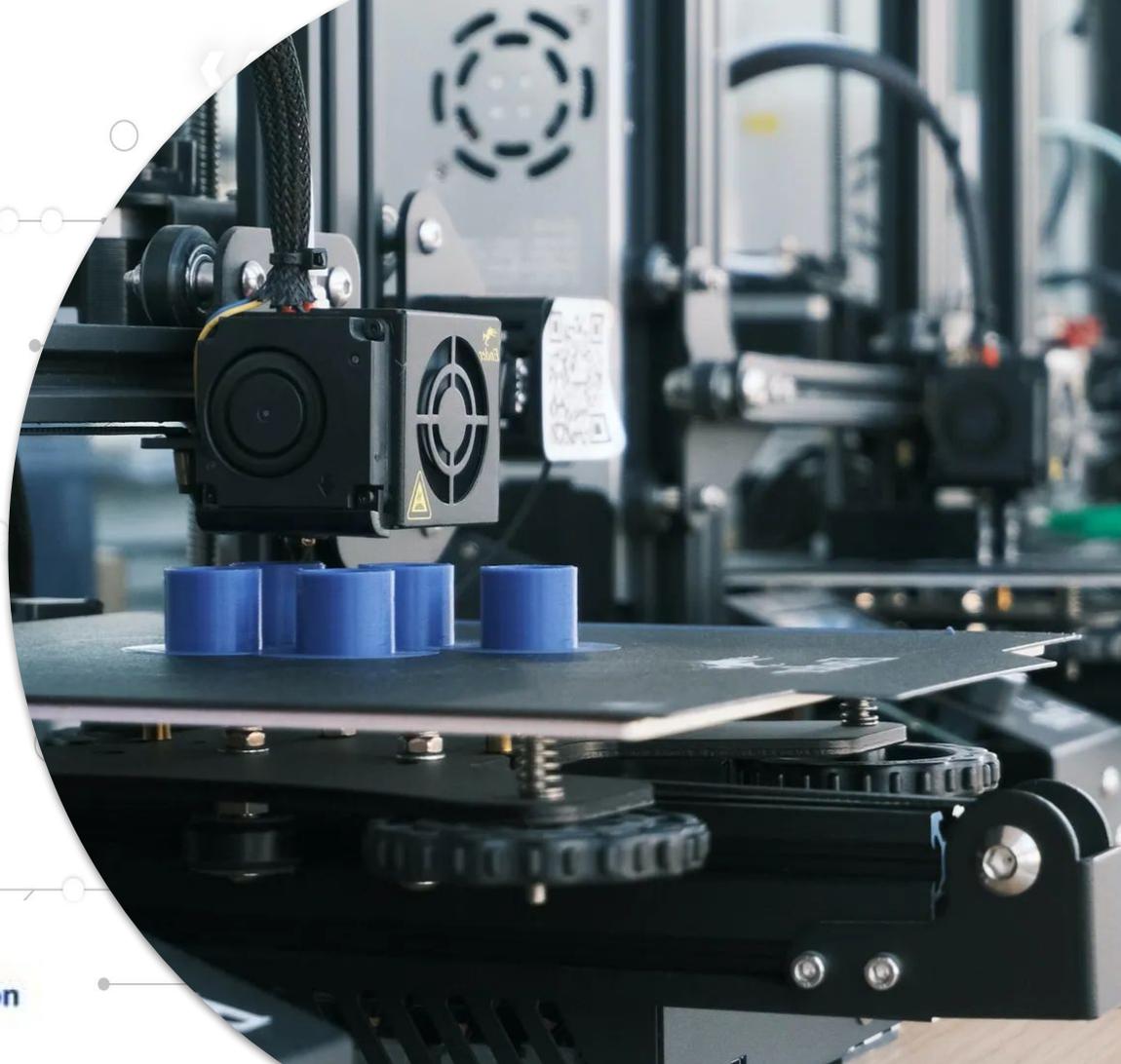


3D-Druck

3D-ECO

ECO technology: Educate Create Organise

Project Identifier: 2023-1-DE04-KA210-YOU-000155718



3D-gedruckte Beispiele

Schmuck



Mode



Medizinprodukte

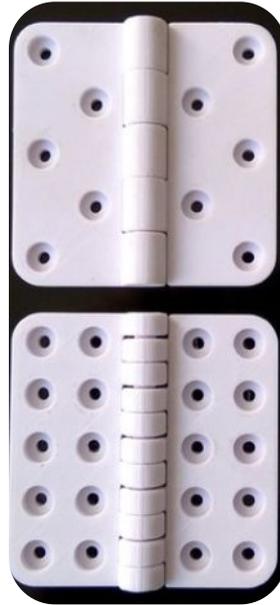


3D-gedruckte Beispiele

Dinge für Zuhause



Werkzeuge



Spielzeug



3D-gedruckte Beispiele - Nicht nur Plastik

Werkzeuge aus Metall



Lebensmittel

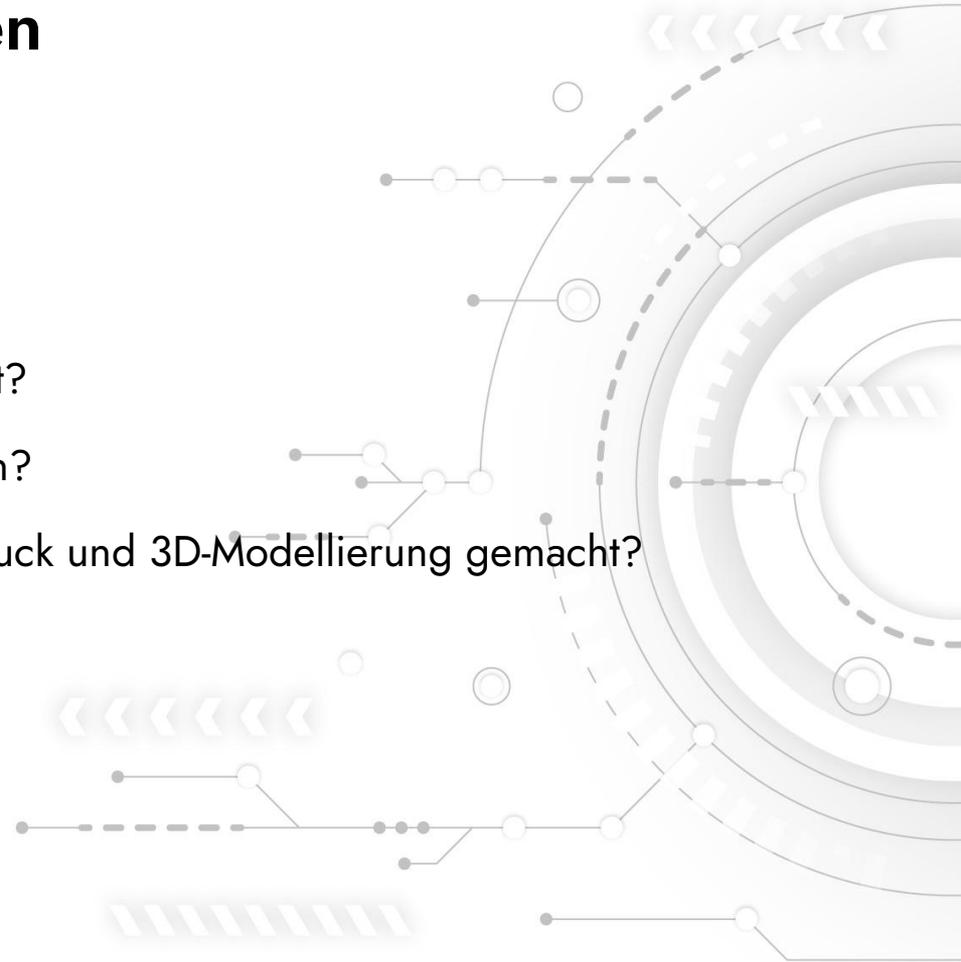


Gebäude aus Beton



Vorstellung der Teilnehmenden

- Einander kennenlernen
- Was ist Ihre Motivation?
- Hast du Visionen, was du drucken möchtest?
- Wem möchtest Du bei Deinem Druck helfen?
- Welche Erfahrung hast du bisher mit 3D-Druck und 3D-Modellierung gemacht?



Einführung in den 3D-Druck

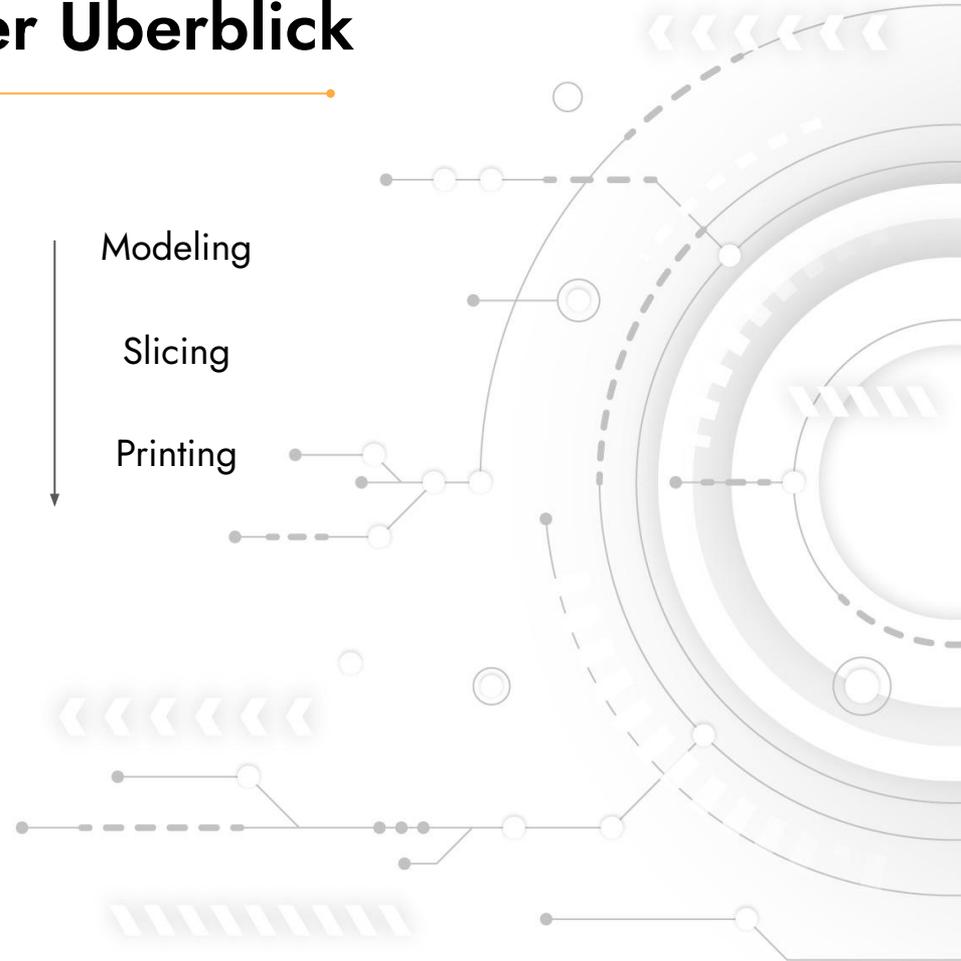
Erstellung von 3D-Objekten durch schichtweises Hinzufügen von Material auf der Grundlage eines digitalen Modells

Andere Bezeichnung ist "**Additive Fertigung**".



3D-Druckprozess - Allgemeiner Überblick

1. Idee des gewünschten Objekts
2. 3D-Modell besorgen oder DIY
3. Modell für den 3D-Drucker vorbereiten
4. 3D-Drucker vorbereiten
5. Druck des Objekts
6. Nachbearbeitung des Objekts



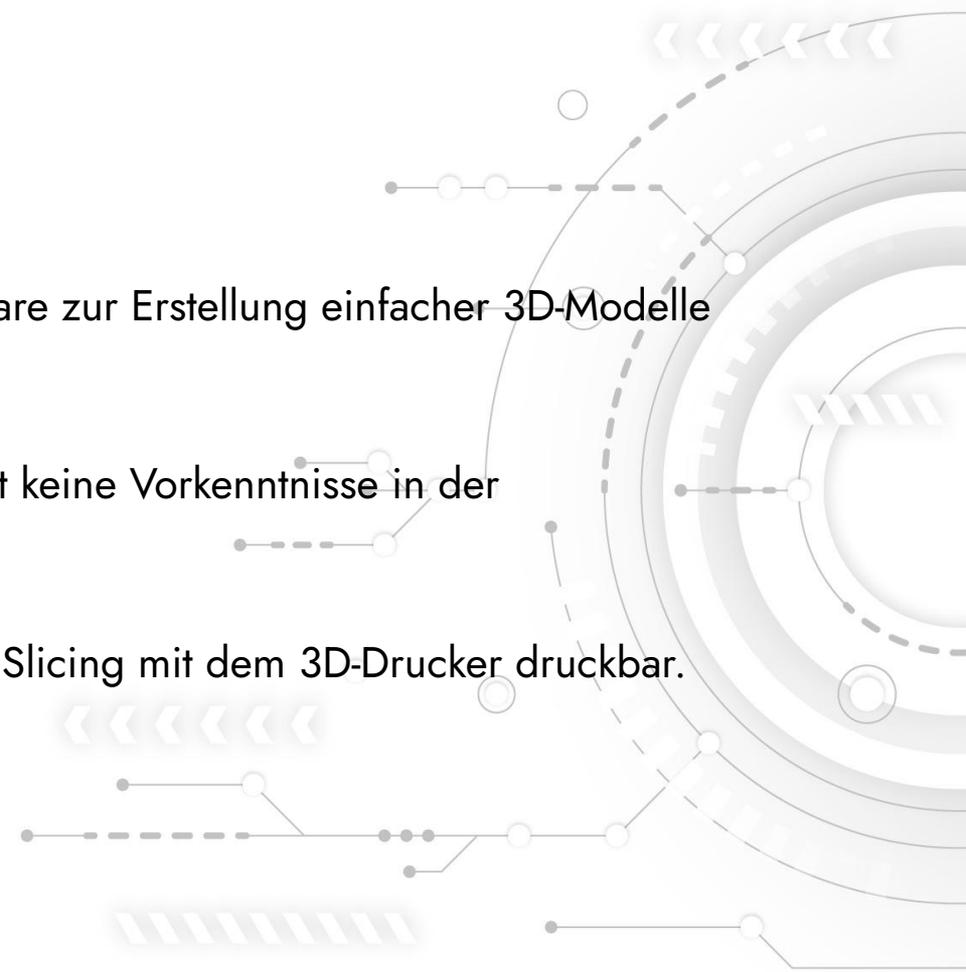
Tinkercad

tinkercad.com

Tinkercad ist eine Online-3D-Modellierungssoftware zur Erstellung einfacher 3D-Modelle verwendet wird.

Die Software ist benutzerfreundlich und erfordert keine Vorkenntnisse in der 3D-Modellierung.

Die 3D-Dateien sind exportierbar und nach dem Slicing mit dem 3D-Drucker druckbar.



Tinkercad - Praktische Aufgabe

Lade eine Einkaufsmünze herunter: <https://www.thingiverse.com/thing:2539236>

Importiere das Modell der Einkaufsmünze in Tinkercad

Schreibe den Anfangsbuchstaben deines Vornamens auf die Münze

Exportiere das Objekt als .stl-Datei



Slicer

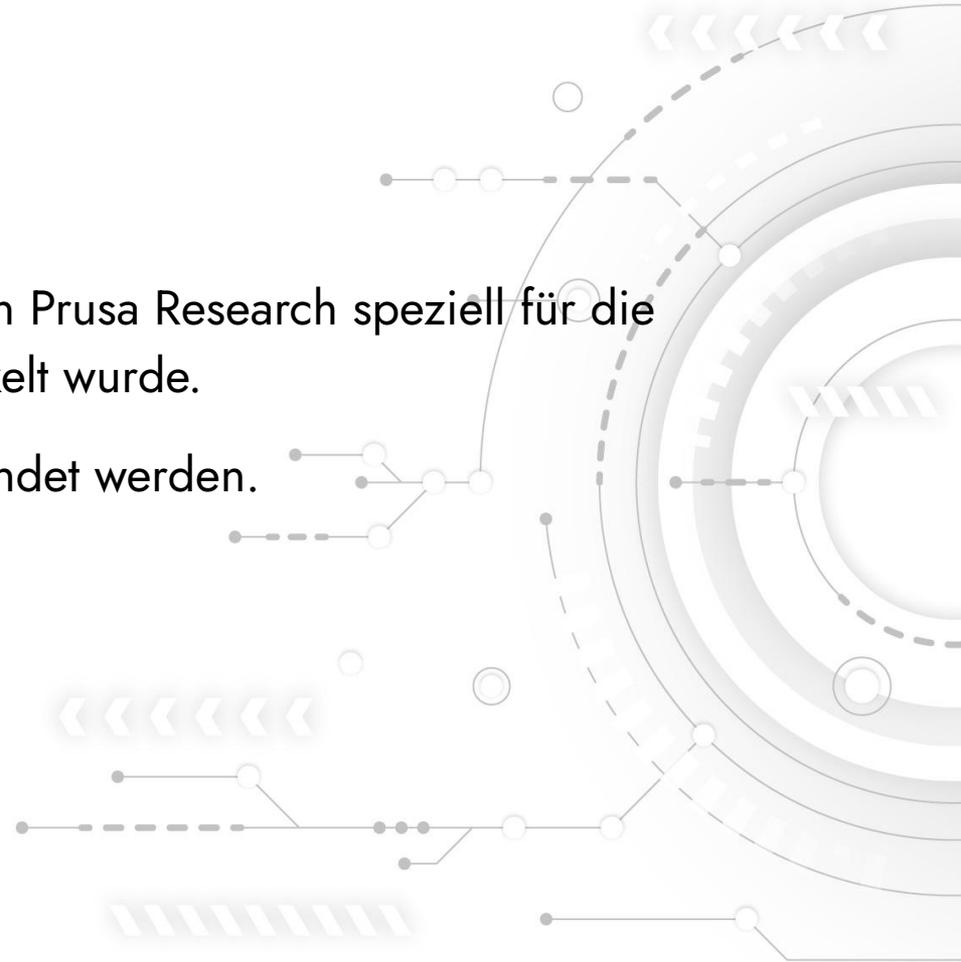
- Slicer ist eine Software, die ein 3D-Modell in eine Reihe von Anweisungen für einen 3D-Drucker umwandelt, um ein physisches Objekt zu erstellen.
- Beim Slicing wird das 3D-Modell in Schichten unterteilt und es werden Werkzeugpfade erzeugt, denen der 3D-Drucker folgen kann, um jede Schicht zu erstellen.
- Mit der Slicer-Software kann der Benutzer verschiedene Parameter wie Schichthöhe, Füllichte, Druckgeschwindigkeit und vieles mehr einstellen.
- Die Ausgabe eines Slicers ist eine Datei im ".G-code" oder ".bg-code" Format

Slicer

PrusaSlicer:

PrusaSlicer ist eine Slicing-Software, die von Prusa Research speziell für die Verwendung mit ihren 3D-Druckern entwickelt wurde.

Sie kann auch mit anderen Druckern verwendet werden.



Time to slice

Importiere das modifizierte Modell der Einkaufsmünze in den Prusa Slicer

Schneide das Modell

Die Vorschau überprüfen

Exportiere das Modell als eine .gcode Datei

Time to print

Speichere die .bgcode Datei auf eine SD-Karte oder einen USB-Stick

In den 3D-Drucker stecken

Bereite den Drucker vor (das machen wir gemeinsam)

Druckvorgang starten

Pause

**10 Minuten Zeit für Kaffee,
Plaudereien und Bio**



3D-Drucker Hardware

Rahmen: Rahmen aus Aluminium und Spritzgussteilen.

Extruder: Schmilzt Filament und drückt es durch die Düse. Der Prusa Mini+ hat einen Extruder mit Direktantrieb (Motor direkt am Extruder)

Hotend: Das Hotend ist dafür verantwortlich, das Filament zu schmelzen und es durch die Düse zu extrudieren. Es ist modular aufgebaut, was eine einfache Wartung und Aufrüstung ermöglicht.

Bett: Oberfläche, auf der der Drucker das 3D-Objekt erstellt. Ein abnehmbares Magnetbett.

Steuerplatine: Die Steuerplatine ist das Gehirn des Druckers und steuert alle Funktionen des Druckers. Der Prusa Mini+ verfügt über eine Platine, die auf einem 32-Bit-ARM-Prozessor basiert.

Motoren: Bewegung der Druckerkomponenten, wie z.B. des Extruders und des Bettes.

3D-Drucker Hardware

Sensors: Der Prusa MINI+ verfügt über einen PINDA-Sensor für die Nivellierung des Bettes.



3D-Drucker Hardware

XZ-axis assembly

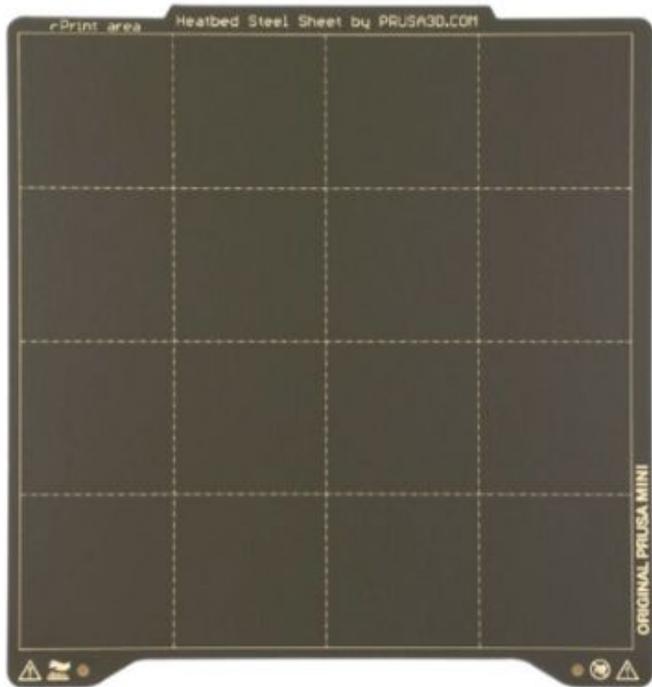


Y-axis assembly



3D-Drucker Hardware

Spring steel print sheet with
PEI surface

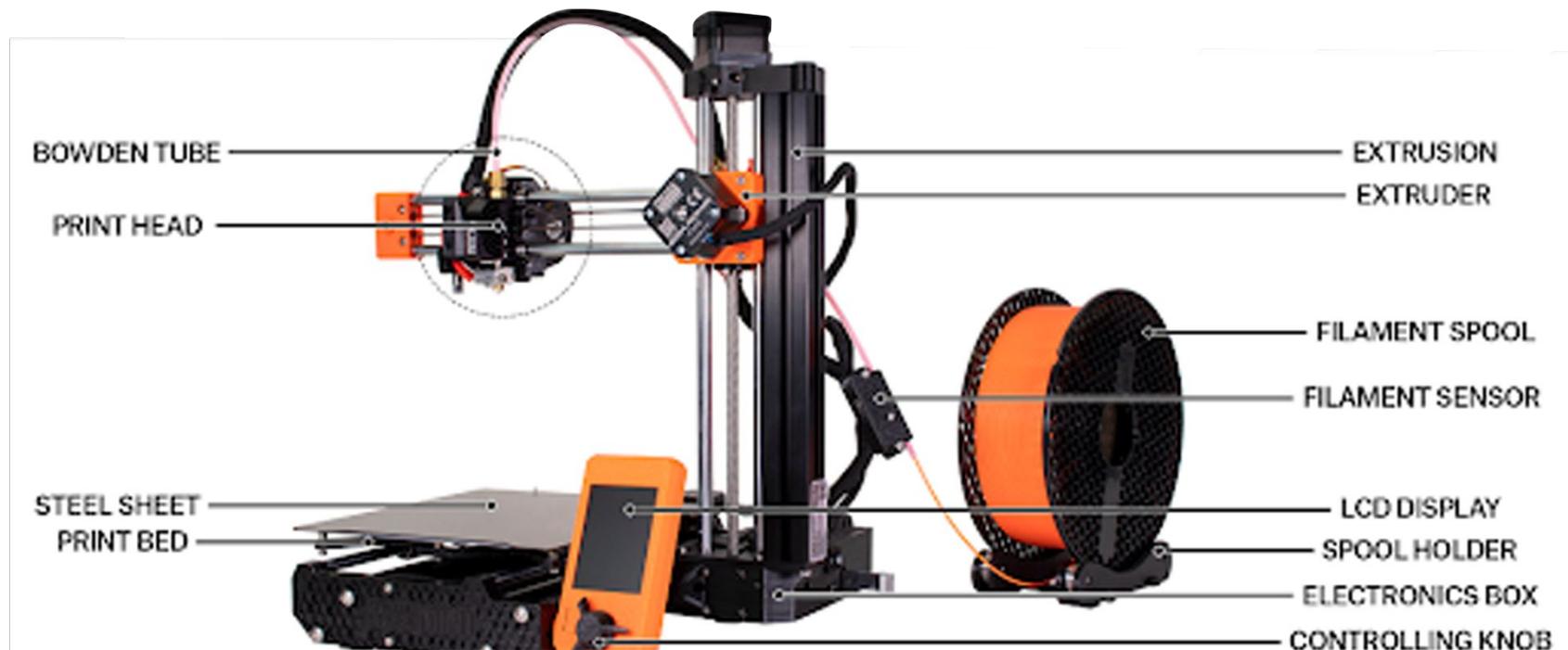


LCD display + cable



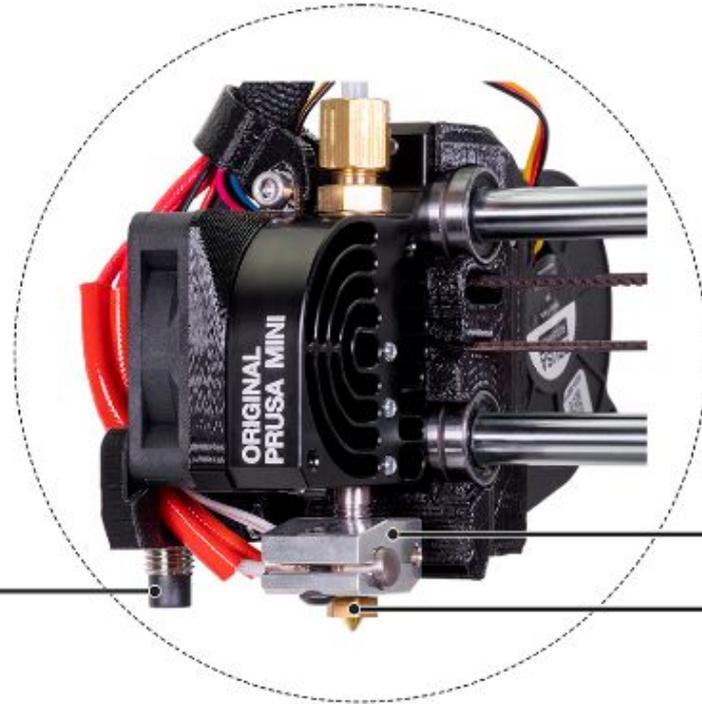
3D-Drucker Hardware

Main components



3D-Drucker Hardware

Main components



HEATER BLOCK

NOZZLE

SuperPINDA probe

Mehr zum Slicer - Infill Pattern

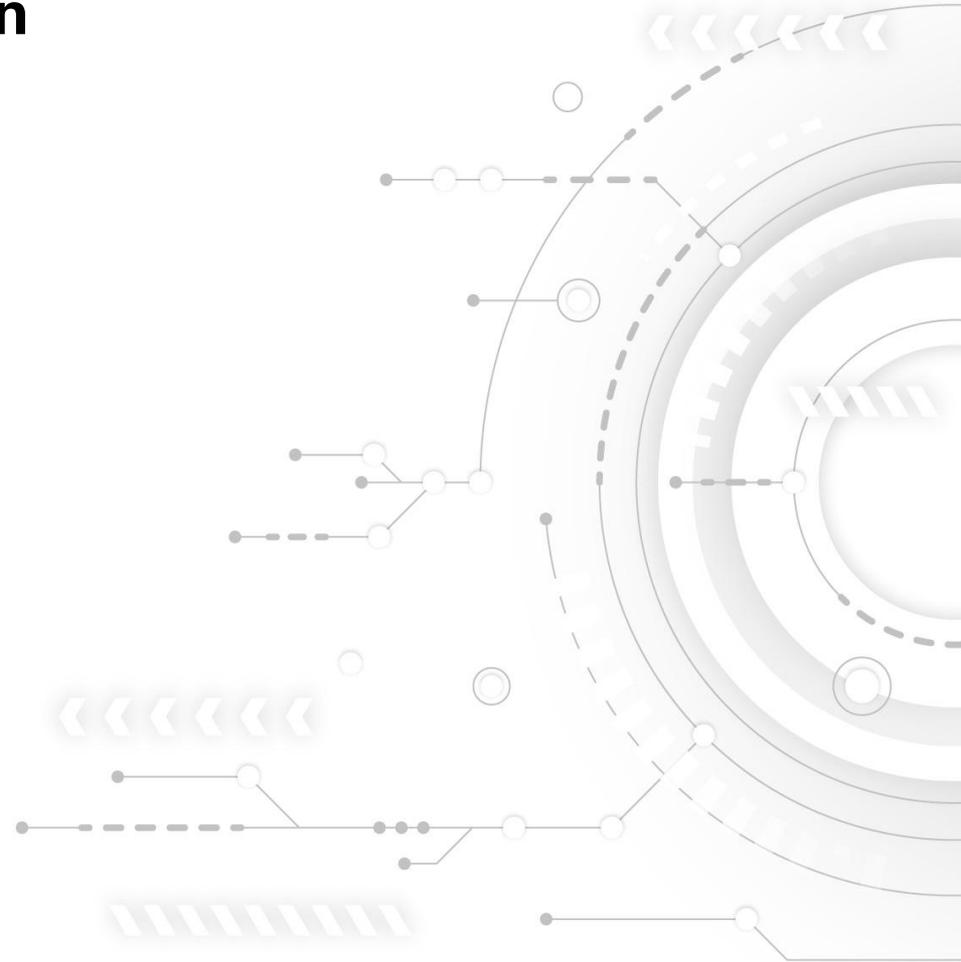
Infill Density

Infill Pattern

Printing Temperature

Build Plate Temperature

Print Speed



Mehr zum Slicer - Infill Pattern

Bei der Auswahl eines Infill-Musters sind vor allem diese Punkte zu beachten:

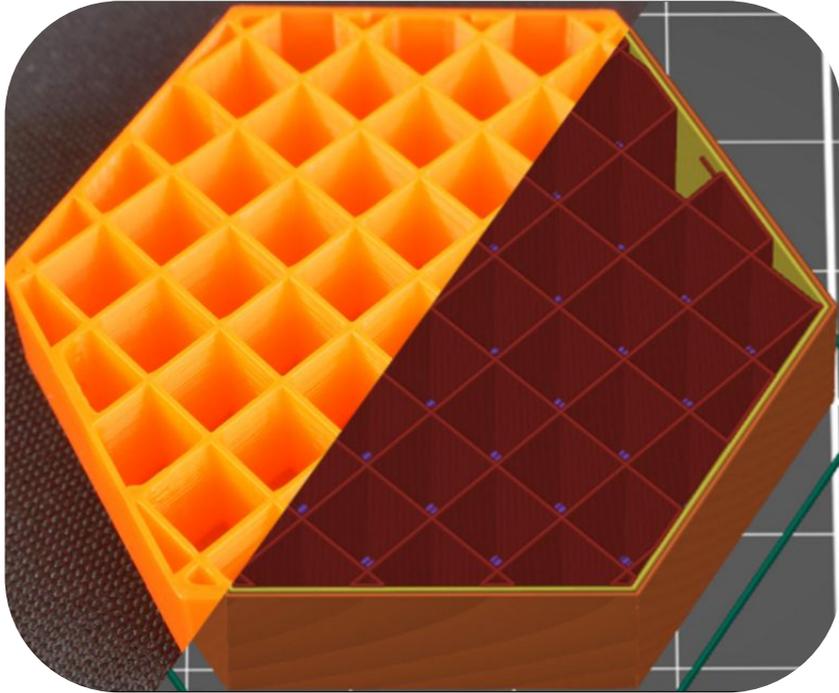
- Print speed
- Density per material used (better support for top layers with less material)
- Visuals
- Support for top layers
- Flexibility (for TPU/TPE prints)

Unterschiedliche Ausfüllmuster sind verwendbar:

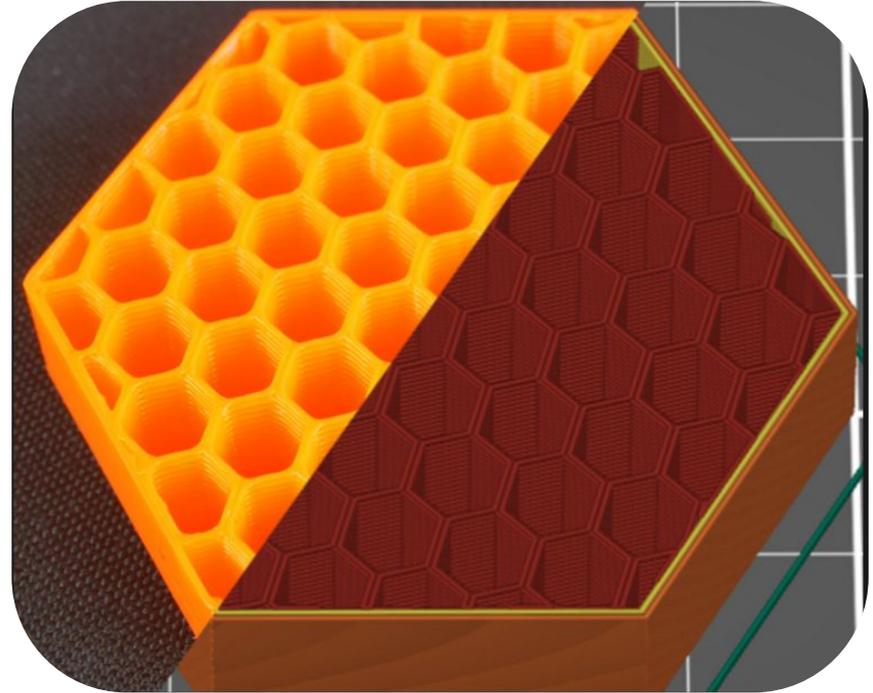
- low-density filling of the inside of a model
- filling the top layers
- filling the bottom layers
- generating support material

Mehr zum Slicer - Infill Pattern

Grid

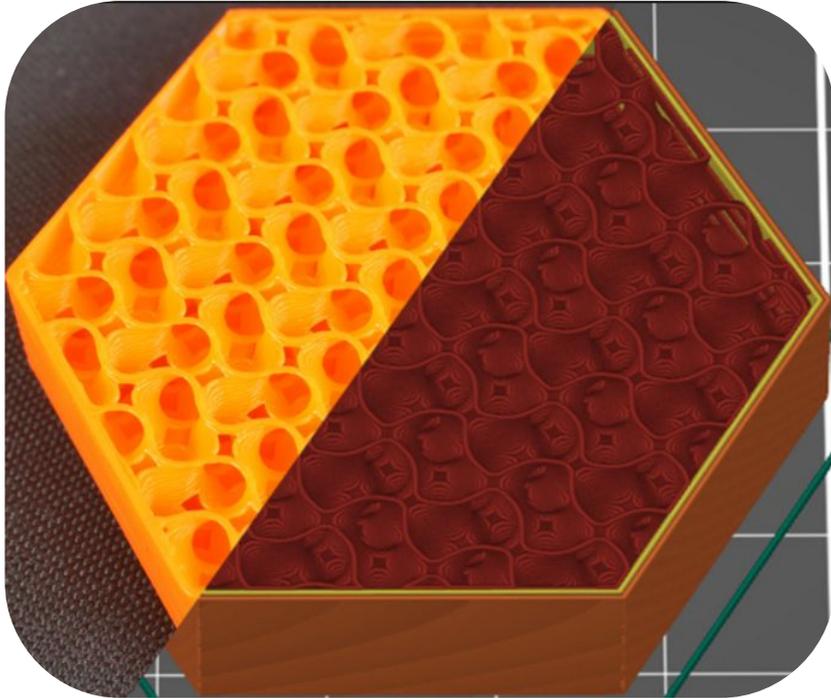


Honey comb

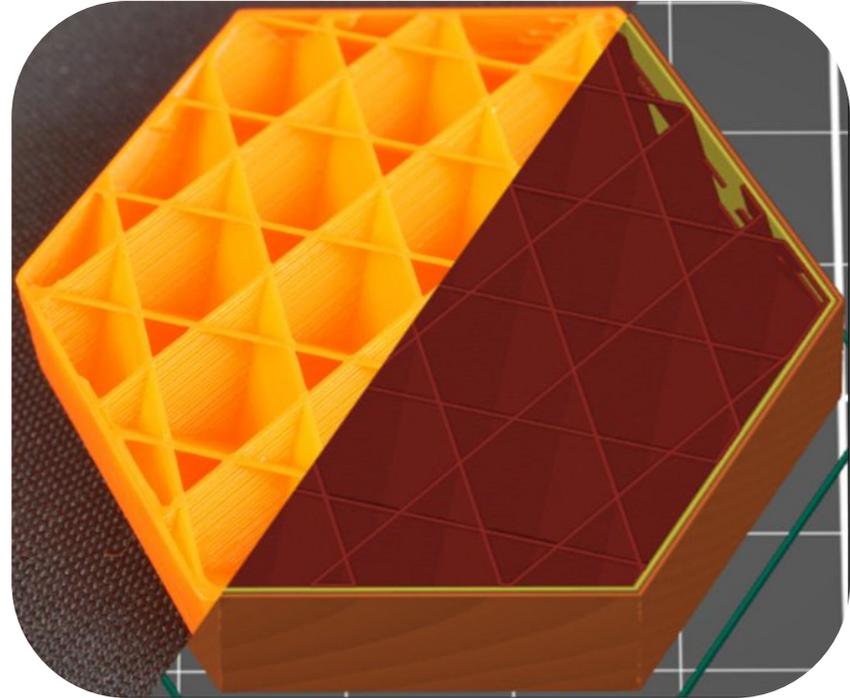


Mehr zum Slicer - Infill Pattern

Gyroid



Cubic



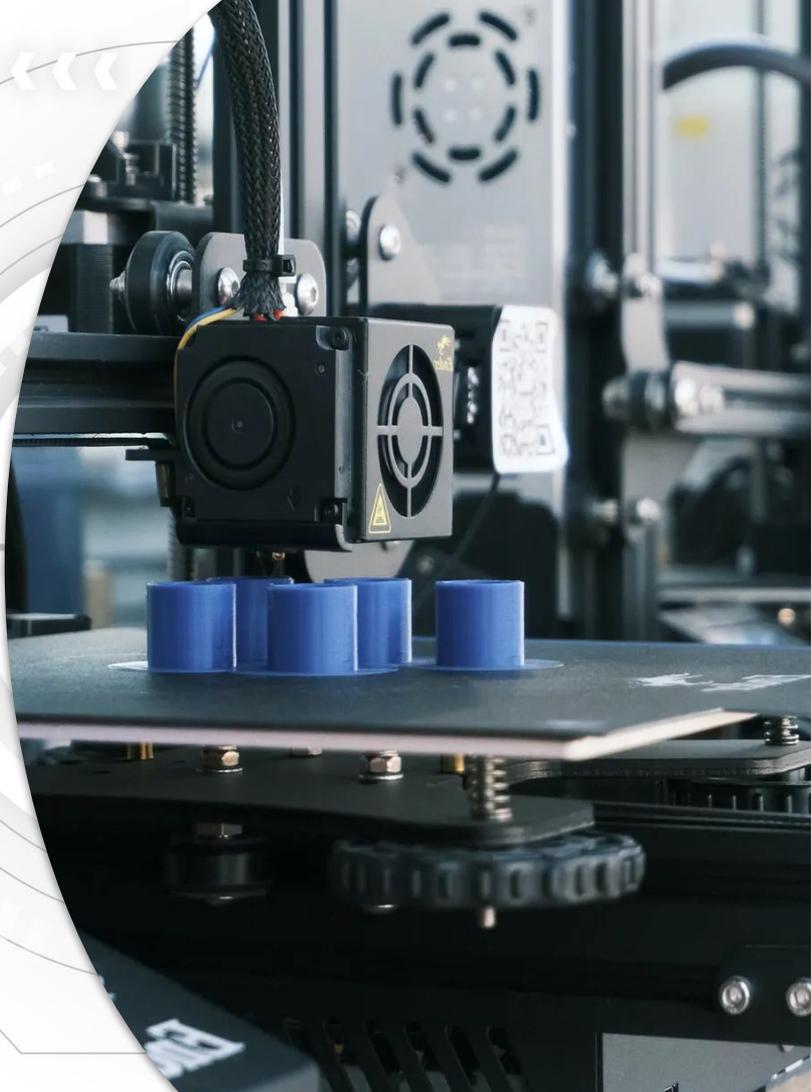
Zeit fürs Slicen und Drucken

Slice die Objekte, die du in Tinkercad entworfen hast.

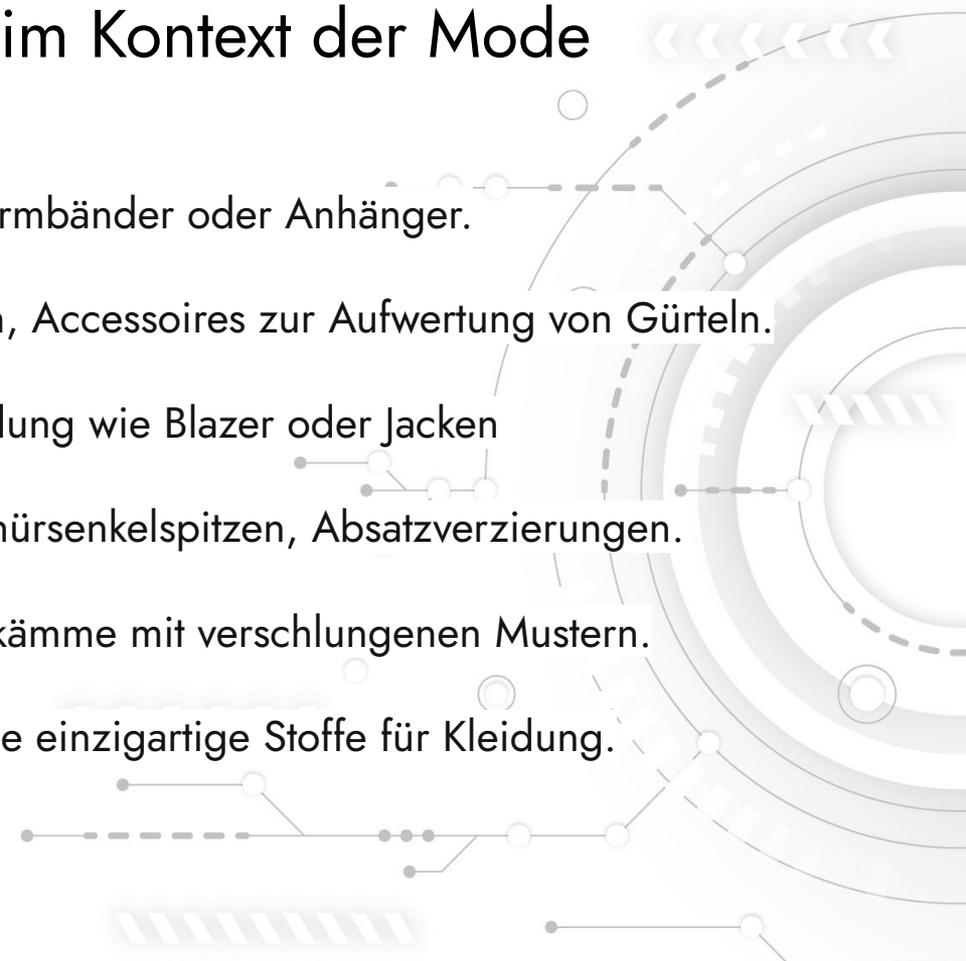


3D-Druck Materialien

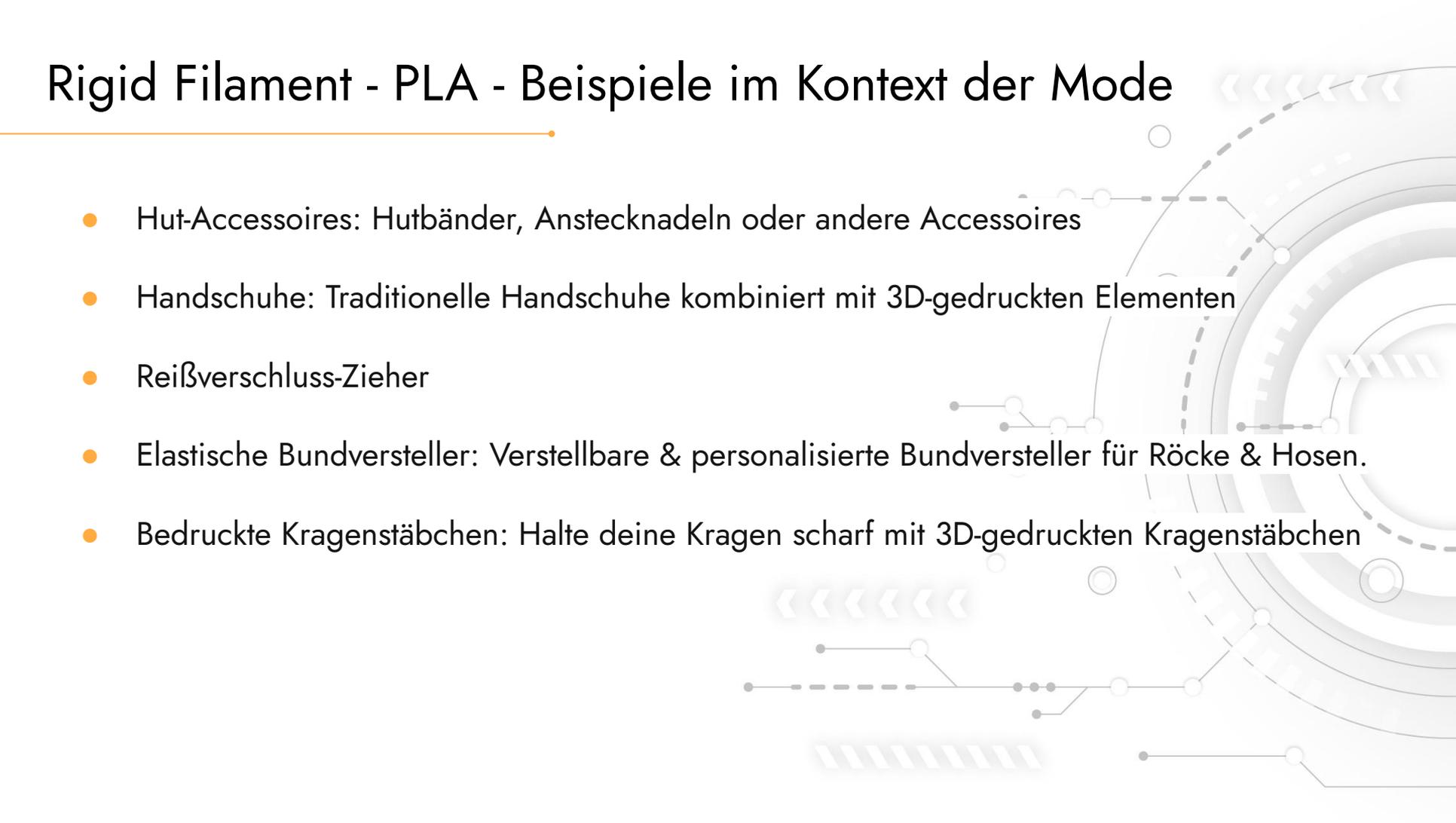
3D-Printing



Rigid Filament - PLA - Beispiele im Kontext der Mode

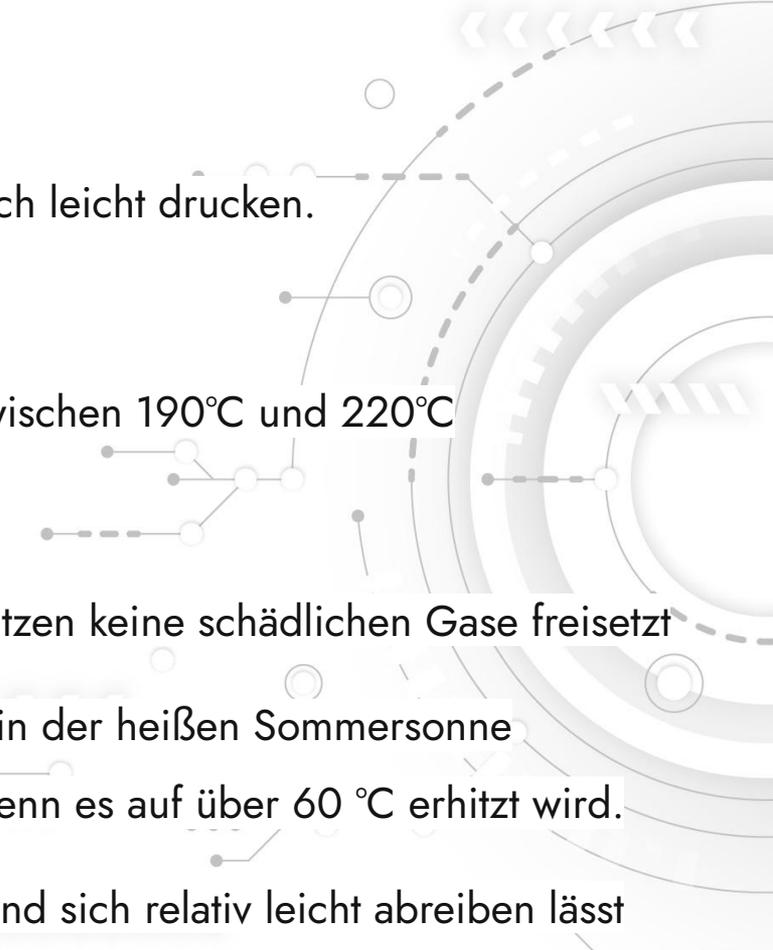
- Individueller Schmuck: Eigene Ohrringe, Armbänder oder Anhänger.
 - Gürtelzubehör: Individuelle Gürtelschnallen, Accessoires zur Aufwertung von Gürteln.
 - Modische Knöpfe: Stilvolle Knöpfe für Kleidung wie Blazer oder Jacken
 - Schuhaccessoires: Spitzenverschlüsse, Schnürsenkelspitzen, Absatzverzierungen.
 - Haar-Accessoires: Haarspangen oder Haarkämme mit verschlungenen Mustern.
 - Bedruckte Textilien und Stoffe: Entwerfen Sie einzigartige Stoffe für Kleidung.
- 

Rigid Filament - PLA - Beispiele im Kontext der Mode



- Hut-Accessoires: Hutbänder, Anstecknadeln oder andere Accessoires
- Handschuhe: Traditionelle Handschuhe kombiniert mit 3D-gedruckten Elementen
- Reißverschluss-Zieher
- Elastische Bundversteller: Verstellbare & personalisierte Bundversteller für Röcke & Hosen.
- Bedruckte Kragenstäbchen: Halte deine Kragen scharf mit 3D-gedruckten Kragenstäbchen

PLA - 3D-Druck-Eigenschaften

- Standard-PLA ist sehr beliebt im 3D-Druck und lässt sich leicht drucken.
 - Es ist in der Regel starr und verbiegt sich nicht
 - Die Drucktemperatur der Düse liegt normalerweise zwischen 190°C und 220°C
 - Die Druckbetttemperatur beträgt in der Regel 60 °C
 - Es ist keine Umhüllung erforderlich, da PLA beim Erhitzen keine schädlichen Gase freisetzt
 - Nicht für Außenanwendungen empfohlen, da es sich in der heißen Sommersonne verformen kann. PLA verformt sich und wird weich, wenn es auf über 60 °C erhitzt wird.
 - Nicht ideal für mechanische Teile, da nicht sehr hart und sich relativ leicht abreiben lässt
- 

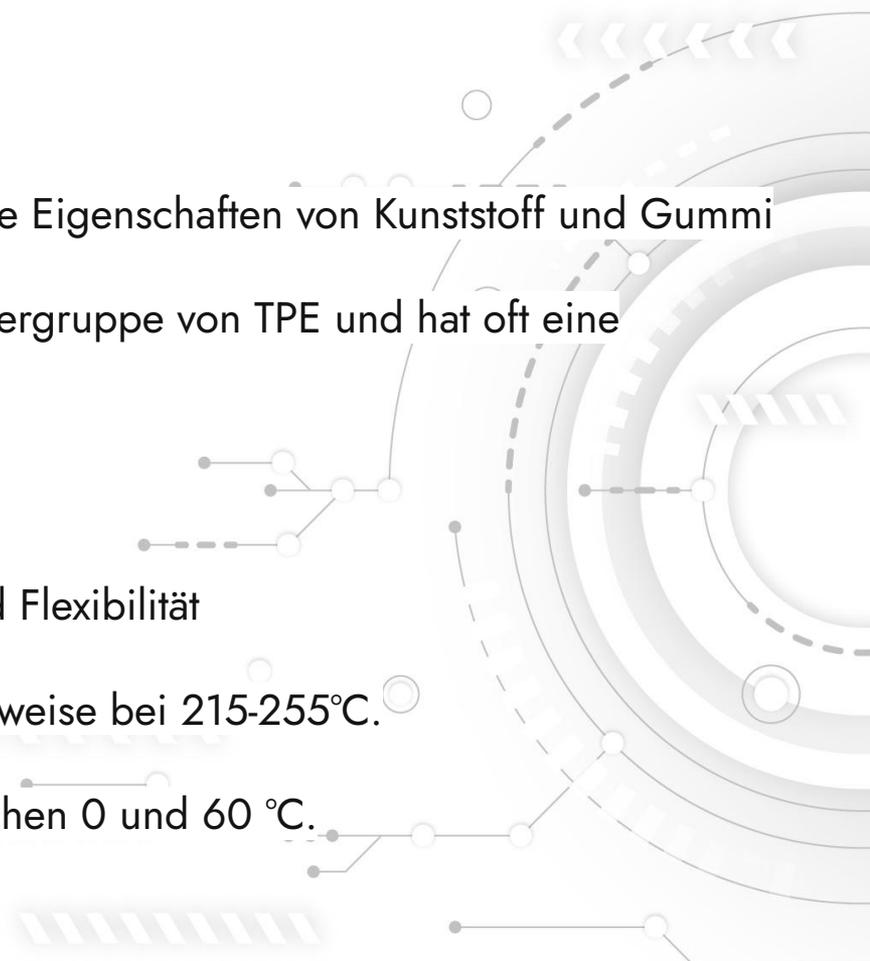
TPE , TPE - Flexible Filamente - Beispiele im Kontext der Mode

- Individueller Schmuck: Flexible Armbänder: Flexible und bequeme Armbänder, weiche Schmuckelemente, Halsketten oder Ohrringe, Armbänder ...
- Elastische Gürtel: Gürtel mit dehnbaren und flexiblen Eigenschaften
- Schuheinlagen: Individuelle Einlegesohlen, die sowohl Halt als auch Flexibilität bieten.
- Stirnbänder: Flexible Stirnbänder mit einzigartigen Designs für ein modisches Accessoire.
- Flexible Knöpfe: Knöpfe für Kleidungsverschlüsse, die sich weich und flexibel anfühlen.
- Haargummis: Dehnbare und stilvolle Haargummis oder -bänder.

TPE , TPE - Flexible Filamente - Beispiele im Kontext der Mode

- Bequeme BH-Träger: Flexible und bequeme BH-Träger
- Hutbänder: Hüte verschönern mit weichen und flexiblen Bändern für zusätzlichen Komfort.
- Handschuh Komponenten: Flexible Komponenten im Handschuhe
- Verstellbare Riemen: Verstellbaren und flexiblen Trägern für eine individuelle Passform.
- Gedruckte Textilmuster: Experimentieren Sie mit 3D-gedruckten Textilmustern für Kleidungsdesigns.
- Anpassbare Schnürsenkel: Bedrucken Sie Schnürsenkel mit TPE oder TPU für eine bequeme und flexible Alternative.

TPE , TPE - 3D-Druck-Eigenschaften

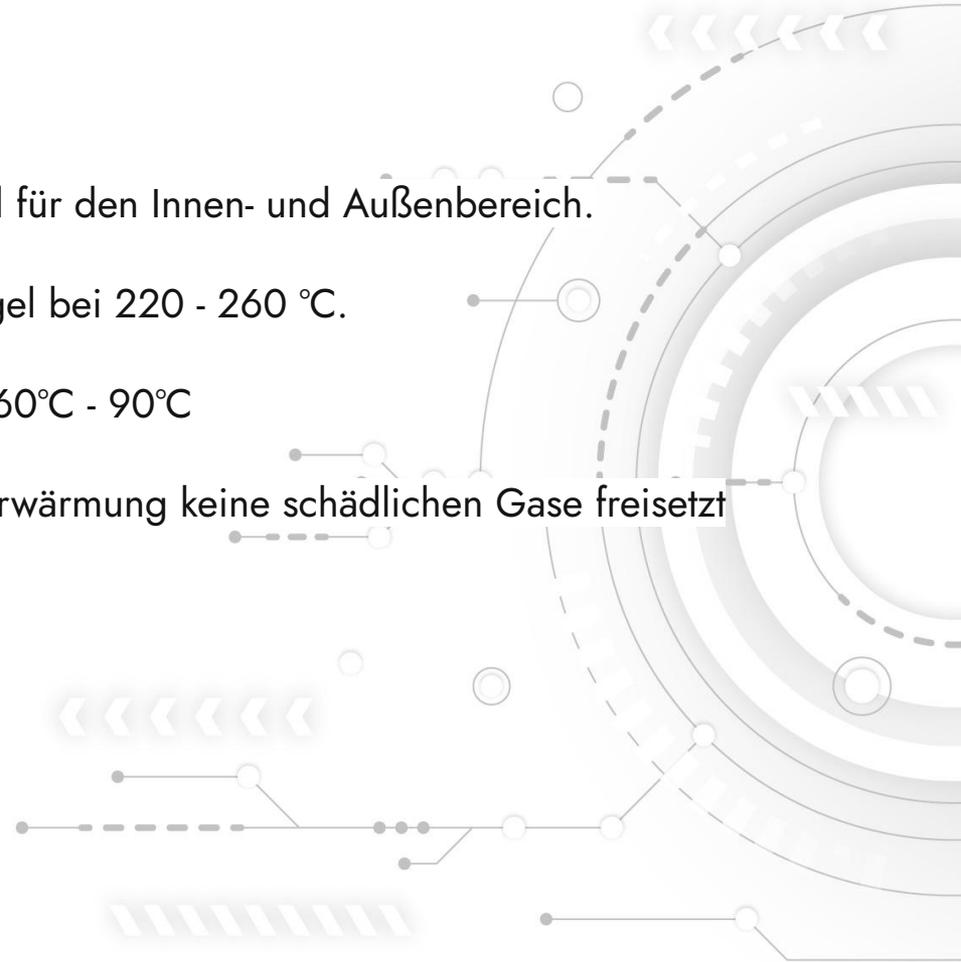
- TPE (Thermoplastisches Elastomer) kombiniert die Eigenschaften von Kunststoff und Gummi
 - TPU (Thermoplastisches Polyurethan) ist eine Untergruppe von TPE und hat oft eine gummiartige Oberfläche
 - TPU und TPE sind flexible 3D-Druckmaterialien
 - Sie haben unterschiedliche Härte/Weichheit und Flexibilität
 - Die Drucktemperatur an der Düse liegt normalerweise bei 215-255°C.
 - Die Druckbetttemperatur liegt in der Regel zwischen 0 und 60 °C.
- 

PET and PETG - 3D-Druck-Eigenschaften

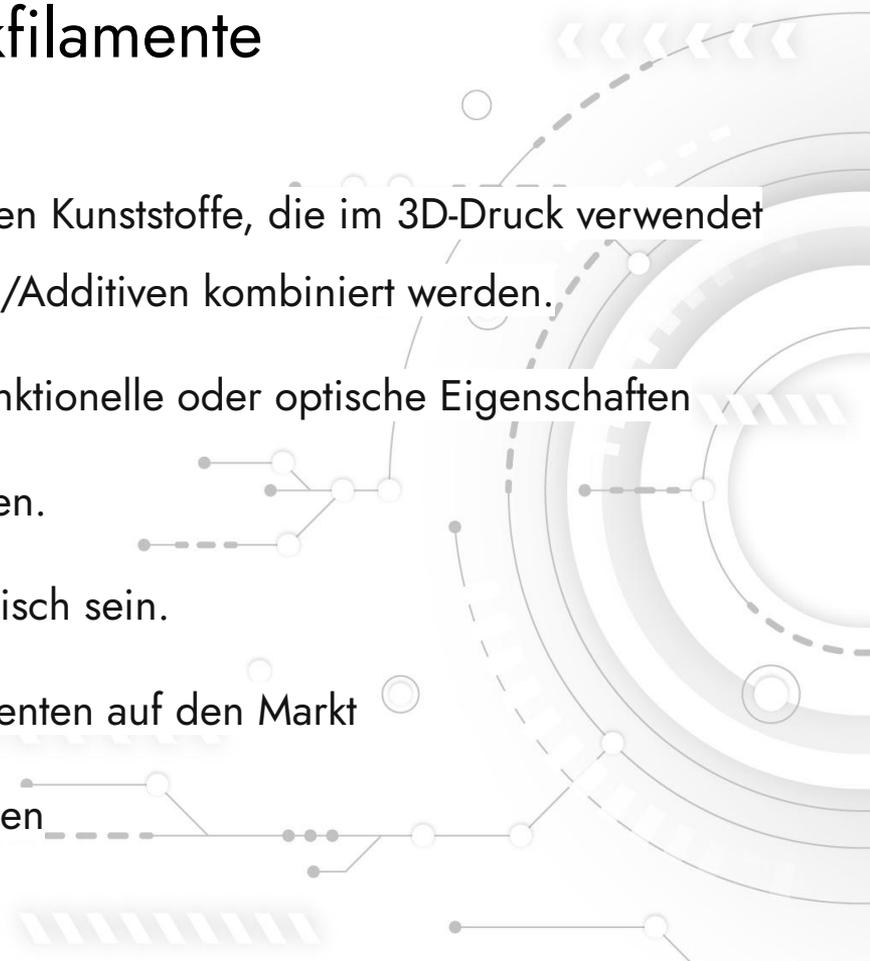
- PET (Polyethylenterephthalat) und PETG (Polyethylenterephthalatglykol) sind zwei Varianten desselben Polymers. Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften und Anwendungen:
- PET ist ein klarer, transparenter, farbloser und steifer Kunststoff.
- PET ist im 3D-Druck schwieriger zu verarbeiten, da es eine höhere Schmelztemperatur benötigt und die Haftung ein Problem darstellen kann.
- PETG enthält einen Zusatz von Glykol, der PETG flexibler und weniger spröde macht.
- PETG ist von Natur aus durchsichtig, hat oft ein leicht milchiges Aussehen
- PETG ist aufgrund der niedrigeren Schmelztemperatur und besseren Hafteigenschaften für den 3D-Druck beliebter. Es haftet gut, auch auf einem nicht erhitzten Druckbett.

PETG - 3D-Druck-Eigenschaften

- Besonders geeignet für mechanische Teile und für den Innen- und Außenbereich.
- Die Drucktemperatur der Düse liegt in der Regel bei 220 - 260 °C.
- Die Druckbetttemperatur beträgt in der Regel 60°C - 90°C
- Keine Einhausung erforderlich, da PETG bei Erwärmung keine schädlichen Gase freisetzt



Zusatzstoffe und spezielle 3D-Druckfilamente

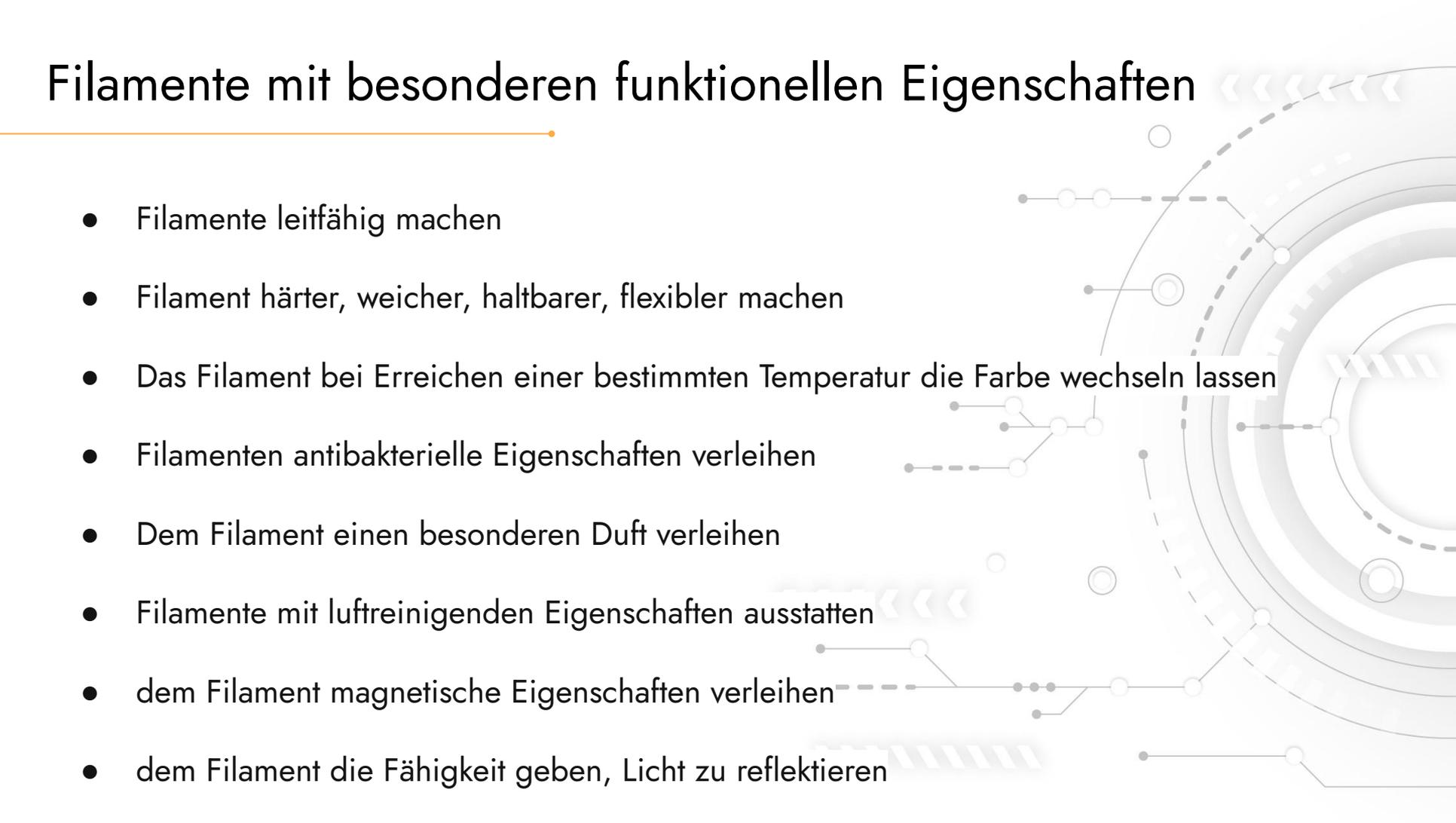
- PLA, TPE/ TPU/, PETG und alle anderen gängigen Kunststoffe, die im 3D-Druck verwendet werden, können mit verschiedenen Zusatzstoffen/Additiven kombiniert werden.
 - Additive verleihen den Filamenten besondere funktionelle oder optische Eigenschaften
 - Sie können die Wiederverwertbarkeit beeinflussen.
 - Zusatzstoffe können "organisch" und nicht organisch sein.
 - Alle paar Monate kommen neue Arten von Filamenten auf den Markt
 - Es wird viel Forschung zu diesem Thema betrieben
- 

Filamente mit besonderer Optik

- Zusatzstoffe zur Veränderung des Erscheinungsbildes
- Holzstil, Steinstil, Metallic-Stil, ...
- seidig glänzend oder glitzernd
- Im Dunkeln leuchten mit UV-Licht



Filamente mit besonderen funktionellen Eigenschaften



- Filamente leitfähig machen
- Filament härter, weicher, haltbarer, flexibler machen
- Das Filament bei Erreichen einer bestimmten Temperatur die Farbe wechseln lassen
- Filamenten antibakterielle Eigenschaften verleihen
- Dem Filament einen besonderen Duft verleihen
- Filamente mit luftreinigenden Eigenschaften ausstatten
- dem Filament magnetische Eigenschaften verleihen
- dem Filament die Fähigkeit geben, Licht zu reflektieren

Filamente mit Abfallverwertung

- Filament aus Abfällen von Olivenkernen
- Hergestellt aus Kaffee
- Hergestellt aus Abfällen vom Austernkonsum
- Hergestellt aus Muschelschalen
- Filament aus Plastikabfällen, altem Plastik

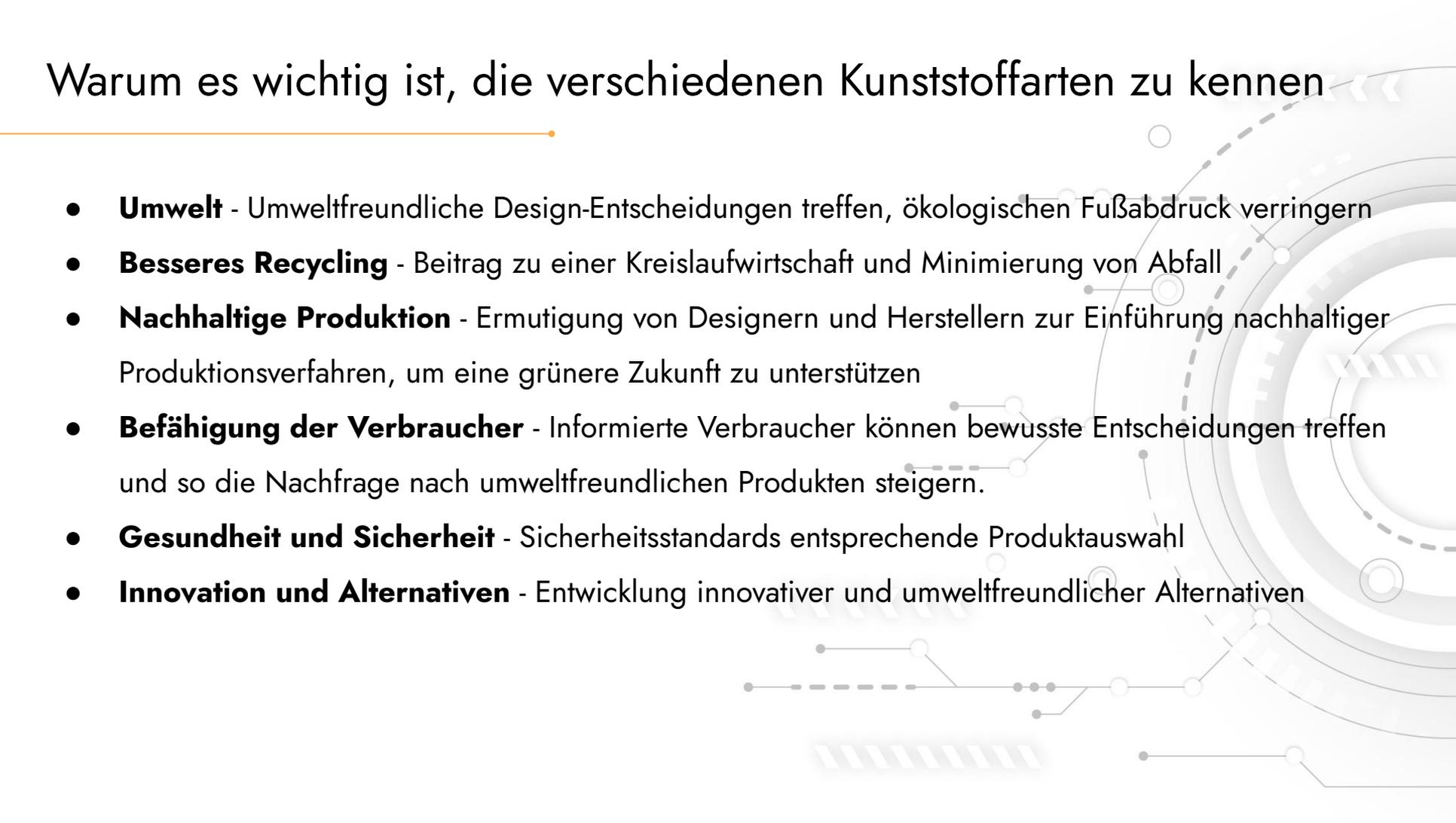


Gängige Kunststoffe

Nachhaltigkeit



Warum es wichtig ist, die verschiedenen Kunststoffarten zu kennen



- **Umwelt** - Umweltfreundliche Design-Entscheidungen treffen, ökologischen Fußabdruck verringern
- **Besseres Recycling** - Beitrag zu einer Kreislaufwirtschaft und Minimierung von Abfall
- **Nachhaltige Produktion** - Ermutigung von Designern und Herstellern zur Einführung nachhaltiger Produktionsverfahren, um eine grünere Zukunft zu unterstützen
- **Befähigung der Verbraucher** - Informierte Verbraucher können bewusste Entscheidungen treffen und so die Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten steigern.
- **Gesundheit und Sicherheit** - Sicherheitsstandards entsprechende Produktauswahl
- **Innovation und Alternativen** - Entwicklung innovativer und umweltfreundlicher Alternativen

Kategorisierung von Kunststoffen

Kunststoffe werden kategorisiert nach 7 "Identifikationsnummern" oder "Harz-Identifikationscode"



PETE

HDPE

PVC

LDPE

PP

PS

OTHER

Polyethylene
Terephthalate

High Density
Polyethylene

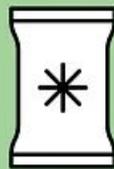
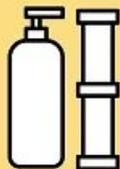
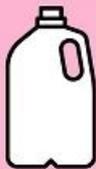
Polyvinyl
Chloride

Low Density
Polyethylene

Polypropylene

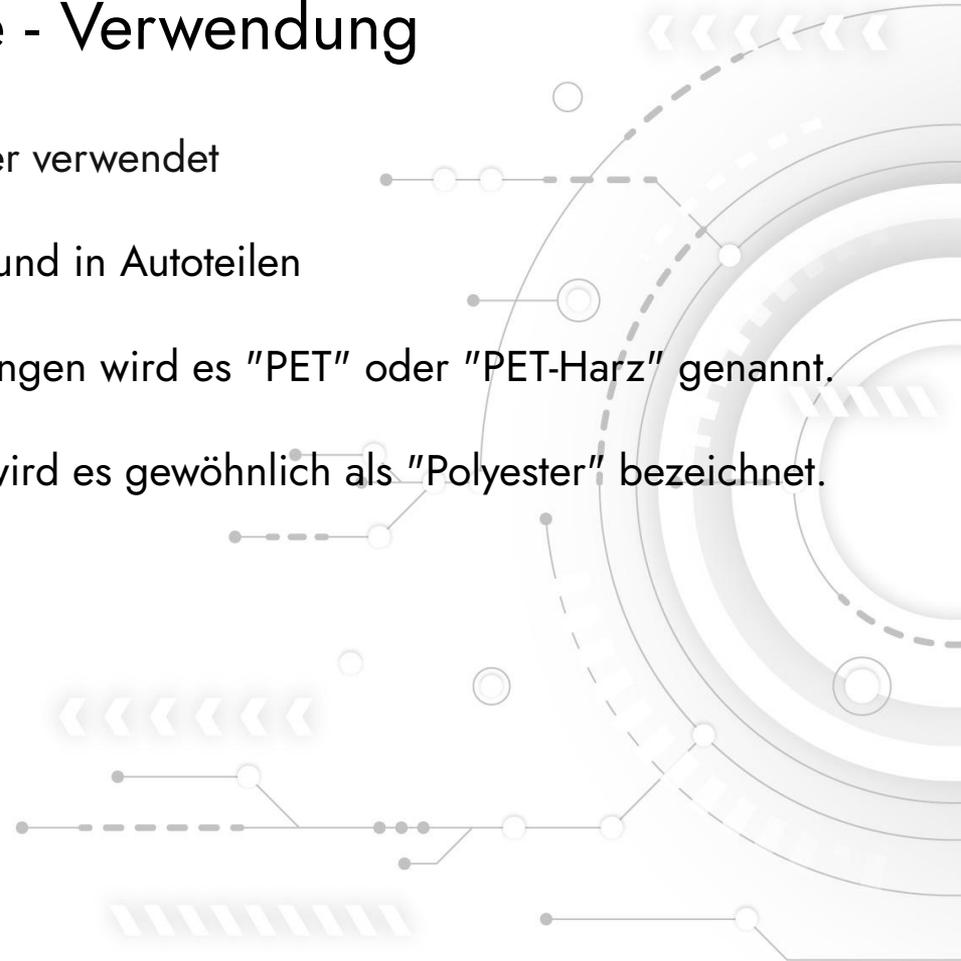
Polystyrene

Other



1. PET - Polyethylene Terephthalate - Verwendung

- Für Getränkeflaschen & Lebensmittelbehälter verwendet
- PET auch in Kosmetikbehältern, PET-Seilen und in Autoteilen
- Bei Verwendung für Behälter und Verpackungen wird es "PET" oder "PET-Harz" genannt.
- Zur Herstellung von Stoffen oder Gewebe wird es gewöhnlich als "Polyester" bezeichnet.



1. PET - Polyethylene Terephthalate

PET als Flaschen



1. PET - Polyethylene Terephthalate

PET als Polyester-Knoll

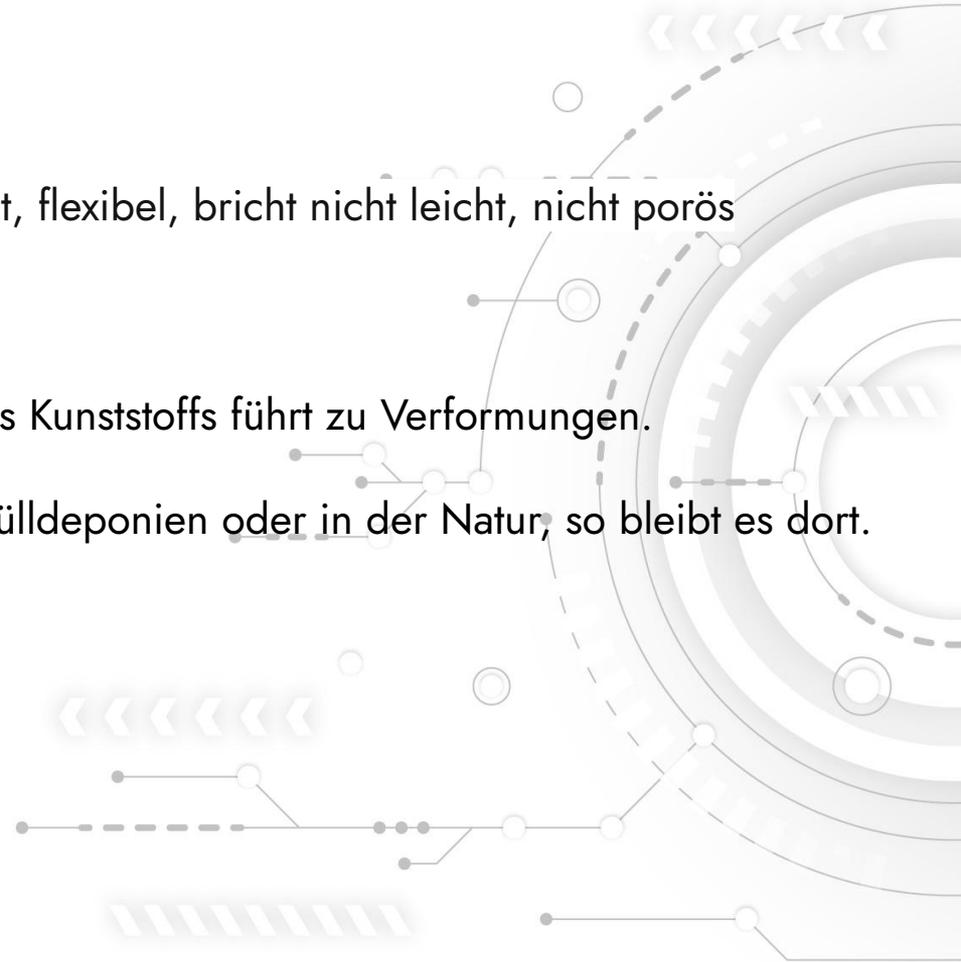


PET als Polyester-Stoff



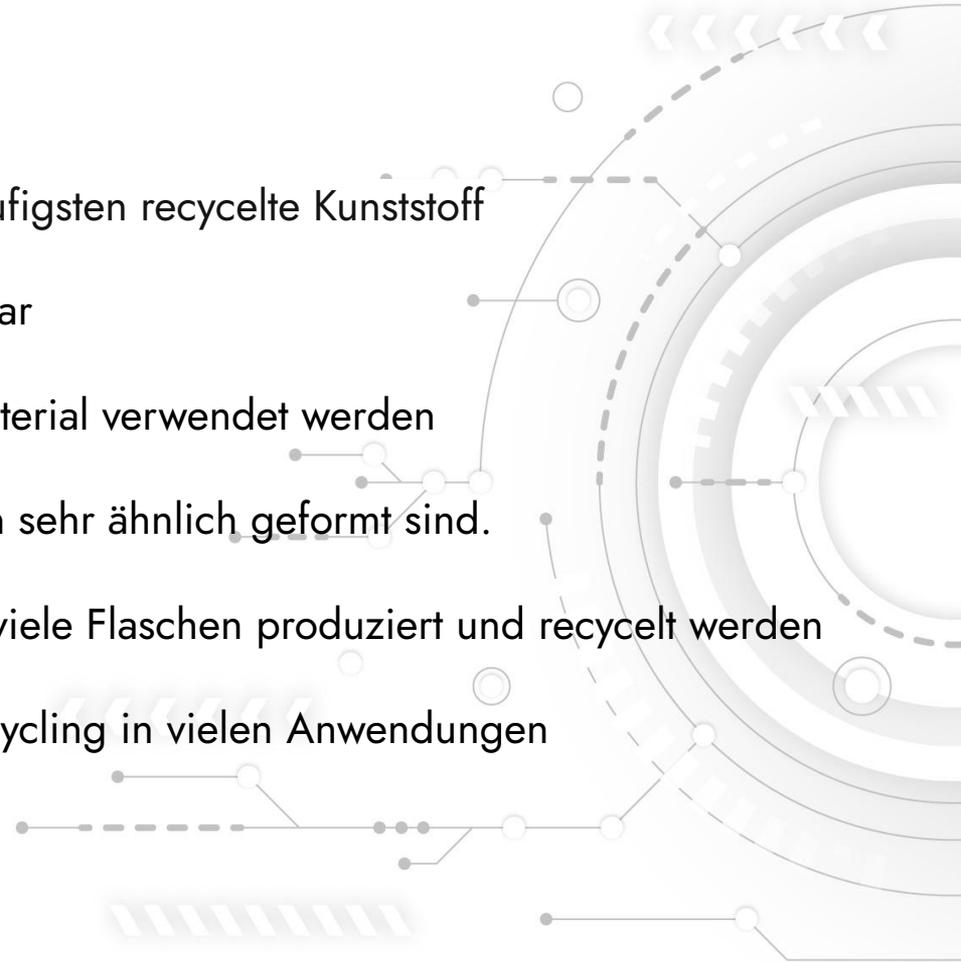
1.PET - Eigenschaften

- Hohes Festigkeits-/Gewichtsverhältnis, leicht, flexibel, bricht nicht leicht, nicht porös
- Sehr widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit.
- Geringe Hitzetoleranz, Kochen/Erhitzen des Kunststoffes führt zu Verformungen.
- Biologisch nicht abbaubar. Landet es auf Mülldeponien oder in der Natur, so bleibt es dort.
- Entflammbar
- Kann oxidieren



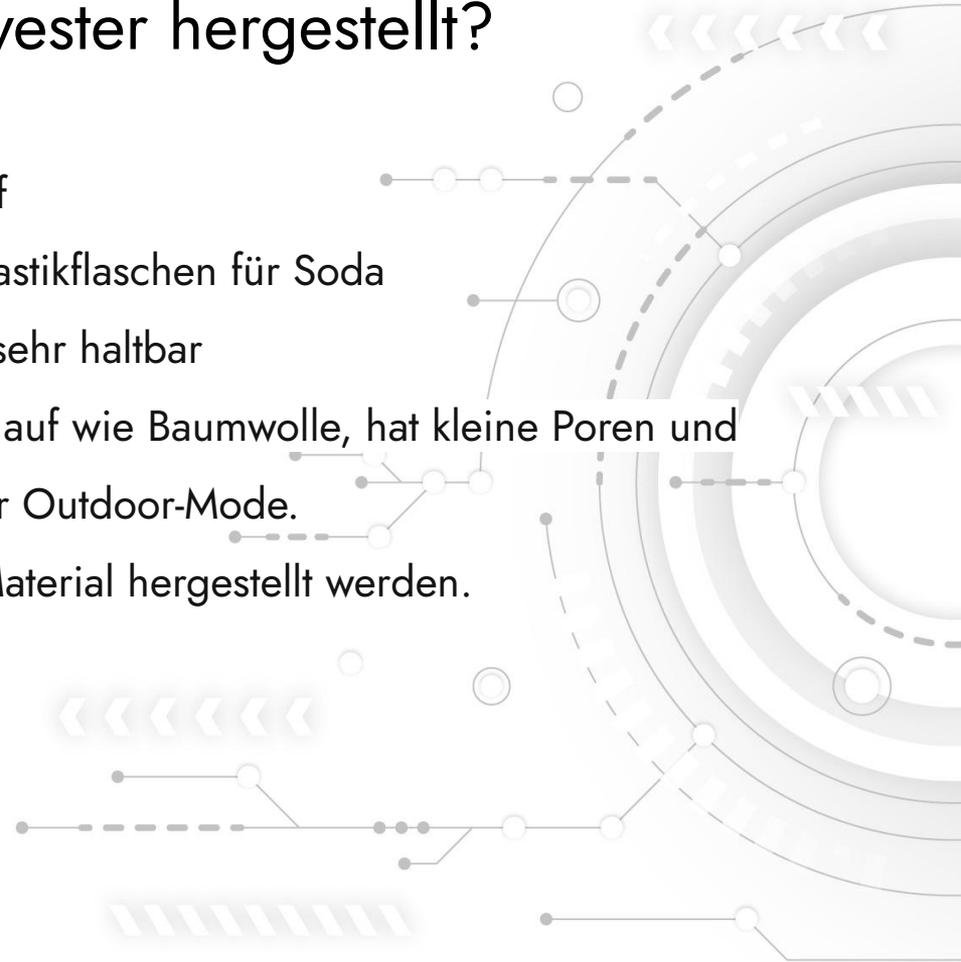
1.PET - Recycling

- Recyclingquote von 30 %, ist es der am häufigsten recycelte Kunststoff
- Leicht waschbar, zerlegbar, gut umwandelbar
- Kann ähnlich wie das ursprüngliche Neumaterial verwendet werden
- Relativ einfach zu recyceln, da alle Flaschen sehr ähnlich geformt sind.
- Gleichmäßiger Materialfluss, da jeden Tag viele Flaschen produziert und recycelt werden
- Transparents macht PET wertvoll für das Recycling in vielen Anwendungen



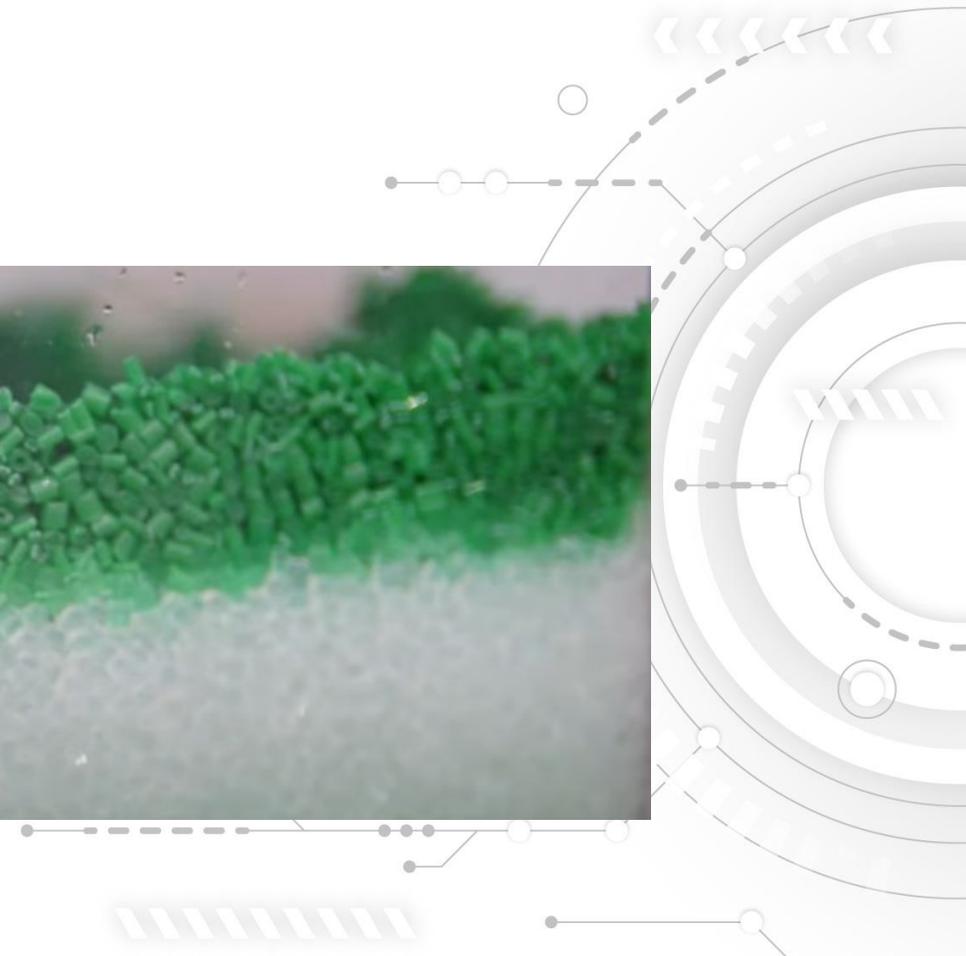
Was ist Polyester - Wie wird Polyester hergestellt?

- Künstlich hergestelltes Gewebe aus Kunststoff
- p-e-t- Polyethylenterephthalat - wie bei den Plastikflaschen für Soda
- Polyester hat viele Vorteile, es hält lange, ist sehr haltbar
- Es nimmt Wasser und Schweiß nicht so stark auf wie Baumwolle, hat kleine Poren und kann Wasser vom Körper weggleiten - ideal für Outdoor-Mode.
- Polyester kann aus recyceltem oder neuem Material hergestellt werden.



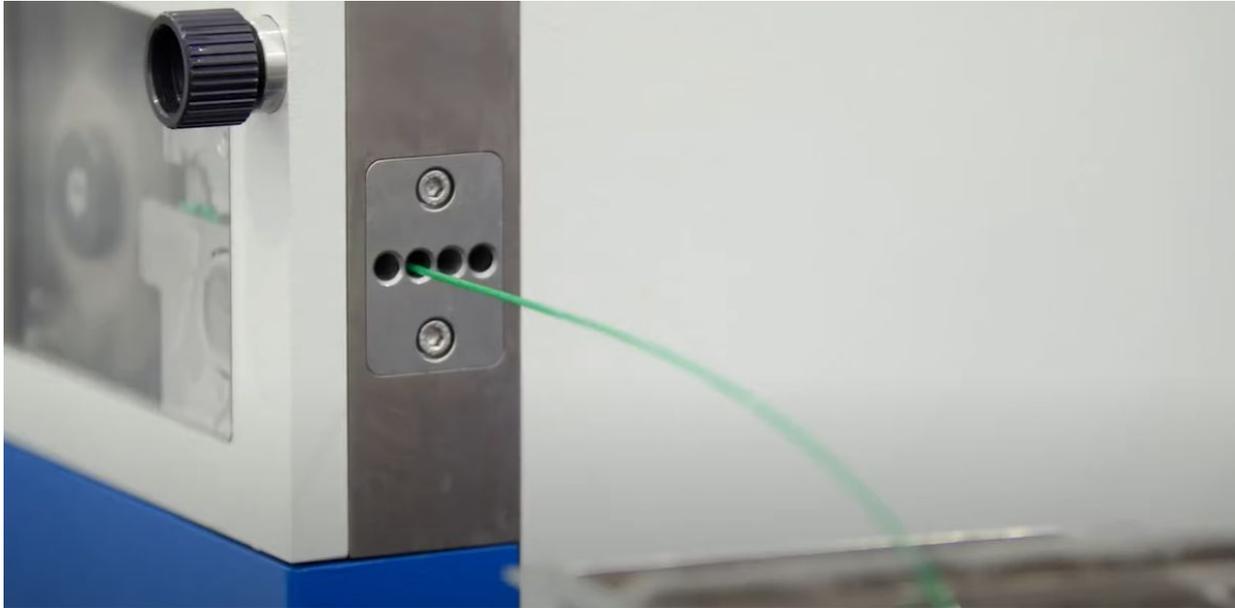
Es beginnt mit Pellets

PET-Pellets (Granulat) werden zusammengesetzt



daraus werden lange Stränge

... man nennt dies Extrusion Molding



dann zu kleinen Fäden und später zu langen Fäden verflochten

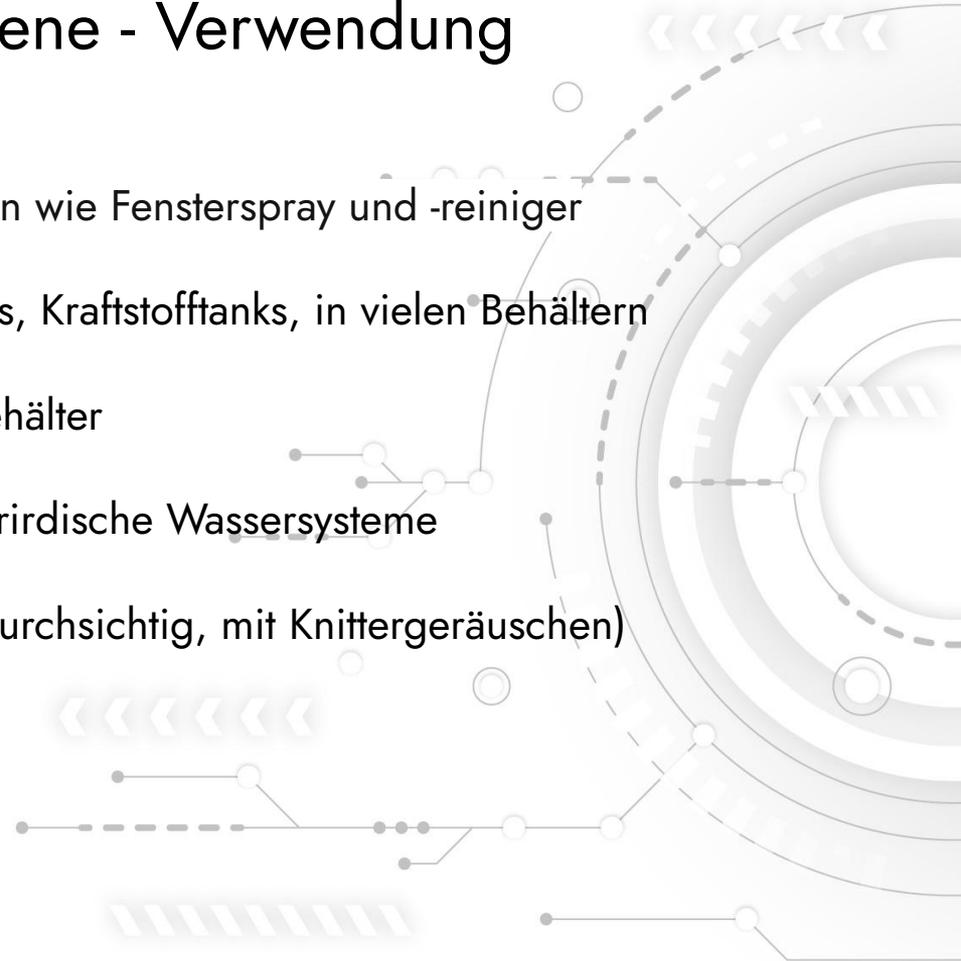


Es wird dann zu Garn für die Weiterverarbeitung



2.HDPE - High density polyethylene - Verwendung

- Häufig in Behältern für Haushaltschemikalien wie Fensterspray und -reiniger
- Verwendung im Freien, z.B. für Wassertanks, Kraftstofftanks, in vielen Behältern
- Autohersteller verwenden es für Kraftstoffbehälter
- Für Plastikstühle, Lebensmittelbehälter, unterirdische Wassersysteme
- Für Einkaufstaschen (größere Tüten, nicht durchsichtig, mit Knittergeräuschen)



2.HDPE

HDPE Kanister



HDPE Tüten



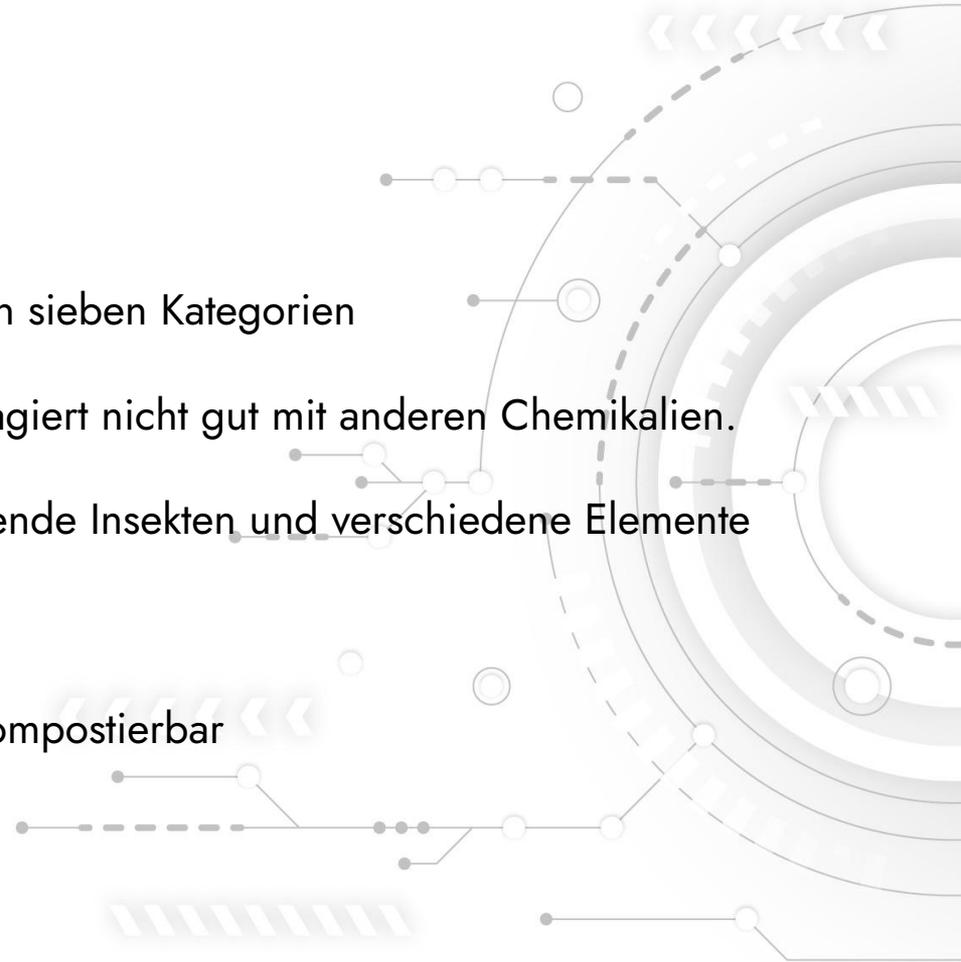
2.HDPE

HDPE Rohre



2.HDPE - Eigenschaften

- Günstig in der Herstellung
- Einer der vielseitigsten Kunststoffe unter den sieben Kategorien
- Gute Haltbarkeit, chemikalienbeständig, reagiert nicht gut mit anderen Chemikalien.
- Widerstandsfähig gegen Schimmel, verrottende Insekten, und verschiedene Elemente
- Entflammbar
- Praktisch nicht biologisch abbaubar oder kompostierbar



2.HDPE - Recycling

- Im Vergleich zu anderen Kunststoffen relativ leicht zu recyceln
- Die Recyclingquote liegt bei rund 25 %, aber das hängt vom jeweiligen Land ab



3.PVC - Polyvinyl chloride - Verwendung

- Verwendet für Sanitärbedarf wie Rohrleitungen, Baubereich, Türrahmen, **Fensterrahmen**
- Andere Beispiele:
 - für Schlauchboote
 - elektrische Kabelisolierung
 - Kunstleder
 - unter den Fußbodenbrettern, Bodenbelag und Regenrinnen
 - in Kreditkarten



3.PVC

PVC für Rohre



PVC Bodenbelag

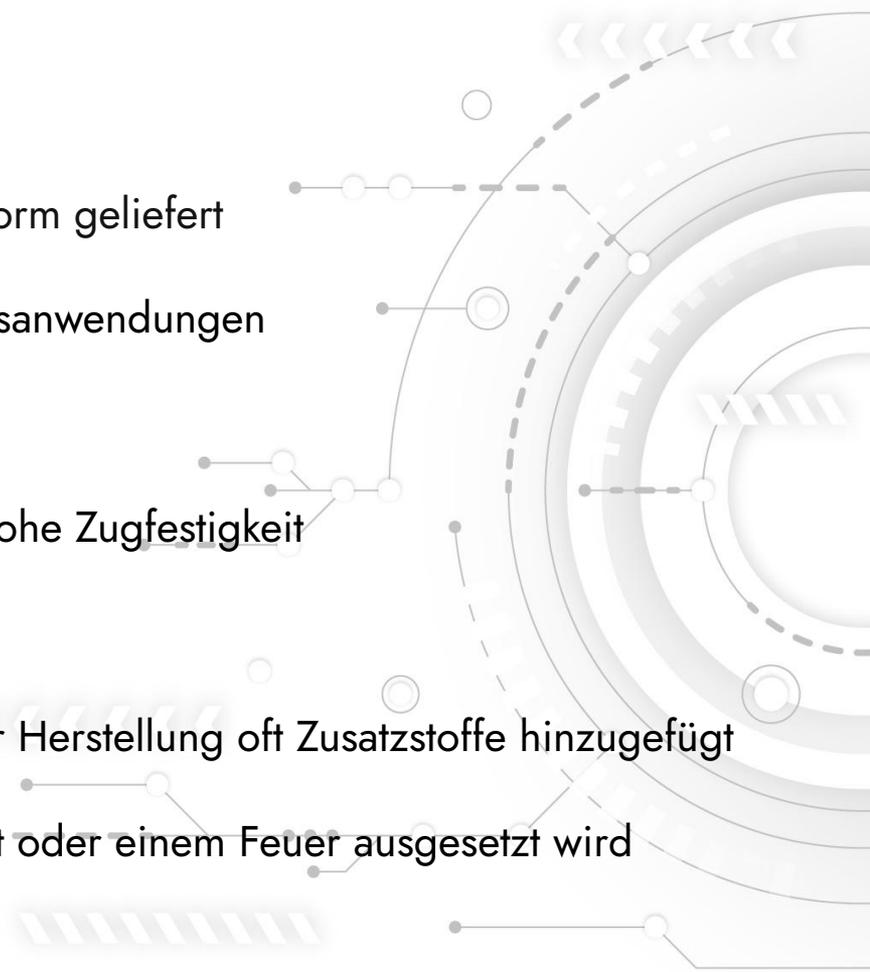


PVC Kreditkarten



3.PVC - Eigenschaften

- Es wird normalerweise in flexibler oder starrer Form geliefert
- Stark, sehr gut geeignet für alle Arten von Schiffsanwendungen
- Relativ billig und zugänglich
- Dicht und sehr widerstandsfähig gegen Stöße, hohe Zugfestigkeit
- Sehr beständig gegen Chemikalien und Alkalien
- Schlechte Hitzestabilität, deshalb werden bei der Herstellung oft Zusatzstoffe hinzugefügt
- Es gibt sehr giftige Dämpfe ab, wenn es schmilzt oder einem Feuer ausgesetzt wird



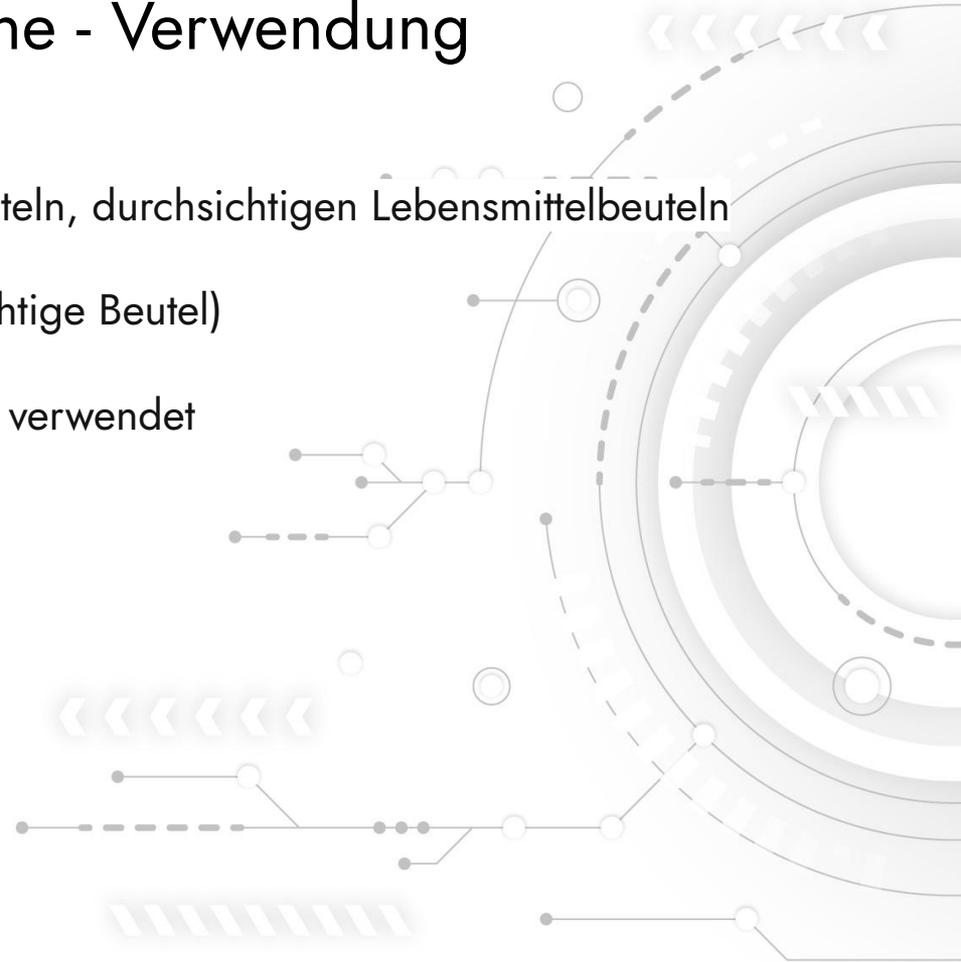
3.PVC - Recycling

- Selten recycelt (je nach Land unter 1 %), weil beispielsweise
 - Rohre sich zersetzen und es ist schwierig, minderwertige Kunststoffe zu recyceln.
- Seine schmelzenden, toxischen Eigenschaften erschweren das Recycling ebenfalls
- Die Beschaffenheit von PVC ist für das Recycling nicht so gut geeignet



4.LDPE - Low density polyethylene - Verwendung

- meist verwendet in Plastiktüten, Zip-Log-Beuteln, durchsichtigen Lebensmittelbeuteln
- oft in Geschäften erhältlich, kleine durchsichtige Beutel)
- häufig in Verpackungen wie Luftpolsterfolie verwendet



4.LDPE

Luftpolsterfolie



Plastiktüten



4.LDPE - Eigenschaften

- Weich, flexibel
- Günstig in der Herstellung
- Niedriger Schmelzpunkt im Vergleich zu HDPE



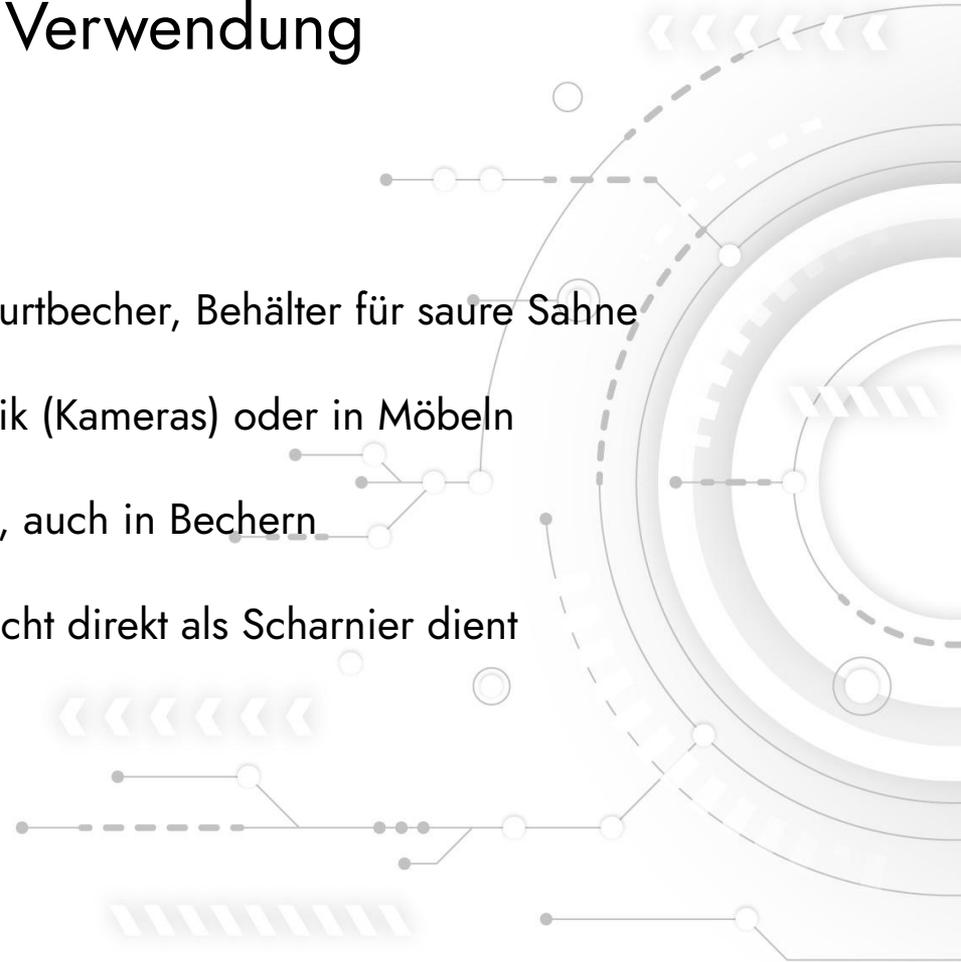
4.LDPE - Recycling

- Hat eine niedrige Recyclingrate, viele Städte nehmen es nicht zum Recycling an
- Schwer zu sortieren, da z.B. HDPE und LDPE beide für ...Tüten, ... verwendet werden



5.PP - Polypropylene (Polypro) - Verwendung

- Für Einwegbehälter wie
 - Lebensmittelbehälter, Butterdose, Joghurtbecher, Behälter für saure Sahne
- Oft Teil größerer Gegenstände wie Elektronik (Kameras) oder in Möbeln
- In kosmetischen Anwendungen, Griffleisten, auch in Bechern
- Dinge, bei denen eine dünne Kunststoffschicht direkt als Scharnier dient
- In Autoteilen



5.PP

- PP Joghurtbecher

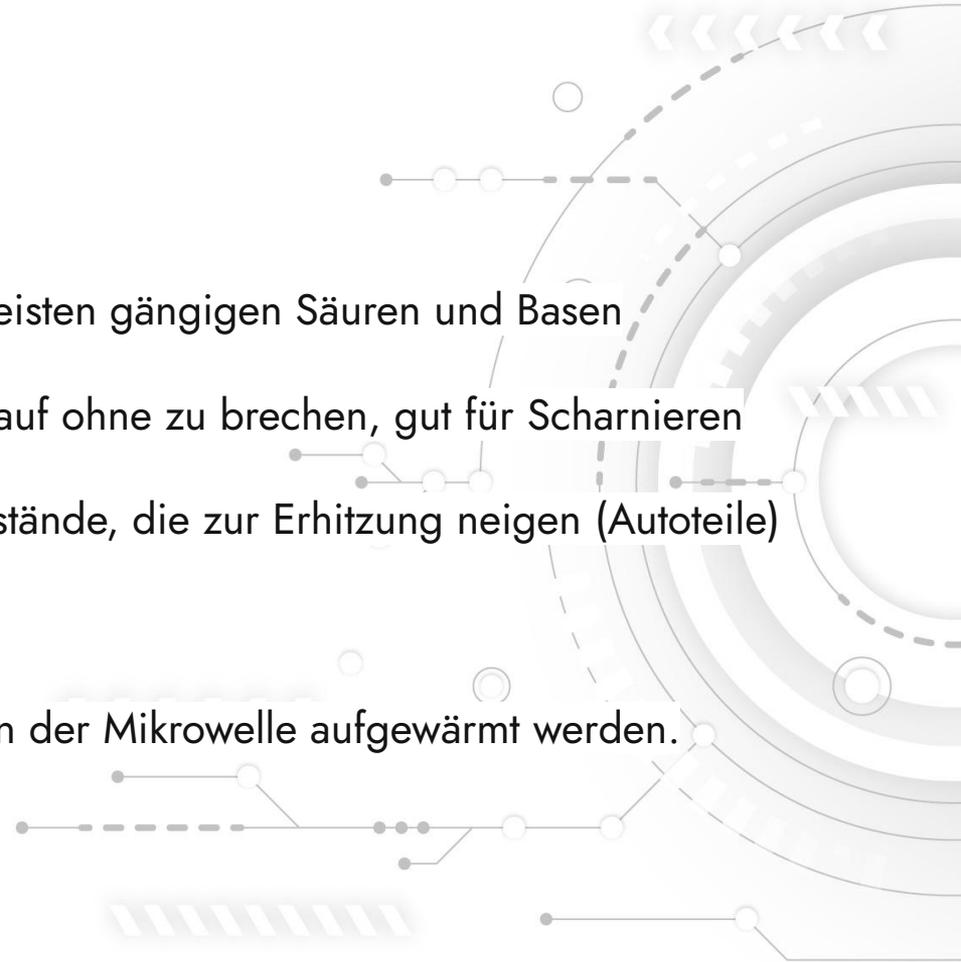


- PP Motorabdeckung



5.PP - Eigenschaften

- Sehr stark
- gute chemische Beständigkeit gegen die meisten gängigen Säuren und Basen
- Nicht spröde, gut biegsam, auch im Zeitverlauf ohne zu brechen, gut für Scharnieren
- hohe Hitzetoleranz, verwendbar für Gegenstände, die zur Erhitzung neigen (Autoteile)
- Für Anwendungen bei kalten Temperaturen
- Das Material ist lebensmittelecht und kann in der Mikrowelle aufgewärmt werden.

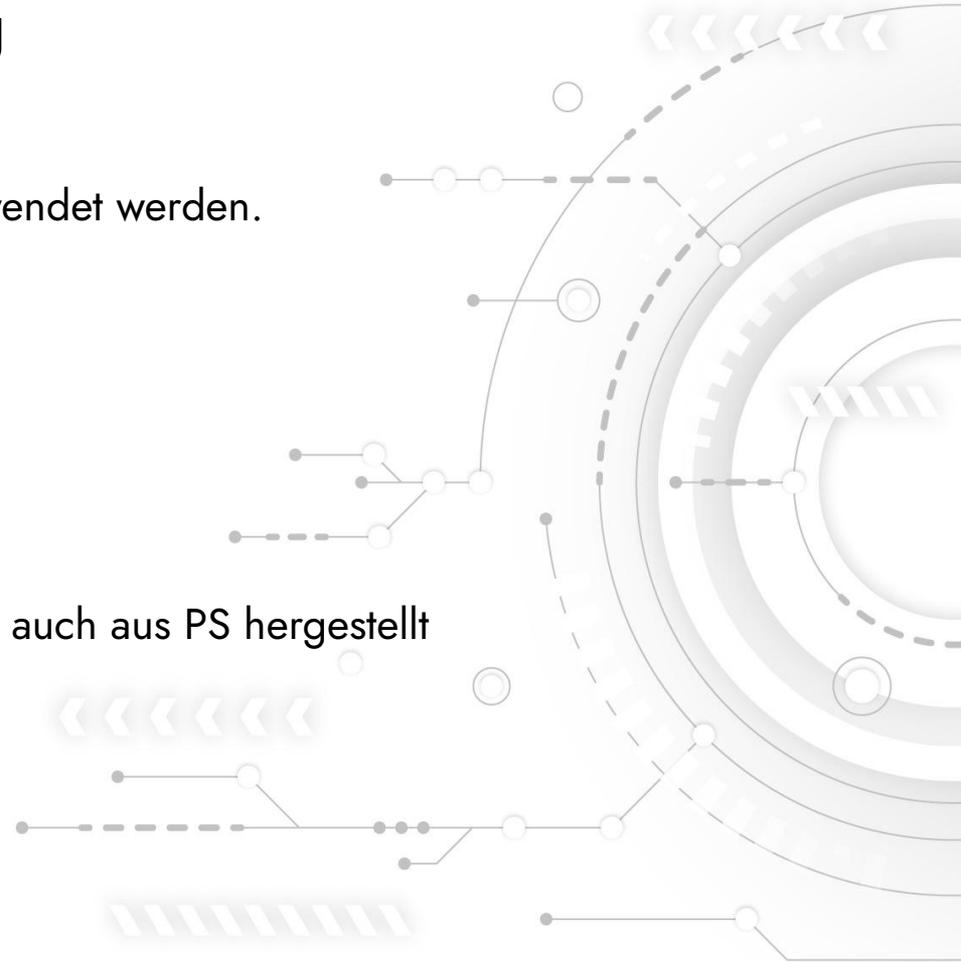


5.PP - Recycling

- Die Wiederverwertungsquote liegt bei 2-5 %.
- Schwer zu reinigen, wenn Lebensmittel im Inneren verrottet sind, Moleküle bleiben im Inneren und riechen, für "neuen" Becher wäre eine sehr intensive (molekulare) Reinigung nötig
- Viele vers. Formen und Teile machen es wirtschaftlich zu trennen und zu recyceln schwierig
- Im Vergleich zum Recycling von PET-Flaschen gibt es nicht so viel Infrastruktur für das Recycling
- Theoretisch leicht zu recyceln, in der Praxis aber schwierig wegen der Sortierung
- "Gut Recyclebar" bedeutet nicht, dass es auch wirtschaftlich getrennt und recycelt werden kann.

6.PS - Polystyrene - Verwendung

- Kann in einer harten Form für Behälter verwendet werden.
- Im Allgemeinen aber als Styropor bekannt
- Verwendet für Becher, Lebensmittelbehälter
- Verpackungen
- Einige schwimmende Gegenstände werden auch aus PS hergestellt



6.PS - Polystyrene - Verwendung

In harter Form für Behälter



Meistens in weicher Form als Styropor



6.PS - Eigenschaften

- Einer der schlechtesten Kunststoffe für die Umwelt
- Extrem spröde
- Es entsteht eine Menge Mikroplastik
- Schwer zu reinigen



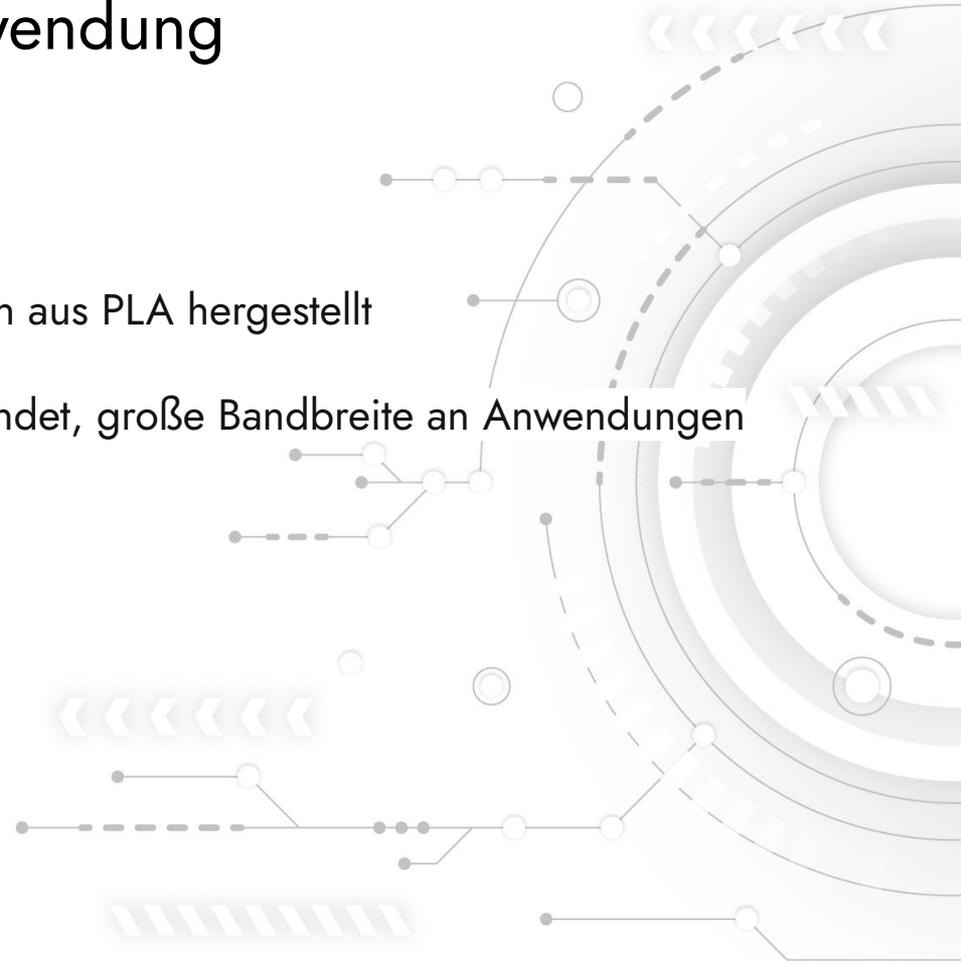
6.PS - Recycling

- Sehr schwierig, es wirtschaftlich zu recyceln
- Erfordert eine sehr spezielle Recyclinganlage, die es annimmt
- Wird oft nicht recycelt



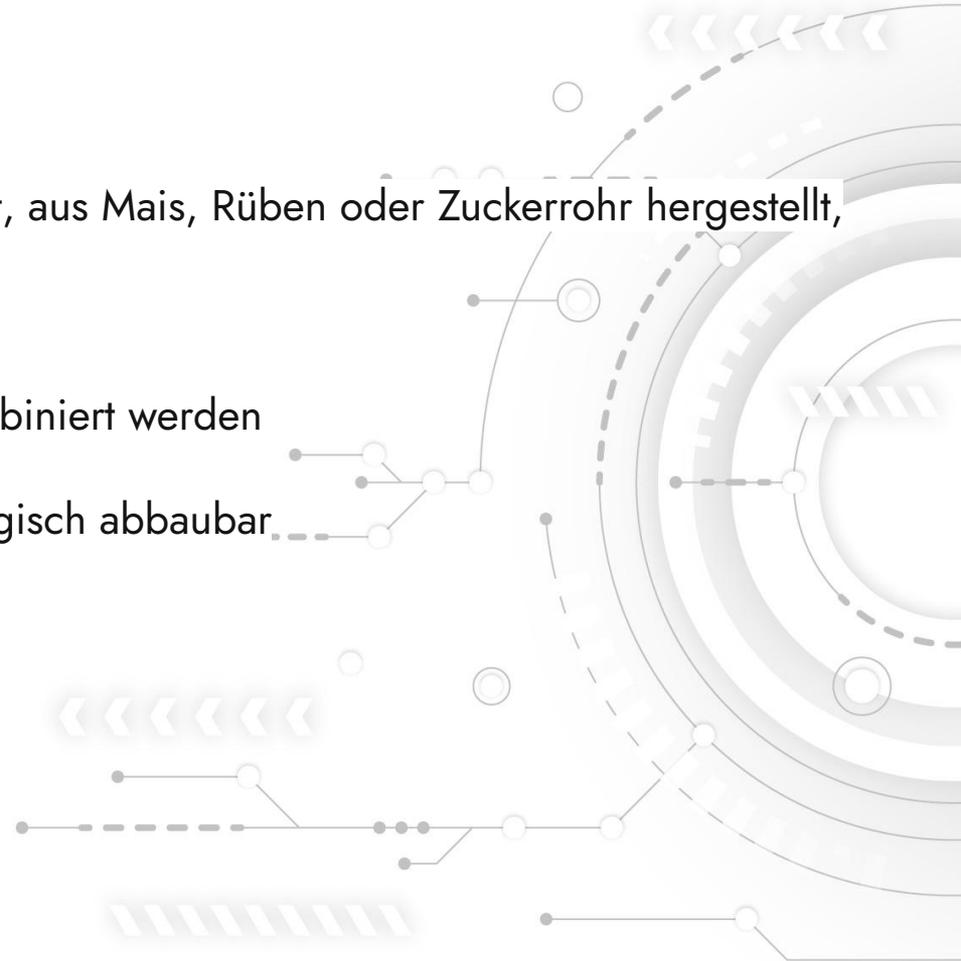
7.Other: PLA - Polylactide - Verwendung

- Sehr verbreitet beim 3D-Druck
- die meisten 3D-gedruckten Produkte werden aus PLA hergestellt
- häufig für vers. medizinische Geräte verwendet, große Bandbreite an Anwendungen



7.Other: PLA - Eigenschaften

- Wird als die "grüne Alternative" bezeichnet, aus Mais, Rüben oder Zuckerrohr hergestellt,
- Es ist stark
- kann mit anderen Materialien wie Hanf kombiniert werden
- Theoretisch 100% kompostierbar und biologisch abbaubar.



7.Other: PLA - Recycling

- Geringes Recycling- und Kompostierbarkeit, da sie mit "anderen Kunststoffen" gruppiert sind und praktisch mit anderen Kunststoffen vermischt werden.
- 100% biologisch abbaubar bedeutet nicht, dass dies auf natürliche Weise geschieht. Spezielle Kompostieranlage mit hohen Temperaturen und speziellen Bakterien notwendig. Aber! Es wird viel geforscht und neue einfachere Verfahren sind bald marktreif.
- Wenn die Stadt über eine geeignete Kompostieranlage und eine Sortieranlage verfügt, kann es richtig kompostiert werden. Oft wird es jedoch in "normalen" Recyclinganlagen entsorgt und dann auf einer Deponie entsorgt oder verbrannt.
- Debatte darüber: Mais nicht besser für den Verbrauch und nicht für die Herstellung von Plastik?

7.Other: ABS - Acrylnitril-Butadien-Styrol - Verwendung

- Verwendet für LEGO-Bausteine
- Findet auch Verwendung im Auto und im Bauwesen

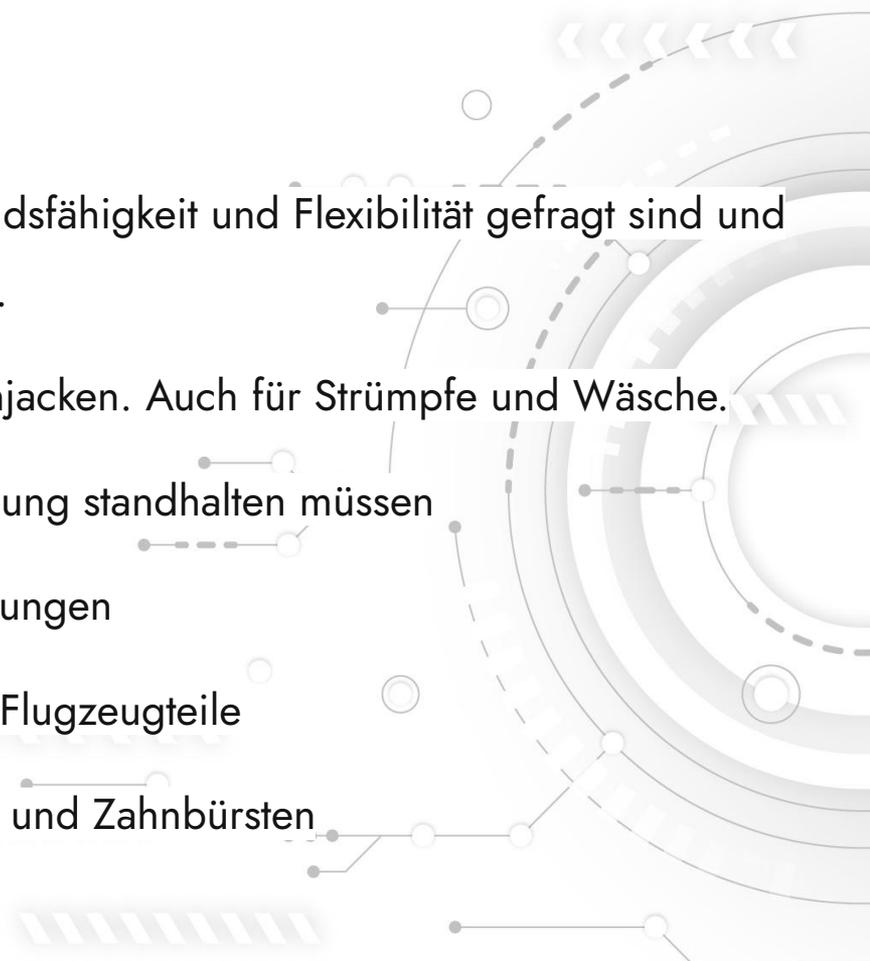


7.Other: ABS - Eigenschaften und Recycling

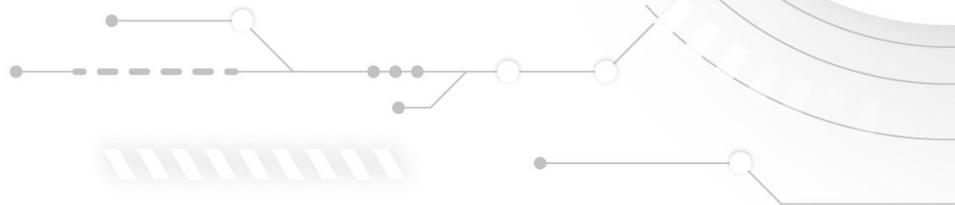
- Es ist sehr hart
- Kratzfest
- Sehr geringe Recyclingrate (0-1%), da es oft mit anderen Kunststoffen gemischt wird
- Entwickelt beim Erhitzen giftige Dämpfe



7.Other: Nylon - Verwendung

- Es wird dort eingesetzt, wo Festigkeit, Widerstandsfähigkeit und Flexibilität gefragt sind und wo das Material immer wieder beansprucht wird.
 - Bekleidung: Activewear/Outdoorwear wie Regenjacken. Auch für Strümpfe und Wäsche.
 - Seile und Schnüre, die einer starken Beanspruchung standhalten müssen
 - Automobilteile: Getriebe, Lager und Kraftstoffleitungen
 - Militär und Luft- und Raumfahrt: Fallschirme und Flugzeugteile
 - Haushaltsgegenstände: Teppiche, Kochutensilien und Zahnbürsten
 - Medizin: Prothesen, ...
- 

7.Other: Nylon



7.Other: Nylon

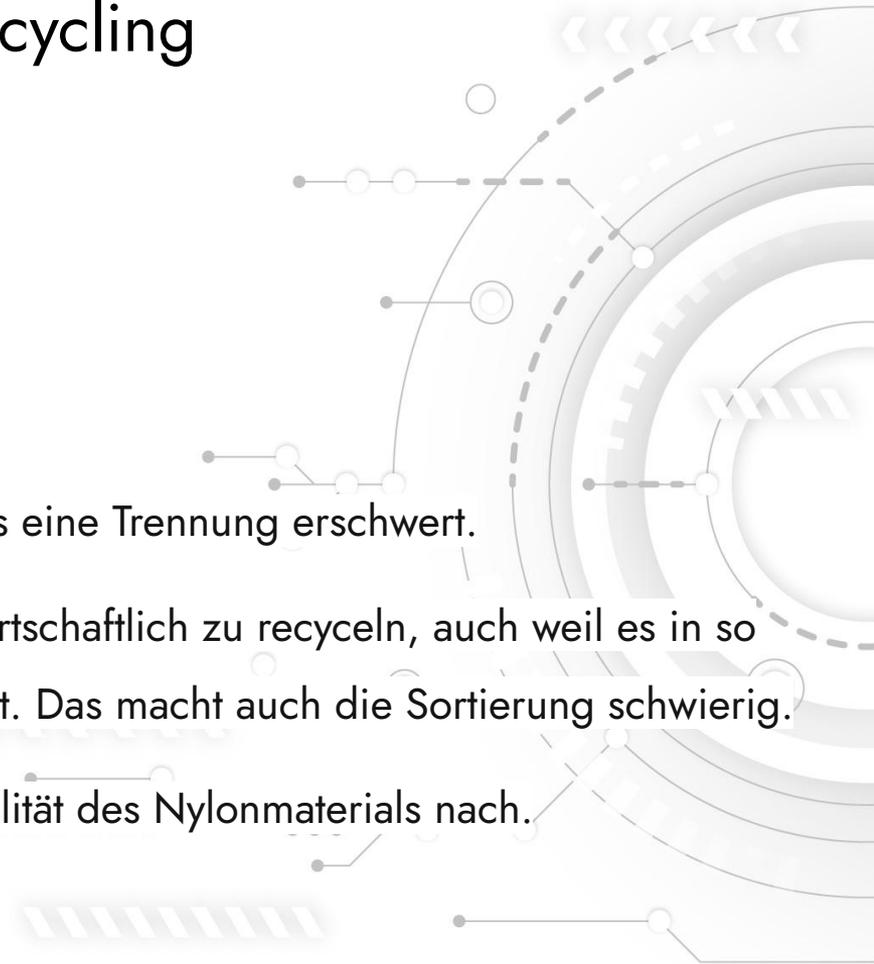


7.Other: Nylon



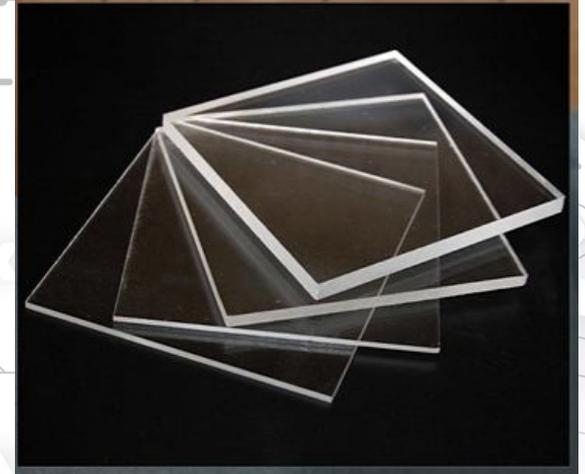
7.Other: Nylon - Eigenschaften - Recycling

- Stärker als Polyester, widerstandsfähiger
- Langlebiges, verschleißfestes Material
- Niedrige Recyclingrate 0-1%
- Es ist oft mit anderen Kunststoffen vermischt, was eine Trennung erschwert.
- Es gibt keine Standardinfrastruktur, um Nylon wirtschaftlich zu recyceln, auch weil es in so vielen verschiedenen Gegenständen enthalten ist. Das macht auch die Sortierung schwierig.
- Nach vielen Jahren des Gebrauchs lässt die Qualität des Nylonmaterials nach.



7.Other: Polycarbonate - PC - Verwendung

- Für Sicherheitsgläser, Gewächshäuser, kugelsichere Materialien
- Behälter, CDs und mehr



7.Other: PC - Eigenschaften - Recycling

- 250-mal stärker als Glas.
- Oft durchsichtig
- Theoretisch sehr gut recycelbar, nahezu 100%.
- 0-1% Recyclingquote
- Vermengt mit anderen Kunststoffen
- Gegenstände sind schwer zu verarbeiten, keine "Standard"-Gegenstände
- Keine große Menge, daher wird nicht viel recycelt



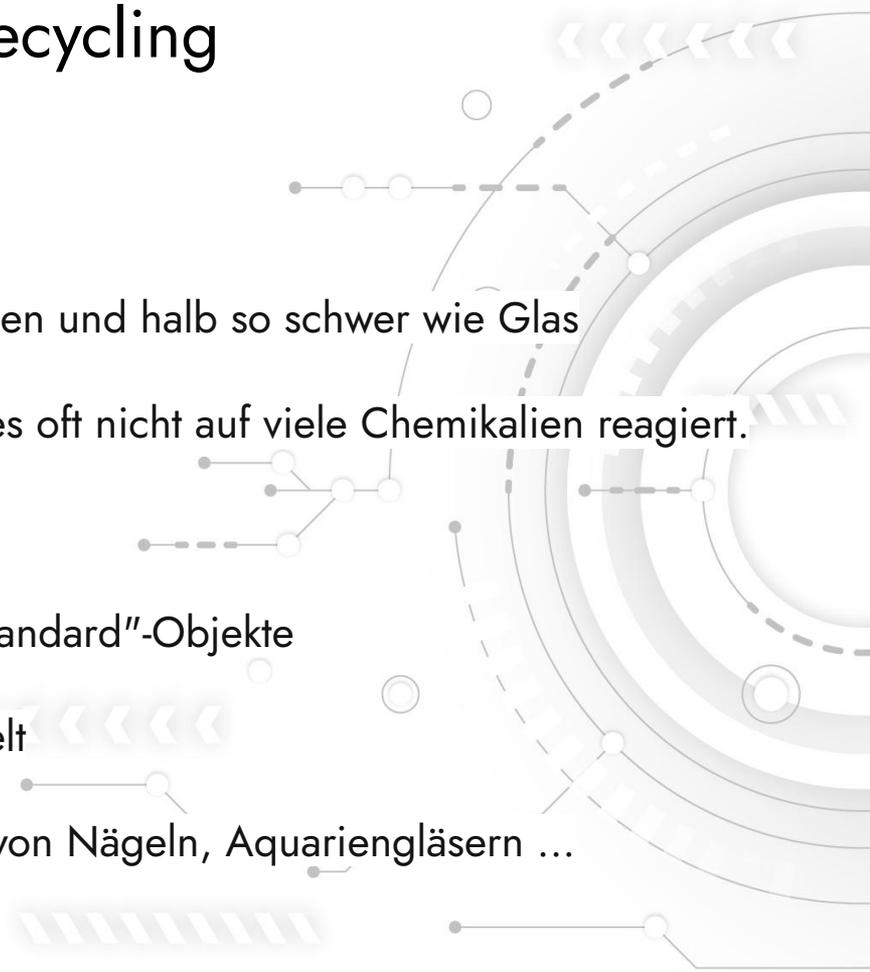
7.Other: Acrylic - Verwendung

- Wird für Vitrinen, Nägel, Fernsehgeräte, Aquarien und mehr verwendet.
- Ähnlich wie PC und wird auch für Barrieren und Möbel verwendet.
- Bekannt dafür, dass es klar und transparent ist -> Plexiglas
- Ist billiger als z.B. PC

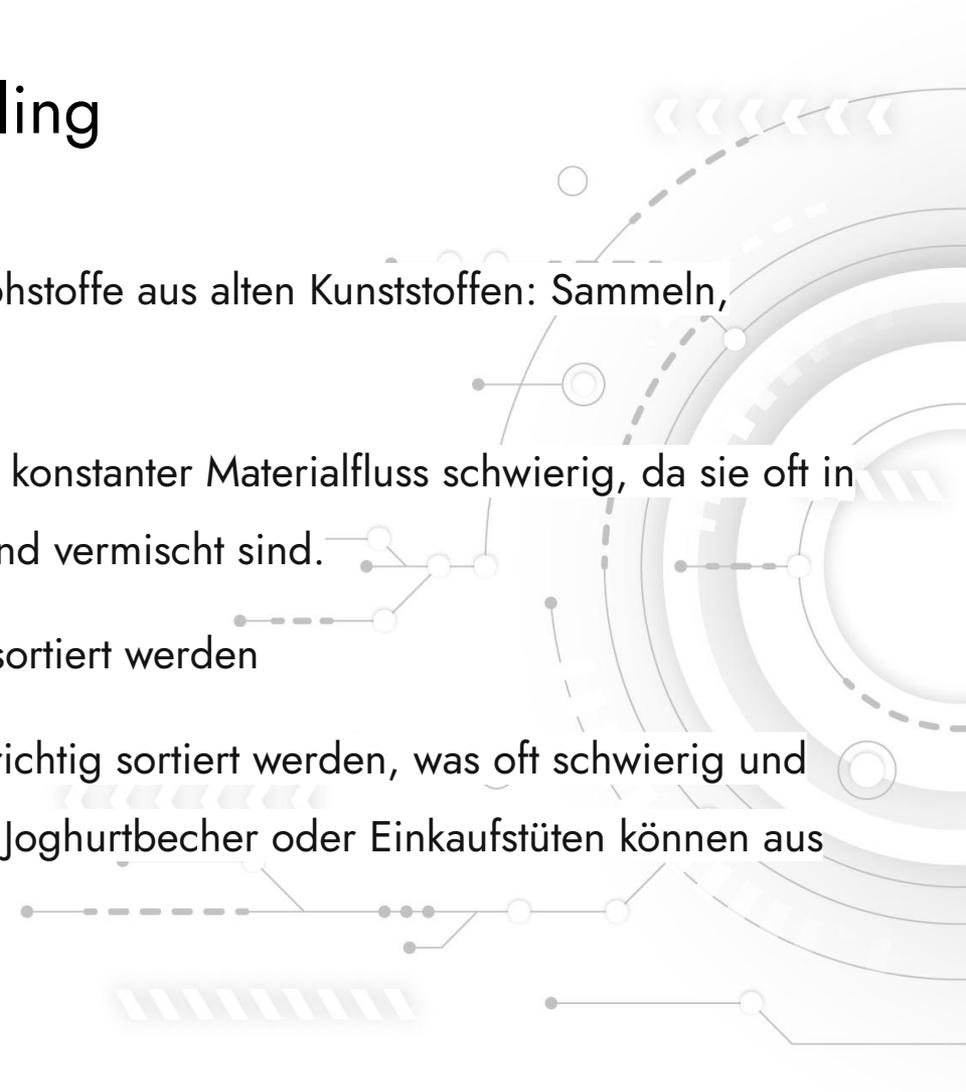


7.Other: Acrylic - Eigenschaften - Recycling

- Stärker als Glas (10-15% stärker oder mehr)
- Widerstandsfähig gegen Temperaturschwankungen und halb so schwer wie Glas
- Gut geeignet für chemische Anwendungen, da es oft nicht auf viele Chemikalien reagiert.
- Theoretisch sehr gut recycelbar
- Objekte sind schwierig zu verarbeiten, keine "Standard"-Objekte
- Keine große Menge, daher wird nicht viel recycelt
- Es gibt kein einfaches System für das Recycling von Nägeln, Aquariengläsern ...



Herausforderungen beim Recycling

- Komplexe Schritte zur Herstellung neuer Rohstoffe aus alten Kunststoffen: Sammeln, Sortieren, Reinigen und Produzieren
 - Bei Kunststoffen des Typs Nummer 7 ist ein konstanter Materialfluss schwierig, da sie oft in vielen verschiedenen Stücken ankommen und vermischt sind.
 - Kunststoff von schlechter Qualität muss aussortiert werden
 - Die verschiedenen Kunststoffarten müssen richtig sortiert werden, was oft schwierig und kostspielig ist. "Gleiche Gegenstände" wie Joghurtbecher oder Einkaufstüten können aus verschiedenen Kunststoffen hergestellt sein
- 

Herausforderungen beim Recycling

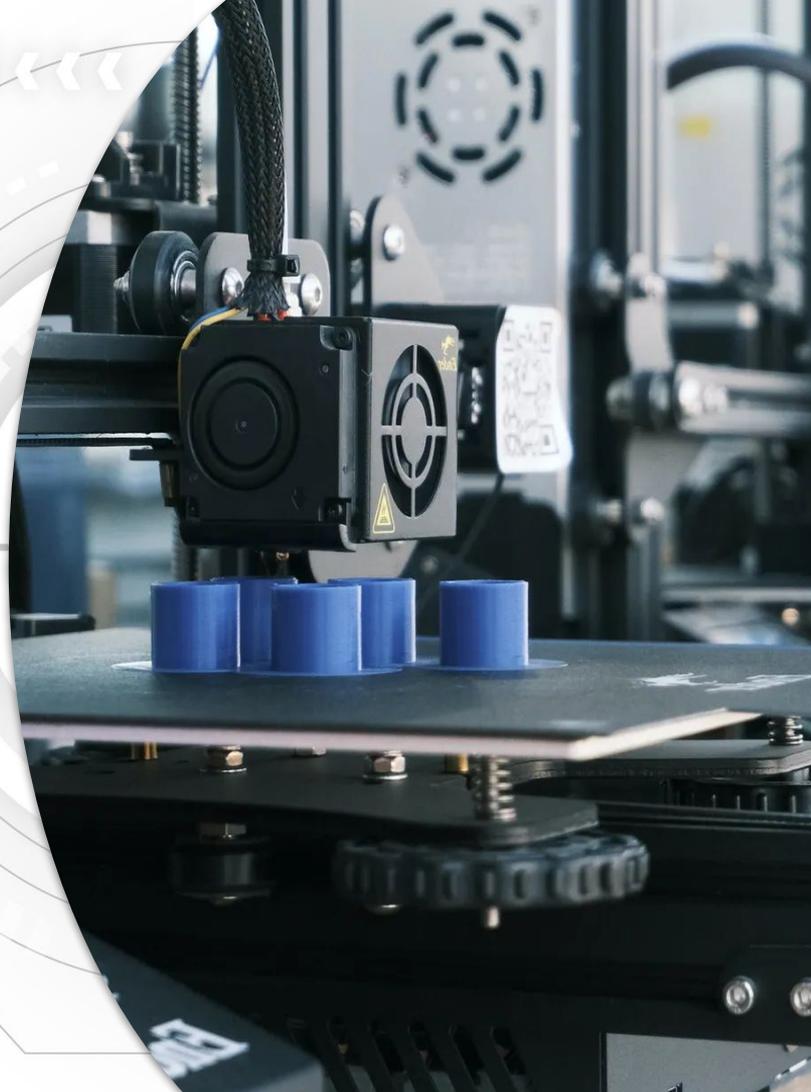
- Auch die Farbe spielt eine Rolle, ob ein Kunststoff recycelbar / recycling würdig ist.
- Die Reinigung kann sehr teuer und schwierig sein und ist wirtschaftlich nicht tragbar.
- Viele Städte verfügen nicht über die nötige Infrastruktur (Sammelsystem, Sortiersystem und Recyclingsysteme) für die verschiedenen Kunststoffarten.
- Es ist oft wesentlich billiger, neues "jungfräuliches" Plastik zu produzieren, als recyceltes Plastik zu sammeln, zu sortieren, zu reinigen und schließlich zu produzieren. Die Kosten für neuen Kunststoff sind konstanter und leichter zu berechnen.

Quellen

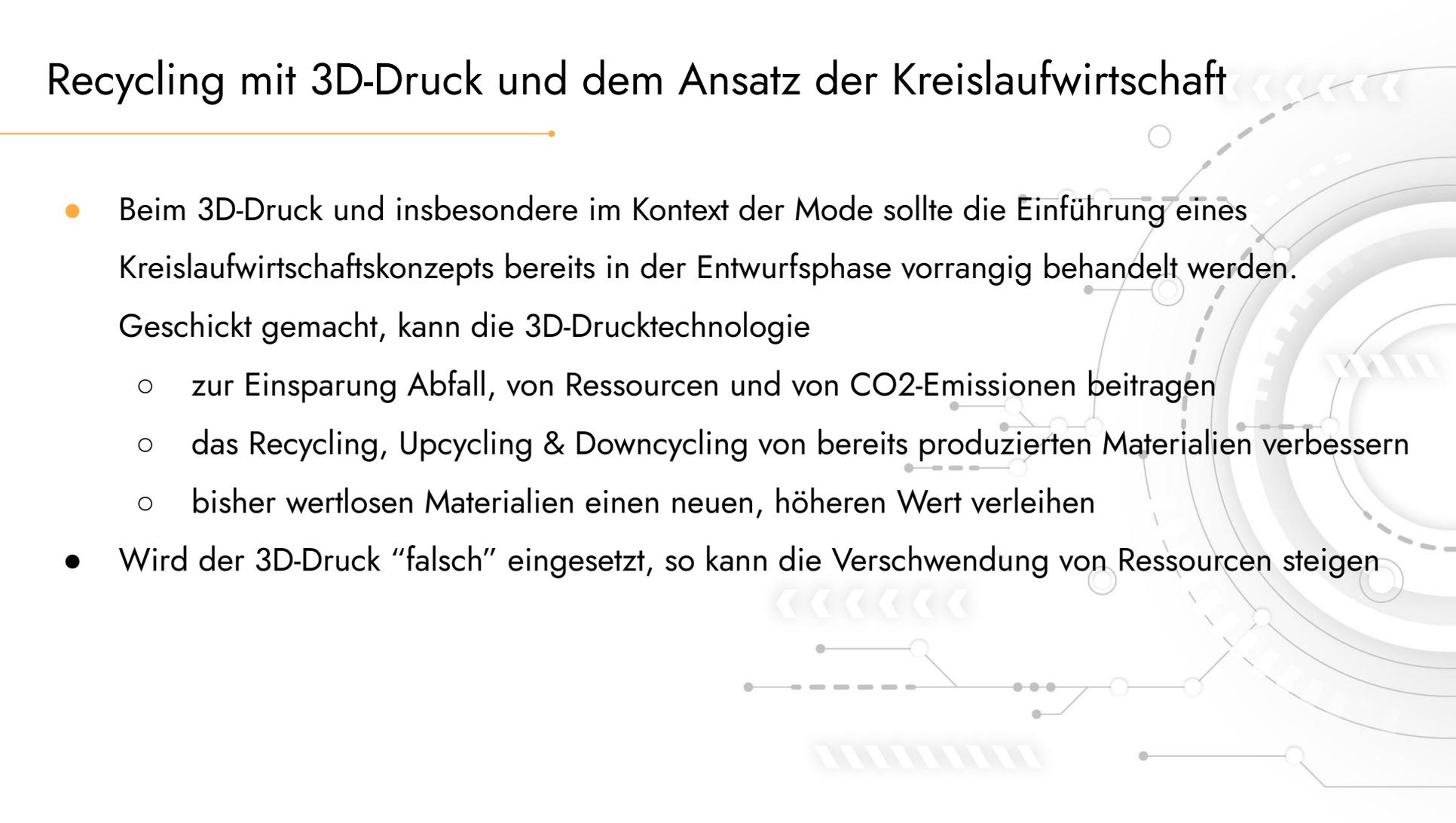
- What is PET Plastic? | Polyethylene Terephthalate Overview <https://www.youtube.com/watch?v=N5Zkr6NDAVo>
- What are the Different Types of Plastics | 7 Types of Plastic and Categories <https://www.youtube.com/watch?v=LPThrGVMARA>
- What Is HDPE Plastic? | High-Density Polyethylene <https://www.youtube.com/watch?v=G8rPezOpjD0>
- What Is PVC Plastic? | Polyvinyl Chloride Explained https://www.youtube.com/watch?v=TomsPjfdH_U
- What Is LDPE Plastic? | Does Low-Density Polyethylene Really Get Recycled? <https://www.youtube.com/watch?v=b0vBaS7rbhk>
- What is Polypropylene Plastic | Can it be recycled? <https://www.youtube.com/watch?v=fmMPYnl9x7c>
- What is PLA Plastic? | What are the Pros and Cons of this "Green" Plastic <https://www.youtube.com/watch?v=lw191pVHnQo>
- What is Polystyrene Plastic? | Why Styrofoam is TERRIBLE! <https://www.youtube.com/watch?v=30KUWA5CrtA>
- What is Polyester | How is Polyester made? Plastic or Eco-Friendly <https://www.youtube.com/watch?v=inqJOVcETtA>
- What is Polycarbonate Plastic? | ... vs Acrylic? What are the Differences? <https://www.youtube.com/watch?v=Q7sJMH7Tpz8>
- What is ABS Plastic? | How to use ABS Plastic. 3D Printing? Lego? https://www.youtube.com/watch?v=OsVO1h_fIBs
- What is Acrylic Plastic? | Is it the same as Polycarbonate? | Acrylic Uses <https://www.youtube.com/watch?v=mAqVmJQHkA8>
- What is Nylon Plastic? | What is Nylon Fabric used for? Number 7 Plastic <https://www.youtube.com/watch?v=GKxahXd6HZk>
- How Plastic PET Bottles are Made into Polyester Fabric <https://www.youtube.com/watch?v=K1mNnoUBeZM>
- The 6 Different Types of Plastic Molding | Plascon Plastics https://www.youtube.com/watch?v=7O29V_fDdbQ
- What are Post Consumer Recyclables? // Plascon Plastics https://www.youtube.com/watch?v=I9z7Oad_dL0
- What is BPA Plastic Additive | Is BPA Safe? Why is it used in Baby Bottles! <https://www.youtube.com/watch?v=6p2bT8qi5Zc>
- Why are Bottles and Bottles Caps Different Plastics? | Questions Answered <https://www.youtube.com/watch?v=XQQQtTrgRhc>
- 14 Easy Ways | Reduce Plastic | How to use less single use plastic <https://www.youtube.com/watch?v=Cbezt8jpd8A>
- How Science Is Fixing Recycling's Grossest Problem <https://www.youtube.com/watch?v=rQAKC870dLA>

Recycling im Kontext des 3D-Drucks

Nachhaltigkeit

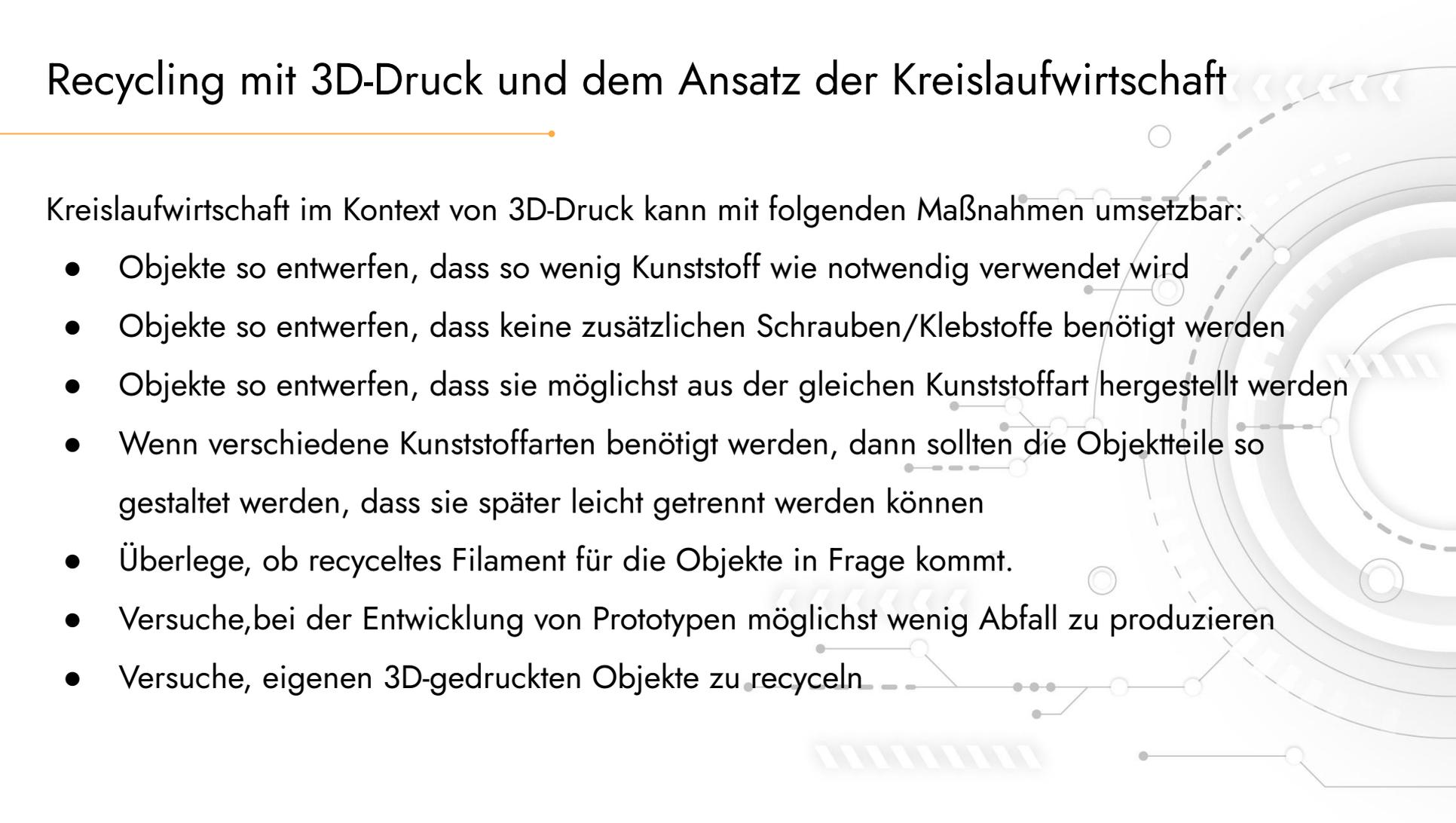


Recycling mit 3D-Druck und dem Ansatz der Kreislaufwirtschaft



- Beim 3D-Druck und insbesondere im Kontext der Mode sollte die Einführung eines Kreislaufwirtschaftskonzepts bereits in der Entwurfsphase vorrangig behandelt werden. Geschickt gemacht, kann die 3D-Drucktechnologie
 - zur Einsparung Abfall, von Ressourcen und von CO₂-Emissionen beitragen
 - das Recycling, Upcycling & Downcycling von bereits produzierten Materialien verbessern
 - bisher wertlosen Materialien einen neuen, höheren Wert verleihen
- Wird der 3D-Druck “falsch” eingesetzt, so kann die Verschwendung von Ressourcen steigen

Recycling mit 3D-Druck und dem Ansatz der Kreislaufwirtschaft



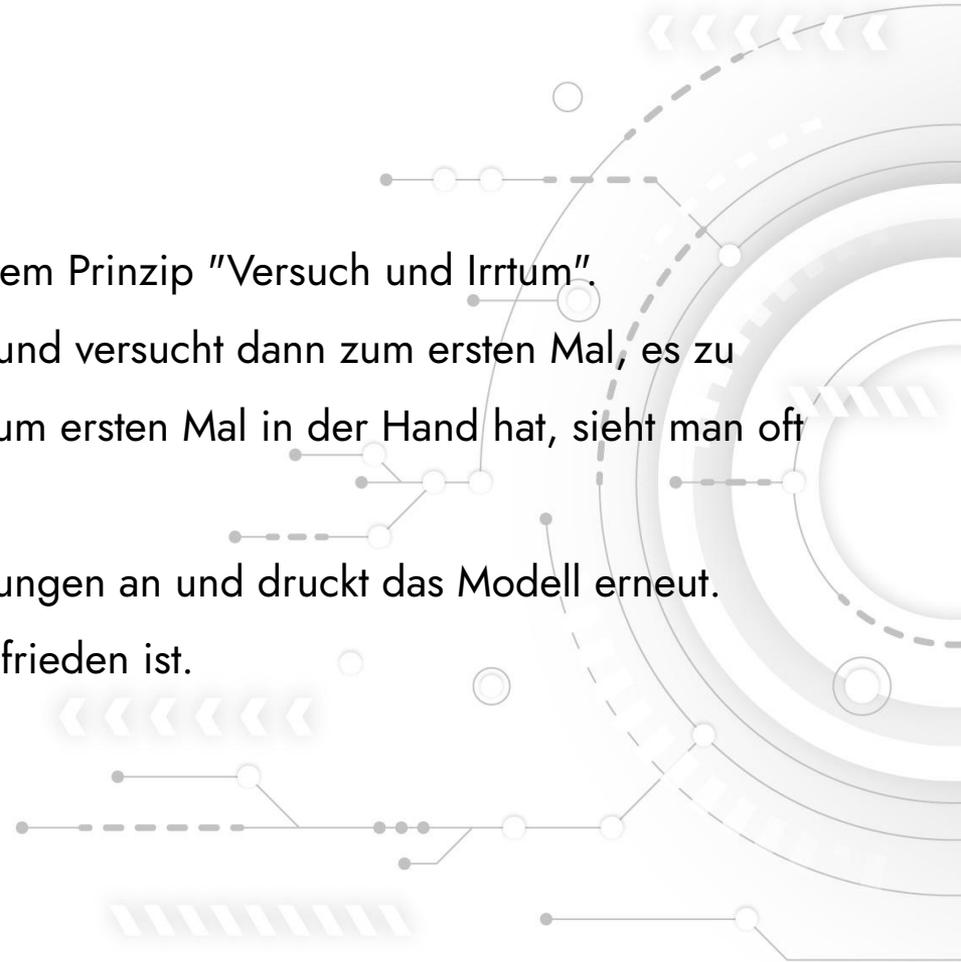
Kreislaufwirtschaft im Kontext von 3D-Druck kann mit folgenden Maßnahmen umsetzbar:

- Objekte so entwerfen, dass so wenig Kunststoff wie notwendig verwendet wird
- Objekte so entwerfen, dass keine zusätzlichen Schrauben/Klebstoffe benötigt werden
- Objekte so entwerfen, dass sie möglichst aus der gleichen Kunststoffart hergestellt werden
- Wenn verschiedene Kunststoffarten benötigt werden, dann sollten die Objektteile so gestaltet werden, dass sie später leicht getrennt werden können
- Überlege, ob recyceltes Filament für die Objekte in Frage kommt.
- Versuche, bei der Entwicklung von Prototypen möglichst wenig Abfall zu produzieren
- Versuche, eigenen 3D-gedruckten Objekte zu recyceln.

3D-gedruckte Überbleibsel

1. Versuch und Irrtum beim Prototyping

- Der 3D-Druck funktioniert iterativ und nach dem Prinzip "Versuch und Irrtum".
- Man erstellt ein neues Modell am Computer und versucht dann zum ersten Mal, es zu drucken. Wenn man das gedruckte Modell zum ersten Mal in der Hand hat, sieht man oft Verbesserungsmöglichkeiten.
- Man passt das Modell oder die Druckeinstellungen an und druckt das Modell erneut.
- So geht es weiter, bis man mit dem Druck zufrieden ist.



3D-gedruckte Überbleibsel

2. Rückstände während des Druckvorgangs

Während des Druckvorgangs bleiben immer Reste übrig. Diese entstehen, wenn:

- der Drucker aufgewärmt wird,
- der Drucker sich vor dem Druck kalibriert,
- der Druck in mehreren Farben erfolgt bzw. die Farbe gewechselt wird
- Stützmaterial benötigt wird



3D-gedruckte Überbleibsel

3. Fehler während des Druckvorgangs

Wenn man viel druckt, z.B. 50 gleiche Artikel, können trotz eines guten Modells und guter Druckereinstellungen 1 - 3 Teile fehlerhaft sein. Mögliche Gründe hierfür sind:

- Stromausfall während des Druckvorgangs,
- Der Spule geht während des Drucks das Filament aus,
- Das Filament verknotet sich irgendwie ungünstig und der Druck bricht ab,
- Ein Einzelteil im Drucker geht kaputt,
- Größere sichtbare Schmutzpartikel oder Rückstände vom alten Filament einer anderen Farbe gelangen in den Druck und lassen das Ergebnis schlecht aussehen
- Bei der Nachbearbeitung versehentlich zu viel wegschneiden oder das Modell zerbricht

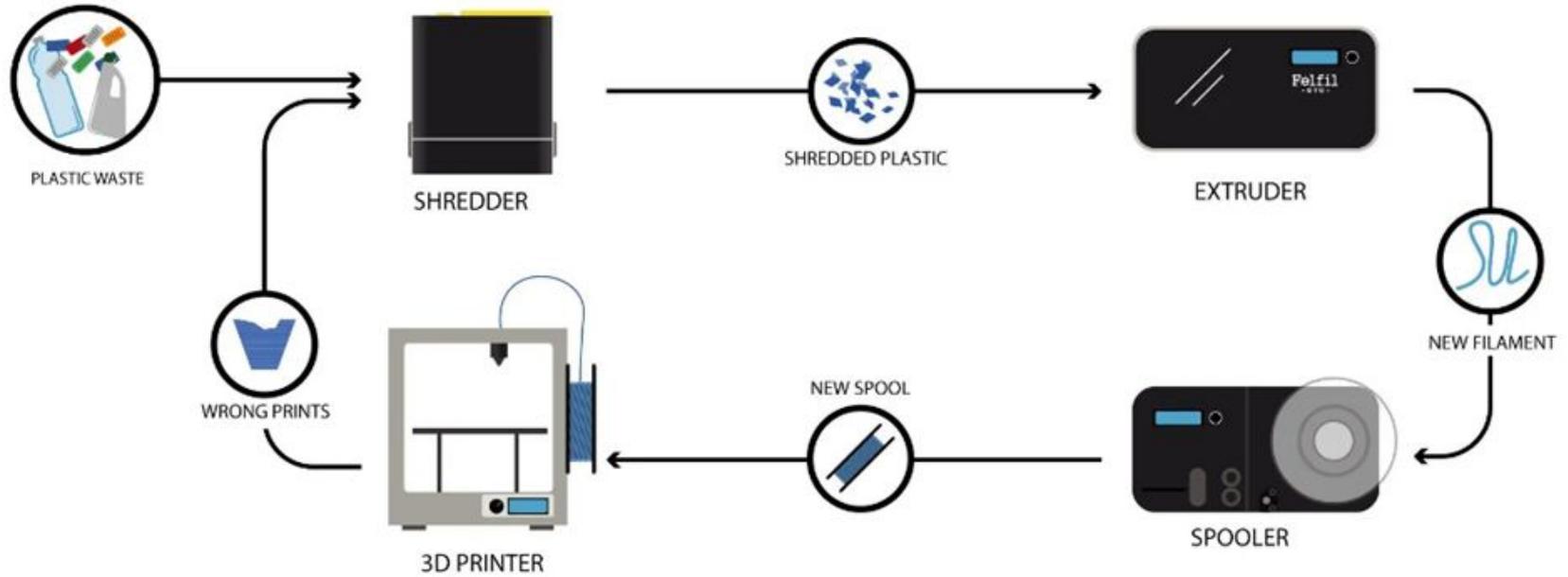
Recycling mit 3D-Druck und dem Ansatz der Kreislaufwirtschaft

Im Zusammenhang mit dem 3D-Druck sieht der allgemeine Kreislaufansatz wie folgt aus:

1. Sammeln von wiederverwertbarem Kunststoff
2. Zerkleinern des Kunststoffs in kleine Stücke
3. Die Kunststoffteile in den Extruder geben und Filament gewinnen
4. Das Filament zu einer Spule aufrollen
5. Drucke etwas Nützliches mit dem Filament



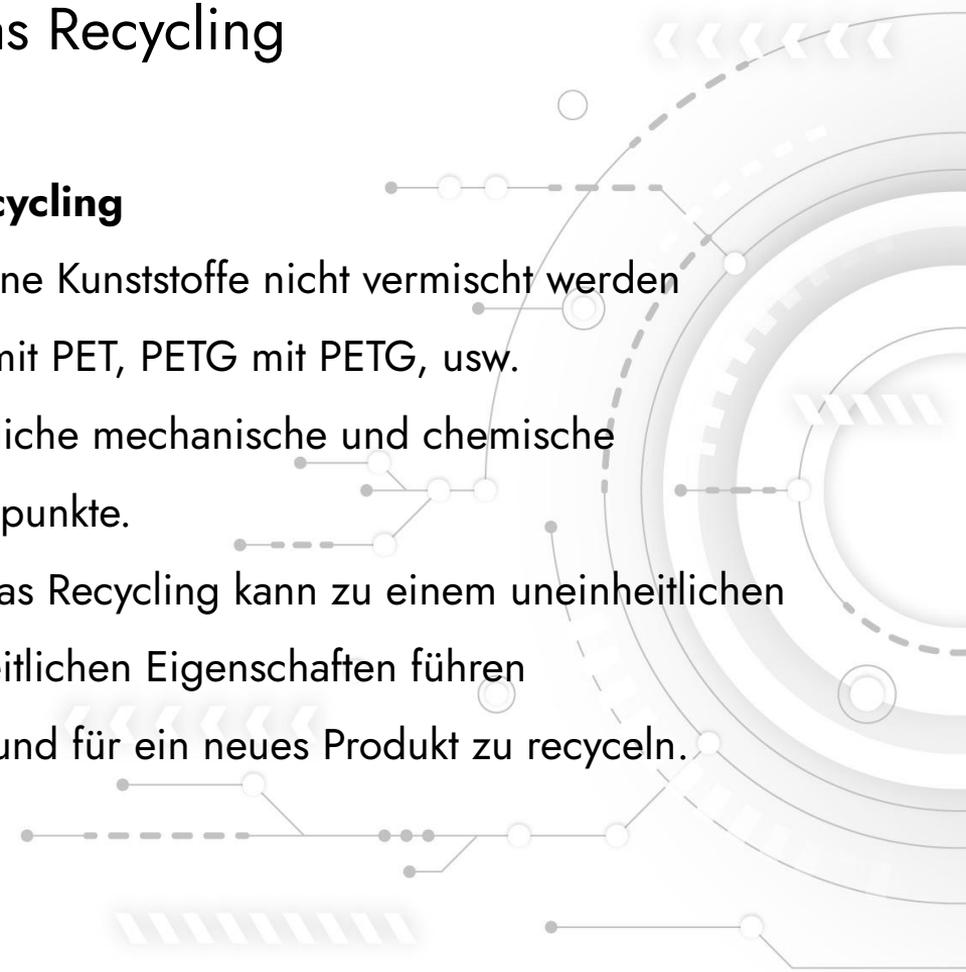
Recycling mit 3D-Druck und dem Ansatz der Kreislaufwirtschaft



1. Sammeln von Kunststoffen für das Recycling

1. Sammeln von Kunststoffen für das Recycling

- Beim Sammeln von Plastik sollten verschiedene Kunststoffe nicht vermischt werden
- PLA sollte mit PLA gesammelt werden, PET mit PET, PETG mit PETG, usw.
- Verschiedene Kunststoffe haben unterschiedliche mechanische und chemische Eigenschaften und unterschiedliche Schmelzpunkte.
- Das Mischen verschiedener Kunststoffe für das Recycling kann zu einem uneinheitlichen Polymer von schlechter Qualität und uneinheitlichen Eigenschaften führen
- Schwierig bis unmöglich, es zu verarbeiten und für ein neues Produkt zu recyceln.



1. Sammeln von Kunststoffen für das Recycling

2. Wenn die Farbe wichtig ist - gleiche Farbe zu gleicher Farbe

- Wenn die Farbe wichtig ist, dann sind die Kunststoffe nach Farben zu trennen
- Wenn man verschiedenfarbige Kunststoffteile in den Extruder gibt, entsteht meist eine bräunliche Farbe
- Im Allgemeinen haben weiße, transparente und helle Kunststoffe einen höheren Wert, da man mit diesen Farben später wieder transparente/weiße Produkte herstellen oder sie leicht mit anderen Farben mischen kann.
- Schwarze und dunkel gefärbte Kunststoffe haben einen niedrigeren Wert, weil man damit später nur schwarze oder dunkel gefärbte Produkte herstellen kann.

1. Sammeln von Kunststoffen für das Recycling

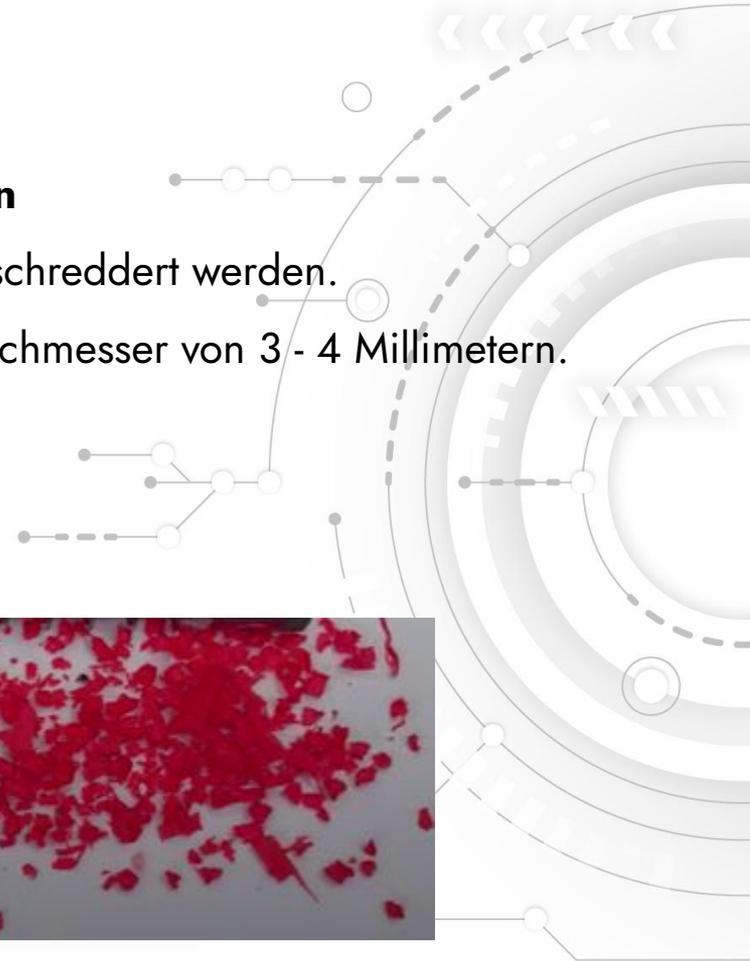
3. Müll rein, Müll raus

- Teile sollen rein sein, es sollten keine Farben, Kleber oder Schrauben enthalten sein. Sonst kann es:
 - den Shredder beschädigen oder den Extruder beschädigen
 - die mechanischen Eigenschaften des entstehenden Filaments verschlechtern
- Schmutziges Kunststoff muss gesäubert werden, da es sonst am Ende in den Recyclingmaschinen und im Endergebnis zu finden ist und die mechanischen Eigenschaften und die Ästhetik beeinträchtigt.
- Die Qualität des Objektes ist wichtig. Wenn das Objekt längere Zeit im Freien war (z.B. eine PET-Flasche im Meer oder ein Rohr in der Erde), kann es Feuchtigkeit aufnehmen und verrotten.
- Die Qualität des Polymers kann sich verschlechtern und seine ursprünglichen Eigenschaften zerstören, insbesondere wenn es wieder erhitzt wird.
- Ohne richtiger technischer Infrastruktur, sollten verrottete Kunststoffe oder andere Kunststoffe schlechter Qualität nicht oder nur vorsichtig für das Recycling verwendet werden.

2. Zerkleinerung von Plastik

1. Schreddere Plastik, um Plastikflocken zu erhalten

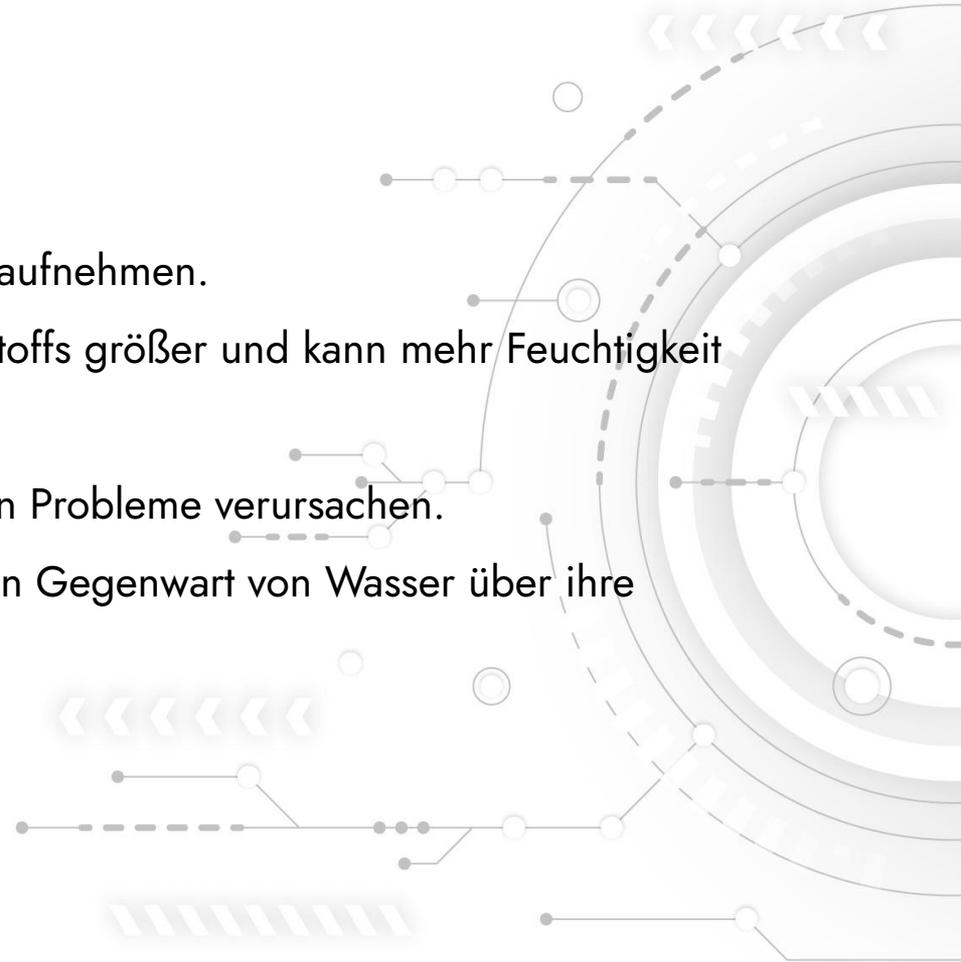
- Nachdem die Reste sortiert worden sind, können sie geschreddert werden.
- Im Idealfall erhält man "Kunststoffflocken" mit einem Durchmesser von 3 - 4 Millimetern.
- (Bild des Schredders hier)



2. Zerkleinerung von Plastik

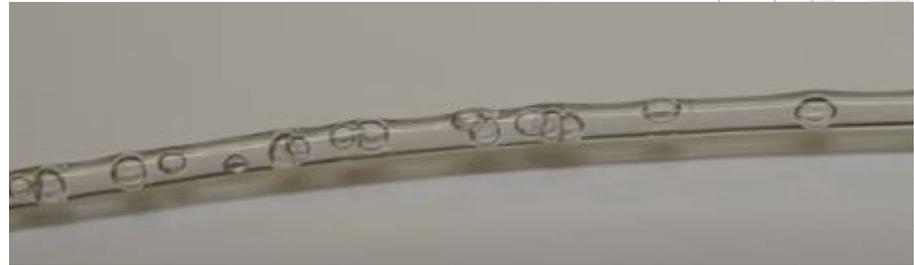
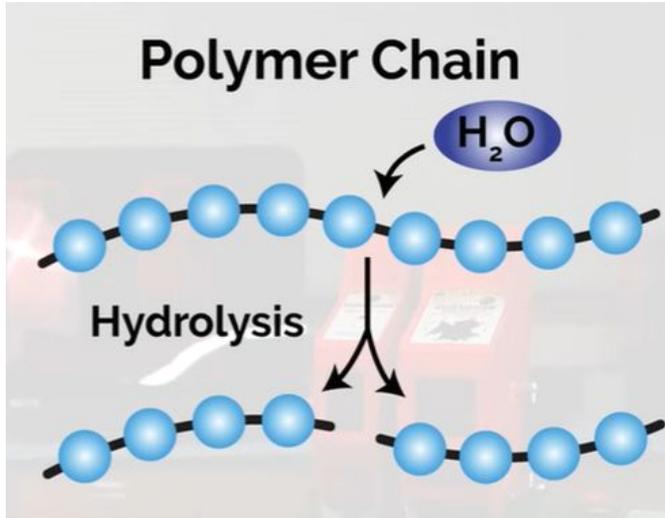
2. Trockne die Kunststoffflocken

- Kunststoff kann im Allgemeinen Feuchtigkeit aufnehmen.
- In Flockenform ist die Oberfläche des Kunststoffs größer und kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen.
- Die Feuchtigkeit in den Kunststoffflocken kann Probleme verursachen.
- Kunststoffe können sich zersetzen, wenn sie in Gegenwart von Wasser über ihre Schmelztemperatur erhitzt werden
- Dies wird als Hydrolyse bezeichnet.

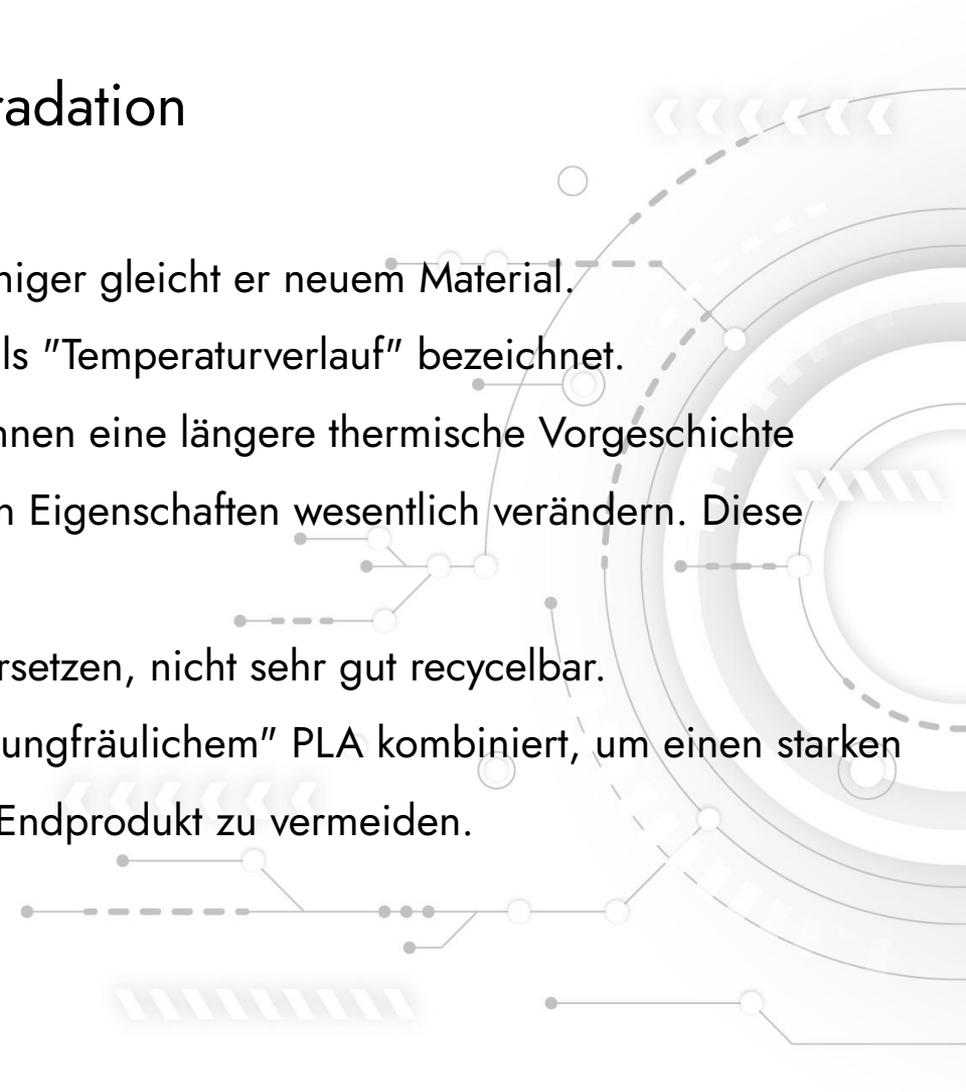


Hydrolyse, Polymerketten und Zerfall

- Hydrolyse führt dazu, dass Teile spröde und schwach werden.
- Es die Polymerketten kürzer, verschlechtert die Eigenschaften und erschwert die Extrusion.
- Es zu Rissen und Blasenbildung im Filament kommen, was die endgültige Druckqualität beeinträchtigt.

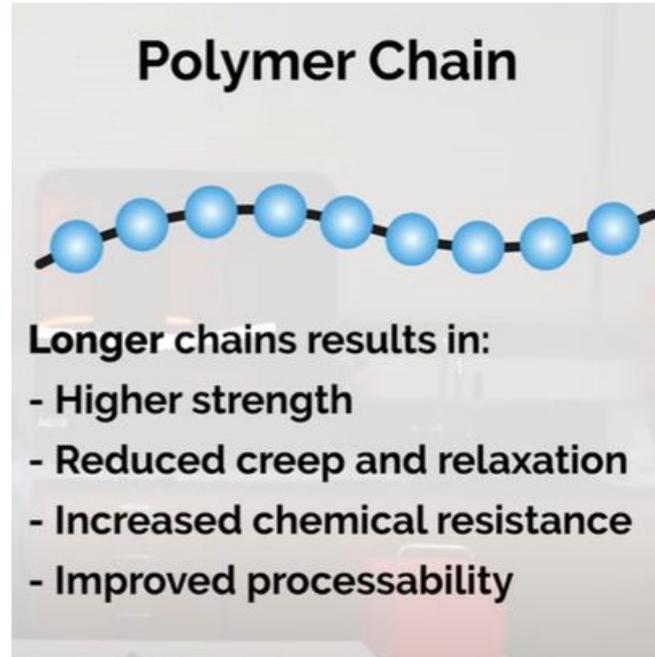
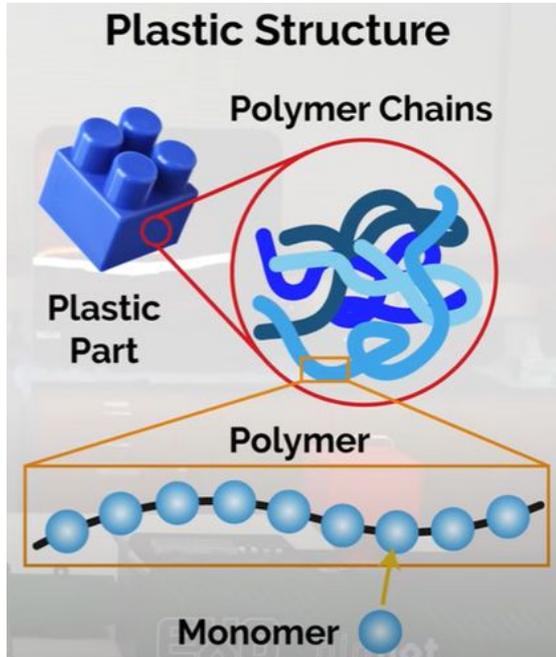


Thermische Vorgeschichte und Degradation

- Je öfters Kunststoff erwärmt wurde, desto weniger gleicht er neuem Material.
 - Wie oft ein Kunststoff erwärmt wurde, wird als "Temperaturverlauf" bezeichnet.
 - Einige Kunststoffe wie PET und Polystyrol können eine längere thermische Vorgeschichte verkraften, ohne dass sich ihre mechanischen Eigenschaften wesentlich verändern. Diese Kunststoffe gelten als gut recycelbar.
 - PLA ist aufgrund seiner Neigung, sich zu zersetzen, nicht sehr gut recycelbar.
 - Recyceltes PLA ist oft altes PLA mit neuem "jungfräulichem" PLA kombiniert, um einen starken Verlust der mechanischen Eigenschaften im Endprodukt zu vermeiden.
- 

Polymerketten

- Über Kunststoffe kann man i.d.R. sagen: Je länger die Polymerketten sind, desto besser



2. Zerkleinerung von Plastik

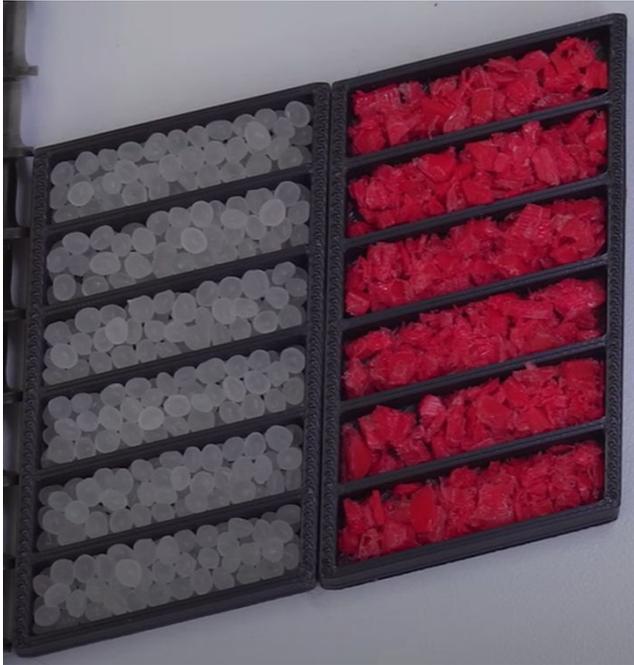
3. Kunststoffpulver entfernen

Entferne Kunststoffpulver (übergranulierter Kunststoff), da es sich im Extruder seltsam verhalten kann und schwer zu verarbeiten ist. Kunststoffflocken sollten nicht zu klein und nicht zu dick sein.

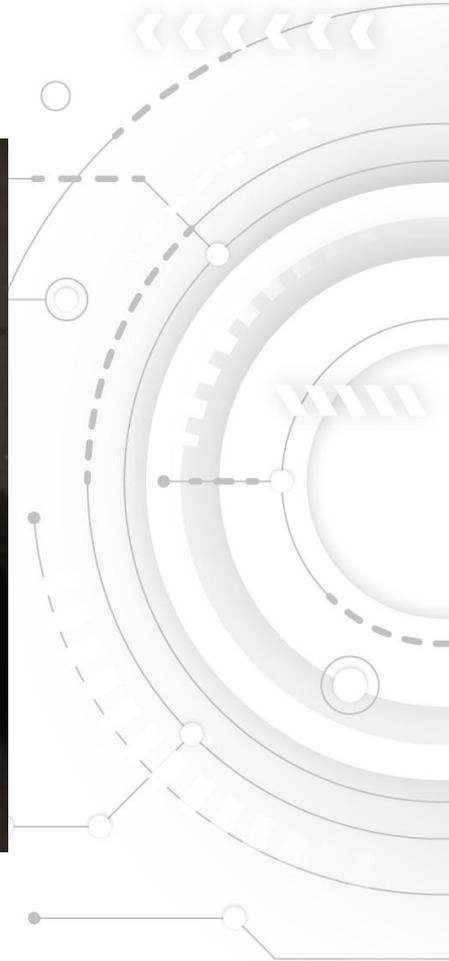
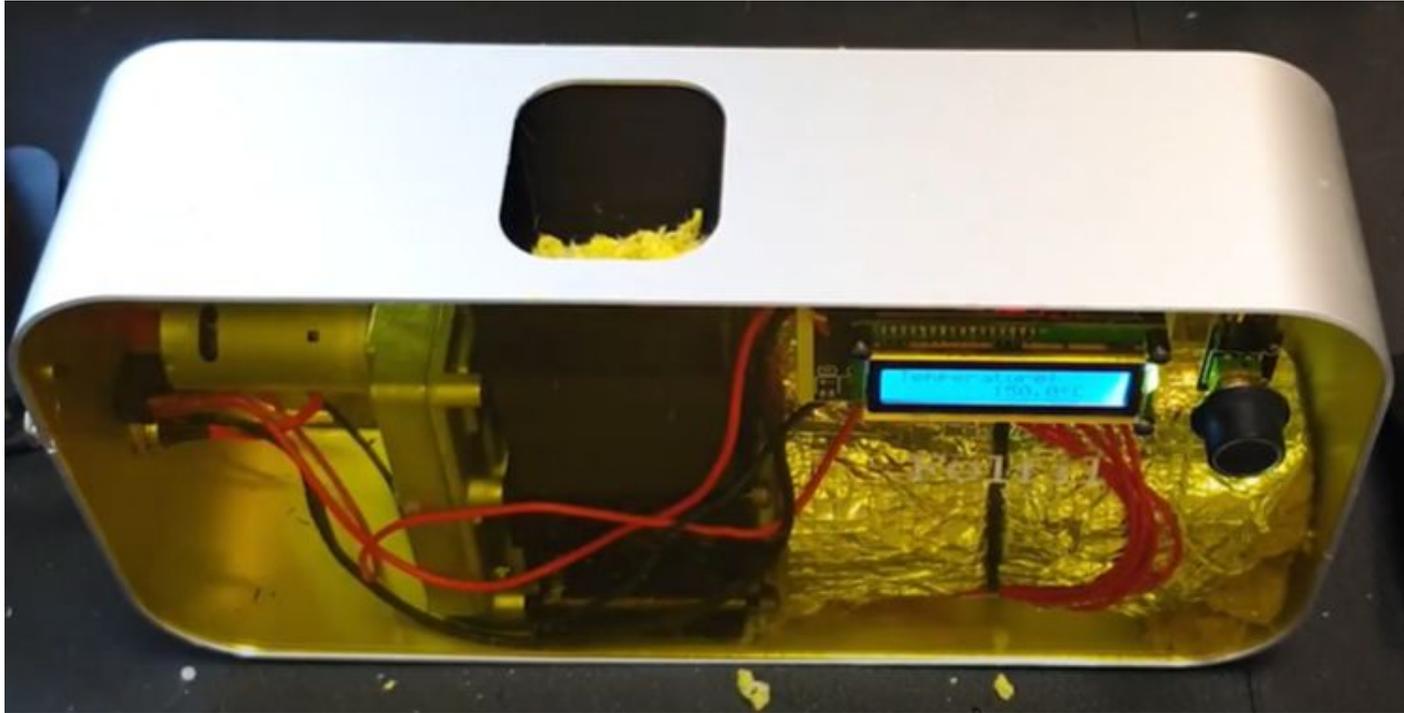


3. Extrudieren der Flocken zu Filamenten

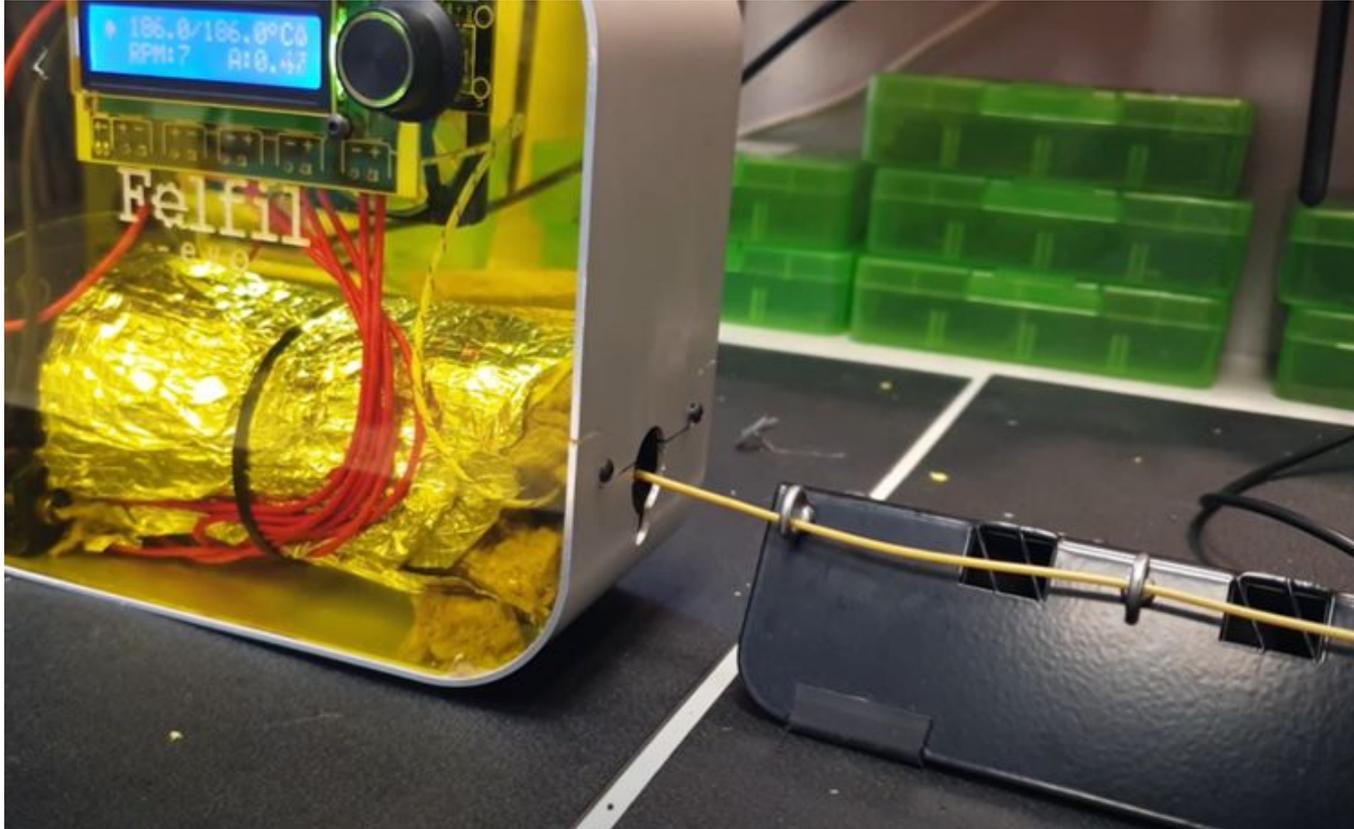
- Gib die Flocken in den Extruder, es entsteht ein Kunststoffaden, meist etwa 1,75 mm dick.
- Für diese kannst du die geschredderten Kunststofflocken mit neuem Material mischen



3. Extruding the flakes to filament

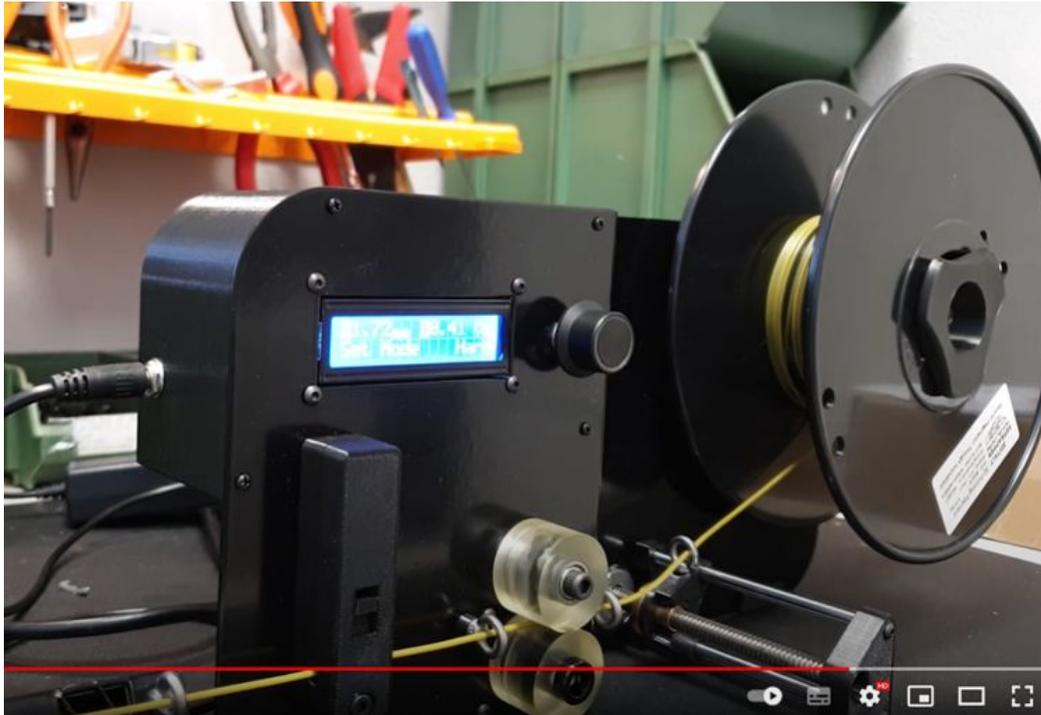


3. Extruding the flakes to filament



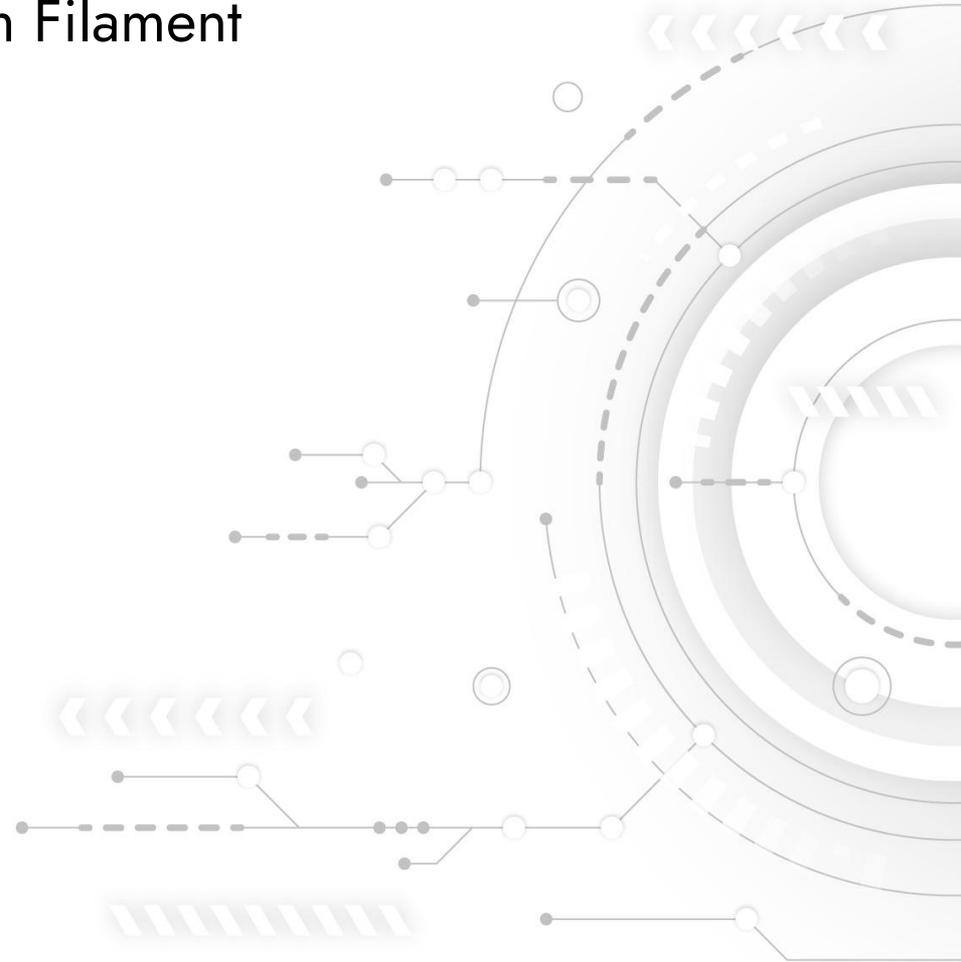
4. Rolle das Filament auf eine Spule auf.

- Das Ergebnis des Extruderprozesses sollte mit einen Spooler gewickelt werden



5. Drucke etwas Nützliches mit dem Filament

- [Picture here]



Quellen

How to Extrude 3D Printer Filament (Basics of Screw Extrusion):

<https://www.youtube.com/watch?v=clh0n2zOCfM>

Recycling 3D Prints and Waste Plastic into Filament (PET & PLA):

<https://www.youtube.com/watch?v=jXY1EygE4R8>

Recycling 3D Printer Poop into New Filament:

<https://www.youtube.com/watch?v=O6d1RKYapFI>

Some useful links: <https://felfil.com/sustainability/?v=5ea34fa833a1>

Short Video: <https://www.youtube.com/watch?v=tWviePTiAXY>

Longer Video: <https://www.youtube.com/watch?v=bzK86U-dBNw>

Felfil: <https://felfil.com/educational-recycling-project/?v=5ea34fa833a1>

