Łukasiewicz
PORT
Polski Ośrodek
Rozwoju
Technologii

LEICHT UND UMWELTFREUNDLICH: ENTDECKUNG DER MATERIALIEN DER ZUKUNFT

1. Für die Durchführung des Experiments erforderliche Komponenten

Workshop Nr. 1 – Leichtbaukonstruktionen

Teilnehmerstationen:

- Kugelschreiber, Lineal, Notizblatt **1/Gruppe**
- 5 Blatt mit einem Flächengewicht von 100 g/m² sowie Klebstoff **1/Gruppe**

Beistelltisch:

- Biegestationen (zwei Typen) **4/Werkstatt**
- Muster/Fotos von Leichtbaukonstruktionen **1/Werkstatt**
- Gewichtsset mit Gewichten unterschiedlicher Größe **1/Gruppe**
- 3D-Drucker **4/Werkstatt**

Workshop Nr. 2 – Biopolymere und Kreislaufwirtschaft

Plätze der Teilnehmer:

- 250-ml-Becherglas **1/Gruppe**
- Glasrührstab **1/Gruppe**
- Analysenwaage **1/Gruppe**
- Wägebehälter **1/Gruppe**
- Spritzflasche mit Wasser **1/Gruppe**
- Magnetrührer – **1/Gruppe**

Beistelltisch:

- 150-ml-Becherglas mit Gelatine und 1 Löffel **/Gruppe**
- Becherglas 150 ml mit Glycerin und Löffel – **1/Gruppe**
- 50-ml-Becherglas mit Öl **1/Gruppe**
- Messzylinder **1/Gruppe**
- Pinsel **1/Gruppe**
- Formen für Figuren **1/Gruppe**
- Farbstoff **2 Farben/Werkstatt**
- Glitzer, **2 Farben/Werkstatt**
- Grafik zur Kreislaufwirtschaft mit Ausfüllfeldern und Fotos der Materialien **1/Gruppe**
- Übungsaufgaben zur $_{CO2}$ -Emission pro Kilogramm sowie zu den Eigenschaften und Anwendungsbereichen von Polymeren **1/Gruppe**

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

2. Ziel der Übung

Workshop Nr. 1 – Leichtbaukonstruktionen

- Verstehen, was Leichtbaukonstruktionen sind und wie man sie herstellt;
- Darstellung der Einsatzmöglichkeiten und der Vorteile von Leichtbaukonstruktionen sowie Beispiele für deren praktische Anwendung;
- Einführung in das Konzept des 3D-Drucks und in 3D-Drucker;
- Teamfähigkeit.

Workshop Nr. 2 – Biopolymere und Kreislaufwirtschaft

- Ein Verständnis dafür, was Polymere sind und worin der Unterschied zwischen herkömmlichen Polymeren und Biopolymeren besteht, sowie Informationen zum Recycling von Polymeren;
- Darstellung der Kreislaufwirtschaft und ihrer Bedeutung;
- Fähigkeit, mit Laborgeräten umzugehen.

3. Theoretische Einführung

Workshop Nr. 1 – Leichtbaukonstruktionen

Leichtbau ist ein Grundprinzip moderner Technik und begleitet uns im Alltag – von energieeffizienten Fahrzeugen über leistungsstarke Gebäude bis hin zu ressourcenschonenden Verpackungen. Die Technik verlangt von heutigen Konstruktionen, dass sie auf größtmögliche Festigkeit bei möglichst geringem Gewicht ausgelegt sind. Dies lässt sich durch den Einsatz spezieller Materialien wie Titan oder Kohlefaser erreichen, doch diese eignen sich nicht für alle Anwendungsbereiche und sind mitunter kostspielig. Deshalb wurden im Laufe der Jahre andere Methoden entwickelt, insbesondere die Optimierung der Form und Struktur von Werkstoffen.

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

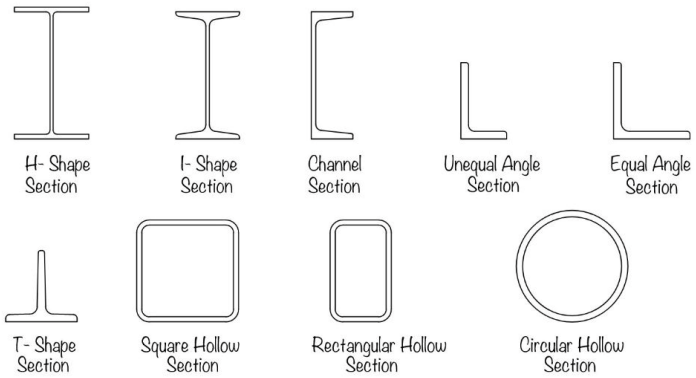


Abbildung 1. Beispiele für Profile mit unterschiedlichen Querschnitten.

Wie lässt sich maximale Stabilität und Tragfähigkeit bei möglichst geringem Materialverbrauch erreichen? Eine der grundlegenden Lösungen besteht darin, das Querschnittsprofil zu ändern. Rundprofile verteilen die Spannungen gleichmäßig und sind verwindungssteif; U-Profile sorgen für hohe Steifigkeit bei minimalem Materialverbrauch.

Ebenso wichtig ist die interne Struktur. Fasern, die parallel zur Biegeachse verlaufen, erhöhen die Zugfestigkeit, während senkrecht dazu liegende Schichten Verformungen verhindern und die Gesamtsteifigkeit verbessern. Bei massiven Bauteilen (z. B. Türen, Arbeitsplatten) werden anstelle von durchgehenden Körpern Füllungen mit verschiedenen Verstrebungen verwendet, was das Gewicht reduziert und gleichzeitig die Festigkeit erhöht. Die folgende Aufnahme zeigt verschiedene Strukturen.



Abbildung2. Beispiele für interne Strukturen, die in der Industrie verwendet werden.

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Die Prinzipien der Form- und Strukturoptimierung gewinnen im Zusammenhang mit dem 3D-Druck besondere Bedeutung, dessen dynamische Entwicklung völlig neue Möglichkeiten für die Konstruktion leichter Bauwerke eröffnet. Bei herkömmlichen Fertigungsverfahren ist die Form eines Bauteils oft ein Kompromiss zwischen Festigkeit und technologischen Möglichkeiten. Der 3D-Druck ermöglicht hingegen die Herstellung beliebig komplexer Geometrien, darunter Gitterstrukturen, innere Kanäle oder Gradientenfüllungen, die mit anderen Verfahren nicht realisierbar sind. Gleichzeitig wird das Material ausschließlich dort aufgetragen, wo es benötigt wird, wodurch Abfall von vornherein minimiert wird. Voraussetzung ist jedoch eine durchdachte Konstruktion: Eine suboptimale Ausrichtung des Modells, überflüssige Stützstrukturen oder eine falsch gewählte Füllung führen zu übermäßigem Filament- oder Harzverbrauch, verlängern die Druckzeit und schwächen das fertige Bauteil. Daher ist die Kenntnis der Grundsätze, des Trägheitsmoments des Querschnitts, der Spannungsverteilung oder des Materialverhaltens unter Belastung bereits in der Entwurfsphase der Eingabedatei **von entscheidender Bedeutung**, bevor diese an den Drucker weitergeleitet wird.

Workshop Nr. 2 – Biopolymere und Kreislaufwirtschaft

Nachhaltige Materialien und ressourcenschonende Technologien spielen in der modernen Technik eine entscheidende Rolle. Insbesondere im Bereich der Kunststoffe stellt sich die Frage, wie Materialien hergestellt, genutzt und wiederverwertet werden können, um die Umweltbelastung zu verringern.

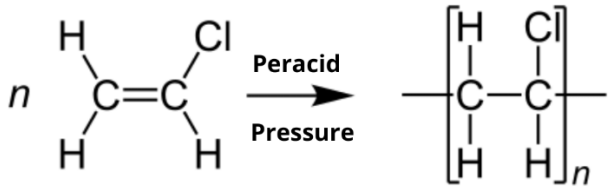


Abbildung 3. Reaktionsschema zur Herstellung von Polyvinylchlorid.

Polymere sind Strukturen, die aus sich wiederholenden Einheiten bestehen, die als Monomere bezeichnet werden. Ein Beispiel hierfür ist Polyvinylchlorid, das aus vielen Vinylchloridmolekülen besteht. Sie weisen eine Reihe von Vorteilen auf: geringes Gewicht, hohe Festigkeit, einfache Herstellung und vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Leider sind sie gleichzeitig schwer zu recyceln, und wenn sie weggeworfen werden, kann ihre Zersetzung mehrere Jahre bis zu mehreren hundert Jahren dauern. Die Antwort auf diese Herausforderung sind Biopolymere, umweltfreundliche Kunststoffe, die aus natürlichen Rohstoffen hergestellt werden. Es

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

lassen sich zwei Ansätze unterscheiden: Bio-Äquivalente zu herkömmlichen Polymeren, z. B. Bio-PET, das zu 30 % aus nachwachsenden Rohstoffen, hauptsächlich aus Zuckerrohrgranulat, hergestellt wird, sowie zu 100 % natürliche Polymere wie Polylactid (PLA), ein biologisch abbaubares Polymer, das aus Mais gewonnen und als Ersatz für PET verwendet wird. Ein weiteres Beispiel ist Gelatine. Ihre langen Proteinketten bilden nach dem Erhitzen und der Verbindung mit Wasser und Glycerin ein durch Wasserstoffbrückenbindungen stabilisiertes Netzwerk, das sich wie ein Polymer verhält und dem Material Elastizität und Festigkeit verleiht.

Die Themen Biobasiertheit und biologische Abbaubarkeit sind im Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) von Bedeutung. Es handelt sich um ein Geschäftsmodell, das den Rohstoffverbrauch und das Abfallaufkommen minimiert, indem es geschlossene Prozesskreisläufe schafft, in denen Abfälle zu Rohstoffen für nachfolgende Produktionsstufen werden. Das Schema veranschaulicht, wie Entscheidungen in den einzelnen Phasen – von der Herstellung über die Nutzung bis hin zur Entsorgung – die nachhaltige Entwicklung , die Ressourceneffizienz und die Reduzierung der CO_2-Emissionen beeinflussen. Auf diese Weise entsteht ein zusammenhängender Prozess, der das Zusammenspiel von Material, seinen Eigenschaften und seiner nachhaltigen Nutzung in Technik, Industrie und Alltag verdeutlicht. Das Schema veranschaulicht zudem, wie sich die Entscheidungen in den einzelnen Phasen auf die nachhaltige Entwicklung und die Ressourceneffizienz auswirken.



Abbildung4. Schema der Kreislaufwirtschaft.

4. Ablauf des Unterrichts

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Verteilung der Kittel an die Teilnehmer, Information, dass im Labor nicht gegessen, getrunken oder Kaugummi gekaut wird (falls jemand dies tut, muss er es entsorgen), und Personen mit langen Haaren müssen diese zusammenbinden (falls dies nicht möglich ist, müssen sie sie unter den Kittel stecken). Wir arbeiten in Gruppen . Die Teilnehmer werden in 2- bis 3-Personen-Gruppen eingeteilt.

Fragen vor dem Unterricht:

- **Welche Formen in der Natur sind leicht und gleichzeitig sehr widerstandsfähig?** Formen wie die Wabenstrukturen in Bienenstöcken, Vogelknochen und Spinnennetze sind leicht, aber äußerst widerstandsfähig, da sie Kräfte bei minimalem Materialverbrauch effizient verteilen.

- **Bedeutet mehr Material immer auch eine höhere Festigkeit?** Nein, die Festigkeit hängt sowohl vom Material als auch von der Geometrie ab. Eine gut durchdachte Form, wie beispielsweise ein Rohr oder ein Fachwerk, kann widerstandsfähiger sein als ein massiver Block und dabei weniger Material verbrauchen**.**

- **Kann eine Brücke, die aus einer solchen Karte gebaut wurde, einen schweren Gegenstand tragen?** Etwas Schweres mitbringen – das wird im Unterricht überprüft**.**

- **Kunststoffe – gut oder schlecht?** Kunststoffe sind nützlich, da sie langlebig und vielseitig sind, aber sie werden schädlich, wenn sie übermäßig verwendet und nicht ordnungsgemäß recycelt werden, was zu Umweltverschmutzung und einer langen Zersetzungszeit führt.

- **Warum dauert es so lange, bis herkömmliche Kunststoffe sich zersetzen?** Es verfügt über starke Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen, die von Mikroorganismen nicht ohne Weiteres abgebaut werden können, wodurch es über Jahrhunderte hinweg gegen natürliche Zersetzung resistent ist.

- **Nehmen wir einmal an, alle Verpackungen in den Geschäften würden aus Biopolymeren hergestellt – welche Vor- und Nachteile hätte eine solche Lösung?** Vorteile: schnellere biologische Zersetzung, geringere Umweltbelastung und geringere CO_2-Emissionen. Nachteile: höhere Herstellungskosten, kürzere Haltbarkeit und manchmal geringere mechanische Festigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen.

WORKSHOP NR. 1 – LEICHTBAUKONSTRUKTIONEN

Erfahrung 1 – 3D-Druck

Beschreibung des Erlebnisses:

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

1. Der Kursleiter stellt den Teilnehmern den 3D-Drucker vor und erläutert die Grundprinzipien.
2. Einer der Teilnehmer beginnt mit dem Druck des Grundmodells, der sogenannten „Bench".
3. Während des Druckvorgangs gehen die Teilnehmer zu den nächsten Experimenten über.
4. Am Ende der Veranstaltung zeigt der Dozent das ausgedruckte Modell und erläutert es.

Versuch 2 – Durchbiegung von Materialien

Beschreibung des Erlebnisses:

1. Die Teilnehmer besuchen zwei Arten von Arbeitsstationen zum Biegen von Materialien, die auf den folgenden Fotos zu sehen sind.
2. Die Teilnehmer legen ein Gewicht auf jede Probe und messen deren Abweichung von der durch die Schnur markierten Horizontalen.
3. Nach Abschluss der Messungen wechseln die Teilnehmer die Stationen und führen die Messungen erneut durch.



Anmerkungen: Die Proben biegen sich unterschiedlich stark durch, was auf das Material, die Struktur und das Profil zurückzuführen ist.

Erfahrung 3 – Leichtbau

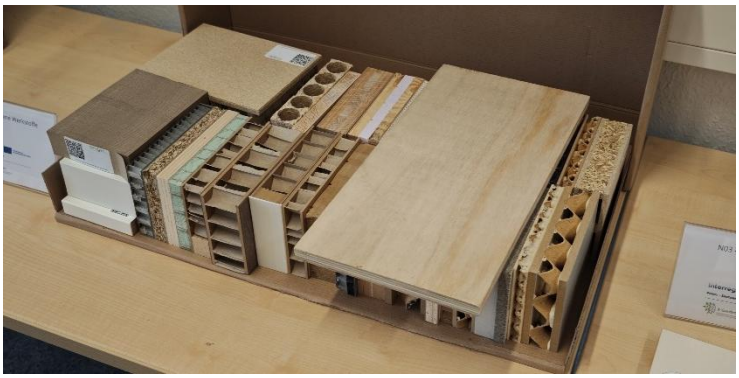
Beschreibung des Erlebnisses:

1. Der Referent zeigt Beispiele verschiedener Leichtbaukonstruktionen (siehe Foto unten)
   und leitet eine Diskussion über deren konkreten Verwendungszweck ein.

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580



2. Der Kursleiter verteilt an jede Gruppe fünf Blatt Papier mit einem Gewicht von 100 g/m² sowie Klebstoff.
3. Die Teilnehmer bauen ihr eigenes Modell einer Leichtbau-Brücke.
4. Der Kursleiter misst die Steifigkeit bzw. Festigkeit der Konstruktionen der Teilnehmer, indem er nacheinander Gewichte mit zunehmendem Gewicht darauf legt.

WORKSHOP NR. 2 – BIOPOLYMERE UND KREISLAUFWIRTSCHAFT

Experiment 1 – Biopolymere

Beschreibung:

1. Die Teilnehmer wiegen 10 g Gelatine mit Hilfe einer Analysenwaage, eines Löffels und einer Waagschale ab.
2. Die Teilnehmer messen mit Hilfe eines Messzylinders 40 ml Wasser ab und gießen es in einen 250-ml-Becher.
3. In einen Becher mit Wasser geben sie die abgemessene Gelatine, zwei Esslöffel Glyzerin, Lebensmittelfarbe und Glitzer.
4. Das Becherglas wird auf ein Magnetrührgerät gestellt, die Temperatur auf 90 °C eingestellt und mit einem Glasstab gerührt, bis sich alle Zutaten vollständig vermischt haben.
5. Die Teilnehmer bereiten die Formen vor und bestreichen sie vorsichtig mit einem Pinsel mit Öl, um zu verhindern, dass die Biopolymere an den Formen haften bleiben.
6. Die Teilnehmer füllen die Flüssigkeit aus dem Becherglas in die Formen und lassen diese aushärten. Dieser Vorgang dauert mindestens 20 Minuten.
7. Die Teilnehmer gehen zu den Experimenten Nr. 2 und Nr. 3 über.
8. Zum Schluss nehmen die Teilnehmer die Biopolymer-Proben aus den Formen und vergleichen sie mit den mittels 3D-Druck hergestellten Modellen.

Interreg Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Beispiel Nr. 2 – Kreislaufwirtschaft (circular economy)

Beschreibung des Erlebnisses:

1. Der Kursleiter verteilt an die Gruppe ein Diagramm zur Kreislaufwirtschaft sowie Karten mit den einzelnen Phasen.
2. Die Teilnehmer ordnen die Elemente dem Diagramm zu und besprechen nach Abschluss der Aufgabe die richtigen Antworten. Der korrekt ausgefüllte Arbeitsablauf ist unten dargestellt:



3. Die Teilnehmer ordnen die Fotos der Materialien entsprechend ihrem CO_2-Emissionsfaktor pro 1 kg Material zu. Die richtigen Antworten finden Sie in der folgenden Tabelle.

Material	Emissionen pro 1 kg_{CO2} (g)
Kohlefaser	15 g
Magnesium	35 g
Aluminium	89 g
Stahl	364 g
Polypropylen	560 g
Recyceltes Polypropylen	1 890 g

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

Łukasiewicz
PORT
Polski Ośrodek
Rozwoju
Technologii

Experiment 3 – Einsatz von Polymeren

Beschreibung des Erlebnisses:

1. Die Teilnehmer sollen das Polymer und seine Eigenschaften an die jeweilige Anwendung anpassen. Die richtige Reihenfolge ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Polymer	Eigenschaften	Anwendung
Polyethylenterephthalat (PET)	Transparent, leicht, chemikalienbeständig, gute Gasbarriere, relativ kostengünstig in der Herstellung	Getränkeflaschen, Lebensmittelverpackungen, Fasern (Fleece, Kleidung)
Hochdichtes Polyethylen (HDPE)	Hart, stoßfest und feuchtigkeitsbeständig, undurchsichtig, lebensmittelecht, hitzebeständig	Kanister, Reinigungsmittelflaschen, Wasserleitungen, Spielzeug
Polyvinylchlorid (PVC)	Hart oder flexibel (mit Weichmacher), feuer- und chemikalienbeständig, langlebig, kostengünstig	Installationsrohre, Fenster, Vinylböden, Elektrokabel
Polipropylen (PP)	Leicht, temperaturbeständig (bis 130 °C), flexibel, chemikalienbeständig, lässt sich biegen, ohne zu brechen	Mikrowellengeeignete Behälter, Strohhalme, Autoteile, chirurgisches Nahtmaterial
Polystyrol (PS)	Leicht, spröde, gute Wärmedämmung (Styropor = geschäumtes Polystyrol), kostengünstig, leicht formbar	Styroporverpackungen, Einwegbecher, Bauisolierung
Polylactid (PLA)	Biologisch abbaubar, aus Mais/Stärke gewonnen, transparent, bei niedrigen Temperaturen spröde, industriell kompostierbar	Einwegbesteck, Lebensmittelverpackungen, Filamente für den 3D-Druck, chirurgisches Nahtmaterial
Gelatine (GEL)	Es stammt aus Tierhaut/-knochen, ist biologisch	Medikamentenkapseln, Gummibärchen,

Interreg
Polska – Saksonia
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580

	abbaubar, essbar, verfügt über ein Netzwerk aus Wasserstoffbrückenbindungen und ist wasser- und wärmeempfindlich	Verpackungsfolien (Forschung), Nährmedium für Bakterien

Interreg
Współfinansowany przez UNIĘ EUROPEJSKĄ
Polska – Saksonia

Das Projekt wird von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG Polen-Sachsen mitfinanziert.
2021-2027 auf der Grundlage eines Vertrags Nr. PLSN.02.01-IP.01-0001/24,

Łukasiewicz-Forschungsnetz - PORT Poland Technology Development Centre
54-066 Wrocław, ul. Stabłowicka 147, Tel: +48 71 734 77 77,
E-Mail: biuro@port.lukasiewicz.gov.pl | Steuernummer NIP: 894 314 05 23, REGON: 386585168
Bezirksgericht für Wrocław - Fabryczna in Wrocław, 6. Handelsabteilung des Landesgerichtsregisters,
KRS-Nr.: 0000850580