

# NACHHALTIGES BAUEN

in den Berufsschulen des  
Bauhauptgewerbes



Methodenkompendium



**BAYERISCHE  
BAUWIRTSCHAFT**



★ ★ PECO - Institut

# IMPRESSUM

## Herausgeber

PECO-Institut für nachhaltige Entwicklung e. V.  
Luisenstraße 38 | 10117 Berlin  
030 24639301  
www.peco-ev.de

## Autor:innen

Kiva Drexel, Ronja Endres, Yvonne Grau, Tom Mitschi

## Redaktion

Kiva Drexel, Ronja Endres, Tom Mitschi

## Design, Satz & Layout

BLICKFANG mediendesign  
Mathias Kohlschmidt  
www.blickfang-mediendesign.de

## Lektorat

Thomas Stichler, Punkt & Komma

## Bildnachweis

PECO-Institut e. V. – S.26, 62  
Wikimedia Commons – S.27, 29, 32, 33, 34, 35  
Piqsels Public Domain – S.28  
Max Pixel – S.30  
PxHere – S.36  
Flickr – S.37  
Hippopx – S.31

## Finanzierung

Diese Materialien sind im Rahmen des von der Stiftung Bayerisches Baugewerbe geförderten Projekts „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE): Energetische Gebäudesanierung“ entstanden.

## Erschienen

1. Auflage, März 2023

# INHALTSVERZEICHNIS

Warum dieses Kompendium?.....	01
Methodenübersicht (Ziel – Inhalt – Methode) .....	03
<b>Modul 1   Ich in meiner Umwelt .....</b>	<b>07</b>
M1: Was hat mein Beruf mit der Umwelt zu tun?.....	08
M2: Umweltzerstörung leicht gemacht.....	09
M3: Die Umwelt- und Klimakrise .....	10
M4: Umweltkrise – menschengemacht? .....	11
M5: Was hat die Umweltkrise mit mir zu tun?.....	13
<b>Modul 2   Der Bausektor und die Umwelt .....</b>	<b>15</b>
M1: Bau und Umwelt – unzertrennlich? .....	16
M2: Warum nachhaltig bauen? .....	24
M3: Der Kreislauf des Gebäudes.....	25
M4: Und was meinst du? .....	38
<b>Modul 3   Meine Arbeit und die Umwelt .....</b>	<b>39</b>
M1: Der wahre Preis der Ressourcen .....	40
M2: Wie nachhaltig ist meine Arbeit? .....	49
M3: Die Klimakrise an meinem Arbeitsplatz .....	50
M4: Und was meinst du? .....	52
<b>Modul 4   Nachhaltig bauen – aber wie?.....</b>	<b>53</b>
M1: Nachhaltige Bau- und Dämmstoffe .....	54
M2: Der Bau der Zukunft .....	74
M3: Und was meinst du? .....	76
<b>Zusatzmethoden für Fortgeschrittene .....</b>	<b>78</b>
Extra 1: Gebäude der Zukunft .....	79
Extra 2: Soziale Nachhaltigkeit: Gewerkschaft am Bau .....	83
<b>Empfohlener Ablaufplan von zwei Projekttagen .....</b>	<b>86</b>
<b>Quellenverzeichnis und Literaturhinweise .....</b>	<b>88</b>

# WARUM DIESES KOMPENDIUM?

Der Bausektor hat im Jahr 2021 ein Rekordhoch an energie- und prozessbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht. Laut dem Bericht der Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC) bedeutet das, dass sich die Schere zwischen der Klimabilanz des Sektors und dem Weg der geplanten Dekarbonisierung bis 2050 immer weiter öffnet (United Nations: Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector). Hinzu kommen Umweltschäden, die durch den Abbau von Rohstoffen in Wäldern, Flüssen oder Küstengebieten verursacht werden. Sind diese Auswirkungen auf Klima und Umwelt unumgänglich? Oder verbaut sich die Branche ihre eigene Zukunft?

Die Idee des ökologischen Bauens kam in den 1970er-Jahren erstmals auf und wurde bis Anfang der 2000er-Jahre zu einem umfassenden Konzept der rohstoff- und energieschonenden Bauweise ausgearbeitet. Es bietet eine Reihe von Lösungen, die die Umwelt- und Klimaschäden der Branche reduzieren. Einsatz nachwachsender Bau- und Dämmstoffe sowie erneuerbarer Energien spielen dabei ebenso eine Rolle wie der strukturelle Wandel hin zu Gebäudesanierung statt Neubau. Die Wege sind da, doch es fehlt an jenen, die sie beschreiten.

## Beschäftigte als Akteur:innen des sozial-ökologischen Wandels

Beschäftigte werden selten als Akteur:innen des sozial-ökologischen Wandels adressiert. Zwar steht die Jugend als Klimaakteur zunehmend im Fokus, doch Auszubildende sind kaum in der öffentlichen Debatte vertreten. Dabei sind Beschäftigte der Baubranche in ihrer Berufspraxis zunehmend mit der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen konfrontiert. Sofern sie im Freien auf Baustellen arbeiten, sind sie außerdem direkt mit den Auswirkungen der Klimakrise konfrontiert, etwa durch erhöhte UV-Strahlung und Hitzewellen.

Dieses Methodenkompendium zielt auf das Empowerment der Auszubildenden in den Berufsschulen ab. Ziel der Methoden ist es, die Auszubildenden durch Wissen über die Auswirkungen der Umwelt- und Klimakrise in ihrer Berufspraxis zu stärken. Damit stellen die Methoden eine Ergänzung der Rahmenlehrpläne der beruflichen Bildung dar.

Als beschäftigungsnaher Bildungsträger legen wir dabei besonderen Wert auf die soziale Komponente im Konzept der nachhaltigen Bildung. Ein zentrales Anliegen ist es uns, Auszubildende in ihrer Selbstwirksamkeit bei Themen der sozialen Nachhaltigkeit zu unterstützen. Das bedeutet, Auszubildende über ihre Arbeitsbedingungen, angemessenen Arbeitsschutz und Mitbestimmungsmöglichkeiten aufzuklären.

## Umsetzung der Methoden an Berufsschulen

Das Kompendium richtet sich an Referent:innen der außerschulischen Bildung sowie an Lehrkräfte der beruflichen Schulen, denen das Thema Nachhaltigkeit am Herzen liegt. Berufsschullehrer:innen können die Methoden ergänzend in ihren Unterrichtsplan aufnehmen. Das wird durch die vorgeschlagene Lernfeldanbindung der Bauhauptgewerke erleichtert.

In einer Übersicht (Ziel – Inhalt – Methode) werden die Methoden zu Beginn kurz vorgestellt. Das Kompendium ist nach vier Schwerpunkten der Bildung für nachhaltige Entwicklung strukturiert. Das erste Modul schärft die Beurteilungskompetenz von individueller Nachhaltigkeit im täglichen Leben. Im zweiten Modul wird die Analysekompetenz der Auszubildenden gestärkt – insbesondere das Verständnis des Zusammenhangs von Bauen und Umwelt. Dabei werden die Themen des globalen Ressourcenverbrauchs sowie des Materialrecyclings behandelt. Das dritte Modul befasst sich mit der sozialen Komponente der Nachhaltigkeit: der fairen Arbeit auf der Baustelle. Im vierten und letzten Modul werden Praxisbeispiele einer nachhaltigkeitsorientierten Bauweise thematisiert, etwa die Verwendung nachwachsender Bau- und Dämmstoffe sowie neuer Technologien. Eine Power-Point-Präsentation begleitet das Methodenkompendium. Alle Bilder sind lizenzfrei und können damit in Klassen gezeigt werden. Die Präsentation steht auf der PECO-Seite unter Projekte/Aktuelle Projekte/BBNE: Energetische Gebäudesanierung zum Download bereit.

## Noch nicht genug?

Wir haben Zusatzmaterialien für jene zusammengestellt, die sich intensiver mit der der Thematik des nachhaltigen Bauens auseinandersetzen wollen.

Außerdem haben wir drei zusätzliche Methoden für fortgeschrittene Klassen integriert. Sie sind besonders für Gruppen gedacht, die sich für Diskussion und kreatives Arbeiten begeistern.

Für Lehrkräfte der Berufsschulen haben wir bei einigen Methoden die Anbindung an den Rahmenlehrplan der Klassen der Bauhauptgewerbe angegeben (Referenz: bayerischer Rahmenlehrplan).

Für zweitägige Projekttag haben wir außerdem einen idealen Ablaufplan erstellt, der die Lernergebnisse aus allen vier Modulen optimal sichert.

Für die Teamenden haben wir darüber hinaus Literaturtipps für die Vertiefung von Hintergrundwissen zu den Materialien gesammelt.

## Wer ist PECO?

Nach dem Grundsatz „Wissen ist Macht und Macht ist Wissen“ engagiert sich das PECO-Institut seit zwanzig Jahren in der Bildung von Auszubildenden und Beschäftigten im deutschen Bau- und Agrarbereich. Im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung sensibilisieren wir Arbeitnehmer:innen für den Umwelt- und Klimaschutz und stärken ihre Mitbestimmungs- und Teilhabechancen in der Arbeitswelt. Unser Ansatz zielt darauf, die ökologische Wende in Deutschland sozialverträglich abzusichern und Arbeitnehmer:innen als zentrale Akteur:innen des Wandels zu stärken.

## Methodenübersicht (Ziel – Inhalt – Methode)

# MODUL 1 | ICH IN MEINER UMWELT

	Name	Ziel	Inhalt	Methode
<b>M1</b>	Was hat mein Beruf mit der Umwelt zu tun?	Die Teilnehmenden reflektieren das Verhältnis ihres Berufs zur Umwelt.	Die Teamenden stellen Fragen zur Ausbildung, insbesondere über die Relevanz von Umweltthemen	Positionierungsspiel
<b>M2</b>	Umweltzerstörung leicht gemacht	Die Auszubildenden lernen den Zusammenhang zwischen der menschlichen Lebensweise und der Umwelt – und Klimakrise kennen.	Die TN werden mit apokalyptischen, spielerisch übertriebenen Zukunftsbilder konfrontiert und diskutieren, welche Verhaltensweisen des Menschen dafür verantwortlich sein könnten.	Bildershow Kartenabfrage
<b>M3</b>	Die Umwelt- und Klimakrise	Die Auszubildenden lernen die wissenschaftlichen Fundamente der Umwelt- und Klimakrise kennen. Sie verstehen, was Nachhaltigkeit auszeichnet und warum eine nachhaltige Wirtschaftswende nötig ist.	Ein Film über die Folgen der Klimakrise wird gezeigt. Anschließend geben die Teamenden einen Input zu dem Stand der Wissenschaft diesbezüglich.	Film Input
<b>M4</b>	Umweltkrise – menschengemacht?	Die TN erkennen die globale Dimension der weltweiten Produktion und des Ressourcenverbrauchs. Sie kennen die Fachbegriffe, die zur Berechnung der Nachhaltigkeit dienen. Der Zusammenhang zwischen lokalem Konsum und globaler Verfügbarkeit ist deutlich geworden. Die Teilnehmenden erkennen die besondere Verantwortung der Industrieländer für die Klimakrise.	Die Auszubildenden diskutieren den Film Ökologischer Fußabdruck einfach erklärt – Begriff, Berechnung, Beispiel & Kritik	Film Kartenfragen
<b>M5</b>	Was hat die Umweltkrise mit mir zu tun?	Die TN erkennen das Verhältnis zwischen Kapazitätengrenze der Erde und ihrem Konsumverhalten. Sie denken über mögliche Maßnahmen zur Reduzierung des eigenen Fußabdruckes nach.	Die TN führen einen Test zur Berechnung des eigenen ökologischen Fußabdrucks durch und werten die Ergebnisse aus.	Testbogen

## Methodenübersicht (Ziel – Inhalt – Methode)

# MODUL 2 | DER BAUSEKTOR UND DIE UMWELT

	Name	Ziel	Inhalt	Methode
<b>M1</b>	Bau und Umwelt – unzer-trennlich?	Die Auszubildenden lernen den Zusammenhang von Bauen und Umwelt spielerisch kennen.	Die TN spielen ein Memory, indem sie passende Pärchen finden, die die Geschichte des Gebäudebaus und der Umwelt beleuchten.	Assozia-tionsspiel
<b>M2</b>	Warum nach-haltig bauen?	Die Auszubildenden werden mit den Auswirkungen der Baubranche für Klima und Umwelt konfrontiert und erkennen dabei, warum eine ökologische Trans-formation im Bauwesen nötig ist. Dabei lernen sie, was nachhaltiges Bauen auszeichnet.	Die TN schauen ein Erklärvideo, bevor die Heraus-forderungen des nachhaltigen Bauens vorgestellt werden.	Film
<b>M3</b>	Der Kreislauf des Gebäudes	Die Auszubildenden lernen den Lebenszyklus eines Gebäudes vom Rohstoffabbau bis zum Recycling kennen. Sie erkennen dabei die Notwendigkeit einer Transformation der Branche, um eine echte Kreis-laufwirtschaft (= zirkuläres Bauen) aufzubauen.	Die TN ordnen Bilder (Schritte des Kreislaufs) einem Kreislaufmodell zu.	Bilder-zuordnung
<b>M4</b>	Und was meinst du?	Die TN positionieren sich anhand von Fragen und lernen, ihre Meinung zu den ökologischen Herausfor-derungen der Baubranche zu vertreten.	Die TN beantworten Fragen, indem sie sich im Raum positionieren; anschließende Diskussion.	Quiz

## Methodenübersicht (Ziel – Inhalt – Methode)

# MODUL 3 | MEINE ARBEIT UND DIE UMWELT

	Name	Ziel	Inhalt	Methode
<b>M1</b>	Der wahre Preis der Ressourcen	Anhand von Textarbeit und Plakaterstellung lernen die TN die ressourcenintensiven Bereiche der globalen Baubranche kennen. Sie erkennen die Zusammenhänge bezüglich Ausbeutung von Mensch und Umwelt.	Die TN arbeiten in Kleingruppen an einem Text, der den Ressourcenabbau eines Baumaterials beschreibt, und erstellen ein Plakat mit den gesammelten Informationen.	Textarbeit in Kleingruppen
<b>M2</b>	Wie nachhaltig ist meine Arbeit?	Die TN erlernen, die soziale Dimension von Nachhaltigkeit zu erkennen und auf ihr eigenes Arbeitsumfeld anzuwenden.	Die TN werden gefragt, was sie in ihrer Arbeit/Ausbildung als positiv oder negativ bewerten.	Brainstorming
<b>M3</b>	Die Klimakrise an meinem Arbeitsplatz	Die TN reflektieren die Folgen des Klimawandels in ihrer Arbeit und überlegen, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um den Arbeitsschutz in Zeiten des Klimawandels zu verbessern. Die Methode ist besonders für Azubis geeignet, die im Freien arbeiten.	Die TN diskutieren in der großen Runde, während die Teamenden die Ergebnisse an der Tafel transparent machen.	offene Diskussion
<b>M4</b>	Und was meinst du?	Die TN positionieren sich anhand von Fragen und lernen, ihre Meinung zur sozialen Nachhaltigkeit ihrer Arbeit zu vertreten.	Die TN beantworten Fragen, indem sie sich im Raum positionieren; anschließende Diskussion.	Quiz

## Methodenübersicht (Ziel – Inhalt – Methode)

# MODUL 4 | NACHHALTIG BAUEN - ABER WIE?

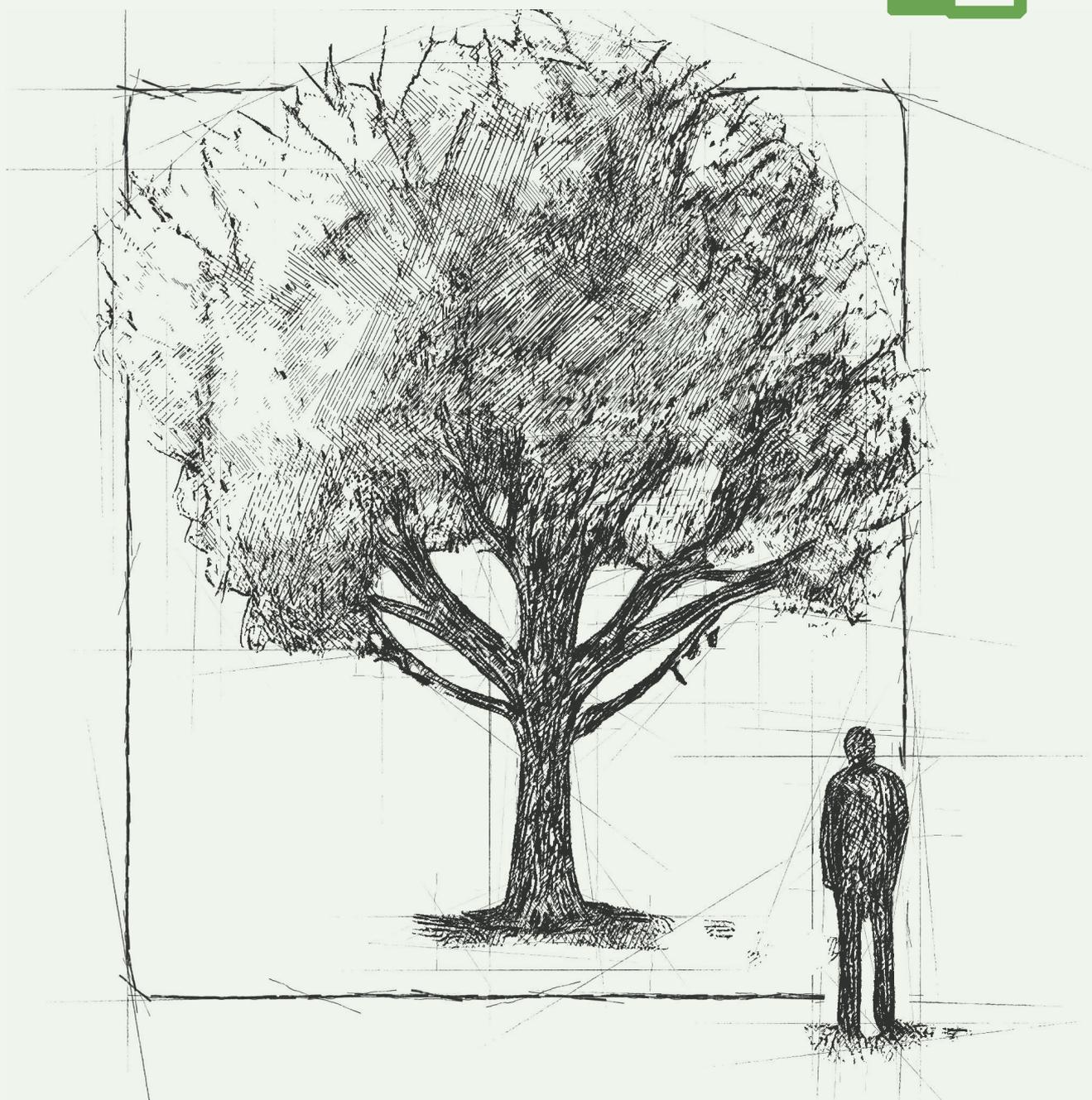
	Name	Ziel	Inhalt	Methode
<b>M1</b>	Nachhaltige Bau- und Dämmstoffe	Die TN können Bau- und Dämmstoffe je nach Eigenschaften und Umweltbilanz einordnen.	In Kleingruppen arbeiten die TN auf Texten und finden wichtige Informationen über jeweils ein Baumaterial heraus. Sie ordnen die Infos zu und füllen so die Tabelle.	Textarbeit
<b>M2</b>	Der Bau der Zukunft	Den TN lernen, Innovationen im Baubereich in Bezug auf Nachhaltigkeitskriterien kritisch zu beurteilen.	Die TN brainstormen zu technologischen Innovationen, die die Branche prägen könnten. In Kleingruppen recherchieren sie vertiefend ausgewählte Innovationen und entwickeln ein Plakat.	Brainstorming

# ZUSATZMETHODEN FÜR FORTGESCHRITTENE

	Name	Ziel	Inhalt	Methode
<b>Extra 1</b>	Gebäude der Zukunft	Die TN setzen nachhaltige Bauweisen in der Praxis anhand einer fiktiven Gebäudekonstruktion um.	In dem Ideenwettbewerb „Gebäude der Zukunft“ wenden die TN die erworbenen Kenntnisse an, um in Kleingruppen ein nachhaltiges Bauprojekt zu entwerfen. Sie stellen es anschließend der Gruppe vor und werten es gemeinsam anhand von vorher erarbeiteten Nachhaltigkeitskriterien aus.	Entwurf eines Bauprojekts
<b>Extra 2</b>	Soziale Nachhaltigkeit: Gewerkschaft am Bau	Die TN lernen spielerisch, sich in verschiedene gesellschaftliche Rollen und deren Interessen hineinzusetzen. Sie erkennen, dass Gewerkschaften ein Mittel sein können, um die soziale Nachhaltigkeit ihrer Arbeit zu stärken.	Die TN teilen sich in zwei Gruppe, die Gewerkschaft und der Arbeitsgeberverband, und bereiten eine Tarifrunde vor. Die Gewerkschaftsgruppe überlegt welche Forderungen sie verlangen wird, während die Arbeitsgebergruppe eine Gegenargumentation vorbereitet. Anschließend erfolgt eine Debatte und es wird versucht, sich auf einen neuen Tarifvertrag zu einigen.	Rollenspiel

# MODUL 1

## ICH IN MEINER UMWELT



# MODUL 1 | M1:

## Was hat mein Beruf mit der Umwelt zu tun?



### Inhaltliche Zielrichtung

Die Teilnehmenden (TN) reflektieren das Verhältnis ihres Berufs zur Umwelt.



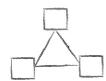
### Zeitaufwand

20 min



### Material

Tagesplan  
Kreppklebeband  
Flipchart mit Tagesablauf vorbereiten  
Stifte



### Ablauf

#### **Vorstellung und Tagesablauf (5 min)**

Die Teamenden stellen sich vor und präsentieren den Tagesablauf.

#### **Positionierung (15 min)**

- › Die TN positionieren sich im Raum je nach Antwort.
- › Arbeitest du gern in deinem Beruf? (Ja/Nein)
- › Hat der Umweltbezug bei deiner Wahl eine Rolle gespielt? (Ja/Nein)
  
- › Hat dein Beruf mit dem Thema Umwelt zu tun? (Ja/Nein)

#### **Auswertung:**

- › Was hat dein Beruf mit dem Thema zu tun?
- › Warum stehst du an dieser Stelle?
- › Was müsste passieren, damit du dich weiter Richtung „ja/nein“ stellst?

# MODUL 1 | M2:

## Umweltzerstörung leicht gemacht



### Inhaltliche Zielrichtung

---

Die Auszubildenden lernen den Zusammenhang zwischen der menschlichen Lebensweise und der Umwelt- und Klimakrise kennen.



### Zeitaufwand

---

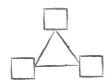
20 min



### Material

---

PowerPoint-Präsentation (PPP): Slide 2/3  
Laptop, Beamer, USB-Stick  
Flipchart  
Stifte



### Ablauf

---

#### **Dystopische Bilder anzeigen (10 min)**

Es wird ein dystopisches Bild gezeigt, zusammen mit der Frage: „Was können wir tun, damit die Umwelt bis zum Jahr 2040 weltweit vollständig ruiniert ist?“ Die Teamenden weisen darauf hin, dass besonders kreative und destruktive Ideen (z. B. alles zubetonieren, mehr Braunkohle verbrennen ...) gefragt sind. Die Ideen werden gesammelt. Die Teamenden notieren sie an der Flipchart sichtbar für die TN.

Anschließend wird ein Bild aus der Bauwirtschaft gezeigt, zusammen mit der Frage: „Was muss die Baubranche tun, damit bis 2040 die Umwelt vollständig zerstört ist?“

#### **Kartenabfrage (10 min)**

Die Auszubildenden schreiben auf Moderationskarten, wo sie in ihrem Berufsleben mit dem Thema Umwelt- und Klimaschutz in Berührung kommen. Die Karten bringen die Auszubildenden mit in einen zu bildenden Stuhlkreis. Sie werden dort in der Mitte ausgelegt und kurz mündlich in einer Diskussion ausgewertet.



### Lernfeld

---

12. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 12.2: Natürliche Lebensgrundlage und ihre nachhaltige Erhaltung

# MODUL 1 | M3:

## Die Umwelt- und Klimakrise



### Inhaltliche Zielrichtung

---

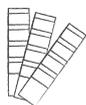
Die Auszubildenden lernen die wissenschaftlichen Fundamente der Umwelt- und Klimakrise kennen. Sie verstehen, was Nachhaltigkeit auszeichnet und warum eine nachhaltige Wirtschaftswende nötig ist.



### Zeitaufwand

---

20 min



### Material

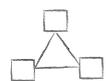
---

PPP: Slide 4/5/6

Film Was passiert, wenn wir 4 °C Erderwärmung erreichen?

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=nARngHsFtlo>

Beamer, Laptop, Lautsprecher



### Ablauf

---

#### Filmschau (10 min)

Der Film wird als Einführung in das Thema Klimawandel gezeigt. Fragen und Unklarheiten werden nach dem Film geklärt.

#### Input (10 min)

Anhand der PPP geben die Teamenden einen kurzen Input über die Klima- und Bio-diversitätskrise weltweit und in Deutschland. Der Begriff „Nachhaltigkeit“ wird dabei definiert und als mögliche Antwort auf die Krise vorgestellt.



### Lernfeld

---

12. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 12.2: Natürliche Lebensgrundlage und ihre nachhaltige Erhaltung



### Literaturhinweise

---

☞ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/umgang-mit-des-information/faktencheck-klimakrise-1936176>

☞ <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20200109STO69929/verlust-der-biodiversitat-ursachen-und-folgenschwere-auswirkungen>

# MODUL 1 | M4:

## Umweltkrise – menschengemacht?



### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN erkennen die globale Dimension der weltweiten Produktion und des Ressourcenverbrauchs. Sie kennen die Fachbegriffe, die zur Berechnung der Nachhaltigkeit dienen. Der Zusammenhang zwischen lokalem Konsum und globaler Verfügbarkeit ist deutlich geworden. Die TN erkennen die besondere Verantwortung der Industrieländer für die Klimakrise.



### Zeitaufwand

25 min



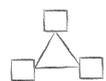
### Material

Film Ökologischer Fußabdruck einfach erklärt – Begriff, Berechnung, Beispiel & Kritik, abrufbar auf YouTube unter

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=iouSfUFLf9A>

Beamer, Laptop, Lautsprecher, Stifte

Moderationskarten, 6 gedruckte Fragekarten zum Film



### Ablauf

#### **Einführung des Films (5 min)**

Die Teamenden führen in den Film ein: Es gibt viele Umweltproblematiken. Wie berechnet man eigentlich die Umweltbelastungen?

Habt Ihr schon einmal vom ökologischen Fußabdruck gehört?

Der ökologische Fußabdruck ist eine Methode, um Belastung zu berechnen und zu zeigen, wie jede:r von uns zu den Umweltproblemen beiträgt. Die Klasse teilt sich in sechs Kleingruppen auf. Jede Gruppe bekommt eine laminierte Fragekarte sowie Stifte und Moderationskarten.

#### **Filmschau (10 min)**

Der Film wird gezeigt.

#### **Auswertung mit der ganzen Klasse (10 min)**

Nacheinander liest jede Gruppe ihre Fragestellung vor. Die anderen Gruppen können bei der Beantwortung helfen oder die Informationen ergänzen.



### Lernfeld

12. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 12.2: Natürliche Lebensgrundlage und ihre nachhaltige Erhaltung

# FRAGEKARTEN

**WAS IST DER  
ÖKOLOGISCHE  
FUSSABDRUCK?**

**WAS IST DER  
GLOBALE  
HEKTAR?**

**WAS IST DER  
WELTER-  
SCHÖPFUNGSTAG?  
UND WANN  
IST ER?**

**WELCHES LAND  
HAT DEN  
GRÖSSTEN  
ÖKOLOGISCHEN  
FUSSABDRUCK?  
UND WARUM?**

**WELCHE KRITIK  
WIRD AN DEM  
OKÖLOGISCHEN  
FUSSABDRUCK GE-  
ÜBT?**

**WELCHEN  
ÖKOLOGISCHEN  
FUSSABDRUCK HAT  
DEUTSCHLAND?  
WIE GROSS IST ER  
IM VERHÄLTNIS  
ZU DEM ANDERER  
LÄNDER?**



# MODUL 1 | M5:

## Was hat die Umweltkrise mit mir zu tun?



### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN erkennen das Verhältnis zwischen Kapazitätsgrenze der Erde und ihrem Konsumverhalten. Sie denken über mögliche Maßnahmen zur Reduzierung des eigenen Fußabdrucks nach.



### Zeitaufwand

45 min



### Material

Gedruckte Tests für jede:n Auszubildende:n, abrufbar unter:

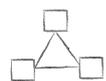
☞ [https://www.endlich-wachstum.de/wp-content/uploads/2015/09/Kapitel-2\\_Grosser-Fuss-auf-kleiner-Erde\\_Rechner.pdf](https://www.endlich-wachstum.de/wp-content/uploads/2015/09/Kapitel-2_Grosser-Fuss-auf-kleiner-Erde_Rechner.pdf)

Moderationskarten

Stifte

Flipchart

Tafel/Magneten



### Ablauf

#### **Berechnung des eigenen Fußabdrucks (25 min)**

Die Schüler berechnen ihren eigenen Fußabdruck mithilfe des Testblatts. Anschließend malen sie auf die Moderationskarten den von ihnen errechneten Verbrauch in Form von Erden auf und hängen die Karten an der Tafel auf.

#### **Testauswertung (20 min)**

Die Moderationskarten werden im Plenum ausgewertet. Folgenden Fragen können gestellt werden:

Liegt die Klasse insgesamt über oder unter dem deutschen Durchschnittsverbrauch? Hättet ihr vorher erwartet, so viel zu verbrauchen? Was glaubt ihr, welcher Aspekt eures täglichen Lebens in der Berechnung besonders ins Gewicht gefallen ist?

Findet ihr, dass alle Menschen in Deutschland ihren Fußabdruck berechnen sollten? Wieso? Wieso nicht?

Das Verfahren zur Berechnung des ökologischen Fußabdrucks kann auch kritisch behandelt werden. Mittels der Diskussion über die Entstehungsgeschichte des Tests (siehe Literaturhinweis) kann in der Auswertung unter anderem reflektiert werden, dass der Test individuellen Konsum anstatt wachstumsorientierter Produktion für die Klimakrise verantwortlich macht. In der Auswertung kann unter anderem diskutiert werden, inwiefern Bewohner:innen des globalen Nordens auch in ihren individuellen Lebensentscheidungen Mitverantwortung für die Klimakrise tragen.

Nach der Diskussion werden alltägliche Möglichkeiten zur Reduzierung des Fußabdrucks an der Flipchart gesammelt. In einer Diskussion ausgewertet.



### Lernfeld

---

12. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 12.2.2: Individuelle Handlungsmöglichkeiten



### Literaturhinweise

---

🔗 <https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/nachhaltigkeit/co2-fussabdruck-carbon-footprint-shell-exxon-bp-taeschung-klima-100.html>

# MODUL

# 2

## DER BAUSEKTOR UND DIE UMWELT



# MODUL 2 | M1:

## Bau und Umwelt – unzertrennlich?



### Inhaltliche Zielrichtung

---

Die Auszubildenden lernen den Zusammenhang von Bauen und Umwelt spielerisch kennen.



### Zeitaufwand

---

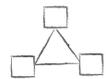
25 min



### Material

---

Gedruckte Memory-Karten, Tafel/Magneten, Flipchart



### Ablauf

---

Während der Pause wird ein Stuhlkreis aufgebaut. Die Memory-Karten werden auf den Boden in die Mitte des Kreises gelegt.

- › Jede:r Auszubildende zieht verdeckt eine Memory-Karte und liest sie für sich durch.
- › Anschließend bewegen sich die Auszubildenden im Raum und versuchen im Austausch miteinander, die passende zweite Karte zu finden.
- › Nach zehn Minuten setzen sich alle Auszubildenden wieder. Nacheinander lesen die durch die zueinander passenden Memory-Karten gebildeten Zweierteams die nun vollständigen Sätze vor und legen die Karten für alle sichtbar nebeneinander auf den Boden.
- › Falls Karten noch einzeln geblieben sind, hilft die ganze Klasse, das Spiel zu beenden.
- › Beim Vorlesen der Karten kann eine kleine Diskussion zum Inhalt entstehen. Hier müssen die Teamenden entscheiden, wie tief in die Thematik eingetaucht werden soll.
- › Mögliche Diskussionsfragen: Ist der Fakt eurer Meinung nach für die Umwelt problematisch?
- › Seht ihr einen Zusammenhang zum nachhaltigen Bauen?
- › Ist der Fakt eurer Meinung nach für die Umwelt problematisch?



### Literaturhinweise

---

Diese Methode orientiert sich an „Vielfältige Tischlerei Memory“ der Methodensammlung „Nachhaltiges Handwerkzeug für Holzberufe“ des Bildungsträgers EPIZ, S. 13f., abrufbar unter [www.epiz-berlin.de/wp-content/uploads/2013-Holz.pdf](http://www.epiz-berlin.de/wp-content/uploads/2013-Holz.pdf).

# MATERIAL ZU MODUL 2 | M1:

## MEMORY-KARTEN



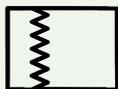
**Betonproduktion  
ist ...**

**... für etwa 6–9 %  
aller menschen-  
gemachten  
CO<sub>2</sub>-Emissionen  
verantwortlich.**



**2020 sind 97  
Bauarbeiter:innen  
...**

**... in Deutschland  
am Bau ums Leben  
gekommen.**



**In Katar sind  
geschätzt  
mindestens 6500  
Gastarbeiter:innen  
...**

**... beim Bau der  
Infrastruktur für  
die WM 2022  
gestorben.**



# MATERIAL ZU MODUL 2 | M1:

## MEMORY-KARTEN



Der Begriff  
„Nachhaltigkeit“...

... kommt aus der  
Forstwirtschaft.



Seit 2020 existiert  
ein betonähnlicher  
Werkstoff, der bei  
seiner Produktion  
kein CO<sub>2</sub> freisetzt, ...

... sondern bindet.



In Bayern wächst  
jede Sekunde ...

... etwa  
1 Kubikmeter Holz.



# MATERIAL ZU MODUL 2 | M1:

## MEMORY-KARTEN

Täglich wird in Deutschland eine Fläche der Größe von 80 Fußballfeldern ...

... zugebaut!

Nordchina litt bereits im 11. und 12., England im 13. und Kontinentaleuropa ab dem 15. und 16. Jh. unter ...

... massivem Holz-mangel.



Rund 54 % des deutschen Müllaufkommens ...

... kommen aus der Baubranche.



# MATERIAL ZU MODUL 2 | M1:

## MEMORY-KARTEN



**Opus caementitium**  
ist der Name ...

... des römischen  
Betons, der bereits  
im 3. Jh. v. Chr.  
benutzt wurde.



**Bauleistungen im**  
Bestand machen ca.  
zwei Drittel ...

... des Marktanteils  
der gesamten  
Baubranche aus.



**Die frühe Lackkunst**  
kam durch eine  
Mischung aus ...

... dem Rindense-  
kret des Lackbaums  
und der Färbung  
durch Pigmente  
zustande.



# Hintergrundinformationen für die Teamenden

## Der Begriff „Nachhaltigkeit“ ... kommt aus der Forstwirtschaft.

Erstmals verwendet wurde er im Jahr 1713 in Bezug auf eine „nachhaltige Forstwirtschaft“. Geprägt hat den Begriff Hans Carl von Carlowitz, ein königlich-polnischer und kurfürstlich-sächsischer Kammer- und Bergrat. Er verwendete ihn in seiner *Sylvicultura oeconomica*, oder hauswirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht, dem ersten forstwirtschaftlichen Gesamtwerk. Anlass war die übermäßige Waldvernichtung im 18. Jahrhundert, die umfassende Aufforstungen notwendig machte, um die Waldbestände zu erhalten.

## Betonproduktion ist ... für etwa 6–9 % aller menschengemachten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.

Der größte Teil geht auf die Produktion des im Beton enthaltenen Zements, insbesondere des Zementklinkers, zurück. Es gibt zwar schon Fortschritte, die allerdings noch bei Weitem nicht ausreichend sind. Maßnahmen, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern, sind u. a.: 1. Steigerung der Energieeffizienz bei der Verwendung von thermischer und elektrischer Energie; 2. Substitution des gebrannten Zwischenproduktes Zementklinker durch andere Stoffe; 3. Substitution fossiler Brennstoffe durch energetische Verwertung von alternativen Brennstoffen.

## Seit 2020 existiert ein betonähnlichen Werkstoff („living building material“), der bei seiner Produktion kein Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) freisetzt

Das Gemisch aus Sand und Gelatine kann Treibhausgas sogar binden. In der Gelatine binden Bakterien Treibhausgas mittels Photosynthese. Der Werkstoff ähnelt in seiner Bindungsfähigkeit herkömmlichem Mörtel. Damit kann das Material Zement nicht vollständig ersetzen, doch kann für Strukturen mit geringer Belastung verwendet werden.

## In Bayern wächst jede Sekunde ... etwa 1 Kubikmeter Holz.

In Bayerns Wäldern stehen etwa 5 Milliarden (über 20 cm große) Bäume. In ihnen stecken etwa 980 Mio. Kubikmeter Holz (ohne Zwischenräume) und jede Sekunde wächst ein Kubikmeter nach. Jährlich etwa 33 Mio. m<sup>3</sup>. Damit könnte man jedes Jahr zwischen München und Melbourne eine 2 m hohe und 1 m dicke „hölzerne Mauer“ bauen (16 500 km). In Bayern werden pro Jahr etwa 18 Mio. m<sup>3</sup> (2020) eingeschlagen und verkauft.

# Hintergrundinformationen für die Teamenden

## 2020 sind 97 Bauarbeiter:innen ... in Deutschland am Bau ums Leben gekommen.

Von den 97 tödlichen Arbeitsunfällen entstanden 44 durch Abstürze, vor allem von Dächern und Gerüsten. Zwölf Bauarbeiter:innen starben bei Maschinenunfällen, zehn Beschäftigte wurden von herabfallenden Teilen erschlagen. Die meisten tödlichen Unfälle gab es der Statistik zufolge in kleinen Betrieben mit bis zu neun Mitarbeiter:innen. 2019 hatte es mit 70 tödlichen Unfällen noch deutlich weniger Todesfälle gegeben (vgl. <https://www.report-k.de/Wirtschaftsnachrichten/Wirtschaft-Deutschland/Todesfaelle-auf-dem-Bau-2020-gestiegen-142107>).

## In Katar sind geschätzt mindestens 6500 Gastarbeiter:innen ... beim Bau der Infrastruktur für die WM 2022 gestorben.

Vor allem in den engen Wohnräumen mangelt es an Hygiene, Sauberkeit und Sicherheit. Acht Personen auf wenigen Quadratmetern sind in Katar Alltag. Die Lebensbedingungen sind unwürdig. Immer wieder kommt es daher zu Protesten der Arbeiter:innen. Ob Krankheiten durch Bakterieninfektionen oder Stromschläge durch offene Kabel, die mit Wasser in Kontakt kamen, es gibt mehrere Gefahren für die Menschen vor Ort, die bei vielen ihrer ehemaligen Kollegen zum Tod führten. Dazu kamen immer wieder Unfälle auf den Baustellen, bei denen Arbeiter ums Leben kamen (vgl. [https://www.t-online.de/sport/fussball/id\\_89527026/schockierende-zahlen-ueber-6-500-tote-bei-bauarbeiten-zur-wm-2022-in-katar-.html](https://www.t-online.de/sport/fussball/id_89527026/schockierende-zahlen-ueber-6-500-tote-bei-bauarbeiten-zur-wm-2022-in-katar-.html)).

## Opus caementitium ist der Name ... des römischen Betons, der bereits im 3. Jh. v. Chr. benutzt wurde.

In Erforschung des Jahrtausende alten Zements wurde festgestellt, dass neben gebranntem Kalk auch Quarz, Grauwacke, Sandstein, Tuff oder Ziegelbruchstücke verarbeitet wurde. Gebrannt wurde das Gemisch in Kalköfen oder ausgehobenen Schachtföfen bei Temperaturen zwischen 900 und 1350°C.

## Täglich wird in Deutschland eine Fläche der Größe von 80 Fußballfeldern ... zugebaut!

Mindestens 45 Prozent der Siedlungs- und Verkehrsflächen sind in Deutschland aktuell versiegelt. Damit ist gemeint, dass sie bebaut, asphaltiert oder anderweitig verschlossen sind. Der Verschluss der Böden zerstört wichtige Bodenfunktionen, besonders die Wasserdurchlässigkeit und die Bodenfruchtbarkeit. Damit kommt es vermehrt zu Hochwasser und Bodenerosionen.

## Nordchina litt bereits im 11. und 12., England im 13. und Kontinentaleuropa ab dem 15. und 16. Jh. unter ... massivem Holzmangel.

Daher nahmen sie die Energiegewinnung über Braunkohle auf, die eigentlich im Verruf stand, schmutzig zu sein. Allein in Kontinentaleuropa war der Waldbestand von 400 bis 1600 n. Chr. von 90 % auf 20 % der Gesamtfläche zurückgegangen.

# Hintergrundinformationen für die Teamenden

## **Rund 54 % des deutschen Müllaufkommens ... kommen aus der Baubranche.**

Laut Statistischem Bundesamt setzte der Bausektor 2013 534 Mio. Tonnen an mineralischen Baurohstoffen in seiner Produktion ein. Heute zählen Gebäude in Deutschland mit rund 28 Milliarden Tonnen zu einem der größten menschengemachten Rohstofflager. Es besteht die Hoffnung, dass diese Rohstoffe nach Nutzungsende wieder dem Recyclingkreislauf zugeführt werden können. Doch bisher hat sich der Bausektor dieser Wiedernutzung nicht konsequent gewidmet.

## **Die frühe Lackkunst kam durch eine Mischung aus ... dem Rindensekret des Lackbaums und der Färbung durch Pigmente zustande.**

Das Rindensekret des Lackbaums wird besonders in mittleren und südlichen Provinzen Chinas aufgefunden. Nach Entnahme aus dem Bau erhärtet es mit der Zeit und verfärbt sich bräunlich.

# MODUL 2 | M2:

## Warum nachhaltig bauen?



### Inhaltliche Zielrichtung

Die Auszubildenden werden mit den Auswirkungen der Baubranche für Klima und Umwelt konfrontiert und erkennen dabei, warum eine ökologische Transformation im Bauwesen nötig ist. Dabei lernen sie, was nachhaltiges Bauen auszeichnet.



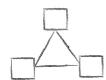
### Zeitaufwand

15 min



### Material

Erklärvideo von PECO: Nachhaltiges Bauen  
Beamer, Laptop, Lautsprecher, PPP: Slide 7/8/9/10



### Ablauf

#### **Anschauen des Videos (10 min)**

Nach dem Video werden eventuelle Fragen und Missverständnisse geklärt.

#### **Input (5 min)**

Anhand einer PPP geben die Teamenden einen kleinen Input über die Herausforderungen der Baubranche bezüglich ihrer Auswirkungen auf Umwelt und Klima. Die im Video erwähnten Zahlen und Fakten werden anhand der folgenden Stichpunkte vertieft und ergänzt.

#### **Stichpunkte:**

Der Bausektor hat einen enormen ökologischen Fußabdruck und trägt zum Klimawandel bei:

- Ressourcenverbrauch von mineralischen Rohstoffen (Kies, Ton, Sand usw.) sowie von Holz, Wasser und Boden
- Zement- und Stahlherstellung emittiert viel CO<sub>2</sub>.
- Rund 1/3 aller CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland wird von Heizung, Warmwasserverbrauch und Beleuchtung von Gebäuden verursacht.

Es gibt technischen Lösungen, um die Branche nachhaltiger zu machen:

- renovieren statt abreißen; energetische Gebäudesanierung
- nachwachsende und CO<sub>2</sub>-arme Bau- und Dämmstoffe

# MODUL 2 | M3:

## Der Kreislauf des Gebäudes



### Inhaltliche Zielrichtung

---

Die Auszubildenden lernen den Lebenszyklus eines Gebäudes vom Rohstoffabbau bis zum Recycling kennen. Sie erkennen dabei die Notwendigkeit einer Transformation der Branche, um eine echte Kreislaufwirtschaft (= zirkuläres Bauen) aufzubauen.



### Zeitaufwand

---

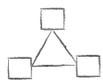
25 min



### Material

---

Kreislaufmodell (an die Tafel gemalt)  
Tafel/Magneten  
Gedruckte Fotos der einzelnen Schritte des Kreislaufs  
PPP: Slide 11/12



### Ablauf

---

#### Bilder erkennen und zuordnen (20 min)

Ein Kreislaufmodell des Gebäudes mit Überschriften ist an die Tafel gemalt. Die TN sitzen im Stuhlkreis und die Bilder liegen auf dem Boden in der Mitte. Allein oder in Zweiergruppen nehmen sich die TN je ein Bild. Sie beantworten folgende Fragen:

- › Was siehst du auf dem Bild?
- › Wo seht ihr den Zusammenhang zum Thema „Nachhaltiges Bauen“?
- › Hat das Thema etwas mit dir zu tun und, wenn ja, inwiefern?

Die Bilder werden reihum vorgestellt. Nach der Besprechung wird jedes Bild im Kreislaufmodell an die richtige Stelle gepinnt (siehe Lösungsskizze unten).

#### Input (5 min)

Anhand der PPP erklären die Teamenden, warum eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft in der Baubranche nötig ist. Dabei werden unter anderem die ökologischen Fußabdrücke von Baumaterialien aufgezeigt.



### Literaturhinweise

---

- 🔗 <https://www.umweltbundesamt.at/news210512>
- 🔗 <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/wohnen/nachhaltiges-bauen-in-der-circular-economy>

# Kreislaufmodell: Lösungsskizze

## Lebenszyklus von Gebäuden





**Sandabbau in Afrika**



**Transport per Lkw**

**MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:**



Kiestransport in Deutschland

MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:



**Kiesabbau in Europa**



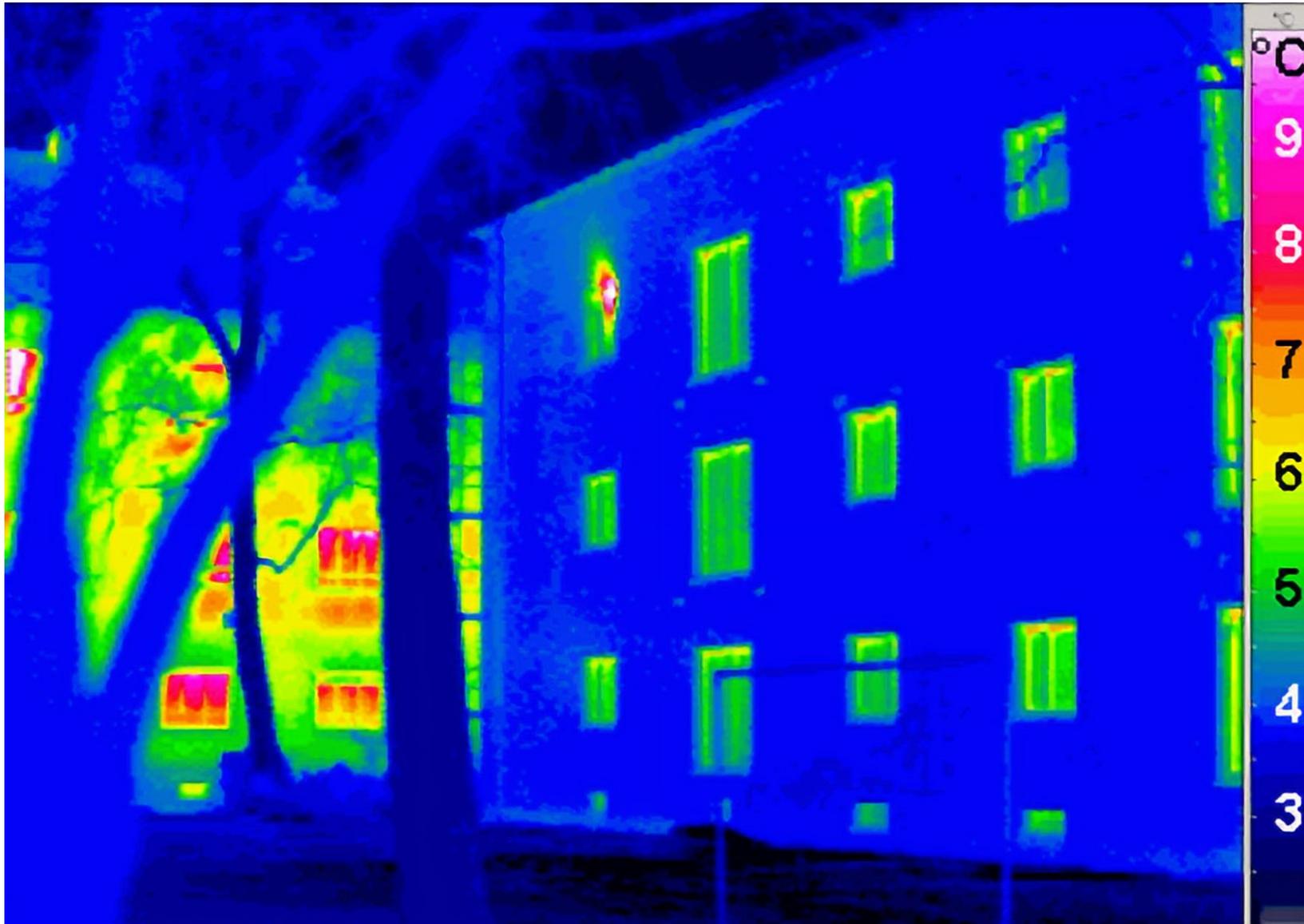
**Bauarbeiter:innen**

MATERIAL ZU MODUL 2 | MS:



**Baustelle in Toronto**

MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:



## MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:

### Wärmekamera



**Bauabfälle**



**Zementfabrik**

**MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:**



**Stahlbalken**

**MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:**



Abbau

MATERIAL ZU MODUL 2 | M3:

# MODUL 2 | M4:

## Und was meinst du?



### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN positionieren sich anhand von Fragen und lernen, ihre Meinung zu den ökologischen Herausforderungen der Baubranche zu vertreten.



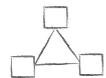
### Zeitaufwand

20 min



### Material

4 große beschriftete Karten  
(„A“, „B“, „C“, „Nichts von alledem, sondern ...“) oder  
ABCD-Karten für alle TN  
PPP: Slide 13/14/15/16



### Ablauf

Die Methode hat zwei Ablaufmöglichkeiten: Die erste erfordert Bewegung im Raum, die zweite erfolgt im Sitzen. Je nach Zeit können 3–4 Fragen gestellt werden. Bei der letzten Frage kann der Kreislauf (Modul 2, M3) schon an der Tafel von dem bzw. der anderen Teamer:in vorbereitet werden.

#### **Variante 1: Positionierung im Raum (20 min)**

Die großen Karten „A“, „B“, „C“ und „Nichts von alledem, sondern ...“ werden in die Ecken des Raumes gehängt. Fragen und Antwortmöglichkeiten werden anhand des Projektors gezeigt. Nachdem die jeweilige Frage von den Teamenden vorgelesen wurde, sollen sich die Auszubildenden einer Antwortmöglichkeit (jeweilige Ecke des Raumes) zuordnen. Passt keine der Antworten, stellen sie sich in die Ecke „Nichts von alledem, sondern ...“. Dabei soll auf einzelne Auszubildende und ihre Antworten eingegangen werden. Wie viele Auszubildende hierbei von den Teamenden befragt werden, hängt von der Anzahl der Auszubildenden und der verbleibenden Zeit ab. Hierbei sind kurze Diskussionen ohne Richtig-oder-falsch-Ausgang wichtig. Ziel ist es, die Auszubildenden zu einer Begründung der Aussagen zu motivieren.

#### **Variante 2: Antwort per Kartenmeldung (20 min)**

Die Methode ist ähnlich, doch antworten die TN hier, indem sie sich mit ABCD-Karten melden. Es kann nach Beantwortung der jeweiligen Frage auf einzelne Antworten eingegangen werden.

# MODUL

# 3

## MEINE ARBEIT UND DIE UMWELT



# MODUL 3 | M1:

## Der wahre Preis der Ressourcen



### Inhaltliche Zielrichtung

Anhand von Textarbeit und Plakaterstellung lernen die TN die ressourcenintensiven Bereiche der globalen Baubranche kennen. Sie erkennen die Zusammenhänge bezüglich Ausbeutung von Mensch und Umwelt.



### Zeitaufwand

115 min



### Material

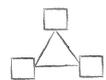
5 Arbeitsgruppen-Texte, mehrmals gedruckt:

- A) Ressourcengewinnung: Sand
- B) Ressourcenausbeutung: Arbeitskraft (Transport)
- C) Ressourcenverbrauch: Zement
- D) Ressourcenverbrauch: Boden
- E) Ressourcenverschwendung: Bauabfälle

Große Plakate (Flipchart)

Stifte

Klebeband



### Ablauf

#### **Einzelarbeit (20 min)**

Die Auszubildenden bilden 5 Arbeitsgruppen (AG). Jede Gruppe setzt sich an einen Tisch. Die Teamenden legen die entsprechenden AG-Texte auf den Tisch. Die TN erhalten die Aufgabe, die Texte aufmerksam durchzulesen.

Währenddessen schreiben die Teamenden folgende Fragen an die Tafel oder die Flipchart:

- › Von welcher Ressource ist die Rede?
- › Wie wird die Ressource abgebaut und vom wem?
- › Was könnten Gefahren im Abbau der Ressource sein?
- › Wie wird die Ressource genutzt?

### **AG-Arbeit (30 min)**

In der Kleingruppe beantworten die TN die Fragen und schreiben ihre Ideen stichpunktartig auf ein Plakat. Sie können auch die Ressource auf das Plakat malen.

### **Pause (15 min)**

### **Präsentation (30 min)**

Die AG1 beginnt, ihre Stichpunkte zu präsentieren. Nacheinander stellen die Gruppen ihre jeweilige Ressource kurz vor. Die Teamenden fragen jede Gruppe, wo in der Welt die Ressource abgebaut wird. Kamen Länder/Orte namentlich im Text vor? Falls nicht, wo würdet ihr denken, dass die Ressource gewonnen wird?

### **Auswertung (20 min)**

Anschließend werden die Ergebnisse in der großen Gruppe ausgewertet. Die Teamenden vollziehen kurz die weltweite Dimension des Ressourcenhandels nach. Sie betonen dabei den Zusammenhang von Ausbeutung der Ressourcen und Ausbeutung von Arbeitskraft.

Anschließend wird die Diskussion über die soziale Dimension der Ressourcenausbeutung vertieft:

- › Was meint ihr, was Ressourcengewinnung hier und in Indonesien oder in den USA gemeinsam hat? Was könnten Unterschiede sein? (Z. B. Umweltfolgen, Arbeitsbedingungen des Abbaus, ...)
- › Welche Ressourcengewinnung stellt ihr euch besonders beschwerlich vor? Warum? Was würde die Arbeit eurer Meinung nach weniger beschwerlich machen? (Technologisierung/kurze Arbeitszeiten/Arbeitsschutz)
- › Seid ihr bei euch im Betrieb in Kontakt mit einer dieser Ressourcen gekommen? Wie arbeitet ihr dort damit?



### **Lernfeld**

---

12. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Wirtschaft und Wirtschaftspolitik, Modul 12.1.11: Außenpolitik und Globalisierung



### **Literaturhinweise**

---

- ☞ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/lieferkettengesetz-1872010>



# MATERIAL ZU MODUL 3 | M1:

## AG1

---

**Mich findest du überall auf der Welt. Ich bin die wichtigste Ressource nach dem Wasser. Allein in Deutschland gibt es rund 2000 Abbaugelände, in denen ich und mein Schwager, der grobe Kies, gewonnen werden. Es gibt mich in vielen Formen. Aber nicht jede ist geeignet, um mich zu verbauen ...**

Meine Brüder in den Wüsten sind für den Bausektor uninteressant. Das führt dazu, dass ich verrückte Reisen auf mich nehme. Um für den Bau des Wolkenkratzers Burj Khalifa in der Wüstenstadt Dubai zur Verfügung zu stehen, musste ich den weiten Weg aus Australien auf mich nehmen. Nicht nur meine Form ist facettenreich, sondern auch meine Nutzung. Ich bin überall: ich verfülle die Kabelschächte für das schnelle Internet. Ihr findet mich in Solaranlagen und Computerchips. Ihr putzt mit mir eure Zähne, und tagsüber leuchte ich euch von euren Mobiltelefonen entgegen.

Doch mein größter Fan ist der Bausektor. Hier stecke ich im Beton und in den Ziegelsteinen, aber auch in Glas und Lacken. Für ein Einfamilienhaus werden fast 200 Tonnen von mir benötigt. Mit dem Jahresverbrauch des globalen Bausektors könnte man eine fast 27 Meter hohe und 27 Meter breite Mauer rund um den Äquator aufschütten. Vor Kurzem kam mir eine Schätzung zu Ohren, dass pro Erdbewohner im Jahr ungefähr zwei Tonnen Beton

produziert werden. Dafür muss man ca. 10–15 Milliarden Tonnen von mir aus der Erde entnehmen.

Weil die Welt so süchtig nach mir ist, werden immer noch weitere Vorkommen gefördert. Ich werde am Meeresboden abgesaugt, und unerschlossene Naturgebiete werden nach mir abgegraben. Mittlerweile sind ganze Strände und Inseln verschwunden. Meine Brüder berichten mir von mafiösen Strukturen, die meinen Abbau illegal betreiben. In Marokko ist bereits die Hälfte der Strände illegal abgetragen worden. 2018 war mein größter Exporteur die USA und das größte Einfuhrland das reiche Singapur in Asien. Ich stamme noch aus der letzten Eiszeit und entstehe durch die Jahrtausende dauernde Erosion von Bergen. Obwohl ich schon viel erlebt habe, hätte ich mir nie vorstellen können, dass ich einmal so wichtig werden würde.

Wenn ich übermäßig abgebaut werde, schädigt das die Ökosysteme von Küsten- und Flusslandschaften. Tiere und Pflanzen verlieren ihren Lebensraum und so ihr Menschen eure Nahrungsressourcen. Der Grundwasserspiegel kann sinken, wodurch Brunnen versiegen. Ganze Gebiete werden anfälliger für Überschwemmungen und Stürme.

Einige Länder versuchen mittlerweile, meinen Abbau ökologisch verträglich zu

gestalten, so z. B. China, das meine Gewinnung aus Flüssen verboten hat. Auch in Deutschland ist meine Gewinnung reglementiert. Das lockt die Unternehmen aber nur an, immer noch weitere Strecken auf sich zu nehmen, um mich, das „weiße Gold“, zu beschaffen. Sie gehen in Länder, wo mein Abbau noch nicht beschränkt ist oder die staatlichen Strukturen nicht die Kontrolle aller Landesteile zulassen. Hier werde ich dann illegal ausgehoben – zur Not unter Verteidigung mit Waffen.





# MATERIAL ZU MODUL 3 | M1:

## AG2

---

**Ich habe heute noch 600 km vor mir, bis ich die Ware beim Kunden abliefern. Manchmal arbeite ich bis zu 70 Stunden die Woche. Meine Familie und Freunde sehe ich oft wochenlang nicht.**

Ich arbeite für ein deutsches Unternehmen, jedoch für einen niedrigeren Lohn als meine deutschen Kollegen. Mittlerweile sind für mich die realen Stundenlöhne von 5 Euro nicht mehr attraktiv – da gehe ich lieber in die Niederlande. Allerdings bin ich da noch weiter weg von zu Hause.

Für mich gilt es immer, abzuwägen: Wie viel Geld ist mir der wochenlange Abschied von meiner Familie wert? Letztes Jahr bin ich den ganzen Sommer den Weg Dänemark – Italien hoch- und runtergefahren. Bin nur jedes fünfte Wochenende nach Hause, um schnell Wäsche zu waschen. Meine Freunde bleiben dabei natürlich auf der Strecke.

Was zusätzlich an mir nagt, ist der Stress. Die Firmen bekommen häufig einen Auftrag nur dann vollständig bezahlt, wenn die Ware rechtzeitig ankommt. Die Zeit für die Fahrt ist aber äußerst knapp bemessen. Das ist der erste Grund für den Stress und die wenigen Pausen. Noch dazu haben viele Unternehmen, keine Lager mehr – um Kosten zu sparen. Es gibt nur noch die Lagerhaltung auf Rädern. Auch das verstärkt den Druck, die Ware termin-

gerecht abzuliefern. Manchmal komme ich bei einem Kunden an und bekomme nur einen Schlüssel in die Hand gedrückt. Dann muss ich den ganzen Laderaum allein ausladen. Oder ich warte stundenlang auf jemanden, der mir sagt, wo die Ware hinkommt.

Abends will ich dann einfach nur noch meine Ruhe. Da muss ich dann aber erst mal einen Parkplatz finden. Auf den kostenfreien Parkplätzen treffe ich viele Bekannte, auch viele aus meiner Heimatregion. Niemand von uns möchte für den Parkplatz zahlen. Wir wollen so viel wie möglich von dem Geld mitnehmen. Da passen wir nachts lieber gegenseitig auf die Ware der anderen auf.

Manchmal werde ich auf der Strecke nachdenklich, wenn die Landschaften an mir vorbeiziehen. Dann halte ich manchmal einfach an, auch wenn ich das dann später wieder aufholen muss. Aus meinem Studium weiß ich: Verkehr ist durch den Ausstoß des Klimagases Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) mittlerweile einer der größten Verursacher der globalen Klimaerwärmung. Bis zu einem Viertel aller CO<sub>2</sub>-Emissionen stammen vom Verkehr. Die Straße produziert im Güterverkehr mehr als fünfmal so viel Klimaemissionen wie die Schiene. Aber anstatt den Güterverkehr auf Schienen umzulegen oder weniger kreuz und quer durch den Kontinent zu schicken, wächst der Straßengüterverkehr jedes Jahr an.



# MATERIAL ZU MODUL 3 | M1:

## AG3

**Ich bin einer der größten Energiefresser des Bausektors. Mit einer Weltproduktion von knapp vier Milliarden Tonnen pro Jahr bin ich der meistverwendete Werkstoff überhaupt. Ich lebe in tropischem Klima. Doch ich habe Verwandte auf der ganzen Welt – denn jeder braucht mich!**

Für meine Herstellung werden die natürlichen Rohstoffe Kalkstein und Ton verwendet. Die Rohstoffe werden zu Rohmehl gemahlen und anschließend bei etwa 1450 °C gebrannt, wodurch Klinker entsteht. Das nun kugelförmige Material wird abgekühlt und mit Hüttsand, Flugasche, Kalkstein und Gips gemischt – und schon bin ich geboren.

Auch wenn mir meine allgemeine Beliebtheit im Bau gefällt, so Sorge ich mich doch darum, wie die Welt in 100 Jahren wohl aussehen wird. Denn um die hohen Temperaturen zu erreichen, die für meine Herstellung nötig sind, braucht es viel Energie. Diese wird meist durch Kohle, Kernspaltung und Gas bereitgestellt. Bei der Herstellung von einer Tonne meines Klinkers entstehen etwa 900 kg Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Die Werke, in denen ich produziert werde, setzen pro Jahr viermal so viel CO<sub>2</sub> frei wie der gesamte weltweite Flugverkehr. Ich verursache 6–9 % des jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes!

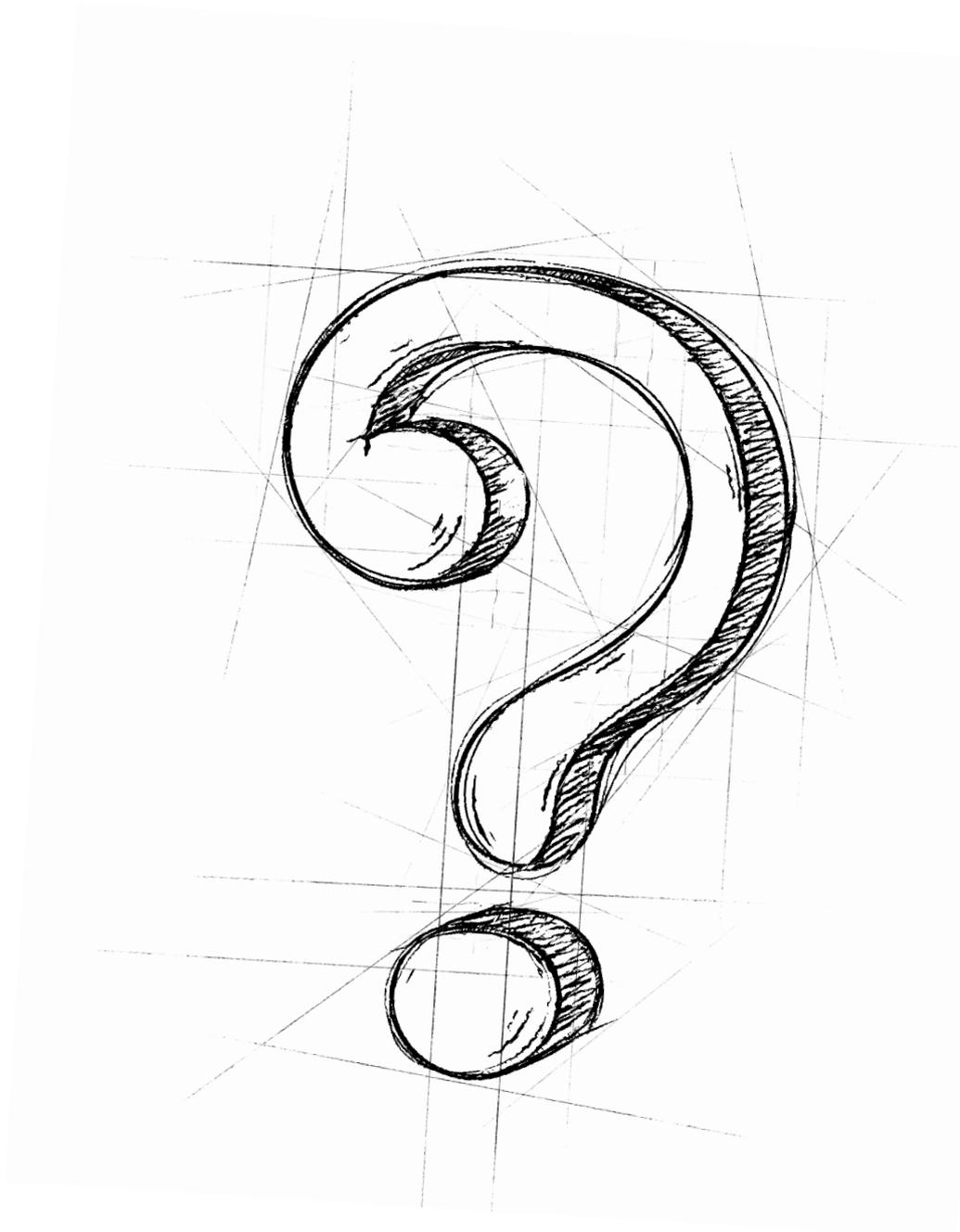
Ein hoher CO<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>it einer durchschnittlichen Temperaturerhöhung von bis zu

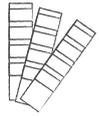
6 °C bis zum Jahr 2100. Durch das lange Gedächtnis einiger der in mir enthaltenen Rohstoffe weiß ich, dass der Unterschied unserer heutigen Durchschnittstemperaturen zur letzten Eiszeit nur 4 °C betrug.

Hier in meiner Heimat Indonesien boome ich – und das obwohl hier von jedem Einwohner jährlich nur etwa 15 bis 20 kg von mir verbraucht werden. Dennoch stehen hier Werke, die die örtlichen Gebirge abtragen, um mich zu produzieren. Großkonzerne wie die deutsche Firma HeidelbergCement haben im Karstgebirge etwas gefunden, das auf dem Weltmarkt Milliarden Dollar wert ist: Kalkstein. Doch die Gebirge gelten hier als Naturschutzgebiete. Vor Kurzem ist ein gewaltiger Streit entbrannt. So ist der Kendeng-Karst im Norden Zentral-Javas noch weitgehend intakt. Aus Hunderten Quellen werden dort 24 000 Hektar Reisfelder bewässert: Erdnüsse, Maniok, Obst und Gemüse – Lebensgrundlage für 40 000 Bauernfamilien. Kalksteinabbau reduziert die Menge des im Untergrund gespeicherten Wassers drastisch.

Nun kam mir zu Ohren, dass die Firmen für meine Herstellung im Streit mit den lokalen Bauerngemeinden liegen. An einem anderen Standort kauften sie den Bauern bereits ihr Land ab und versprachen Arbeit für die Region. Doch haben nur die wenigsten tatsächlich Arbeit bekommen. Nun stehen sie heute ohne Geld

und zusätzlich auch noch ohne Land da.  
„Die Fabrik macht uns zu armen Leuten“,  
hörte ich kürzlich einen der Bauern sagen.  
Doch ich mache die Menschen nicht nur  
machtlos. Erst kürzlich ließen sich Pro-  
testierende vor dem Präsidentenpalast in  
Jakarta ihre Füße einzementieren – als  
Symbol der Solidarität mit den Kendeng-  
Bauern. Manchmal bin ich wohl doch zu  
etwas nütze!





# MATERIAL ZU MODUL 3 | M1:

## AG4

---

**Ich bin älter als die Menschheit, und ohne mich ist sie nichts! Jahrhunderte lang kamen wir bestens miteinander aus, doch langsam raubt sie mir die Luft zum Atmen und das Wasser, um meinen Durst zu stillen. Einer der Hauptgründe dafür ist ihr unendlicher Hunger nach Beton und Asphalt, der mich zu ersticken droht.**

Die Menschen denken, meine Kräfte seien unendlich. Doch auch ich kann aus dem Gleichgewicht gebracht werden. Ich bin eine nicht erneuerbare Ressource. Der Begriff Flächenverbrauch meint nichts anderes als meine unumkehrbare Umgestaltung. Indem die Menschen mich bebauen, versiegeln sie mich. Das bedeutet, dass die Flächen durch Bebauung, Pflasterung, Asphaltierung usw. weitgehend wasserundurchlässig geworden sind.

Wie ein Schwamm speichere ich in meinen Poren das Regenwasser. Ich kann bis zu 200 Liter Niederschlag pro m<sup>2</sup> und einem Meter Tiefe aufnehmen. Doch auf den versiegelten Flächen kann ich kein Wasser speichern. Wenn es viel regnet, ist mein Vermögen, Wasser zu speichern, von entscheidender Bedeutung. Je mehr Wasser ich speichere, desto langsamer steigt bei hohen Niederschlagsmengen der Wasserspiegel in den Flüssen.

Wenn die Menschen mir das Wasser zum Leben nehmen, kann ich nicht anders, als mein Wasser an die umlaufenden Abwas-

serkanäle, Bäche und Flüsse abzugeben. Bei Starkregen merken dann sogar die Menschen, dass etwas nicht stimmt. In schlimmen Fällen kann auch mein Freund der Fluss das Wasser nicht halten – es kommt zu Überschwemmungen. Diese sind eine Infektionsgefahr für den Menschen, wenn Klärbecken oder Abwasser hochgeschwemmt werden.

Hochwasser trifft die Menschen auch finanziell – für einige kann es den Ruin bedeuten. Als ein Hochwasser im Jahr 2002 Schäden in Höhe von schätzungsweise 13 Milliarden Euro verursachte, waren nur wenige Betroffene durch Versicherungen geschützt. Die meisten Menschen standen vor dem Nichts.

Doch die Menschen bauen weiter. Denn gebaut werden muss ja, oder?

## AG5

---

**Ich bereite den Bauunternehmern zunehmend Schwierigkeiten. Mittlerweile mache ich 60 % sämtlicher Abfälle in Deutschland aus. Die Bauherren wissen nicht, wohin mit mir. Früher war es einfach: Da landete ich einfach im anliegenden Acker oder in der Kiesgrube. Heute muss sich der Bauherr eine aufwendige Entsorgung leisten. So kommt es nicht selten vor, dass ich Bundes- und Landesgrenzen durchquere, bis ich schließlich endgelagert werde. Dabei ist mein Leben noch gar nicht zu Ende!**

Ich entstehe beim Rückbau, Umbau oder bei der Sanierung von Bauwerken. Und ich bin zu wertvoll für die Entsorgung auf einer Deponie. Vielmehr kann ich Rohstoff für die erneute Herstellung von Baustoffen sein. Wenn ich richtig aufbereitet werde, besitze ich sogar vergleichbare Eigenschaften wie neue Baustoffe!

So kann ich zum Beispiel in Aufbereitungsanlagen oder Aufbereitungsmaschinen durch Brechen zerkleinert, sortiert und nach Korngröße klassifiziert werden. Durch moderne Aufbereitungsverfahren werde ich von unerwünschten Störstoffen wie z. B. Holz, Kunststoff, Metallen und Papier befreit. Damit steigt meine Qualität für die Wiederverwendung deutlich. Die so hergestellten Gesteinskörnungen können als hochwertige Baustoffe eingesetzt werden.

Mittlerweile befindet sich Deutschland in einer notwendigen Transformation zu

einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft. Für den Umgang mit den Resten, die beim Bau und beim Abbruch von Gebäuden anfallen, bedeutet das:

1. Die Entstehung solcher Reste sollte möglichst vermieden werden, z. B. durch Erhaltung bestehender Baustanz und auf lange Nutzungsdauer ausgelegte Konstruktionen.
2. Nicht vermeidbare Reste sollten im Kreislauf gehalten werden. Dazu sollte schon der Entwurf neuer Bauten Möglichkeiten zur Wiederverwendung mitbedenken.
3. Falls eine Wiederverwertung nicht möglich ist, muss die Entsorgung umweltgerecht erfolgen.

Auf diese Art konnten 2014 in Deutschland knapp 78 % von mir recycelt werden. Ich freue mich natürlich, ein so langes Leben zu haben!

Von meinen Verwandten in München wird berichtet, dass beim Abbruch der Bayernkaserne 200 000 Tonnen Pflanzenerde und Material für Straßenbau gewonnen wird. Trotzdem macht das nur etwa die Hälfte allen Schutts aus. Dennoch: Die recycelten Materialien sollen den ersten Schätzungen zufolge etwa 10 Mio. Euro einsparen.

# MODUL 3 | M2:

## Wie nachhaltig ist meine Arbeit?



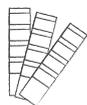
### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN erlernen, die soziale Dimension von Nachhaltigkeit zu erkennen und auf ihr eigenes Arbeitsumfeld anzuwenden.



### Zeitaufwand

25 min



### Material

Moderationskarten: grün und rot, Stifte



### Ablauf

#### **Reflexionszeit (5 min)**

Die TN bekommen grüne und rote Moderationskarten. Auf den grünen Karten sollen sie die positiven Aspekte ihrer Arbeit im Betrieb aufschreiben, auf den roten Karten die negativen. Das kann von Arbeitsweisen über sozialen Umgang bis hin zu konkreten Erfahrungen alles sein, was den Jugendlichen einfällt.

#### **Vorstellung der Ergebnisse (10 min)**

Die Karten werden in zwei Spalten (positiv und negativ) an die Tafel gepinnt. Die Teamenden fassen kurz Aspekte zusammen, die am meisten vorkommen oder eine besonders negative/positive Erfahrung widerspiegeln.

#### **Reflexion in der Gruppe (10 min)**

Die Teamenden stellen folgende Fragen an die Auszubildenden:

- › Warum lässt euer Chef euch länger arbeiten?
- › Wie wird mit Überstunden im Betrieb umgegangen (ausgezahlt, wann anders freigenommen etc.)?
- › Was könnten Gründe sein, warum Arbeitgeber Überstunden nicht kompensieren?

Abschließend definieren die Teamenden anhand der negativen Aspekte, etwa der beschwerlichen Arbeit, der Überstunden, was sozial nachhaltiges Arbeiten in ihrem Betrieb bedeuten könnte.



### Lernfeld

10. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 10.1: Ausbildung und Beruf

# MODUL 3 | M3:

## Die Klimakrise an meinem Arbeitsplatz



### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN reflektieren über die Folgen des Klimawandels in ihrer Arbeit und überlegen, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um den Arbeitsschutz in Zeiten des Klimawandels zu verbessern. Die Methode ist besonders für Azubis geeignet, die im Freien arbeiten.



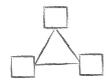
### Zeitaufwand

35 min



### Material

Pinnwand/Tafel  
Moderationskarten/Magneten



### Ablauf

#### **Einleitung (5 min)**

Die Teamenden leiten die Methoden ein: „Durch den Klimawandel wird es sonniger und heißer in Deutschland. Das betrifft insbesondere Arbeitnehmer:innen, die im Freien arbeiten. Der von UV-Strahlung verursachte weiße Hautkrebs ist die meistanerkannte Berufskrankheit auf dem Bau. Eine bessere Prävention und Schutzmaßnahmen könnten die Zahl der Hautkrebserkrankungen deutlich reduzieren.“

#### **Kleingruppenarbeit (10 min)**

Die TN werden in Dreiergruppen aufgeteilt. Jede Gruppe überlegt, wie die Arbeitsschutzbedingungen besser an die neuen klimatischen Bedingungen, vor allem Hitze und Sonne, angepasst werden können. Sie sollen außerdem entscheiden, ob die jeweilige Schutzmaßnahme vom Betrieb oder vom Arbeitnehmer wahrgenommen werden sollte. Die Gruppen halten ihre Ideen auf Moderationskarten fest.

#### **Auswertung (10 min)**

Die Teamenden teilen die Tafel in zwei Spalten: erste Spalte: „Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen“ (siehe letzter Literaturhinweis unten); zweite Spalte: „Persönliche Schutzmaßnahmen“. Sie erläutern kurz die Unterteilung: die erste Spalte ist Verantwortung der

Arbeitgeber:innen, die zweite ist Verantwortung der Arbeitnehmer:innen. Jede Gruppe soll ihre Moderationskarten an der Tafel in der richtigen Spalte anpinnen. Nach eventuellen Korrekturen erklären die Teamenden das TOP-Prinzip: Zuerst werden technische und organisatorische Maßnahmen priorisiert und zum Schluss die persönlichen Maßnahmen.

### Diskussion (10 min)

Abschließend stellen die Teamenden folgende Fragen:

- › Wird auf euren Baustellen auf Hitze- und Sonnenschutz geachtet?
- › Werden technische und organisatorische Schutzmaßnahmen priorisiert?
- › Wenn nicht: Welche Hürden seht ihr für die Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen in eurem Betrieb (zu wenig Zeit, andere Themen sind wichtiger, zu wenig Bewusstsein über das Risiko)?



### Lernfeld

---

10. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 10.2: Arbeitswelt im Wandel



### Literaturhinweise

---

- ☞ <https://www.aerztezeitung.de/Politik/Klimawandel-laesst-Bauarbeiter-nicht-nur-kraeftig-schwitzen-314375.html>
- ☞ <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/uv-schutz/hautkrebs-und-weitere-risiken>
- ☞ <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/uv-schutz/schuetzen-sie-ihre-beschaeftigten-nach-dem-top-prinzip>

# MODUL 3 | M4:

## Und was meinst du?



### Inhaltliche Zielrichtung

---

Die TN positionieren sich anhand von Fragen und lernen, ihre Meinung zur sozialen Nachhaltigkeit ihrer Arbeit zu vertreten.



### Zeitaufwand

---

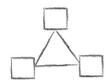
20 min



### Material

---

4 große beschriftete Karten („A“, „B“, „C“, „Nichts von alledem, sondern ...“) oder ABCD-Karten für alle TN, PPP: Slide 17/18/19



### Ablauf

---

Die Methode hat zwei Ablaufmöglichkeiten: Die erste erfordert Bewegung im Raum, die zweite erfolgt im Sitzen. Je nach Zeit können 3–4 Fragen gestellt werden.

#### Variante 1: Positionierung im Raum (20 min)

Die großen Karten „A“, „B“, „C“ und „Nichts von alledem, sondern ...“ werden in die Ecken des Raumes gehängt. Fragen und Antwortmöglichkeiten werden anhand des Projektors gezeigt. Nachdem die jeweilige Frage von den Teamenden vorgelesen wurde, sollen sich die Auszubildenden einer Antwortmöglichkeit (jeweilige Ecke des Raumes) zuordnen. Passt keine der Antworten, stellen sie sich in die Ecke „Nichts von alledem, sondern ...“. Dabei soll auf einzelne Auszubildende und ihre Antworten eingegangen werden. Wie viele Auszubildenden hierbei von den Teamenden befragt werden, hängt von der Anzahl der Auszubildenden und der verbleibenden Zeit ab. Hierbei sind kurze Diskussionen ohne Richtig-oder-falsch-Ausgang wichtig. Ziel ist es, die Auszubildenden zu einer Begründung der Aussagen zu motivieren.

#### Variante 2: Antwort per Kartenmeldung (20 min)

Die Methode ist ähnlich, doch antworten die TN hier, indem sie sich mit ABCD-Karten melden. Es kann nach Beantwortung der jeweiligen Frage auf einzelne Antworten eingegangen werden.



### Lernfeld

---

10. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 10.2: Arbeitswelt im Wandel

# MODUL

# 4

## NACHHALTIG BAUEN - ABER WIE?



# MODUL 4 | M1:

## Nachhaltige Bau- und Dämmstoffe



### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN können Bau- und Dämmstoffe je nach Eigenschaften und Umweltbilanz einordnen.



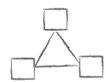
### Zeitaufwand

85 min (inkl. Pause)



### Material

8 Informationstexte (AG-Texte), jeweils 3- oder 4-mal gedruckt  
8 Materialproben (Dämmstoffe + Baustoffe), je nach Verfügbarkeit  
8 Gruppenschilder  
Lösungsmatrix  
Moderationskarten  
Stifte  
PPP: Slide 20/21/22/23



### Ablauf

#### **Input und Gruppenbildung (15 min)**

Die Teamenden geben einen kurzen Input über die Materialauswahl und die Relevanz der jeweiligen Materialien für das nachhaltige Bauen. Anschließend werden acht Kleingruppen gebildet. Es werden acht Gruppenschilder mit dem entsprechenden Dämm- oder Baustoff verteilt. Falls verfügbar werden Materialproben auf einen Tisch gelegt. Jede Kleingruppe soll die passende Materialprobe finden. Eine leere Lösungsmatrix wird an die Tafel gezeichnet. Sobald die Schüler:innen ihren Baustoff zuordnen konnten, erhalten sie die passenden Informationstexte. Wenn die Materialproben nicht verfügbar sind, erhalten die TN die Informationstexte direkt.

### AG-Zeit (40 min)

Jede:r Schüler:in der Kleingruppe bekommt eine Kopie des entsprechenden Textes über ihren Baustoff. Jede:r Auszubildende liest den Text komplett durch. Gemeinsam sollen die Kleingruppen Informationen nach den Kriterien der Lösungsmatrix sammeln:

- Herstellung
- Einsatzbereich
- gesundheitliche
- Folgen
- Preis/Verfügbarkeit
- Umweltbilanz
- Feuerbeständigkeit

Sie werden aufgefordert, die Informationen als Stichpunkte auf die Moderationskarten zu schreiben. Sie bereiten sich auf eine kurze Präsentation ihrer Gruppendiskussion vor.

NB: Die Arbeitsgruppe 2 (AG2) bearbeitet zwei Dämmstoffe (Flachs und Hanf, die ähnlich sind) und bekommt demnach zwei Texte.

### Pause (10 min)

### Präsentation (20 min)

Jede AG kommt an die Tafel zur Lösungsmatrix und pinnt ihre Informationen an. Sie stellt in 2–3 Minuten ihren Bau – oder Dämmstoff vor. Der Bau – oder Dämmstoff wird anschließend in großer Runde ausgewertet: „Hatte jemand von euch schon einmal mit diesem Baustoff zu tun?“ „Weißt du, warum dein Betrieb diesen Baustoff einsetzt bzw. nicht einsetzt?“ „Was muss man beim Umgang mit diesem beachten?“



### Lernfelder

---

Maurer:in und Beton- und Stahlbetonbauer:in, 11. Jahrgangsstufe, Mauerwerksbau

Bauzeichner:in, 12. Jahrgangsstufe, Wandkonstruktionen

Zimmerer:in, 11. Jahrgangsstufe, Wand- und Deckenkonstruktionen

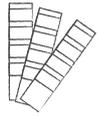
Dachdecker:in, 10. Jahrgangsstufe, Wandtechnik



### Literaturhinweis

---

☞ <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/daemmstoffe>



# MATERIAL ZU MODUL 4 | M1:

## Informationstexte zu Bau- und Dämmstoffen

### AG1: Zellulose



**Zellulose – Dämmstoff wird aus wiederaufbereitetem und zerkleinertem Altpapier hergestellt, z. B. Rollenvor- und -nachlauf aus Druckereien.**

#### Produktion

Das Altpapier wird mechanisch zu Flocken zerkleinert. Durch Zugabe von Wasserdampf, Naturharzen als Bindemittel und ggf. Stützfasern (z. B. Jute) können die Flocken zu Platten gepresst werden. Als Brandschutzmittel dient häufig Bor. Bor ist in die Kritik geraten: Es steht im Verdacht, die Fortpflanzungsfähigkeit zu beeinträchtigen, wenn es vom Körper aufgenommen wird.

#### Verarbeitung

Zellulose wird in die Dämmschalung eingeblasen. Darüber hinaus gibt es auch Schütt- und Sprühverfahren sowie das Verlegen von Matten. Diese sind jedoch nicht druckfest. Der Dämmstoff sollte von Fachfirmen verarbeitet werden. Das gilt insbesondere beim Einblasverfahren. Diese Verarbeitung muss fachgerecht und mit großer Sorgfalt vorgenommen werden, damit keine unsichtbaren Hohlräume entstehen. Insbesondere beim Einblas- und beim Schüttverfahren kann es zu einer starken Staubentwicklung kommen, die die Atemwege belastet. Deshalb müssen Atemschutzmasken und Absaugvorrichtungen benutzt werden. Zellulose muss dauerhaft vor

Nässe geschützt werden und eignet sich zur Einblasdämmung, besonders bei der Sanierung von Altbauten.

#### Einsatzbereiche

Schüttung für horizontale und leicht geneigte Flächen, Einblasverfahren als Zwischensparren- und Holzrahmenbaudämmung, Sprühverfahren vorwiegend an Außenwänden, Platten/Matten z. B. als Zwischensparrendämmung und zur Dämmung leichter Trennwände. Auch geeignet zur Dämmung leichter Holzständerkonstruktionen und zur Außendämmung bei hinterlüfteter Fassade. Die Anwendungsgrenztemperatur liegt bei ca. 100 °C. Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“).

#### Baubiologische Stellungnahme

Altpapier liegt in so großen Mengen vor, dass damit ca. 4/5 des Bedarfs an Wärmedämmstoffen in Deutschland (derzeit ca. 25 Mio. m<sup>3</sup>) abgedeckt werden könnten. Der Dämmstoff hat eine hohe Lebensdauer und kann nach fachgerechtem Ausbau wiederverwendet werden. Kleinere Zellulosefasern können lungengängig sein. Bei sachgerechter Verarbeitung und Beachtung der Atemschutzempfehlungen sind aber keine Gesundheitsbeeinträchtigungen zu erwarten, auch nicht durch die Druckerschwärze. Wichtig ist der dauerhaft wärmebrückenfreie Einbau durch erfahrene Betriebe. Zellulosefasern verschwelen bei Beflammung, es entstehen ähnliche Zersetzungsrückstände wie bei der Verbrennung von Holz (CO<sub>2</sub>, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe). Zellulosedämmstoff ist wiederverwertbar und deponierfähig, allerdings wegen der Druckerschwärze nicht kompostierbar. Er hat sehr gute Dämmeigenschaften (niedrige Wärmeleitfähigkeit zwischen 0,040 und 0,045 W/m<sup>2</sup> K), ist preiswert (ab 10 €/m<sup>2</sup>), ökologisch sehr empfehlenswert und eignet sich besonders gut für den Leichtbau.

## AG2a: Flachs



Flachsplatten, -filze oder -vliese werden aus der traditionellen mitteleuropäischen Flachspflanze hergestellt. Flachs ist also ein Produkt aus heimischer Landwirtschaft. Bei ca. 200 °C kommt es zu einer Volumenabnahme von etwa 4 %, ab ca. 260 °C treten Verfärbungen auf. Bei höheren Temperaturen verkohlt Flachs.

### Produktion

Zur Herstellung von Vliesen wird getrocknetes Flachsstroh in einer sog. Riffelmaschine aufgefasernd und anschließend weiterverarbeitet. Dicke Vliese werden entweder durch Einweben textiler Stützfasern oder durch schichtweises Verkleben dünner Vliese mit Bindemitteln auf Stärkebasis erstellt. Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“) wird durch den Zusatz von borhaltigen Stoffen, Ammoniumphosphat oder Ammoniumsulfat erreicht. Geringer Energieaufwand bei der Produktion und niedriger Primärenergieinhalt.

### Hinweise zur Verarbeitung

Bei der Verarbeitung kann Feinstaub entstehen, deshalb wird vorsorglich das Tragen von Atemschutzmasken bzw. der Einsatz von Absauggeräten empfohlen. Belastbare Langzeiterfahrungen bezüglich einer Volumenänderung (Zusammensacken) der Dämmstoffvliese liegen nicht vor.

### Einsatzbereiche

Wärmedämmung in Decken, Außenwandkonstruktionen und Trennwänden sowie zwischen Sparren, als Trittschall-, Akustik- und Stopfdämmung. Mit 0,04 W/m<sup>2</sup>K gehört Flachs zu den nachwachsenden Rohstoffen mit den besten Wärmedämmeigenschaften (je geringer der Wert, desto besser).

### Baubiologische Stellungnahme

Flachs ist diffusionsoffen und kann bis zu 20 % seines Gewichts Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben – dies wirkt sich positiv auf das Raumklima aus. Der hautfreundliche Dämmstoff lässt sich angenehm verarbeiten und weist günstige Eigenschaften beim sommerlichen Hitzeschutz auf. Der Flachs für die Dämmstoffverarbeitung kommt auf relativ kurzen Transportwegen vorwiegend aus Frankreich, Belgien und den neuen Bundesländern.

Die Flachspflanze ist durch ihre natürlichen Bitterstoffe relativ resistent gegen Schädlinge und kann deshalb mit geringem Spritzmitteleinsatz im ökologischen Landbau angebaut werden. Pflanzen aus kontrolliert biologischem Anbau sind bislang jedoch leider die Ausnahme.

## AG2b: Hanf



Aus dem schnell wachsenden (2–4 cm/Tag) heimischen Rohstoff Hanf werden Platten, Vliese, Filze und Schäben\* hergestellt. Nach langjähriger Beschränkung hat sich Nutzhanf langsam wieder in der Landwirtschaft etabliert. Der Rohstoff wird überwiegend aus deutscher Produktion gewonnen, erforderliche Restmengen aus europäischen Nachbarländern importiert (z. B. aus Frankreich und Rumänien). Die einzelnen Bestandteile der Hanfpflanze finden vielfältige Verwendung, z. B. zur Herstellung von Narkotika und hochwertigen Ölen.

### Produktion

Zur Herstellung von Vliesen wird getrocknetes Hanfstroh aufgefasernt und anschließend weiterverarbeitet. Dicke Vliese werden entweder durch Einweben textiler Stützfasern oder durch schichtweises Verkleben dünner Vliese mit Bindemitteln auf Stärkebasis erstellt. Der Einsatz von Borsalz, Ammoniumphosphat oder Ammoniumsulfat sorgt für Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“). Geringer Energieaufwand bei der Produktion und niedriger Primärenergieinhalt. Lose Hanfschäben sind nach Imprägnierung (in der Regel mit Spezialbitumen) als Schüttgut einsetzbar. Die Produktion von Stopfhanf benötigt keinerlei chemische Zusätze.

### Verarbeitung

Bei der Verarbeitung kann Feinstaub entstehen, deshalb wird vorsorglich das Tragen von Atemschutzmasken bzw. der Einsatz von Absaugrichtungen empfohlen. Belastbare Langzeiterfahrungen bezüglich einer Volumenänderung (Zusammensacken) der Dämmstoffvliese liegen

nicht vor. Das Schneiden der Platten und Matten erfolgt am einfachsten mit einem elektrischen Wellenschliffmesser (sog. Alligator).

### Einsatzbereiche

Wärmedämmung in Decken, Außenwandkonstruktionen und Trennwänden sowie zwischen Sparren, als Trittschall-, Akustik- und Stopfdämmung (z. B. beim Setzen von Fenstern/Türen). Die Wärmeleitfähigkeit gibt die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. mit 0,04–0,05 W/m<sup>2</sup> K an. Die Wärmeleitfähigkeit definiert die Dämmgüte eines Stoffes. Je geringer der Wert, desto besser.

### Baubiologische Stellungnahme

Hanf ist diffusionsoffen und wirkt sich positiv auf das Raumklima aus. Hanf ist ein hautfreundlicher Dämmstoff, der sich angenehm verarbeiten lässt und günstige Eigenschaften beim sommerlichen Hitzeschutz aufweist. Der Hanf für die Dämmstoffverarbeitung kommt auf relativ kurzen Transportwegen. Die Hanfpflanze ist relativ resistent gegen Schädlinge und kann deshalb mit geringem Spritzmitteleinsatz angebaut werden. Pflanzen aus kontrolliert biologischem Anbau sind jedoch leider die Ausnahme. Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei der Verbrennung von Holz (CO<sub>2</sub>, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe).

Mit verstärktem Einsatz von Stopfhanf als Fugendämmstoff bei Fenstern und Türen könnte der massenhafte Einsatz von PUR-Ortsschaum reduziert werden. Hanf hat als alte Kulturpflanze in Europa zur Herstellung von Papier, Kleidung, Tauen und als Baustoff eine weit zurückreichende Tradition. Als Dämmstoff verfügt er nicht nur über eine ausgezeichnete Wärmedämmung, sondern ist gleichzeitig sehr robust und feuchtigkeitsbeständig. Seine natürlichen Inhaltsstoffe machen ihn resistent gegen Schädlingsbefall. Aus Sicht des Umweltschutzes schneidet Hanf äußerst positiv ab, da er als Bodenverbesserer gilt und bei seinem Anbau kein Pestizideinsatz notwendig ist. Durch die Züchtung von sog. „Nutzhanf“ ist das Risiko eines eventuellen Drogenmissbrauchs eliminiert.

Als Vlies auf dem Markt angeboten, werden allerdings Stützfasern aus Polyester mitverarbeitet, was seine Kompostierbarkeit einschränkt.

\* holzähnliche Späne, Teile des Pflanzenstängels, die bei der Faserproduktion anfallen

## AG3: Holzfaser



Holzfaserwerkstoffe bestehen zu über 85 % aus Weichholzfasern (Fichte, Tanne, Kiefer), für die heimische Nadelholzabfälle verwendet werden, sowie aus Wasser und Bindemitteln aus Naturharzen bei Holzweichfaserdämmplatten. Bei wetterfesten und stabilen Holzfaserverprodukten wird auch Zement oder Magnesit eingesetzt, feuchtigkeitsabweisende Platten werden mit einer wasserabweisenden Ausrüstung versehen (Hydrophobierung) bzw. mit Latex oder Bitumen überzogen.

### Produktion

Die harzhaltigen Nadelhölzer werden mechanisch zerfasert und mit Wasser zu einem Brei vermengt. Dieser wird gepresst, getrocknet und zu Platten geschnitten. Ihre Festigkeit erhalten sie mechanisch durch das Verfilzen der feinen Holzfasern und durch holzeigene Naturharze als Bindemittel (z. B. Lignin), bei Hartfaserplatten durch Zement und Magnesit. Die Behandlung zum vorbeugenden Brandschutz sowie gegen Schädlinge erfolgt mit Ammoniumsulfat oder Borsalz.

### Verarbeitung

Bei Herstellung und Verarbeitung entsteht beim Schneiden und Sägen Feinstaub, welcher die Atemwege belasten kann. Deshalb sind vorsorglich Atemschutzmaske und Absaugvorrichtungen zu empfehlen. Die imprägnierten Platten sollten nur im Außenbereich eingesetzt und verarbeitet werden. Beim Schneiden und Sägen sollte Spezialwerkzeug verwendet werden, damit die Verarbeitung möglichst mühelos und mit saube-

ren Schnittkanten erfolgen kann. Unbeschädigte Platten können nach Rückbau wieder eingesetzt werden.

### Einsatzbereiche

Die verschiedenen Produkte sind durch ihre Vielfalt am Bau nahezu universell einsetzbar. Es gibt flexible Dämmplatten für die Zwischensparrendämmung in Dach, Wand und Decke, stabile und feuchtigkeitsabweisende Dämmplatten zur flächigen Anwendung als Aufsparren- und Fassadendämmung (Wärmedämmverbundsystem WDVS), unterschiedlich druckfeste Produkte als Trittschalldämmung für den Fußbodenbereich, Dämmplatten für Flächenheizsysteme in Wand und Fußboden sowie wetterbeständige Fassadenplatten. Die Platten lassen sich gut bearbeiten; Sägen (mechanisch oder elektrisch), Bohren sowie Schraub- und Nagelbefestigung möglich. Genau wie die Zellulose darf die Holzfasereinblasdämmung nur von lizenzierten Fachbetrieben verarbeitet werden.

### Baubiologische Stellungnahme

Holzfaserverwerkstoff ist ein hervorragendes und vielseitig einsetzbares heimisches Produkt – diffusionsoffen und klimaregulierend mit guten Wärmedämmeigenschaften (Schutz vor sommerlicher Hitze) und eignet sich zur Schalldämmung. Holzweichfaserplatten haben eine Wärmeleitfähigkeit von  $0,039\text{--}0,052\text{ W/m}^2\text{ K}$ . Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, wie viel Wärme das Material durchlässt (je geringer der Wert, desto besser die Dämmwirkung).

Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei der Verbrennung von Holz ( $\text{CO}_2$ , CO, Wasser und additivabhängige Stoffe). Nicht beschichtete Platten sind kompostierbar. Mit  $40\text{--}50\text{ €/m}^2$  ist Dämmstoff aus Holzfaser allerdings teuer.

## AG4: Mineralwolle



Die Hauptvertreter der künstlichen Mineralfaserdämmstoffe (KMF) sind Glaswolle (GW) und Steinwolle (SW). Sie dominieren den bundesdeutschen Dämmstoffmarkt seit vielen Jahren mit einem Anteil von 55–60 %. Die Rohstoffvorräte sind nahezu unbegrenzt.

### Produktion

Glaswolle besteht im Allgemeinen zu 60 % aus Altglas sowie aus Quarzsand, Soda und Kalk. Steinwolle wird aus Kalkstein, Basalt, Dolomit oder Diabas hergestellt. Als Bindemittel werden jeweils Phenol-Formaldehyd-Harze eingesetzt (0,5–9 % bei GW; 1–3 % bei SW). Es werden – je nach Hersteller – verschiedene Produktionsverfahren angewendet. Zuerst werden die Rohstoffe bei 1200–1600 °C eingeschmolzen. Aus der Schmelze erzeugt man durch Schleudern, Ziehen oder Blasen die Fasern gewünschter Längen und Stärken im Mikrometerbereich. Anschließend werden die Fasern unter Zugabe von Bindemitteln (meist Formaldehyd-Harze) zu Platten und Vliesen weiterverarbeitet; Faseranteil mindestens 90 %.

### Verarbeitung

Aufgrund der Lungengängigkeit der Kleinstfasern sowie der Reizung von Augen und Haut durch größere Fasern ist bei der Verarbeitung Schutzkleidung notwendig (Brille, Handschuhe, Atemschutz).

### Einsatzbereiche

Mineralfasern sind nahezu universell einsetzbar – zum Wärme-, Schall- und Brandschutz, im Innen- und Außenbereich (nicht Perimeterbereich\*), in Steildächern und Decken, als Akustikdämmung sowie im Heizungs-/Sanitärbereich. Für höhere Druckbelastungen ist der Dämmstoff jedoch ungeeignet. KMF sind beständig gegen Verrottung, Ungeziefer und Pilzbefall. Von einer Anwendung im Einblasverfahren wird aufgrund der hohen Faserbelastung abgeraten.

### Baubiologische Stellungnahme

Die Herstellung von Mineralwolle ist mit hohem Energieaufwand verbunden. Sie kann zur Wiederverwertung in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden. Aufgrund der Reizung von Haut und Schleimhäuten ist die Verarbeitung für viele Handwerker:innen unangenehm. Beim Ein- bzw. Ausbau muss unter Umständen mit der Freisetzung einiger Hunderttausend Fasern/m<sup>3</sup> Raumluft gerechnet werden. Das Einatmen der Fasern sowie der Eintrag in benachbarte Räume sollte vermieden und eine Feinreinigung (z. B. Staubsauger mit HEPA-Filter) nach der Verarbeitung durchgeführt werden.

Seit 01.01.2005 gilt die neue europäische Gefahrstoffverordnung. Sie enthält ein Herstellungs- und Verwendungsverbot von biopersistenten bzw. kanzerogenen Fasern für Wärme- und Schalldämmungen im Hochbau. Dieses Verbot gilt auch für im Ausland hergestellte Erzeugnisse. Für die Einhaltung dieser Verordnung und damit für eine gute Biolöslichkeit (KI 40, Halbwertszeit ≤ 40 Tage) bürgt das Gütezeichen RAL-GZ 388 „Erzeugnisse aus Mineralwolle“. Diese Produkte decken nach Angaben der Gütegemeinschaft Mineralwolle inzwischen nahezu 100 % des deutschen KMF-Marktes ab. Erfahrungen mit KI 40-Mineralwolle existieren allerdings erst seit 12 Jahren. Beim Ausbau älterer KMF-Dämmungen ist mit krebserregenden Faserstäuben in hoher Konzentration zu rechnen. Bei Temperaturen von über 200 °C beginnt in der Regel der Abbau der Phenolharzbindung. Im Brandfall ist deshalb mit Reizerscheinungen durch Formaldehyddämpfe zu rechnen. Geringe Rauchentwicklung.

\* erdberührender Bereich (eines Gebäudes)

# AG5: Polystyrol



**Polystyrol ist ein vielseitig einsetzbarer Schaumkunststoff auf Erdölbasis (Ethylen und Benzol). Der Anteil am Dämmstoffmarkt in Deutschland beträgt knapp 30 %.**

## Produktion

Am Beginn der Prozesskette stehen die begrenzten Rohstoffe Erdöl, Erdgas und Steinkohle. Als Zwischenprodukt entsteht u. a. Ethylbenzol auf dem Weg zu Styrol, durch Polymerisation sodann Polystyrol.

**Expandiertes Polystyrol (EPS):** Das EPS-Granulat wird mit dem Treibmittel Pentan bei Temperaturen von ca. 100 °C unter Zusatz von Wasserdampf aufgebläht. Aus diesen Schaumpartikeln werden durch eine zweite Heißdampfbehandlung Blöcke, Platten und Formteile hergestellt.

**Extrudiertes Polystyrol (XPS):** Im sog. Extruder wird Polystyrol aufgeschmolzen und nach Zugabe eines Treibmittels (z. B. CO<sub>2</sub>) durch eine Schlitzdüse ausgetragen. Nach Durchlaufen einer Kühlzone wird der entstehende Strang mechanisch geformt.

## Verarbeitung

Der Dämmstoff kann mechanisch leicht bearbeitet werden. Zum sachgerechten Verkleben sind vom Hersteller empfohlene spezielle Kleber erforderlich. Als Wärmedämmverbundsystem ist meist eine zusätzliche Dübelung erforderlich.

## Einsatzbereiche

**EPS:** Einsatz als Wärmedämmverbundsystem, Fassaden-, Dach-, Trittschall- und Wärmedämmung bei Geschossdecken unter schwimmenden Estrichen.

**XPS:** Einsatz als erdberührte Wärmedämmung sowie als Wärmedämmung druckbelasteter Flächen. Als billiges und vielseitig einsetzbares Material sehr weit verbreitet. Auch für Flächen (z. B. Industriefußböden, Flachdächer, Parkdecks).

## Baubiologische Stellungnahme

Styrol ist ein mutagenes und embryotoxisches Nervengift und steht im Verdacht, krebserzeugend zu sein. Es wirkt bereits in kleinen Konzentrationen reizend auf Augen und Nase, kann durch die Haut aufgenommen werden und zu Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit mit Erbrechen und allgemeiner Schwäche führen. Beim Herstellungsprozess sind Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotenzial beteiligt (z. B. Benzol und Ethylen) und es kommt zu Emissionen von Styrol (ca. 15 kg/t EPS). Bei der Verbrennung besteht die Gefahr der Brandausbreitung durch herabtropfendes brennendes Material, ferner: Gefahr giftiger Brandgase! Beim Heißdrahtschneiden von Polystyrol wird Styrol freigesetzt! Polystyrol ist unverrottbar, versprödet jedoch unter UV-Bestrahlung und ist nicht beständig gegen Lösemittel und Benzin. Bei 110–210 °C beginnt es sich zu zersetzen. Etwa 200 000 t Polystyrol werden in Deutschland jährlich auf Baustellen in Verkehr gebracht.

Sauberes Polystyrol kann wiederverwendet werden; die Sammel- und Rückführungslogistik aus Bau- und Abbruchabfällen ist jedoch teilweise mangelhaft, abhängig vom Baustellenmanagement. Der hohe Heizwert von Polystyrol macht eine thermische Verwertung effizient. Im Deponierungsfall verbleiben wegen der Flammschutzmittel (HBCD\*) und weiterer Zusätze problematische Rückstände, die zu einer Belastung der Deponieabwässer beitragen können.

\* Das Flammschutzmittel HBCD ist seit Mitte 2014 weltweit verboten.

# AG6: Stahlbeton



**Stahlbeton, ein künstlicher Baustoff, ist ein Verbundwerkstoff aus den beiden Komponenten Beton und Bewehrungsstahl. Mit über 100 Mio. Kubikmetern im Jahr ist Stahlbeton der wichtigste Baustoff Deutschlands.**

## Produktion

Beton wird durch Mischen von Zement, feinen und groben Gesteinskörnungen (Sand und Kies) sowie Wasser (mit oder ohne Zugabe von Zusatzstoffen oder Zusatzmitteln) hergestellt. Er erhält seine Eigenschaften durch die hydraulische Erhärtung des Zementleims (= Zement + Wasser) zum Zementstein. Bewehrungsstahl, auch als Betonstahl bezeichnet, ist ein spezieller, heutzutage gerippter oder profilierter Rundstahl mit einer hohen Zugfestigkeit. Die Rohstoffe sind in große Menge vorhanden, wobei bald eine weltweite Sandknappheit aufgrund der hohen Nachfrage der Branche herrschen könnte.

## Verarbeitung

Beton wird meistens mit Betonmischfahrzeugen (sog. Fahrmischern) zur Baustelle transportiert. Dort erfolgt der Einbau des Stahlbetons in Schalungen: Der Bewehrungsstahl wird in die Schalung des Bauteils eingebaut und anschließend einbetoniert. Der Stahl soll komplett eingehüllt werden, da damit der Verbund zwischen beiden Baustoffen bewirkt und der Stahl geschützt wird. Stahlbeton kann auch außerhalb der Baustelle hergestellt und als Betonfertigteile geliefert werden.

## Einsatzbereiche

Stahlbeton ist ein universelles Material, das für Tiefbau wie Hochbau eingesetzt wird. Er ist für Fundamente, Wände, Decke, Balken usw. geeignet. Die große Druckfestigkeit des Betons und die hohe Zugfestigkeit des Stahls verleihen dem Stahlbeton zusammen eine sehr hohe Belastbarkeit. Außerdem ist das Material relativ billig herzustellen und lässt eine große Gestaltungsfreiheit zu. Beton weist einen sehr guten Feuerwiderstand (Brandschutzklasse A 1, „nicht-brennbar“) sowie hohe Wärmedämmung und guten Schallschutz auf. Trotz seiner Witterungsbeständigkeit kann Stahlbeton langfristig durch Rissbildung und Korrosion der Bewehrung beschädigt werden.

## Baubiologische Stellungnahme

Aus ökologischer Sicht schneidet Stahlbeton nicht gut ab. Vor allem die Herstellung des Zements (Zerkleinerung der Rohstoffe und Verarbeitung im Ofen) benötigt enorm viel Energie und verursacht hohe  $\text{CO}_2$ -Emissionen. Nicht nur die Herstellung des Zements, sondern auch die des Stahls für die Bewehrung ist extrem energieintensiv und emittiert viel  $\text{CO}_2$ . Außerdem ist der Rohstoffabbau zur Zement- und Stahlherstellung mit großen Umweltzerstörungen gekoppelt, z. B. illegalem Sandabbau. Dennoch gibt sich die Branche Mühe,  $\text{CO}_2$ -ärmeren Zement und ressourcenschonendere Herstellungsprozesse zu entwickeln.

Bezüglich des Raumklimas liegt ein großer Nachteil des Betons in seiner langsamen Feuchtigkeitsabgabe und der schlechten Dampfdiffusion. Weil der Zement hygroskopisch (wasseranziehend) ist, nimmt Beton Feuchtigkeit zwar schnell auf, gibt sie aber nur schwer wieder ab. Dadurch wird die Wand feucht, das Raumklima aber nicht reguliert, was zu einem unangenehmen „Bunkerklima“ führt. Zusätzlich können Tau-Frost-Wechsel zur Zerstörung des Betons führen.

# AG7: Holz



**Holz ist ein organischer, nachwachsender und anisotropischer (= seine Eigenschaften sind nicht in allen Richtungen gleich) Roh- und Werkstoff.**

## Produktion

Man kann Bauholz grundsätzlich in zwei Kategorien aufteilen:

1. Mit Massivholz oder auch Vollholz werden Holzprodukte bezeichnet, bei denen das Holz einer bestimmten Baumart zuzuordnen ist (z. B. Buche, Eiche, Kiefer, ...). Man spricht hier auch von „reinem“ Holz. Solche Hölzer werden in der Regel naturverarbeitet, d. h., mechanische oder chemische Zusatzmittel kommen bei der Behandlung nicht zum Einsatz.
2. Holzwerkstoffe sind platten- oder stabförmige Produkte, die durch das Zusammenfügen von zerkleinertem Holz (Brettern, Furnieren, Stäben, Stäbchen, Spänen, Fasern) meist unter Zugabe von Bindemitteln und weiteren Hilfs- und Zusatzstoffen (wie Härtern, Holzschutz-, Flammschutz- und Hydrophobierungsmitteln) hergestellt werden.

## Verarbeitung

Bauholz wird entweder in einzelnen Teilen geliefert (z. B. als Schnittholz, Platten oder Balken), oder die Bauholzelemente (z. B. ein Teil der Fassade) sind in Produktionshallen vorgefertigt. Daraus ergeben sich qualitative und terminliche

Vorteile. Die Ressource Holz ist in Deutschland prinzipiell verfügbar, aber eine Koordination mit der Forstwirtschaft ist nötig, um den boomenden Holzbau nachhaltig zu gestalten. Tatsächlich kann es bei Holz zu Lieferungsengpässen und erheblichen Preisschwankungen führen, wie es 2021 der Fall war.

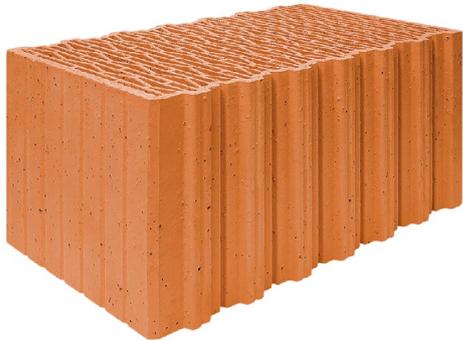
## Einsatzbereiche

Bauholz wird beim Rohbau, bei Dachkonstruktionen, zur Errichtung von Holz-Fertighäusern sowie zum Bau und Sanierung von Fachwerkhäusern genutzt. Holz für Türen, Fenster, Parkett oder Schalungen gehört nach der Norm nicht zum Bauholz. Zunehmend werden außerdem hybride Hochhäuser mit Holz und Beton errichtet. Massivbauholz wird in die Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“) eingestuft. Versuche haben gezeigt, dass Massivholz die normativen Anforderungen an den Brandschutz und an die Bauphysik erfüllt. Holzstrukturen aus Massivholz sind leichter als vergleichbare mineralische Bauteile.

## Baubiologische Stellungnahme

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der durch photosynthetische Aktivität der Bäume gebildet wird. Über die Nutzungsdauer der Holzprodukte wird CO<sub>2</sub> gebunden und kann so währenddessen nicht als atmosphärisches Treibhausgas fungieren. Wälder übernehmen außerdem zahlreiche weitere Schutzfunktionen wie Boden-, Wasser-, Klima- und Lawinenschutz und bieten darüber hinaus einen hohen Erholungswert für den Menschen. Die Herstellung von Holzprodukten ist vergleichsweise energiearm. Der Rohstoff Holz kann innerhalb des Gesamtkreislaufs mitunter mehrfach wiederverwertet werden (Altpapier, Altholz). Anschließend folgt meist eine energetische Nutzung oder die Kompostierung. Holz schont das Wohnklima, da das Material Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur regulieren kann. Nachteilig sind die flüchtigen organischen Substanzen (VOC), die vor allem wegen der Feuerschutzmittel aus Holzwerkstoffen in die Luft abgegeben werden.

# AG8: Ziegel



**Ziegel werden aus mineralischen Tonerden zu Steinen oder Platten geformt, getrocknet und gebrannt.**

## Produktion

Die verschiedenen Rohstoffe (vor allem Ton) und Zuschläge werden in der Rohstoffaufbereitung über Beschicker entsprechend dosiert. Nachdem unter Zugabe von Wasserdampf die erforderliche Konsistenz erreicht ist, wird der Lehm unter hohem Druck in einer Strangpresse mit Unterdruck stark verdichtet und über Schneckenwellen durch ein Mundstück gepresst. Nachdem der Endlosstrang mit einem Einzel- bzw. Harfenabschneider in einzelne Rohlinge getrennt wurde, werden diese in Kammern über die Dauer von 1–3 Tagen bei Temperaturen von 50–100 °C getrocknet. Im Tunnelofen werden die Lehmrohlinge über mehrere Temperaturzonen hinweg (bis ca. 1000 °C) gebrannt.

## Einsatzbereiche

Die Palette der grobkeramischen Ziegelprodukte umfasst Mauerziegel, Deckenziegel, Dachziegel und Pflasterungen. Zu den Mauerziegeln gehören Vollziegel, die durchgängig aus Ton bestehen, und Lochziegel. Deckenziegel sind plan geschliffene Ziegel, die gemeinsam mit vorgefertigten Trägern zur Herstellung von Decken verwendet werden. Jedes dritte in Deutschland im Jahr 2020 gebaute Wohnhaus besteht aus Mauerziegeln, was ein preisgünstiges Baumaterial ist.

## Baubiologische Stellungnahme

Ziegel besitzen eine sehr einfache Zusammensetzung. Ton und Lehm sind regional verfügbar und werden in der Umgebung der Ziegelbrennereien im Tagebau gewonnen (geringer Transportaufwand). Für den Brennvorgang ist ein hoher Energieaufwand erforderlich, auch wenn dieser durch verbesserte Technik und Nutzung von Erdgas in den letzten Jahren um bis zu 40 % reduziert werden konnte. Von den Emissionen aus dem Brennprozess sind Schwefeldioxid und Fluorwasserstoffe hervorzuheben.

Ziegel sorgen für ein angenehmes Wohnklima, indem sie, je nach Porosierung und Lochung, Wärme speichern und Feuchte ausgleichen. Ziegel sind in die Brandschutzklasse A 1 („nicht-brennbar“) eingestuft. Sie enthalten keine Allergene oder Schadstoffe und führen selbst bei lebenslanger Exposition zu keiner gesundheitlichen Beeinträchtigung.

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Zellulose</b>	wiederaufbereitetes zerfasertes Zeitungspapier  evtl. Zugabe von Stützfasern (Jute)  wird in Platten gepresst	Schüttung für horizontale und leicht geneigte Flächen, Einblasverfahren als Zwischensparren- und Holzrahmen-baudämmung  besonders geeignet für Leichtbau	Borpräparate für Brandschutz gelten als gesundheitlich unbedenklich  bei Verarbeitung Atemschutz notwendig (Fasern können lungengängig sein)
	<b>Preis/Verfügbarkeit</b>	<b>Umweltbilanz</b>	<b>Feuerbeständigkeit</b>
	preiswert/hohe Verfügbarkeit: Altpapier in solcher Menge vorhanden, dass damit 4/5 des Bedarfs an Wärmedämmstoffen in Deutschland gedeckt werden könnten	wiederverwertbar und deponiefähig (nicht kompostierbar)  ökologisch empfehlenswert	durch Borpräparate gewährleistet  Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“)  Zellulosefasern verschwelen bei Beflammung  Anwendungsgrenztemperatur: ca. 100 °C

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Flachs/ Hanf</b>	<p><b>Flachspflanze:</b> (traditionell mitteleuropäisch, aus einheimischer Landwirtschaft)</p> <p>Hanf ist schnell wachsend (2–4 cm/Tag)</p> <p>Stopfhanf braucht keine chemischen Zusätze bei der Produktion</p> <p><b>Hanf:</b> Bodenverbesserer; als Vlies angeboten, werden Stützfasern aus Polyester mitverarbeitet, was Kompostierbarkeit einschränkt</p> <p>geringer Energieaufwand bei der Produktion</p>	<p>Wärmedämmung in Decken, Außenwandkonstruktionen und Trennwänden (Akustikdämmung)</p> <p>Thermohanf hat breites Anwendungsfeld und gute schalldämmende Eigenschaften</p> <p>leicht zu verarbeiten</p>	<p>Atemschutz bei der Verarbeitung wegen Feinstaub</p> <p>hautfreundlich, angenehme Verarbeitung</p> <p>erzeugt sehr gutes Raumklima (diffusionsoffen, Feuchtigkeitsaufnahme)</p>
	<p><b>Preis/Verfügbarkeit</b></p> <p><b>Preis:</b> 10–30 €/m<sup>2</sup> (im durchschnittlichen Bereich aller pflanzlichen Dämmstoffe)</p> <p>kurze Transportwege</p>	<p><b>Umweltbilanz</b></p> <p>Nachwachsend, relativ resistent gegen Schädlinge, geringer Einsatz von Spritzmitteln beim Anbau (Flachs)</p> <p>Pflanzen aus kontrolliert biologischem Anbau jedoch Ausnahme</p>	<p><b>Feuerbeständigkeit</b></p> <p>durch Borpräparate gewährleistet</p> <p>Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“)</p> <p>bei Temperaturen über 260 °C verkohlt Flachs</p>

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Holzfaser</b>	aus Weichholzfaser (85 %) von Tanne, Kiefer, Fichte, gewonnen aus Nadelholzabfällen + Wasser + Bindemittel	<b>nahezu universell einsetzbar – breite Produktpalette:</b> flexible Dämmplatten/stabile und feuchtigkeitsabweisende Dämmplatten, wetterbeständige Fassadenplatten	Atemschutz bei der Verarbeitung wegen Feinstaub  klimaregulierend (diffusionsoffen)
	<b>Preis/Verfügbarkeit</b>	<b>Umweltbilanz</b>	<b>Feuerbeständigkeit</b>
	<b>Preis:</b> 40–50 €/m <sup>2</sup> – relativ teuer!	nicht beschichtete Platten sind kompostierbar	Brandschutz durch Borsalz oder Ammoniumsulfat  <b>Anwendungsgrenztemperatur:</b> 110 °C

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Mineralwolle</b>	<p>Glaswolle: 60 % aus Altglas + Quarzsand, Soda, Kalk</p> <p>Steinwolle aus Kalkstein, Basalt, Dolomit oder Diabas</p> <p>Phenol-Formaldehyd-Salze als Bindemittel</p>	<p>nahezu universell einsetzbar (jedoch nicht im Perimeterbereich und nicht für höhere Druckbelastungen geeignet)</p> <p>Verarbeitung sehr energieaufwendig, Rohstoffe werden bei 1200–1600 °C eingeschmolzen (schlägt sich nicht im Preis nieder)</p>	<p>Schutzkleidung notwendig (Lungengängigkeit der Kleinstfasern)</p> <p>Reizung von Haut- und Schleimhäuten macht die Verarbeitung unangenehm</p> <p>Gütezeichen RAL-GZ 388; seit 2005 Verwendungsverbot von biopersistenten oder kanzerogenen Fasern</p> <p><b>Achtung:</b> Bei Ausbau älterer KMF-Dämmungen krebserregender Faserstaub in hoher Konzentration!</p>
	<p><b>Preis/Verfügbarkeit</b></p> <p>Rohstoffvorräte nahezu unbegrenzt</p> <p>Glaswolle und Steinwolle</p> <p>55–60 % des deutschen Dämmstoffmarkts</p> <p><b>Preis:</b> Steinwolle: 10 €/m<sup>2</sup> Glaswolle: 5 bis 15€/m<sup>2</sup></p>	<p><b>Umweltbilanz</b></p> <p>Recycling von Altglas für die Herstellung</p> <p>Energieintensive Produktion</p> <p>wiederverwertbar</p>	<p><b>Feuerbeständigkeit</b></p> <p>bei Temperaturen über 200 °C Abbau der Phenolharzbindung (Reizungen durch Formaldehyddämpfe)</p> <p>geringe Rauchentwicklung</p>

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Polystyrol</b>	<p>Schaumkunststoff auf Erdölbasis</p> <p>Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotenzial am Herstellungsprozess beteiligt; Emission von Styrol!</p>	<p>Wärmeverbundsystem, Fassaden, Dach, Trittschall- und Wärmedämmung bei Geschossdecken</p> <p><b>XPS:</b> als Wärmedämmung druckbelasteter Flächen (Industriefußböden, Parkdecks, Flachdächer) und Einsatz als Wärmedämmung im Perimeterbereich</p>	<p><b>Styrol:</b> mutagenes und embryotoxisches Nervengift</p> <p>Verdacht, krebserregend zu sein</p> <p>bereits in geringer Konzentration Augen und Nase reizend, führt zu Schwindel, Übelkeit und Erbrechen</p> <p>Beim Heißdraht-schneiden von Polystyrol wird Styrol freigesetzt!</p>
	<p><b>Preis/Verfügbarkeit</b></p> <p><b>Marktanteil:</b> 30 %</p> <p>jährlich etwa 200 000 t Polystyrol auf Baustellen in Deutschland</p> <p><b>Preis XPS:</b> 5–30 €/m<sup>2</sup> (je nach Dicke, XPS teurer als EPS)</p>	<p><b>Umweltbilanz</b></p> <p>unverrottbar, versprödet unter UV-Einstrahlung, gegen Lösemittel und Benzin nicht beständig</p> <p>sauberes Polystyrol wiederverwendbar, hoher Heizwert (macht thermische Schlussverwertung effizient)</p> <p>Deponierung kann problematisch sein (wegen Zusätzen, die Deponieabwässer belasten)</p>	<p><b>Feuerbeständigkeit</b></p> <p>Zersetzung beginnt bei 110–210 °C</p> <p>Gefahr der Brandausbreitung durch herabtropfendes brennendes Material; Entstehung giftiger Brandgase</p>

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Stahlbeton</b>	<p><b>Beton:</b> Mischen von Zement, Gesteinskörnungen und Wasser</p> <p><b>Stahlbeton:</b> Bewehrung wird in Beton eingegossen</p>	<p>Hoch- und Tiefbau</p> <p>„<b>universales</b>“ Material: geeignet für alle tragenden Bauteile</p>	<p>nicht besonders gesundheitsschädlich</p> <p>schlechtes Wohnklima, kann unangenehm wirken</p>
	Preis/Verfügbarkeit	Umweltbilanz	Feuerbeständigkeit
	<p>preiswertes Material</p> <p>Rohstoffe vorhanden, wobei Sandknappheit möglich</p>	<p><b>sehr schlecht:</b> hohe CO<sub>2</sub>-Bilanz und enormer Energieverbrauch für Zement und Stahl Umweltzerstörung durch Rohstoffabbau Recycling nur begrenzt</p>	<p>sehr feuerwiderständig</p> <p>Baustoffklasse A1 („nichtbrennbar“)</p>

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Holz</b>	Lieferung in einzelnen Teilen (als Schnittholz, Platten, Balken usw.)  <b>Holzwerkstoff:</b> Zusammenfügen von zerkleinertem Holz unter Zugabe von Bindemittel	Rohbau, bei Dachkonstruktionen, zur Errichtung von Holz-Fertighäusern, Renovierung von Fachwerkhäusern und zunehmend auch Mehrfamilienhäuser  selten Hochhäuser	sorgt für gutes Raumklima  VOC können langfristig gefährlich sein
	<b>Preis/Verfügbarkeit</b>	<b>Umweltbilanz</b>	<b>Feuerbeständigkeit</b>
	hohe Preisschwankungen und mögliche Lieferengpässe	sehr positive CO <sub>2</sub> -Bilanz (Holz bindet CO <sub>2</sub> )  energiearm zu produzieren und als organisches Material leicht recycelbar	Brandschutzklasse B 2 („normal entflammbar“)  Feuerschutzmittel kann helfen, Holzbauteile feuerwiderständiger zu machen

# MODUL 4 | M1: LÖSUNGSMATRIX

Baumaterial	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen
<b>Ziegel</b>	Rohstoffe mit Wasserdampf befeuchtet und danach verdichtet, gepresst, gebrannt und geschnitten	vor allem Ein- und Mehrfamilienhäuser  Mauer, Decke und Dach	gutes Raumklima  keine Schadstoffe
	<b>Preis/Verfügbarkeit</b>	<b>Umweltbilanz</b>	<b>Feuerbeständigkeit</b>
	preisgünstiges Material, teilweise billiger als Beton	regional verfügbare Rohstoffe (Ton und Lehm)  großer Energieaufwand bei der Herstellung	sehr feuerwiderständig  Brandschutzklasse A 1 („nichtbrennbar“)

# MODUL 4 | MI: LÖSUNGSMATRIX

Eigenschaften	Herstellung	Einsatzbereich	gesundheitliche Folgen	Preis / Verfügbarkeit	ressourcenschonend / nachwachsend	feuerbeständig
<b>Dämmstoff</b> Glaswolle / Steinwolle	<p>GW: Glas, Sand, Soda, Kalk</p> <p>SW: Kalkstein, Basalt, Dolomit Trittschalldämmung bei 1200-1600°C geschmolzen</p> <p>- schleudern, ziehen, blasen → Tassen in Stärke &amp; Lämme getrocknetes Hanf-Stroh wird aufgefasert und weiterverarbeitet + zusammengeklebt</p>	- universell einsetzbar ↳ Wärme-, Schall-, Brandsch. Innen- & Außenbereich	- Reizung von Augen & Haut. - Lungengängigkeit ↳ schädlich	- nahezu unbegrenzt - 3-4 €/m <sup>2</sup>	- Herstellung energieaufwändig - Recycling (Dämmtrück)	Ja
<b>Hanf</b>	<p>Holzabfälle werden gehackelt und mit Wasser vermengt. Dieser Brei wird dann getrocknet, gepresst und auf die Maße zugeschnitten</p>	<p>Einsatzbereiche verteilten: Dachböden, Fassaden, Innenbereiche usw.</p> <p>• in Decken, Außenwänden, Trennwänden • Trittschall-, Akustik- und Stoppdämmung (Fenster/Türen)</p>	<p>• Feinstaub • hautfreundlich</p>	<p>3-4 €/m<sup>2</sup> gute Verfügbarkeit</p>	<p>• wird in Dtl. angeboten • Restmengen aus Nachbarländern</p>	normaler Flammbar
<b>Holzfaser / Platten</b>	<p>Holzabfälle werden gehackelt und mit Wasser vermengt. Dieser Brei wird dann getrocknet, gepresst und auf die Maße zugeschnitten</p>	<p>Einsatzbereiche verteilten: Dachböden, Fassaden, Innenbereiche usw.</p>	<p>Beim Schneiden/Verarbeiten entsteht Feinstaub der die Atemwege verletzt Imprägnierte Platten nur im Außenbereich verarbeiten</p>	<p>Verfügbarkeit = gut weil Holzabfälle benutzt werden Preis = Hoch mit 50-200 € pro m<sup>2</sup></p>	<p>Nachwachsend, ja Ressourcen schonen eigentlich auch weil nur Holzabfälle zu Herstellung verwendet werden</p>	Schlechter Brandschutz bis höchstens 110°
<b>Stroh</b>	<p>Herstellung: - Dem Stroh wird das Pankle auf 5-7% aufgedampft - Reststoffe werden in einem nach Verwertungsgericht</p>	<p>Einsatzbereich: • Füllmaterial für den nichttragenden Innen- &amp; Außenbau (Trockenbau)</p>	<p>gesundheitliche Folgen: • Keine</p>	<p>Preis/Verfügbarkeit: • geringe Kosten • große Mengen verfügbar</p>	<p>Ressourcenschonend? • Ja - Nachwachsend? • Ja</p>	<p>Feuerbeständig? Ja, sobald das Stroh mit einer 3cm dicken Holzschicht umgibt ist Brandschutz erreicht</p>
<b>Polystrol</b> 😊	<p>- besteht aus Erdöl, Erdgas, Kohle - EPS: Granulat wird mit Treibmittel, Wasserdampf, Hitze aufgeschäumt - PS: Im Extruder aufgeschmolzen, durch Treibmittel Polystrol aufgetragen</p>	<p><b>Vielseitiger Einsatzbereich</b> Fassaden, Dach, Trittschall- und Wärmedämmung</p>	<p>Reizend auf Augen, Niere - Kopfschmerzen, Erbrechen, Übelkeit - Krebsregend</p>	<p>Sehr weit verbreitet, billiger Dämmstoff</p>	<p>Unverrottbar, wiederverwendbar, hoher Heizwert, Belastung der Gewässer</p>	<p><b>NEIN!</b> Seit 2014 verboten.</p>
<b>Zellulose</b>	<p>Zeitungs- &amp; Papierabfälle - sortiert, mit Wasser aufbereitet → zu Platten gepresst</p>	<p>horizontal u. leicht geneigte Flächen • Dach, Wand u. Decken • Zwischensparren u. Holzfachwerkbau</p>	<p>bei guter Verarbeitung → keine gesundheitl. Folgen</p>	<p>billig! aus Altpapier</p>	<p>aus recyclebarem Material (Zeitungen)</p>	<p>Brandklasse 2 normal brennbar</p>

Beispiel einer Lösungsmatrix im Workshop; seit dem Bild wurde die Matrix ergänzt und aktualisiert, aber das Prinzip bleibt das gleiche.

# MODUL 4 | M2:

## Der Bau der Zukunft



### Inhaltliche Zielrichtung

Den TN lernen, Innovationen im Baubereich in Bezug auf Nachhaltigkeitskriterien kritisch zu beurteilen.



### Zeitaufwand

60 min



### Material

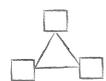
Moderationskarten

Flipchart

Stifte

Klebeband

Tablets (wenn vorhanden), sonst Smartphones (der TN)



### Ablauf

#### **Brainstorming (15 min)**

Die Frage „Wie stellt ihr euch die Zukunft des Bauens vor?“ wird an die Tafel geschrieben. Die Teamer:innen klären, dass es um Zukunftstechnologien, Baustoffe und Mechanisierung geht. In Zweiergruppen sammeln die Auszubildenden Ideen auf Moderationskarten. Nach 15 Minuten werden die Karten eingesammelt und an die Tafel gepinnt.

Mögliche Innovationen, falls die Auszubildenden nicht inspiriert sind: Digitalisierung/3-D-Druck/Vorfertigung in Hallen/Einsatz von Robotern, Exoskeletten und selbstfahrenden Bauwagen auf der Baustelle/Tiny House usw.

#### **Recherche und Plakaterstellung in Kleingruppen (25 min)**

Kleingruppen werden gebildet. Jede Kleingruppe wählt eine Innovation, die an der Tafel steht. Die Gruppen recherchieren Informationen über diese innovative Bauweise, entweder auf dem Tablet oder auf ihren eigenen Smartphones. Die Teamenden schreiben die Leitfragen an die Tafel, die als Orientierung für die Recherche dienen:

- › Wie heißt die Innovation? Wann und wo wurde sie entdeckt?
- › Ist sie schon im Einsatz? Und, wenn ja, in welchem Bereich?

- › Ist die Innovation nachhaltig? Warum oder warum nicht?
- › Wie könnte die Innovation eure Arbeitsweise ändern?

Die Gestaltung der Plakate ist frei.

### **Plakatvorstellung (20 min)**

Nacheinander stellen die Kleingruppen ihre Plakate in 3–4 Minuten vor und beantworten eventuelle Fragen der anderen Gruppen.



### **Literaturhinweise**

---

- 🔗 <https://www.planradar.com/de/digitalisierung-baubranche/>
- 🔗 <https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/thema/3d-druck-hausbau/>

# MODUL 4 | M3:

## Und was meinst du?



### Inhaltliche Zielrichtung

---

Die Auszubildenden lernen, sich zu Innovationen in ihrem Sektor nach Nachhaltigkeitsaspekten zu äußern. Sie reflektieren die Auswirkungen auf ihre eigene Arbeitsweise.



### Zeitaufwand

---

45 min



### Material

---

4 große beschriftete Karten  
(„A“, „B“, „C“, „Nichts von alledem, sondern ...“) oder  
ABCD-Karten für alle TN  
PPP: Slide 24/25/26/27/28  
Beamer, Laptop, Lautsprecher

### Filme auf YouTube abrufbar unter:

Holzbau (bis 05:46):

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=raWNhCkWkmQ>

Kugeln in Beton:

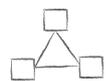
☞ <https://www.youtube.com/watch?v=pv-uHN5gVAM>

Carbon-Beton:

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=7MjW4CL1v7E&t=84s>

Dämmung:

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=Iqxe6KXksgI>



### Ablauf

---

#### Filmschau (20 min)

Die folgenden Kurzfilme werden nacheinander gezeigt:

#### Thema „Holzbau“ (ca. 6 min)

Der Film Holz in Hochform wird bis 05:46 gezeigt.

#### Thema „innovativer Beton“ (ca. 10 min)

Die Kurzfilme Kugeln in Beton und/oder Carbon-Beton: Die Zukunft des Bauens werden gezeigt.

### **Thema „Dämmung“ (ca. 5 min)**

Der Kurzfilm Welche DÄMMUNG passt zu meinem Haus? wird gezeigt.

Im Anschluss werden Verständnisfragen beantwortet. Die teamende Person kann ein kurzes Gespräch anstoßen: „Kommt euch eine dieser Techniken bekannt vor? Habt ihr so etwas schon mal gesehen?“ Sofern Schüler:innen ihre Meinung über die Technik teilen, kann der bzw. die Teamer:in das zum Anlass des Übergangs ins Positionierungsspiel nehmen.

### **Positionierung (25 min)**

#### **Variante 1: Positionierung im Raum (25 min)**

Die großen Karten „A“, „B“, „C“ und „Nichts von alledem, sondern ...“ werden in die Ecken des Raumes gehängt. Fragen und Antwortmöglichkeiten werden anhand des Projektors gezeigt. Nachdem die jeweilige Frage von den Teamenden vorgelesen wurde, sollen sich die Auszubildenden einer Antwortmöglichkeit (jeweilige Ecke des Raumes) zuordnen. Passt keine der Antworten, stellen sie sich in die Ecke „Nichts von alledem, sondern ...“. Dabei soll auf einzelne Auszubildende und ihre Antworten eingegangen werden.

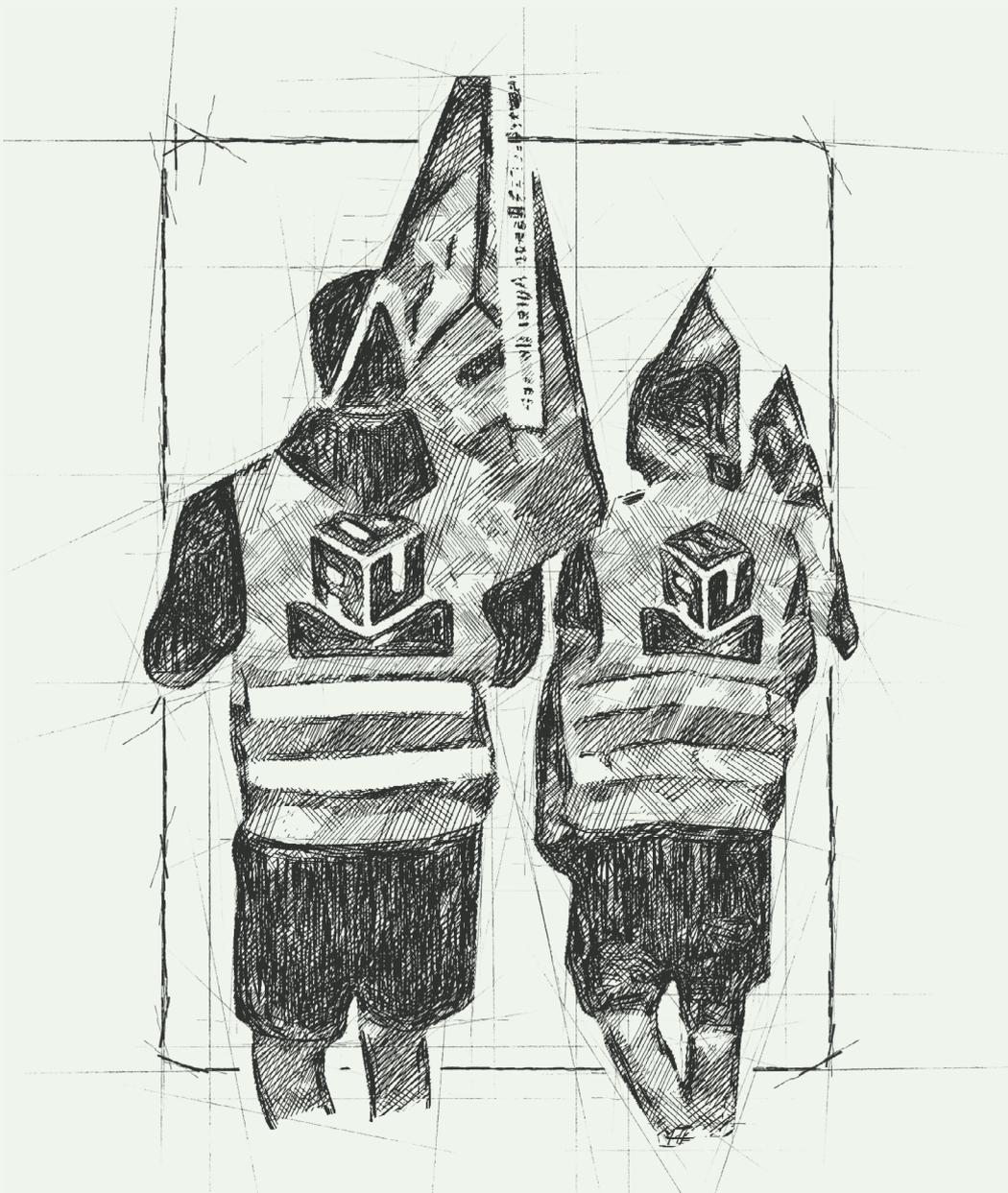
Wie viele Auszubildende hierbei von den Teamenden befragt werden, hängt von der Anzahl der Auszubildenden und der verbleibenden Zeit ab. Hierbei sind kurze Diskussionen ohne Richtig-oder-falsch-Ausgang wichtig.

Ziel ist es, die Auszubildenden zu einer Begründung der Aussagen zu motivieren.

#### **Variante 2: Antwort per Kartenmeldung (20 min)**

Die TN bleiben sitzen und antworten, indem sie sich mit einzelnen ABCD-Karten melden. Es kann nach Beantwortung der jeweiligen Frage auf einzelne Antworten eingegangen werden.

# ZUSATZ- METHODEN FÜR FORTGESCHRITTENE



# EXTRA 1:

## Gebäude der Zukunft



### Inhaltliche Zielrichtung

Die TN setzen nachhaltige Bauweisen in der Praxis anhand einer fiktiven Gebäudekonstruktion um.



### Zeitaufwand

90 min



### Material

Plakate

Stifte

Tablets/Laptops oder (falls nicht vorhanden) Smartphones der TN

Süßigkeiten

Arbeitsschritte, für jede Gruppe 1-mal gedruckt



### Ablauf

#### **Einführung der Methode (10 min)**

Die TN werden in 4er-Gruppen eingeteilt. Weiterhin wird eine Jury (2–3 Schüler:innen) gewählt. Die Gruppen nehmen an dem fiktiven Ideenwettbewerb „Gebäude der Zukunft“ teil, in dem sie ihren eigenen Entwurf eines energetisch nachhaltigen Gebäudes einreichen. Sie sollen dafür auf ihren Smartphones / bereitgestellten Tablets/Laptops im Internet auf den vorgeschlagenen Plattformen recherchieren. Die Zielvorstellung wird erläutert: eine große beschriftete Häuserskizze, die der Klasse präsentiert wird.

Am Ende gibt es eine Siegerehrung mit Preisen (Süßigkeiten).

#### **Kleingruppenzeit (45 min)**

Die Gruppen lesen die Arbeitsschritte durch und setzen sich an einen Tisch mit Flipchart und Stiften. Anhand von Tablets (wenn vorhanden) oder anhand ihrer Smartphones können sie die Recherche zu den jeweiligen Schritten durchführen. Jede Gruppe wählt eine Person, die das Projekt im großen Kreis vorstellen wird.

Die Jury hat die Aufgabe, Kriterien für die Beurteilung der Nachhaltig-

keit eines Gebäudes zu entwerfen. Sie wird von den Teamer:innen unterstützt. Bereits erlernte Kriterien zur Beurteilung von Nachhaltigkeit (ökologischer Fußabdruck, Arbeitsschutz) können durch Aspekte der Kreativität/Umsetzbarkeit/Finanzierung des Projektes ergänzt werden.

### **Pause (10 min)**

### **Vorstellung der Plakate und Preisvergabe (25 min)**

Die Gruppen präsentieren nacheinander ihre Ideen im Plenum und vor der Jury. Jede Gruppe hat dafür 5–7 Minuten Zeit. Es dürfen nur Verständnisfragen gestellt werden. Anschließend zieht sich die Jury ein paar Minuten für die Auswertung zurück und begründet anschließend ihr Ergebnis.

Anschließend legen die TN ihre Rollen ab. In der Auswertung kann gefragt werden: „Was fandet ihr am schwierigsten bei der Auswahl eures Gebäudes? Warum?“, „Welches Entscheidungskriterium findet ihr jetzt, da ihr ein Gebäude entworfen habt, am wichtigsten?“, „Wie wird mit diesem Kriterium bei euch im Betrieb umgegangen?“

Zum Abschluss erhalten alle TN eine Süßigkeit.



# MATERIAL ZU EXTRA 1

## Arbeitsschritte

### 1. Arbeitsschritt: Grundplanung

- › Was für eine Art von Haus soll es sein?
- › Wie viele Leute soll es beherbergen?
- › Überlegt euch, an welchem Ort es gebaut werden soll. Ist es an diesem Ort besonders warm? Kalt? Nass? Was bedeutet das für den Bau eures Hauses?
- › Zeichnet einen groben Grundriss eures Gebäudes auf das Plakat.

### 2. Arbeitsschritt: Baustoff

- › Aus was ist euer Haus hauptsächlich gemacht? Mehrere Baustoffe können benutzt werden.
- › Entscheidet die Verwendung eurer Baustoffe nach den Kriterien „Umweltverträglichkeit“, „Brandfall“, „Preis“.
- › Notiert eure Auswahl auf eurem Plakat.

Informationen findet ihr hier:

🔗 <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/>

🔗 <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen.html>

### 3. Arbeitsschritt: Dämmstoff

- › Entscheidet euch in der Gruppe für einen Dämmstoff. Hierbei sollten die Risiken für Gesundheit und Umwelt möglichst gering sein.
- › Besprecht in der Gruppe, wie die Bewohner:innen eures Hauses in Zukunft heizen sollen. Was muss dafür beim Hausbau beachtet werden?
- › Notiert eure Auswahl auf eurem Plakat.

Informationen findet ihr hier:

🔗 <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/>

🔗 <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe.html>

### 4. Arbeitsschritt: Farben und Lacke

- › Die gewählten Farben und Lacke müssen Risiken für Gesundheit und Umwelt möglichst gering halten.
- › Sind die Farben und Lacke für innen oder außen geeignet?
- › Notiert eure Auswahl auf eurem Plakat.

Informationen findet ihr hier:

🔗 <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/oberflaechenbehandlungen/farben-lacke-lasuren.html>

# EXTRA 2:

## Soziale Nachhaltigkeit: Gewerkschaft am Bau



### Inhaltliche Zielrichtung

---

Die TN lernen spielerisch, sich in verschiedene gesellschaftliche Rollen und deren Interessen hineinzusetzen. Sie erkennen, dass Gewerkschaften ein Mittel sein können, um die soziale Nachhaltigkeit ihrer Arbeit zu stärken. Die Methode ist besonders für diskussionsfreudige Klassen geeignet.



### Zeitaufwand

---

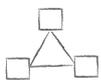
60 min



### Material

---

Stifte  
Flipchart oder Tafel  
Arbeitsauftrag Arbeitnehmer:innen  
Arbeitsauftrag Arbeitgeber:innen



### Ablauf

---

Bei dieser Methode handelt es sich um eine fiktive Tarifverhandlung. Sie benötigt damit Vorwissen, das im Modul Politik und Gesellschaft des Lehrplans erworben wurde. Deswegen ist es sinnvoll, die Methode erst durchzuführen, nachdem der Unterricht über Arbeit und Gewerkschaften stattgefunden hat. Die Methode kann diesen Unterricht gut ergänzen.

#### Die TN benötigen folgendes Vorwissen:

- › Was ist eine Gewerkschaft? Was ist die Sozialpartnerschaft?
- › Was ist ein Tarifvertrag und wie kommt er zustande?

#### Rollenspiel Tarifverhandlung (30 min)

Die Klasse wird in Arbeitgeber:innen (kleinere Gruppe) und Arbeitnehmer:innen (größere Gruppe) aufgeteilt. Die Teamer:innen verteilen die entsprechenden Arbeitsaufträge.

**Erster Schritt (15 min):** Beide Gruppen haben Zeit, sich zu überlegen, wie für sie die idealen Arbeitsbedingungen aussehen würden. Daraus werden ihre Verhandlungspositionen entwickelt. Beide Gruppen wählen drei Verhandlungsführer:innen, der Rest bleibt unterstützend im Hintergrund.

**Zweiter Schritt (15 min):** Die Verhandlungsführer:innen beider Gruppen sitzen einander an Tischen gegenüber und führen eine Tarifverhandlung mit dem Ziel, eine für beide Seiten akzeptable Einigung herbeizuführen. Die Moderation übernimmt ein:e Teamer:in.

**Je nach Verlauf möglich:**

- › Einigung auf ein Tarifergebnis
- › keine Einigung; dann Schlichtungsversuch durch Teamer:in

Danach ggf. Streik und Ende.

**Auswertung (15 min)**

- › Wie habt ihr euch in euren Rollen gefühlt?
- › Wie ist die Verhandlung gelaufen?

Zum Schluss betonen die Teamenden, dass viele Arbeitsrechte von Gewerkschaften ausgehandelt worden sind, die nach wie vor Gültigkeit haben. Als Beispiel kann die Tarifrunde der IG BAU im Herbst 2021 dienen.

Die Jury hat die Aufgabe, Kriterien für die Beurteilung der Nachhaltig



### **Lernfelder**

---

10. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 10.2: Arbeitswelt im Wandel

12. Jahrgangsstufe, Politik und Gesellschaft, Modul 12.1: Wirtschaft und Wirtschaftspolitik



# MATERIAL ZU EXTRA 2

## Hintergrundinformationen Streitpunkt

### Arbeitsgruppenauftrag Gewerkschaft

Ihr seid die Mitglieder und Vertreter:innen der Gewerkschaft IG BAU.

Euer Ziel ist es, bei der kommenden Tarifrunde eine möglichst große Erhöhung der Auszubildendenvergütung und eine generelle Erhöhung der Gehälter herauszuholen. Eure Mitglieder wollen zudem, dass sie für die Fahrten zu den Baustellen Geld bekommen.

Beachtet bei der Argumentation folgende Rahmenbedingungen:

- › Seit 2009 steigen die Investitionen in der Bauwirtschaft kontinuierlich.
- › Im Jahr 2022 gingen Aufträge und Umsätze etwas zurück (aufgrund von Materialmangel und Unsicherheit durch Krieg und Corona).
- › Die Auftragsbücher sind weiterhin gut gefüllt.
- › hohe Inflationsrate (Material wird teurer; Lebensunterhaltskosten werden teurer)
- › lange Arbeitswege
- › Fachkräftemangel

Als Beispiel für euch die Ergebnisse der Tarifrunde 2021:

	West	Ost
<b>Lohnerhöhung</b> zum 1. November 2021	zwei Prozent	drei Prozent
<b>Corona-Prämie</b> , fällig mit Januar-Lohn/-Gehalt 2022	500 Euro	220 Euro
<b>Lohnerhöhung</b> zum 1. November 2022	2,2 Prozent	2,8 Prozent
<b>Einmalzahlung</b> , fällig mit Mai-Lohn/-Gehalt 2022	400 Euro	
<b>Lohnerhöhung</b> zum 1. April 2023	zwei Prozent	2,7 Prozent
<b>Einmalzahlung</b> , fällig mit Mai-Lohn/-Gehalt 2023	450 Euro	

**Arbeitswegentschädigung:** 6–9 €/Tag, je nach Arbeitsweg.

# EMPFOHLENER ABLAUFPLAN

## von zwei Projekttagen

### Tag 1

#### Modul 1 | Ich in meiner Umwelt | 08:00–10:30 Uhr

Zeit	Dauer (min)	Methoden
08:00–08:20	20	M1: Was hat mein Beruf mit der Umwelt zu tun?
08:20–08:40	20	M2: Umweltzerstörung leicht gemacht
08:40–09:00	20	M3: Die Umwelt- und Klimakrise
10 min Pause		
09:10–09:35	25	M4: Umweltkrise – menschengemacht?
09:35–10:20	45	M5: Was hat die Umweltkrise mit mir zu tun?
10 min Pause		

#### Modul 2 | Der Bausektor und die Umwelt | 10:30–12:15 Uhr

Zeit	Dauer (min)	Methoden
10:30–10:55	25	M1: Bau und Umwelt – unzertrennlich?
10:55–11:10	15	M2: Warum nachhaltig bauen?
10 min Pause		
11:20–11:45	25	M3: Der Kreislauf des Gebäudes
11:45–12:15	30	M4: Und was meinst du?
1 Stunde		Mittagspause

#### Modul 3 | Meine Arbeit und die Umwelt, Teil 1 | 13:15–15:15 Uhr

Zeit	Dauer (min)	Methoden
13:15–15:15	115	M1: Der wahre Preis der Ressourcen (inkl. Pause)

# EMPFOHLENER ABLAUFPLAN

## von zwei Projekttagen

### Tag 2

---

#### Modul 3 | Meine Arbeit und die Umwelt, Teil 2 | 08:00–09:30 Uhr

Zeit	Dauer (min)	Methoden
08:00–08:25	25	M2: Wie nachhaltig ist meine Arbeit?
08:25–09:00	35	M3: Die Klimakrise an meinem Arbeitsplatz
09:00–09:20	20	M4: Und was meinst du?
10 min Pause		

#### Modul 4 | Nachhaltig bauen – aber wie? | 09:30–12:40 Uhr

Zeit	Dauer (min)	Methoden
09:30–10:55	85	M1: Nachhaltige Bau- und Dämmstoffe (inkl. Pause)
10:55–11:55	60	M2: Der Bau der Zukunft
11:55–12:40	45	M3: Und was meinst du?

# QUELLENVERZEICHNIS UND LITERATURHINWEISE

## Quellen und Literaturhinweise zu den Materialien

### Modul 2 | M3: Fotos zum Lebenszyklus eines Gebäudes

---

- ☞ <https://africanminingbrief.com/2019/05/07/sand-mining-mafias-destroying-environment-livelihoods-un>
- ☞ <https://www.maxpixel.net/Steel-Truck-Plumbing-18-Wheeler-Pipes-Cargo-5292026>
- ☞ [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2017-09-28\\_\(375\)\\_Gravel\\_wagons\\_at\\_Bahnhof\\_Sto-ckerau.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2017-09-28_(375)_Gravel_wagons_at_Bahnhof_Sto-ckerau.jpg)
- ☞ <https://www.piqsels.com/en/public-domain-photo-olxxq>
- ☞ <https://www.maxpixel.net/Steel-Truck-Plumbing-18-Wheeler-Pipes-Cargo-5292026>
- ☞ [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Construction\\_in\\_Toronto\\_May\\_2012.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Construction_in_Toronto_May_2012.jpg)
- ☞ [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Passivhaus\\_thermogram\\_gedaemmt\\_ungedaemmt.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Passivhaus_thermogram_gedaemmt_ungedaemmt.png)
- ☞ [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Construction\\_waste,\\_Zichy%C3%BAjfal\\_u\\_003.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Construction_waste,_Zichy%C3%BAjfal_u_003.jpg)
- ☞ <https://www.flickr.com/photos/astrid/23118978490>
- ☞ <https://pxhere.com/en/photo/459266>
- ☞ [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Destruction\\_of\\_a\\_building,\\_Oleksandrivskiy\\_Prospekt.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Destruction_of_a_building,_Oleksandrivskiy_Prospekt.jpg)

### Modul 3 | M1: AG-Texte – Der wahre Preis der Ressourcen

---

#### AG1

- ☞ [https://www.deutschlandfunk.de/sand-ein-nur-scheinbar-unendlicher-rohstoff.724.de.html?dram:article\\_id=460151](https://www.deutschlandfunk.de/sand-ein-nur-scheinbar-unendlicher-rohstoff.724.de.html?dram:article_id=460151)
- ☞ <https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/panorama/weltweites-problem-der-rohstoff-sand-wird-immer-knapper/22874340.html>
- ☞ <https://www.regenwald.org/regenwaldreport/2017/483/sand-mafia-baggert-kuesten-und-straende-weg>
- ☞ <https://www.fluchtgrund.de/grund/sandabbau/>
- ☞ <https://oec.world/en/profile/hs/sand>

„Krieg um Sand“ – Auszüge aus einem Interview mit dem Geologen Michael Welland im ARTE Magazin Geopolitik 03/05/2013.

## AG2

- ☞ <https://www.boell.de/de/oekologie/oekologie-protokoll-lkw-fahrer-16545.html>
- ☞ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#strassen-guterverkehr>

## AG3

- ☞ [https://de.wikipedia.org/wiki/Zement#cite\\_ref-14](https://de.wikipedia.org/wiki/Zement#cite_ref-14)
- ☞ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153695/umfrage/produktion-von-zement-nach-laendern/>
- ☞ <https://de.wikipedia.org/wiki/Chromatallergie>
- ☞ <https://www.n-tv.de/wirtschaft/Widerstand-gegen-HeidelbergCement-Indonesische-Baueuerin-protestiert-auf-Aktionaerstreffen-article19822493.html>
- ☞ <https://taz.de/Umweltzerstoerung-in-Indonesien!/5077096/>
- ☞ [https://www.deutschlandfunkkultur.de/zementabbau-in-indonesien-dorfbewohner-wehren-sich-gegen.979.de.html?dram:article\\_id=457423](https://www.deutschlandfunkkultur.de/zementabbau-in-indonesien-dorfbewohner-wehren-sich-gegen.979.de.html?dram:article_id=457423)
- ☞ <https://taz.de/HeidelbergCement-in-Indonesien!/5408426/>
- ☞ <https://mronline.org/2017/03/27/kendeng-against-cement/>

## AG4

- ☞ [https://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%A4chenverbrauch#Siedlungs-\\_und\\_Verkehrsfl%C3%A4che](https://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%A4chenverbrauch#Siedlungs-_und_Verkehrsfl%C3%A4che)
- ☞ [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2004undFrueher/FlaecheImKreis/o1\\_Start.html?docId=427618&notFirst=true#doc427618bodyText1](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2004undFrueher/FlaecheImKreis/o1_Start.html?docId=427618&notFirst=true#doc427618bodyText1)

## AG5

- ☞ <https://www.spiegel.de/wirtschaft/service/immobilienpreise-47-000-euro-fuer-ein-loch-a-cd07e0fc-ab00-432a-b8c1-eab3c2880114>
- ☞ <https://www.sonderabfall-wissen.de/wissen/immer-mehr-bauschutt-entsorgung-und-recyclingpotenzial/>
- ☞ <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/muenchen-bayernkaserne-abriss-recycling-wohnen-1.4570155>
- ☞ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Parlamentarische-Anfragen/2018/19-2288.pdf>

## Modul 4 | M1: AG Texte Dämm- und Baustoffe – Nachhaltiges Bauen - Aber wie?

### Texte Bau- und Dämmstoffe AG1–5

- <https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe>
- <https://www.bauen.de/a/vor-und-nachteile-einer-eps-daemmung.html>
- <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/daemmung/konventionelle-daemmstoffe/>
- <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/daemmstoffe>
- <https://www.effizienzhaus-online.de/daemmstoff/>

### AG6: Stahlbeton

- ☞ <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/massivbaustoffe/beton/frischbeton.html>
- ☞ <https://www.chemie.de/lexikon/Stahlbeton.html>
- ☞ <https://www.baunetzwissen.de/beton/fachwissen/eigenschaften/der-baustoff-beton-und-seine-eigenschaften-150942>
- ☞ <https://www.srf.ch/news/schweiz/oekologischer-bauen-beton-der-klimakiller-muess-te-keiner-sein>

### AG7: Holz

- ☞ <https://www.wecobis.de/index.php?id=2366&L=0>
- ☞ <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/holz/charta-holz.html>
- ☞ <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/holz-und-markt/verarbeitung-und-technik/holzwerkstoffe-im-bauwesen>

### AG8: Ziegel

- ☞ <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/massivbaustoffe/ziegel.html>
- ☞ <https://www.ib-rauch.de/okbau/stoffwert/bsziegel.html>
- ☞ <https://ziegel.de/index.php/pressemitteilung/mauerziegel-auch-im-corona-jahr-marktfuehrer-im-wohnungsbau>
- ☞ <https://www.zwk.de/ziegelwissen/ziegelherstellung/>



**BAYERISCHE  
BAUWIRTSCHAFT**



*PECO - Institut*

Diese Materialien sind im Rahmen des von der Stiftung Bayerisches Baugewerbe geförderten Projekts „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE): Energetische Gebäudesanierung“ entstanden.