innen durch eine Dampfsperrschicht sowie durch richtiges Lüften vor Feuchteschäden geschützt. Diese Grundlagen helfen dabei, schadensfrei zu sanieren, den Wert des Gebäudes zu steigern und mehr persönlichen Wohnkomfort zu erzielen.

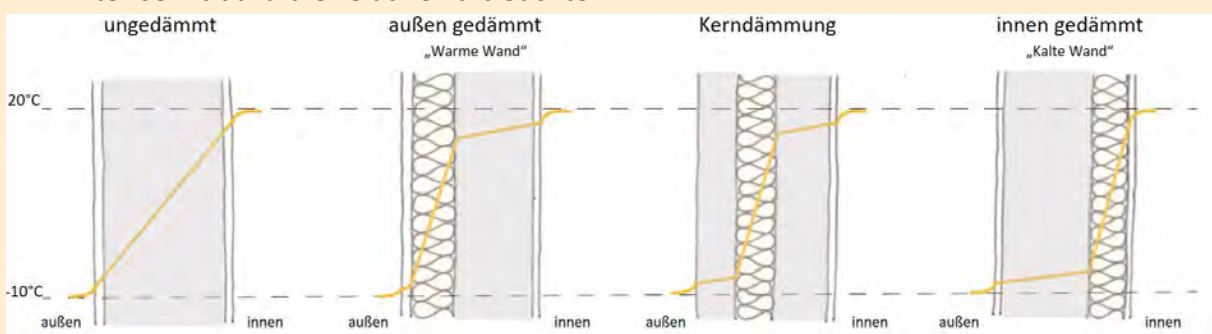


Bild 34 Temperaturverläufe in einer Außenwand





Bild 35 Verschiedene Dacheindeckungen in der Breiten Straße



## 2.3 Dach und oberste Geschossdecke

### 2.3.1 Dach

Die Dachkonstruktion ist ein wichtiger Bestandteil der Gebäudehülle, da sie nicht nur gestalterische, sondern auch funktionale Aspekte erfüllt. Sie prägt die Erscheinung des Gebäudes sowie des Stadtbilds und schützt zusätzlich vor Witterungseinflüssen. Die Ausstattung und Ausgestaltung des Dachs wirkt sich auf den Gebäudewert, die Wirtschaftlichkeit und die Wohnqualität des Gebäudes aus. Daher bietet eine energetische Sanierung des obersten Gebäudeabschlusses eine wirkungsvolle Maßnahme, um die Energieeffizienz zu optimieren und CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen.

Der Baubestand in der Altstadt Goslar weist überwiegend Satteldächer mit großen Dachflächen auf. Kleine Dachgauben sind in den historischen Dächern zur Belüftung der Speicherräume aufgesetzt. Am Ende des 19. Jahrhunderts wurden die Dachformen um Zwerggiebel und größere Gauben erweitert, um das Dachgeschoss als zusätzliche Wohneinheit zu nutzen.

Bei ungedämmten Dächern geht wegen der großen exponierten Dachfläche ein Großteil der Wärme verloren. Die Lüftungswärme entweicht vor allem durch undichte Bauteilfugen und rissigen Putz. Um den Wärmeschutz in solchen Fällen zu verbessern, gibt es zahlreiche Möglichkeiten, beispielsweise eine Dämmung auf, zwischen oder unter den Sparren. Als Dämmmaterialien können herkömmliche wie auch ökologische Werkstoffe in Betracht gezogen werden.

**Vor Beginn der energetischen Sanierung sollte man herausfinden, welche Denkmalschutzauflagen es für die jeweilige Dachkonstruktion gibt und welche Konstruktionschäden derzeit vorliegen.**



Bild 36 Ortstypisches Steildach mit Gaube



Bild 37 Unsanierter Dachstuhl mit Blick auf die Holzlattung



Bild 38 Unsanierter Dachstuhl mit Blick auf die Dacheindeckung von unten

### Dämmung auf den Sparren

Das Anbringen einer Dachdämmung auf den Sparren lohnt sich vor allem dann, wenn das bestehende Dach gravierende Mängel aufweist und folglich komplett neu eingedeckt werden muss. Diese kostenintensive Dämmmaßnahme birgt den Vorteil, dass die Dachhaut nicht beschädigt wird und das Dämmmaterial ohne Unterbrechungen, also ohne Entstehung von Wärmebrücken, verlegt werden kann. Beim Verlegen der Dämmung kann man auf einen ausreichenden Feuchteschutz durch zusätzliche geeignete Maßnahmen achten. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei dieser Sanierungsvariante kein Wohnraum verloren geht, sofern der Dachraum als Wohneinheit genutzt wird.

Da sich dabei der Dachaufbau erhöht, ist es wichtig, die Denkmalschutzauflagen der Stadt Goslar im Hinterkopf zu haben und sicherzustellen, dass diese Anforderungen bei den Anschlüssen an Traufe und Gauben erfüllt werden. Die Aufsparrendämmung wird im Denkmalbestand meistens nicht angewendet.

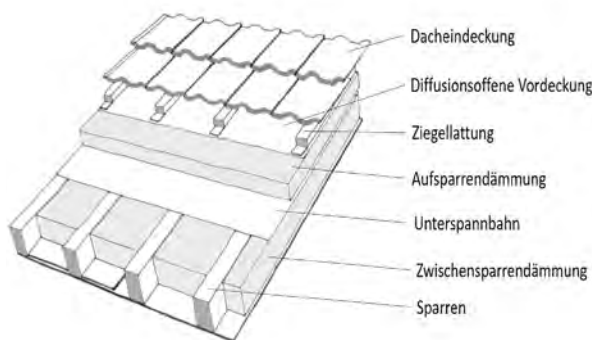


Bild 39 Aufbau einer Aufsparrendämmung in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

### Dämmung zwischen den Sparren

Bei einer Zwischensparrendämmung wird lediglich der Raum zwischen den Sparren mit einer Dämmung ausgestattet – es geht also kein Wohnraum verloren und auch der Dachaufbau wird nicht verstärkt.

Das Anbringen einer Zwischensparrendämmung kann mit einem geringen Arbeits- und Investitionsaufwand realisiert werden. So kann die Energieeffizienz in kürzester Zeit gesteigert werden und der Wohnkomfort wird optimiert. Diese Variante empfiehlt sich insbesondere dann, wenn die Dachhaut keine baulichen Schäden aufweist und zudem unter Denkmalschutz steht.

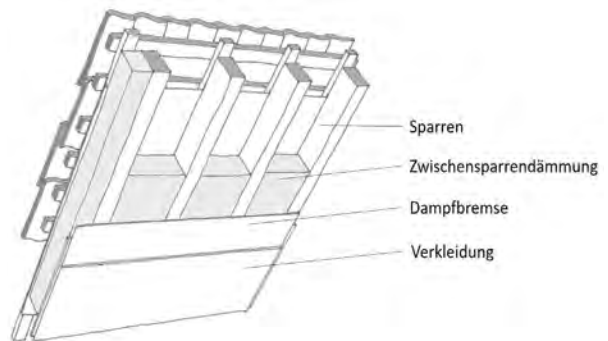


Bild 40 Aufbau einer Zwischensparrendämmung

Die Konstruktion des ortstypischen Harzer Doppeldachs eignet sich sehr gut für zusätzliche Dämmmaßnahmen, während die äußere Dachhaut erhalten bleibt. Bei der Ausführung muss auf einen luftdichten Abschluss zum Rauminneren geachtet werden, damit Tauwasserausfall und Schimmelrisiko vermieden werden können.

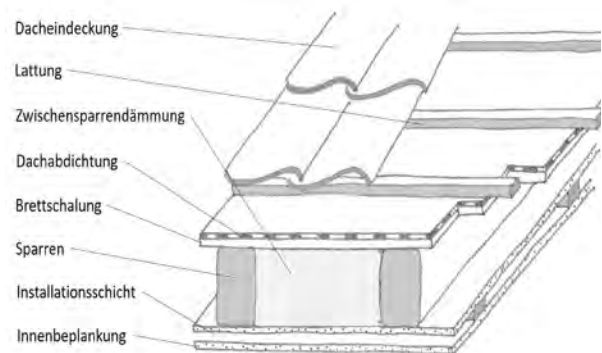


Bild 41 Aufbau eines typischen Harzer Doppeldachs



### Dämmung unter den Sparren

Sofern die Dacheindeckung intakt ist und keine äußeren Schäden aufweist, kann man auch eine Dämmung unter den Sparren in Betracht ziehen. Hierfür wird das Dämmmaterial ohne Unterbrechungen an der Unterseite der Sparren befestigt. Diese Variante kann mit einem geringen Arbeits- und Investitionsaufwand umgesetzt werden. Meistens empfiehlt es sich, eine Untersparrendämmung mit einer Zwischensparrendämmung zu kombinieren, um so die Dämmwirkung zu verstärken und ein optimales Ergebnis zu erzielen.

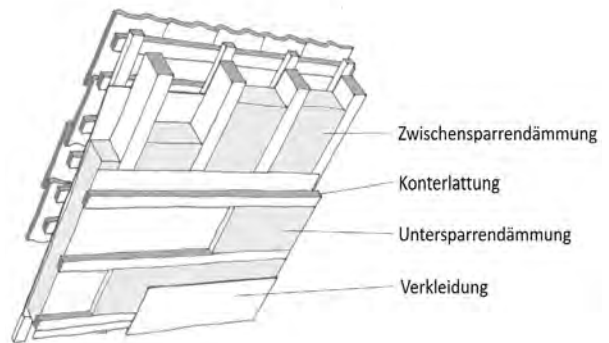


Bild 42 Aufbau einer Untersparrendämmung in Kombination mit einer Zwischensparrendämmung

### Exkurs: Dachgauben, Dachbodenzugänge und Abseiten

Bei der Sanierung des Dachs sollte man immer das Gesamtsystem betrachten. Wird das Dach gedämmt, empfiehlt es sich, auch die Wände der einzelnen Gauben zu dämmen. Aufgrund der ortsspezifischen Größe der einzelnen Dachgauben sollte jemand zur Fachplanung zurate gezogen werden.

Zusätzlich sollte man erwägen, auch die Dachbodenzugänge und die Abseiten zu unbeheizten Dachräumen zu dämmen. Das Umsetzen dieser Dämmmaßnahme kann je nach Konstruktion über Dämmmatten oder eine Einblasdämmung erfolgen.

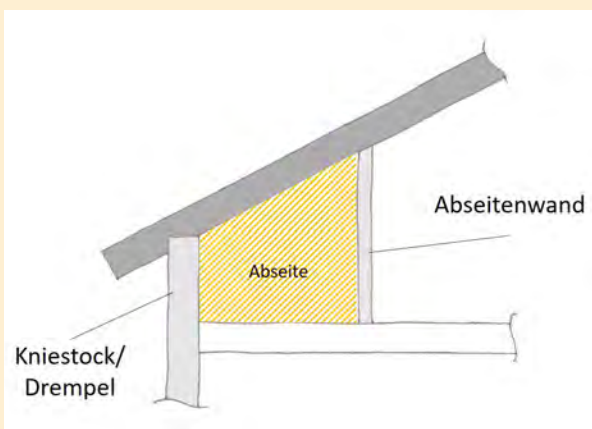


Bild 43 Darstellung der Abseitenwand

Bild 44 Typische Dachgauben von außen und innen

### 2.3.2 Oberste Geschossdecke

Dachböden, die unbeheizt und unbewohnt sind, können durch eine Dämmung der obersten Geschossdecke energetisch optimiert werden. Im Vergleich zum Dämmen des (Steil-)Dachs stellt diese Variante eine kostengünstige, unproblematische Maßnahme dar.

Hierbei kann die Dämmung entweder auf, in oder unter der Geschossdecke realisiert werden. Als Dämmmaterialien kommen auch hier herkömmliche oder ökologische Dämmstoffe meist in Form von Dämmplatten oder -matten zum Einsatz.



Bild 45 Begehbare oberste Geschossdecke nach der Sanierung



### Dämmung auf der Decke

Die Dämmung auf der obersten Geschossdecke kann begehbar oder nicht begehbar realisiert werden. Durch eine begehbare Dämmung bleibt der Dachraum nutzbar und kann als Abstellraum fungieren. Dabei werden häufig druckfeste Dämmmaterialien mit einer Spanplatte oder einer OSB-Platte versehen und eingesetzt.

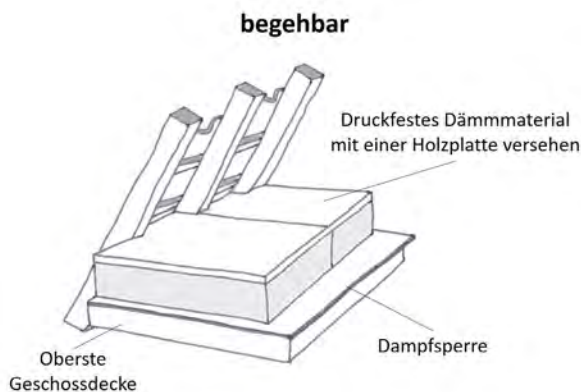


Bild 46 Begehbare Dämmung

Eine nicht begehbare Dämmung wird über weiche Dämmplatten oder eine Einblasdämmung realisiert. Bei der Einblasdämmung wird der lose Dämmstoff auf den Dachboden aufgeblasen. Diese Maßnahme eignet sich besonders für schwer zugängliche und beengte Dachräume.



Bild 47 Nicht begehbare Dämmung

Die Dämmung auf der obersten Geschossdecke bietet den Vorteil, dass die Dämmplatten ohne Unterbrechungen auf die bestehende

Decke angebracht werden können, wodurch der Einfluss von Wärmebrücken vermindert werden kann. In der Regel ist eine Dampfsperrschicht unterhalb der Dämmung zum Schutz der Holzkonstruktion notwendig. Im historischen Bestand müssen abdichtende Schichten immer als Einzelfall betrachtet werden und mit einer fachkundigen Person abgestimmt werden.

### Dämmung in der Decke

Eine Dämmung in der obersten Geschossdecke erfolgt über das Einblasen von Dämmstoff oder über eine Auslegung von Dämmmatten. Denkmalgeschützte Gebäude in Goslar weisen oft Holzbalkendeckenkonstruktionen auf, sodass der Hohlraum zwischen den Balken mit einer Einblasdämmung – beispielsweise aus Zellulose oder Holzfasern – oder mit einer weichen Dämmmatte befüllt werden kann.

Die Befüllung erfolgt bei dieser Dämmmaßnahme häufig von oben, indem die Bretter gelöst werden und so die Konstruktion freigelegt wird. Der Vorgang ist mit einem geringem Material- und Installationsaufwand verbunden. Sofern keine Holzbalkendeckenkonstruktion vorliegt, kann der Hohlraum durch den Bau eines zweiten Bodens realisiert und befüllt werden.



Bild 48 Lose Einblasdämmung auf der obersten Geschossdecke

### Dämmung unter der Decke

Bei dieser Dämmvariante wird die oberste Geschossdecke vom Wohnraum aus gedämmt, wobei Dämmplatten aus herkömmlichen oder ökologischen Materialien von unten an die Decke angebracht werden. Diese Maßnahme sollte man nur wählen, wenn eine Dämmung auf oder in der obersten Geschossdecke nicht umgesetzt werden kann – schließlich verkleinert das Anbringen der Dämmung den Wohnraum, indem es die Decke niedriger macht. Außerdem kann das Einbauen der Balken denkmalrechtlich nicht erlaubt sein.



Bild 49 Dämmung in der Deckenkonstruktion mit Maten aus weichem Faserdämmstoff

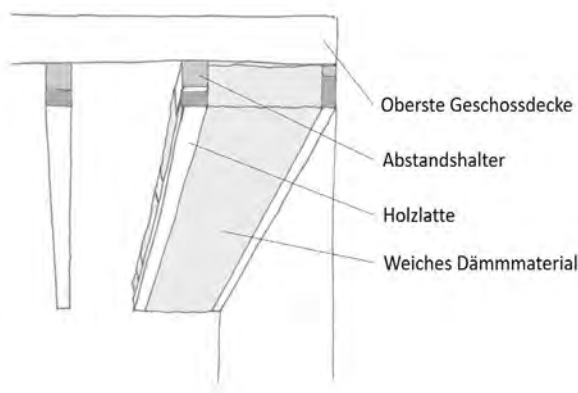


Bild 50 Aufbau einer Unterdeckendämmung

## 2.4 Bodenplatte und Kellerdecke

Eine weitere Maßnahme, die Gebäudehülle energetisch zu sanieren, ist die Dämmung der Bodenplatte bzw. der Kellerdecke. Aufgrund der kleineren auftretenden Temperaturdifferenz gegenüber dem oben beschriebenen Fall der Dämmung des außenluftberührten Dachraums ist die Wirksamkeit dieser Maßnahme jedoch etwas geringer.

Je nach Konstruktionsart und Beschaffenheit kann die Bodenplatte von oben gedämmt werden oder die Hohlräume können zwischen den Balken mit einer Einblasdämmung ausgefüllt werden. Für die Kellerdecke besteht zusätzlich die Möglichkeit einer Dämmung von unten. Bevor die Dämmarbeiten ausgeführt werden, sollte darauf geachtet werden, dass die Feuchteabfuhr trotz der zusätzlichen Dämmung weiterhin gewährleistet ist.

Sollte sich Feuchtigkeit in den bestehenden Bauteilen angesammelt haben, muss diese vor Beginn der Dämmarbeiten entfernt werden. Insbesondere ältere Keller neigen oft zu hohen Feuchtelasten. Je nach Durchfeuchtungsgrad kann man die Bauteile durch ausgiebiges Lüften oder Beheizen des Kellers trocknen, z. B. durch Verwenden eines Bautrockners. Für Kellerräume mit einer sehr hohen Feuchtebelastung, z. B. für Waschräume, sollte man eine komplette Kellerdämmung in Betracht ziehen.

In zahlreichen Häusern der Altstadt Goslar sind Keller oder Teilkeller vorhanden. Hinweise auf Keller in den Haupthäusern sind die straßenseitigen Kellerfenster oder Kellerluken. Anbauten oder Nebengebäude sind seltener unterkellert.

### Dämmung auf der Kellerdecke/Bodenplatte

Sofern der Fußbodenbelag erneuert werden soll, bietet es sich an, die Kellerdecke bzw. die Bodenplatte von oben zu dämmen. Eine Dämmung dieser Art bietet neben energetischen



auch bauphysikalische Vorteile wie z. B. die Begrenzung der Schallübertragungen. Durch das Auftragen einer zusätzlichen Dämmschicht auf die Bodenplatte wird der Fußbodenaufbau erhöht, sodass auf bestehende Anschlusspunkte für Türen geachtet werden muss. Um selbst bei Platzmangel eine Dämmung zu ermöglichen, kann man hochdämmende Materialien oder einen dünneren Estrich einsetzen. Bei nicht unterkellerten Gebäuden sollte man beim Dämmen eine zusätzliche Feuchtesperre einbauen, um Schäden an der Bausubstanz zu vermeiden.

### **Dämmung in der Kellerdecke/Bodenplatte**

Für diese Dämmmaßnahme geht man ähnlich vor wie beim Einbringen einer Einblasdämmung in die oberste Geschossdecke (siehe S. 42). Der Dämmstoff wird in den Hohlraum der Holzbalkenkonstruktion eingeblasen oder ausgelegt. Gleiches gilt auch für die Dämmung der Bodenplatte. Als Dämmmaterial wird feuchteresistenter Schaumglasschotter empfohlen. Die Verwendung muss in jedem Fall mit dem ausführenden Fachunternehmen geklärt und auf die individuelle Einbausituation vor Ort abgestimmt werden.



*Bild 51 Gebäudefront mit Kellerfenstern im Sockel*

### **Dämmung unter der Kellerdecke**

Die Dämmung der Kellerdecke von unten wird für historische Gewölbekeller nicht empfohlen. Moderne Baumaterialien und die mit einer Dämmung einhergehenden Änderungen der Temperatur- und Feuchteverhältnisse können zu unwiderruflichen Schäden an der Bausubstanz führen.

### **Exkurs: Kellerabgang und Kellertreppe**

Entscheidet man sich für das Dämmen der Kellerdecke oder Bodenplatte, kann man zusätzlich auch die Kellerabgänge effizient gestalten und so die Effizienz der Dämmmaßnahme erhöhen. Maßnahmen sind beispielsweise die Dämmung der Wände zum Kellerabgang oder die energetische Ertüchtigung der Kellertüren. Auch hier sollte man darauf achten, dass sich die Temperatur- und Feuchteverhältnisse im Keller durch die Maßnahme nicht verändern.



*Bild 52 Ungedämmter Kellerabgang*

**Exkurs: Dämmstoffe**

Zusammenstellung geläufiger Dämmstoffe bei der energetischen Sanierung von Bestandsbauten

Tabelle 3 Vergleich von Dämmstoffen

Material	Bauphysikalische Eigenschaften					
	Wärme		Feuchte			Dichte
	Wärmeleitfähigkeit	Wärmespeicherkapazität	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	Wasseraufnahme	Kapillaraktivität	Dichte
	$\lambda_B$ [W/(m·K)]	$c_p$ [J/(kg·K)]	$\mu$ [-]			$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
<b>Mineralwolleplatten</b>	0,032–0,050	840	1–2	Nein	Nein	15–80
Bewertung	✓	✗	!	✗	✗	
<b>Blähperlitschüttung</b>	0,046–0,072	1000	5	Ja	Ja	90
Bewertung	✓	!	✓	✓	✓	
<b>Wärmedämmlehm</b>	0,068	1100	5–15	Ja	Ja	300
Bewertung	✓	✓	✓	✓	✓	



## Bewertung der bauphysikalischen Eigenschaften:

✓ gut

! akzeptabel

✗ schlecht

Anwendungsfall	Vor- und Nachteile	Beispiele
<p>Nicht tragfähige und sehr unebene Wände, die kaschiert werden sollen</p>	<p>Vorteile: gute Wärmedämmung, Brandschutz gewährleistet</p> <p>Nachteile: genaues Arbeiten beim Anbringen notwendig; durch fehlende Feuchtigkeitsaufnahme können schnell nachhaltige Schäden entstehen</p>	
<p>Ausfüllen von Hohlräumen (Einblasdämmung) für Wände, Dächer und Decken</p>	<p>Vorteile: flexibel und vielseitig einsetzbar, nicht brennbar, nachwachsender Rohstoff, langlebig und unempfindlich</p> <p>Nachteile: geringere Dämmleistung im Vergleich zu anderen Dämmstoffen, unbehandelt kann sie empfindlich auf Feuchtigkeit reagieren</p>	
<p>Innendämmung von Fachwerkwänden</p>	<p>Vorteile: natürliche Baustoffe, hohlraumfreier Verbund mit dem Fachwerk, vorhandene historische Lehm- und Kalkputze können verbleiben</p> <p>Nachteile: lange Austrocknungszeit (5 bis 9 Wochen)</p>	

**Exkurs: Dämmstoffe**

Zusammenstellung geläufiger Dämmstoffe bei der energetischen Sanierung von Bestandsbauten




Material	Bauphysikalische Eigenschaften					
	Wärme		Feuchte			Dichte $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/(m·K)]	Wärmespeicherkapazität $c_p$ [J/(kg·K)]	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$ [-]	Wasseraufnahme	Kapillaraktivität	
<b>Leichtlehmsteine</b>	0,21–1,1	1000	4–6	Ja	Ja	700–1800
Bewertung	✘	!	!	✓	✓	
<b>Holzleichtlehm</b>	0,17	2100	3	Ja	Ja	500–900
Bewertung	✓	✓	!	✓	✓	
<b>Holzweichfaserplatte</b> (mit weicher Ausgleichsdämmung)	0,034–0,06	2100	3	Ja	Ja	130–450
Bewertung	✓	✓	!	✓	✓	

## Bewertung der bauphysikalischen Eigenschaften:

✓ gut

! akzeptabel

✗ schlecht

Anwendungsfall	Vor- und Nachteile	Beispiel
Nichttragende, wärmedämmende Wände, Fachwerk-Ausmauerung (hier mit entsprechendem Außenputz)	<p>Vorteile: handwerkliche Ausführung, schnelle Trocknung, guter Wärmespeicher</p> <p>Nachteile: statischer Nachweis ist erforderlich, anfällig gegenüber Frost und Nässe</p>	
Fachwerk-Ausmauerung (hier mit entsprechendem Außenputz), zusätzliche Innendämmung	<p>Vorteile: handwerkliche Ausführung, Ausgleich von unebenen Wänden, homogener Wandaufbau</p> <p>Nachteile: lange Trocknungszeiten bei großen Wandquerschnitten, anfällig gegenüber Frost und Nässe</p>	
Trittschallschutz, Dachdämmung, Innenwanddämmung	<p>Vorteile: gute Wärmedämm- und Schalldämmeigenschaften</p> <p>Nachteile: Problem mit der Kondensatbildung, leichte Entzündbarkeit</p>	



**Exkurs: Dämmstoffe**

Zusammenstellung geläufiger Dämmstoffe bei der energetischen Sanierung von Bestandsbauten

Material	Bauphysikalische Eigenschaften					
	Wärme		Feuchte			Dichte
	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_B$ [W/(m·K)]	Wärmespeicherkapazität $c_p$ [J/(kg·K)]	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$ [-]	Wasseraufnahme	Kapillaraktivität	
<b>Holzwolle Leichtbauplatten</b>	0,068–0,093	1470	2–5	Ja	Ja	360
Bewertung	✓	✓	!	✓	✓	
<b>Hanfstroh</b>	0,040–0,048	2300	1–2	Ja	Ja	36–50
Bewertung	✓	✓	!	✓	✓	
<b>Wärmedämmputz</b>	0,12	0	5–20	Ja	Ja	400
Bewertung	✗	✗	✓	✓	✓	

## Bewertung der bauphysikalischen Eigenschaften:

✓ gut

! akzeptabel

✗ schlecht

Anwendungsfall	Vor- und Nachteile	Beispiel
Putzträger, Schalldämmung, Bepankung im Innen- oder Außenbereich	<p>Vorteile: formstabil und sehr fest, wärmespeichernd, schalldämmend, feuchteregulierend</p> <p>Nachteile: nur mäßig wärmedämmend, hoher Energieaufwand bei der Herstellung, schlechte Verwertbarkeit</p>	
Zwischensparrendämmung, Trittschalldämmung (Decken)	<p>Vorteile: gute wärme- und schalldämmende Eigenschaften, feuchteregulierend, resistent gegen Schädlingsbefall</p> <p>Nachteile: geringere Wärmespeicherfähigkeit als Holz</p>	
Innen- und Außenbereich bei denkmalgeschützten Gebäuden (Ecken, Nischen, Gewölbekeller, Außenwände)	<p>Vorteile: flexibel einsetzbar, wärmedämmend, diffusionsoffen, Erhalt des Erscheinungsbilds</p> <p>Nachteile: höhere Wärmeleitfähigkeit als herkömmliche Materialien</p>	

### 3 Maßnahmen an der Anlagentechnik

Um die Energieeffizienz eines Gebäudes zu erhöhen, ist es zwingend erforderlich, das Gesamtsystem zu betrachten. Neben der energetischen Optimierung der Gebäudehülle sollte man eine Sanierung der Anlagentechnik ergänzend betrachten und bewerten. Bestehende Anlagen sind oft veraltet und arbeiten ineffizient. Durch die verfügbare effiziente Brennwerttechnik bzw. die Option der Nutzung regenerativer Energie z. B. in Form von Wärmepumpen oder Pelletöfen ist ein Austausch der Anlage vorteilhaft und bietet zugleich die Möglichkeit, die Nutzung von fossilen Energiequellen einzuschränken bzw. ganz darauf zu verzichten. Um die Wärme- und Anlagenverluste so gering wie möglich zu halten, sollten die Anlagenkomponenten immer in Abstimmung mit den Maßnahmen an der Gebäudehülle geplant und umgesetzt werden. Wird diese saniert, verringert sich die Heizlast des Gebäudes und die Anlage ist in den meisten Fällen überdimensioniert und arbeitet unwirtschaftlich.

Die Sanierung einer Anlage kann zum Großteil ohne Eingriff in die Gebäudesubstanz und die äußere Struktur erfolgen – das erleichtert das Sanieren denkmalgeschützter Gebäude.

#### 3.1 Heizung

Der Energiebedarf kann durch den Einbau moderner und effizienter Heizsysteme reduziert und optimiert werden. Dabei kann man nicht nur die Effizienz der Anlage verbessern, sondern auch die Nutzung von erneuerbaren Energien integrieren. Die Sanierung der bestehenden Heizungsanlage muss jedoch an die örtliche Einbausituation angepasst werden, da je nach Gebäudeart und Standort nur bestimmte Technologien umgesetzt werden können. Dazu sollten im Rahmen der Bestandsaufnahme die individuellen Standortgegebenheiten geprüft werden. Neben der Wärmeerzeugung sollte man auch die Wärmeverteilung und die Wärmeübergabe in das Sanierungsvorhaben einbeziehen.



Bild 53 Bestehende Wärmeerzeugungsanlage in Goslar



### 3.1.1 Wärmeerzeugung

#### Brennwerttechnik

Der Austausch der bestehenden Heizungsanlage ist mit einem vergleichsweise geringen Kosten- und Installationsaufwand verbunden. Die Umrüstung auf Brennwerttechnik führt zu deutlichen Einsparungen, da die Kondensationswärme des Abgases genutzt wird und man somit mehr Energie gewinnt bei gleichem Brennstoffverbrauch. Der Wirkungsgrad von Brennwertgeräten ist daher deutlich höher als der eines herkömmlichen (Niedertemperatur-)Kessels. In den meisten Fällen kann man problemlos ein neues Brennwertgerät an die bestehende Heizungsanlage anschließen, da die Heizkörper oftmals überdimensioniert sind und niedrige Heizkreistemperaturen zulassen. Wichtig ist, das Abgassystem nachzurüsten, um einer Versottung des Schornsteins vorzubeugen.

#### Exkurs: Versottung

Bei der Sanierung der Heizungsanlage muss darauf geachtet werden, dass keine Versottung des Kaminzugs entsteht: Heutige Heizungskessel haben geringere Abgastemperaturen, wodurch sich ein geringerer thermischer Auftrieb in der Abgasanlage ergibt und es zu einer Kondensation von Wasserdampf mit Durchfeuchtung des Abgassystems kommen kann. Durch die Durchfeuchtung des Kaminzugs entstehen unschöne Flecken, unangenehme Gerüche und im schlimmsten Fall kann die Anlage geschädigt werden.



Bild 54 Versottung eines Kaminzugs

#### Biomasse-Heizungsanlage

Der Einbau einer Biomasse-Heizungsanlage ist eine ökologische Alternative zur Brennwertheizung. Biomasse in Form von Holzpellets oder Holz hackschnitzeln sind derzeit die günstigsten Brennstoffe auf dem Markt und bestehen aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz. Holzheizungen arbeiten nahezu CO<sub>2</sub>-neutral und hinterlassen vergleichsweise wenig Staub und Asche. Die Kessel können mit allen gängigen Heizkörpersystemen zusammenarbeiten.



Bild 55 Nachrüstung eines Pelletkessels mit integrierter Ladekammer

Allerdings ist die Installation einer solchen Heizung mit erhöhten Investitionskosten verbunden. Hinzu kommt, dass ausreichend Platz für die Lagerung der Pellets bzw. Hackschnitzel zur Verfügung stehen muss. Im Fall des Ersatzes einer Ölheizung kann die Stellfläche der Öltanks für die Lagerung des Brennstoffs genutzt werden. Alternativ kann ein Tank unterirdisch im Garten installiert oder ein Kellerraum zum Lagerraum umfunktioniert werden.



Bild 56 Holz-Brennstoffarten (links: Hackschnitzel / rechts: Pellets)

### **Exkurs: Bestehende Anlagen**

In Altbauten sind zum Teil noch Einzelöfen im Betrieb. Diese bieten wenig Komfort und führen aufgrund des manuell geregelten Betriebs zu einer ungleichmäßigen Beheizung und höheren Wärmeverlusten. Die Standard-Heizungsanlage in Bestandsgebäuden ist eine Warmwasserheizung mit einem Öl- oder Gas-Heizkessel als Wärmeerzeuger. Die Verrohrung besteht aus Kupfer- oder Stahlrohr und die eingesetzten Pumpen sind deutlich ineffizienter als die heute verfügbaren Produkte. Eine Dämmung der Verteilleitungen ist in der Regel nicht vorhanden. Die Wärmeübergabe in den Räumen erfolgt über Heizkörper, deren Thermostatventile vom Benutzer eingestellt werden können. Gegebenenfalls sind auch ältere, einfachere Regulierventile im Einsatz, die lediglich die Drosselung des Wasserstroms zu den Heizflächen ermöglichen. Der Aufstellraum für die Heizungsanlage befindet sich in den meisten Fällen im Keller und ist daher unbeheizt und ungedämmt.

Hinzu kommt, dass ältere Heizungssysteme mit höheren Betriebstemperaturen fahren und sich dadurch die Wärmeverluste im unbeheizten Raum und in den ungedämmten Verteilleitungen nochmals erhöhen.

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt typischer Weise über die Heizungsanlage und einen zentralen Trinkwarmwasserspeicher. Mängel in der Wärmedämmung der Trinkwarmwasserverteilung und beim Speicher sind im Bestand ebenfalls häufig vorzufinden. Für das Trinkwarmwasser sind für einen hygienisch unbedenklichen Betrieb Temperaturen von 60 °C im Speicher gefordert. Ausnahmen gibt es für Kleinanlagen in Einfamilienhäusern. Der Betrieb des Trinkwarmwasserspeichers auf geringeren Temperaturen in Kombination mit stehendem Wasser in den Leitungen begünstigt eine gesundheitsgefährdende Legionellenbildung im System.

Mehrfamilienhäuser weisen im Bestand in der Regel ähnliche Lösungen auf. Die Problematik der Legionellenbildung wird durch den Einbau einer Zirkulationsleitung und einer (in der Regel thermischen) Desinfektion entschärft. Nachteil der Zirkulation und Desinfektion sind hohe thermische Verluste, die den Energiebedarf für die Trinkwarmwasserbereitung verdoppeln können. Alternativ sind in Mehrfamilienhäusern wohnungsweise Heizthermen vorzufinden. Zum Teil ist die Warmwasserbereitung an die Heizungstherme angeschlossen. In vielen Fällen erfolgt die Warmwasserbereitung über elektrische Untertischgeräte, die aufgrund des schlechten Wirkungsgrads einen hohen Strombedarf haben.

Die in Bestandsgebäuden betriebenen älteren Heizsysteme mit Mängeln in der Erzeugung, der Verteilung und der Übergabe stellen ein enormes Energieeinsparpotenzial dar, welches in der energetischen Sanierung berücksichtigt werden sollte.



Bild 57 Darstellung eines Heizkessels im Bestand

### Blockheizkraftwerk

Die Sanierung einer bestehenden Anlage kann in Mehrfamilienhäusern oder großen gewerblich genutzten Gebäuden über die Installation eines effizienten Blockheizkraftwerks (BHKW) realisiert werden. Ein BHKW erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom und wird überwiegend mit gasförmigen Brennstoffen wie Erd-, Flüssig- oder Biogas betrieben. Der Brennstoff wird in den meisten Fällen durch eine Verbrennung in einem Otto-Motor in mechanische Energie umgewandelt und treibt dadurch einen Generator an, der Strom erzeugt. Gleichzeitig wird über einen Wärmeübertrager thermische Energie aus den heißen Abgasen und der Abwärme des Motors gewonnen. Die Wärme kann im Anschluss an die Heizungs- und/oder Trinkwarmwasserversorgung übergeben werden.

Da das BHKW hohe Vorlauftemperaturen (ca. 90 °C) generiert, können Heizkörper sowie die Trinkwarmwasserversorgung ohne Effizienzverlusten angeschlossen werden. Der erzeugte Strom kann entweder selbst genutzt oder in das vorhandene Stromnetz eingespeist werden, wobei Ersteres aus finanzieller und ökologischer Sicht rentabler ist. Wenn das BHKW für eine zentrale Heizungs- und Warmwasserversorgung vorgesehen wird, wird für eine wirtschaftliche Auslegung der Trinkwarmwasserbedarf angesetzt, da dieser ganzjährig bereitgestellt werden muss.

Zur Deckung der Lastspitzen im Winter wird ein BHKW in Kombination mit einem (Spitzenlast-)Brennwertkessel geplant.



Bild 58 Darstellung eines Blockheizkraftwerks

Damit ein BHKW effizient und wirtschaftlich arbeiten kann, sollte es eine möglichst hohe Laufzeit pro Jahr aufweisen. Aus diesem Grund kommen BHKW vor allem in Mehrfamilienhäusern oder in Nahwärmenetzen zum Einsatz. Über die höhere Abnahme von Wärme und Strom können die höheren Investitionskosten amortisiert werden. Bei richtigem Einsatz besitzen BHKW einen hohen Gesamtwirkungsgrad und weisen eine deutliche Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung auf.

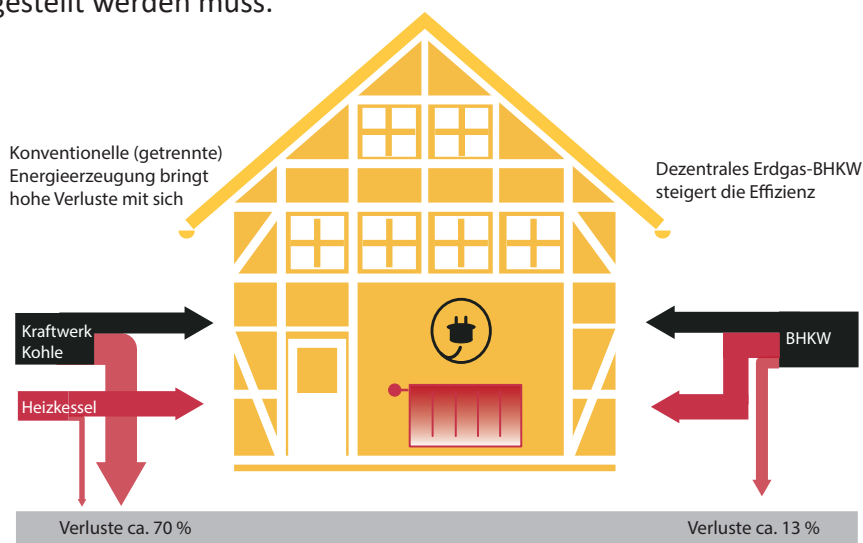


Bild 59 Systemvergleich eines BHKW mit anderen Wärmeerzeugungsmöglichkeiten



## Solarenergie

Die Nutzung von Solarenergie schont fossile Ressourcen und leistet einen großen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende. Die Sonnenenergie kann entweder mittels Photovoltaikmodulen (PV-Anlage) zur Stromerzeugung oder mittels Solarkollektoren (Solarthermieanlage) zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Die Energiegewinnung ist stark sonnenstands- und somit standortabhängig. Die Neigung und Orientierung der Dachfläche sowie der Einfluss von Verschattung durch Bäume oder Nachbargebäude spielen eine große Rolle und müssen bei der Planung berücksichtigt werden.

Eine Photovoltaikanlage erzeugt umweltfreundlichen Strom, der im Gebäude selbst genutzt werden kann oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Da die Stromkosten steigen und die Vergütung für eine Netzeinspeisung zurückgeht, wird empfohlen, die PV-Anlage in ihrer Dimension an den eigenen Strombedarf anzupassen und eine zeitweise Energieautarkie zu schaffen. Über die Integration eines Stromspeichers kann der Anteil des selbst genutzten Stroms erhöht werden. Die Energieproduktion unterliegt jahreszeitlichen, täglichen und stündlichen Schwankungen. Über die Integration von fest installierten oder „mobilen“ Speichern in die elektrische Energieversorgung kann der genutzte Eigenanteil des erzeugten Stroms erhöht werden.

Solarthermische Anlagen können für die Warmwassererzeugung und als Unterstützung der Heizung eingesetzt werden. In Kombination mit einer effizienten Heizungsanlage kann man die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren und Warmwasser sowie Heizwärme verlässlich bereitstellen. Wie auch im Fall der solaren Stromerzeugung ist die Integration von Speichern (hier als thermische Wasserspeicher) zum Ausgleich von Angebot und Bedarf erforderlich.

Vor der Installation von Solaranlagen ist eine Einzelfallprüfung durch die Untere Denkmalschutzbehörde erforderlich. Dabei gilt der Grundsatz: Die Anlage darf weder das Bau- und Denkmal noch den umgebenden Denkmalbestand optisch beeinträchtigen. Eine Genehmigung wird also wahrscheinlicher, wenn Solaranlagen nicht von öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen gesehen werden können. Für die Montage von Solaranlagen eignen sich insbesondere die Dächer von Nebengebäuden in nicht einsehbaren Hinterhöfen. Weiterhin fügen sich Solaranlagen durch eine Indachmontage besser in die Dachlandschaft ein als durch eine Aufdachmontage oder Freiaufstellung.



Bild 60 Montagevarianten (oben: Aufdachmontage / Mitte: Freiaufstellung / unten: Indachmontage)

Photovoltaikanlagen, die standortunabhängig Strom in das Netz einspeisen, sollten grundsätzlich außerhalb der denkmalgeschützten Altstadt – z. B. auf Dächern von Gewerbeanlagen – installiert werden.

### Wärmepumpen

Die Integration von Wärmepumpen in das Wärmeversorgungskonzept ist eine klimafreundliche Technik, bei der die Anlage die vorhandene Umweltwärme in Form von Luft, Wasser oder Erdwärme für das Gebäude nutzbar macht. Eine Außenluft-Wasser-Wärmepumpe entzieht beispielsweise der Umgebungsluft Wärme und hebt durch Strom-einsatz in einem Verdichtungsprozess das Temperaturniveau auf die gewünschte Vorlauftemperatur der Wärmeübergabe.



Bild 61 Einbausituation einer Außenluft-Wärmepumpe Luftansaugung über Außenwanddurchbruch

Die in der Umgebung (Wasser, Erdreich, Luft) verfügbare Wärme wird dem Heizungssystem temperaturmäßig aufbereitet zur Verfügung gestellt. Das Prinzip funktioniert auch bei Außenlufttemperaturen unter 0 °C.

### Exkurs: Erneuerbare Energien

Umweltenergie oder auch erneuerbare Energie ist Energie aus nachhaltigen Quellen wie Sonne, Wind, Wasserkraft, Meeresenergie, Biomasse oder Geothermie. Diese Energiequellen stehen im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen wie Erdöl oder Kohle nahezu unbegrenzt zur Verfügung und können bei entsprechender Umstellung des Heizsystems erheblich zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudebereich beitragen. Die Nutzung von erneuerbarer Energie ist von der Verfügbarkeit vor Ort, den zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten sowie von der Denkmalverträglichkeit abhängig und muss im Vorfeld mit dem Denkmalschutz abgesprochen werden.

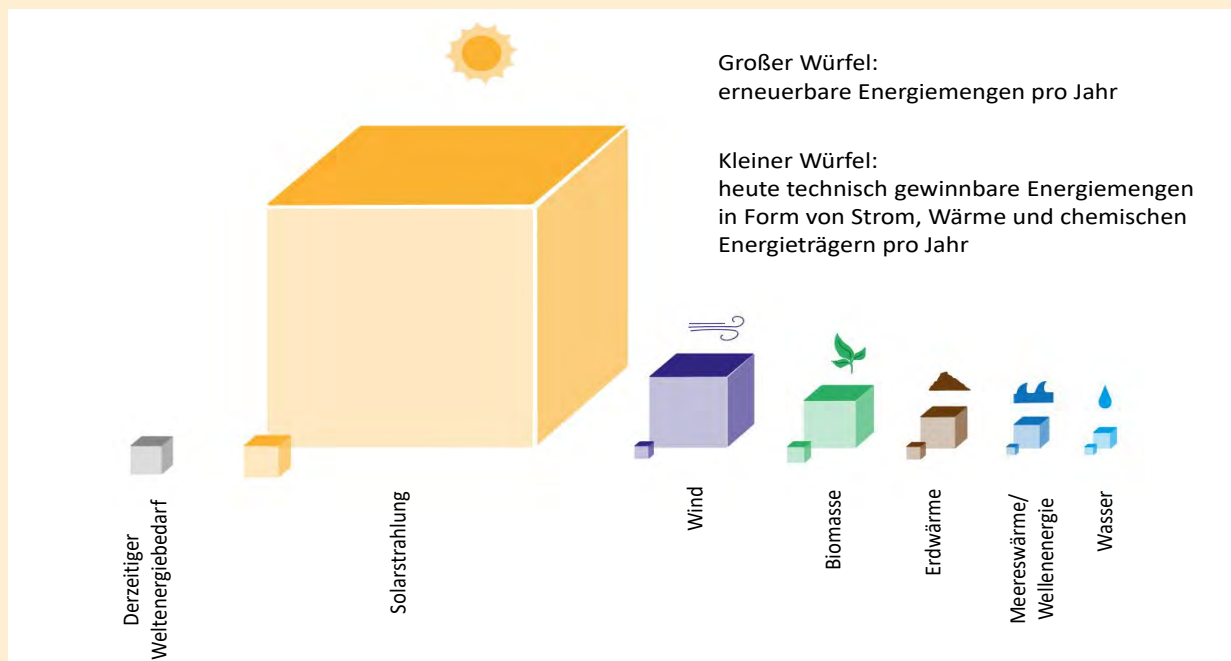


Bild 62 Angebot erneuerbarer Energien

Wärmepumpen arbeiten besonders effizient, je geringer der Temperaturunterschied zwischen Eintritts- und gewünschter Austrittstemperatur ist. Daher eignet sich eine Wärmepumpe in Kombination mit einer Flächenheizung, da diese mit niedrigen Vorlauftemperaturen (etwa 35 °C) angefahren werden kann. Der Anteil des Trinkwarmwasserbedarfs vermindert die Leistungszahl der Wärmepumpe, da hier Temperaturen von mindestens 55 °C bereitgestellt werden müssen.

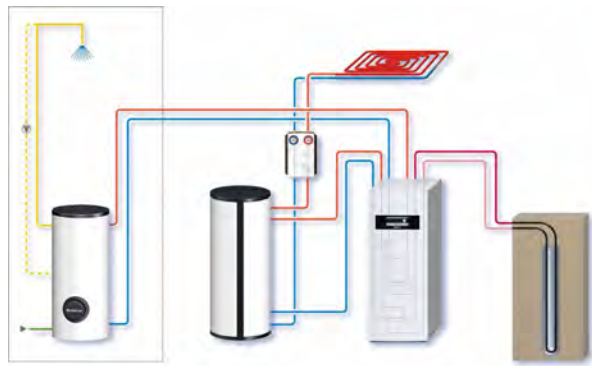


Bild 63 Systembild einer Erdwärmepumpe mit Erdsonde

Da das Grundwasser und das Erdreich ganzjährig ein nahezu konstantes Temperaturniveau aufweisen, eignen sich diese Wärmequellen besonders gut für die Nutzung einer Wärmepumpe. Die Umsetzung einer Wärmepumpe ist vom jeweiligen Standort abhängig. Um die Effizienz von Erdwärmepumpen zu gewährleisten, benötigen diese Anlagen beispielsweise tiefe Bohrungen für Erdsonden oder genügend Freifläche für Erdkollektoren. Außenluft-Wärmepumpen sind hingegen flexibler einsetzbar und eignen sich für eine nachträgliche Integration in städtischen Gebieten. Wegen der schwankenden Temperaturdifferenzen im Jahresverlauf weisen sie im Gegensatz zur Erdwärmepumpe aber geringere Leistungszahlen auf.

Eine Erdwärmepumpe kann analog zu einer Außenluft-Wasser-Wärmepumpe aufgestellt werden.



Bild 64 Einbausituation einer Erdwärmepumpe

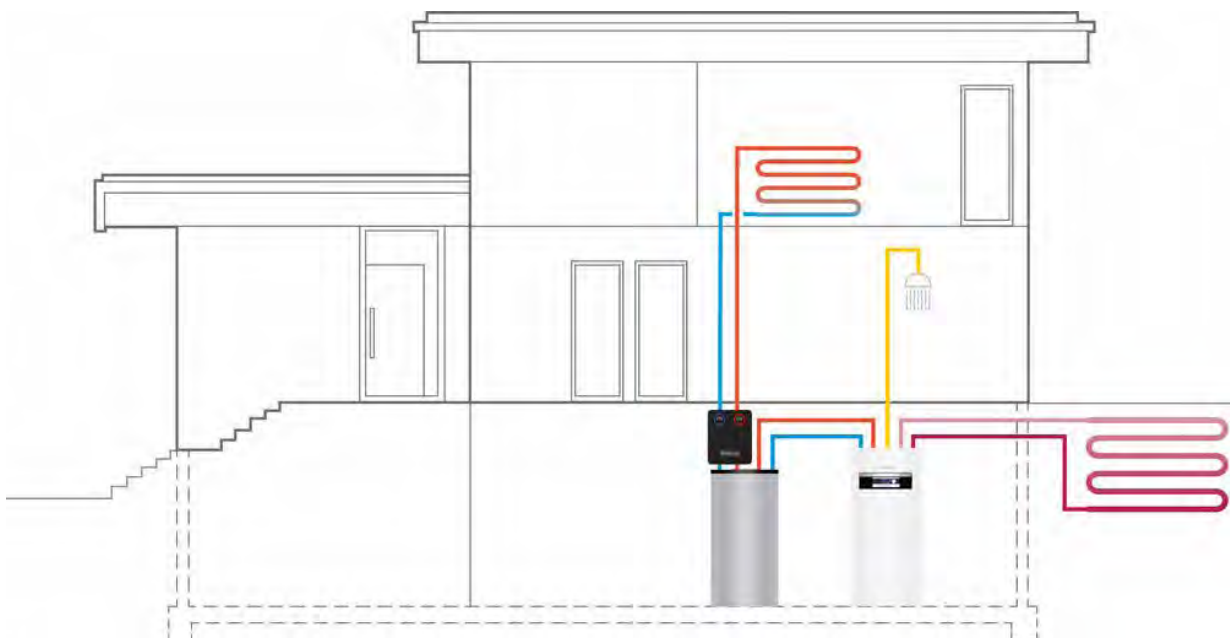


Bild 65 Systembild einer Erdwärmepumpe mit Erdkollektor



### 3.1.2 Wärmeverteilung

Die Sanierungsmaßnahmen der Wärmeverteilung können kurzfristig und ohne großen Investitionsaufwand für jede Heizungsanlage durchgeführt werden. Schwerpunkte bilden der Austausch oder die Optimierung der Pumpen sowie der Verteilleitungen. Ein hydraulischer Abgleich stellt gleichmäßige Druckverhältnisse im Netz her und minimiert dadurch Druckverluste. Gleichzeitig werden die bestehenden Heizkörper auf den tatsächlichen Wärmebedarf der einzelnen Räume eingestellt und die Vorlauftemperatur wird angepasst.

Diese Maßnahmen sollten insbesondere dann getroffen werden, wenn im Zuge einer Sanierung der Gebäudehülle der Wärmebedarf im Raum gesunken ist. Zusätzlich reduzieren diese Sanierungsmaßnahmen den Stromverbrauch der Pumpen und Verluste in der Leitungswärme, außerdem vermeiden sie Heizungsgeräusche und gewährleisten eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Gebäude. Die gesamtheitliche Verbesserung des Hydraulikkonzepts wirkt sich positiv auf die Energieeffizienz des Heizsystems aus. Bei einer Sanierung sollten demnach veraltete Pumpen durch energiesparende Hocheffizienzpumpen mit einem geregelten Betrieb ausgetauscht werden. Das Gebäudeenergiegesetz schreibt vor, dass man die Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen in unbeheizten Räumen bei einer Sanierung dämmen muss.

### 3.1.3 Wärmeübergabe

Eine weitere Stellschraube, um Heizungsanlagen energieeffizienter zu machen, ist das Optimieren der Wärmeübergabesysteme. Geringinvestive Maßnahmen wie der Austausch der Thermostatventile tragen bereits zur Senkung des Energieverbrauchs und der Energiekosten bei. Moderne Thermostate ermöglichen eine bedarfsgerechte, voreinstellbare Regelung und werden für die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs benötigt.

Wenn auch Fußböden oder Wandflächen im Zuge einer Sanierung energetisch verbessert werden, sollte man darüber nachdenken, eine Flächenheizung zu integrieren. Fußboden- und Wandheizungen steigern den Komfort durch eine optimierte Wärmeverteilung und schützen zusätzlich die Baukonstruktion vor Bauteilfeuchte. Während Fußbodenheizsysteme in flacher Bauform für die Anwendung in der Sanierung zur Verfügung stehen, können Wandheizsysteme schwieriger in bestehende Gebäude integriert werden. Flächenheizungen werden zudem mit geringen Vorlauftemperaturen betrieben – das kann Energie- und Leitungsverluste minimieren und die Energieeffizienz steigern.

## 3.2 Warmwasser

Warmwasser wird im Gegensatz zur Heizwärme das ganze Jahr über benötigt, wodurch sich eine Optimierung der Warmwasserversorgung positiv auf die Energiebilanz des Gebäudes auswirkt. Die Warmwasserbereitung erfolgt entweder über zentrale oder dezentrale Versorgungssysteme.

### 3.2.1 Zentrale Systeme

Zentrale Anlagensysteme stellen neben der Heizwärmeerzeugung auch die Warmwassererzeugung sicher. Bei einer zentralen Warmwasserversorgung kommen unterschiedliche Wärmeerzeuger wie beispielsweise Gas-Brennwertkessel, Blockheizkraftwerke oder Holzpelletkessel zum Einsatz. Außerdem kann man die Versorgung unterstützen, indem man eine solarthermische Anlage einbaut. Daher profitiert dieses System von der Effizienz großer und regenerativer Erzeuger sowie von den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten untereinander. Um die Warmwasserversorgung in diesem System kontinuierlich sicherzustellen, muss man einen zentralen Warmwasserspeicher einbauen.

Eine Herausforderung stellt die hygienische Trinkwarmwasserbereitung dar, da zur Vermeidung von Legionellen die Temperatur im Speicher konstant mindestens 60 °C betragen muss. Daher ist in Großanlagen, die üblicherweise in Mehrfamilienhäusern betrieben werden, eine Zirkulationsleitung zur Umwälzung des Trinkwarmwassers zu integrieren. In Ein- und Zweifamilienhäusern werden standardmäßig Kleinanlagen betrieben, in denen der Einbau einer Zirkulation nicht unmittelbar gefordert wird. Die zusätzlichen Verluste, die durch den Wärmespeicher sowie das Leitungsnetz entstehen, sollten bei der Sanierung nicht außer Acht gelassen werden.

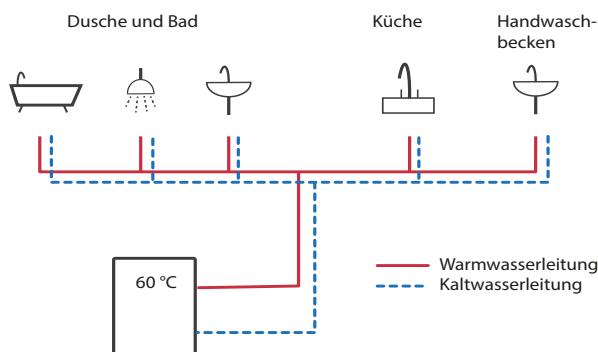


Bild 66 Zentrale Trinkwarmwasserversorgung

### 3.2.2 Dezentrale Systeme

Die dezentrale Warmwasserversorgung wird über Wassererwärmer im Speicher- oder Durchflussprinzip sichergestellt. Hierfür können Frischwasserstationen, Durchlauferhitzer oder Boiler eingesetzt werden. Diese Systeme weisen im Vergleich zu zentralen Systemen geringere Leitungs- und Speicherverluste auf.

#### Exkurs: Wartung

Die Wartung von Anlagen scheint auf den ersten Blick vor allem ein zusätzlicher Kostenfaktor zu sein. Trotzdem sollte sie in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden, denn nur so werden Verschleiß und Verschmutzungen frühzeitig erkannt, verhindert oder behoben. Wenn die Heizungsanlage reibungslos und effizient arbeitet, senkt das die Heizkostenrechnung, erhöht den Wohnkomfort und reduziert darüber hinaus die Umweltbelastungen.

Die Wirkungsgrade dezentraler Systeme sind jedoch geringer als bei zentralen Systemen. In der Regel handelt es sich um elektrische Wärmeerzeuger, wodurch Stromkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen. Eine Ausnahme bildet die Frischwasserstation, bei der mithilfe eines Wärmeübertragers kaltes Trinkwasser über den Heizungskreislauf erwärmt wird. Der große Vorteil liegt in der Trennung von Heizungswasser und Trinkwasser, wodurch eine hygienische Trinkwasserbereitung sichergestellt wird.

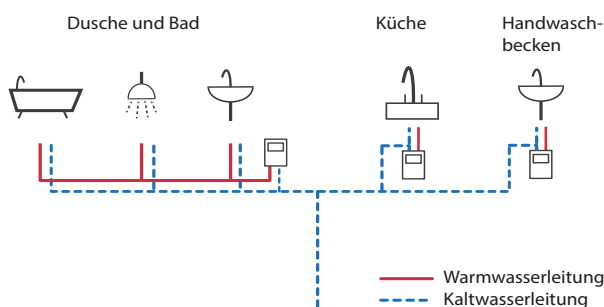


Bild 67 Dezentrale Trinkwarmwasserversorgung

Welches Trinkwarmwassersystem in einem Gebäude zum Einsatz kommt, hängt vom individuellen Trinkwarmwasserbedarf der Bewohnenden (je nach Anzahl der Personen oder Nutzungen) sowie von den vor Ort vorhandenen Wärmeerzeugungssystemen und der Einbausituation ab. Die Umrüstung auf ein zentrales System ist jedoch mit einem deutlichen Eingriff in die bestehende Bausubstanz verbunden, da ein neues, zentrales Kanalnetz verlegt werden muss. Im Vergleich dazu ist es leichter, auf ein dezentrales System umzurüsten, da hier lediglich der Wärmeerzeuger elektrisch an die vorhandenen Zapfstellen angeschlossen werden muss.

### 3.3 Lüftung

Eine funktionale Lüftung ist sowohl im Neubau als auch im Altbau von zentraler Bedeutung. Der kontinuierliche Austausch der feuchten Raumluft mit frischer Außenluft kann ein gesundes und behagliches Raumklima garantieren und Schäden an der Bausubstanz verhindern. Historische Gebäude besitzen aufgrund von vorhandenen Undichtigkeiten oder einem offenen Kamin bereits eine natürliche Belüftung, über die allerdings auch Wärme aus dem Gebäude verloren geht. Im Rahmen der Sanierung werden diese energetischen Schwachstellen durch Erneuerung der Fenster und Aufbringen einer geschlossenen Wärmedämmung abgedichtet. Diese Maßnahme dient der Senkung des Heizwärmebedarfs und der Einsparung von Energie. Der verringerte Luftaustausch muss in der Folge beispielsweise durch eine erhöhte Fensterlüftung ausgeglichen werden, um Feuchteschäden zu vermeiden.

Bei der Sanierung können Qualifizierte in der Fachplanung ein effizientes Lüftungskonzept erstellen. Dabei wird der Abluft die Wärme entzogen, ehe sie als Fortluft hinaus ins Freie strömt. Die Wärme der Abluft jedoch wird dem Raum wieder zugeführt und geht so nicht verloren. Allerdings ist die Umsetzung eines Lüftungskonzepts mithilfe mechanischer Lüftungsanlagen für denkmalgeschützte Gebäude kein leichtes Unterfangen, da meistens die benötigte Luftdichtheit der Gebäudehülle nicht hergestellt werden kann.

Um einen ausreichenden Luftwechsel zu garantieren, kommen für Bestandsgebäude folgende Lüftungsarten infrage:

- Fensterlüftung
- mechanische Belüftung

#### 3.3.1 Fensterlüftung

Die häufigste Form der Belüftung eines Wohngebäudes ist die Fensterlüftung, die die Bewohnenden eigenverantwortlich regulieren. Oftmals wird aufgrund des Empfindens der Bewohnenden falsch oder gar nicht gelüftet – das führt zu hohen Wärmeverlusten, einer unzureichenden Luftqualität und einer mangelnden Feuchteregulierung. Um einen zuverlässigen Luftwechsel zu gewährleisten, ist eine regelmäßige und ausreichende Lüftung aber dringend notwendig.

Dabei sollte die Raumluft im Durchschnitt alle zwei Stunden komplett ausgetauscht werden. Eine Stoß- bzw. Querlüftung eignet sich in diesem Fall besonders gut, da ein ausreichender Luftwechsel innerhalb kürzester Zeit realisiert werden kann und die Wärmeverluste somit eingeschränkt werden können. Die Fensterflächen in historischen Gebäuden sind zur Vermeidung von Wärmeverlusten recht klein dimensioniert. Bei einer Nutzungsänderung von Wohnen in beispielsweise Büroräume muss man überprüfen, ob Fensterlüftungen diesen erhöhten Lüftanforderungen überhaupt gerecht werden können. In vielen Fällen kann man den hygienischen Mindestluftwechsel nur über das Nachrüsten einer mechanischen Lüftungsanlage sicherstellen.

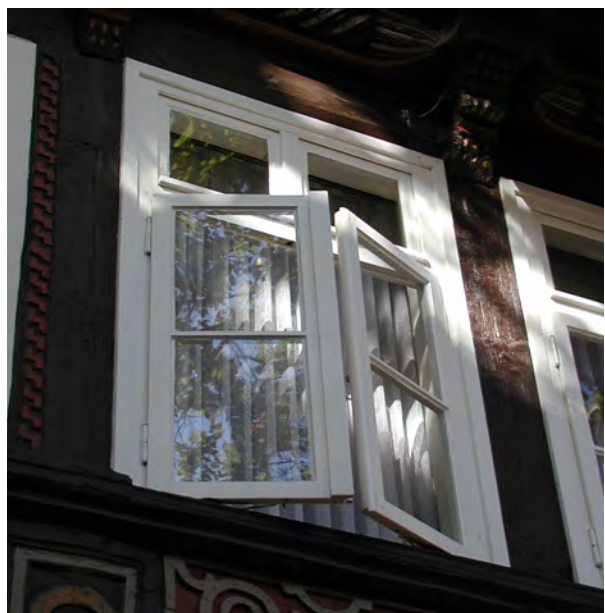


Bild 68 Fensterlüftung



### 3.3.2 Mechanische Belüftung

Durch eine mechanische Lüftungsanlage kann die Wohnraumlüftung optimiert und besser gesteuert werden. Moderne Zu- und Abluftanlagen verfügen standardmäßig über Wärmerückgewinnungssysteme, die die Wärme aus der Abluft wieder dem Außenluftstrom und somit dem Raum zuführen können. Durch diese effiziente Art der Belüftung kann man die Umwelt schonen und Heizkosten sparen. Zudem wird der erforderliche Luftwechsel zur Schimmelpilzprävention über die Anlage gesteuert. Erweitert werden kann die Lüftungsanlage um ein Heizregister zur Vorwärmung der Zuluft oder um eine Einheit zur Be- und Entfeuchtung. Durch Steuer- und Regelungsinstrumente kann man eine bedarfsgerechte Lüftung einrichten, die sich den Bedürfnissen der Benutzer und des Gebäudes anpasst. Entscheidet man sich für eine mechanische Belüftung, kann man grundsätzlich zwischen zwei verschiedenen Anlagensystemen auswählen: zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen.

#### Dezentrale Abluftanlage

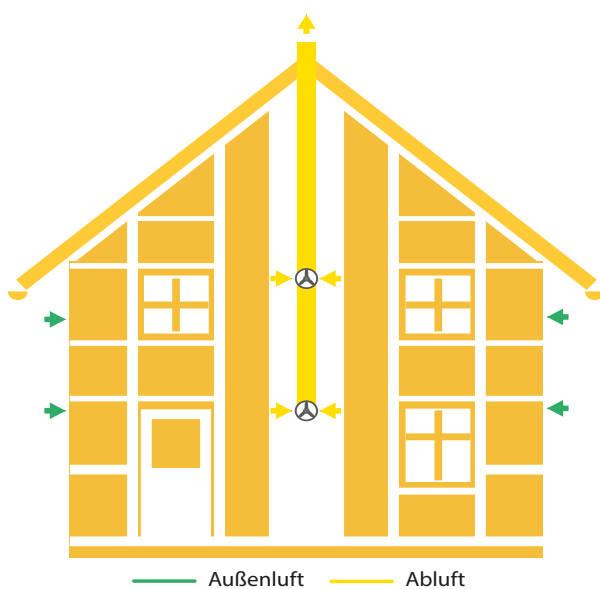


Bild 69 Dezentrale Abluftanlage (Schema)

Der Einbau einer dezentralen Abluftanlage bietet eine vergleichsweise einfache Montage und Regelung. Die Nachrüstung solcher Anlagen kann somit auch in historischen

Bestandsgebäuden realisiert werden. Diese Art der Anlage tauscht die verbrauchte Raumluft bedarfsgerecht aus. Dazu werden in den Feuchträumen (Küche, Bad, WC) Einzelgeräte installiert, die die Luft raumweise abführen.

Die frische Zuluft wird über Durchlässe in der Außenwand oder den Fenstern in die Wohn- und Schlafräume eingebracht. Dabei strömt die verbrauchte Raumluft dieser Räume über Türschlitze in die Feuchträume nach und wird dort abgeführt. Dieses System verhindert eine Luftbewegung aus den Feuchträumen und verringert dadurch die Luftfeuchtigkeit. Die Integration einer Wärmerückgewinnung ist bei diesen Anlagen nur bedingt möglich.

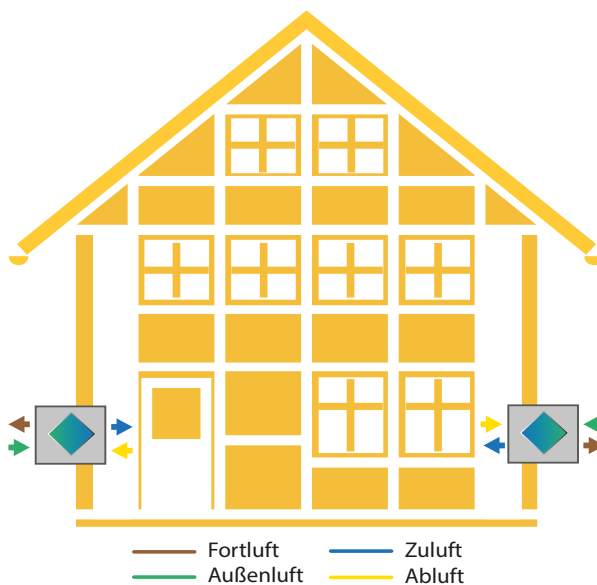


Bild 70 Dezentrale Zu- und Abluftanlage (Schema)

#### Dezentrale Zu- und Abluftanlage

Bei diesen dezentralen Anlagen werden raumweise Geräte installiert, die jeweils über eine Öffnung für den Zu- und Abluftstrom verfügen müssen. Das System ähnelt einer dezentralen Abluftanlage, mit dem Unterschied, dass das Kompaktgerät um eine Komponente für die Zuluft und gegebenenfalls um eine Komponente für die Wärmerückgewinnung erweitert wird.

Die Anlage gewährleistet eine kontrollierte, bedarfsabhängige Be- und Entlüftung sowie einen kontinuierlichen Abtransport von Schadstoffen. Das stellt eine Entfeuchtung des Wohnraums sicher und verhindert gleichzeitig, dass sich gesundheitsschädlicher Schimmel bilden kann.

**Der Einbau von dezentralen Lüftungsgeräten muss mit der Unteren Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden.**

**Zentrale Zu- und Abluftanlage**

Für zentrale Anlagen muss im gesamten Gebäude ein Kanalnetz mit Zu- und Abluftkanälen verlegt werden und man muss Platz haben, um eine raumlufttechnische Anlage aufzustellen. Die Geräte können wohnungszentral oder gebäudezentral betrieben werden. Zentrale Zu- und Abluftanlagen be- und entlüften komplette Wohneinheiten oder Gebäude und benötigen daher ein Kanalnetz innerhalb des Gebäudes. Will man eine zentrale Lüftungsanlage in einem historischen Gebäude nachrüsten, muss man sich oft verschiedenen Herausforderungen stellen.

Häufig fehlt der Platz, um Geräte aufzustellen, die Räume sind zu niedrig und es fehlen Schächte. Wie auch im Fall der nachfolgend beschriebenen dezentralen Abluftanlagen sind Durchstoßpunkte der Luftansaugung oder -abfuhr im Fassadenbereich denkmalgeschützter Gebäude mit der Unteren Denkmalschutzbehörde abzustimmen.

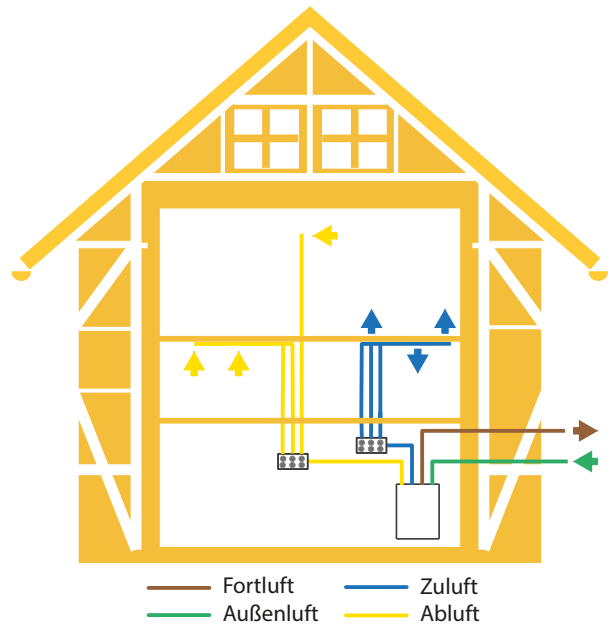


Bild 71 Zentrale Zu- und Abluftanlage (Schema)

**Exkurs: Wärmerückgewinnung**

Durch die Wärmerückgewinnungseinheit in Zu- und Abluftanlagen wird die gespeicherte Wärme der Fortluft genutzt. Dabei wird die Fortluft über einen Wärmeübertrager an der frischen Außenluft vorbeigeführt und die gespeicherte Wärme der Fortluft wird an die kühle Außenluft übertragen und erwärmt diese dadurch. Umgekehrt kann dieses System auch im Sommer angewendet werden, indem die warme Außenluft über die Raumabluft gekühlt wird. Indem diese Systeme die Abwärme nutzen, können sie viel Energie einsparen und so die Umwelt schonen.

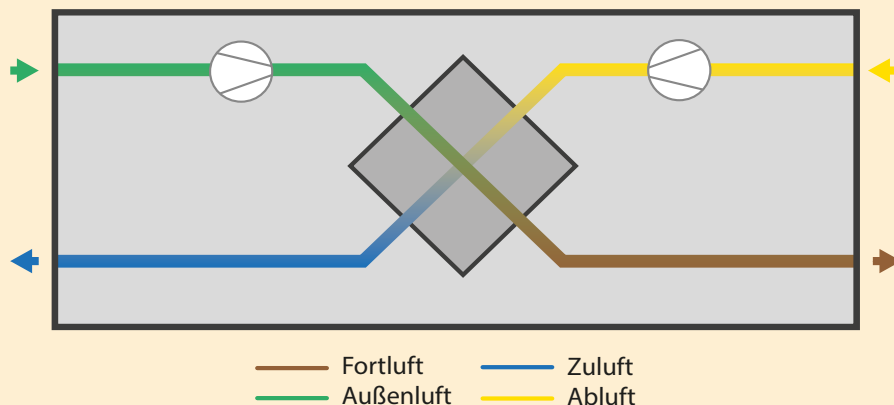


Bild 72 Wärmerückgewinnungseinheit (Schema)





Bild 73 Einblick in Goslars Straßenzüge



## **TEIL III**

# **FÖRDERMÖGLICHKEITEN**



## Förderung und Beratung

Um einen Anreiz zur energetischen Sanierung oder Modernisierung eines historischen Gebäudes zu schaffen, gibt es zahlreiche Fördermöglichkeiten. Bund, Länder, Kommunen und einzelne Energieversorger bieten Darlehen und Zuschüsse für verschiedene Fördermaßnahmen an. Neben der energetischen Sanierung der Gebäudehülle werden auch der Austausch bzw. die Optimierung der Heizungsanlage sowie der Einsatz von erneuerbaren Energien gefördert. Da Fördermittelgeber bei den Förderbedingungen und den Förderbeträgen häufig zwischen Denkmälern, Bestandsgebäuden und Neubauten unterscheiden, empfiehlt sich für die Sanierungsmaßnahmen am Denkmal eine Suche in allen folgenden Fördermöglichkeiten:

1. Erhöhte steuerliche Abschreibung
2. Bundesförderung für effiziente Gebäude
  - a. KfW-Förderprogramme zum energieeffizienten Sanieren
  - b. BAFA-Förderprogramme
3. Städtebauförderprogramm „Lebendige Stadt“
4. Deutsche Stiftung Denkmalschutz

Da die einzelnen Förderprogramme stetig aktualisiert werden, können an dieser Stelle keine verlässlichen Aussagen zu den konkreten Förderbedingungen getroffen werden. Daher folgt hier zur ersten Orientierung nur eine Übersicht über mögliche Förderprogramme für die Stadt Goslar.

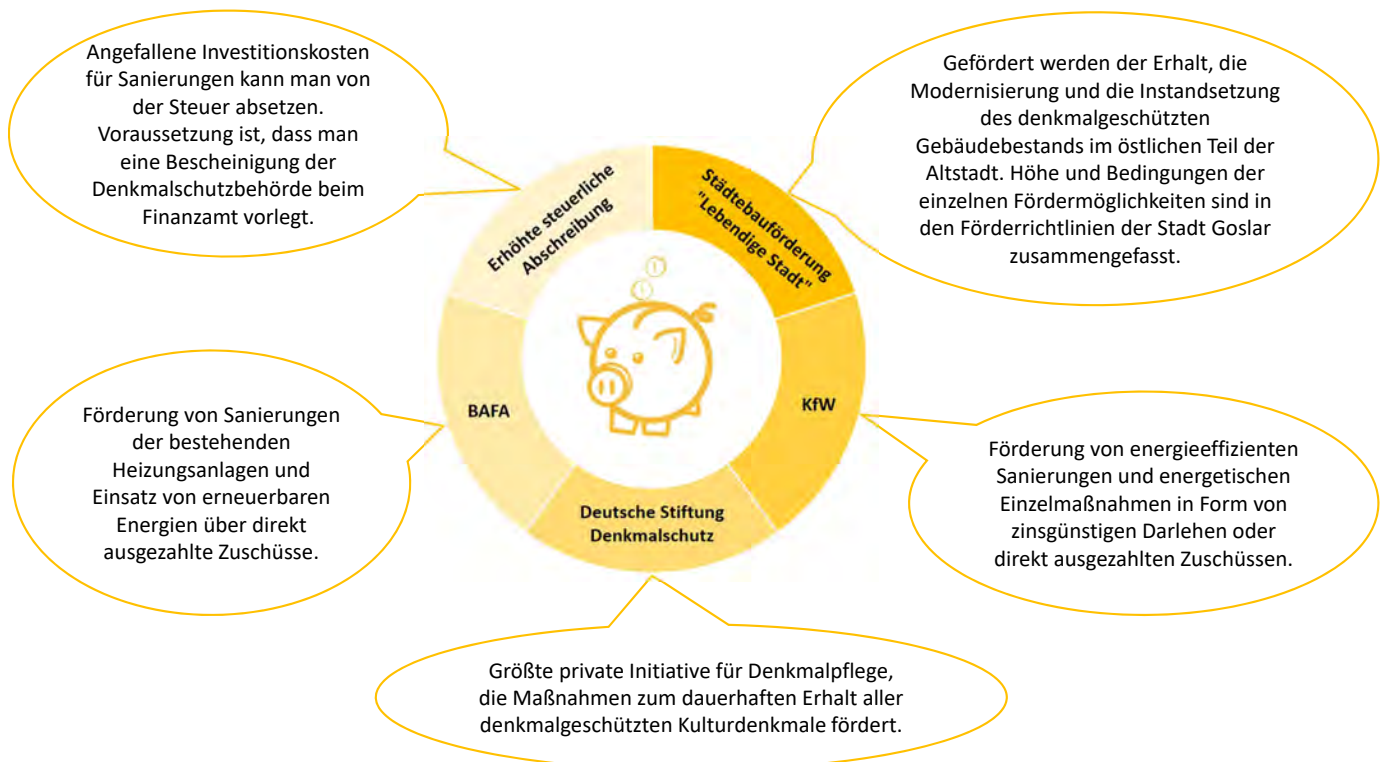


Bild 74 Fördermöglichkeiten

## **TEIL IV**

### **SANIERUNGSBEISPIEL**







*Interview mit Familie Jensen  
Gebäudesanierung Kornstraße 78*





## 1 Interview

*Familie Jensen hat 2017 in Goslar das um 1760 erbaute, denkmalgeschützte Fachwerkgebäude in der Kornstraße 78 erworben und es sich zur Aufgabe gemacht, eine denkmalgerechte Sanierung nach ihren Wünschen und Vorstellungen umzusetzen. Das Sanierungsprojekt ist eine Herzensangelegenheit für die Familie, die sich mit Leib und Seele für das Gelingen eingesetzt hat.*

### ***Frau Jensen, was war der Anstoß für Ihr Sanierungsprojekt?***

Während eines Abendspaziergangs durch die Altstadt sind mein Mann und ich in der Kornstraße an diesem Gebäude vorbeigelaufen und haben das Zu-verkaufen-Schild gesehen. Wir haben uns direkt verliebt und gehofft, dass wir dieses Gebäude erwerben können. Ein eigenes Haus zu besitzen, ist ein langersehnter Kindheitstraum von mir. Als Erstes haben wir mit der Bank gesprochen, um unsere finanzielle Situation und die Möglichkeiten einer Finanzierung in Erfahrung zu bringen. Letztendlich konnten wir das Gebäude kaufen, nachdem für viele andere Interessenten der Preis im Verhältnis zum Zustand des Gebäudes zu hoch war.

### ***Wie sahen die ersten Schritte der Sanierung aus?***

Für uns war von Anfang an klar, dass wir eine vollständige und umfassende Sanierung an diesem Gebäude vornehmen müssen. Zur Bestandsaufnahme wurde ein Architekt beauftragt, der die Grundrisse des Hauses aufgenommen hat. Außerdem wurden Pläne von unterschiedlichen Unternehmen und Behörden angefordert, um sich einen Überblick über die Anschlusssituation des Hauses zu verschaffen. Dazu zählen unter anderem die Strom- und Gasversorgung sowie die Wasser- und Abwasserversorgung. Das Stadtarchiv verfügte zudem über eine Brandakte, die uns zur Verfügung gestellt werden konnte.



Bild 76 Gartenseite im Verkaufszustand

Zur Überprüfung der Bestandspläne wurde eine Kamerabefahrung des verlegten Rohrsystems durchgeführt. Dabei wurde ein beschädigter Krümmer entdeckt und im Zuge der Sanierung entschieden wir uns für einen Komplettaustausch der Abwasserrohre. Vor Abriss und Entkernung haben wir einen Statiker und die Untere Denkmalschutzbehörde hinzugezogen. Der Vorteil in unserem Haus war, dass die Vorbesitzer nur „daraufgebaut“ und kaum Eingriffe in die Bausubstanz vorgenommen hatten.

### ***Welche Maßnahmen an der Gebäudehülle und Anlagentechnik haben Sie umgesetzt?***

Die äußere Gebäudehülle war beim Kauf in einem guten Zustand, sodass an den Außenwänden und am Dach lediglich vereinzelt fehlende oder gelockerte Schieferplatten ersetzt oder befestigt werden mussten.

Etwas anders sah es bei den Fenstern aus, da diese weder dem energetischen Standard noch den denkmalrechtlichen Anforderungen genügten. Hier habe ich mich aus Liebe zum Detail und der Hervorhebung des Stils unseres historischen Fachwerkhäuschens für nach außen öffnende Wolfsrachenfenster entschieden, über die ich mich jeden Tag aufs Neue freue. Auch für die Eingangstüre und den So-

ckel haben wir eine denkmalgerechte Aufarbeitung und Wiederherstellung des ursprünglichen Erscheinungsbilds geplant.



*Bild 77 Instandsetzung der Fassade und Einbau neuer Fenster*

Da eine Außenwanddämmung für unser Haus nicht infrage kam, habe ich, sofern es konstruktiv möglich war, eine Innendämmung aus Holzfaserplatten angebracht. Dazu mussten die Wandverkleidungen und sämtliche Schichten an Tapete bis auf die Fachwerkwand entfernt und mit Lehm neu verputzt werden. Außerdem haben wir auf der obersten Geschossdecke eine trittfeste Dämmung aufbringen lassen.

Wir haben eine neue Therme eingesetzt und alle Heizungsleitungen neu verlegt. Im ersten Obergeschoss haben wir die Raumaufteilung verändert und das Bad an eine andere Stelle im Grundriss gesetzt. Das war eine ganz schöne Denk- und Probieraufgabe, bis wir zu einer umsetzbaren Lösung für die Leitungsführung gekommen sind. Altbau macht also kreativ!

***Mit welchen Überraschungen mussten Sie sich im Laufe der Sanierung auseinandersetzen?***

Wenn man in ein historisches Gebäude zieht, sollte man sich darüber im Klaren sein, dass

man im Laufe der Sanierung sowohl auf ein paar Stolpersteine als auch auf verborgene Schätze treffen kann. Besonders für die Stolpersteine sollte man einen finanziellen Puffer einplanen, um sich mit der Sanierung nicht zu übernehmen. Wir hatten mit unserem Haus sehr viel Glück, aber wir mussten beispielsweise Balken austauschen und zur Absicherung der Statik zusätzliche Stahlträger einziehen lassen. Beim Rückbau der Wandverkleidungen ist aufgefallen, dass wir als Mittelhaus gar keine eigenen Außenwände zu den Nachbargebäuden besitzen und eine Brandwand wurde nachträglich eingezogen. Auch bei der Verlegung von Rohr- und Stromleitungen muss manchmal getrickst werden. Außerdem gehört zu unserem Haus ein kleiner Anbau aus den 30er Jahren, dessen Fundament aufgrund großer Setzungen komplett saniert werden musste. Auf der anderen Seite kamen unter Schichten von Wandverkleidung, Tapete und abgehängten Decken wunderschöne Holzdielen und die ursprünglichen Holzbalken zum Vorschein, die wir freigelegt und aufgearbeitet haben. Das neu entstandene Raumgefühl ist einfach fantastisch!



*Bild 78 Einzug einer Brandwand zum Nachbargebäude*

***Was für eine Rolle spielen Sie im Sanierungsbeirat der Stadt Goslar?***

Ich bin als eine Art „Laie“ im Sanierungsbeirat tätig. Meine Aufgabe besteht darin, ein Ansprechpartner für weitere Sanierungswilli-



ge zu sein und das Vorhaben in der Nachbarschaft publik zu machen. Der Sanierungsbeirat ist meines Erachtens ein wertvolles Gremium in unserer Stadt, da der Austausch von internen und externen Mitarbeitern immer einen neuen Blickwinkel auf das Sanierungspotenzial in der Altstadt nach sich zieht.



Bild 79 Renovierung Badezimmer mit Freilegung der historischen Dielen

### **Wie empfanden Sie die Abstimmungen mit der Unteren Denkmalschutzbehörde und den Fördermittelgebern?**

Die Abstimmungen haben untereinander immer gut funktioniert. Wir haben keinerlei negative Erfahrungen diesbezüglich gemacht und waren immer sehr zufrieden. Viele Menschen haben falsche Vorstellungen und sind direkt abgeschreckt, wenn es um die Anforderungen an den Denkmalschutz oder die Abstimmungen mit anderen Dienstleistern geht. Deshalb ist es wichtig, sich von vornherein klar zu machen, dass es sich um einen denkmalgeschützten Altbau handelt, der kompromisslos mit einigen Auflagen behaftet ist und viel Arbeit mit sich bringen wird. Gleichermaßen sind die Wertschätzung der Gebäudesubstanz sowie ein gewisses Materialbewusstsein für eine gute Zusammenarbeit der einzelnen Gewerke wichtig.

Geht man also aufgeschlossen und kompromissbereit in das Sanierungsprojekt hinein, wird es auch keine Probleme geben. Wir

wollten beispielsweise unser Gebäude zunächst zu einem KfW-Effizienzhaus Denkmal sanieren, doch durch die Besonderheiten des Gebäudes und einige Auflagen konnte dies nicht umgesetzt werden. Alternativ erfolgte die energetische Förderung über Einzelmaßnahmen der KfW-Bankengruppe. Zusätzlich startete für die östliche Altstadt im Jahr 2017 das Förderprogramm „Lebendige Stadt“, das von der NLG betreut wird. Ohne die Kombination der beiden Förderprogramme wäre die erfolgte Sanierung des Gebäudes für uns definitiv nicht möglich gewesen!



Bild 80 Abriss und Entkernung im 1. OG (zukünftiger Raum: Wohnküche)

### **Wie waren Ihre Erfahrungen mit dem Sanierungsmanagement und der Baubegleitung durch einen Energieeffizienz-Experten für denkmalgeschützte Gebäude?**

Zur Unterstützung bei der Auswahl, der Planung und der Förderung der energetischen Maßnahmen haben wir eine Energieberaterin mit besonderen Kenntnissen im Denkmalschutz hinzugezogen. Sie hat für unser Gebäude eine Energiebedarfsberechnung durchgeführt und mehrere Sanierungsvarianten miteinander verglichen. Mit ihrer Hilfe war es uns möglich, den erreichbaren Energiestandard unseres Gebäudes festzustellen. Gleichzeitig hat sie sichergestellt, dass dabei die historische Bausubstanz sowie das Erscheinungsbild erhalten bleiben können. Hier in Goslar haben wir das große Glück, dass wir eine Beratung und Begleitung durch den Sa-

nierungsmanager in Anspruch nehmen konnten. Der Sanierungsmanager hat auch hier vorbeigeschaut und immer ein offenes Ohr für Fragen gehabt.

***Können Sie am Ende dieses Interviews noch ein paar Tipps und Empfehlungen für eine energetische Sanierung in der Altstadt Goslar geben?***

Eine gute Vorplanung bei einem Sanierungsprojekt dieser Größenordnung ist sehr wichtig. Man sollte sich bewusstmachen, dass man bei der Sanierung eines Altbaus vor allem flexibel bleiben muss, da man nie weiß, welche Überraschungen einen erwarten werden. Außerdem finde ich die Arbeit mit dem Gebäude sehr wichtig. Es ist meiner Meinung nach möglich, das Gebäude energetisch zu sanieren und zu modernisieren, sodass es den heutigen Komfortstandard erfüllt, ohne dass dies zulasten des Charmes des Altbaus geschieht. In diesem Zuge sollte man sich mit den örtlichen Denkmalschutzbedingungen auseinandersetzen und sich vor Augen führen, dass nicht alle gewünschten Änderungen umsetzbar sein werden.

Es sollte jedem klar sein, dass es ein Privileg ist, dass wir hier in Goslar so einen alten Gebäudebestand haben, der jährlich viele Touristen aus aller Welt anlockt und nur durch unseren Einsatz noch weitere Jahrhunderte überdauern kann.

Sehr viele Arbeiten können in Eigenleistung erbracht werden, wodurch man viel Geld sparen kann. Diese Erfahrung hat mir gezeigt, dass man durch Einsatz und Durchhaltevermögen seine Träume verwirklichen kann. Für die Arbeiten, die von Fachpersonal durchgeführt werden müssen, ist es von Vorteil, sich ein kleines Netzwerk aus diversen Handwerkern und Facharbeitern aufzubauen und gemeinsam die eigenen Ideen umzusetzen. Allen zukünftigen Saniererinnen und Sanierern kann ich nur raten, nicht zu verzweifeln oder gar aufzugeben, denn der ewige Staub und Dreck werden ein Ende haben und das Ergebnis wird nicht nur fabelhaft aussehen, sondern sich auch großartig anfühlen!

***Vielen Dank, Frau Jensen mit Familie, für Ihren herzlichen Empfang sowie Ihre Zeit und Mühe, diesen Beitrag mitzugestalten!***



**Bild 81** Kernsanierung des Anbaus aus den 30er Jahren



**Bild 82** Arbeiten rund um das denkmalgeschützte Treppenhaus

Tabelle 4 Übersicht über die Sanierungsmaßnahmen Kornstr. 78

Sanierungsbeispiel Kornstr. 78			
<b>Daten</b>	Objekt	Zweigeschossiges Einfamilienhaus im Fachwerkbau (Reihenmittelhaus) mit ausgebautem Dachgeschoss und einem Anbau im Erdgeschoss (Gartenseite)	
	Lage	Östliche Altstadt	
	Baujahr	Haupthaus um 1760, Anbau aus den 30er Jahren	
<b>Dokumentation</b>	Gebäudehülle	Außenwand	
		Ist-Zustand	Sanierungsmaßnahme
	<p><i>Straßenseite:</i> Fassade mit regionaler Schieferverkleidung zum Schutz gegen Witterung, bemalte Balken</p> <p><i>Gartenseite:</i> Sichtfachwerk</p>		Innenwanddämmung mit Holzfaserdämmplatten und Lehmputz, Einsatz ökologischer und ortstypischer Materialien
			
			
			Fenster und Türen
		Ist-Zustand	Sanierungsmaßnahme
		Bestehende Holzfenster mit Einscheibenverglasungen, teilweise ohne Fensterteilungen (Sprossen)	Fenstertausch in denkmalgerechte Holzfenster mit Isolierverglasung, vereinzelt als Kastenfenster ausgebaut, Haustür wird ausgetauscht, Natursteinsockel wird ertüchtigt



## Sanierungsbeispiel Kornstr. 78

Dokumentation

Gebäude-  
hülle

Dach

Ist-Zustand

Dacheindeckung bestehend aus rötlichem Krempziegel, Schleppdachgauben zur Straßen- und Gartenseite mit jeweils 3 Fenstern, Dach und Gauben wurden 1994 saniert und etwas gedämmt

Sanierungsmaßnahme

Entscheidung gegen eine Innendämmung des Schrägdachs, dafür Dämmung der obersten Geschossdecke mit trittfesten Dämmplatten, Spitzboden bleibt unbeheizt



**Sanierungsbeispiel Kornstr. 78**

<b>Dokumentation</b>	Anlagen- technik	Heizung und Warmwasser	
		Ist-Zustand	Sanierungsmaßnahme
		<p>Raumheizung: alte Erdgas-Therme (Baujahr unbekannt), in der Waschküche im Erdgeschoss untergebracht</p> <p>Warmwasser: elektrische dezentrale Warmwasserbereitung</p>	<p>Raumheizung: Erdgas-Brennwerttherme auf dem Spitzboden, Heizungsunterstützung durch einen Einzelofen im Wohnzimmer</p> <p>Warmwasser: Warmwasserleitungen zum neuen Badezimmer verlegt, wegen der Leitungsführung ist kein zentrales Warmwasser in der Küche möglich, daher elektronischer Warmwasserbereiter im Wasserhahn</p>
			
			

<b>Sanierungsbeispiel Kornstr. 78</b>		
<b>Dokumentation</b>	Einsparung	Berechnete Einsparung aus dem Gebäudemodell zum Vergleich des Ist-Zustands mit der Sanierungsvariante
		Endenergiebedarf
		-29 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)   -12 %
		Spezifischer Transmissionswärmeverlust
		-0,41 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)   -36 %
		CO <sub>2</sub> -Emissionen
		-11 kg/(m <sup>2</sup> ·a)   -18 %
		Brennstoffkosten
		-760 €/a   -18 %
<b>Förderung</b>	Niedersächsische Landgesellschaft (NLG)	Städtebaulicher Denkmalschutz
		Förderung von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen
	KfW-Bankengruppe	KfW 432 – Sanierungsmanagement
		Quartierskonzept und Sanierungsmanagement für die östliche Altstadt
		KfW 152 – Einzelmaßnahmen
		Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudes, Anforderungswerte angepasst an den Denkmalstatus
<b>Bewertung</b>	Das Einfamilienhaus Kornstr. 78 steht beispielhaft für eine gelungene Sanierung im Denkmalbestand. Die historische Bausubstanz und der Charme des Gebäudes konnten durch die Aufarbeitung hervorgehoben werden. Gleichzeitig konnten die Energiekosten und der Ausstoß von CO <sub>2</sub> -Emissionen durch die energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert werden. Im Ergebnis ist ein denkmalgerecht und energetisch saniertes Gebäude mit hohem Wohnkomfort entstanden, das aufgrund der Maßnahmen vor (weiterem) Verfall und Leerstand bewahrt werden konnte.	



**LITERATURVERZEICHNIS**  
**BILDNACHWEISE**  
**TABELLENNACHWEISE**  
**ANHANG**



## Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude, [www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/effiziente\\_gebaeude\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html), Zugriff am 19.05.2021
- Denk mal an Energie. Gutes Klima in historischen Stadt- und Ortskernen, Ollenik, W., Dokumentation der Fachtagung vom 05. November 2009 in Monschau, 2010
- Denk mal in die Zukunft. Handbuch zur energetischen Sanierung von Baudenkmalen im historischen Stadtkern Detmold, Stadt Detmold, 2012
- Der Bauberater für Goslar: Gestaltungshandbuch. Richtlinien für die Erhaltung und Gestaltung des UNESCO-Weltkulturerbes „Altstadt Goslar“, Stadt Goslar, 2003
- Energiegerechtes Bauen und Modernisieren. Grundlagen und Beispiele für Architekten, Ingenieure und Bewohner, Wuppertal Institut für Klima – Umwelt – Energie, Birkhäuser Verlag, Basel 1996
- energetisches sanieren gestalten. Leitfaden Baubestand nachhaltig weiterentwickeln, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Berlin 2010
- Energetische Sanierung von Altbauten, Maier, J., Fraunhofer IRB Verlag, 2., ergänzte Auflage, Stuttgart 2011
- Energetische Sanierung von Baudenkmalen. Handlungsanleitung für Behörden, Denkmaleigentümer, Architekten und Ingenieure, Sächsisches Staatsministerium des Innern, Dresden 2011
- Energetische Sanierung: Fakten statt Mythen, Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin 2015
- Energetische Quartiersplanung. Methoden – Technologien – Praxisbeispiele, Erhorn-Kluttig, H. et. al., Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2011
- Entwicklung eines Konzeptes zur energetischen Stadtsanierung Altstadt Goslar im Rahmen des KfW Programms 432 Variante A, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften im Auftrag der Stadt Goslar, 2015
- Fachwerk Triennale 12, Arbeitsgemeinschaft Deutsche Fachwerkstädte e.V.; Gerner, M., Fulda 2012
- Gebäudeenergiegesetz. Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze, 08. August 2020
- Goslar Sanieren. Sanieren im Bestand, Stadt Goslar, 2016
- Goslar. Sanierung eines Bergarbeiterhauses. Ein Projekt im Rahmen des Investitionsprogrammes Nationale UNESCO-Welterbestätten, Stadt Goslar, 2014
- Gründerzeitgebäude in Frankfurt am Main. Leitfaden für die energetische Sanierung, Stadt Frankfurt am Main/Energierreferat, Frankfurt 2016
- Integriertes Stadtentwicklungskonzept Goslar 2025, Stadt Goslar, 2011
- Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW-Bank, [www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Foerderprodukte-fuer-Bestandsimmobilien.html](http://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Foerderprodukte-fuer-Bestandsimmobilien.html), Zugriff am 19.05.2021
- Leitfaden. Energieeffizienz bei schützenswerten Wohngebäuden in Nürnberg, Stiftung Stadtökologie Nürnberg im Auftrag der Stadt Nürnberg/ Umweltreferat, 2013

- Leitfaden. Energetisches Sanieren denkmalgeschützter Gebäude in Wiesbaden, Landeshauptstadt Wiesbaden/Umweltamt, Wiesbaden 2016
- Leitfaden „Energieeinsparung und Denkmalschutz“. Prüfung von Ausnahmen bei Förderung im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Version 1.4, Berlin 2010
- Sanierungsleitfaden Baden-Württemberg. Erfolgreich Sanieren in 10 Schritten, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, 6. Auflage, 2019
- UNESCO-Weltkulturerbe Erzbergwerk Rammelsberg und Altstadt Goslar. Masterplan Altstadt Goslar, Stadt Goslar, 2009
- Welterbe-Städte sichern und weiterentwickeln. Positionspapier des Deutschen Städtetages, Deutscher Städtetag Berlin und Köln, 2013



## Bildnachweise

- Bild 1: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 2: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 3: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 4: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 5: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 6: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 7: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 8: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 9: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 10: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 11: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 12: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 13: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 14: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 15: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 16: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 17: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 18: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 19: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 20: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 21: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 22: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 23: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 24: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 25: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 26: Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.
- Bild 27: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 28: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 29: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 30: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 31: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 32: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 33: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 34: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 35: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 36: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 37: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 38: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 39: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 40: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 41: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 42: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 43: Low-E-ingenieurgesellschaft
- Bild 44: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 45: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 46: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 47: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 48: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 49: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 50: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 51: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 52: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 53: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 54: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 55: Bosch Thermotechnik GmbH
- Bild 56: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 57: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 58: Bosch Thermotechnik GmbH
- Bild 59: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 60: Bosch Thermotechnik GmbH  
(oben/Mitte);  
Stadt Goslar, Fotografin: Bauer, C.  
(unten)
- Bild 61: Bosch Thermotechnik GmbH
- Bild 62: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 63: Bosch Thermotechnik GmbH
- Bild 64: Bosch Thermotechnik GmbH
- Bild 65: Bosch Thermotechnik GmbH
- Bild 66: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 67: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 68: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 69: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 70: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 71: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 72: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 73: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 74: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bild 75: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 76: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 77: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 78: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 79: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 80: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 81: Familie Jensen, Foto privat
- Bild 82: Familie Jensen, Foto privat

## Tabellennachweise

- Tabelle 1: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Tabelle 2: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Tabelle 3: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bilder: woelk-wilkens-architekten  
Low-E Ingenieurgesellschaft
- Tabelle 4: Low-E Ingenieurgesellschaft
- Bilder: Familie Jensen, Foto privat

## Kontaktliste

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle und an der Anlagentechnik sowie Energieberatung  
Frankfurter Straße 29-35  
65 760 Eschborn  
Tel.: 06196/908-1625  
[www.bafa.de](http://www.bafa.de)
- Deutsche Stiftung Denkmalschutz  
Förderung von Maßnahmen zum Erhalt von Baudenkmalen  
Schlegelstr. 1  
53 113 Bonn  
Tel.: 0228/9091-0  
[www.denkmalschutz.de](http://www.denkmalschutz.de)
- Energieeffizienz-Expertenliste  
für Förderprogramme des Bundes der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) – Stichwort Denkmal  
[www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)
- Energie Ressourcen Agentur Goslar e. V. (ERA)  
neutrale Beratung zu Energieeinsparung und Energieeffizienz  
Am Stollen 19A  
38 640 Goslar  
05321/6857-899  
[www.era-goslar.de](http://www.era-goslar.de)
- Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)  
Übersicht zur Gebäudetypologie Deutschland – Stichwort TABULA  
Rheinstraße 65  
64 295 Darmstadt  
Tel.: 06151/2904-0  
[www.iwu.de](http://www.iwu.de)
- KfW-Bankengruppe  
Förderung von Effizienzhäusern, Einzelmaßnahmen und Baubegleitung  
Palmengartenstraße 5-9  
60 325 Frankfurt am Main  
Tel.: 0800/539-9002  
[www.kfw.de](http://www.kfw.de)



- Niedersächsische Landgesellschaft mbH (NLG)  
Förderung von Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen im ausgewiesenen Fördergebiet  
Arndtstraße 19  
30 167 Hannover  
Tel.: 0511/123208-204 und 0511/123208-211
  
- Untere Denkmalschutzbehörde  
Ansprechpartner bei Sanierungsmaßnahmen im Denkmalschutzgebiet Goslar  
Charley-Jakob-Straße 3  
38 640 Goslar  
Tel.: 05321/704-481 und 05321/704-394

## Checkliste „Bestandsaufnahme“ – Allgemeine Gebäudedaten

Straße, Hausnummer:

### Gebäude

Gebäudetyp	
Baujahresgruppe/Baujahr	
Bauweise	
Gebäudelänge	m
Gebäudebreite	m
Traufhöhe	m
Firsthöhe	m
Geschosshöhe	m
Geschosszahl	St.
Anzahl Wohnungen	WE
bebaute Fläche	m <sup>2</sup>
Bruttofläche	m <sup>2</sup>
umbauter Raum	m <sup>2</sup>
Wohnfläche	m <sup>2</sup>
Fensterfläche (gesamt)	m <sup>2</sup>

### Fassade

Außenwandkonstruktion  
Fassadenart

### Dach

Dachform  
Anzahl Dachaufbauten St.  
Dachausbau

## Energieausweis

Energieträger

Energiebedarfsausweis vorhanden

Energieverbrauchsausweis vorhanden

Jahres-Primärenergiebedarf ( $Q_p$ ) laut Ausweis kWh/(m<sup>2</sup>·a)

spezifischer Transmissionswärmeverlust ( $H_T$ ) laut Ausweis kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Jahres-Endenergiebedarf ( $Q_e$ ) laut Ausweis kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Jahres-Primärenergieverbrauch ( $Q_p$ ) laut Ausweis kWh/(m<sup>2</sup>·a)

## Anlagen

Lageplan (M1:500)

Grundrisse (M1:100)

Ansichten/Fotos

Energieausweis

Bescheid des Unteren Denkmalschutzamtes

Nachweise über die Verbrauchswerte der letzten 3 Jahre

nachvollziehbare Bauteilliste mit Lage des Bauteils, Aufbau und Qualität

Beschreibung des Energiekonzepts (Anlagentechnik)

Darstellung der Einschränkungen durch den Denkmalschutz

in Bezug auf den Bauteilaufbau und das Energiekonzept





## Checkliste „Bestandsaufnahme“ – Baukonstruktion

Straße, Hausnummer:

Bauteile		Bestand		Denkmalschutz- Auflagen
		Konstruktion/Maße	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
Straßen- fassade	Sockel			
	EG			
	1. OG			
	OG			
	DG			
Hof- fassade	Sockel			
	EG			
	1. OG			
	OG			
	DG			



## Checkliste „Bestandsaufnahme“ – Baukonstruktion

Straße, Hausnummer:

Bauteile		Bestand		Denkmalschutz- Auflagen
		Konstruktion/Maße	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
Seiten-/Brand- wand	rechts			
	links			
tragende Mittelwand				
Wohnungstrennwand				
Treppenhauswand				
Hauseingang	Durchgang			
	Durchfahrt			
Geschoss- decke	zum Dach			
	zum Keller			
	zum Geschoss			
Fenster	Art			
	Laibung			





## Checkliste „Bestandsaufnahme“ – Anlagentechnik

Straße, Hausnummer:

Technik		Bestand	Denkmalschutz- Auflagen
Heizung	Wärmeerzeuger		
	Baujahr:	Wärmeübergabe	
Warmwasser- bereitung	zentral/dezentral		
	Baujahr:	Wärmeerzeuger	
Lüftung Bad	innenliegend		
	Baujahr:	außenliegend	
Lüftung Küche	Lüftungsanlage		
	Baujahr:	Fenster	

	Geplante Maßnahme	Alternative	Notizen







***Die Broschüre wurde gefördert im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ –  
Projekt Sanierungsmanagement in der östlichen Altstadt von Goslar***

Projektleitung:

Dr. Christine Bauer  
Stadt Goslar  
Fachbereich Kultur - Stabsstelle Weltkulturerbe  
Charley-Jacob-Str. 3  
38640 Goslar

Projektdurchführung:

Low-E Ingenieurgesellschaft für energieeffiziente Gebäude mbH  
Prof. Dr.-Ing. Lars Kühl  
Am Exer 10 b  
38302 Wolfenbüttel

Autoren:

Dr. Christine Bauer  
Prof. Dr.-Ing. Lars Kühl  
Larissa Albert  
Vanessa Stahlbock

Gestaltung und Layout:

Larissa Albert  
Vanessa Stahlbock

Druck:

Hahne Druck  
Breite Straße 59a  
38640 Goslar

Herausgeber:

Stadt Goslar









Viel Erfolg bei der Sanierung!



Organisation  
der Vereinten Nationen  
für Bildung, Wissenschaft  
und Kultur



Bergwerk Rammelsberg,  
Altstadt von Goslar und  
Oberharzer Wasserwirtschaft  
Welterbe seit 1992