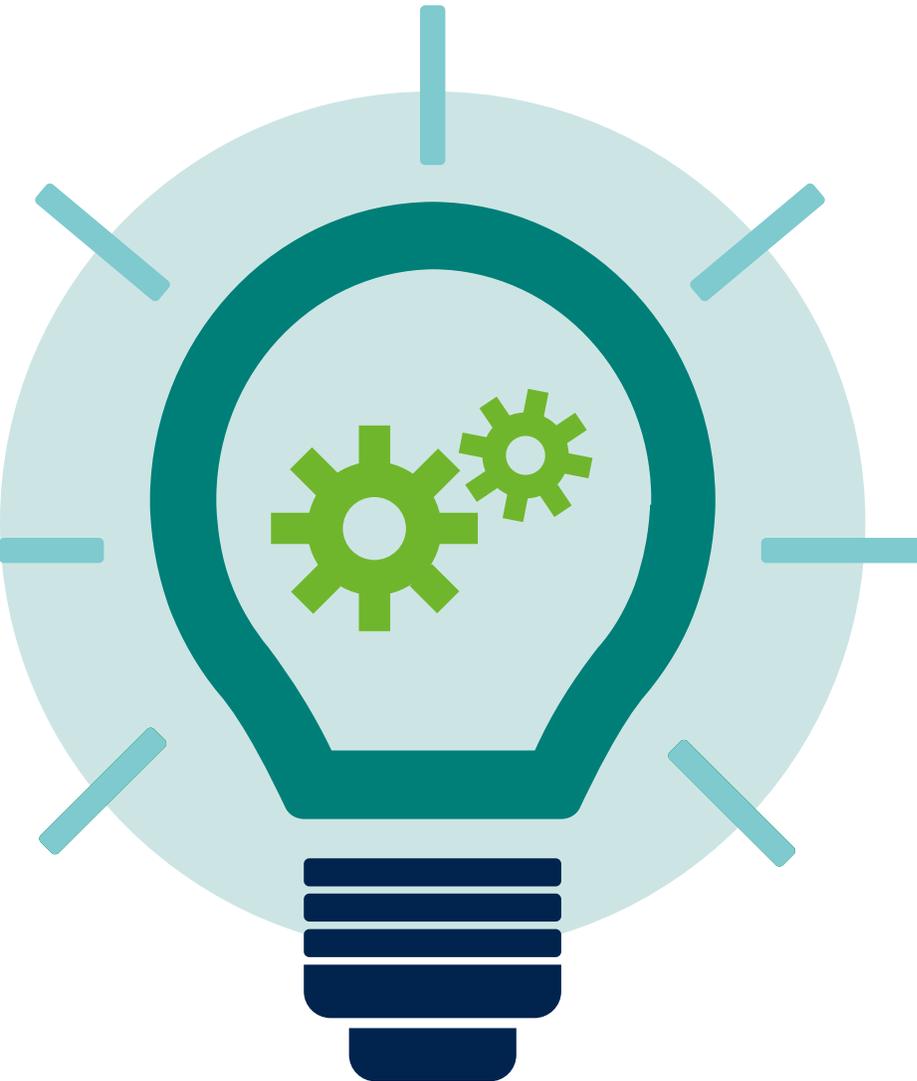


# Bioökonomie in der Baubranche

Schulung zu Materialien, Technologien und Bedarfen



Neues lernen – Ideen entwickeln – Partner finden

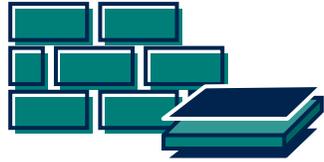
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

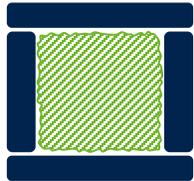


## Inhalt



### Baustoffe

- Status quo
- Wichtige Aspekte für die Nachhaltigkeit
- Strategien für verbesserte Nachhaltigkeit



### Isolationsmaterialien

- Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen
- Brandverhalten und Flammschutz
- Verarbeitung und Ökologie



### Finishes und Coatings

- Schaltbare Klebstoffe für eine verbesserte Rezyklierbarkeit
- Biobasierte Funktionsbeschichtungen
- Technologien für Materialerhalt und -gesundheit

### Ausblick

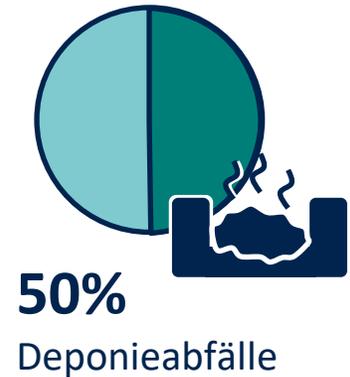


## Status quo in der Baubranche



- **Zementherstellung** verbraucht **fossile Rohstoffe** und **große Energiemengen**.
- **Große Mengen an CO<sub>2</sub>** werden freigesetzt.
- **Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS):** Primärrohstoff-Verbrauch pro Kopf soll **bis 2045 um 50% sinken** (von 16 t auf 6 – 8 t).

Global ist die Bauindustrie verantwortlich für:





## Typische Bau-Materialien



- **Mineralische Rohstoffe** spielen eine zentrale Rolle und machen den **größten Anteil am Primärrohstoff-verbrauch** in Deutschland aus (z.B. Sand, Kies, Gips). Ihr Verbrauch muss reduziert und ihre Kreislauffähigkeit erhöht werden.
- Die Herstellung verschiedener Baustoffe unterscheidet sich deutlich in der **Menge der benötigten Energie** und damit generierten **CO<sub>2</sub>-Freisetzung**.
- **Naturbaustoffe** finden in verschiedenen Formen Anwendung (z.B. Bodenbeläge, Dämmmaterialien, Tapeten, Wandbekleidungen, Faserputze).
- Der Bau mit Naturbaustoffen ist **keine Revolution, sondern oftmals eine Renaissance** – Materialien wie Holz, Stroh und Lehmputz blicken auf eine lange Historie in der Anwendung zurück.



## Wichtige Aspekte für die Nachhaltigkeit



**Materialrohstoff und  
Energiebedarf bei der  
Produktion**



**Förderung der  
Energieeinsparung**



**Haltbarkeit/  
Lebensdauer des  
Baumaterials**



**Rückbaubarkeit,  
Rezyklierbarkeit und  
End-of-life**



## Wichtige Aspekte für die Nachhaltigkeit



**Materialrohstoff und  
Energiebedarf bei der  
Produktion**



**Förderung der  
Energieeinsparung**



**Haltbarkeit/  
Lebensdauer des  
Baumaterials**



**Rückbaubarkeit,  
Rezyklierbarkeit und  
End-of-life**

- Gerade in der Bauindustrie findet man viele Materialien, deren **Herstellung** mit dem Einsatz **großer Mengen an Energie** einhergeht.
- Solange die Quelle der **Energie nicht vollständig erneuerbar** ist, stellt die Produktion von energiehungrigen Materialien einen wichtigen Beitrag zur Umweltbelastung durch die Bauindustrie dar.



## Wichtige Aspekte für die Nachhaltigkeit



**Materialrohstoff und  
Energiebedarf bei der  
Produktion**



**Förderung der  
Energieeinsparung**



**Haltbarkeit/  
Lebensdauer des  
Baumaterials**



**Rückbaubarkeit,  
Rezyklierbarkeit und  
End-of-life**

- Materialien, die für eine **möglichst effiziente Energienutzung oder -einsparung** sorgen, wirken sich positiv auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung aus.
- Besonders wichtig sind hierbei Materialien, die eine **gute Isolierung gegen Wärmeverlust** gewährleisten, während sie im Sommer eine Gebäudeaufheizung verhindern.



## Wichtige Aspekte für die Nachhaltigkeit



Materialrohstoff und  
Energiebedarf bei der  
Produktion



Förderung der  
Energieeinsparung



Haltbarkeit/  
Lebensdauer des  
Baumaterials



Rückbaubarkeit,  
Rezyklierbarkeit und  
End-of-life

- Eine lange Haltbarkeit zur Schonung von Ressourcen und **Einsparung von Energie und CO<sub>2</sub>** stellt einen wichtigen Aspekt für die Nachhaltigkeit dar.
- Materialien, die als „ewig haltbar“ galten sind es oft nicht, wie z.B. Asbest, während historische Bauten aus Materialien, denen wir heute wenig Vertrauen entgegen bringen, nach wie vor bestehen.
- Haltbarkeit ist am **Ende des Lebenszyklus** oft gleichzusetzen mit einem **Entsorgungsproblem**.



## Wichtige Aspekte für die Nachhaltigkeit



Materialrohstoff und  
Energiebedarf bei der  
Produktion



Förderung der  
Energieeinsparung



Haltbarkeit/  
Lebensdauer des  
Baumaterials

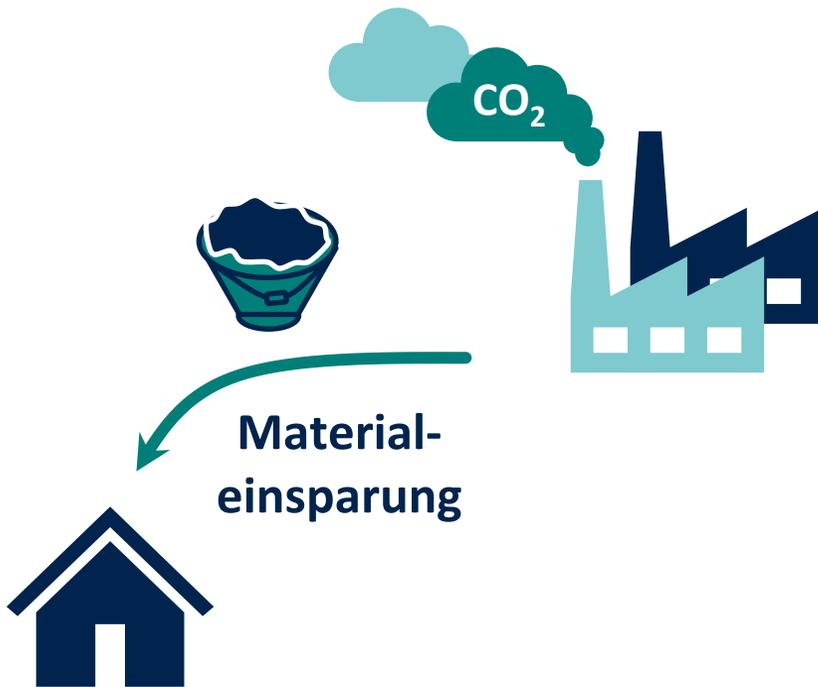


Rückbaubarkeit,  
Rezyklierbarkeit und  
End-of-life

- Nicht alle Bauteile lassen sich am Ende eines Gebäudelebens simpel **zurückbauen bzw. in (sortenreine) Baustoff-Materialien trennen.**
- Rückbau und Separation sind nicht nur maßgebliche Kostenfaktoren, sondern entscheiden in der Regel über das generelle Schicksal eines Baustoffs: **Kompostierung, Rezyklierung, thermische Verwertung, Deponie oder Sondermüll.**



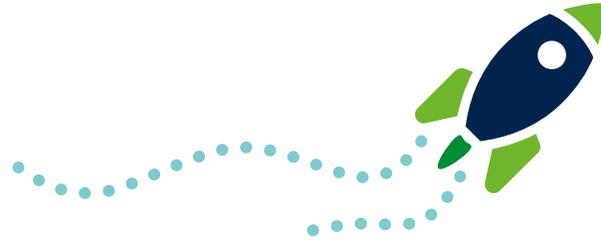
## Strategien zur verbesserten Nachhaltigkeit



- Die **Einsparung von Material** kann bereits zu einer deutlich verbesserten Nachhaltigkeit im Bausektor führen.
- Grundlage sind sowohl **Prinzipien des Leichtbaus**, bei denen Strukturen so ausgelegt werden, dass sie eine möglichst hohe Last bei geringem Eigengewicht tragen können, als auch **material-optimiertes Bauen**.
- Eine Überwachung der **strukturellen Gesundheit** von Gebäuden, Mechanismen zur **Selbsteilung von Materialien** und eine präzise **Analyse der tatsächlichen Lasten**, verhindern den übermäßigen Materialeinsatz aus Sicherheitsgründen.



## Leichtbau

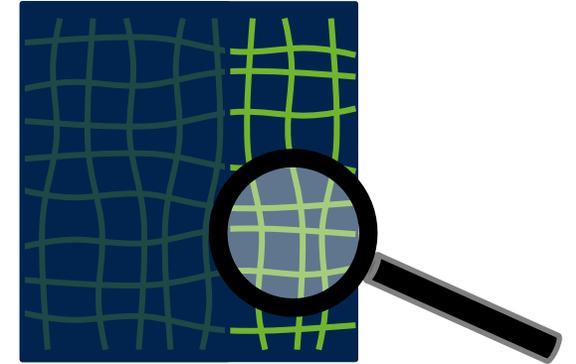


- **Leichtbau** wird **assoziiert mit** den großen Industrien:
  - **Automobil**
  - **Luft- und Raumfahrt**
- **ABER** die Bauindustrie nutzt bereits typische Leichtbau-Materialien und -Strukturen



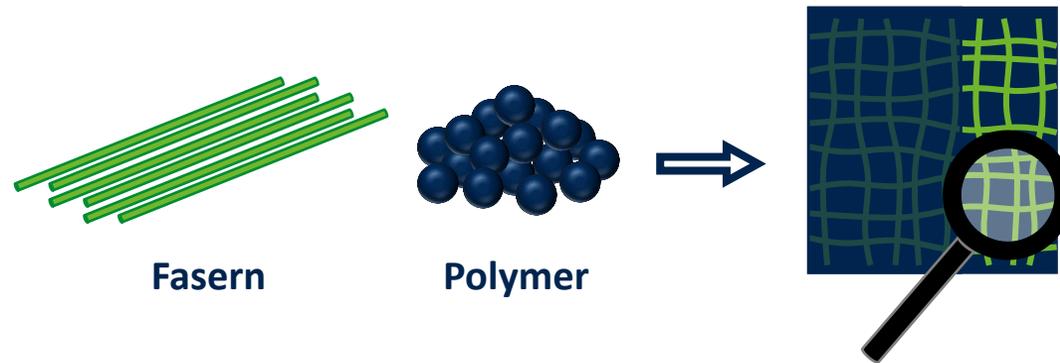
### Strategien:

- **Materialoptimiertes Bauen**
- **Einsparung von Material pro Bauteil**
- **Verwendung von erneuerbaren Rohstoffen**
- **Konzepte für die Rückbaubarkeit/das Recycling**





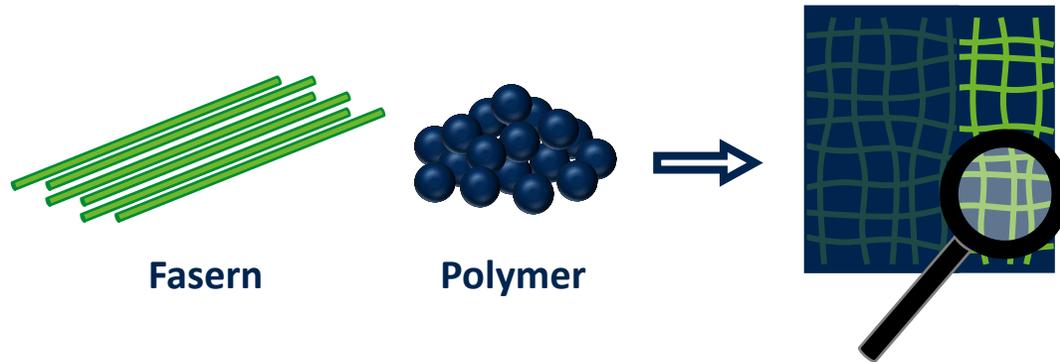
## Faserverstärkte Kunststoffe



- Kunststoffe können bezüglich ihrer **mechanischen Festigkeit und Steifigkeit** verstärkt werden.
- Die Verstärkung erfolgt über das **Einbetten von Fasern in die Polymermatrix** zur Erzeugung eines Kompositmaterials (FRC = *fibre-reinforced composite*).
- Typische Fasern in der industriellen Anwendung sind **Kohle- oder Glasfasern sowie Polymerfasern** (z.B. Aramid).



## Faserverstärkte Kunststoffe

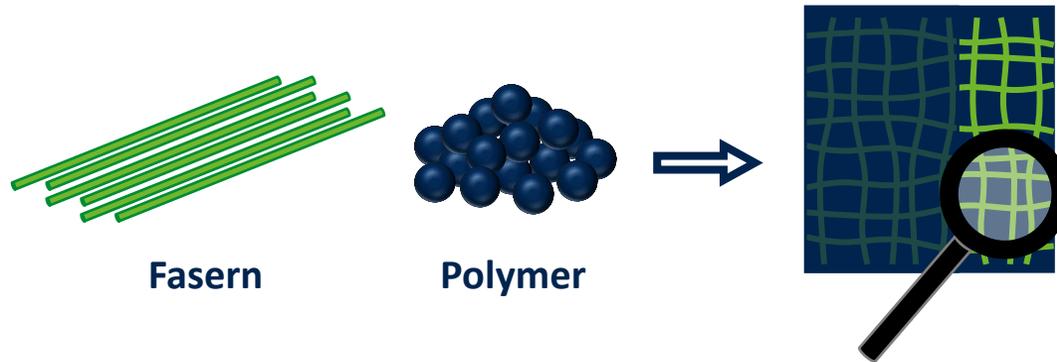


- Kunststoffe können bezüglich ihrer **mechanischen Festigkeit und Steifigkeit** verstärkt werden.
- Die Verstärkung erfolgt über das **Einbetten von Fasern in die Polymermatrix** zur Erzeugung eines Kompositmaterials (FRC = *fibre-reinforced composite*).
- Typische Fasern in der industriellen Anwendung sind **Kohle- oder Glasfasern sowie Polymerfasern** (z.B. Aramid).

- Die Fasern sorgen für eine **Verstärkung des Materials**, während die Polymermatrix diese zusammenhält, schützt und für eine **Verteilung von mechanischer Belastung** sorgt.
- Faserverstärkte Polymerkomposite zeichnen sich durch eine **hohe Belastbarkeit und mechanische Stärke** bei geringem Gewicht (gutes Kraft/Masse-Verhältnis) und eine gute Haltbarkeit aus.



## Faserverstärkte Kunststoffe



- Kunststoffe können bezüglich ihrer **mechanischen Festigkeit und Steifigkeit** verstärkt werden.
- Die Verstärkung erfolgt über das **Einbetten von Fasern in die Polymermatrix** zur Erzeugung eines Kompositmaterials (FRC = *fibre-reinforced composite*).
- Typische Fasern in der industriellen Anwendung sind **Kohle- oder Glasfasern sowie Polymerfasern** (z.B. Aramid).

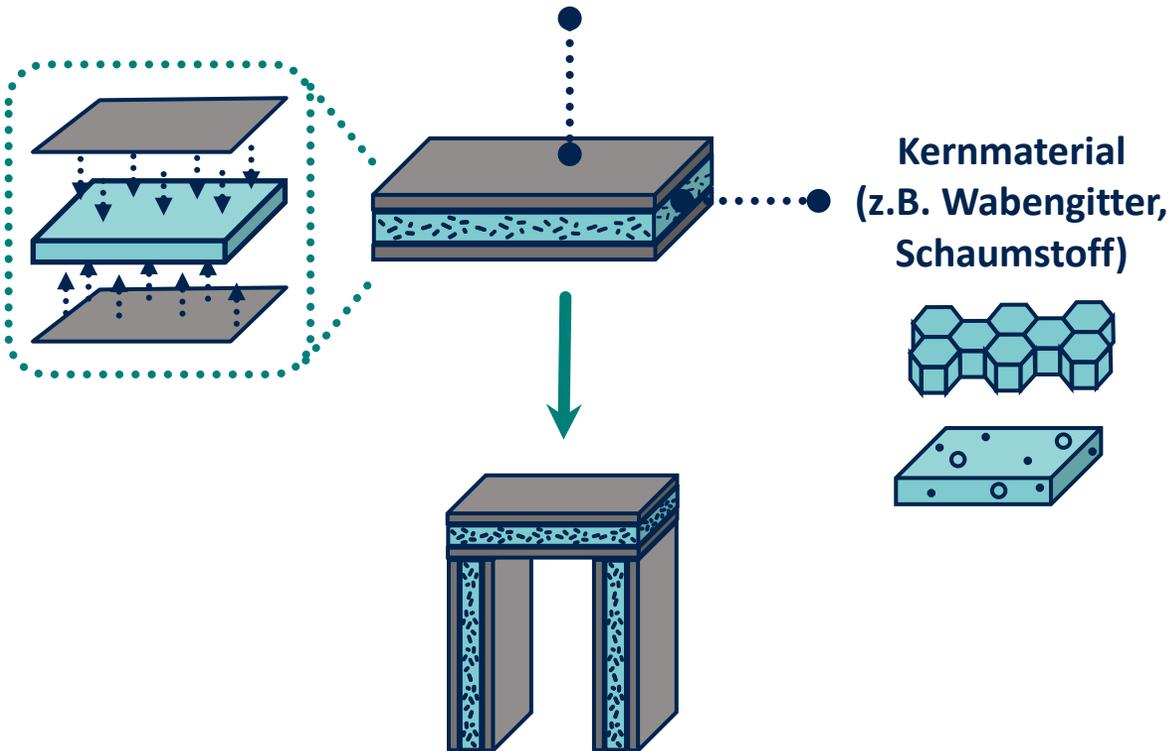
- Die Fasern sorgen für eine **Verstärkung des Materials**, während die Polymermatrix diese zusammenhält, schützt und für eine **Verteilung von mechanischer Belastung** sorgt.
- Faserverstärkte Polymerkomposite zeichnen sich durch eine **hohe Belastbarkeit und mechanische Stärke** bei geringem Gewicht (gutes Kraft/Masse-Verhältnis) und eine gute Haltbarkeit aus.
- **Typische Anwendungen** liegen in den Bereichen Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Bau und Sportanwendungen – wo **hohe Materialstärke bei geringem Gewicht** benötigt werden.

Mehr Infos in unserer  
Schulung "Faserverstärkte  
Kunststoffe"



## Sandwichbauweise

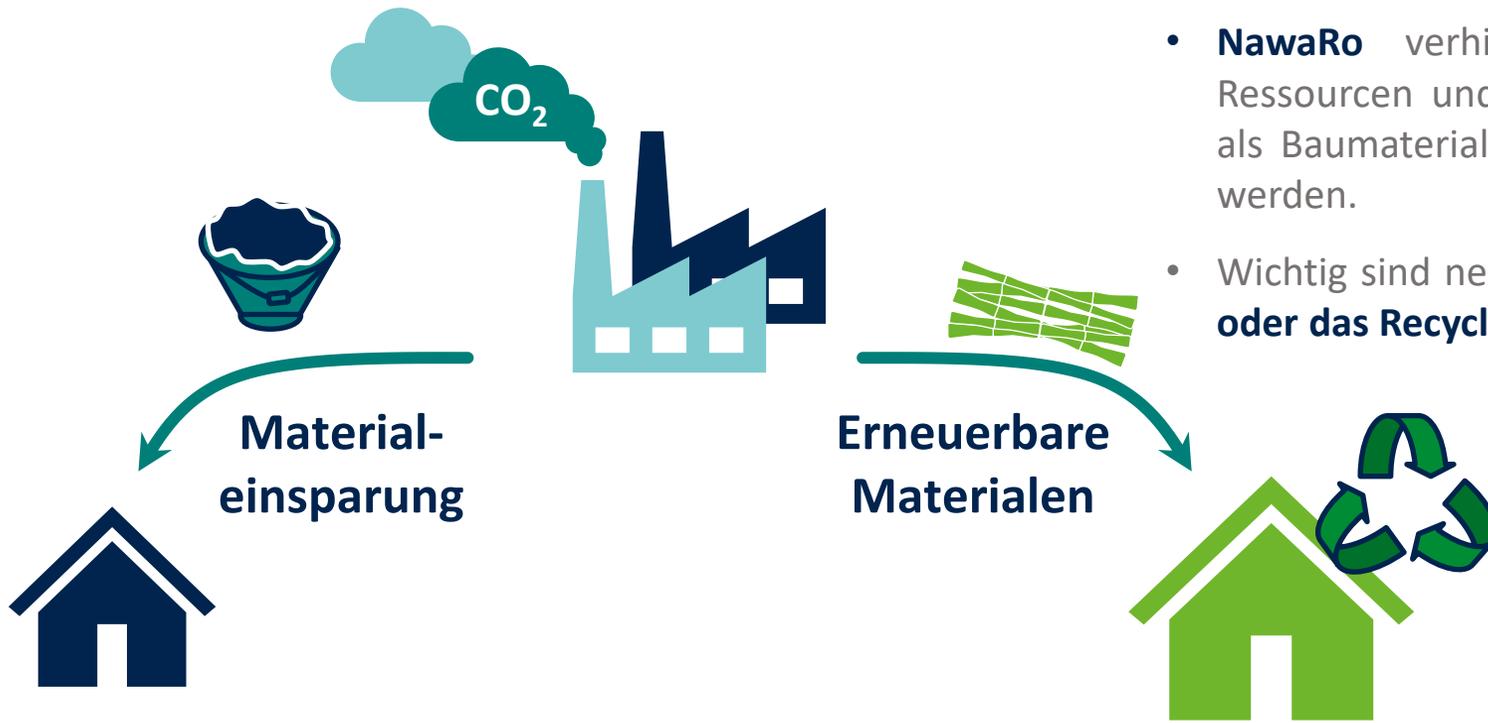
Steife Deckschicht  
(z.B. Metallblech, Sperrholz)



- **Sandwichelemente** als Halbzeuge oder Bauteile bestehen aus mehreren Schichten: typisch ist die Abfolge **Deckschicht – Kern – Deckschicht**.
- Sie besitzen hohe **Steifigkeit und Festigkeit** bei einem gleichzeitig **geringen Gewicht (Leichtbau)**.
- Die **Deckschichten** sind i.d.R. aus **steifen Materialien** und liefern Festigkeit (z.B. Metallblech, Faserverbundwerkstoffe oder Sperrholz).
- Das **Kernmaterial** dient zur **Stabilität und Lastübertragung** und kann aus einem **Wabengitter** (z.B. aus Papier/Pappe, Metall, Kunststoff), **Schaumstoff** (z.B. Polyurethan, Metallschaum) oder **Vollmaterial** (z.B. Polyethylen, Holz) bestehen.



## Strategien zur verbesserten Nachhaltigkeit



- Die Verwendung von Baustoffen **auf Basis erneuerbarer Materialien**, wie nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) ist ein wichtiger **Beitrag zur Nachhaltigkeit**.
- **NawaRo** verhindern zum einen den Verbrauch endlicher Ressourcen und stellen **wichtige CO<sub>2</sub>-Speicher** dar. Insbesondere als Baumaterial kann so eine **Langzeitbindung von CO<sub>2</sub>** realisiert werden.
- Wichtig sind neben den Rohstoffen die Konzepte für den **Rückbau oder das Recycling** der verwendeten Materialien.



## Nachhaltigkeit bei faserverstärkten Kunststoffen



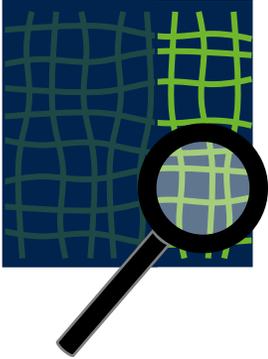
### Kritische Faktoren:

- Glas- und Kohlefasern benötigen in ihrer **Herstellung große Mengen an Energie** (große **CO<sub>2</sub> Mengen** entstehen).
- Die Herstellung der Fasern und der technischen Polymere erfolgt i.d.R. **auf Basis fossiler Rohstoffe**.
- Die Verbindung von Fasern und Polymermatrix (GFK, CFK) lässt sich **nicht recyceln** und landet daher als **wachsendes Abfallaufkommen in der Deponie**.

Mehr Infos in unserer  
Schulung "Faserverstärkte  
Kunststoffe"



## Nachhaltigkeit bei faserverstärkten Kunststoffen



### Kritische Faktoren:

- Glas- und Kohlefasern benötigen in ihrer **Herstellung große Mengen an Energie** (große **CO<sub>2</sub> Mengen** entstehen).
- Die Herstellung der Fasern und der technischen Polymere erfolgt i.d.R. **auf Basis fossiler Rohstoffe**.
- Die Verbindung von Fasern und Polymermatrix (GFK, CFK) lässt sich **nicht recyceln** und landet daher als **wachsendes Abfallaufkommen in der Deponie**.

Mehr Infos in unserer  
Schulung "Faserverstärkte  
Kunststoffe"



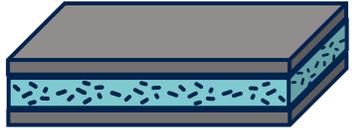
### Lösungsansätze & Bedarfe:

- **Alternative Fasern** (z.B. NawaRo) können GF und CF zum Teil ersetzen. Ihr **Wachstum bindet CO<sub>2</sub>**, anstatt es freizusetzen.
- **Biokunststoffe** auf Basis **erneuerbarer Quellen** als **Substitution oder Drop-in Lösung** können für die Polymermatrix genutzt werden.
- Neue **Recyclingtechnologien** müssen eine **effiziente Trennung von Polymer und Fasern** ermöglichen bzw. im **Design von Materialien** bereits mitgedacht werden.



## Nachhaltigkeit in der Sandwichbauweise

### Kritische Faktoren:

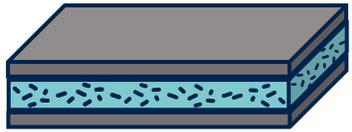


- Die Herstellung von **Polymerschäumen** (Polyurethane) erfolgt i.d.R. **auf Basis fossiler Rohstoffe**.
- Die Verklebung der verschiedenen Materialien ist für gewöhnlich **nicht recyclingfähig**. Sandwich-elemente bzw. die Verbundmaterialien werden daher **deponiert oder ggf. einer thermischen Verwertung** zugeführt.
- Verunreinigung durch **nicht-sortenreines Trennen** von Deckschichten und Kern **verhindern ein Recycling von wertvollen Rohstoffen** wie Stahl.



## Nachhaltigkeit in der Sandwichbauweise

### Kritische Faktoren:



- Die Herstellung von **Polymerschäumen** (Polyurethane) erfolgt i.d.R. **auf Basis fossiler Rohstoffe**.
- Die Verklebung der verschiedenen Materialien ist für gewöhnlich **nicht recyclingfähig**. Sandwich-elemente bzw. die Verbundmaterialien werden daher **deponiert oder ggf. einer thermischen Verwertung** zugeführt.
- Verunreinigung durch **nicht-sortenreines Trennen** von Deckschichten und Kern **verhindern ein Recycling von wertvollen Rohstoffen** wie Stahl.

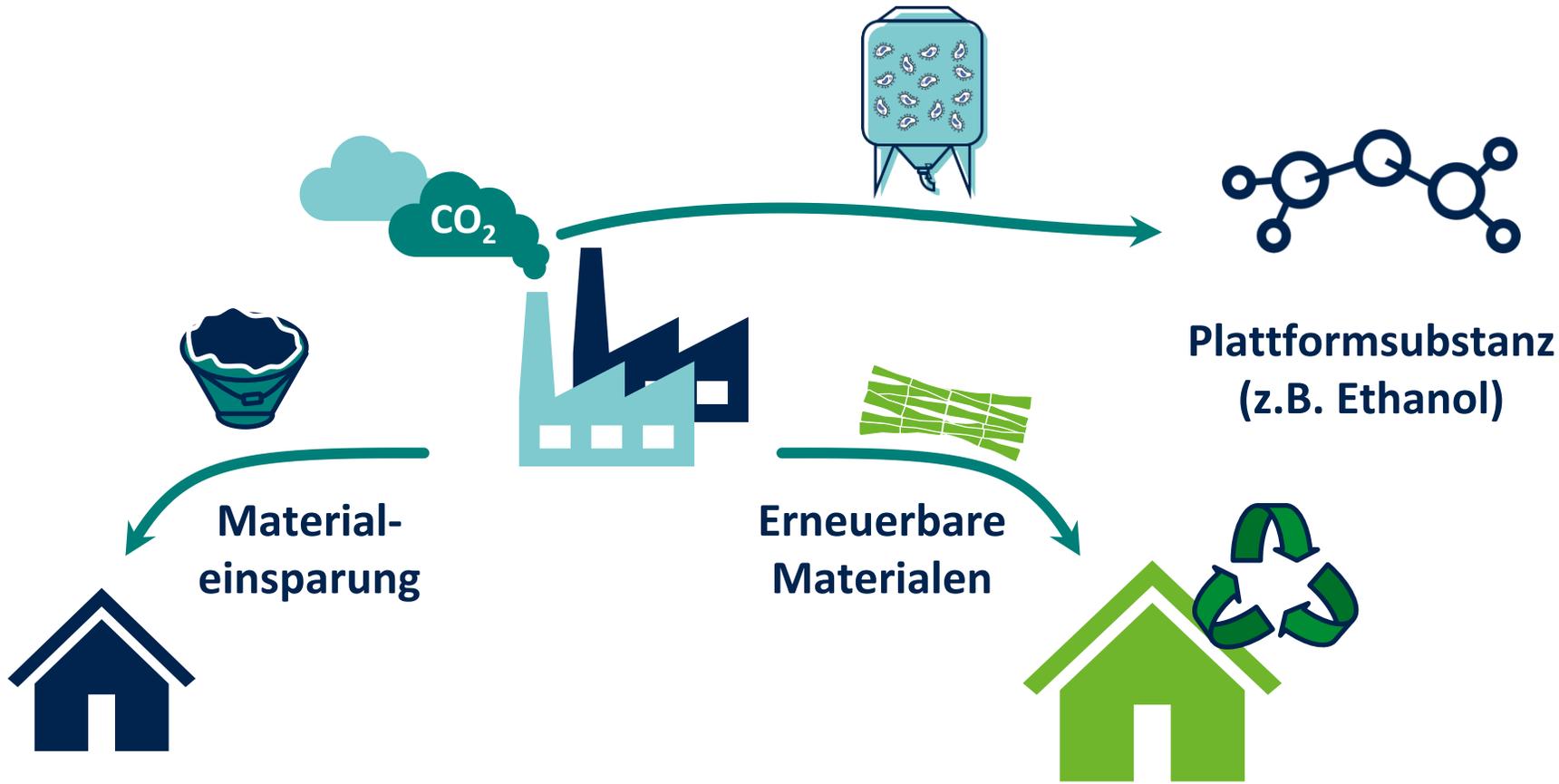


### Lösungsansätze & Bedarfe:

- **Alternative Kernmaterialien** können in Sandwichplatten zum Einsatz kommen – **NawaRo Materialien oder auch Restströme** aus der Papier und Landwirtschaft eignen sich.
- **Recyclingfähige Materialien für die Deckschichten** reduzieren den Primärrohstoff-Verbrauch.
- Technologien für das **programmierte Trennen der verschiedenen Materialien** ermöglichen ein effizienteres Recycling (Beispiel: schaltbare Klebungen).



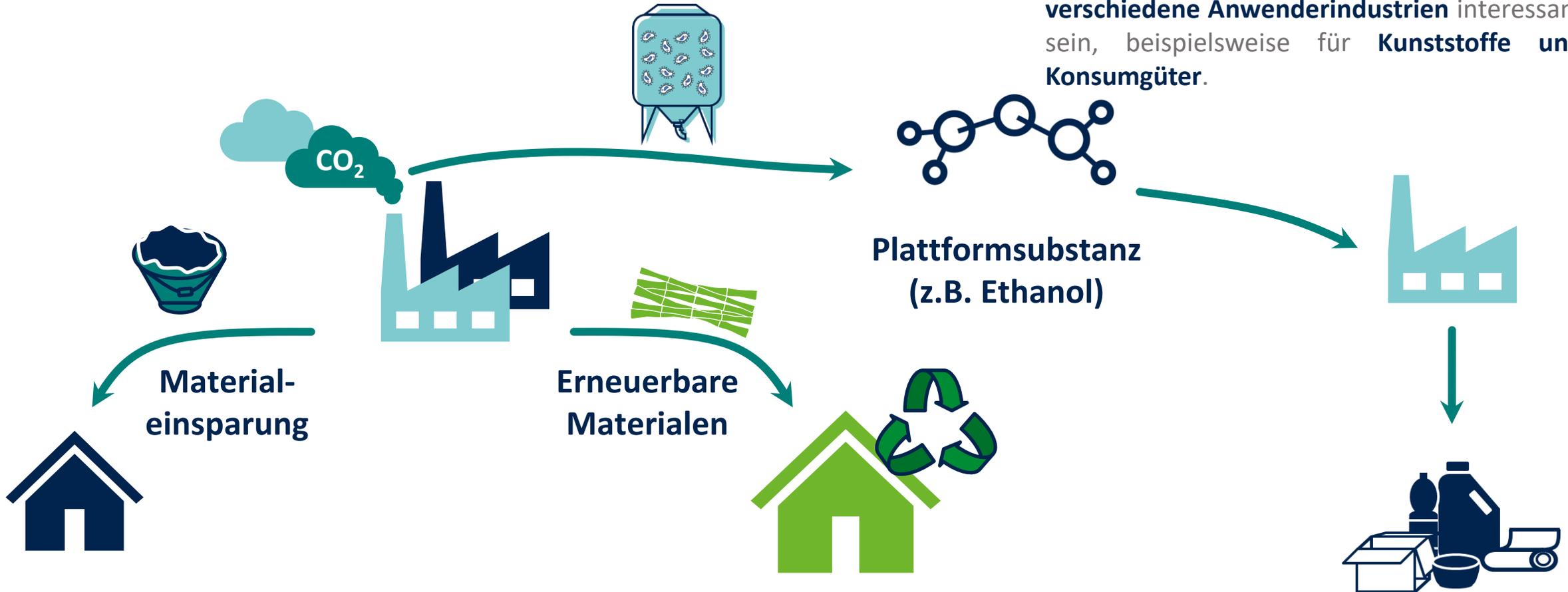
## Strategien zur verbesserten Nachhaltigkeit



- CO<sub>2</sub> kann **nicht nur** als **schädliches Treibhausgas**, sondern auch als **Rohstoff** verstanden werden.
- Biotechnologische und Chemisch-katalytische Forschung beschäftigt sich mit der **Umwandlung von CO<sub>2</sub>** in nützliche **Plattformschubstanzen**.
- Zugänglich sind **kurzkettige Kohlenwasserstoffe** wie Methanol und Ethanol.
- Limitierend ist vor allem der **hohe Bedarf an Energie**; zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen muss **Wasserstoff** generiert werden.



## Strategien zur verbesserten Nachhaltigkeit



- Wenn die Probleme von günstiger und grüner Energie bzw. Wasserstoff gelöst sind, können **Plattformchemikalien** aus CO<sub>2</sub> für **verschiedene Anwenderindustrien** interessant sein, beispielsweise für **Kunststoffe** und **Konsumgüter**.



# Isolationsmaterialien

Eigenschaften, Materialien und Bewertung

Neues lernen – Ideen entwickeln – Partner finden

Gefördert durch:



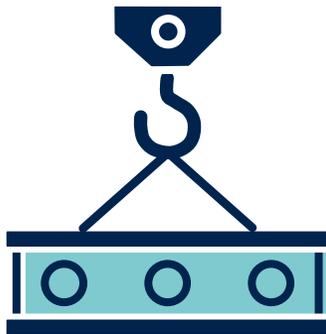
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Gute Gründe dafür, Bioökonomie bei Dämmstoffen zu starten

### Geringe Anforderungen an die strukturelle Stärke

- Isolationsmaterialien gehören **nicht zu den lasttragenden Materialien** und Strukturen im Bau.
- Die erforderlichen **Eigenschaften sind leichter zu erfüllen**, als für tragende Strukturen.

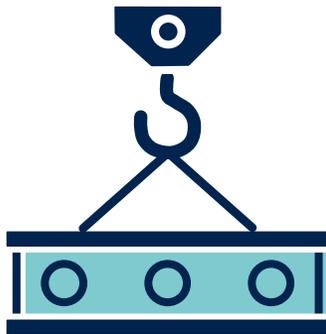




## Gute Gründe dafür, Bioökonomie bei Dämmstoffen zu starten

### Geringe Anforderungen an die strukturelle Stärke

- Isolationsmaterialien gehören **nicht zu den lasttragenden Materialien** und Strukturen im Bau.
- Die erforderlichen **Eigenschaften sind leichter zu erfüllen**, als für tragende Strukturen.



### Große Vielfalt an möglichen Materialien

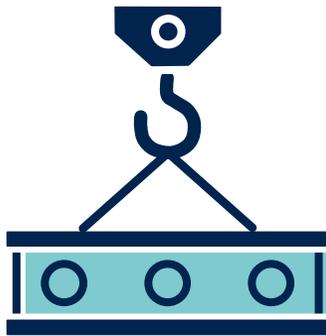
- Anders als bei anderen Bauwerkstoffe, stehen für die Isolierung viele **verschiedene erneuerbare und biobasierte Ersatzmaterialien** zur Verfügung, die eine direkte Verfügbarkeit ermöglichen.
- In der Regel sind bereits **vollständige Angaben zu den Performance-Eigenschaften** vorhanden, beispielsweise bezüglich ihrer thermischen und akustischen Dämmeigenschaften.



## Gute Gründe dafür, Bioökonomie bei Dämmstoffen zu starten

### Geringe Anforderungen an die strukturelle Stärke

- Isolationsmaterialien gehören **nicht zu den lasttragenden Materialien** und Strukturen im Bau.
- Die erforderlichen **Eigenschaften sind leichter zu erfüllen**, als für tragende Strukturen.



### Große Vielfalt an möglichen Materialien

- Anders als bei anderen Bauwerkstoffe, stehen für die Isolierung viele **verschiedene erneuerbare und biobasierte Ersatzmaterialien** zur Verfügung, die eine direkte Verfügbarkeit ermöglichen.
- In der Regel sind bereits **vollständige Angaben zu den Performance-Eigenschaften** vorhanden, beispielsweise bezüglich ihrer thermischen und akustischen Dämmeigenschaften.

### Stetig steigende Marktakzeptanz und Kundennachfrage

- Das Nachhaltigkeits-Bewusstsein ist in den letzten Jahren stetig gestiegen, sodass **Bauherren aktiv auf der Suche nach alternativen Materialien** sind.
- Biobasierte Materialien werden mit einem **positiven Einfluss auf das Raumklima und die Gesundheit** assoziiert.
- **Öffentliche Förderung** hat nicht nur die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich vorangetrieben, sondern belohnt auch den Einsatz dieser Materialien.





## NawaRo-Dämmstoffe

- Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) bezeichnen **land- oder forstwirtschaftliche Produkte**, die immer wieder von Neuem zur Verfügung stehen nach ihrem Verbrauch.
- NawaRo-Dämmstoffe sind daher **erneuerbare Produkte** mit pflanzlicher oder tierischer Herkunft.
- Man unterscheidet zwischen **einjährigen** Rohstoffen, z.B. Hanf oder Stroh, und **mehnjährigen** Rohstoffen wie Holz.
- Ihr Anteil (Absatzvolumen) lag 2019 jedoch bei nur 9% gegenüber 43% mineralischen und 48% fossilen Rohstoffen.<sup>[1]</sup>

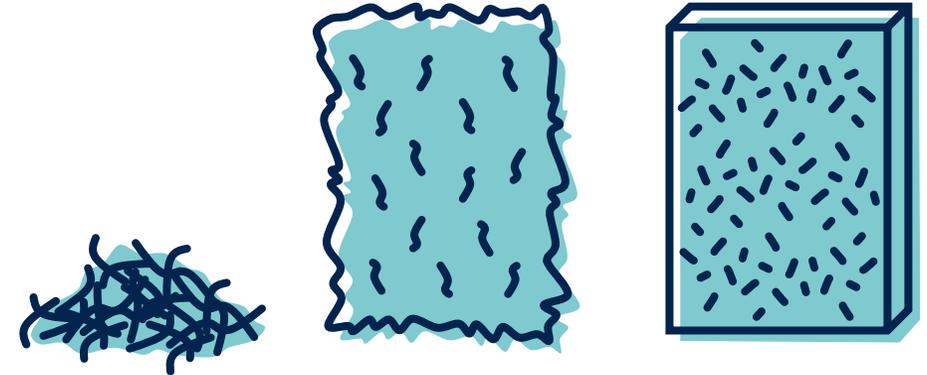


<sup>[1]</sup> [FNR Pressemitteilung](#).



## NawaRo-Dämmstoffe

- Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) bezeichnen **land- oder forstwirtschaftliche Produkte**, die immer wieder von Neuem zur Verfügung stehen nach ihrem Verbrauch.
- NawaRo-Dämmstoffe sind daher **erneuerbare Produkte** mit pflanzlicher oder tierischer Herkunft.
- Man unterscheidet zwischen **einjährigen** Rohstoffen, z.B. Hanf oder Stroh, und **mehnjährigen** Rohstoffen wie Holz.
- Ihr Anteil (Absatzvolumen) lag 2019 jedoch bei nur 9% gegenüber 43% mineralischen und 48% fossilen Rohstoffen.<sup>[1]</sup>



- Da einige Produkte durch Zusatzstoffe gegen Feuchtigkeit, Schädlinge oder Brand geschützt werden spricht man nur dann von **“natürlichen” Dämmstoffen**, wenn der **Anteil synthetischer Zusatzstoffe nicht mehr als 25%** beträgt.
- NawaRo-Dämmung eignet sich sowohl für **Neubauten**, als auch für die **Sanierung im Bestand** (Altbauten).
- Sie kann in **unterschiedlichen Dämmstoffsorten** genutzt werden: Matten/Platten, Einblas- und Schüttdämmstoffe, Wärmeverbundsysteme.

<sup>[1]</sup> [FNR Pressemitteilung](#).



## Brandverhalten

Baustoffklasse	Bezeichnung
A1*	Nicht brennbar
A2*	Nicht brennbar
B1	Schwer entflammbar
B2	Normal entflammbar
B3**	Leicht entflammbar



\*A1: Baustoffe, die keine brennbaren Bestandteile enthalten (z.B. Beton)

A2: Baustoffe, die selbst nicht brennbar sind, jedoch brennbare Bestandteile enthalten

\*\*Dämmstoffe dieser Klasse dürfen nicht mehr verwendet werden

**Erstrebenswert** für Baustoffe auf Basis erneuerbarer und ggf. nachwachsender Rohstoffe ist eine Einstufung von **A2, B1**.

- Die Prüfung und Zuordnung in eine **Baustoffklasse** erfolgt für **Dämmstoffe** nach **DIN 4102 bzw. DIN EN 13501** (europäische Ebene).
- Wichtig ist es, zwischen dem Brandverhalten eines unbehandelten, **reinen Dämmstoffs** und **dem behandelten Dämmstoff** (z.B. durch Beschichtung, Flammschutzmittel, Karschierung, Klebstoffe) zu unterscheiden.
- Bei **Verbundstoffen** ist die **Prüfung des Gesamtverbundes** zu prüfen.



## Brandverhalten

Baustoffklasse	Bezeichnung
A1*	Nicht brennbar
A2*	Nicht brennbar
B1	Schwer entflammbar
B2	Normal entflammbar
B3**	Leicht entflammbar



\*A1: Baustoffe, die keine brennbaren Bestandteile enthalten (z.B. Beton)

A2: Baustoffe, die selbst nicht brennbar sind, jedoch brennbare Bestandteile enthalten

\*\*Dämmstoffe dieser Klasse dürfen nicht mehr verwendet werden

**Erstrebenswert** für Baustoffe auf Basis erneuerbarer und ggf. nachwachsender Rohstoffe ist eine Einstufung von **A2, B1**.

- Die Prüfung und Zuordnung in eine **Baustoffklasse** erfolgt für **Dämmstoffe** nach **DIN 4102 bzw. DIN EN 13501** (europäische Ebene).
- Wichtig ist es, zwischen dem Brandverhalten eines unbehandelten, **reinen Dämmstoffs** und **dem behandelten Dämmstoff** (z.B. durch Beschichtung, Flammschutzmittel, Karschierung, Klebstoffe) zu unterscheiden.
- Bei **Verbundstoffen** ist die **Prüfung des Gesamtverbundes** zu prüfen.

Bei **erneuerbaren Rohstoffen** und dem Einsatz von biogenen Materialien kann die Kategorisierung eine Herausforderung sein – hier sind die **Eigenschaften oft gestreuter**, als bei synthetischen Materialien.



## Brandverhalten versch. Dämmmaterialien

	Dämmstoff	Empfohlene Stärke [mm]	Baustoffklasse
mineralisch	Schaumglas (Platten)	180	A1
	Glaswolle (Rollen)	160	A1
	Steinwolle (Rollen)	180	A1, A2
Kunststoffbasiert	Polyurethan (PUR) (Platten)	140	B1, B2
	Polystyrol (EPS/XPS) (Platten)	160	B1, B2
erneuerbare Rohstoffe	Holzfaser (Platten)	180	B2
	Kork (Platten)	180	B1, B2
	Zellulose (Platten)	180	B2
	Flachs (Matten)	180	B2
	Hanf (Matten)	80	B2
	Schafwolle (Matten)	200	B2

- Dämmmaterialien auf Basis **nachwachsender Rohstoffe** erfüllen nur die **schlechteste, zugelassene Baustoffklasse**:
- Die Verwendung von **Flamm-  
schutzmitteln** oder technologischen Lösungen zur **Verbesserung des Brand-  
schutzes** ist daher notwendig.
- Übliche Zusätze sind **natürliche Salze wie Soda oder Borsalz**.



## Brandverhalten versch. Dämmmaterialien

	Dämmstoff	Empfohlene Stärke [mm]	Baustoffklasse
mineralisch	Schaumglas (Platten)	180	A1
	Glaswolle (Rollen)	160	A1
	Steinwolle (Rollen)	180	A1, A2
Kunststoffbasiert	Polyurethan (PUR) (Platten)	140	B1, B2
	Polystyrol (EPS/XPS) (Platten)	160	B1, B2
erneuerbare Rohstoffe	Holzfaser (Platten)	180	B2
	Kork (Platten)	180	B1, B2
	Zellulose (Platten)	180	B2
	Flachs (Matten)	180	B2
	Hanf (Matten)	80	B2
	Schafwolle (Matten)	200	B2

### ABER:

- Die beste Baustoffklasse wird **ausschließlich von mineralischen Dämmstoffen** erreicht.
- Erneuerbare, „natürliche“ Dämmmaterialien weisen häufig ein besser **vorhersagbares Brandverhalten** auf.
- Sie produzieren im Brandfall **weniger toxische Rauchgase**.



## Biobasierter Flammenschutz

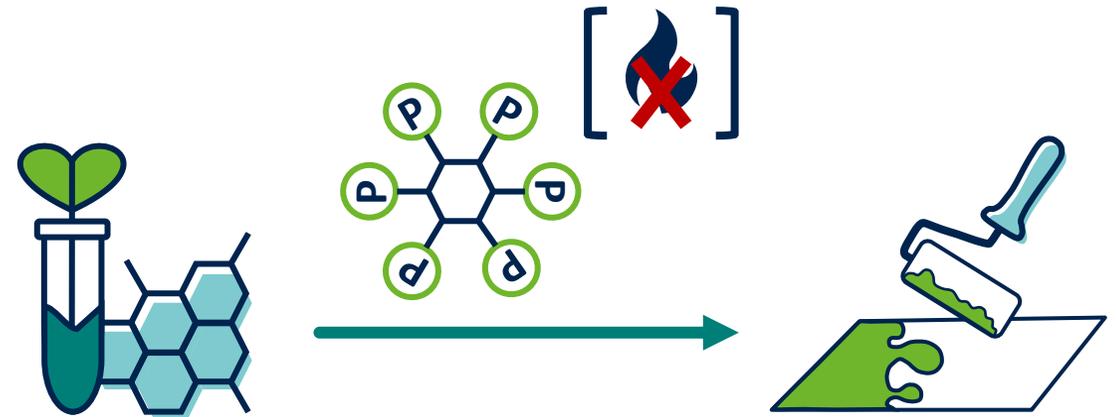
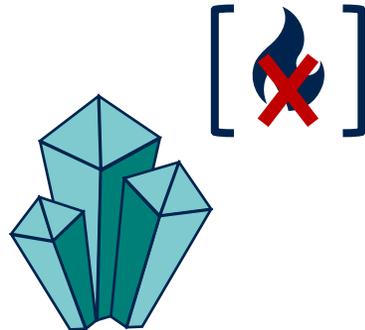
- **Halogenierte Flammenschutzmittel** (bromierte oder chlorierte Verbindungen), welche die Kettenreaktion der Verbrennung stoppen, sind aufgrund ihrer **Toxizität** für Mensch und Umwelt sowie ihrer **Langzeit-/Bio-akkumulation teilweise bereits verboten oder in ihrer Verwendung eingeschränkt.**
- **Halogen-freie Flammenschutzmittel** nutzen oft den Mechanismus der Brandhemmung durch das **Ausbilden einer Ascheschicht.**
- **Anorganische Salze und Mineralien** können Wasser freisetzen oder die Bildung von Asche unterstützen. Sie besitzen eine **geringe Umweltbeständigkeit und Toxizität.**





## Biobasierter Flammenschutz

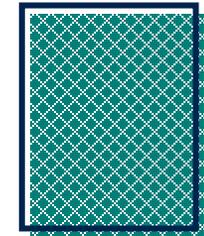
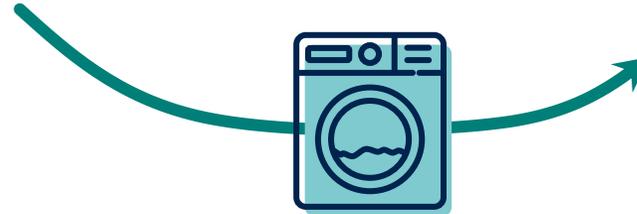
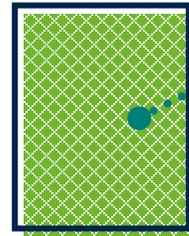
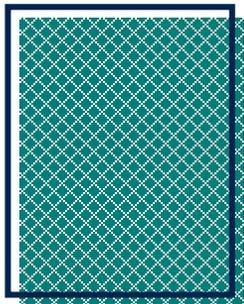
- **Halogenierte Flammschutzmittel** (bromierte oder chlorierte Verbindungen), welche die Kettenreaktion der Verbrennung stoppen, sind aufgrund ihrer **Toxizität** für Mensch und Umwelt sowie ihrer **Langzeit-/Bio-akkumulation teilweise bereits verboten oder in ihrer Verwendung eingeschränkt**.
- **Halogen-freie Flammschutzmittel** nutzen oft den Mechanismus der Brandhemmung durch das **Ausbilden einer Ascheschicht**.
- **Anorganische Salze und Mineralien** können Wasser freisetzen oder die Bildung von Asche unterstützen. Sie besitzen eine **geringe Umweltbeständigkeit und Toxizität**.



- Typisch für die molekulare Struktur weiterer halogen-freier Alternativen ist ein **hoher Anteil an Phosphoratomen**.
- Geeignete **Phosphathaltige Verbindungen findet man in der Natur**; beispielsweise die **Phytinsäure**, welche aus Hülsenfrüchten und Getreide gewonnen werden kann (z.B. Reisschalen).
- Auch die **Tanninsäure** (Polyphenol) kann als **biologischer Flammenschutz** genutzt werden und kommt in verschiedenen Pflanzen vor.



## Use Case: Anbindung von Flammschutzmitteln

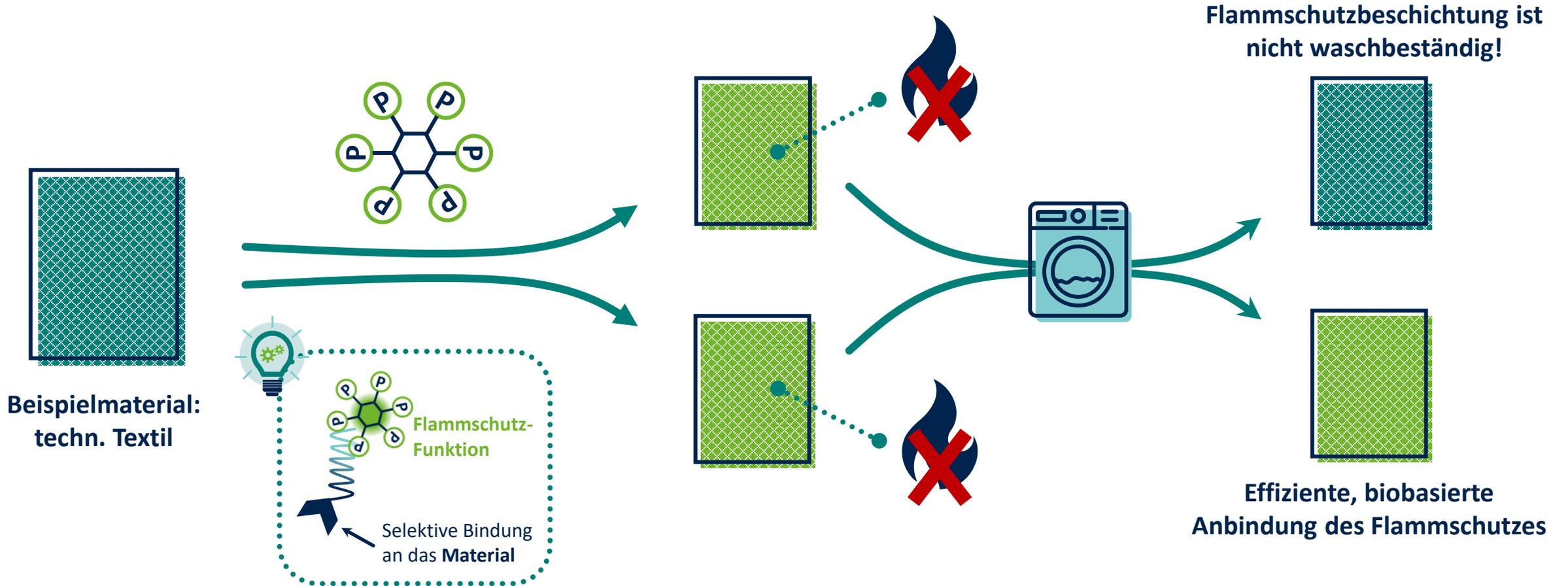


Flammschutzbeschichtung ist  
nicht waschbeständig!

Beispielmaterial:  
techn. Textil



# Use Case: Anbindung von Flammenschutzmitteln





## Verarbeitung von NawaRo Dämmstoffen



- **NawaRo Dämmstoffe** sind **hautfreundlicher** zu verarbeiten, als konventionelle Dämmstoffe wie Glaswolle.
- Die Verarbeitung und Anbringung kann mit **Standardwerkzeugen** erfolgen, sodass **keine neuen Maschinen** angeschafft werden müssen.
- Wie bei konventionellen Dämmstoffen kann es bei **Einblasdämmung** zu Staubentwicklung kommen.
- Einblasdämmungen müssen *immer* von geschulten und zertifizierten Fachbetrieben angebracht werden.\*



## Ökologie von NawaRo Dämmstoffen

- Für die Klassifizierung als „ökologisch“ gibt es für Dämmstoffe **kein allgemein geltendes Prüfzeichen.**
- Eine Indikation für **umweltschonende und gesundheitlich unbedenkliche Produkte** sowie die **Herkunft und Eignung zum Recycling** geben z.B. diese Labels:



**Blauer Engel:** Produkte sind über die gesetzlichen Bestimmungen hinaus **schadstoffarm hergestellt** und gesundheitlich unbedenklich in der Wohnumwelt. Berücksichtigt werden Wärmedämmung, Schallschutz und Begrenzung der Emissionen aus den Produkten.



**natureplus:** Produkte bestehen zu **min. 85%** aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen. Sie wurden hinsichtlich ihrer **Umwelt- und Gesundheitsrelevanz** über den **gesamten Lebenszyklus** geprüft.



**FSC „Forest Stewardship Council“:** Produkte stammen aus einer Waldwirtschaft, bei der **ökologische und soziale Prinzipien bei der Bewirtschaftung** eingehalten werden. Es ist das umfassendste Label, was es für die (nachhaltige) Holzwirtschaft gibt.



**Cradle to Cradle:** Wiederverwendbare Produkte werden mit Blick auf Materialgesundheit, Wiederverwendbarkeit, Nutzung erneuerbarer Energien, Umgang mit Boden und Wasser sowie soziale Gerechtigkeit bewertet und eingestuft.



# Finishes und Coatings

Klebung als Fügetechnik, Biofunktionsbausteine und  
Technologien zur Materialgesundheit

Neues lernen – Ideen entwickeln – Partner finden

Gefördert durch:

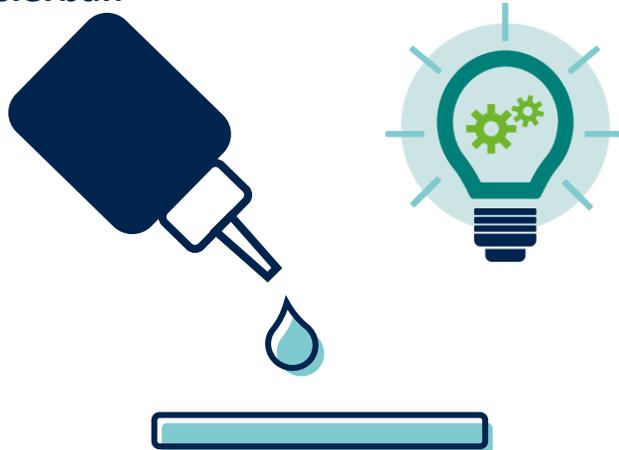


aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Klebstoff-Grundlagen

- Eine **Klebung verteilt die Krafteinwirkung** auf das Bauteil über eine größere Fläche.
- **Klebstoff-Rezepturen** liegen für die **Verbindung ganz unterschiedlicher Materialien** vor.
- Klebstoffe erlauben eine **flexible Montage/Fügung** von Bauteilen.
- Verkleben als Fügetechnik ist **kostengünstig** und **automatisierbar**.





## Klebstoff-Grundlagen

- Eine **Klebung verteilt die Krafteinwirkung** auf das Bauteil über eine größere Fläche.
- **Klebstoff-Rezepturen** liegen für die **Verbindung ganz unterschiedlicher Materialien** vor.
- Klebstoffe erlauben eine **flexible Montage/Fügung** von Bauteilen.
- Verkleben als Fügetechnik ist **kostengünstig** und **automatisierbar**.



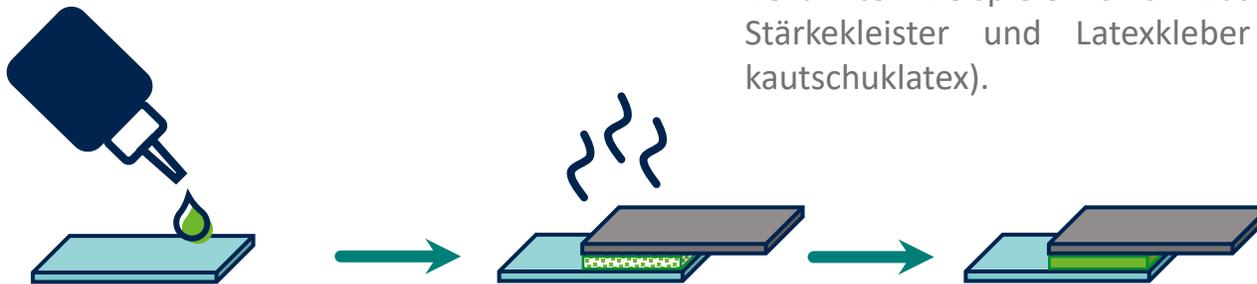
- Klassische Bauklebstoffe bestehen aus **petrochemischen Ausgangsstoffe**.
- Sie enthalten oft **chemische Funktionskomponenten**, die über kurze oder lange Sicht zu **Schadstofffreisetzung** führen können.
- Verklebte Verbindung von Materialien **begrenzt die Kreislauffähigkeit** von Produkten: die Trennung der Materialien kann nur unter **Beschädigung, Verunreinigung oder technischem Aufwand** erfolgen.



## Klebstoffbasis

### Lösemittel-basierte Klebstoffe

- Enthalten Polymere **gelöst in organischem Lösemittel**.
- Nach dem Auftragen **verdunstet das organische Lösemittel** und sorgt so für eine Aushärtung der Klebeverbindung.



### Wasser-basierte (Dispersions)klebstoffe

- Enthalten kein organisches Lösemittel, sondern **Wasser als Lösemittel**.
- Die **Polymere** sind i.d.R. **nicht gelöst (dispergiert)** und verbinden sich bei **Verdunstung des Wassers** oder Wasseraufnahme der Materialoberfläche.
- Bekannte Beispiele sind Bastelkleber, Stärkekleister und Latexkleber (Naturkautschuklatex).



## Klebstoffbasis

### Achtung!

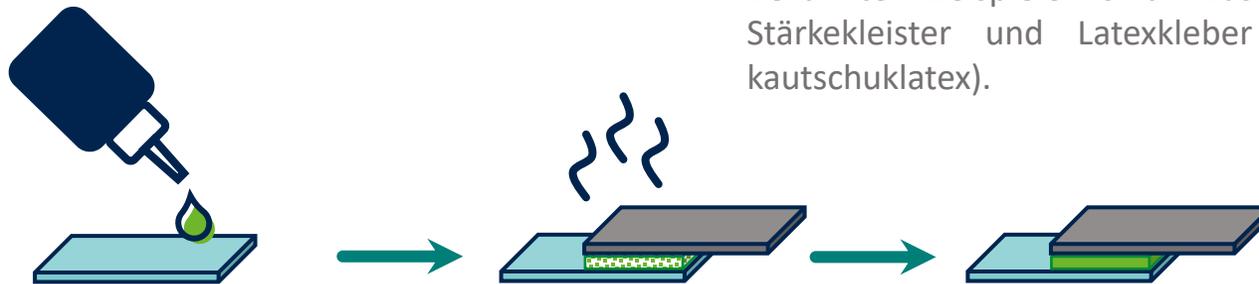
Der Begriff "**Polymer**" schließt sowohl synthetische Polymere (Kunststoffe), als auch natürliche Polymere (z.B. Stärke) ein!

### Lösemittel-basierte Klebstoffe

- Enthalten Polymere **gelöst in organischem Lösemittel**.
- Nach dem Auftragen **verdunstet das organische Lösemittel** und sorgt so für eine Aushärtung der Klebeverbindung.

### Wasser-basierte (Dispersions)klebstoffe

- Enthalten kein organisches Lösemittel, sondern **Wasser als Lösemittel**.
- Die **Polymere** sind i.d.R. **nicht gelöst (dispergiert)** und verbinden sich bei **Verdunstung des Wassers** oder Wasseraufnahme der Materialoberfläche.
- Bekannte Beispiele sind Bastelkleber, Stärkekleister und Latexkleber (Naturkautschuklatex).





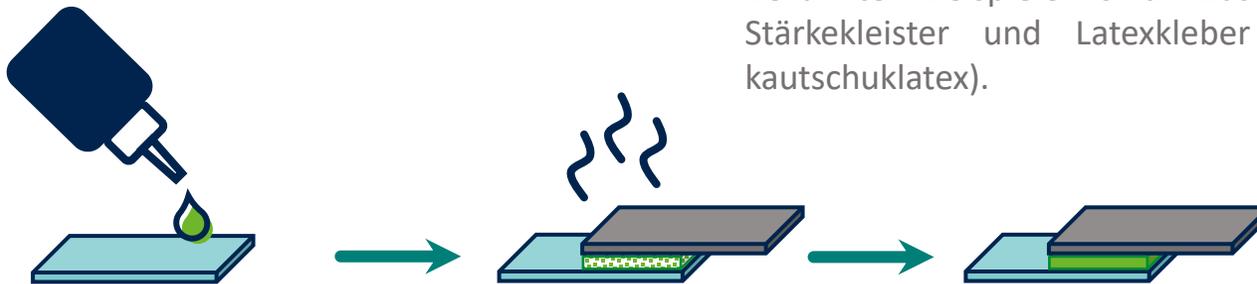
## Klebstoffbasis

### Achtung!

Der Begriff "**Polymer**" schließt sowohl synthetische Polymere (Kunststoffe), als auch natürliche Polymere (z.B. Stärke) ein!

### Lösemittel-basierte Klebstoffe

- Enthalten Polymere **gelöst in organischem Lösemittel**.
- Nach dem Auftragen **verdunstet das organische Lösemittel** und sorgt so für eine Aushärtung der Klebeverbindung.



### Wasser-basierte (Dispersions)klebstoffe

- Enthalten kein organisches Lösemittel, sondern **Wasser als Lösemittel**.
- Die **Polymere** sind i.d.R. **nicht gelöst (dispertiert)** und verbinden sich bei **Verdunstung des Wassers** oder Wasseraufnahme der Materialoberfläche.
- Bekannte Beispiele sind Bastelkleber, Stärkekleister und Latexkleber (Naturkautschuklatex).

### Heißschmelzklebstoffe

- Bestehen aus **Basis-Polymer und Harzen oder Wachsen** im festen Zustand.
- Aufgetragen wird die **Schmelze**, welche direkt **nach Auftragung und Abkühlung eine Verklebung** erzeugt (vgl. Heißkleber).
- **Nachteilig** sind die geringe Elastizität, und Versprödung im Zuge der Alterung.
- Neben klassischen fossil-basierten Polymeren, welche zum Teil auch biobasiert herstellbar sind, wird derzeit auch der Einsatz von biobasiertem **PLA als Schmelzklebstoff** für den Verpackungsektor getestet.<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup> [FNR Projekt PLA-PackGlue.](#)



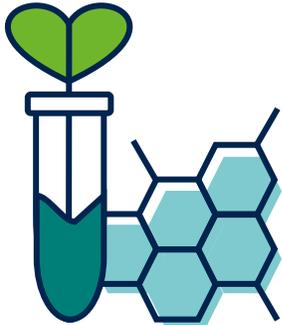
## Biobasierte Klebstoffe & Bindemittel



- Ansätze zur verbesserten **Nachhaltigkeit von Klebstoffen** zielen vor allem auf die Verwendung von **Wasser als Lösemittel**, **natürliche Polymere** (wie Zucker) und den **Verzicht auf petrochemische Additive**, welche das Austreten von Schadstoffen hervorrufen könnten, ab.
- Innerhalb der **natürlichen Biopolymere** gibt es welche mit langer und kurzer (z.B. Lignin, Peptide) Kettenstruktur.
- Biobasierte Klebstoffe können, je nach Zusammensetzung, im Brandfall **weniger schädliche Rauchgase** freisetzen.
- Entscheidend für die Wahl des geeigneten Klebstoffsystems sind vor allem die **Eigenschaften der zu verklebenden Materialien** (z.B. Rauigkeit, Porosität, Oberflächenenergie) sowie die erforderliche **Produkt-Lebensdauer und mögliche Witterungseinflüsse** (z.B. Feuchtigkeit, UV-Strahlung).



## Biobasierte Klebstoffe & Bindemittel | Lignin



- **Lignin** ist ein **natürliches Polymer**, welches in der Zellwand von Pflanzen vorkommt und die Verholzung dieser Pflanzenteile bewirkt.
- Es fällt vielfach als **Nebenprodukt** an (z.B. in der Papierherstellung) und stellt einen der häufigsten organischen Stoffe auf der Erde dar. Damit ist es eine **interessante nachwachsende Kohlenstoffressource**.
- Herausforderungen für die Nutzung sind zum einen die natürlich auftretende **Mischung verschiedener Lignine**, die je nach Anwendung eine Aufreinigung erfordern, und die weitere Funktionalisierung für zusätzliche chemische, physikalische oder biologische Funktionen.
- Erforscht wird die Nutzung von **Lignin-basiertem Bindemittel für die Herstellung von Spanplatten**. Hierbei kommt zusätzlich aus Zucker hergestelltes Hydroxymethylfurfural zum Einsatz, als biologischer Ersatz von gesundheitskritischem Formaldehyd.



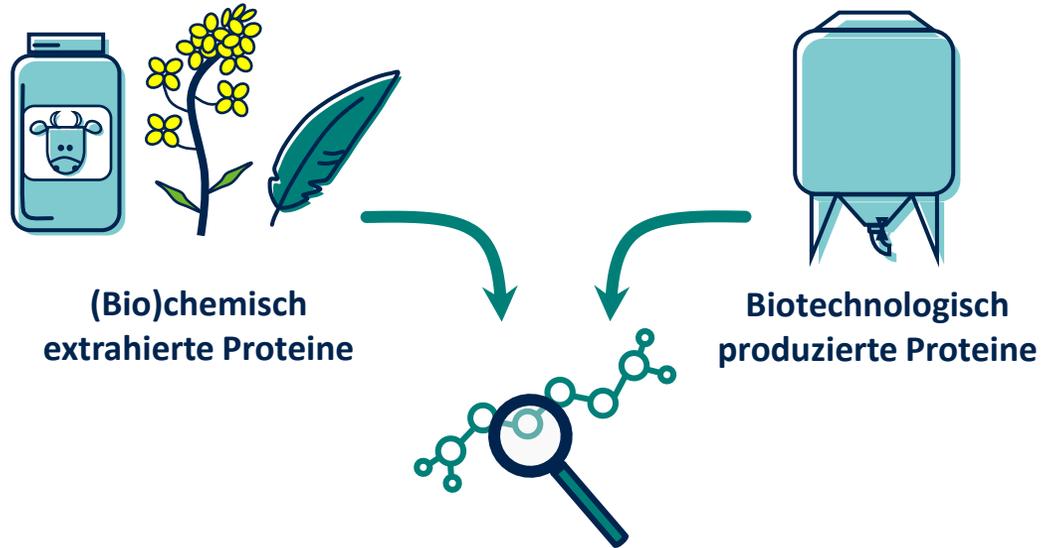
## Biobasierte Klebstoffe & Bindemittel | Myzel



- **Myzel** ist das für gewöhnlich unter der Erde befindliche, netzartige **Wurzelsystem von Pilzen**.
- Es durchdringt nicht nur Erde, sondern kann auch **organische Reststoffe** wie Holzspäne, Stroh, Hanfschäben oder andere **pflanzliche Materialien durchsetzen**.
- Sein stabiles Netzwerk, welches die Materialien durchwächst, agiert als **natürliches Bindemittel** und festigt das organische Material.
- Es besitzt eine **biologische Abbaubarkeit** und benötigt in der Herstellung weniger Energie, als konventionelle Bindemittel, und ist dabei **frei von Chemikalien**.
- Während eine Herstellung von Dämmmaterialien auf Myzelbasis bereits erforscht ist, ist die **Nutzung als Klebstoffalternative** der Gegenstand aktueller Forschung.



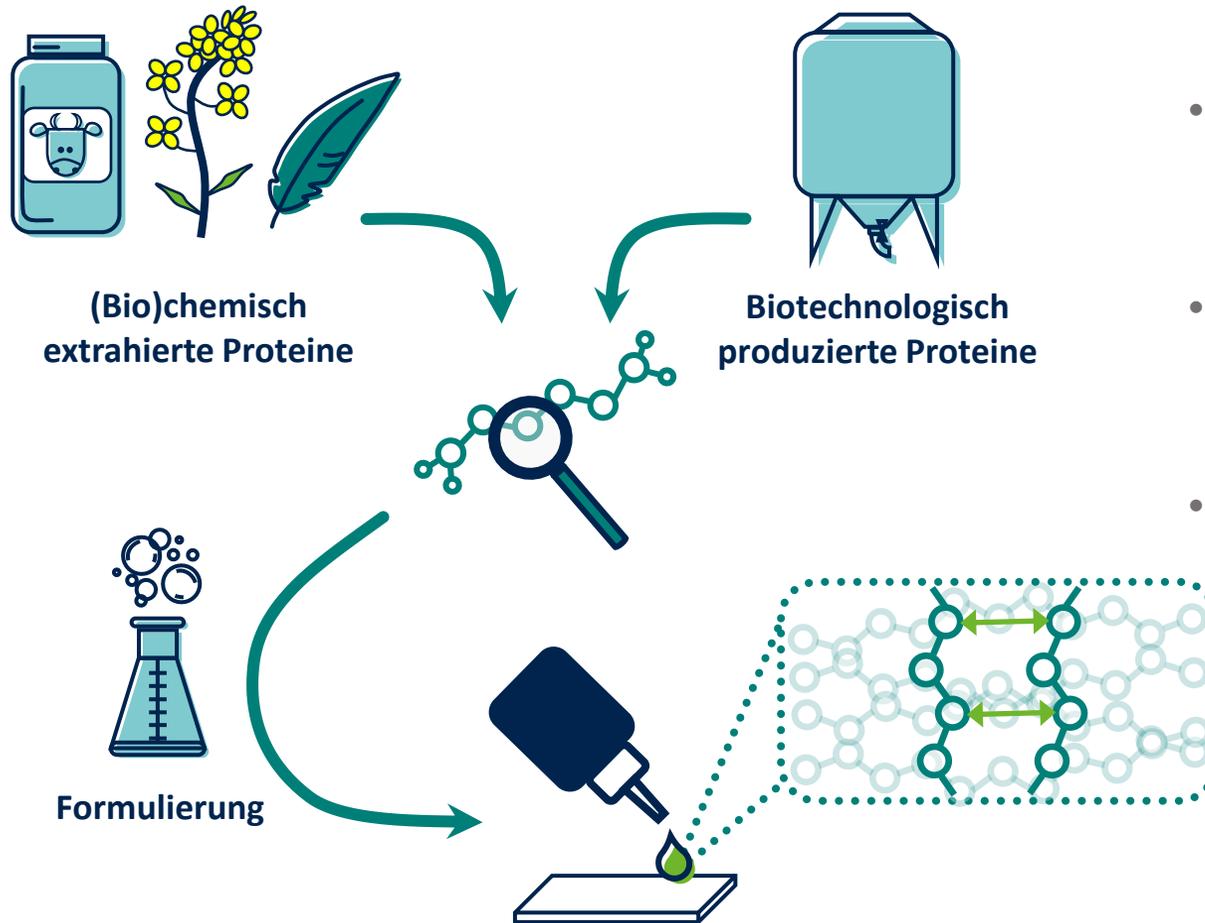
## Protein-basierte Klebstoffe



- Proteine sind **vielseitige Biopolymere** – die Polyamide (vgl. Nylon) der Natur.
- Sie **kommen natürlich vor** und können sowohl aus Rohstoffen (z.B. Casein aus Milch) **extrahiert**, als auch **biotechnologisch produziert** werden (Fermentation).
- Ihre Eigenschaften lassen sich sowohl **chemisch modifizieren**, als auch **biotechnologisch maßschneidern** (*Protein Engineering*).
- Proteine sind i.d.R. gut **in wässriger Lösung dispergierbar**, sodass sie sich zur Herstellung von **Dispersionsklebstoffen** eignen.
- Eine Verklebung mit **Protein-basierten Klebstoffen** ist **NICHT auf natürliche Materialien (z.B. Holz) beschränkt!**



## Protein-basierte Klebstoffe



- Unfunktionalisierte Proteine bilden beim Trocknen bereits Filme.
- Die **chemische Struktur der Proteine** kann durch **gezielte oder randomisierte Funktionalisierungen** oder auch Copolymerisation weiter angepasst werden.
- Analog zur **Formulierung** klassischer, petro-chemischer Klebstoffe, können **Additive, Weichmacher sowie Fließ- oder Verdickungsmittel** zugefügt werden.
- Wie im Fall von synthetischen Polymeren bildet sich **aus Proteinen ein Netzwerk**:
  - **Physikalisch** (z.B. Kettenverschränkung, hydrophobe Wechselwirkungen)
  - **Chemisch** (z.B. Reaktionen funktioneller Gruppen)
  - **Enzymatisch** (Vernetzung von Aminosäuren)



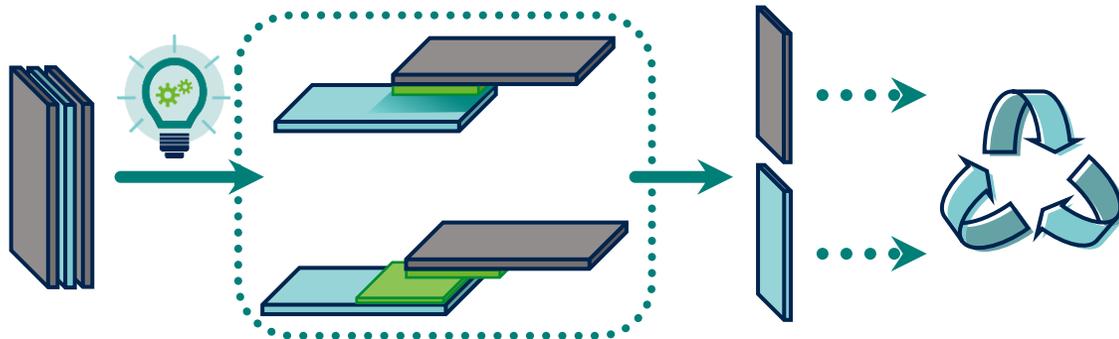
## Programmierte Demontage



- Eine Trennung von Materialien ermöglicht die (sortenreine) Wiederverwendung – heterogene **Stoffgemische werden häufig deponiert.**
- Besonders herausfordernd sind **Multiverbund-Materialien und Kompositmaterialien**, wie sie beispielsweise in Sandwichstrukturen zum Einsatz kommen.
- Verklebungen, insbesondere im Bauwesen, sind für **lange Lebensdauern** ausgelegt und **nicht für die anschließende Trennung** der Materialien geeignet.
- Die Trennung von Verklebungen sorgt für gewöhnlich für zurückbleibende **Verunreinigungen** und **mechanische Beschädigung** des Materials.



## Programmierte Demontage



- Ein Lösungsansatz für die bessere **Trennung von Materialverbänden** sind **schaltbare Klebstoffe**.
- Die Basis ist ein **kontrolliertes Klebeversagen**, was durch **Auslösen eines Triggers** („Schalter“) hervorgerufen wird.
- Man unterscheidet zwischen **Adhäsionsversagen** (zwischen Klebeschicht und Material) und **Kohäsionsversagen** (innerhalb der Klebeschicht).
- Das kontrollierte **„disassembly-on-demand“** lässt sich auch über **biobasierte Klebstoffe** und **biologische Funktionsbausteine** realisieren.

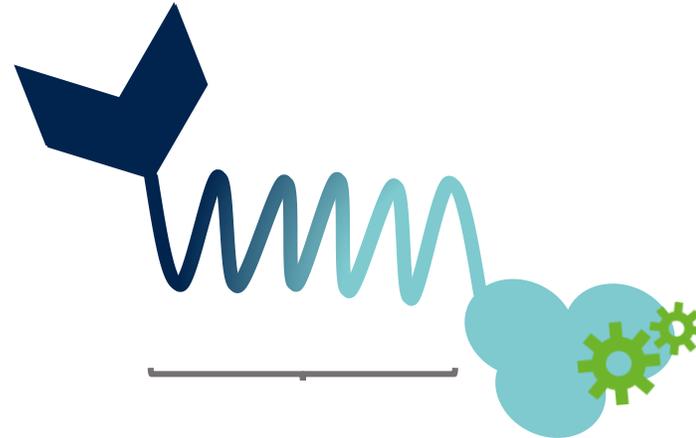
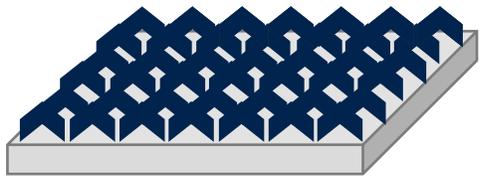


# Bifunktionale Peptide

Maßgeschneiderte biologische Adhäsionsvermittler<sup>[1]</sup>

## Peptid A

- Kleine Domäne (ca. 10-50 Aminosäuren)
- Maßgeschneidert für **starke, spezifische Bindung an Material 1**



## Distanzhalter / Spacer

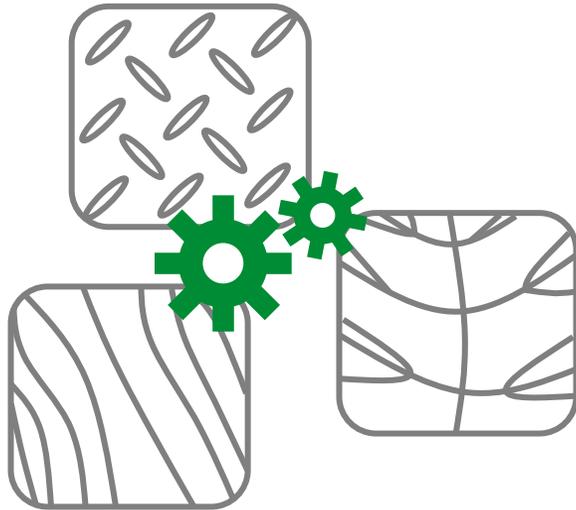
- Kleine Helix
- Separiert Peptid A und Peptid B um ungewünschte Wechselwirkungen zu vermeiden

## Peptid B

- Kleine Domäne (ca. 10-50 Aminosäuren)
  - Maßgeschneidert für:
    - Anbindung** eines Moleküls (z.B. Flammschutz)
    - Funktion:** biologisch (z.B. anti-mikrobiell), chemisch (z.B. anti-korrosiv), physikalisch (z.B. hydrophob, hydrophil)
- starke, spezifische Bindung an Material 2**



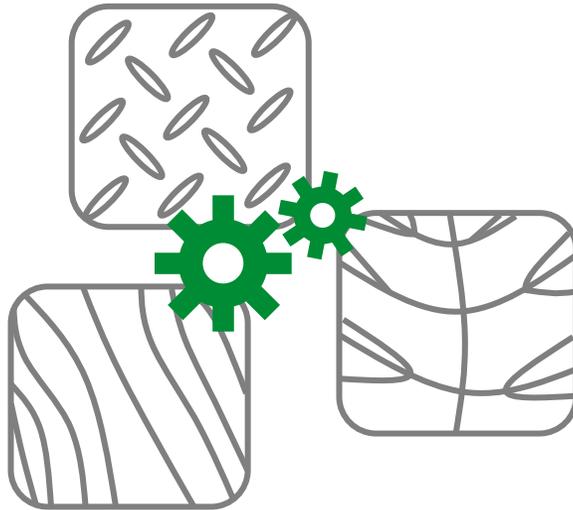
## Funktionalisierung AUF Material



- **Funktionscoatings** (z.B. hydrophob, hydrophil für Haptik oder Kompatibilität, Flammenschutz oder andere Funktion)
- **Schaltbare Klebstoffe** (z.B. für sortenreines Trennen von Materialien)

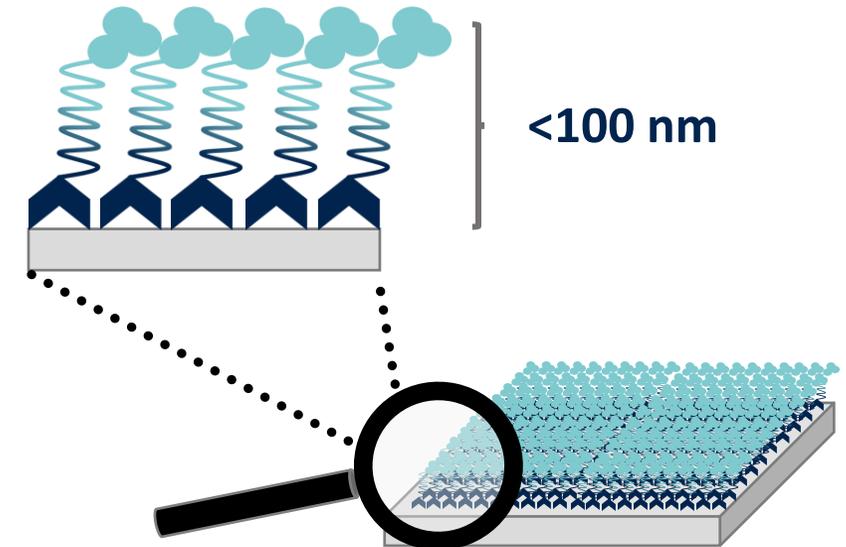


## Funktionalisierung AUF Material



- ✓ Material-spezifische Anbindung (z.B. an PLA, PE, PA)
- ✓ Hohe **Masse/Fläche Effizienz** (1 g Peptid beschichtet ca. 250 m<sup>2</sup>)
- ✓ Hohe **Beschichtungsdichte**
- ✓ **Skalierbare** & kosteneffiziente Produktion
- ✓ Kompatibel mit **Standardmethoden des Beschichtens** (z.B. Dip-coating, Spray coating)

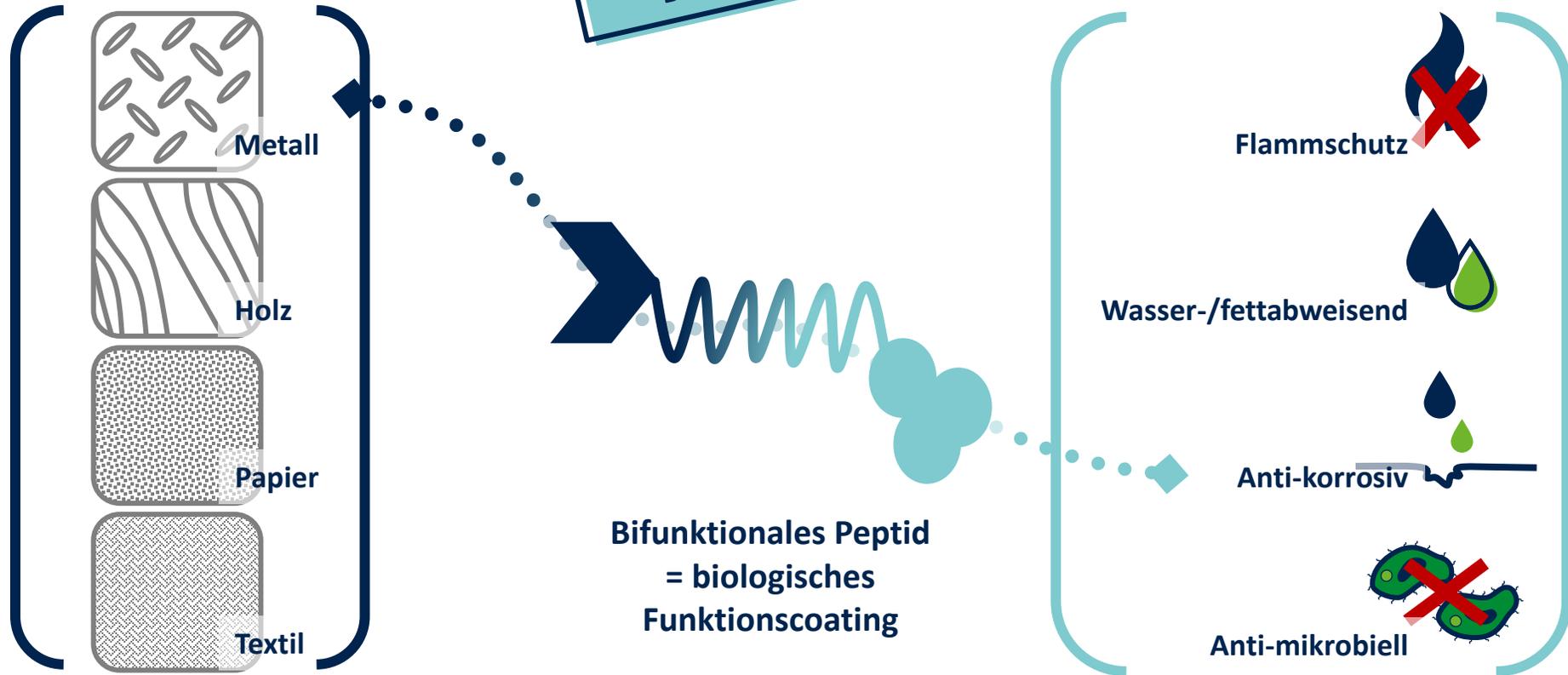
- **Funktionscoatings** (z.B. hydrophob, hydrophil für Haptik oder Kompatibilität, Flammenschutz oder andere Funktion)
- **Schaltbare Klebstoffe** (z.B. für sortenreines Trennen von Materialien)





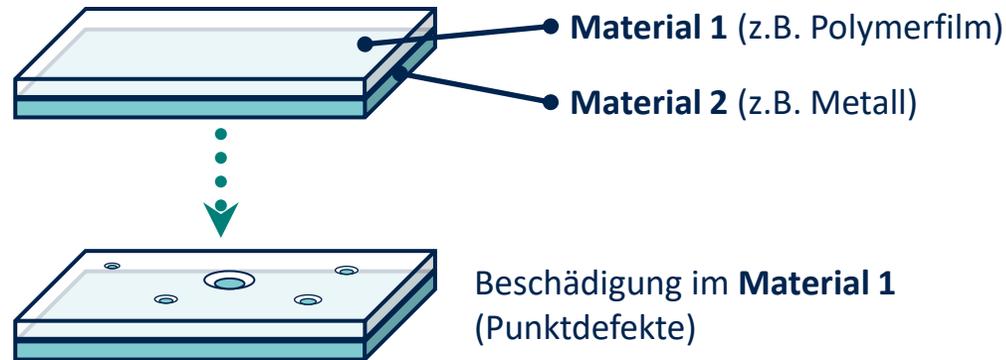
# Biobasierte Beschichtungen

Mehr Infos in unserer  
Schulung "Biotechnologie &  
Biomanufacturing"





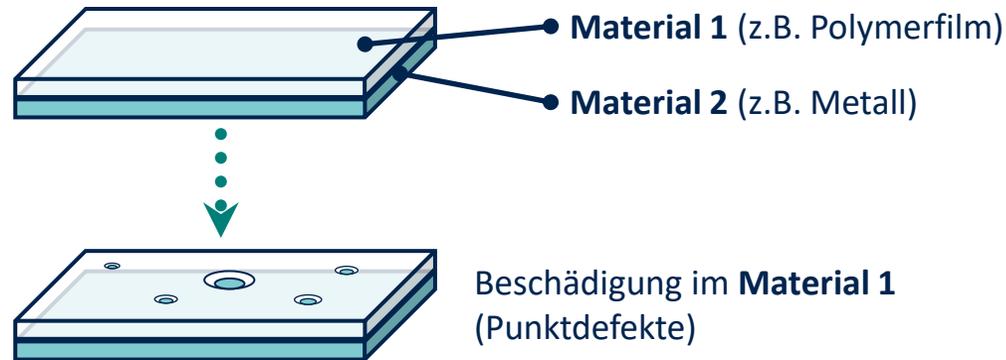
## Materialgesundheit



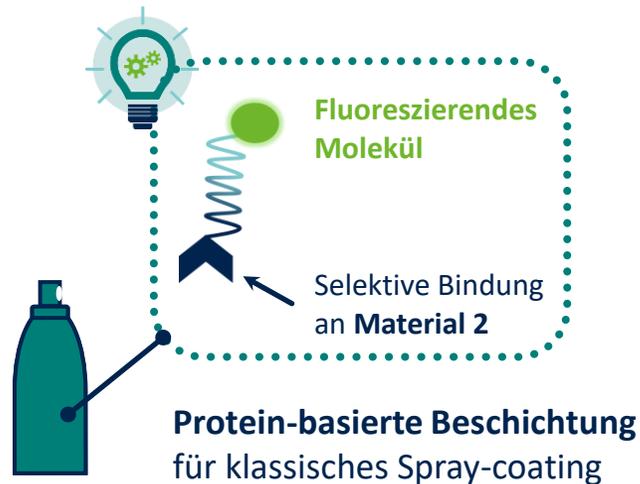
- **Schäden** wie Kratzer oder Punktdefekte können insbesondere in **schützenden Beschichtungen** zu einer beschleunigten Materialermüdung oder –alterung (z.B. Rost) führen.
- Herausfordernd sind vor allem **mikroskopische Schäden und (halb)transparente Materialien**, bei denen die Beschädigung nicht mit bloßem Auge sichtbar ist.



## Materialgesundheit

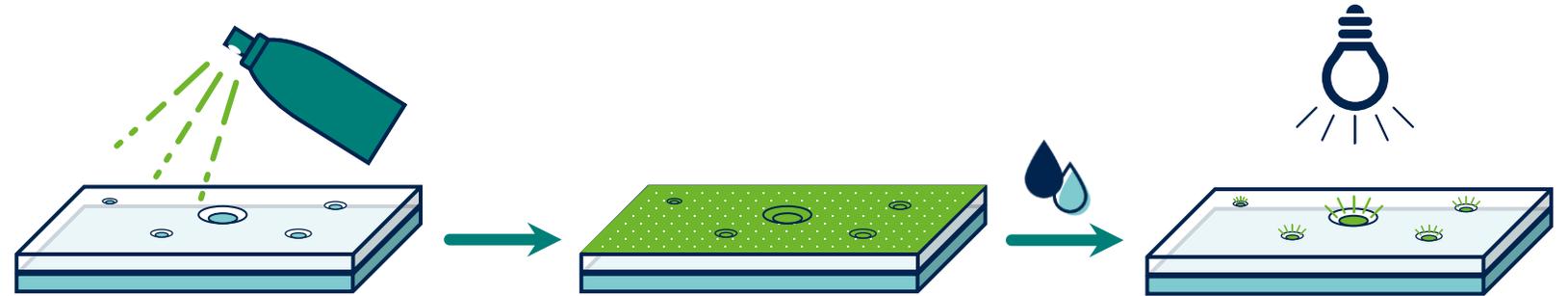
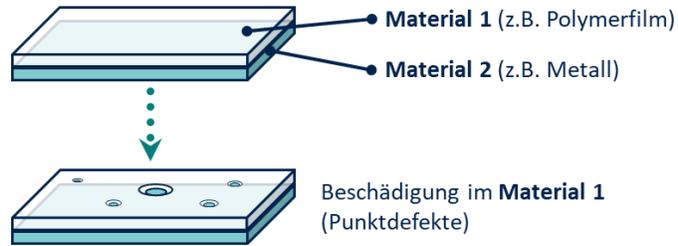


- **Schäden** wie Kratzer oder Punktdefekte können insbesondere in **schützenden Beschichtungen** zu einer beschleunigten Materialermüdung oder –alterung (z.B. Rost) führen.
- Herausfordernd sind vor allem **mikroskopische Schäden und (halb)transparente Materialien**, bei denen die Beschädigung nicht mit bloßem Auge sichtbar ist.





## Materialgesundheit

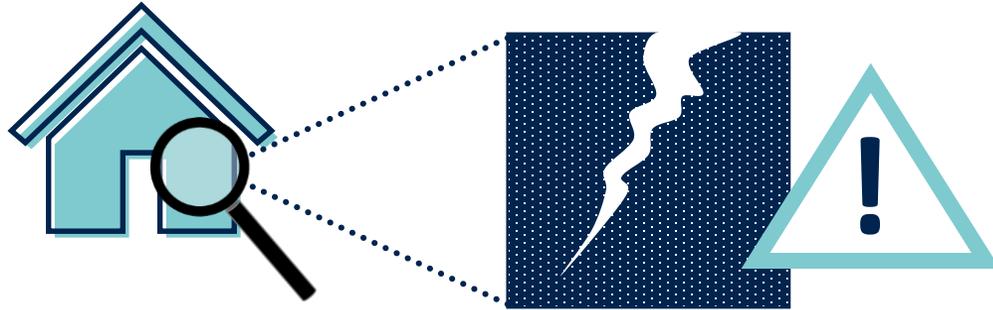


Protein-basierte Beschichtung  
für klassisches Spray-coating

- Die **Funktionsbeschichtung** wird auf die **Oberfläche** (Material 1) aufgesprüht.
- **Nicht-haftende Überreste** werden mit Wasser abgespült.
- Zurück bleibt eine deutlich erkennbare **Fluoreszenz an den Defektstellen**, wo die protein-basierte Beschichtung **selektiv an das Material 2 gebunden** hat.



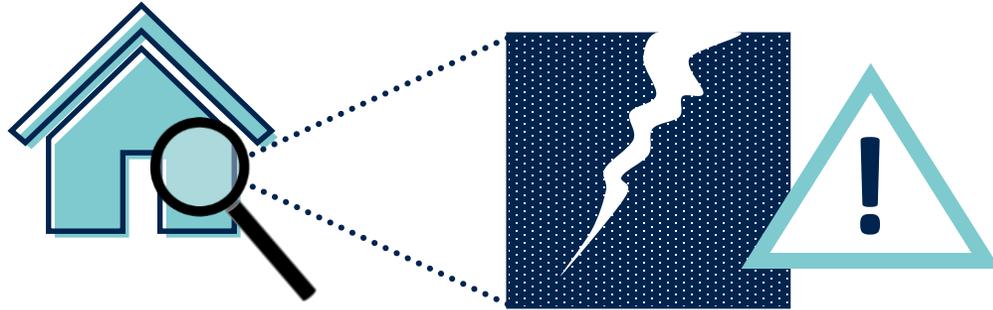
## Materialerhalt



- Strukturelevante Baumaterialien wie Beton sind besonders bedeutsam bei der Bewertung von Bausubstanzen hinsichtlich ihrer **strukturellen Integrität**.
- Betonherstellung verbraucht große Mengen an Material- und Energieressourcen, sodass ein **Materialerhalt essentiell für eine verbesserte Nachhaltigkeit** ist.
- Wichtig sind eine schnelle, **nicht-invasive (zerstörungsfreie) Detektion von Materialschäden** bzw. integrierte **Mechanismen zur Selbstheilung**.



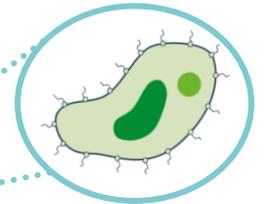
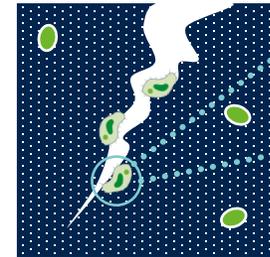
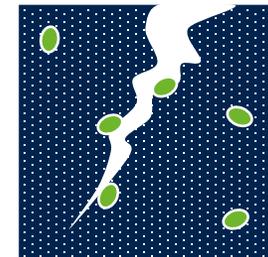
## Materialerhalt



- Strukturelevante Baumaterialien wie Beton sind besonders bedeutsam bei der Bewertung von Bausubstanzen hinsichtlich ihrer **strukturellen Integrität**.
- Betonherstellung verbraucht große Mengen an Material- und Energieressourcen, sodass ein **Materialerhalt essentiell für eine verbesserte Nachhaltigkeit** ist.
- Wichtig sind eine schnelle, **nicht-invasive (zerstörungsfreie) Detektion von Materialschäden** bzw. integrierte **Mechanismen zur Selbstheilung**.

- Manche **Mikroorganismen** sind in der Lage, mineralische, anorganischen Verbindungen wie Calciumcarbonat herzustellen (sog. **Biomineralisierung**).
- Diese Funktion ist interessant für die Integration von **selbstheilenden oder -abdichtenden Eigenschaften** in Materialien wie Beton oder Zement.

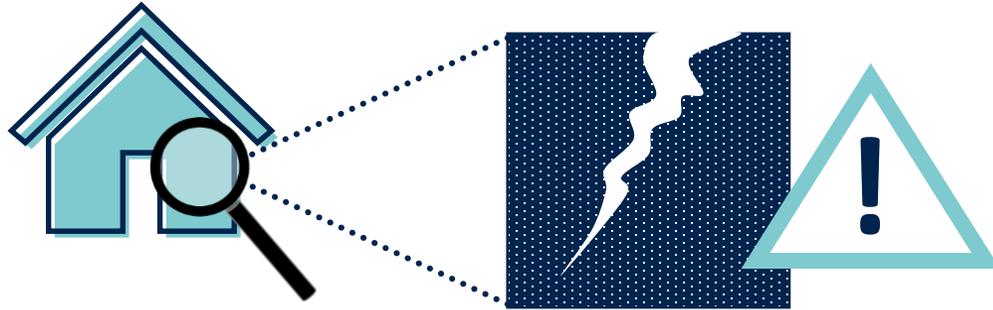
Rissbildung  
aktiviert **Sporen**  
im **Beton**



Sporen bilden  
**Organismen**



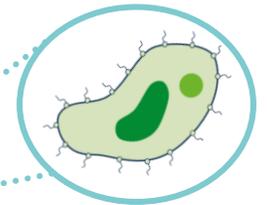
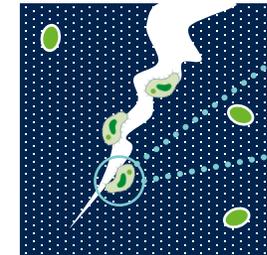
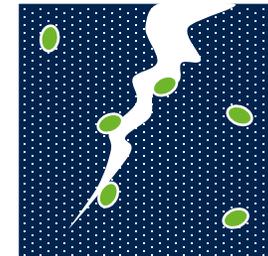
## Materialerhalt



- Strukturelevante Baumaterialien wie Beton sind besonders bedeutsam bei der Bewertung von Bausubstanzen hinsichtlich ihrer **strukturellen Integrität**.
- Betonherstellung verbraucht große Mengen an Material- und Energieressourcen, sodass ein **Materialerhalt essentiell für eine verbesserte Nachhaltigkeit** ist.
- Wichtig sind eine schnelle, **nicht-invasive (zerstörungsfreie) Detektion von Materialschäden** bzw. integrierte **Mechanismen zur Selbstheilung**.

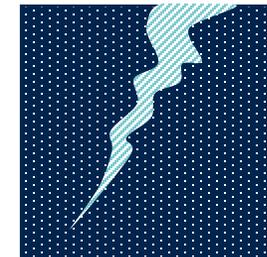
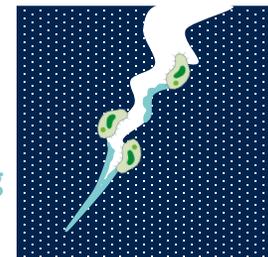
- Manche **Mikroorganismen** sind in der Lage, mineralische, anorganischen Verbindungen wie Calciumcarbonat herzustellen (sog. **Biomineralisierung**).
- Diese Funktion ist interessant für die Integration von **selbstheilenden oder -abdichtenden Eigenschaften** in Materialien wie Beton oder Zement.

Rissbildung  
aktiviert **Sporen**  
im **Beton**



Sporen bilden  
**Organismen**

**Organismen**  
beginnen  
**Biomineralisierung**



**Vollständige**  
**Versiegelung**



## Ausblick: Bauindustrie und Klimawandel



- **Extremere klimatische Bedingungen** haben eine Relevanz für die Planung neuer Gebäude und Sanierung von Bestandsgebäuden.
- Größere Temperaturspannen, plötzliche **Temperaturänderung** sowie Gefahren durch **Unwetter** (Stürme, Fluten) stellen **Herausforderungen für Materialien und Konstruktionsweisen** dar.



## Ausblick: Bauindustrie und Klimawandel



- **Extremere klimatische Bedingungen** haben eine Relevanz für die Planung neuer Gebäude und Sanierung von Bestandsgebäuden.
- Größere Temperaturspannen, plötzliche **Temperaturänderung** sowie Gefahren durch **Unwetter** (Stürme, Fluten) stellen **Herausforderungen für Materialien und Konstruktionsweisen** dar.

- **Natur-basierte Lösungen** können eine Synergie zwischen Umwelt(schutz) und menschengemachten Bauten schaffen.
- Ziel können dabei z.B. **Luftverbesserung, Verhinderung von Wärmeinseln, Schutz vor Niederschlag**, Aufbereitung von Wasser und der Erhalt von **Biodiversität** sein.
- **Additive Fertigung** von Bauteilen, **3D-Scans** und **Simulationen** können einen Beitrag zur **effizienten Planung und Auslegung** von Neubauten sowie Bestandsgebäuden liefern.





“Um die Herausforderungen im Bauwesen zu bewältigen, werden weder der bisherige Betonbau, Holzbau, Mauerwerksbau, Stahlbau noch das bisherige Bauen mit Carbon oder Lehm für sich die Lösung sein.”

René Hagemann,  
Hauptverband der deutschen Bauindustrie



Neues lernen – Ideen entwickeln – Partner finden



Ihr Kontakt und Partner zur  
Bioökonomie in der Baubranche

Dr. Thomke Bergs  
Lehrstuhl für Biotechnologie,  
RWTH Aachen University



[transbib@rwth-aachen.de](mailto:transbib@rwth-aachen.de)



## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.**
- (2) Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.
- (3) Die Auswahl an biobasierten und biogenen Dämmmaterialien mit Alltagsrelevanz ist sehr begrenzt.
- (4) Aktuelle Technologien setzen auf eine frühzeitige Erkennung von Materialschäden oder selbstheilende Funktionen.



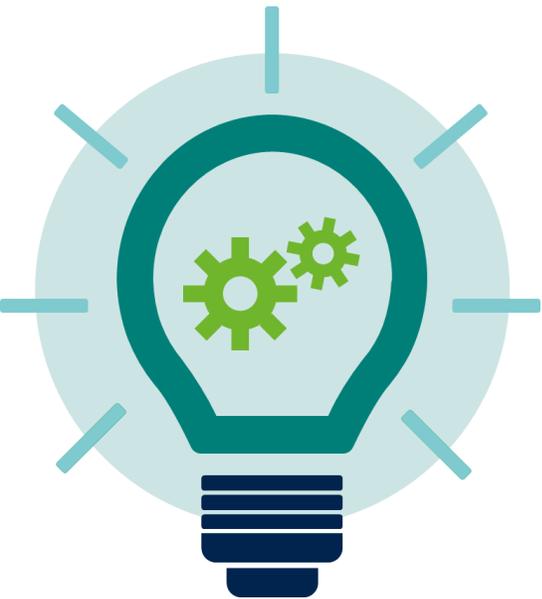


## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

**(1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.**

**Falsch!** Klassische Materialverklebungen erschweren ein sortenreines Recycling und lassen sich oftmals nur unter Beschädigung und Verunreinigung der Materialien oder einem hohen Energiebedarf trennen. Aktuelle Forschung richtet sich auf schaltbares Klebeversagen, welches eine kontrollierte Trennung von Materialien und damit Rückführung in Stoffkreisläufe ermöglicht.





## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.
- (2) Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.**
- (3) Die Auswahl an biobasierten und biogenen Dämmmaterialien mit Alltagsrelevanz ist sehr begrenzt.
- (4) Aktuelle Technologien setzen auf eine frühzeitige Erkennung von Materialschäden oder selbstheilende Funktionen.





## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.
- (2) **Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.**

**Richtig!** Eine Einsparung an Material durch leichte Strukturen, die hohe Lasten tragen können sowie eine Anpassung des verwendeten Materials auf den tatsächlichen Tragkraftbedarf, können zu einer deutlichen Einsparung an Energie und Ressourcen führen.





## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.
- (2) Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.
- (3) Die Auswahl an biobasierten und biogenen Dämmmaterialien mit Alltagsrelevanz ist sehr begrenzt.**
- (4) Aktuelle Technologien setzen auf eine frühzeitige Erkennung von Materialschäden oder selbstheilende Funktionen.





## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.
- (2) Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.

**(3) Die Auswahl an biobasierten und biogenen Dämmmaterialien mit Alltagsrelevanz ist sehr begrenzt. Falsch!** Es gibt eine Vielzahl an geeigneten Fasermaterialien wie Stroh, Hanf, Holzwolle, Zellulose und verschiedenen Gräsern, die sich als Dämmmaterialien eignen. Sie besitzen gute technische Eigenschaften wie z.B. Wärme- und Akustikdämmung sowie Feuchtigkeitsregulation.





## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.
- (2) Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.
- (3) Die Auswahl an biobasierten und biogenen Dämmmaterialien mit Alltagsrelevanz ist sehr begrenzt.
- (4) Aktuelle Technologien setzen auf eine frühzeitige Erkennung von Materialschäden oder selbstheilende Funktionen.**





## Selbstcheck

**Richtig oder falsch?** Bewerten Sie die folgenden Aussagen auf Basis der Inhalte aus dem aktuellen Kapitel (Auflösung jeweils auf der nächsten Folie).

- (1) Klebeverbindungen sind besonders gut für das Recycling und sortenreine Materialrückgewinnung geeignet.
- (2) Leichtbau- und Sandwichbauweise können einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Baubranche leisten.
- (3) Die Auswahl an biobasierten und biogenen Dämmmaterialien mit Alltagsrelevanz ist sehr begrenzt.
- (4) Aktuelle Technologien setzen auf eine frühzeitige Erkennung von Materialschäden oder selbstheilende Funktionen.**

**Richtig!** Eine frühzeitige Erkennung von Schäden oder Mechanismen zur Materialheilung können deren Ausbreitung begrenzen und damit für einen Strukturerhalt sorgen. Wichtig ist dabei, dass die Prüfmethode nicht-invasiv ist, d.h. keine Demonatage erfordert.





## Hinweis

**Diese Präsentation ist mit ihren Inhalten Eigentum des Projekts TransBIB und des Lehrstuhls für Biotechnologie der RWTH Aachen University.**

**Eine Weitergabe oder Verwendung der Inhalte ist ohne vorherige Zustimmung nicht gestattet.**

© TransBIB 2025