



## Nachhaltiges Bauen in einem denkmalgeschützten Gebäude



### Lernmodul Nachhaltiges Bauen Hinweise für Lehrende

Das Projekt GESA wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf – BBNE“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert.

# 1 Grundsätzliches und Aufbau des Lernmoduls

Die Lernmodule orientieren sich an real durchgeführten Sanierungsarbeiten in einem denkmalgeschützten Bauwerk, das im Gründerzeitalter um 1900 in Hamburg im Wald des Niendorfer Geheges erbaut wurde. Seit 2017 wird das Gebäude der 'Villa Mutzenbecher' durch einen öffentlich gemeinnützigen Träger restauriert. Jugendliche und Erwachsene aus unterschiedlichen Bildungsgängen können außerhalb des Lernorts Schule ihre berufliche Handlungskompetenz hinsichtlich denkmalgerechter Sanierungspraxis erweitern. Im Zuge des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung – Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf (BBNE)“ liegt ein weiterer Schwerpunkt in der Förderung von nachhaltigkeitsbezogenen Kompetenzen.

Im Sinne der Agenda 2030 sollen Fachkräfte in der Lage sein, ihr berufliches Handeln unter Beachtung ökologischer, sozialer und ökonomischer Wirkungen zu beurteilen. Besonders die Baubranche kann durch energieeffiziente Gebäude wesentlich zur Emissionsminderung und damit zum Klimaschutz beitragen. Sobald Gebäude – insbesondere im Bestand – energetisch saniert werden, ist Gewerke übergreifende Kooperation gefragt. Erst im Dialog aller beteiligten Gewerke sowie mit Planer:innen und Architekt:innen lassen sich die Schnittstellen der Berufe organisieren und Arbeitsprozesse so koordinieren, dass ein Gebäude als ganzheitliches System realisiert werden kann. Die Beteiligten qualifizieren sich, indem sie ihr berufliches Fachwissen um Kenntnisse zu neuen Produkten und Arbeitsweisen erweitern.

**Alle Module berücksichtigen deshalb die vier Bezugspunkte (s. Abbildung 1):**

1. Anforderungen des Denkmalschutzes im historischen Kontext
2. Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)
3. Gewerke übergreifendes Arbeiten
4. Inhalte der Ordnungsmittelvorgaben der betreffenden Ausbildungsberufe

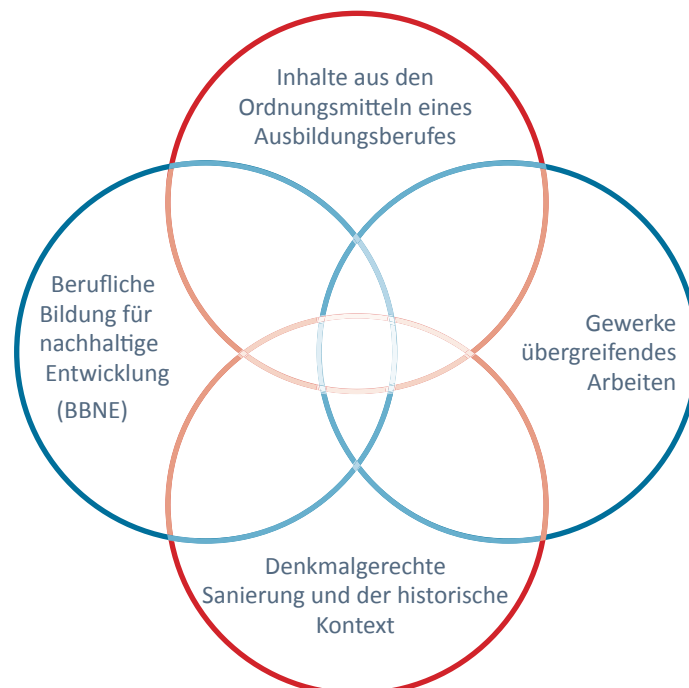

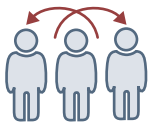




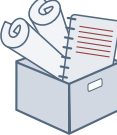


Abbildung 1: Didaktische Bezugspunkte für die Lernmodule

Die insgesamt 15 Lernmodule teilen sich in Querschnitts- und Fachmodule auf. In den Querschnittsmodulen werden grundlegende Inhalte des Denkmalschutzes, der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung und des Gewerke übergreifenden Arbeitens thematisiert. Ausgangspunkt der Fachmodule sind konkrete Sanierungsarbeiten in der Villa. Die berufsfachlichen Anforderungen, die sich aus den jeweiligen Ordnungsmitteln der Ausbildungsberufe ergeben, werden darin mit den Querschnittsinhalten verknüpft. Dabei werden auch die Schnittstellen der vor- und nachgelagerten Gewerke beachtet.

Sämtliche Lernmodule wurden zunächst als haptische, erfahrungsorientierte und authentische Lernangebote konzipiert. Die Arbeitsmaterialien bestehen aus Selbstlernphasen als auch aus Phasen, die von Lehrenden anzuleiten sind. Ein Modul dauert mindestens zehn Zeitstunden. Module, die in der Villa Mutzenbecher umgesetzt werden, lassen sich direkt mit dem realen Gegenstand verbinden. Alle Materialien sind auch als OER veröffentlicht, wodurch sie sich auch außerhalb durchführen lassen.

Die Lernmaterialien sind am Seitenrand mit kurzen schriftlichen Hinweisen und Icons ausgestattet.

Icons zur schnelleren Orientierung		Szenario/ Kundenauftrag	
Gewerke übergreifendes Arbeiten		Informationen	
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung		Aufgaben	
Denkmalschutz		Material	

## Erläuterungen zu den Icons



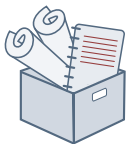
Das Icon „**Szenario/Kundenauftrag**“ steht zu Beginn jedes Lernmoduls. Es soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um das übergreifende Lernszenario bzw. den Kundenauftrag eines Lernmoduls handelt.



Das Icon „**Information**“ soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um wichtige Sachinformationen, wie z.B. technische Tabellen, Produkt- und Herstellerangaben, Gesetze, Vorschriften und fachliche Infotexte zur Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben handelt.



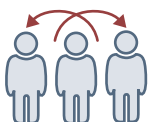
Das Icon „**Aufgaben**“ soll kennzeichnen, dass es sich nebenstehend um eine Lern- und Arbeitsaufgabe handelt, die in Einzelarbeit, zu zweit oder im Team bearbeitet werden kann.



Das Icon „**Material**“ soll darauf verweisen, dass z.B. Grafiken, Protokollvorlagen oder Grundrisse zur Bearbeitung der Aufgaben beitragen.



**Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE):** Das Icon steht für Inhalte, die einen besonderen und unmittelbaren Bezug zu BBNE haben. Unter BBNE wird folgendes verstanden: „BBNE ist eine berufliche Bildung zu zukunftsfähigen Denken und Handeln in beruflichen, betrieblichen, gesellschaftlichen und privaten Kontexten, die es ermöglicht die Auswirkungen des eigenen beruflichen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.“



Das Icon „**Gewerke übergreifendes Arbeiten**“, verweist darauf, dass die nebenstehenden Textinhalte im unmittelbaren Zusammenhang mit Gewerke übergreifender Zusammenarbeit steht. Darunter wird verstanden, dass sich Handwerker:innen aus unterschiedlichen Gewerken (z.B. Elektriker:in und Tischler:in) abstimmen müssen. Zur fachgerechten Umsetzung müssen Absprachen über sogenannte Schnittstellen geführt werden.



Das Icon „**Denkmalschutz**“ soll ausdrücken, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um besondere Anforderungen handelt, die mit dem Denkmalschutz verbunden sind. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, die Gebäudeausstattung im Sinne des Denkmalschutzes zu erhalten, d.h. sie nahe dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen.



## 2 Kurzübersicht über das Modul Nachhaltiges Bauen

Zuordnung zu Ordnungsmitteln	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Im allgemeinen Teil des <b>KMK-Rahmenlehrplans</b> für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft sind Anknüpfungspunkte für Themen einer nachhaltigen Entwicklung vorhanden und bieten Lehrenden einen Freiraum, diese im Unterricht umzusetzen.</li> <li>→ Zentrale Themen wie Umweltschutz, Arbeitsschutz und Gesundheitsschutz sind sowohl im KMK-Rahmenlehrplan als auch in der <b>Ausbildungs- und Prüfungsordnung</b> gewerblich-technischer Ausbildungsberufe integriert.</li> <li>→ Das Modul bietet eine Anknüpfung an das Fach <b>Wirtschaft und Gesellschaft</b>.</li> <li>→ Ab dem 01.08.2021 gelten neue <b>Standardberufsbildpositionen</b> für die Bereiche „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ sowie „Digitalisierte Arbeitswelt“. Diese sollen in allen Ausbildungsberufen berücksichtigt werden.</li> </ul>
Thema	Nachhaltiges Bauen
Querschnittmodul oder Fachmodul	Querschnittsmodul
Zielgruppe	Auszubildende im Bauhandwerk und Interessierte
Zeitraumen	ca. 10 Stunden
übergeordnete Kompetenzförderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Die Lernenden kennen die Bedeutung von Nachhaltigkeit und die unterschiedlichen Dimensionen von Nachhaltigkeit.</li> <li>→ Die Lernenden kennen die globalen Nachhaltigkeitsziele.</li> <li>→ Die Lernenden können mit Beispielen aus der Bauwirtschaft erklären, welche ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Handlungsmöglichkeiten für Nachhaltigkeit bestehen.</li> <li>→ Die Lernenden können einen Zusammenhang zum Thema Nachhaltigkeit und ihrem Beruf herstellen.</li> <li>→ Die Lernenden können Kriterien für nachhaltiges Bauen definieren und anwenden.</li> <li>→ Die Lernenden können unter Gesichtspunkten einer nachhaltigen Entwicklung auf lokaler und globaler Ebene den Rohstoff- und Energieverbrauch in der Bauwirtschaft bewerten.</li> <li>→ Die Lernenden können ihr eigenes Handeln reflektieren und ihre Handlungswirkung einordnen.</li> <li>→ Die Lernenden haben ein Meinungsbild zu der Gesamthematik und können darüber konstruktiv diskutieren.</li> </ul>

Kurzbeschreibung	Die Lernenden setzen sich exemplarisch mit Nachhaltigkeit im Bauwesen und energetischer Sanierung auseinander. Um sich der Frage zu nähern, warum nachhaltiges Bauen von Bedeutung ist, entwickeln die Lernenden Kriterien für „Nachhaltiges Bauen“. Damit können die Lernenden unter ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten bewerten, was Nachhaltiges Bauen und Nicht-Nachhaltiges Bauen bedeuten.
Inhalt und Aufgabe	<p>Die Lernenden bearbeiten eine Rahmenaufgabe mit dem Auftrag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterien für Nachhaltigkeit im Bauwesen zu entwickeln.</li> <li>• Eine Beratung hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen unter nachhaltigen Gesichtspunkten zu formulieren.</li> </ul> <p>→ Plenumsabfrage und Visualisierung zur Einführung in das Thema Nachhaltigkeit.</p> <p>→ Inhalte: Definition von Nachhaltigkeit, 3-Säulen-Modell, SDGs, Nachhaltigkeit im Bauwesen</p> <p>→ Lösung eines Rätsels (Mystery) zum Thema Ressourcenverbrauch im Bauwesen.</p> <p>→ Bearbeitung verschiedener Stationen zum Thema Energieeffizienz und Sanierungsmaßnahmen.</p> <p>→ Zuordnung der Gewerke, die für die energetischen Sanierungsmaßnahmen zuständig sind.</p> <p><i>Inhalte:</i> Rohstoffverbrauch, Sandabbau, Ressourceneffizienz, Lebenszyklus eines Gebäudes, Graue Energie, Energieeffizienz, Wärmepumpe, Dämmung</p> <p>→ Diskussion und Positionierung zum Thema energetische Sanierungsmaßnahmen der Villa Mutzenbecher unter nachhaltigen Gesichtspunkten.</p> <p><i>Inhalte:</i> energetische Sanierung</p>
Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC/digitales Endgerät mit Internetverbindung</li> <li>• Flipchart</li> <li>• Moderationskarten</li> <li>• Metaplanwände</li> <li>• Kleber, Stifte, Schere, Pins</li> </ul>

### 3 Einleitung in das Lernmodul

Nachhaltiges Handeln erfolgt unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten, um zukünftigen Generationen eine intakte Umwelt und gleiche Lebenschancen zu ermöglichen. Insbesondere das Bauwesen muss sich aufgrund der in Anspruch genommenen materiellen und monetären Ressourcen und der daraus entstehenden Umweltwirkungen damit auseinandersetzen. Für den Gebäudesektor nimmt dies in Bezug auf den Klimawandel und zunehmend knapper werdender Ressourcen an Bedeutung zu. Gebäude sind als komplexe Systeme zur Erfüllung bestimmter Aufgaben und Funktionen zu verstehen. Sie dienen als Lebensraum und Arbeitsumgebung, nehmen Einfluss auf Komfort, Gesundheit und Zufriedenheit der Nutzer sowie auf die Qualität des Zusammenlebens. Darüber hinaus stellen sie sowohl im betriebs- als auch volkswirtschaftlichen Sinne einen ökonomischen Wert dar und unterstützen die Wertschöpfung. Gleichzeitig sorgen die Energie- und Stoffströme für Auswirkungen auf die lokale und globale Umwelt (BMI 2019, 7).

Komplexere Bauaufgaben und -prozesse sowie anspruchsvolle, beratungssensible Kund:innenkreise setzen ein Verständnis für nachhaltige Entwicklungsprozesse bei allen Beteiligten voraus. Bei einer nachhaltigen Sanierung der Villa Mutzenbecher sind neben den bekannten Grundsätzen der Bauausführung auch übergeordnete Aspekte zu berücksichtigen. Sie sollten gewährleisten, dass sich die Maßnahme auch auf lange Sicht als ökologisch verträglich, ökonomisch überzeugend und energieeffizient bewährt. Denn die energetische Sanierung in der Villa Mutzenbecher kann an vielen Punkten ansetzen. Wichtig ist nur, dass alle Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden. Bei schrittweisen Sanierungen sind Zusammenhänge verschiedener Maßnahmenkomplexe dringend zu beachten. In diesem Lernmodul „Nachhaltiges Bauen“ wird es genau um den obigen Zusammenhang gehen. Die Lernenden sollen erfahren, was es bedeutet, nachhaltig in ihrem Handwerk zu agieren und Gewerke übergreifend zu sanieren. Dabei gilt es, ein Bewusstsein für das Gebäude als Gesamtsystem zu schaffen.

Das konzipierte Lernmodul stellt einen Beitrag für eine Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) dar. Konkrete inhaltliche Zielsetzungen für eine globale nachhaltige Entwicklung sind Anfang 2016 durch die UNO als sogenannte Sustainable Development Goals (SDGs) festgeschrieben worden. Thematisch ist das vorliegende Modul dabei in den Kontext der SDG-Teilziele „Klimaschutz und Anpassung“, „Nachhaltiger Konsum und Produktion“, „Nachhaltige Städte und Gemeinden, Gesundheit und Wohlergehen“ einzuordnen (Vereinte Nationen 2021).

## 4 Rahmenbedingungen

### Zielgruppe

Das vorliegende Querschnittsmodul eignet sich für alle Lernenden aus bautechnischen Berufen im ersten Ausbildungsjahr. Die Lernenden werden in diesem Modul für das Thema nachhaltiges Bauen sensibilisiert. Da es als Einstiegs- und Querschnittsmodul konzipiert ist, kann es auch mit Schüler: innen der Sekundarstufe II und Studierenden durchgeführt werden. Die Lernenden benötigen für dieses Grundlagenmodul kein Vorwissen. Auch die fächerübergreifende Kopplung mit dem Wirtschafts- und Sozialkundeunterricht eignet sich für dieses Grundlagenmodul, da Nachhaltigkeit ein gesellschaftspolitisches Thema ist, bei dem die Lernenden sich positionieren, um für sich und ihr Handwerk Entscheidungen zu treffen.

### Organisatorisches

Die Anwendung des konzipierten Lernmodules kann auf unterschiedlicher Weise erfolgen. Im Rahmen eines außerschulischen Lernortes fungiert die Villa Mutzenbecher als Lehrkörper, in dem erfahrungsorientiertes, praktisches und authentisches Lernen stattfindet. Optional lässt sich das Modul an jeder Bildungseinrichtung durchführen, sofern für die Lernenden ein PC oder digitales Endgerät mit Internetzugang und Flipcharts bzw. Metaplanwände für die Gruppenarbeit zur Verfügung stehen. Auf der Homepage: <https://bbne-mutzenbecher.blogs.uni-hamburg.de/> finden sich sämtliche Unterlagen sowie ein 3D-Rundgang durch die Villa.

### Ordnungsmittelbezug

Im allgemeinen Teil des KMK-Rahmenlehrplans sind Anknüpfungspunkte für Themen einer nachhaltigen Entwicklung vorhanden und bieten Lehrenden einen Freiraum, um diese im Unterricht umzusetzen. Zentrale Themen wie Umweltschutz, Arbeitsschutz und Gesundheitsschutz sind sowohl im KMK-Rahmenlehrplan als auch in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung integriert. Die Fokussierung der Ordnungsmittel auf Handlungsorientierung erfüllt bereits eine wichtige Voraussetzung für die Prinzipien und Merkmale einer Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE).

Die im KMK-Rahmenlehrplan für den Lernbereich Wirtschafts- und Sozial- bzw. Gesellschaftskunde (WiSo/WuG) verankerten Lerninhalte sind in nachhaltigkeitsorientierten Themen wie „Partizipationsstrategie“, „Arbeitsschutz“ oder „Globalisierung“ wiederzufinden.

## 5 Sachdarstellung und didaktische Analyse

Im Bereich des Neubaus wurden in den vergangenen Jahren Fortschritte in Richtung nachhaltigen Bauens, insbesondere im Bereich der thermischen Qualität von Neubauten, erzielt. Mit jedem Neubau werden bereits bei der Planung als auch bei der Herstellung der Baumaterialien, Ressourcen verbraucht. Auswirkungen auf die Umwelt treten in der Nutzungsphase über die Abgabe von Emissionen, bis hin zum Abbau eines Gebäudes auf. Eine nachhaltige Entwicklung im Bausektor benötigt eine konkrete Definition und die Erfüllung der Ziele, indem umweltgerechte Technologien genutzt und ökonomische als auch sozio-kulturelle Aspekte berücksichtigt werden. Durch das Bauwesen bedingte Stoff- und Materialströme sowie deren Rückbaukonzepte sollen möglichst optimal eingesetzt werden. Ein weiterer Aspekt ist die Kreislaufführung von Baumaterialien und der Bestand bereits existierender Gebäude durch Revitalisierung anstelle von Entsorgungsprozessen (Obernosterer et al. 2005, 13).

Der Erhalt des Bestandes an Baumaterialien durch Sanierung und Modernisierung wird in Zukunft an Bedeutung zunehmen. In der Nutzungsphase eines Bauwerkes entstehen Emissionen, z.B. durch Heizen, Metallkorrosion, Reinigung oder Abfallbewirtschaftung. Die Bestandsbewertung ist oft komplex: Schadstoffe können eingebaut sein oder die Erneuerung von Bauteilen steht aus technischen Gründen an, Einzelkomponenten sind in sehr gutem Zustand, andere haben das Ende ihrer Nutzungszeit erreicht. Bei Sanierungs- und Modernisierungsvorhaben besteht aus ökologischer Sicht der Vorteil, Emissionen zu reduzieren und Schadstoffe gezielt abzubauen. Weitere Chancen sind im Vergleich zum Neubau unter anderem der geringere Verbrauch an Ressourcen, Reduzierung des Flächenverbrauches und ein geringerer Erschließungsaufwand.

Der Sanierungs- und Modernisierungsbedarf des Baustandes ist nicht nur von den oben aufgelisteten technischen Fakten geprägt. Auch der Nutzerkomfort verändert sich mit den Jahren. Die heutigen Anforderungen an den Wohn- und Arbeitsraum entsprechen nicht mehr jenen der früheren Generationen. Behaglichkeit, Sicherheit, Komfort und Flexibilität sind Faktoren mit einem hohen Stellenwert und bereits in der Entwurfsplanung zu berücksichtigen, um ein Sanierungsprojekt unter sozial-nachhaltigen Aspekten umsetzen zu können. Außerdem ist bei einem Gebäude die Funktionalität von Bedeutung. So ist ein Gebäude funktional, wenn das Gesamtentwurfskonzept, die Funktions- und Raumzuordnungen, die Detail- und Innenraumgestaltung, die infrastrukturelle Zugänglichkeit (z.B. Barrierefreiheit) und Ver- und Entsorgung effizient aufeinander abgestimmt und mit den Nutzerbedingungen vereinbar sind. Eine gezielte Kombination unterschiedlicher technischer Maßnahmen unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens kann insgesamt den Energieverbrauch entsprechend regulieren und einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten (Obernosterer et al. 2005, 14).

Im Rahmen der ökonomischen Dimension werden über die Anschaffungs- und Errichtungskosten auch die Baufolgekosten berücksichtigt. Damit sind insbesondere gebäudebezogene Lebenszykluskosten, die Wirtschaftlichkeit und die Wertstabilität des Objektes von Relevanz. So kann durch eine genaue Lebenszykluskostenanalyse mögliches Einsparpotenzial ermittelt werden. Diese umfasst Kosten von der Erstellung und Nutzung bis hin zum Abriss eines Gebäudes. Primäres Ziel der ökonomischen Dimension ist es, eine ganzheitliche Optimierung der wirtschaftlichen Parameter zu erzielen (BMI 2019, 15).

In den vergangenen Jahren lag der Fokus bei Umweltschutzmaßnahmen zentral auf der Abfall- und Abwasserwirtschaft sowie auf Emissionen bei Produktionsprozessen. Die Konsequenzen des menschlichen Einflusses wie die Ozonschichtzerstörung, der Treibhauseffekt oder Bodenkontamination in Siedlungsgebieten führen zu der Schlussfolgerung, dass für einen ganzheitlichen Umweltschutz diese Maßnahmen nicht ausreichend sind. Heute werden Ansätze ausgewählt, die den gesamten Lebenszyklus eines Produktes berücksichtigen und verbessern. Resultierend versteht dieser Ansatz des Vorsorgeprinzips im Bauwesen jeden Akteur als ein „Glied in der Kette“ zur Erstellung eines Bauobjektes, der sein Betätigungsfeld nach ökologischen Gesichtspunkten ausrichten sollte. Somit können Umwelt-

auswirkungen vermieden werden. Begriffe wie „Ökodesign“, „Ökobilanzen“, „Lebenszyklusanalysen“, „city mining“ oder „design for disposal“ wurden geprägt. Die ökologischen Aspekte wurden in den vergangenen Jahrzehnten mit wirtschaftlichen und sozialen Herausforderungen verknüpft und führten zum Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (Obernosterer et al. 2005, 14f).

Nachhaltige Entwicklung definiert eine Entwicklung, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeit künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“ (Brundtland Bericht 1987). Sie basiert auf den drei Säulen Ökologie, Ökonomie und Soziokulturelles, die das Handlungsfeld für nachhaltige Entwicklung abbilden. (BMI 2019, 15).

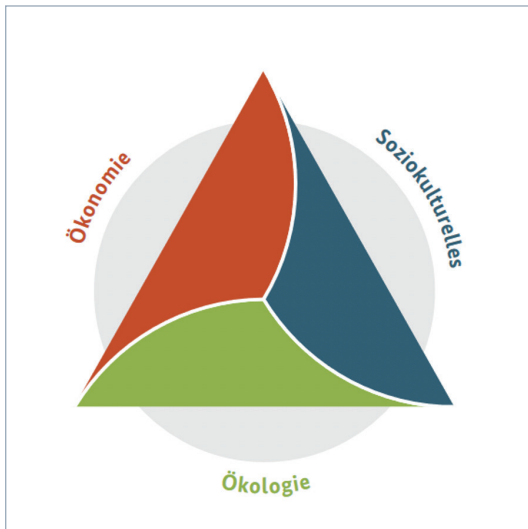


Abb. Dimensionen der Nachhaltigkeit  
Quelle: BMI 2019,15

Folgende Tabelle listet Gesichtspunkte einer nachhaltigen Entwicklung für den Bereich Bauen und Wohnen auf:

Ökonomische Nachhaltigkeit	Ökologische Nachhaltigkeit	Soziale Nachhaltigkeit
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Minimierung der Lebenszykluskosten</li> <li>■ Relative Verbilligung von Umbau- und Erhaltungsinvestitionen im Vergleich zum Neubau</li> <li>■ Optimierung der Aufwendung für technische und soziale Infrastruktur</li> <li>■ Verringerung des Subventionsaufwandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reduzierung des Flächenverbrauchs</li> <li>■ Beendigung der Zersiedelung der Landschaft</li> <li>■ Ressourcenschonung</li> <li>■ Vermeidung von Schadstoffen</li> <li>■ Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gebäuden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sicherung bedarfsgerechten Wohnraums</li> <li>■ Soziale Integration</li> <li>■ Vernetzung von Arbeit, Wohnen und Freizeit in der Siedlungsstruktur</li> <li>■ Gesundes Wohnen durch richtige Baustoffwahl</li> </ul>



## Thematische Strukturierung

Die Inhalte der gewählten Problemstellung lassen sich darüber hinaus nach DE HAAN (2002) mit den folgenden vier Kriterien strukturieren, die Orientierung bieten, ob anhand des gewählten Themas grundlegend BNE-Aspekte bearbeitet und Kompetenzen der nachhaltigen Entwicklung vermittelt werden können (De Haan 2002).

### ***Zentrales, lokales und/oder globales Thema für nachhaltige Entwicklungsprozesse***

Nach DE HAAN gilt es innerhalb einer BNE vorrangig „die Wechselwirkungen zwischen lokalem Handeln und globalem Wandel“ für die Lernenden erfahrbar zu machen. Der Ressourcen- und Energieverbrauch stellt eine Problematik mit globaler Dimension dar. Mittels der Bearbeitung der ökologischen, sozialen sowie ökonomischen Ebenen lassen sich Ursachen und strukturelle Probleme, Verflechtungen, Auswirkungen beziehungsweise Rückkopplungsmechanismen sowie mögliche Lösungsansätze gemeinsam mit den Lernenden in den Fokus stellen und reflektieren.

### **Längerfristige Bedeutung**

Der Inhalt des Bildungsmoduls entspricht den SDG-Teilzielen Klimaschutz und Anpassung, Nachhaltiger Konsum und Produktion, Nachhaltige Städte und Gemeinden, Gesundheit und Wohlergehen.

Ein hoher Anteil des Primärenergieverbrauchs und ein Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen in Deutschland alleine durch die Gebäudebewirtschaftung. Insbesondere die Wärmenutzung für die Erzeugung der Raumwärme und Warmwasser erzeugen einen hohen Verbrauch. Die Weltbevölkerung wächst rasant, ihr Energie- und Ressourcenverbrauch ebenso. Der Mensch und seine Entwicklung tragen so direkt und indirekt zu Umweltbelastungen bei und schaffen Ressourcenknappheiten. Der Baubereich zählt zu den Wirtschaftsbereichen mit einem hohen Rohstoffverbrauch. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung ist die Verbesserung energieeffizienter Gebäude und die effiziente Nutzung von Ressourcen eine zentrale und langfristige Aufgabe der Bauwirtschaft, um einen Beitrag zu den SDGs zu leisten.

### **Differenziertheit des Wissens**

Zentrale Anforderung an eine BNE ist es, die Annäherung an das jeweils zu behandelnde Thema ganzheitlich und interdisziplinär zu gestalten. Der Teilbereich Globales Lernen zeichnet sich dabei durch die Zielsetzung aus, einen Perspektivwechsel bei den Lernenden zu erzeugen und daran Bewertungsmaßstäbe zu entwickeln. Dazu ist es nötig, alle drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung (Ökologie, Soziales, Ökonomie) in den Bildungsprozess mit einzubeziehen und Wechselwirkungen auf lokaler und globaler Ebene zu verdeutlichen. Innerhalb der Bildungseinheit sollten die Prozesse zur Ausbildung von Kompetenzen im Bereich Erkennen, Bewerten und Handeln gemeinsam mit den Lernenden stets begleitend kritisch reflektiert und diskutiert werden.

### **Handlungspotential**

Der Ressourcen- und Energieverbrauch stellt eine komplexe, aber nicht abstrakte Problematik dar und weist eindeutig einen starken Bezug zur Lebenswirklichkeit der Lernenden auf. Durch die unmittelbare Erlebbarkeit besteht das Potential, eine Identifikation mit der Thematik – sprich indirekt mit dem Arbeitsbereich nachhaltiger Entwicklung – zu erzeugen, d.h. über die Bildungseinheit hinaus Engagement bei den Teilnehmenden zu erzeugen.

## Methodisch-Didaktische Strukturierung

Neben der Orientierung an den didaktischen Leitlinien für die Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung ist das Querschnittsmodul an folgenden vier lernpsychologischen Kategorien angelehnt (Wiedemann 2016, 51f.):

**1. Wahrnehmen:** Der Nachhaltigkeitsbegriff ist abstrakt und wird in mehreren Kontexten verwendet. Innerhalb des Querschnittsmodules ist deshalb darauf zu achten, dass abstrakte Inhalte für die Lernenden wahrnehmbar dargestellt werden. Die Lernenden lernen anhand der Globalen Nachhaltigkeitsziele die Grundsätze des nachhaltigen Bauens kennen. Beginnend mit einer Plenumsabfrage erfolgt eine erste thematische Annäherung. Als Einstieg sammeln die Lernenden Assoziationen zum Thema Zukunft und Nachhaltigkeit. Die Ergebnisse werden anhand der 17 SDGs thematisiert. Aufbauend auf den Ergebnissen stellen sie einen Bezug zu ihrer beruflichen Tätigkeit her. Bei der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen stellt das berufliche Handeln den Ausgangspunkt dar. Die Methode „Kundenauftrag“ ist eine arbeitsintegrierende Lernform, bei der das ganzheitliche Lernen im Fokus steht (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung o. J, 1). Die Lernenden erkennen über die Orientierung am Kundenauftrag dessen Integration in die betrieblichen und gesellschaftlichen Zusammenhänge. Damit wird die Grundlage der Entwicklung von Kompetenzen zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung geschaffen. Ziel dieser Einheit ist es, dass die Lernenden wissen, was Nachhaltigkeit bedeutet. Sie kennen die verschiedenen Dimensionen und die SDGs. Die Lernenden können außerdem mit Beispielen aus der Bauwirtschaft erklären, welche politischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen Handlungsmöglichkeiten für Nachhaltigkeit bestehen.

**2. Wissen:** Die Lernenden erlangen umfassendes Wissen über die Thematik „ressourcen- und energieeffizientes Bauen“ und lernen die damit zusammenhängenden komplexen Verflechtungen, Ursachen und Auswirkungen sowie Rückkopplungseffekte kennen. Die Methode „Mystery“ kann sowohl für die Einstiegsphase einer Lehreinheit, als auch für die Erarbeitungsphase genutzt werden. Insbesondere stehen hier die Problemanalyse, die Einordnung von Informationen, die Argumentationsfähigkeit und konzeptionelles sowie vernetztes Denken im Vordergrund. Die Methode unterstützt die Fähigkeit, die komplexen Herausforderungen der globalisierten Welt besser nachvollziehen zu können (Fridrich 2015, 50f.). Die Lernenden erfahren außerdem, welchen regionalen, lokalen und globalen Einfluss ihr berufliches Handeln erzeugt. In den Lernsituationen sollte außerdem darauf geachtet werden, einen Transfer zu den bereits erarbeiteten Lerninhalten herzustellen (Wiedemann 2016, 51f.).

**3. Werten:** In diesem Bereich stehen die kritische Reflexion sowie das Erkennen und Beurteilen verschiedener Werte im Fokus. Von besonderer Bedeutung ist der Perspektivenwechsel zwischen verschiedenen Positionen (Gritschke et al. 2011, 38). Nachhaltiges Bauen bedingt die Auseinandersetzung mit inter- und intragenerationeller Gerechtigkeit. Die Entscheidung über bestimmte Werkstoffe ist mit globalen Auswirkungen verbunden und Bauen ist ein zukunftsorientiertes Thema. Im Zusammenhang mit der beruflichen Facharbeit sollten daher auch die Effekte auf andere Regionen und nachkommende Generationen behandelt werden. Die Urteilsfähigkeit der Lernenden ist eine wichtige Grundlage, um Partizipation und Mitgestaltung zu erreichen. Eine effektive Lernmethode ist dabei die Auseinandersetzung mit bestimmten Konfliktsituationen zwischen Kundenanforderung und ökonomischer Vereinbarkeit (Wiedemann 2016, 51f.).

**4. Wirken:** Durch das Bearbeiten realistischer Lern- und Arbeitsaufgaben und der eigenständigen Erarbeitung von Handlungsoptionen erfolgt ein Wechsel von der Entscheidungsfindung bis hin zum verantwortungsbewussten Handeln. Dabei soll sichergestellt werden, dass ein Transfer von Wissen in Können erfolgt. Die Teilnehmer erlernen dabei die Fähigkeit zur Partizipation und Mitgestaltung von Entwicklungsprozessen. Das heißt, die Lernenden erfahren, welchen individuellen Beitrag zum ressourcenschonenden und energieeffizienten Bauen sie leisten können (Wiedemann 2016, 51f.).

## 6 Zielsetzung der Lerneinheit, Kompetenzbeschreibung

Mittels der Lerneinheit sollen die Problemanalyse-, die Beurteilungs- sowie die Handlungskompetenz der Lernenden gefördert werden. Um die Ausbildung der sogenannten Teilkompetenzen anzuregen, werden verschiedene didaktisch-methodische Elemente verwendet. Jeder Modulpunkt ist reflektiert einzusetzen und gegebenenfalls an die Fähigkeiten der Lernenden anzupassen. Die Lernenden erwerben folgende Fähigkeiten, angelehnt an die didaktischen Leitlinien einer BBnE, die in der methodisch-didaktischen Analyse an der jeweiligen Stelle begründet werden:

**Durch das Lernmodul werden folgende Kompetenzen gefördert:**

Die Lernenden sind in der Lage

- ▶ Kriterien für nachhaltiges Bauen zu definieren und damit einen Transfer von einer nachhaltigen Entwicklung auf das Bauwesen herzustellen.
- ▶ globale Zusammenhänge, die mit der Auswahl und Nutzung von Baustoffen lokal gekoppelt sind, zu benennen.
- ▶ begründet eine Auswahl an energetischen Sanierungsmaßnahmen in der Villa Mutzenbecher unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Interessen und unter Berücksichtigung der Zusammenarbeit mit anderen Gewerken zu treffen.

## 7 Ablauf des Lernmoduls

Lernphase	Zeit	Lehr-/Lern-Aktivität	Methoden/Medien
Rahmen- aufgabe Ausgangslage	30	<p>Die Lehrkraft weist zu Beginn des Moduls in die Rahmenaufgabe und den Ablauf des Moduls ein, um einen Rahmen für die Bearbeitung des vollständigen Grundlagenmoduls zu geben.</p> <p>Ggf. wird die Villa vor Ort oder virtuell begangen, so dass bauliche Details und Besonderheiten betrachtet werden können.</p>	<p><b>Szenario</b> „Anfrage der Stadt Hamburg“</p> <p><b>Aufgabe</b> „Einarbeitung in den Auftrag“</p> <p><b>Material</b> „Flipchart, Stifte, ggf. digitale Endgeräte und Internetzugang“</p>
Einführung in das Thema Nachhaltigkeit	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Brainstorming: Als Einführung werden die Assoziationen der Lernenden mit dem Thema Nachhaltigkeit abgefragt.</li> <li>■ Von der Lehrkraft werden das Konzept der Nachhaltigkeit und die SDGs vorgestellt.</li> <li>■ Ergebnisse werden in die 17 SDGs geclustert.</li> </ul>	<p><b>Aufgabe</b> „Plenumsabfrage und Visualisierung“</p> <p><b>Material</b> „Moderationskarten, Stifte, Metaplanwand, Arbeitsblätter“</p> <p><b>Information</b> „3-Säulen-Modell, SDGsg“</p> <p><b>Bezug zu den SDGs</b> „1-17“</p>
Nachhaltigkeit im Bauhand- werk	120	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Lernenden betrachten die Ergebnisse aus der vorherigen Übung gemeinsam und stellen Überlegungen an, wie die Stichworte mit ihrem Beruf zusammenhängen.</li> <li>■ Die Lernenden führen in Kleingruppen ein Brainstorming durch, um Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Arbeiten zu bestimmen.</li> <li>■ Ergebnisse werden in die 17 SDGs geclustert.</li> <li>■ Aus den besprochenen Ergebnissen leiten die Lernenden Kriterien für nachhaltiges Bauen und Sanieren ab.</li> </ul>	<p><b>Aufgabe</b> „Bezug zur beruflichen Tätigkeit herstellen – gemeinsames Brainstorming“</p> <p><b>Material</b> „Moderationskarten, Stifte, Metaplanwand, Arbeitsblätter“</p> <p><b>Bezug zu den SDGs</b> „1-17“</p> <p><b>Information</b> Ggf. „SDGs im Bezug zu nachhaltigem Bauen, Kriterien einer nachhaltigen Bewertung von Baustoffen (und Arbeitsprozessen)“</p>

Lernphase	Zeit	Lehr-/Lern-Aktivität	Methoden/Medien
Ressourcen-effizienz am Beispiel Sand	120	<p>Die Lehrperson stellt verschiedene Produkte mit (Zahnpasta, Papier, Arzneimittel, Gummi usw.) und ohne Inhaltsstoffen aus Sand vor und schafft dadurch eine Verknüpfung zwischen dem Alltag der Lernenden und dem Thema des Mysterys „Sand“.</p> <p>Die Lernenden notieren ihre Vermutungen zu weiteren im Alltag genutzten Gegenständen aus Sand in einer Mindmap.</p> <p>Basierend auf dieser Mindmap behandelt die Lehrperson das Thema im Plenum. Dabei werden weitere Produkte mit Sandbestandteilen aufgezählt.</p> <p>Die Lehrperson liest die Einstiegsgeschichte des Mysterys und die Leitfrage vor.</p> <p>Die Lernenden füllen jeweils den ersten Teil des Arbeitsblattes aus.</p> <p>Nach der Einteilung in Kleingruppen erhalten die Lernenden 30 Informationskarten, um die Leitfrage zu beantworten. Die erstellten Wirkungsgefüge mit den Karten werden auf Flipchart-Blättern befestigt.</p> <p>Die Lernenden diskutieren und formulieren in Kleingruppen Handlungsalternativen verschiedener Akteure (Baubetrieb, Politiker:in, Individuum) Präsentation und Diskussion im Plenum.</p>	<p><b>Methode</b> „Mystery zum Thema Sand“</p> <p><b>Aufgabe</b> „Zusammenhang der Backsteine in der Villa Mutzenbecher mit dem Sandabbau in Indonesien bestimmen“, „Ressourcen-effiziente Handlungsalter-nativen erkennen“</p> <p><b>Material + Information</b> „Produkte ohne und mit Sandbestandteilen, Flipchart/Metaplanwand, Stifte, Kleber, Scheren, Einstiegsgeschichte, Informationskärtchen, Arbeitsblätter, Atlas/digitale Endgeräte+ Internet“</p> <p><b>Bezug zu den SDGs</b> „1-17“</p>
Energie-effizienz: Sanierungsmaßnahmen unter Nachhaltigkeitsaspekten	140	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernenden verschaffen sich in Kleingruppen einen Überblick zu den Baumängeln der Villa, die auf den Fotos sichtbar sind (evtl. Begehung der Villa im virtuellen Rundgang vor der Sanierung).</li> <li>Die Lernenden informieren sich über verschiedene Sanierungsmaßnahmen (Dach, Fassade, Heizung, Fenster) an Stationen.</li> <li>Die Lernenden legen energetische Sanierungsmaßnahmen fest und notieren diese auf ihrem Laufzettel.</li> </ul>	<p><b>Aufgabe</b> „Stationen“</p> <p><b>Aufgabe</b> „Festlegung und Bewertung energetischer Sanierungsmaßnahmen unter Nachhaltigkeitsaspekten und Absprache unterschiedlicher Gewerke“</p>

Lernphase	Zeit	Lehr-/Lern-Aktivität	Methoden/Medien
		<p>Die Lernenden halten fest, welche Gewerke sich für die Sanierungsmaßnahmen absprechen sollen.</p> <p>Die Lernenden bewerten die Sanierungsmaßnahmen nach Aspekten der Nachhaltigkeit und der Machbarkeit.</p> <p>Die Lernenden entscheiden sich begründet für eine Sanierungsreihenfolge.</p> <p>Die Lernenden präsentieren ihre Ergebnisse in Gruppen.</p>	<p><b>Material + Information</b>  <i>„Fotos, virtueller Rundgang (PCs, Internetanschluss), Laufzettel „Sanierungsfahrplan“, Arbeitsblätter, Stationenmaterial“</i></p>
Abschlussdiskussion und Reflexion	90	<p>Es wird eine Pro- und Contra-Diskussion zu den unterschiedlichen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.</p> <p>Die Lernenden reflektieren die Methode „Diskussion“.</p> <p>Die Lernenden reflektieren das Lernmodul anhand von Fragestellungen zum Thema.</p>	<p><b>Methode</b>  <i>„Diskussion“</i></p> <p><b>Aufgabel</b>  <i>„Bewertung energetischer Sanierungsmaßnahmen unter Nachhaltigkeitsaspekten“</i></p>

Der geplante Zeitrahmen dieses Lernmoduls beträgt ca. 600 Minuten.





## Nachhaltiges Bauen in einem denkmalgeschützten Gebäude


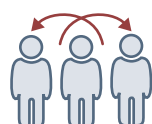







### Lernmodul Nachhaltiges Bauen (Lösungen)

Das Projekt GESA wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf – BBNE“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert.

## Arbeitsmaterial für Lernende (Icons)

Im folgenden Lernmodul werden Sie am Rand Icons finden. Sie sind Erkennungszeichen für eine dahinterliegende Funktion. Des Weiteren werden in einigen Textabschnitten, in kleinen grünen Kästchen, kurze Zusammenfassungen bzw. Anregungen zum Inhalt gegeben.

<b>Icons zur schnelleren Orientierung</b>		Szenario/ Kundenauftrag	
Gewerke übergreifendes Arbeiten		Informationen	
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung		Aufgaben	
Denkmalschutz		Material	

## Erläuterungen zu den Icons



Das Icon „**Szenario/Kundenauftrag**“ steht zu Beginn jedes Lernmoduls. Es soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um das übergreifende Lernszenario bzw. den Kundenauftrag eines Lernmoduls handelt.



Das Icon „**Information**“ soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um wichtige Sachinformationen, wie z.B. technische Tabellen, Produkt- und Herstellerangaben, Gesetze, Vorschriften und fachliche Infotexte zur Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben handelt.



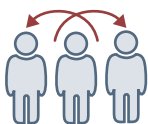
Das Icon „**Aufgaben**“ soll kennzeichnen, dass es sich nebenstehend um eine Lern- und Arbeitsaufgabe handelt, die in Einzelarbeit, zu zweit oder im Team bearbeitet werden kann.



Das Icon „**Material**“ soll darauf verweisen, dass z.B. Grafiken, Protokollvorlagen oder Grundrisse zur Bearbeitung der Aufgaben beitragen.



**Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE):** Das Icon steht für Inhalte, die einen besonderen und unmittelbaren Bezug zu BBNE haben. Unter BBNE wird folgendes verstanden: „BBNE ist eine berufliche Bildung zu zukunftsfähigen Denken und Handeln in beruflichen, betrieblichen, gesellschaftlichen und privaten Kontexten, die es ermöglicht die Auswirkungen des eigenen beruflichen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.“



Das Icon „**Gewerke übergreifendes Arbeiten**“, verweist darauf, dass die nebenstehenden Textinhalte im unmittelbaren Zusammenhang mit Gewerke übergreifender Zusammenarbeit steht. Darunter wird verstanden, dass sich Handwerker:innen aus unterschiedlichen Gewerken (z.B. Elektriker:in und Tischler:in) abstimmen müssen. Zur fachgerechten Umsetzung müssen Absprachen über sogenannte Schnittstellen geführt werden.



Das Icon „**Denkmalschutz**“ soll ausdrücken, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um besondere Anforderungen handelt, die mit dem Denkmalschutz verbunden sind. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, die Gebäudeausstattung im Sinne des Denkmalschutzes zu erhalten, d.h. sie nahe dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen.



## Rahmenaufgabe – Ausgangslage „Anfrage der Stadt Hamburg“



*Nachhaltiges Bauen in der Villa Mutzenbecher*

„Über viele Jahre stand die sogenannte Mutzenbecher-Villa im Niendorfer Gehege größtenteils leer und verfiel. Nach langem Ringen und einem großen bürgerschaftlichen Engagement wird die Villa nun saniert.

Vor über 30 Jahren wurde die Villa Mutzenbecher zum letzten Mal saniert. Kontinuierlich vernachlässigt, machen sich inzwischen die Schäden in der Villa bemerkbar. Mängel an der Dachkonstruktion haben zu Feuchtigkeit und Schimmel im Inneren geführt. Nach und nach sollen das Dach erneuert, das Mauerwerk instandgesetzt, die historischen Fenster und Türen, die Böden und der Stuck aufgearbeitet und die Veranda wiederhergestellt werden.

Bei einer nachhaltigen Sanierung der Villa Mutzenbecher sind neben den bekannten Grundsätzen der Bauausführung auch übergeordnete Aspekte zu berücksichtigen. Die Stadt Hamburg möchte gewährleisten, dass sich die Maßnahme auch auf lange Sicht als ökologisch verträglich, ökonomisch überzeugend und energieeffizient bewährt.





## Begehung der Villa Mutzenbecher

Obwohl die Villa Mutzenbecher seit 2007 unter Denkmalschutz steht, kam es 2012 zur Diskussion darüber, ob die Villa abgerissen werden sollte. Insbesondere die Frage nach dem Nutzen und den zu erwartenden Sanierungskosten wurde kontrovers diskutiert. Sie möchten sich selbst ein Urteil zum Denkmalwert bilden und schauen sich die Villa genauer an.



Starten Sie den 3D-Rundgang (<https://bbne-mutzenbecher.blogs.uni-hamburg.de/>) und schauen Sie sich sämtliche Räume an – vor und nach der Sanierung! Achten Sie besonders auf bauliche Details der Villa Mutzenbecher, die heute nicht mehr üblich sind.





## Einführung in das Thema „Nachhaltigkeit“

1. Notieren Sie Ihre Gedanken zu folgender Fragestellung auf Stichwortkarten (z.B. weiße Metaplankarten):



### Nachhaltigkeit bedeutet:

„Heute nicht auf Kosten von morgen und hier nicht zulasten von anderswo arbeiten und leben“

Welche Aspekte fallen Ihnen zu dieser Definition von Nachhaltigkeit ein?

Denken Sie dabei zum Beispiel an Ihren Alltag, Ihr Berufsleben, die Villa Mutzenbecher, den Globus, ...

2. Stellen Sie Ihre Notizen im Plenum vor und clustern Sie anschließend Ihre Stichworte nach den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen. Diskutieren Sie gemeinsam Ihre Resultate.



## Einführung in das Thema „Nachhaltigkeit im Bauhandwerk“

3. Notieren Sie in Kleingruppen Ihre Gedanken zu folgender Fragestellung. Nutzen Sie dafür das Arbeitsblatt Brainstorming – die Methode 6-3-5



Was hat Nachhaltigkeit mit Ihrem Beruf und Betrieb zu tun? Formulieren Sie Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Arbeiten. Denken Sie dabei an Dinge, die in Ihrem Betrieb bereits umgesetzt werden, aber auch an solche, die darüber hinaus vorstellbar wären. Nutzen Sie die SDGs als Orientierungshilfe. Lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf!

5. Stellen Sie Ihre Ergebnisse im Plenum vor und clustern Sie anschließend auch diese nach den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen. Diskutieren Sie gemeinsam Ihre Resultate.
6. Erstellen Sie mithilfe der gesammelten Ergebnisse **Kriterien für nachhaltiges Bauen und Sanieren** und erweitern Sie diese im Verlauf des Moduls. Notieren Sie diese in die vorhandene Tabelle (siehe Arbeitsblatt).





## Brainstorming – die Methode 6-3-5 6 Runden mit 3 Ideen in jeweils 5 Minuten

### Kreativmethode Brainwriting

**Die Idee:** Sechs Lernende einer Kleingruppe notieren zu einem vordefinierten Problem oder einer Fragestellung jeweils drei Ideen auf einem Arbeitsblatt. In der nächsten Runde lassen sich die Lernenden von den Ideen der Vorgänger anregen und schreiben drei neue Ideen auf. Das geht sechs Runden lang.

**Fazit:** Nach sechs Runden max.  $6 \text{ TN} \times 3 \text{ Ideen} \times 6 \text{ Runden} = \text{Lösungsvorschläge}$

### Ablauf

- 6 Teilnehmer im Kreis
- Die Lernenden erhalten jeweils ein vorbereitetes Arbeitsblatt mit 6x3 Kästchen
- Erste Runde: Jede:r Lernende notiert in die erste Zeile drei Ideen zu der Fragestellung
- Nach max. fünf Minuten reicht jede:r Lernende das Blatt im Uhrzeigersinn an die Nachbarin oder den Nachbarn weiter
- Zweite Runde: Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer notiert drei weitere Ideen zu den Vorschlägen des Vorgängers oder der Vorgängerin
- Nach max. 5 Minuten Weitergabe des Formulars im Uhrzeigersinn
- dritte, vierte, fünfte, sechste Runde wie zweite Runde
- Nach der sechsten Runde ist das ausgefüllte Arbeitsblatt wieder beim „Besitzer“ oder der „Besitzerin“
- Auswertung und Diskussion der Ideen



### Hinweise:

- Die Ideen des Vorgängers oder der Vorgängerin dienen als Anregung, um weitere Ideen zu notieren. Aber auch ganz neue Ideen können formuliert werden.
- Die Ideen sollen nicht wiederholt werden. Nicht alle Kästchen sind für die Aufgabe entscheidend.



**Was hat Nachhaltigkeit mit Ihrem Beruf und Betrieb zu tun?**

Formulieren Sie Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Arbeiten. Denken Sie dabei an Dinge, die in Ihrem Betrieb bereits umgesetzt werden, aber auch an solche, die darüber hinaus vorstellbar wären. Nutzen Sie die SDGs als Orientierungshilfe.

Lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf!

Idee Nr. 1	Idee Nr. 2	Idee Nr. 3
<p>Individuelle Ideen -&gt;                      Lösungen für Kriterien einer nachhaltigen                      Bewertung von Baustoffen und Arbeitsprozessen                      befinden sich weiter unten.</p>		



## Grundlagen Nachhaltigkeit



Geschichte des Begriffes „Nachhaltigkeit“

Der Begriff ‚Nachhaltigkeit‘ wurde erstmals durch Hans Carl von Carlowitz im Jahr 1713 geprägt. In seinem Werk „Sylvicultura Oeconomica“ forderte er angesichts der damals zu beobachtenden Übernutzung der Wälder eine nachhaltige Nutzung des Waldes und Reserven auch für künftige Generationen zu erhalten. Unter einer nachhaltenden Forstwirtschaft wurde somit verstanden, nur die Menge an Holz jährlich zu schlagen, die mit einer Aufforstung auszugleichen ist. Und das gilt nicht nur für das Holz, sondern für weitere Bodenschätze und Rohstoffe wie zum Beispiel Wasser, Erdöl und vieles mehr.

### Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung ...

... ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.

### Drei-Säulen-Modell

Das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung ist auf der Weltkonferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro mit der Agenda 21 bekannt geworden und seitdem in der politischen Agenda von 178 Nationen verankert. Das 40 Kapitel und etwa 360 Seiten umfassende Dokument befasst sich unter anderem mit sozioökonomischen Fragen (Armut, Demographie, Gesundheit oder Konsumverhalten), ökologischen Themen (Klima, Wald, Meere, Artenvielfalt), zielgruppenspezifischen Themen (Frauen, Kinder, Bauern, NGOs) und konkreten Maßnahmen zur Umsetzung (Finanzmittel, Bildung und Wissenschaft, Technologietransfer) (BMUV 1992).

1992 in Rio de Janeiro: Agenda 21

Zielsetzung der Agenda 21 ist es, das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung genauer zu definieren und in direktes politisches Handeln umzusetzen. So ist das bekannte „Drei-Säulen-Modell“, welches auch heute noch die Basis vieler nationaler und internationaler Nachhaltigkeitskonzepte darstellt, auf die Agenda 21 zurückzuführen. In dem Modell werden dabei die drei verschiedenen Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales differenziert:

Definitionen der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit

Die **ökologische Dimension** weist auf einen schonenden Umgang mit den globalen Rohstoff- und Energieressourcen hin, beachtet Grenzen für die Aufnahmefähigkeit der Erde für Abfälle und Emissionen und die Grenzen für Eingriffe in den Naturhaushalt.

Die **ökonomische Dimension** steht für eine dauerhafte wettbewerbsfähige Wertschöpfung in Produktion, Handel und Dienstleistung.

Die **soziale Dimension** definiert eine Gleichverteilung der Ressourcen, soziale Gerechtigkeit, humane Arbeitsplätze sowie Bildung und Qualifikation.



## Globale Nachhaltigkeitsziele (SDGs) im Bezug zu nachhaltigem Bauen



<p><b>1 KEINE ARMUT</b></p> 	<p><b>Armut in allen ihren Formen und überall beenden.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen schafft lokale Arbeitsplätze und beugt durch Planung und Qualitätssicherung Risiken vor, reduziert Betriebs- und Folgekosten und schafft bezahlbaren Wohnraum für alle.</p>
<p><b>2 KEIN HUNGER</b></p> 	<p><b>Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen schafft lokale Arbeitsplätze und schafft Arbeit und Bezahlung für Beschäftigte. Ein schonender Umgang mit Siedlungsflächen bewahrt landwirtschaftliche Produktionsflächen.</p>
<p><b>3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN</b></p> 	<p><b>Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen generiert lebenswerte Innen- und Außenräume und fokussiert den Menschen, seine Gesundheit und Wohlbefinden.</p>
<p><b>4 HOCHWERTIGE BILDUNG</b></p> 	<p><b>Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen unterstützt das Bewusstsein für nachhaltige Entwicklung in der Bau- und Immobilienbranche durch gut ausgebildete Menschen.</p>
<p><b>5 GESCHLECHTERGLEICHHEIT</b></p> 	<p><b>Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen ermöglicht allen Geschlechtern den Zugang zum Bauhandwerk. Jede:r hat eine freie Berufswahl</p>
<p><b>6 SAUBERES WASSER UND SANITÄREINRICHTUNGEN</b></p> 	<p><b>Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen legt Wert auf einen verantwortungsvollen und effizienten Umgang mit der Wassernutzung im Bau und Betrieb, um die Wasserknappheit zu reduzieren.</p>



<p><b>7</b> BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE</p> 	<p><b>Zugang zu bezahlbarer, verllässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen schafft lokale Arbeitsplätze und beugt durch Planung und Qualitätssicherung Risiken vor, reduziert Betriebs- und Folgekosten und schafft bezahlbaren Wohnraum für alle.</p>
<p><b>8</b> MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM</p> 	<p><b>Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen setzt eine Transparenz in der Wertschöpfungs- und Lieferkette voraus, so dass nachhaltiges Wirtschaften im Einklang mit Menschen und Umwelt möglich ist.</p>
<p><b>9</b> INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR</p> 	<p><b>Widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen ermöglicht in der Planung Raum für Innovationen und Weiterentwicklung und fördert eine nachhaltige Mobilitäts- und Energieinfrastruktur in Quartieren.</p>
<p><b>10</b> WENIGER UNGLEICHHEITEN</p> 	<p><b>Ungleichheit in und zwischen Ländern verringern.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen schafft mit Einrichtungen und Verkehrsinfrastruktur gleiche Voraussetzungen und baut somit die Ungleichheiten ab.</p>
<p><b>11</b> NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN</p> 	<p><b>Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen generiert lebenswerte, widerstandsfähige Quartiere, die im Einklang mit ihrer Umwelt zu einer nachhaltigen, inklusiven und sicheren Stadtentwicklung beitragen.</p>
<p><b>12</b> NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION</p> 	<p><b>Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen trägt durch eine Baustoffauswahl im Sinne von Suffizienz und Circular Economy zu einem verantwortungsvollen Umgang mit endlichen Ressourcen der Welt bei.</p>



<p><b>13</b> MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ</p> 	<p><b>Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen leistet durch die Klimaneutralität von Gebäuden und Quartieren einen Beitrag zum Klimaschutz.</p>
<p><b>14</b> LEBEN UNTER WASSER</p> 	<p><b>Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen.</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen schafft die Infrastruktur zu einer umweltverträglichen Entsorgung von Abwässern, um umweltgefährdende Folgen wie die Überdüngung von Gewässern zu vermeiden.</p>
<p><b>15</b> LEBEN AN LAND</p> 	<p><b>Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, ...</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen setzt bei der Errichtung von Bauwerken und der Nutzung von Rohstoffen auf schonende Eingriffe in die Natur, um Biodiversitäts-, Arten- und Landflächenschutz sicherzustellen.</p>
<p><b>16</b> FRIEDEN, GERECHTIGKEIT UND STARKE INSTITUTIONEN</p> 	<p><b>Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern ...</b></p> <p>Nachhaltiges Bauen fördert eine integrative Planung unter Einbeziehung aller am Bau Beteiligten. Dadurch wird eine inklusive, partizipative Entscheidungsfindung angeregt.</p>
<p><b>17</b> PARTNERSCHAFTEN ZUR ERREICHUNG DER ZIELE</p> 	<p><b>Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen.</b></p> <p><b>Nachhaltiges Bauen nutzt die Stärke von Netzwerken und internationale Partnerschaften, um gemeinsam Lösungen zu entwickeln und in konkrete Umsetzung zu überführen.</b></p>





## Kriterien einer nachhaltigen Bewertung von Baustoffen



<p><b>Herkunft:</b></p>	<p>Die Herkunft eines Baustoffes spielt eine wichtige Rolle. Woher kommt der Baustoff? Im Bauwesen kommen ganz unterschiedliche Rohstoffe aus verschiedenen Ländern zum Einsatz. Oftmals ist uns jedoch nicht bewusst, mit welchen sozialen und ökologischen Folgen der Rohstoffabbau verbunden ist. Die Auswahl der Baustoffe beginnt also bereits bei den dafür eingesetzten Rohstoffen, um ein sozial- und umweltgerechtes Haus zu bauen.</p>
<p><b>Transport</b></p>	<p>Auch der Transport ist ein wichtiger Faktor für die Nachhaltigkeit, lange Transportwege sind mit einem hohen Energieaufwand verbunden.</p>
<p><b>Ausgangsmaterial:</b></p>	<p>Woraus wird der Baustoff hergestellt? Wie umweltschonend sind die Ausgangsmaterialien? Werden z.B. Recyclingprodukte verwendet?</p>
<p><b>Herstellungsprozess:</b></p>	<p>Viele Baustoffe sind mit einem aufwändigen Herstellungsprozess verbunden, was ebenfalls einiges an Ressourcen kostet.</p>
<p><b>CO2-Bilanz:</b></p>	<p>Wie jedes Auto hat auch jeder Baustoff eine eigene CO2-Bilanz. Diese setzt sich aus dem Energieverbrauch bei der Herstellung und dem Transport zusammen. Auch bei den unterschiedlichen Arbeitsprozessen entsteht CO2.</p>
<p><b>Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung:</b></p>	<p>Der Produktionsprozess eines Baustoffes ist oftmals mit einer Schadstofffreisetzung verbunden. Welche Schadstoffe werden freigesetzt? Wem schaden diese und weshalb?</p>



<p><b>Schadstoffbelastung nach der Verarbeitung:</b></p>	<p>Baustoffe können die Umwelt und den Menschen auch nach ihrer Verarbeitung (z. B. im Hausbau) mit Schadstoffen belasten.</p>
<p><b>Langlebigkeit:</b></p>	<p>Wie lange hält ein verarbeiteter Baustoff? Wie stabil ist dieser? Lohnt sich evtl. ein aufwändiger Arbeitsprozess für eine langlebige Lösung?</p>
<p><b>Recyclingfähigkeit:</b></p>	<p>Was passiert mit dem Baustoff nach Abriss eines Hauses? Kann er wiederverwertet werden?</p>
<p><b>Entsorgung:</b></p>	<p>Kann der Baustoff problemlos entsorgt werden? Ist die Entsorgung teuer?</p>
<p><b>Verwendung:</b></p>	<p>Wie und wo kommt der Baustoff im Hausbau zum Einsatz? Lässt er sich mit wenig Aufwand verarbeiten?</p>
<p><b>Preis:</b></p>	<p>Was kostet der Baustoff? Wie rentabel ist er in Bezug auf Langlebigkeit, Recycling etc.? Welche Folgekosten und welcher Wartungsaufwand sind mit der Entscheidung für ein bestimmtes Bauteil verbunden?</p>



## Mystery – Methode

### Was ist ein Mystery?

Die Lernenden lernen anhand einer rätselhaften Leitfrage zu einem Fallbeispiel systematisch mit verschiedenen Informationen aller Art umzugehen, Zusammenhänge zu erkennen und Aussagen einzuordnen. Die Lernform fördert ein problemorientiertes Lernen: Das Vorwissen und die eigenen Erfahrungen der Lernenden werden aktiviert, neue Informationsquellen erschlossen und Zusammenhänge gesucht sowie Schlussfolgerungen gezogen. Die Methode ermöglicht eigene Vorstellungen zu einem Thema und es gibt verschiedene Lösungsansätze zur Beantwortung der Leitfrage.

### Ziel

Konstruktivistische Methode zur Verbesserung des vernetzten Denkens und der systematischen Erschließung von Lösungswegen.



### Materialien

- Eine Einstiegsgeschichte
- Eine Leitfrage
- Ca. 15-30 Informationskarten pro Gruppe
- Kopiervorlage (Arbeitsblatt)
- Hintergrundinformationen (zusätzliches Material)
- Ein Plakat/Flipchart für die Präsentation

### Dauer

180 Minuten (für Vorbereitung/Durchführung und Reflexion)

### Ablauf

#### 1. Methodische Einführung

Zur Einführung in die Methode kann die Vorgehensweise anhand eines Krimis erklärt werden: Zu Beginn werden nur Hinweise gegeben und ein Verdacht wird aufgestellt. Nach und nach ergeben sich weitere Wirkungszusammenhänge, mit denen eine ganze Geschichte konstruiert werden kann.

Die Lehrperson stellt verschiedene Produkte mit Inhaltsstoffen aus Sand (Zahnpasta, Papier, Arzneimittel, Gummi usw.) und ohne Inhaltsstoffe aus Sand vor und schafft dadurch eine Verknüpfung zwischen dem Alltag der Lernenden und dem Thema des Mysterys „Sand“. Die Lernenden notieren ihre Vermutungen zu weiteren im Alltag genutzten Gegenständen aus Sand in einer Mindmap. Basierend auf dieser Mindmap behandelt die Lehrperson das Thema im Plenum. Dabei werden weitere Produkte mit Sandbestandteilen aufgezählt. Die Lehrperson liest die Einstiegsgeschichte des Mysterys und die Leitfrage vor. Die Lernenden füllen jeweils den ersten Teil des Arbeitsblattes aus.

#### 2. Gruppenarbeit zur Beantwortung der Leitfrage

Nach der Einteilung in Kleingruppen erhalten die Lernenden 30 Informationskarten, um die Leitfrage zu beantworten. Die erstellten Wirkungsgefüge mit den Karten werden auf Flipchart-Blätter befestigt. Die Lehrkraft weist die Lernenden zu Beginn der Methode darauf hin, dass es mehrere Lösungswege gibt. Anschließend wird in der Kleingruppe mit den Informationskarten ein Lösungsweg erarbeitet und visualisiert. Die Lernenden diskutieren und formulieren zudem Handlungsalternativen verschiedener Akteure (Baubetrieb, Politiker:in, Individuum). Das Ziel ist es, die Zusammenhänge und Lösungswege zu erklären und im Plenum zu präsentieren.

#### 3. Ergebnispräsentation und -diskussion

Anschließend folgen Gruppenpräsentationen und eine Diskussion im Plenum.

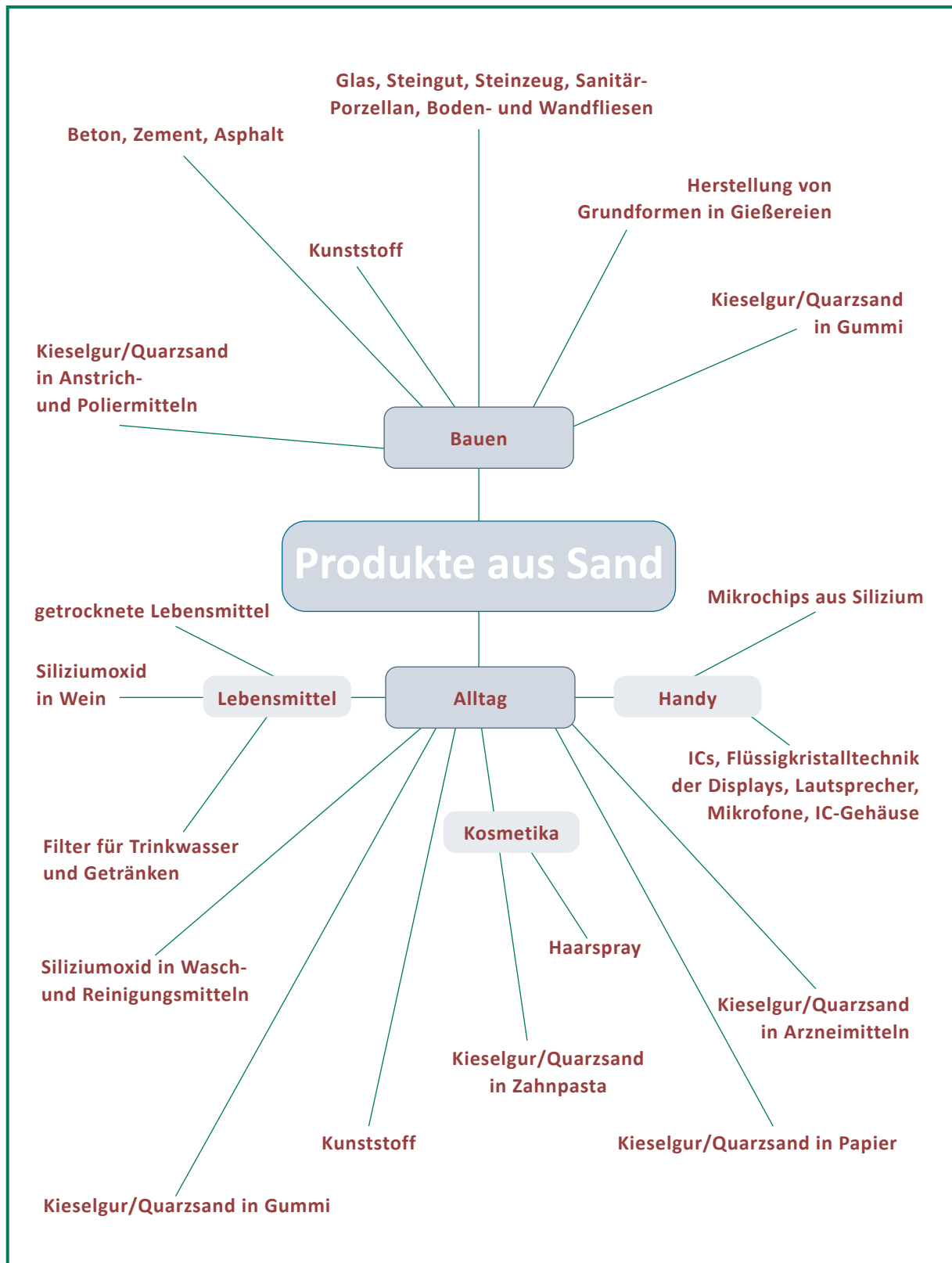
### Arbeitsauftrag zur Ressourceneffizienz

1. Benennen Sie Produkte, die aus Sand oder Bestandteilen von Sand bestehen und tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Mindmap ein.
2. Lesen Sie sich die Geschichte durch und stellen sie eine Vermutung zur Leitfrage auf.
3. Verorten Sie die Insel Sulawesi in Indonesien auf der Landkarte.
4. Ordnen Sie die Kärtchen entsprechend der Informationen in Kleingruppen.
  - Was ist wichtig?
  - Was scheint unwichtig?
  - Welche Gemeinsamkeiten weisen die Kärtchen auf?
  - Sind alle Karten relevant?
5. Beantworten Sie die Leitfrage ausführlich, indem Sie die Kärtchen auf ein Flipchart-Blatt kleben. Begründen Sie Ihre Lösung und heben Sie wichtige Zusammenhänge grafisch hervor.
6. Formulieren Sie mögliche Handlungsalternativen der verschiedenen Akteure (siehe Arbeitsblatt), um die Ressource Sand zu schonen.
7. Präsentieren Sie der Lerngruppe Ihr Ergebnis.

**Tipp:** Es müssen nicht alle Karten für die Lösung verwendet werden.

**Hilfsmittel:** Informationskarten und Kartenmaterial (analog oder digital)

# Mindmap





## Einstiegsgeschichte „Villa Mutzenbecher“



Um 1900 etablierte sich das ländliche Niendorf als Sommerfrische für die Hamburger. Auch der Generaldirektor des Hamburger Versicherungskonzerns Albingia, Hermann Franz Matthias Mutzenbecher, kaufte 68 Hektar des heutigen Niendorfer Geheges, um darauf sein Sommer-Domizil zu bauen - die heutige Mutzenbecher-Villa. Ein heute nicht mehr bekannter Architekt entwarf das Gebäude, und 1908-10 wurde der renommierte Architekt Erich Elingius noch einmal damit beauftragt, den zweigeschossigen Backsteinbau umzugestalten.

Niri lebt mit ca. 400 anderen Fischern auf der Insel Sulawesi in Indonesien. Seine Existenz wird vom täglichen Fischfang bestimmt.



### Leitfrage:

Wie hängt Niris Existenzgrundlage mit dem Backsteinbau der Villa Mutzenbecher zusammen?





## Arbeitsblatt

Wie hängt Niris Existenzgrundlage mit dem Backsteinbau der Villa Mutzenbecher zusammen?

### 1. Meine Vermutung

Individuelle Lösungen → Auf den folgenden Seiten findet sich ein Lösungsvorschlag für eine Reihenfolge bzw. Zuordnung der Informationskärtchen

### 2. Hier liegt Sulawesi

Sulawesi (früher Celebes) ist eine indonesische Insel zwischen Borneo und Neuguinea mit einer Fläche von 189.216 km<sup>2</sup>.

### 3. Die Lösung der Gruppe am Schluss

### 4. Das habe ich durch die Aufgabe neu gelernt:

### 5. Das kann ich durch die neu gewonnenen Erkenntnisse an meinem privaten und beruflichen Handeln ändern:





## Mysterykarten



1.

Mit seinem Vater geht Niri täglich auf Fischfang, um seine Familie zu ernähren.

2.

Niri ist 18 Jahre alt und lebt an der Küste seiner Heimatstadt Palu auf der Insel Sulawesi in Indonesien. Niri hat zwei jüngere Geschwister.

4.

Sand steckt als Beton, Glas usw. in nahezu allen unseren Bauwerken, Straßen und anderen Teilen der Infrastruktur. Die Nachfrage nach diesem Rohstoff ist hoch.

3.

Seit einem Jahr geht der Fischfang zurück. Niri und seine Familie können nicht mehr vom Fischfang leben.

7.



7.







## Mysterykarten



7.



5.

Nach Wasser ist Sand das gefragteste Rohmaterial der Welt, pro Jahr werden knapp 40 Milliarden Tonnen Sand und Kies abgebaut.

7.

So viele Tonnen Sand stecken in:

- Einfamilienhaus: 200 Tonnen Sand
- Krankenhaus: 3.000 Tonnen Sand
- 1 km Autobahn: 30.000 Tonnen Sand

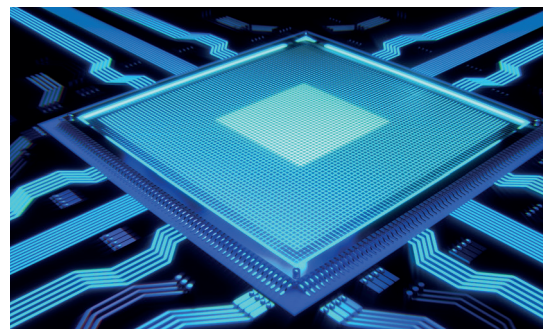
6.

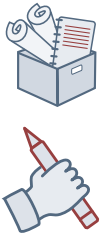
Sand steckt in Glas, Zahnpasta, Kosmetik, Solarzellen, Computerchips, Autoscheinwerfern und weiteren Gegenständen.

8.

Weniger als 5% der weltweiten Sandvorkommen können für Beton genutzt werden.

6.





6.



10.



6.



12.



9.

Wüstensandkörner sind zu rund, als dass sich der Zement anhaften könnte. Nur Meeressand ist für Beton und somit für den Bausektor geeignet.

21.

Ein weiteres Hindernis resultiert aus der aktuellen Entwicklung auf dem Grundstücksmarkt. Immer mehr Landwirte stellen ihre Flächen nicht für einen Rohstoffabbau zur Verfügung.



**15.**

Die verschlechterten Lebensbedingungen für die Tiere führen zu einer Abwanderung. Das löst eine Kettenreaktion aus. Am Ende der Kette stehen die Fischer, die in ihren Gebieten nichts mehr fangen.

**23.**

Recycelter Beton und andere Materialien können Sand und Kies als Bestandteil von Beton teilweise ersetzen. Beim Bauen können zudem alternative Baustoffe wie Holz, Stroh oder Recycling-Materialien eingesetzt werden.

**16.**

Der Sandabbau wird hauptsächlich angetrieben von:

- China
- Indien
- USA
- Iran
- Deutschland

**13.**

Methoden zum Sandabbau:

- Ausbaggern von Flussbetten
- Saugrüssel am Meeresgrund

**12.**

Das Ausbaggern von Küsten und Meeresböden zerstört Korallenriffe mitsamt ihren farbenfrohen Welten und ihrem Fischreichtum.

**11.**

In Indonesien werden 92 Prozent des Fischbedarfs über traditionelle Fischerei gedeckt. Durch den Sandabbau werden die Menschen ihrer Lebensgrundlage beraubt und die Existenz tausender Familien ist gefährdet.



14.

Beim Sandabbau geraten auch Kleinstlebewesen in den „Sauger“ – Lebewesen, die Nahrungsgrundlage für Meerestiere wie Plankton bis hin zu Delfinen sind.

22.

So mussten bereits in einigen Gebieten Deutschlands Kies- und Sandwerke aufgrund fehlender Erweiterungsflächen geschlossen werden.

17.

Singapur ist mit Abstand der größte Sandimporteure weltweit und nutzt den Sand vor allem zur Landgewinnung. Die Nachfrage durch Singapur verstärkte den Sandabbau an Stränden und in Flussbetten in den Nachbarländern wie z. B. Indonesien, Malaysia und Vietnam.

18.

Bereits 25 kleine indonesische Inseln wurden von der Weltkarte gestrichen, da sie infolge des rasanten Sandabbaus einfach verschwanden.

19.

Deutschland ist zwar grundsätzlich reich an Sand. Nur in ganz wenigen Regionen wie in den Großräumen München oder Stuttgart besteht eine geologische Knappheit. Dennoch droht auf dem heimischen Markt aktuell erhebliche Versorgungsengpässe.

20.

Ein Großteil der Vorkommen ist durch konkurrierende Nutzungen wie nationale und europäische Wasser-, Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie überbaute Flächen nicht abbaubar.



## Arbeitsauftrag zur Ressourceneffizienz

1. Wie kann die Ressource Sand mithilfe der jeweiligen Akteure geschont werden? Notieren Sie verschiedene Alternativen.



### Nachhaltiger Baubetrieb:

- Alternative Baumaterialien nutzen (Holz, Ton, Lehm, Recyclingbeton)
- Sand recyceln
- Bestand sanieren statt Neubau

### Politiker:in in Deutschland:

- Einfuhr von an gefährdeten Küstenregionen abgebautem Sand in Deutschland verbieten
- Einsatz von alternativen Baumaterialien im deutschen Bauwesen fördern

### Sie selbst:

- Gegen illegalen Sandabbau demonstrieren
- Petitionen gegen Sandabbau unterschreiben
- Den Konsum von Gütern aus Sand reduzieren
- auf recycelte Produkte umsteigen
- Firmen unterstützen, die auf Ressourcenschonung achten
- ...



## Energetische Sanierung der Villa Mutzenbecher

### Arbeitsauftrag zur Energieeffizienz

Bei der energetischen Sanierung in der Villa Mutzenbecher können Sie an vielen Punkten ansetzen. Wichtig ist besonders, dass alle Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden. Ist eine Dämmung ohnehin geplant, dann kann die neue Heizung beispielsweise viel kleiner ausfallen. Auch wenn nicht alle Maßnahmen sofort durchgeführt werden können, bedarf es eines Gesamtkonzeptes mit einem Sanierungsplan. Bei schrittweisen Sanierungen sind Zusammenhänge verschiedener Maßnahmenkomplexe dringend zu beachten.

1. Teilen Sie sich in vier Kleingruppen auf und wählen Sie zunächst eine der folgenden Stationen. Durchlaufen Sie mit Ihrer Gruppe alle Stationen.
  - a. Dach dämmen
  - b. Fassade dämmen
  - c. Heizungsanlage modernisieren
  - d. Fenster tauschen
2. Halten Sie auf den Arbeitsblättern der Stationen und auf Ihrem Laufzettel „Sanierungsfahrplan“ stichpunktartig fest, welche baulichen Mängel Ihnen in der Villa auffallen. Betrachten Sie dafür die Fotos an der jeweiligen Station und erkunden Sie die Villa vor der Sanierung im digitalen Rundgang <https://bbne-mutzenbecher.blogs.uni-hamburg.de/>.
3. Diskutieren und notieren Sie (im „Sanierungsfahrplan“) erste Überlegungen zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen und welche Gewerke sich bei den Sanierungsmaßnahmen absprechen sollten.
4. Informieren Sie sich über mögliche Sanierungsmaßnahmen an den Stationen und recherchieren Sie ggf. darüber hinaus.
5. Bewerten Sie die Sanierungsmaßnahmen unter Gesichtspunkten einer nachhaltigen Sanierung. Erstellen Sie eine Pro- und Contra-Liste. Überlegen Sie sich also vorab, welche Maßnahmen der energetischen Sanierung Sie umsetzen möchten. Berücksichtigen Sie bei Ihrer Entscheidung folgende Aspekte:
  - a. Die Sanierung soll unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit erfolgen. Beziehen Sie Ihre entwickelten Kriterien für eine nachhaltige Sanierung mit ein.
  - b. Die Stadt Hamburg verfügt über ein limitiertes Budget von 200.000 Euro für die Sanierung.
6. Einigen Sie sich gemeinsam, in welcher Reihenfolge die Sanierung stattfinden soll.
7. Präsentieren und diskutieren Sie Ihre Ergebnisse im Plenum.



## Energetische Sanierung

### Einführung

Der Begriff „**Energetische Sanierung**“ umfasst die Verbesserung bzw. Modernisierung der thermischen Gebäudehülle hinsichtlich ihrer Wärmeübertragung. Ziel ist die Minimierung des Energieverbrauchs für die Temperierung der Räume sowie die Senkung der Lüftungswärmeverluste.

Zuerst werden alle Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche wie Außenwände, Fenster und Außentüren, Dach, obere Geschossdecke, Kellerdecke bzw. Bodenplatte betrachtet. Für eine erfolgreiche Sanierungsstrategie ist nicht nur die Optimierung der Dämmstoffstärken entscheidend, sondern die möglichst lückenlose Verbesserung der gesamten thermischen Hülle.

Die ausschließliche Betrachtung einzelner Bauteile, z.B. der Dämmung der Fassade, ohne Überlegungen zu Fenstern und Fensterlaibungen bzw. des Lüftungskonzeptes kann zu eventuellen Bauschäden führen. Es ist deshalb unerlässlich, das Gebäude ganzheitlich zu betrachten. Zur Gesamtbetrachtung gehört weiterhin auch die Wärmeversorgung, da ein besser gedämmtes Haus eine kleinere Heizanlage erfordert. Niedertemperatursysteme, wie z.B. Fußboden- oder Wandheizungssysteme sind nur in gedämmten Gebäuden sinnvoll nutzbar. Bei der Erstellung des Sanierungskonzeptes muss die Dimensionierung der haustechnischen Anlage unter Berücksichtigung der im Endzustand vorhandenen Gebäudehülle erfolgen. Anderenfalls wird die Heizung unter Umständen überdimensioniert, was zu einem höheren Energieverbrauch führt.



**Mit der energetischen Sanierung der Villa Mutzenbecher sind folgende Zielstellungen verbunden:**

Ziel 1: \_\_\_\_\_

Ziel 2: \_\_\_\_\_ Die Lösung  
finden Sie aus-  
führlich auf der

Ziel 3: \_\_\_\_\_ nächsten Seite. \_\_\_\_\_

Ziel 4: \_\_\_\_\_







**Mit der energetischen Sanierung der Villa Mutzenbecher sind folgende Zielstellungen verbunden:**

**Ziel 1:**

**Ökologie - Verminderung des Brennstoffverbrauchs**

Ältere Gebäude wurden zwar den früher anerkannten Regeln der Technik entsprechend konstruiert und gebaut. Den geänderten Anforderungen der Nutzer (höhere Temperaturen, mehr temperierte Räume, höhere Feuchtebelastung etc.) können sie jedoch in der Regel nicht gerecht werden. Ein hoher Brennstoffverbrauch und damit verbunden ein unzeitgemäßer CO<sub>2</sub>-Ausstoß sind die Folge. Die wirksame wärmetechnische Ertüchtigung des Gebäudebestandes ist ein Schlüssel für die Verringerung des Ressourcenverbrauchs und zum Schutz der Umwelt. Durch die Verwendung von ökologischen Naturbaustoffen lässt sich der umweltfreundliche Aspekt noch untersetzen.

**Ziel 2:**

**Ökonomie - Wirtschaftlichkeit**

Eine Sanierung hat immer auch den Erhalt des Wertes einer Immobilie zum Ziel. Als Ergebnis einer energetischen Sanierung wird erwartet, dass die Kosten für den Energiebezug deutlich sinken. Dabei gibt es in aller Regel Synergieeffekte, da nicht nur Heizkosten, sondern auch Instandhaltungskosten gespart werden können. Bei steigenden Energiepreisen wird der Zeitpunkt der Wirtschaftlichkeit von Sanierungskosten eher erreicht.

**Ziel 3:**

**Steigerung der Nutzungsqualität**

Eine gelungene energetische Sanierung führt auch zu einer deutlichen Steigerung der Nutzungsqualität einer Immobilie. Hier spielen insbesondere Fragen des thermischen Komforts und der Luftqualität eine entscheidende Rolle. So wird durch eine Wärmedämmung von Außenwänden, unabhängig von der Lage der Dämmschicht, immer auch eine Erhöhung der raumseitigen Wandtemperaturen erreicht. Dadurch verbessert sich das Behaglichkeitsempfinden der Nutzer spürbar. Die Installation einer energieeffizienten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann für die Abfuhr der verbrauchten Luft ohne übermäßige Wärmeverluste sorgen. Speziell für Allergiker ist eine Filterung der Zuluft interessant, da so eine nahezu pollenfreie Innenraumluft erreicht werden kann.

**Ziel 4:**

**Vermeidung von Bauschäden – Nachhaltigkeit**

Die energetische Sanierung trägt ebenfalls zur Vermeidung von Bauschäden bei. Gut gedämmte Bauteile verringern die Gefahr der Schimmelbildung auf inneren Oberflächen von Außenbauteilen. Mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung tragen zur Abfuhr der überschüssigen Raumfeuchte bei, welche als Schadensquelle fungieren kann. Die Verwendung regionaler Baustoffe, bzw. die Weiter-nutzung bestehender Bausubstanz ist sehr nachhaltig und trägt zur Ressourcenschonung bei.





Station: Dach



Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Dach:  
Undichtes  
Dach,  
Feuchtigkeit,  
undichte  
Dampfsperre



## Dachsanierung



Während das Dachgeschoss früher häufig nur als klimatischer Puffer und Speicherraum genutzt wurde, wird heute aus ökonomischen Gründen immer häufiger ein Ausbau des ungenutzten Raumes und dessen Nutzung als Wohnbereich in Betracht gezogen.

Der Anteil des Wärmeverlusts eines Gebäudes über die Dachfläche kann in ungünstigen Fällen bis zu 20 % betragen. Daher liegt das Hauptaugenmerk beim Dachausbau auf der Sicherstellung des winterlichen Wärmeschutzes. Der Einbau einer Wärmedämmung erfolgt – sofern die Dachdeckung (inkl. Unterspannbahn) nicht ebenfalls erneuert werden soll – als Zwischensparrendämmung, ggf. ergänzt durch eine Untersparrendämmung. Ist eine Komplettisanierung des Daches geplant, kann eine Aufsparrendämmung in Betracht gezogen werden. In der Praxis werden verschiedene Kombinationen der nachfolgend genannten Dämmkonzepte angewandt:

Nähere Informationen erfahren Sie im Video:



Alternatives Video zur Wärmedämmung:  
[https://youtu.be/RIM\\_LYsNa5o](https://youtu.be/RIM_LYsNa5o)



### Dachsanierung im Bestand:

Darauf gilt es zu achten:

---



---



---



## Station: Fassade



Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

Fassade:

---

Risse im Mauerwerk

---

Feuchtigkeit

---

Unebenheiten

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Außenwand

Außenwände nehmen den **größten Teil der thermischen Hülle** eines Gebäudes ein. Die Wärmeverluste der Außenwände betragen 20-25 % der Wärmeverluste der gesamten Außenhülle. Daher ist die Dämmung der Außenwände bei der energetischen Sanierung eines Gebäudes besonders wichtig. Die Vorgaben zur Gewährleistung des Mindestwärmeschutzes sind in der DIN 4108-2 formuliert. Darüber hinaus sind jedoch eine ganze Reihe weiterer Vorschriften und Randbedingungen bei der Planung und Umsetzung von Modernisierungen zu beachten.

### Probleme der Sanierung von Altbauaußenwänden

Die bei der Gebäudesanierung übliche Fassadendämmung stößt bei Altbauten jedoch an ihre Grenzen, wenn die Maßnahmen einen „unangemessenen Aufwand“ darstellen oder wenn die Fassaden bzw. die Gebäude unter Denkmalschutz stehen (gilt das Gebäude als Denkmal, darf keine Wärmedämmung auf der Fassade aufgebracht werden, sondern müsste als Innendämmung erfolgen). Weiter ist darauf zu achten, dass Baustoffe gewählt werden, die umweltschonend in Produktion und Verarbeitung am Bau, später trennbar, wiedernutzbar, recyclebar oder unbedenklich abbaubar sind.

Wärmedämmungen sind z.T. extremen Belastungen ausgesetzt. Sie müssen beständig gegen Wind und Wetter sein. Beispielsweise erwärmen sich Außendämmungen bei Sonneneinstrahlung erheblich bzw. kühlen bei einer Regenbelastung und in den Nächten extrem aus.

Die Temperaturunterschiede verursachen große Spannungen. Diese führen nur dann nicht zu unzulässigen Rissen, wenn die Kräfte sicher in den Untergrund abgetragen werden und die Armierung sorgfältig und korrekt eingebaut ist. Besondere Aufmerksamkeit verlangt die Ausführung von Anschlussdetails. Beim Einbau der Fenster ist darauf zu achten, dass Niederschlagswasser nicht in die Konstruktion eindringen kann. Für die dauerhafte und nachhaltige energetische Sanierung ist eine hohe Verarbeitungs- und Produktqualität wesentlich. Moderne Managementmethoden gehen davon aus, dass neben dem Einsatz von Fachpersonal auch eine gute Dokumentation für die Qualitätssicherung maßgebend ist. Hier können Checklisten hilfreich sein.

### Wärmedämmung und Feuchtigkeit

Unzureichender Wärmeschutz kann während der Heizperiode den Anfall von Tauwasser verursachen. Wird eine Baukonstruktion über einen längeren Zeitraum durchfeuchtet, kann dies Pilzwachstum (Schimmelpilz) hervorrufen und Schwarzverfärbungen von Räumen in Gebäuden (Fogging-Effekte) fördern, mit entsprechenden Gefahren für die Gesundheit der Bewohner sowie der Funktionstüchtigkeit und Werthaltigkeit der Bausubstanz. Die Wärmedämmung entfaltet ihre volle Wirksamkeit zudem erst dann, wenn zugleich die Lüftungswärmeverluste eines Gebäudes durch eine verbesserte Luftdichtheit der Gebäudehülle verringert werden.

### Wärmebrücken bei der Außendämmung

Um Wärmebrücken zu vermeiden, ist es wichtig, dass auch die Außendämmung mindestens 50 cm weiter unter die Kellerdecke geführt wird. Eine Perimeterdämmung (unempfindlich gegen Feuchtigkeit) sollte im Sockelbereich angebracht werden. Die Dämmung des Dachs muss zudem lückenlos an die Dämmung der Fassade angeschlossen sein. Die Laibungen der Fenster müssen mindestens zwei bis vier Zentimeter dick gedämmt werden. Bei hinterlüfteten Vorhangfassaden muss darauf geachtet werden, dass die Unterkonstruktion an sich keine Wärmebrücke darstellt.





### **Wärmebrücken bei der Innendämmung vermeiden.**

Auch bei der Innendämmung kann es zu Wärmebrücken kommen, häufig an den Laibungen der Fenster. Sie müssen deshalb mindestens zwei Zentimeter dick gedämmt werden. Zusätzlich lohnt ein Verzögerungsstreifen, der etwa 50 Zentimeter breit sein sollte. Er schützt vor Kondensatausfall und Schimmelbildung an Wärmebrücken, die an Kontaktstellen von Außen- zu Innenwänden, sowie Geschosdecken auftreten.

Weiterhin sollten Traglattungen kreuzweise angebracht werden, um die Wärmebrücken an der Unterkonstruktion zu vermeiden. Zusätzlich kann ein Dämmstoffstreifen zwischen Wand und Traglattung angebracht werden. Wenn das System für die Wandsanierung und die Anforderungen definiert sind, ist für die weitere Planung die Materialauswahl zu treffen.

### **Anforderungen aus dem Baukonzept können sein:**

- Wärmedämmung, Dämmleistung
- Schalldämpfung
- Brandschutzklasse
- Gewicht
- Ökologische Vorgaben
- Bereits gedämmtes, bestehendes Wandsystem
- Fenster und Türen
- Dachüberstände
- Sockelanschlüsse
- Detailanschlüsse
- Witterungseinflüsse
- Mechanische Einwirkungen
- Fassadenschlussgestaltung (Design, Putze, Verkleidung, Anstrich)
- Vorschriften (Denkmalschutz)
- Wahl der Unterkonstruktion



Die Menge der am Markt verfügbaren Dämmstoffe ist mittlerweile nur noch schwer überschaubar. Welche Dämmstoffart für welchen Anwendungsfall in Frage kommt, ist in der DIN 4108-10 übersichtlich zusammengestellt. Hier finden sich auch differenzierte Definitionen der verschiedenen Produkteigenschaften (wie z.B. Druckbelastbarkeit, Wasseraufnahme, Zugfestigkeit), sowie die Zusammenstellung der Mindestanforderungen an verschiedene Dämmstofftypen.

Recherchieren Sie welche Dämmstoffe es gibt und ordnen Sie die den Kategorien zu:

**Dämmstoffe und Produktformen:** (in Anlehnung an UBA 2013)

#### Mineralische Dämmstoffe

Platten, Matten: Kalzium-Silikat, Glaswolle, Perlit, Steinwolle, Vermikulit

Schäume: Beton, Gips, Glas, Perlit

Einblasprodukte: Glaswolle, Steinwolle

Schüttungen, Stopfmassen: Blähton, Glaswolle, Perlit, Steinwolle, Vermikulit

#### Organische Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Platten, Matten: Baumwolle, Flachs, Hanf, Holzweichfaserplatte, Holzwolle-Leichtbauplatte, Kokos, Kork, Schafwolle, Zellulose

Einblasprodukte: Baumwolle, Flachs, Hanf, Holz (Wolle, Späne), Zellulose

Schüttungen, Stopfmassen: Baumwolle, Flachs, Hanf, Holzwolle, Hobelspäne, Jute, Kokos, Kork, Schafwolle, Zellulose

#### Organische Dämmstoffe aus fossilen (synthetischen) Rohstoffen

Hartschaumplatten: Melaminharz, Phenolharz, Polystyrol, Polyurethan

Ortschäume: Harnstoff-Formaldehyd (UF), Polyurethan

#### Verbundsysteme

Wärmedämmverbundsysteme, Hartschaum- und Mineralfaser Mehrschicht-Leichtbauplatten, Vakuum-Isolationspaneele, sonstige Verbundplatte





Station: Heizung



Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Heizung:  
veralteter Ofenkessel,  
Wärmebrücken





## Heizungssysteme

### Gasheizung

Wenn Ihnen niedrige Investitionskosten wichtig sind, dürfte eine Gasheizung in Frage kommen. Ist kein Gasanschluss vorhanden, ist auch die Ölheizung eine Alternative. Dabei ist die Brennwerttechnik heute das Maß aller Dinge. Hier wird der Wasserkreislauf nicht nur durch die unmittelbare Verbrennungshitze erwärmt. Auch die gesamte Abwärme der Abgase wie auch die Kondensationswärme findet Verwendung. Das sorgt für einen sehr hohen Wirkungsgrad. Der größte Vorteil der Gas- und Ölheizungssysteme ist ihre Flexibilität. Wenn in Ihrem Altbau bereits eine Zentralheizung installiert war, kann in vielen Fällen das vorhandene Heizrohrsystem verwendet werden. Dies bedeutet eine erhebliche Einsparung bei der Installation der neuen Heizungsanlage.

Der Druck auf Bauherrn und Sanierer, bei der Planung von Heizungsanlagen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu achten, nimmt jedoch immer mehr zu. Seit 2021 wird eine CO<sub>2</sub>-Steuer auf fossile Brennstoffe erhoben.

### Heizen mit Holz

War Holz als Energieträger bisher eine Nischenanwendung, haben moderne Holzheizungen im Zuge der Klima-Diskussion deutlich an Bedeutung gewonnen. Vom Prinzip her ähneln sie den Gas- oder Ölheizungen. Die Verbrennungshitze wird zum Erwärmen eines Wasserkreislaufs verwendet, mit dessen Hitze die Heizkörper erwärmt werden und diese Wärme abstrahlen. Heizungssysteme mit Holz arbeiten mit drei Varianten: Es werden ganze Holzscheite verbrannt, kleine „Hackschnitzel“ verwendet oder Holzpellets verheizt. Heizungssysteme mit Holz sind klimaneutral, aber keineswegs emissionsfrei oder umweltschonend! Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Und jeder Baum der verbrannt wird, hat während seines Wachstums genau so viel CO<sub>2</sub> aufgenommen, wie er beim Verbrennungsprozess abgibt. Dennoch: beim Verbrennen wird CO<sub>2</sub> abgegeben. Holzheizungen sind somit nicht emissionsfrei. Und insbesondere bei der Verbrennung von Holzscheiten werden beträchtliche Mengen mikroskopisch kleiner Rußpartikel freigesetzt, sprich Feinstaub erzeugt.

### Wärmepumpe

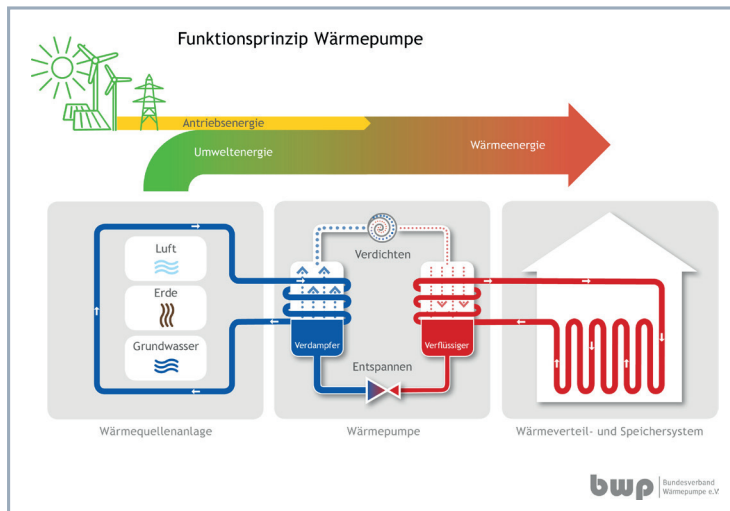
Eine weitere Option für eine Heizung im Altbau ist die Wärmepumpe. Sie entzieht der Umgebung Wärme und wandelt sie durch Kompression zu Heizungswärme um. Dafür benötigt sie allerdings einen gewissen Stromanteil. Wärmepumpen gibt es als Luft-, Erd- oder Solewärmepumpen.

Grundwasser (Sole) als Wärmequelle ist aus energetischer Sicht ideal, bedeutet aber durch notwendige Bohrungen einen höheren Aufwand und damit höhere Kosten. Erdwärmepumpen beziehen ihre Wärme entweder aus einer Bohrung mit darin verbrachten Sonden oder aus im Boden ausgebrachten Rohrleitungen. Das setzt aber genügend Grundstücksfläche voraus.

In der Anschaffung am günstigsten sind Luft-Wärmepumpen, da die Wärmequelle Luft mit wenig Aufwand erschlossen werden kann. Man unterscheidet Modelle zur Innen- oder Außenaufstellung beziehungsweise so genannte Split-Anlagen, wo in der Regel Ventilator, Verdichter und Verdampfer in der Außeneinheit verbleiben, während Verflüssiger, Umwälzpumpe, Hydraulik und Regelung im Hausinneren aufgestellt werden. Eine individuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aller in Frage kommenden Varianten ermittelt die günstigste Wärmepumpe.



Jedoch wird nur etwa 75% der Wärme (je nach Ausführung) dem Grundwasser, der Erde oder der Luft entzogen. Die restlichen 25% entstehen durch Strom. Im Sommer kann die Wärmepumpe (je nach Ausführung) allerdings auch kühlen.



Funktionsprinzip einer Wärmepumpe

## Solarthermie

Bei der Solarthermie wird die Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung genutzt. Auf dem Dach montierte Sonnenkollektoren fangen die Wärme der Sonnenstrahlen auf und leiten Sie über ein Rohrsystem an die Heizungsanlage weiter. In den Kollektoren befindet sich eine spezielle Solarflüssigkeit, die über eine Pumpe in einen Kreislauf versetzt wird. Über eine elektronische Solarsteuerung wird geregelt, wann und wieviel Wärme an die Heizungsanlage abgegeben wird. Eine Solarthermieanlage benötigt einen mit Wasser gefüllten Pufferspeicher, der die Wärmeenergie aufnimmt und nach Bedarf an die Heizkörper abgibt. Da im Winter die Sonnenstrahlung in der Regel nicht ausreicht, um ein Gebäude vollständig über Solarthermie zu heizen, wird die Anlage meist mit einer weiteren Heizungsanlage kombiniert. Über das Jahr gerechnet lässt sich bis zu 30% des Heizwärmebedarfs über eine Solarthermieanlage erzeugen.

Zusätzliche Informationen finden Sie hier:

[https://youtu.be/PbeugpdrZ\\_Q](https://youtu.be/PbeugpdrZ_Q)



## Station: Fenster



### Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Fenster:  
Undichte Stellen,  
eindringende  
Feuchtigkeit,  
Schallübertragung,  
Verlust von Wärme



## Fenstersanierung



Fenster stellen einen wichtigen Teil der Gebäudehülle dar. Sie dienen unter anderem **zum Schutz vor Kälte und Wärme**, verhindern das Eindringen von Regenwasser und sorgen dafür, dass das notwendige Tageslicht in den Raum gelangen kann. Ältere Fenster im Bauwerksbestand verursachen zum Teil erhebliche Wärmeverluste durch Transmission und Infiltration wegen vorhandener Undichtigkeiten. Neue Fenster sind im Vergleich energetisch günstiger, praktisch und pflegeleicht. Aber Vorsicht! Mit der Fenstersanierung können gravierende Fehler einhergehen, welche die Funktion und die Dauerhaftigkeit des gesamten Bauwerks oder auch von Bauwerksteilen erheblich beeinträchtigen. **Falsch ausgeführte Sanierungen können Schäden** am Gebäude **herbeiführen**.

Der Begriff „**Sanierung**“ meint fast immer den Austausch oder zumindest den erheblichen Umbau der vorhandenen Fenster. Der Begriff „**Instandsetzung**“ wird vor allem bei der Reparatur und Ertüchtigung erhaltenswerter Fensterbestände, beispielsweise in denkmalgeschützten Gebäuden, verwendet. Im Vorfeld der Fenstersanierung bzw. Instandsetzung sollte in jedem Fall eine **Bestandsaufnahme** durchgeführt werden, um eine vernünftige Entscheidung für die zu planenden und umzusetzenden Maßnahmen zu treffen.

In den letzten 20 bis 30 Jahren ging die Entwicklung rasant über 2-Scheibenverbundfenster, Isolierverglasungen bis zur 2- bzw. 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung weiter. Der Markt bietet neben beschichteten Scheiben auch edelgasgefüllte Varianten.

Als wesentliche thermische Eigenschaft wird in der Regel der **U<sub>w</sub>-Wert** (Wärmedurchgangskoeffizient: U“window“ = U“Fenster“) genannt. Der U<sub>w</sub>-Wert des Fensters setzt sich aus dem **U<sub>g</sub>-Wert** für den Glasanteil, dem **U<sub>f</sub>-Wert** für den Rahmenanteil und dem zusätzlichen  $\psi$ -Wert, dem Wärmebrückenverlustkoeffizienten des Glasrandes in W/mK zusammen. Dabei gilt: je kleiner der U<sub>w</sub>-Wert, desto besser die Dämmeigenschaften eines Bauteils. Fensterhersteller geben leider in der Regel nur den U<sub>g</sub>-Wert an, deshalb sollte der Kunde hier schon einmal genauer nachfragen.

Sind die Unterschiede der Wärmeleitfähigkeit von Verglasung und Rahmen zu groß, können unter Umständen Spannungen infolge unterschiedlicher thermischer Ausdehnung entstehen.

Sollen die energetischen Eigenschaften der Gebäudehülle im Hinblick auf die vorhandenen Fenster verbessert werden, kann in Abhängigkeit des Zustandes zunächst eine Reparatur und Beseitigung von Mängeln in Betracht gezogen werden. Vor allem bei erhaltenswerten Fenstern sollte dieser Form der Instandsetzung der Vorrang gegeben werden, wenn dadurch bereits die Sanierungsziele erreicht werden können. Mitunter ist es ausreichend, Mängel an der Verglasung und/oder Undichtigkeiten zu beseitigen.

Aus denkmalpflegerischer Sicht wird ein solcher Ansatz bevorzugt, da vor allem das äußere aber auch das innere Erscheinungsbild der Gebäude so gut wie gar nicht beeinträchtigt wird.

Gut erhaltene Fenster, welche lediglich einen zu geringen Wärmedurchlasswiderstand gewährleisten, können durch eine zweite Fensterebene als Kastenfenster aufgewertet werden. Die neue Fensterebene wird als moderne Zweischieben-



verglasung realisiert, so dass die Vorgaben des Wärmeschutzes erfüllt werden. Der entstehende Zwischenraum stellt einen gewissen Puffer dar. Voraussetzung für eine solche Lösung ist, dass die innere Fensteröffnung genügend Raum bietet, damit das bestehende Fenster durch die neue Fensterebene hindurch geöffnet werden kann.

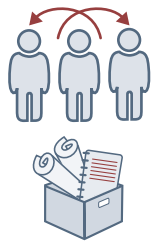
Eine gute Möglichkeit bietet auch die einfache Ertüchtigung des vorhandenen Fensters und die **Ergänzung durch eine raumseitige Zweischeibenverglasung als Verbundfenster**. Das äußere Erscheinungsbild bleibt so erhalten, während im Raum eine durchgehende (sprossenfreie) Fensterfläche den hohen gesetzlichen Ansprüchen im Hinblick auf den Wärmedurchlasswiderstand und der Luftdichtheit gerecht wird.

### **Fenstererneuerung**

Sofern die Fassade ohnehin neugestaltet und mit einer außenliegenden Wärmedämmung versehen wird, bietet sich natürlich der Einbau neuer Fenster als Ersatz des Bestandes an. Der Uw-Wert der Fenster sollte sich dabei am U-Wert der Außenwände orientieren. Ist der Uw-Wert des Fensters besser als der benachbarten Wandbereiche, kann bei hoher Raumluftheuchte nahezu unbemerkt Kondensat auf den Wandoberflächen entstehen, ohne dass gleichzeitig die Fenster anlaufen.

Dies war bisher ein eindeutiger Indikator für hohe Raumluftheuchten, die eine bessere Raumlüftung erforderlich machen. Die manuelle Lüftung der Fenster sollte mindestens zweimal am Tag mit einer Stoßlüftung gegenüberliegender Wohnungsfenster, bei abgedrehtem Heizkörper, erfolgen. Eine dauerhafte Kippstellung der Fenster kühlt die Wandoberflächen zu stark ab und fördert neben hohen Energieverlusten zudem die Schimmelentstehung.





## Sanierungsfahrplan

Sanierungsmaßnahme 1	Begründung	Gewerke

Sanierungsmaßnahme 2	Begründung	Gewerke

Sanierungsmaßnahme 3	Begründung	Gewerke

Sanierungsmaßnahme 4	Begründung	Gewerke

### Sanierungsmaßnahme 1

Zuerst wird die Gebäudehülle gedämmt. Die Arbeiten beginnen in der Regel immer mit dem Dach. Denn darüber verliert ein Gebäude am meisten Energie.

### Sanierungsmaßnahme 2

Im nächsten Schritt erfolgt die Dämmung des Kellergeschosses. Je nach Bedarf erfolgt auch eine Abdichtung des Kellers.

### Sanierungsmaßnahme 3

Nach dem Keller werden die Außenwände mit einer Wärmedämmung versehen. Bei diesen Arbeiten werden Fenster und Türen gegen Modelle mit Mehrfach-Isolierverglasung getauscht.

### Sanierungsmaßnahme 4

Schließlich wird die Heizungstechnik aufgebaut bzw. das alte Heizsystem durch ein neues ersetzt. Je nach Art des Heizsystems wird eine Wärmepumpe oder eine Solarthermie-Anlage installiert und z.B. mit einer Gas-Brennwertheizung kombiniert. Wird eine Wärmepumpe eingebaut, bietet sich aufgrund der niedrigen Vorlauftemperaturen eine Flächenheizung wie die Fußbodenheizung an. Erst zum Schluss erfolgt der Innenausbau.



## Bewertung von geplanten Sanierungsmaßnahmen



Nachhaltigkeitskriterium	Pro	Contra





## Methode Diskussion

Zeit	Ablauf der Diskussion
10 Min.	<b>Einführungsphase</b>
40 Min.	<b>Diskussion im Plenum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ zwei Großgruppen (Pro und Contra) sitzen sich gegenüber (durchaus Wettbewerbsaspekt; vgl. Debattierwettbewerbe)</li> <li>■ ein:e Lernende:r eröffnet mit einem Argument; Lernende:r entscheidet, wer ihm antworten darf</li> <li>■ Lernende:r der Gegenseite erwidert auf Argument und kann Neues anschließen - usw. (Ping-Pong-Regel)</li> <li>■ Moderator:in hält sich inhaltlich heraus, achtet nur auf Einhaltung der Diskussionsregeln: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jedes Argument ist zugelassen.</li> <li>• Argumente dürfen nicht personenbezogen bewertet werden.</li> <li>• immer nur ein Argument</li> </ul> </li> <li>■ zwei Lernende (oder Moderator:in) protokollieren an der Tafel</li> <li>■ zwei Moderator:in schließt Diskussionsprozess im Plenum ab</li> </ul>
30 Min.	<b>Abschluss im Plenum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnisberichte aus Gruppen vortragen</li> <li>■ Moderator:in gibt Pro- und Contra-Großgruppe abwechselnd das Wort</li> <li>■ Nachfragen über Erfahrungen mit der Diskussion</li> <li>■ Fragestellungen zum Thema, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo seht ihr nach der Auseinandersetzung mit dem Thema Möglichkeiten der ... einzugreifen?</li> <li>• Wo liegen die Grenzen der Möglichkeiten von ... ?</li> <li>• Wo müssen politische Institutionen (z.B. der Staat) eingreifen?</li> <li>• Wo seht ihr Handlungsmöglichkeiten für euch als Fachkräfte?</li> </ul> </li> </ul>



## Nachhaltiges Bauen in einem denkmalgeschützten Gebäude


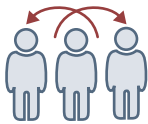







### Lernmodul Nachhaltiges Bauen Aufgaben für Lernende

Das Projekt GESA wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf – BBNE“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert.

## Arbeitsmaterial für Lernende (Icons)

Im folgenden Lernmodul werden Sie am Rand Icons finden. Sie sind Erkennungszeichen für eine dahinterliegende Funktion. Des Weiteren werden in einigen Textabschnitten, in kleinen grünen Kästchen, kurze Zusammenfassungen bzw. Anregungen zum Inhalt gegeben.

<b>Icons zur schnelleren Orientierung</b>		Szenario/ Kundenauftrag	
Gewerke übergreifendes Arbeiten		Informationen	
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung		Aufgaben	
Denkmalschutz		Material	

## Erläuterungen zu den Icons



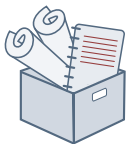
Das Icon „**Szenario/Kundenauftrag**“ steht zu Beginn jedes Lernmoduls. Es soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um das übergreifende Lernszenario bzw. den Kundenauftrag eines Lernmoduls handelt.



Das Icon „**Information**“ soll grafisch darstellen, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um wichtige Sachinformationen, wie z.B. technische Tabellen, Produkt- und Herstellerangaben, Gesetze, Vorschriften und fachliche Infotexte zur Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben handelt.



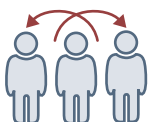
Das Icon „**Aufgaben**“ soll kennzeichnen, dass es sich nebenstehend um eine Lern- und Arbeitsaufgabe handelt, die in Einzelarbeit, zu zweit oder im Team bearbeitet werden kann.



Das Icon „**Material**“ soll darauf verweisen, dass z.B. Grafiken, Protokollvorlagen oder Grundrisse zur Bearbeitung der Aufgaben beitragen.



**Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE):** Das Icon steht für Inhalte, die einen besonderen und unmittelbaren Bezug zu BBNE haben. Unter BBNE wird folgendes verstanden: „BBNE ist eine berufliche Bildung zu zukunftsfähigen Denken und Handeln in beruflichen, betrieblichen, gesellschaftlichen und privaten Kontexten, die es ermöglicht die Auswirkungen des eigenen beruflichen Handelns auf die Welt zu verstehen und verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.“



Das Icon „**Gewerke übergreifendes Arbeiten**“, verweist darauf, dass die nebenstehenden Textinhalte im unmittelbaren Zusammenhang mit Gewerke übergreifender Zusammenarbeit steht. Darunter wird verstanden, dass sich Handwerker:innen aus unterschiedlichen Gewerken (z.B. Elektriker:in und Tischler:in) abstimmen müssen. Zur fachgerechten Umsetzung müssen Absprachen über sogenannte Schnittstellen geführt werden.



Das Icon „**Denkmalschutz**“ soll ausdrücken, dass es sich bei der nebenstehenden Textstelle um besondere Anforderungen handelt, die mit dem Denkmalschutz verbunden sind. Eine wesentliche Herausforderung besteht darin, die Gebäudeausstattung im Sinne des Denkmalschutzes zu erhalten, d.h. sie nahe dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen.



## Rahmenaufgabe – Ausgangslage „Anfrage der Stadt Hamburg“



*Nachhaltiges Bauen in der Villa Mutzenbecher*

„Über viele Jahre stand die sogenannte Mutzenbecher-Villa im Niendorfer Gehege größtenteils leer und verfiel. Nach langem Ringen und einem großen bürgerschaftlichen Engagement wird die Villa nun saniert.

Vor über 30 Jahren wurde die Villa Mutzenbecher zum letzten Mal saniert. Kontinuierlich vernachlässigt, machen sich inzwischen die Schäden in der Villa bemerkbar. Mängel an der Dachkonstruktion haben zu Feuchtigkeit und Schimmel im Inneren geführt. Nach und nach sollen das Dach erneuert, das Mauerwerk instandgesetzt, die historischen Fenster und Türen, die Böden und der Stuck aufgearbeitet und die Veranda wiederhergestellt werden.

Bei einer nachhaltigen Sanierung der Villa Mutzenbecher sind neben den bekannten Grundsätzen der Bauausführung auch übergeordnete Aspekte zu berücksichtigen. Die Stadt Hamburg möchte gewährleisten, dass sich die Maßnahme auch auf lange Sicht als ökologisch verträglich, ökonomisch überzeugend und energieeffizient bewährt.





## Begehung der Villa Mutzenbecher

Obwohl die Villa Mutzenbecher seit 2007 unter Denkmalschutz steht, kam es 2012 zur Diskussion darüber, ob die Villa abgerissen werden sollte. Insbesondere die Frage nach dem Nutzen und den zu erwartenden Sanierungskosten wurde kontrovers diskutiert. Sie möchten sich selbst ein Urteil zum Denkmalwert bilden und schauen sich die Villa genauer an.



Starten Sie den 3D-Rundgang (<https://bbne-mutzenbecher.blogs.uni-hamburg.de/>) und schauen Sie sich sämtliche Räume an – vor und nach der Sanierung! Achten Sie besonders auf bauliche Details der Villa Mutzenbecher, die heute nicht mehr üblich sind.





## Einführung in das Thema „Nachhaltigkeit“

1. Notieren Sie Ihre Gedanken zu folgender Fragestellung auf Stichwortkarten (z.B. weiße Metaplankarten):



### Nachhaltigkeit bedeutet:

„Heute nicht auf Kosten von morgen und hier nicht zulasten von anderswo arbeiten und leben“

Welche Aspekte fallen Ihnen zu dieser Definition von Nachhaltigkeit ein?

Denken Sie dabei zum Beispiel an Ihren Alltag, Ihr Berufsleben, die Villa Mutzenbecher, den Globus, ...

2. Stellen Sie Ihre Notizen im Plenum vor und clustern Sie anschließend Ihre Stichworte nach den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen. Diskutieren Sie gemeinsam Ihre Resultate.



## Einführung in das Thema „Nachhaltigkeit im Bauhandwerk“

3. Notieren Sie in Kleingruppen Ihre Gedanken zu folgender Fragestellung. Nutzen Sie dafür das Arbeitsblatt Brainstorming – die Methode 6-3-5



Was hat Nachhaltigkeit mit Ihrem Beruf und Betrieb zu tun? Formulieren Sie Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Arbeiten. Denken Sie dabei an Dinge, die in Ihrem Betrieb bereits umgesetzt werden, aber auch an solche, die darüber hinaus vorstellbar wären. Nutzen Sie die SDGs als Orientierungshilfe. Lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf!

5. Stellen Sie Ihre Ergebnisse im Plenum vor und clustern Sie anschließend auch diese nach den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen. Diskutieren Sie gemeinsam Ihre Resultate.
6. Erstellen Sie mithilfe der gesammelten Ergebnisse **Kriterien für nachhaltiges Bauen und Sanieren** und erweitern Sie diese im Verlauf des Moduls. Notieren Sie diese in die vorhandene Tabelle (siehe Arbeitsblatt).





## Brainstorming – die Methode 6-3-5

### 6 Runden mit 3 Ideen in jeweils 5 Minuten

#### Kreativmethode Brainwriting

**Die Idee:** Sechs Lernende einer Kleingruppe notieren zu einem vordefinierten Problem oder einer Fragestellung jeweils drei Ideen auf einem Arbeitsblatt. In der nächsten Runde lassen sich die Lernenden von den Ideen der Vorgänger anregen und schreiben drei neue Ideen auf. Das geht sechs Runden lang.

**Fazit:** Nach sechs Runden max.  $6 \text{ TN} \times 3 \text{ Ideen} \times 6 \text{ Runden} = \text{Lösungsvorschläge}$

#### Ablauf

- 6 Teilnehmer im Kreis
- Die Lernenden erhalten jeweils ein vorbereitetes Arbeitsblatt mit 6x3 Kästchen
- Erste Runde: Jede:r Lernende notiert in die erste Zeile drei Ideen zu der Fragestellung
- Nach max. fünf Minuten reicht jede:r Lernende das Blatt im Uhrzeigersinn an die Nachbarin oder den Nachbarn weiter
- Zweite Runde: Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer notiert drei weitere Ideen zu den Vorschlägen des Vorgängers oder der Vorgängerin
- Nach max. 5 Minuten Weitergabe des Formulars im Uhrzeigersinn
- dritte, vierte, fünfte, sechste Runde wie zweite Runde
- Nach der sechsten Runde ist das ausgefüllte Arbeitsblatt wieder beim „Besitzer“ oder der „Besitzerin“
- Auswertung und Diskussion der Ideen



#### Hinweise:

- Die Ideen des Vorgängers oder der Vorgängerin dienen als Anregung, um weitere Ideen zu notieren. Aber auch ganz neue Ideen können formuliert werden.
- Die Ideen sollen nicht wiederholt werden. Nicht alle Kästchen sind für die Aufgabe entscheidend.



**Was hat Nachhaltigkeit mit Ihrem Beruf und Betrieb zu tun?**

Formulieren Sie Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Arbeiten. Denken Sie dabei an Dinge, die in Ihrem Betrieb bereits umgesetzt werden, aber auch an solche, die darüber hinaus vorstellbar wären. Nutzen Sie die SDGs als Orientierungshilfe.

Lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf!

Idee Nr. 1	Idee Nr. 2	Idee Nr. 3



## Grundlagen Nachhaltigkeit



Geschichte des Begriffes „Nachhaltigkeit“

Der Begriff ‚Nachhaltigkeit‘ wurde erstmals durch Hans Carl von Carlowitz im Jahr 1713 geprägt. In seinem Werk „Sylvicultura Oeconomica“ forderte er angesichts der damals zu beobachtenden Übernutzung der Wälder eine nachhaltige Nutzung des Waldes und Reserven auch für künftige Generationen zu erhalten. Unter einer nachhaltigen Forstwirtschaft wurde somit verstanden, nur die Menge an Holz jährlich zu schlagen, die mit einer Aufforstung auszugleichen ist. Und das gilt nicht nur für das Holz, sondern für weitere Bodenschätze und Rohstoffe wie zum Beispiel Wasser, Erdöl und vieles mehr.

### Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung ...

... ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.

### Drei-Säulen-Modell

Das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung ist auf der Weltkonferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro mit der Agenda 21 bekannt geworden und seitdem in der politischen Agenda von 178 Nationen verankert. Das 40 Kapitel und etwa 360 Seiten umfassende Dokument befasst sich unter anderem mit sozioökonomischen Fragen (Armut, Demographie, Gesundheit oder Konsumverhalten), ökologischen Themen (Klima, Wald, Meere, Artenvielfalt), zielgruppenspezifischen Themen (Frauen, Kinder, Bauern, NGOs) und konkreten Maßnahmen zur Umsetzung (Finanzmittel, Bildung und Wissenschaft, Technologietransfer) (BMUV 1992).

1992 in Rio de Janeiro: Agenda 21

Zielsetzung der Agenda 21 ist es, das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung genauer zu definieren und in direktes politisches Handeln umzusetzen. So ist das bekannte „Drei-Säulen-Modell“, welches auch heute noch die Basis vieler nationaler und internationaler Nachhaltigkeitskonzepte darstellt, auf die Agenda 21 zurückzuführen. In dem Modell werden dabei die drei verschiedenen Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales differenziert:

Definitionen der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit

Die **ökologische Dimension** weist auf einen schonenden Umgang mit den globalen Rohstoff- und Energieressourcen hin, beachtet Grenzen für die Aufnahmefähigkeit der Erde für Abfälle und Emissionen und die Grenzen für Eingriffe in den Naturhaushalt.

Die **ökonomische Dimension** steht für eine dauerhafte wettbewerbsfähige Wertschöpfung in Produktion, Handel und Dienstleistung.

Die **soziale Dimension** definiert eine Gleichverteilung der Ressourcen, soziale Gerechtigkeit, humane Arbeitsplätze sowie Bildung und Qualifikation.



## Globale Nachhaltigkeitsziele (SDGs) im Bezug zu nachhaltigem Bauen

<p><b>1</b> KEINE ARMUT</p> 	<p>Armut in allen ihren Formen und überall beenden.</p>
<p><b>2</b> KEIN HUNGER</p> 	<p>Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern.</p>
<p><b>3</b> GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN</p> 	<p>Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern.</p>
<p><b>4</b> HOCHWERTIGE BILDUNG</p> 	<p>Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern.</p>
<p><b>5</b> GESCHLECHTERGLEICHHEIT</p> 	<p>Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen.</p>
<p><b>6</b> SAUBERES WASSER UND SANITÄREINRICHTUNGEN</p> 	<p>Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten.</p>



<p><b>7</b> BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE</p> 	<p>Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern.</p>
<p><b>8</b> MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM</p> 	<p>Dauerhaftes, breitenwirksames und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern.</p>
<p><b>9</b> INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR</p> 	<p>Widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen.</p>
<p><b>10</b> WENIGER UNGLEICHHEITEN</p> 	<p>Ungleichheit in und zwischen Ländern verringern.</p>
<p><b>11</b> NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN</p> 	<p>Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten.</p>
<p><b>12</b> NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION</p> 	<p>Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen.</p>



<p><b>13</b> MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ</p> 	<p>Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen.</p>
<p><b>14</b> LEBEN UNTER WASSER</p> 	<p>Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen.</p>
<p><b>15</b> LEBEN AN LAND</p> 	<p>Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, ...</p>
<p><b>16</b> FRIEDEN, GERECHTIGKEIT UND STARKE INSTITUTIONEN</p> 	<p>Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern ...</p>
<p><b>17</b> PARTNERSCHAFTEN ZUR ERREICHUNG DER ZIELE</p> 	<p>Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen.</p>



## Kriterien einer nachhaltigen Bewertung von Baustoffen



<p><b>Herkunft:</b></p>	
<p><b>Transport</b></p>	
<p><b>Ausgangs- material:</b></p>	
<p><b>Herstellungs- prozess:</b></p>	
<p><b>CO2-Bilanz:</b></p>	
<p><b>Schadstoff- belastung bei der Verarbei- tung:</b></p>	





<b>Schadstoffbelastung nach der Verarbeitung:</b>	
<b>Langlebigkeit:</b>	
<b>Recyclingfähigkeit:</b>	
<b>Entsorgung:</b>	
<b>Verwendung:</b>	
<b>Preis:</b>	



## Mystery – Methode

### Was ist ein Mystery?

Die Lernenden lernen anhand einer rätselhaften Leitfrage zu einem Fallbeispiel systematisch mit verschiedenen Informationen aller Art umzugehen, Zusammenhänge zu erkennen und Aussagen einzuordnen. Die Lernform fördert ein problemorientiertes Lernen: Das Vorwissen und die eigenen Erfahrungen der Lernenden werden aktiviert, neue Informationsquellen erschlossen und Zusammenhänge gesucht sowie Schlussfolgerungen gezogen. Die Methode ermöglicht eigene Vorstellungen zu einem Thema und es gibt verschiedene Lösungsansätze zur Beantwortung der Leitfrage.

### Ziel

Konstruktivistische Methode zur Verbesserung des vernetzten Denkens und der systematischen Erschließung von Lösungswegen.



### Materialien

- Eine Einstiegsgeschichte
- Eine Leitfrage
- Ca. 15-30 Informationskarten pro Gruppe
- Kopiervorlage (Arbeitsblatt)
- Hintergrundinformationen (zusätzliches Material)
- Ein Plakat/Flipchart für die Präsentation

### Dauer

180 Minuten (für Vorbereitung/Durchführung und Reflexion)

### Ablauf

#### 1. Methodische Einführung

Zur Einführung in die Methode kann die Vorgehensweise anhand eines Krimis erklärt werden: Zu Beginn werden nur Hinweise gegeben und ein Verdacht wird aufgestellt. Nach und nach ergeben sich weitere Wirkungszusammenhänge, mit denen eine ganze Geschichte konstruiert werden kann.

Die Lehrperson stellt verschiedene Produkte mit Inhaltsstoffen aus Sand (Zahnpasta, Papier, Arzneimittel, Gummi usw.) und ohne Inhaltsstoffe aus Sand vor und schafft dadurch eine Verknüpfung zwischen dem Alltag der Lernenden und dem Thema des Mysterys „Sand“. Die Lernenden notieren ihre Vermutungen zu weiteren im Alltag genutzten Gegenständen aus Sand in einer Mindmap. Basierend auf dieser Mindmap behandelt die Lehrperson das Thema im Plenum. Dabei werden weitere Produkte mit Sandbestandteilen aufgezählt. Die Lehrperson liest die Einstiegsgeschichte des Mysterys und die Leitfrage vor. Die Lernenden füllen jeweils den ersten Teil des Arbeitsblattes aus.

#### 2. Gruppenarbeit zur Beantwortung der Leitfrage

Nach der Einteilung in Kleingruppen erhalten die Lernenden 30 Informationskarten, um die Leitfrage zu beantworten. Die erstellten Wirkungsgefüge mit den Karten werden auf Flipchart-Blätter befestigt. Die Lehrkraft weist die Lernenden zu Beginn der Methode darauf hin, dass es mehrere Lösungswege gibt. Anschließend wird in der Kleingruppe mit den Informationskarten ein Lösungsweg erarbeitet und visualisiert. Die Lernenden diskutieren und formulieren zudem Handlungsalternativen verschiedener Akteure (Baubetrieb, Politiker:in, Individuum). Das Ziel ist es, die Zusammenhänge und Lösungswege zu erklären und im Plenum zu präsentieren.

#### 3. Ergebnispräsentation und -diskussion

Anschließend folgen Gruppenpräsentationen und eine Diskussion im Plenum.

### Arbeitsauftrag zur Ressourceneffizienz

1. Benennen Sie Produkte, die aus Sand oder Bestandteilen von Sand bestehen und tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Mindmap ein.
2. Lesen Sie sich die Geschichte durch und stellen sie eine Vermutung zur Leitfrage auf.
3. Verorten Sie die Insel Sulawesi in Indonesien auf der Landkarte.
4. Ordnen Sie die Kärtchen entsprechend der Informationen in Kleingruppen.
  - Was ist wichtig?
  - Was scheint unwichtig?
  - Welche Gemeinsamkeiten weisen die Kärtchen auf?
  - Sind alle Karten relevant?
5. Beantworten Sie die Leitfrage ausführlich, indem Sie die Kärtchen auf ein Flipchart-Blatt kleben. Begründen Sie Ihre Lösung und heben Sie wichtige Zusammenhänge grafisch hervor.
6. Formulieren Sie mögliche Handlungsalternativen der verschiedenen Akteure (siehe Arbeitsblatt), um die Ressource Sand zu schonen.
7. Präsentieren Sie der Lerngruppe Ihr Ergebnis.

**Tipp:** Es müssen nicht alle Karten für die Lösung verwendet werden.

**Hilfsmittel:** Informationskarten und Kartenmaterial (analog oder digital)



## Mindmap

Produkte aus Sand



## Einstiegsgeschichte „Villa Mutzenbecher“



Um 1900 etablierte sich das ländliche Niendorf als Sommerfrische für die Hamburger. Auch der Generaldirektor des Hamburger Versicherungskonzerns Albingia, Hermann Franz Matthias Mutzenbecher, kaufte 68 Hektar des heutigen Niendorfer Geheges, um darauf sein Sommer-Domizil zu bauen - die heutige Mutzenbecher-Villa. Ein heute nicht mehr bekannter Architekt entwarf das Gebäude, und 1908-10 wurde der renommierte Architekt Erich Elingius noch einmal damit beauftragt, den zweigeschossigen Backsteinbau umzugestalten.

Niri lebt mit ca. 400 anderen Fischern auf der Insel Sulawesi in Indonesien. Seine Existenz wird vom täglichen Fischfang bestimmt.



### Leitfrage:

Wie hängt Niris Existenzgrundlage mit dem Backsteinbau der Villa Mutzenbecher zusammen?





## Arbeitsblatt

Wie hängt Niris Existenzgrundlage mit dem Backsteinbau der Villa Mutzenbecher zusammen?

### 1. Meine Vermutung

### 2. Hier liegt Sulawesi



**3. Die Lösung der Gruppe am Schluss:**

Empty rectangular box for writing the group's solution at the end.

**4. Das habe ich durch die Aufgabe neu gelernt:**

Empty rectangular box for writing what was newly learned through the task.

**5. Das kann ich durch die neu gewonnenen Erkenntnisse an meinem privaten und beruflichen Handeln ändern:**

Empty rectangular box for writing how new insights can change private and professional actions.





## Mysterykarten



Mit seinem Vater geht Niri täglich auf Fischfang, um seine Familie zu ernähren.

Niri ist 18 Jahre alt und lebt an der Küste seiner Heimatstadt Palu auf der Insel Sulawesi in Indonesien. Niri hat zwei jüngere Geschwister.

Sand steckt als Beton, Glas usw. in nahezu allen unseren Bauwerken, Straßen und anderen Teilen der Infrastruktur. Die Nachfrage nach diesem Rohstoff ist hoch.

Seit einem Jahr geht der Fischfang zurück. Niri und seine Familie können nicht mehr vom Fischfang leben.





## Mysterykarten



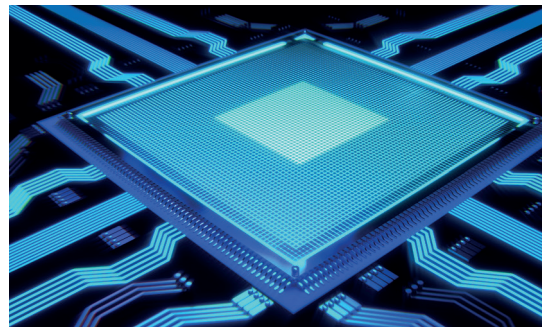
Nach Wasser ist Sand das gefragteste Rohmaterial der Welt, pro Jahr werden knapp 40 Milliarden Tonnen Sand und Kies abgebaut.

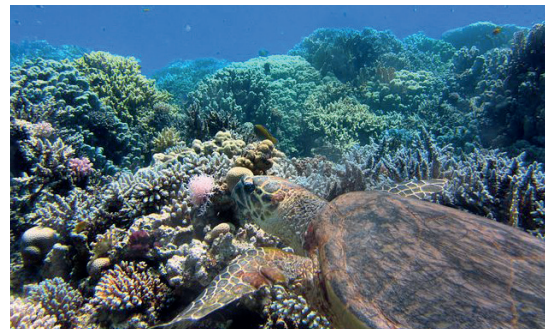
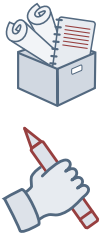
So viele Tonnen Sand stecken in:

- Einfamilienhaus: 200 Tonnen Sand
- Krankenhaus: 3.000 Tonnen Sand
- 1 km Autobahn: 30.000 Tonnen Sand

Sand steckt in Glas, Zahnpasta, Kosmetik, Solarzellen, Computerchips, Autoscheinwerfern und weiteren Gegenständen.

Weniger als 5% der weltweiten Sandvorkommen können für Beton genutzt werden.





Wüstensandkörner sind zu rund, als dass sich der Zement anhaften könnte. Nur Meeressand ist für Beton und somit für den Bausektor geeignet.

Ein weiteres Hindernis resultiert aus der aktuellen Entwicklung auf dem Grundstücksmarkt. Immer mehr Landwirte stellen ihre Flächen nicht für einen Rohstoffabbau zur Verfügung.



Die verschlechterten Lebensbedingungen für die Tiere führen zu einer Abwanderung. Das löst eine Kettenreaktion aus. Am Ende der Kette stehen die Fischer, die in ihren Gebieten nichts mehr fangen.

Recycelter Beton und andere Materialien können Sand und Kies als Bestandteil von Beton teilweise ersetzen. Beim Bauen können zudem alternative Baustoffe wie Holz, Stroh oder Recycling-Materialien eingesetzt werden.

Der Sandabbau wird hauptsächlich angetrieben von:

- China
- Indien
- USA
- Iran
- Deutschland

Methoden zum Sandabbau:

- Ausbaggern von Flussbetten
- Saugrüssel am Meeresgrund

Das Ausbaggern von Küsten und Meeresböden zerstört Korallenriffe mitsamt ihren farbenfrohen Welten und ihrem Fischreichtum.

In Indonesien werden 92 Prozent des Fischbedarfs über traditionelle Fischerei gedeckt. Durch den Sandabbau werden die Menschen ihrer Lebensgrundlage beraubt und die Existenz tausender Familien ist gefährdet.



Beim Sandabbau geraten auch Kleinstlebewesen in den „Sauger“ – Lebewesen, die Nahrungsgrundlage für Meerestiere wie Plankton bis hin zu Delfinen sind.

So mussten bereits in einigen Gebieten Deutschlands Kies- und Sandwerke aufgrund fehlender Erweiterungsflächen geschlossen werden.

Singapur ist mit Abstand der größte Sandimporteur weltweit und nutzt den Sand vor allem zur Landgewinnung. Die Nachfrage durch Singapur verstärkte den Sandabbau an Stränden und in Flussbetten in den Nachbarländern wie z. B. Indonesien, Malaysia und Vietnam.

Bereits 25 kleine indonesische Inseln wurden von der Weltkarte gestrichen, da sie infolge des rasanten Sandabbaus einfach verschwanden.

Deutschland ist zwar grundsätzlich reich an Sand. Nur in ganz wenigen Regionen wie in den Großräumen München oder Stuttgart besteht eine geologische Knappheit. Dennoch droht auf dem heimischen Markt aktuell erhebliche Versorgungsengpässe.

Ein Großteil der Vorkommen ist durch konkurrierende Nutzungen wie nationale und europäische Wasser-, Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie überbaute Flächen nicht abbaubar.



## Arbeitsauftrag zur Ressourceneffizienz

1. Wie kann die Ressource Sand mithilfe der jeweiligen Akteure geschont werden? Notieren Sie verschiedene Alternativen.



**Nachhaltiger Baubetrieb:**

**Politiker:in in Deutschland:**

**Sie selbst:**



## Energetische Sanierung der Villa Mutzenbecher

### Arbeitsauftrag zur Energieeffizienz

Bei der energetischen Sanierung in der Villa Mutzenbecher können Sie an vielen Punkten ansetzen. Wichtig ist besonders, dass alle Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden. Ist eine Dämmung ohnehin geplant, dann kann die neue Heizung beispielsweise viel kleiner ausfallen. Auch wenn nicht alle Maßnahmen sofort durchgeführt werden können, bedarf es eines Gesamtkonzeptes mit einem Sanierungsplan. Bei schrittweisen Sanierungen sind Zusammenhänge verschiedener Maßnahmenkomplexe dringend zu beachten.

1. Teilen Sie sich in vier Kleingruppen auf und wählen Sie zunächst eine der folgenden Stationen. Durchlaufen Sie mit Ihrer Gruppe alle Stationen.
  - a. Dach dämmen
  - b. Fassade dämmen
  - c. Heizungsanlage modernisieren
  - d. Fenster tauschen
2. Halten Sie auf den Arbeitsblättern der Stationen und auf Ihrem Laufzettel „Sanierungsfahrplan“ stichpunktartig fest, welche baulichen Mängel Ihnen in der Villa auffallen. Betrachten Sie dafür die Fotos an der jeweiligen Station und erkunden Sie die Villa vor der Sanierung im digitalen Rundgang <https://bbne-mutzenbecher.blogs.uni-hamburg.de/>.
3. Diskutieren und notieren Sie (im „Sanierungsfahrplan“) erste Überlegungen zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen und welche Gewerke sich bei den Sanierungsmaßnahmen absprechen sollten.
4. Informieren Sie sich über mögliche Sanierungsmaßnahmen an den Stationen und recherchieren Sie ggf. darüber hinaus.
5. Bewerten Sie die Sanierungsmaßnahmen unter Gesichtspunkten einer nachhaltigen Sanierung. Erstellen Sie eine Pro- und Contra-Liste. Überlegen Sie sich also vorab, welche Maßnahmen der energetischen Sanierung Sie umsetzen möchten. Berücksichtigen Sie bei Ihrer Entscheidung folgende Aspekte:
  - a. Die Sanierung soll unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit erfolgen. Beziehen Sie Ihre entwickelten Kriterien für eine nachhaltige Sanierung mit ein.
  - b. Die Stadt Hamburg verfügt über ein limitiertes Budget von 200.000 Euro für die Sanierung.
6. Einigen Sie sich gemeinsam, in welcher Reihenfolge die Sanierung stattfinden soll.
7. Präsentieren und diskutieren Sie Ihre Ergebnisse im Plenum.





## Energetische Sanierung

### Einführung

Der Begriff „**Energetische Sanierung**“ umfasst die Verbesserung bzw. Modernisierung der thermischen Gebäudehülle hinsichtlich ihrer Wärmeübertragung. Ziel ist die Minimierung des Energieverbrauchs für die Temperierung der Räume sowie die Senkung der Lüftungswärmeverluste.

Zuerst werden alle Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche wie Außenwände, Fenster und Außentüren, Dach, obere Geschossdecke, Kellerdecke bzw. Bodenplatte betrachtet. Für eine erfolgreiche Sanierungsstrategie ist nicht nur die Optimierung der Dämmstoffstärken entscheidend, sondern die möglichst lückenlose Verbesserung der gesamten thermischen Hülle.

Die ausschließliche Betrachtung einzelner Bauteile, z.B. der Dämmung der Fassade, ohne Überlegungen zu Fenstern und Fensterlaibungen bzw. des Lüftungskonzeptes kann zu eventuellen Bauschäden führen. Es ist deshalb unerlässlich, das Gebäude ganzheitlich zu betrachten. Zur Gesamtbetrachtung gehört weiterhin auch die Wärmeversorgung, da ein besser gedämmtes Haus eine kleinere Heizanlage erfordert. Niedertemperatursysteme, wie z.B. Fußboden- oder Wandheizungssysteme sind nur in gedämmten Gebäuden sinnvoll nutzbar. Bei der Erstellung des Sanierungskonzeptes muss die Dimensionierung der haustechnischen Anlage unter Berücksichtigung der im Endzustand vorhandenen Gebäudehülle erfolgen. Anderenfalls wird die Heizung unter Umständen überdimensioniert, was zu einem höheren Energieverbrauch führt.



**Mit der energetischen Sanierung der Villa Mutzenbecher sind folgende Zielstellungen verbunden:**





**Ziel 1:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Ziel 2:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Ziel 3:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Ziel 4:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

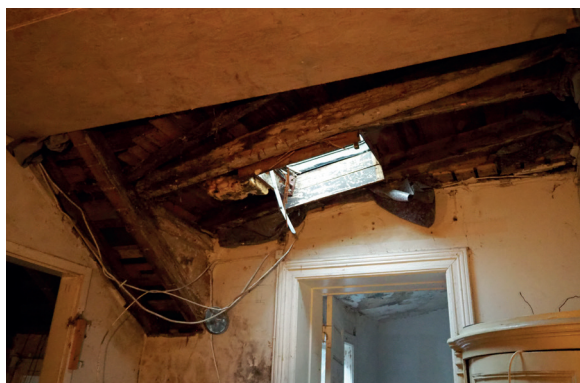
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Station: Dach



Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Dachsanierung

Während das Dachgeschoss früher häufig nur als klimatischer Puffer und Speicherraum genutzt wurde, wird heute aus ökonomischen Gründen immer häufiger ein Ausbau des ungenutzten Raumes und dessen Nutzung als Wohnbereich in Betracht gezogen.

Der Anteil des Wärmeverlusts eines Gebäudes über die Dachfläche kann in ungünstigen Fällen bis zu 20 % betragen. Daher liegt das Hauptaugenmerk beim Dachausbau auf der Sicherstellung des winterlichen Wärmeschutzes. Der Einbau einer Wärmedämmung erfolgt – sofern die Dachdeckung (inkl. Unterspannbahn) nicht ebenfalls erneuert werden soll – als Zwischensparrendämmung, ggf. ergänzt durch eine Untersparrendämmung. Ist eine Komplettisanierung des Daches geplant, kann eine Aufsparrendämmung in Betracht gezogen werden. In der Praxis werden verschiedene Kombinationen der nachfolgend genannten Dämmkonzepte angewandt:

Nähere Informationen erfahren Sie im Video:



Alternatives Video zur Wärmedämmung:  
[https://youtu.be/RIM\\_LYsNa5o](https://youtu.be/RIM_LYsNa5o)



### Dachsanierung im Bestand:

Darauf gilt es zu achten:

---



---



---



---



---



---



## Station: Fassade



**Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## Außenwand

Außenwände nehmen den **größten Teil der thermischen Hülle** eines Gebäudes ein. Die Wärmeverluste der Außenwände betragen 20-25 % der Wärmeverluste der gesamten Außenhülle. Daher ist die Dämmung der Außenwände bei der energetischen Sanierung eines Gebäudes besonders wichtig. Die Vorgaben zur Gewährleistung des Mindestwärmeschutzes sind in der DIN 4108-2 formuliert. Darüber hinaus sind jedoch eine ganze Reihe weiterer Vorschriften und Randbedingungen bei der Planung und Umsetzung von Modernisierungen zu beachten.

### Probleme der Sanierung von Altbauaußenwänden

Die bei der Gebäudesanierung übliche Fassadendämmung stößt bei Altbauten jedoch an ihre Grenzen, wenn die Maßnahmen einen „unangemessenen Aufwand“ darstellen oder wenn die Fassaden bzw. die Gebäude unter Denkmalschutz stehen (gilt das Gebäude als Denkmal, darf keine Wärmedämmung auf der Fassade aufgebracht werden, sondern müsste als Innendämmung erfolgen). Weiter ist darauf zu achten, dass Baustoffe gewählt werden, die umweltschonend in Produktion und Verarbeitung am Bau, später trennbar, wiedernutzbar, recyclebar oder unbedenklich abbaubar sind.

Wärmedämmungen sind z.T. extremen Belastungen ausgesetzt. Sie müssen beständig gegen Wind und Wetter sein. Beispielsweise erwärmen sich Außendämmungen bei Sonneneinstrahlung erheblich bzw. kühlen bei einer Regenbelastung und in den Nächten extrem aus.

Die Temperaturunterschiede verursachen große Spannungen. Diese führen nur dann nicht zu unzulässigen Rissen, wenn die Kräfte sicher in den Untergrund abgetragen werden und die Armierung sorgfältig und korrekt eingebaut ist. Besondere Aufmerksamkeit verlangt die Ausführung von Anschlussdetails. Beim Einbau der Fenster ist darauf zu achten, dass Niederschlagswasser nicht in die Konstruktion eindringen kann. Für die dauerhafte und nachhaltige energetische Sanierung ist eine hohe Verarbeitungs- und Produktqualität wesentlich. Moderne Managementmethoden gehen davon aus, dass neben dem Einsatz von Fachpersonal auch eine gute Dokumentation für die Qualitätssicherung maßgebend ist. Hier können Checklisten hilfreich sein.

### Wärmedämmung und Feuchtigkeit

Unzureichender Wärmeschutz kann während der Heizperiode den Anfall von Tauwasser verursachen. Wird eine Baukonstruktion über einen längeren Zeitraum durchfeuchtet, kann dies Pilzwachstum (Schimmelpilz) hervorrufen und Schwarzverfärbungen von Räumen in Gebäuden (Fogging-Effekte) fördern, mit entsprechenden Gefahren für die Gesundheit der Bewohner sowie der Funktionstüchtigkeit und Werthaltigkeit der Bausubstanz. Die Wärmedämmung entfaltet ihre volle Wirksamkeit zudem erst dann, wenn zugleich die Lüftungswärmeverluste eines Gebäudes durch eine verbesserte Luftdichtheit der Gebäudehülle verringert werden.

### Wärmebrücken bei der Außendämmung

Um Wärmebrücken zu vermeiden, ist es wichtig, dass auch die Außendämmung mindestens 50 cm weiter unter die Kellerdecke geführt wird. Eine Perimeterdämmung (unempfindlich gegen Feuchtigkeit) sollte im Sockelbereich angebracht werden. Die Dämmung des Dachs muss zudem lückenlos an die Dämmung der Fassade angeschlossen sein. Die Laibungen der Fenster müssen mindestens zwei bis vier Zentimeter dick gedämmt werden. Bei hinterlüfteten Vorhangfassaden muss darauf geachtet werden, dass die Unterkonstruktion an sich keine Wärmebrücke darstellt.







### **Wärmebrücken bei der Innendämmung vermeiden.**

Auch bei der Innendämmung kann es zu Wärmebrücken kommen, häufig an den Laibungen der Fenster. Sie müssen deshalb mindestens zwei Zentimeter dick gedämmt werden. Zusätzlich lohnt ein Verzögerungsstreifen, der etwa 50 Zentimeter breit sein sollte. Er schützt vor Kondensatausfall und Schimmelbildung an Wärmebrücken, die an Kontaktstellen von Außen- zu Innenwänden, sowie Geschosdecken auftreten.

Weiterhin sollten Traglatten kreuzweise angebracht werden, um die Wärmebrücken an der Unterkonstruktion zu vermeiden. Zusätzlich kann ein Dämmstoffstreifen zwischen Wand und Traglattung angebracht werden. Wenn das System für die Wandsanierung und die Anforderungen definiert sind, ist für die weitere Planung die Materialauswahl zu treffen.

### **Anforderungen aus dem Baukonzept können sein:**

- Wärmedämmung, Dämmleistung
- Schalldämpfung
- Brandschutzklasse
- Gewicht
- Ökologische Vorgaben
- Bereits gedämmtes, bestehendes Wandsystem
- Fenster und Türen
- Dachüberstände
- Sockelanschlüsse
- Detailanschlüsse
- Witterungseinflüsse
- Mechanische Einwirkungen
- Fassadenschlussgestaltung (Design, Putze, Verkleidung, Anstrich)
- Vorschriften (Denkmalschutz)
- Wahl der Unterkonstruktion



Die Menge der am Markt verfügbaren Dämmstoffe ist mittlerweile nur noch schwer überschaubar. Welche Dämmstoffart für welchen Anwendungsfall in Frage kommt, ist in der DIN 4108-10 übersichtlich zusammengestellt. Hier finden sich auch differenzierte Definitionen der verschiedenen Produkteigenschaften (wie z.B. Druckbelastbarkeit, Wasseraufnahme, Zugfestigkeit), sowie die Zusammenstellung der Mindestanforderungen an verschiedene Dämmstofftypen.

Recherchieren Sie welche Dämmstoffe es gibt und ordnen Sie die den Kategorien zu:

**Dämmstoffe und Produktformen:** (in Anlehnung an UBA 2013)

**Mineralische Dämmstoffe** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Organische Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffe** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Organische Dämmstoffe aus fossilen (synthetischen) Rohstoffen**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Verbundsysteme**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Station: Heizung



Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Heizungssysteme

### Gasheizung

Wenn Ihnen niedrige Investitionskosten wichtig sind, dürfte eine Gasheizung in Frage kommen. Ist kein Gasanschluss vorhanden, ist auch die Ölheizung eine Alternative. Dabei ist die Brennwerttechnik heute das Maß aller Dinge. Hier wird der Wasserkreislauf nicht nur durch die unmittelbare Verbrennungshitze erwärmt. Auch die gesamte Abwärme der Abgase wie auch die Kondensationswärme findet Verwendung. Das sorgt für einen sehr hohen Wirkungsgrad. Der größte Vorteil der Gas- und Ölheizungssysteme ist ihre Flexibilität. Wenn in Ihrem Altbau bereits eine Zentralheizung installiert war, kann in vielen Fällen das vorhandene Heizrohrsystem verwendet werden. Dies bedeutet eine erhebliche Einsparung bei der Installation der neuen Heizungsanlage.

Der Druck auf Bauherrn und Sanierer, bei der Planung von Heizungsanlagen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu achten, nimmt jedoch immer mehr zu. Seit 2021 wird eine CO<sub>2</sub>-Steuer auf fossile Brennstoffe erhoben.

### Heizen mit Holz

War Holz als Energieträger bisher eine Nischenanwendung, haben moderne Holzheizungen im Zuge der Klima-Diskussion deutlich an Bedeutung gewonnen. Vom Prinzip her ähneln sie den Gas- oder Ölheizungen. Die Verbrennungshitze wird zum Erwärmen eines Wasserkreislaufs verwendet, mit dessen Hitze die Heizkörper erwärmt werden und diese Wärme abstrahlen. Heizungssysteme mit Holz arbeiten mit drei Varianten: Es werden ganze Holzscheite verbrannt, kleine „Hackschnitzel“ verwendet oder Holzpellets verheizt. Heizungssysteme mit Holz sind klimaneutral, aber keineswegs emissionsfrei oder umweltschonend! Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Und jeder Baum der verbrannt wird, hat während seines Wachstums genau so viel CO<sub>2</sub> aufgenommen, wie er beim Verbrennungsprozess abgibt. Dennoch: beim Verbrennen wird CO<sub>2</sub> abgegeben. Holzheizungen sind somit nicht emissionsfrei. Und insbesondere bei der Verbrennung von Holzscheiten werden beträchtliche Mengen mikroskopisch kleiner Rußpartikel freigesetzt, sprich Feinstaub erzeugt.

### Wärmepumpe

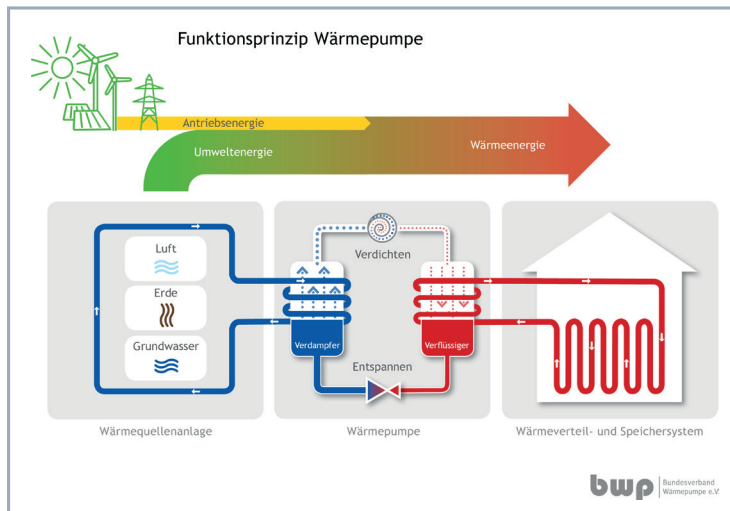
Eine weitere Option für eine Heizung im Altbau ist die Wärmepumpe. Sie entzieht der Umgebung Wärme und wandelt sie durch Kompression zu Heizungswärme um. Dafür benötigt sie allerdings einen gewissen Stromanteil. Wärmepumpen gibt es als Luft-, Erd- oder Solewärmepumpen.

Grundwasser (Sole) als Wärmequelle ist aus energetischer Sicht ideal, bedeutet aber durch notwendige Bohrungen einen höheren Aufwand und damit höhere Kosten. Erdwärmepumpen beziehen ihre Wärme entweder aus einer Bohrung mit darin verbrachten Sonden oder aus im Boden ausgebrachten Rohrleitungen. Das setzt aber genügend Grundstücksfläche voraus.

In der Anschaffung am günstigsten sind Luft-Wärmepumpen, da die Wärmequelle Luft mit wenig Aufwand erschlossen werden kann. Man unterscheidet Modelle zur Innen- oder Außenaufstellung beziehungsweise so genannte Split-Anlagen, wo in der Regel Ventilator, Verdichter und Verdampfer in der Außeneinheit verbleiben, während Verflüssiger, Umwälzpumpe, Hydraulik und Regelung im Hausinneren aufgestellt werden. Eine individuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aller in Frage kommenden Varianten ermittelt die günstigste Wärmepumpe.



Jedoch wird nur etwa 75% der Wärme (je nach Ausführung) dem Grundwasser, der Erde oder der Luft entzogen. Die restlichen 25% entstehen durch Strom. Im Sommer kann die Wärmepumpe (je nach Ausführung) allerdings auch kühlen.



Funktionsprinzip einer Wärmepumpe

## Solarthermie

Bei der Solarthermie wird die Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung genutzt. Auf dem Dach montierte Sonnenkollektoren fangen die Wärme der Sonnenstrahlen auf und leiten Sie über ein Rohrsystem an die Heizungsanlage weiter. In den Kollektoren befindet sich eine spezielle Solarflüssigkeit, die über eine Pumpe in einen Kreislauf versetzt wird. Über eine elektronische Solarsteuerung wird geregelt, wann und wieviel Wärme an die Heizungsanlage abgegeben wird. Eine Solarthermieanlage benötigt einen mit Wasser gefüllten Pufferspeicher, der die Wärmeenergie aufnimmt und nach Bedarf an die Heizkörper abgibt. Da im Winter die Sonnenstrahlung in der Regel nicht ausreicht, um ein Gebäude vollständig über Solarthermie zu heizen, wird die Anlage meist mit einer weiteren Heizungsanlage kombiniert. Über das Jahr gerechnet lässt sich bis zu 30% des Heizwärmebedarfs über eine Solarthermieanlage erzeugen.

Zusätzliche Informationen finden Sie hier:

[https://youtu.be/PbeugpdrZ\\_Q](https://youtu.be/PbeugpdrZ_Q)



## Station: Fenster



Kurze Darstellung der sichtbaren Baumängel:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





## Fenstersanierung



Fenster stellen einen wichtigen Teil der Gebäudehülle dar. Sie dienen unter anderem **zum Schutz vor Kälte und Wärme**, verhindern das Eindringen von Regenwasser und sorgen dafür, dass das notwendige Tageslicht in den Raum gelangen kann. Ältere Fenster im Bauwerksbestand verursachen zum Teil erhebliche Wärmeverluste durch Transmission und Infiltration wegen vorhandener Undichtigkeiten. Neue Fenster sind im Vergleich energetisch günstiger, praktisch und pflegeleicht. Aber Vorsicht! Mit der Fenstersanierung können gravierende Fehler einhergehen, welche die Funktion und die Dauerhaftigkeit des gesamten Bauwerks oder auch von Bauwerksteilen erheblich beeinträchtigen. **Falsch ausgeführte Sanierungen können Schäden** am Gebäude **herbeiführen**.

Der Begriff „**Sanierung**“ meint fast immer den Austausch oder zumindest den erheblichen Umbau der vorhandenen Fenster. Der Begriff „**Instandsetzung**“ wird vor allem bei der Reparatur und Ertüchtigung erhaltenswerter Fensterbestände, beispielsweise in denkmalgeschützten Gebäuden, verwendet. Im Vorfeld der Fenstersanierung bzw. Instandsetzung sollte in jedem Fall eine **Bestandsaufnahme** durchgeführt werden, um eine vernünftige Entscheidung für die zu planenden und umzusetzenden Maßnahmen zu treffen.

In den letzten 20 bis 30 Jahren ging die Entwicklung rasant über 2-Scheibenverbundfenster, Isolierverglasungen bis zur 2- bzw. 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung weiter. Der Markt bietet neben beschichteten Scheiben auch edelgasgefüllte Varianten.

Als wesentliche thermische Eigenschaft wird in der Regel der  **$U_w$ -Wert** (Wärmedurchgangskoeffizient:  $U$ “window“ =  $U$ “Fenster“) genannt. Der  $U_w$ -Wert des Fensters setzt sich aus dem  **$U_g$ -Wert** für den Glasanteil, dem  **$U_f$ -Wert** für den Rahmenanteil und dem zusätzlichen  $\psi$ -Wert, dem Wärmebrückenverlustkoeffizienten des Glasrandes in  $W/mK$  zusammen. Dabei gilt: je kleiner der  $U_w$ -Wert, desto besser die Dämmeigenschaften eines Bauteils. Fensterhersteller geben leider in der Regel nur den  $U_g$ -Wert an, deshalb sollte der Kunde hier schon einmal genauer nachfragen.

Sind die Unterschiede der Wärmeleitfähigkeit von Verglasung und Rahmen zu groß, können unter Umständen Spannungen infolge unterschiedlicher thermischer Ausdehnung entstehen.

Sollen die energetischen Eigenschaften der Gebäudehülle im Hinblick auf die vorhandenen Fenster verbessert werden, kann in Abhängigkeit des Zustandes zunächst eine Reparatur und Beseitigung von Mängeln in Betracht gezogen werden. Vor allem bei erhaltenswerten Fenstern sollte dieser Form der Instandsetzung der Vorrang gegeben werden, wenn dadurch bereits die Sanierungsziele erreicht werden können. Mitunter ist es ausreichend, Mängel an der Verglasung und/oder Undichtigkeiten zu beseitigen.

Aus denkmalpflegerischer Sicht wird ein solcher Ansatz bevorzugt, da vor allem das äußere aber auch das innere Erscheinungsbild der Gebäude so gut wie gar nicht beeinträchtigt wird.

Gut erhaltene Fenster, welche lediglich einen zu geringen Wärmedurchlasswiderstand gewährleisten, können durch eine zweite Fensterebene als Kastenfenster aufgewertet werden. Die neue Fensterebene wird als moderne Zweischeiben



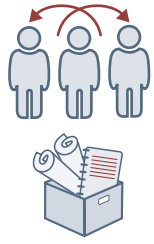
verglasung realisiert, so dass die Vorgaben des Wärmeschutzes erfüllt werden. Der entstehende Zwischenraum stellt einen gewissen Puffer dar. Voraussetzung für eine solche Lösung ist, dass die innere Fensteröffnung genügend Raum bietet, damit das bestehende Fenster durch die neue Fensterebene hindurch geöffnet werden kann.

Eine gute Möglichkeit bietet auch die einfache Ertüchtigung des vorhandenen Fensters und die **Ergänzung durch eine raumseitige Zweischeibenverglasung als Verbundfenster**. Das äußere Erscheinungsbild bleibt so erhalten, während im Raum eine durchgehende (sprossenfreie) Fensterfläche den hohen gesetzlichen Ansprüchen im Hinblick auf den Wärmedurchlasswiderstand und der Luftdichtheit gerecht wird.

### **Fenstererneuerung**

Sofern die Fassade ohnehin neugestaltet und mit einer außenliegenden Wärmedämmung versehen wird, bietet sich natürlich der Einbau neuer Fenster als Ersatz des Bestandes an. Der Uw-Wert der Fenster sollte sich dabei am U-Wert der Außenwände orientieren. Ist der Uw-Wert des Fensters besser als der benachbarten Wandbereiche, kann bei hoher Raumluftheuchte nahezu unbemerkt Kondensat auf den Wandoberflächen entstehen, ohne dass gleichzeitig die Fenster anlaufen.

Dies war bisher ein eindeutiger Indikator für hohe Raumluftheuchten, die eine bessere Raumlüftung erforderlich machen. Die manuelle Lüftung der Fenster sollte mindestens zweimal am Tag mit einer Stoßlüftung gegenüberliegender Wohnungsfenster, bei abgedrehtem Heizkörper, erfolgen. Eine dauerhafte Kippstellung der Fenster kühlt die Wandoberflächen zu stark ab und fördert neben hohen Energieverlusten zudem die Schimmelentstehung.



## Sanierungsfahrplan

Sanierungsmaßnahme 1	Begründung	Gewerke

Sanierungsmaßnahme 2	Begründung	Gewerke

Sanierungsmaßnahme 3	Begründung	Gewerke



Sanierungsmaßnahme 4	Begründung	Gewerke

Sanierungsmaßnahme 5	Begründung	Gewerke



## Bewertung von geplanten Sanierungsmaßnahmen



Nachhaltigkeitskriterium	Pro	Contra



## Methode Diskussion

Zeit	Ablauf der Diskussion
10 Min.	<b>Einführungsphase</b>
40 Min.	<b>Diskussion im Plenum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ zwei Großgruppen (Pro und Contra) sitzen sich gegenüber (durchaus Wettbewerbsaspekt; vgl. Debattierwettbewerbe)</li> <li>■ ein:e Lernende:r eröffnet mit einem Argument; Lernende:r entscheidet, wer ihm antworten darf</li> <li>■ Lernende:r der Gegenseite erwidert auf Argument und kann Neues anschließen - usw. (Ping-Pong-Regel)</li> <li>■ Moderator:in hält sich inhaltlich heraus, achtet nur auf Einhaltung der Diskussionsregeln:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jedes Argument ist zugelassen.</li> <li>• Argumente dürfen nicht personenbezogen bewertet werden.</li> <li>• immer nur ein Argument</li> </ul> </li> <li>■ zwei Lernende (oder Moderator:in) protokollieren an der Tafel</li> <li>■ zwei Moderator:in schließt Diskussionsprozess im Plenum ab</li> </ul>
30 Min.	<b>Abschluss im Plenum</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ergebnisberichte aus Gruppen vortragen</li> <li>■ Moderator:in gibt Pro- und Contra-Großgruppe abwechselnd das Wort</li> <li>■ Nachfragen über Erfahrungen mit der Diskussion</li> <li>■ Fragestellungen zum Thema, z. B.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wo seht ihr nach der Auseinandersetzung mit dem Thema Möglichkeiten der ... einzugreifen?</li> <li>• Wo liegen die Grenzen der Möglichkeiten von ... ?</li> <li>• Wo müssen politische Institutionen (z.B. der Staat) eingreifen?</li> <li>• Wo seht ihr Handlungsmöglichkeiten für euch als Fachkräfte?</li> </ul> </li> </ul>

## Literatur

**BNE-Portal:** Berufliche Bildung. <https://www.bne-portal.de/de/einstieg/bildungsbereiche/berufliche-bildung>, abgerufen am 05.07.2021.

**BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG:** Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Orientierungsrahmen (69). Bonn: (o. V.), S. 4 - 70.

**BUNDESINSTITUT FÜR BERUFLICHE BILDUNG (BIBB):** Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015 – 2019. [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a33\\_mv-bbne\\_bibb-2016.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a33_mv-bbne_bibb-2016.pdf), abgerufen am 16.01.2021.

**BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF):** Karliczek: Digitalisierung und Nachhaltigkeit künftig Pflichtprogramm für Auszubildende. <https://www.bmbf.de/de/karliczek-digitalisierung-und-nachhaltigkeit-kuenftig-pflichtprogramm-fuer-auszubildende-11049.html>, abgerufen am 20.07.2021.

**BUNDESMINISTERIUM DES INNERN, FÜR BAU UND HEIMAT (BMI) (2019):** Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden. [https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Leitfaden\\_2019/BBSR\\_LFNB\\_D\\_190125.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Leitfaden_2019/BBSR_LFNB_D_190125.pdf), abgerufen am 13.08.2021.

**BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, NUKLEARE SICHERHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMUV) (1992):** Agenda 21. Aktionsprogramm der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (UNCED) in Rio de Janeiro 1992. <https://www.bmuv.de/download/agenda-21>, abgerufen am 16.06.2022.

**DIE BUNDESREGIERUNG (2018):** Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie - Aktualisierung 2018. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975292/1559082/a9795692a667605f652981aa9b6cab51/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-aktualisierung-2018-download-bpa-data.pdf>, abgerufen am 21.06.2022.

**BRUNDTLAND BERICHT (1987):** Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Volker Hauff (Hrsg.).

**DE HAAN, Gerhard (2002):** Die Kernthemen der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung - In: ZEP: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik 25 (2002) 1, S. 13-20 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-61778 - DOI: 10.25656/01:6177.

**DE HAAN, Gerhard (2008):** Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann, I./Haan, G. de (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden, S. 23–43. <https://www.researchgate.net/publication/226689376>, abgerufen am 21.06.2022.

**FRIDRICH, Christian (2015):** Kompetenzorientiertes Lernen mit Mysterys – didaktisches Potenzial und methodische Umsetzung eines ergebnisoffenen Lernarrangements. Fachbereich Geographie und Wirtschaftskunde. In: GW-Unterricht 140, S.50-62. Wien. [http://www.gw-unterricht.at/images/pdf/gwu\\_140\\_50\\_62\\_fridrich.pdf](http://www.gw-unterricht.at/images/pdf/gwu_140_50_62_fridrich.pdf), abgerufen am 22.06.2022.

**GRITSCHKE, Hannah; METZNER, Christiane; OVERWIEN, Bernd (Hrsg.) (2011):** Erkennen, Bewerten, (Fair-)Handeln. Kompetenzerwerb im globalen Wandel. Kassel.

**HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG (Hrsg.) (o.J.):** Einen Kundenauftrag einwerben und umsetzen – Zwei Lernsituationen für den Berufsschulunterricht. Didaktische Handreichung für Lehrerinnen und Lehrer. <https://www.yumpu.com/de/document/read/6484059/einen-kundenauftrag-einwerben-und-umsetzen-bibb>, abgerufen am 22.06.2022.

**KMK-KULTUSMINISTERKONFERENZ (Hrsg.) (1999):** Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der



Bauwirtschaft. <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/beschluesse-und-veroeffentlichungen/bildung-schule/berufliche-bildung.html>, abgerufen am 23.01.2020.

**KUHLMEIER, Werner, VOLLMER Thomas** (2018): Ansatz einer Didaktik der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Tramm, T./Casper, M./Schlömer, T. (Hrsg.): Didaktik der beruflichen Bildung - Selbstverständnis, Zukunftsperspektiven und Innovationsschwerpunkte. Bielefeld: o. V., S. 131-151.

**OBERNOSTERER, Richard et al.** (2005): Praxis-Leitfaden für nachhaltiges Sanieren und Modernisieren bei Hochbauvorhaben. Checkliste für eine zukunftsfähige Baumaterial-, Energieträger-, Entwurfs- und Konstruktionswahl. [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz\\_pdf/endbericht\\_praxisleitfaden\\_id2781.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/endbericht_praxisleitfaden_id2781.pdf), abgerufen am 21.06.2022

**VEREINTE NATIONEN** (2015): Generalversammlung. Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015 – 70/1. Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. <http://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>, abgerufen am 30.08.2021.

**VEREINTE NATIONEN** (2021): Ziele für nachhaltige Entwicklung - Bericht 2021 <https://www.un.org/depts/german/millennium/SDG%20Bericht%202021.pdf>, abgerufen am 21.06.2022

**WIEDEMANN, Peter, RICHTER Frank J.** (2016): Nachwachsende Rohstoffe als Unterrichtsthema in Berufsschulen. Aufbaumodul Bauen und Baustoffe. In: Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH (Hrsg.). Berlin: Zeitbild Verlag, S. 1-53.