

Workshop – Plastic Recycling

Current versions of this document see public folders of
RUB-Makerspace at <https://makerspace.ruhr-unibochum.de/status/> | This is a fork from Dec. 2023

RUB



ÜBERBLICK

1. Plastik – Basiswissen, Part 1: Das Plastikproblem

-> global und lokal

2. Plastik – Basiswissen, Part 2: Plastik als Material

-> verschiedene Arten, Recyclingcodes, Kunststoffarten erkennen

3. Plastik Recycling im Makerspace

-> Precious Plastic, Shredder, Spritzgussmaschine, mobile Absaugung & Sicherheit

1. Plastik – Basiswissen

Part 1: Das Plastikproblem

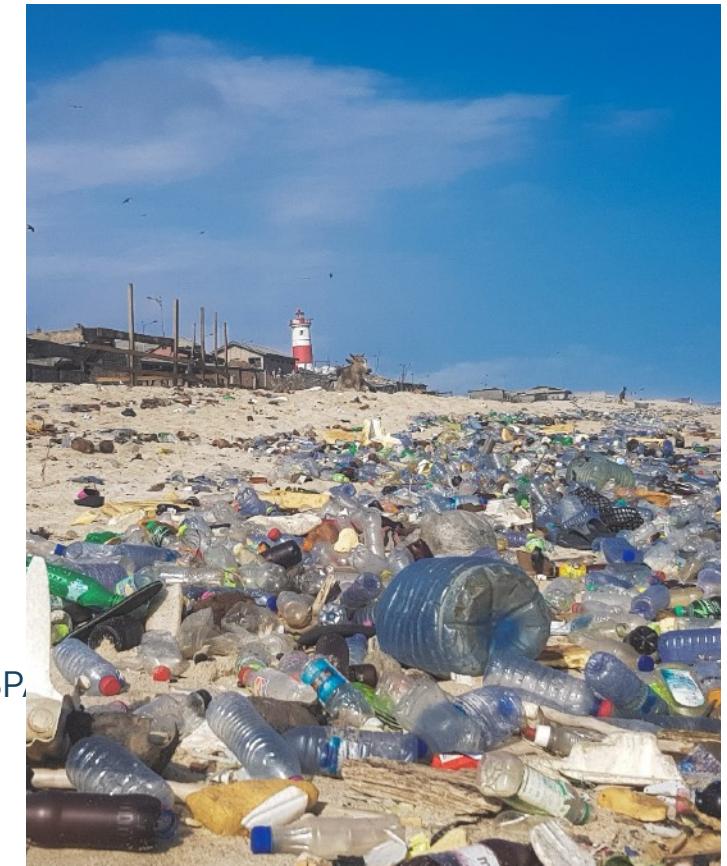
Plastik – Basiswissen

Das Plastikproblem - global:

- Weltweite Plastikproduktion - **1950 und 2015: 8,3 Milliarden Tonnen Kunststoff**
-> die Hälfte davon aus den letzten 13 Jahren
- Davon **6,3 Milliarden Tonnen** -> **Abfall**:
-> 9% recycelt, 12 % verbrannt, 79% Müllhalden oder Umwelt

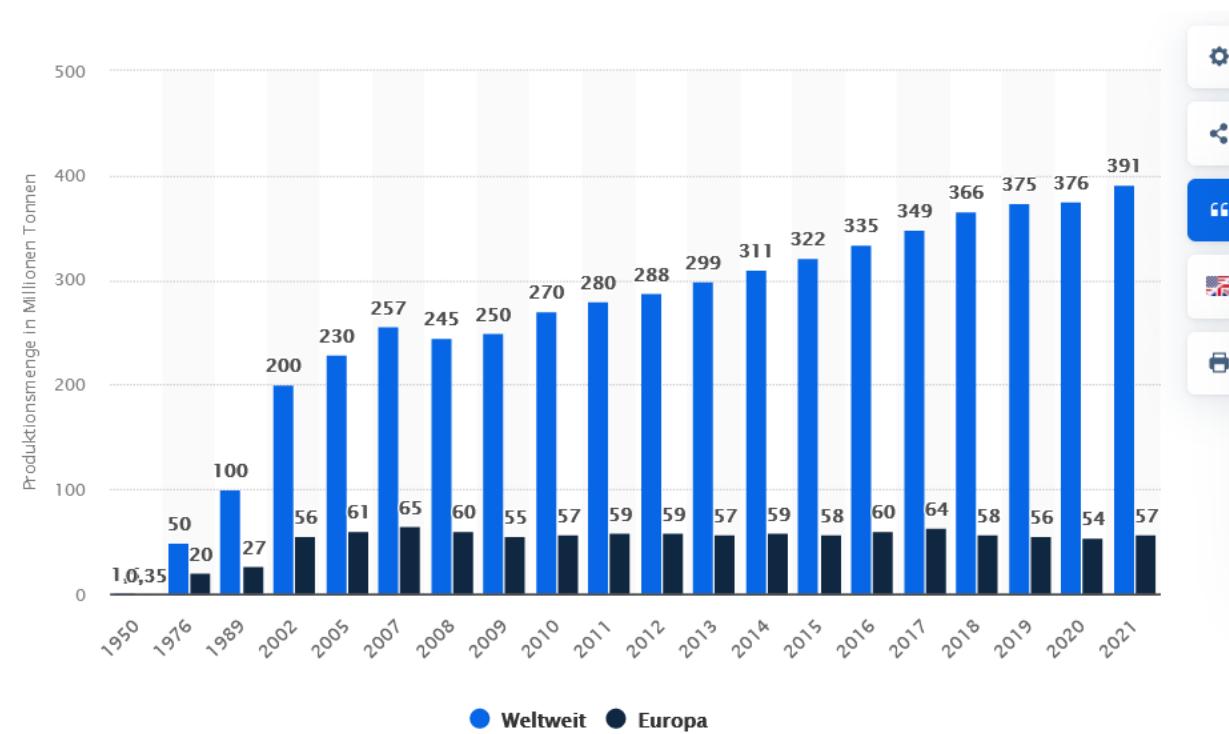
Toxizität von Kunststoff:

- Viele Chemikalien zur Herstellung von Kunststoffen = extrem giftig (insb. Zusatzstoffe)
- Die Chemikalien sind nicht fest im Plastik gebunden
-> können mit der Zeit und/oder bei Erwärmung entweichen.
- Sehr problematisch = Hormonell wirksame Substanzen: Weichmacher (Phthalate), Bisphenol A (BPA), bromierte Flammschutzmittel und Organozinnverbindungen.
- Besonders giftig: **Polyvinylchlorid (PVC) und Polycarbonat (PC)**.
-> **PVC + PC** = Großer Anteil aus Weichmachern.
-> **PC** = mit Hilfe von Bisphenol A hergestellt.



Muntaka Chasant: Plastikverschmutzung am Strand von Accra, Ghana (CC-BY-SA 4.0)

Kunststoffproduktion weltweit/Europa 1950-2021



Details: Weltweit; PlasticsEurope; Conversio

© Statista 2023

PlasticsEurope (2022): Weltweite und europäische Kunststoffproduktion in den Jahren von 1950 bis 2021 (in Millionen Tonnen).
Statista. Statista GmbH. Zugriff: 25.09.23 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167099/umfrage/weltproduktion-von-kunststoff-seit-1950/>

Plastik – Basiswissen

Das Plastikproblem - Deutschland:

- 2021 = **21,3 Millionen Tonnen** produziert **5,7 Millionen Tonnen Abfall**
-> 41 % recycelt, 5% „recycelt“, weil exportiert, 53% verbrannt, weniger als 1% Deponie

Warum nicht mehr Recycling ?

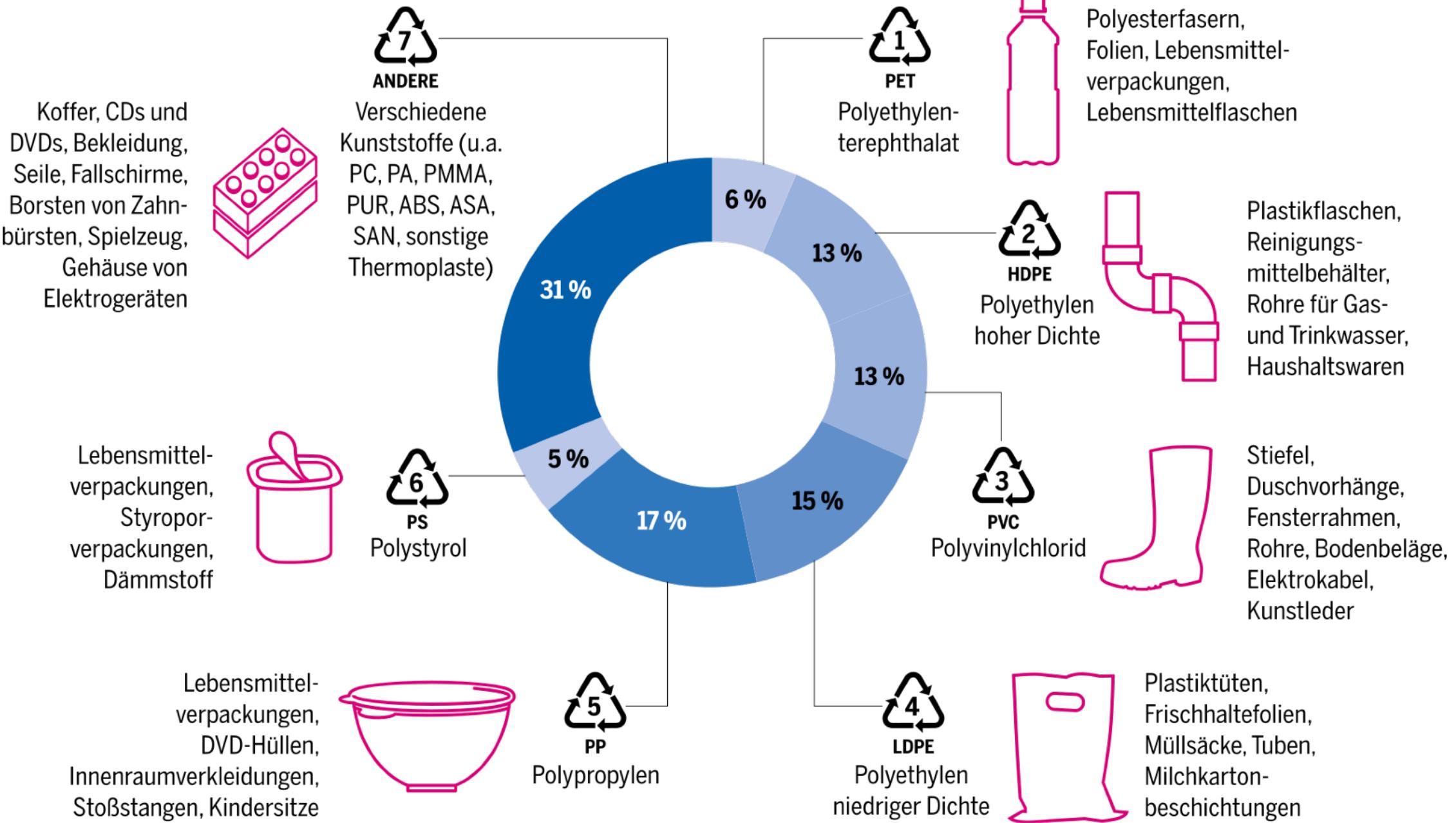
- Großes Problem: Verbundstoffe und Vielfalt an Kunststoffsorten
-> Schwierigkeit: Sortenreinheit
-> Gemische Rezyklate = geringere Qualität : Downcycling

Good to know:

- Wenn Kunststoffabfall nicht in der gelben Tonne, sondern im Restmüll landet, wird er in der Regel nicht recycelt, sondern verbrannt.



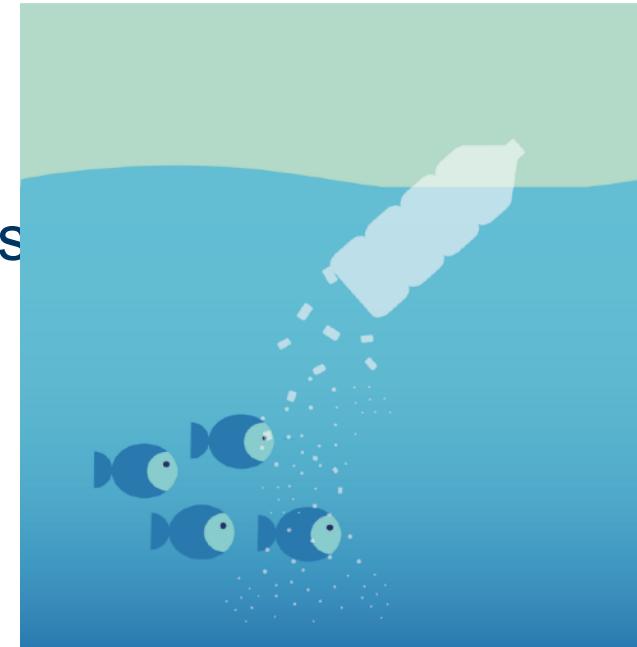
Muntaka Chasant: Plastikverschmutzung am Strand von Accra, Ghana (CC-BY-SA 4.0)



Wie lange dauert es bis sich eine Plastikflasche in der Natur zersetzt hat?

Bis zu **450 Jahre** benötigt eine Kunststoffflasche, bis sie sich in **Mikroplastikpartikel** zersetzt hat. Man geht aber davon aus, dass sich Kunststoffe **nicht vollständig auflösen**.

Die Mikroplastikpartikel werden zwar immer kleiner, bauen sich aber nicht ganz ab.



Information: https://www.awm-muenchen.de/fileadmin/user_upload/verantwortung/4_AWM_Abfallquiz_.pdf

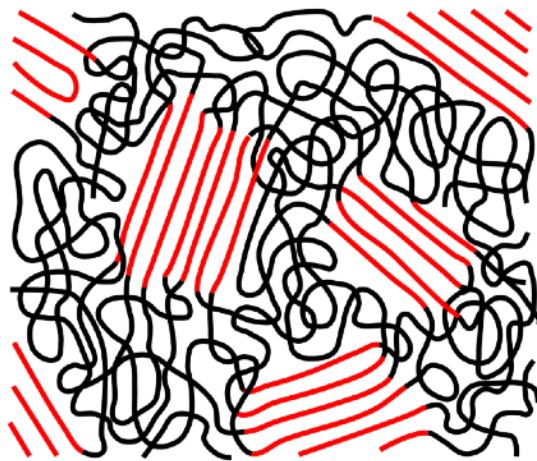
Unsicher wegen Code:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_breakdown_of_a_plastic_bottle_into_smaller_fragments,_eventually_ending_up_as_micro-_and_nano-plastics.png

2. Plastik – Basiswissen

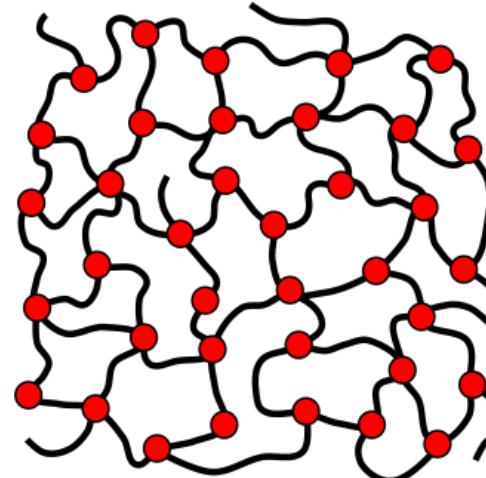
Part 2: Plastik als Material

3 Kunststoffkategorien



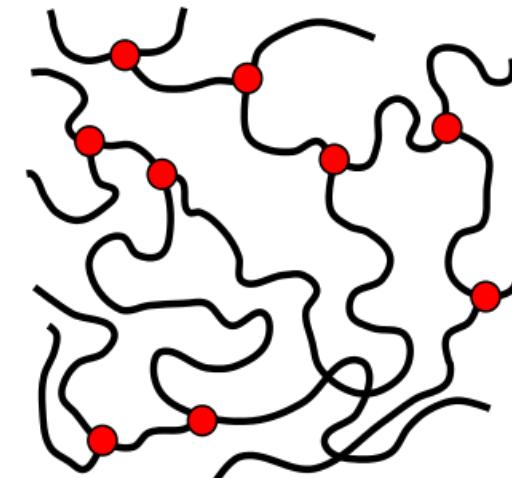
Thermoplaste

- Können beliebig oft weich gemacht oder geschmolzen werden.



Duroplaste

- Nicht recycelbar
- Erwärmung führt zur Zersetzung – nicht Verformbar



Quelle Abbildungen: Public Domain

Elastomere

- Nicht recycelbar
- Umfasst alle Arten von vernetztem Kautschuk
- +/- elastisch

Viele Kunststoffe – viele Eigenschaften

- Es gibt mehr als **200** verschiedene Kunststoffarten
- **6** davon können mit dem entsprechenden Recyclinglabel/Code gekennzeichnet sein (bisher keine Pflicht in Deutschland)
- Alle anderen Kunststoffe fallen automatisch in die Gruppe **7**
- Kurz zum Ursprung der Labels:
1988 hat die Society of the Plastics Industry (SPI) ein Klassifikationssystem begründet, dass dabei helfen soll recycling zu erleichtern. Etabliert, aber keine Pflicht.

Eigenschaften	Anwendungen	Temperaturen*
PET Polyethyl- enterephthalat	PRO: 63-65 Shore-D, widerstandsfähig, leicht, robust, wasserdicht CON: Hohe Schrumpfrate, hitzeempfindlich, giftiger Rauch, schwer entzündlich, gibt mit der Zeit gesundheitsschädliche Stoffe ab	Getränkeflaschen, Gefäße, Seil, Taschen, Bauteile für Elektronik, Fleece, Folien, Filmrollen, Magnetbänder
PE Polyethylen	Polyethylen ist ein weiches Polymer, das in den beiden Haupttypen HDPE & LDPE vorkommt.	Hauptsächlich Folien und Verpackungen
HDPE High Density PE (hohe Dichte)	PRO: 50-70 Shore-D, temperaturbeständig, steif, hohe Zugfestigkeit, günstig, hohe Resistenz gegen Chemikalien, gutes Reibungsverhalten CON: Leicht brennbar, geringe UV-Beständigkeit, hohe Schrumpfrate, ggf. giftige Zusatzstoffe	Gefäße: Lebensmittel, Motoröl, Seife, Bleichmittel, Waschmittel, Rohre, Spielzeug, Schlüsseln, Kisten, Folie, Bauteile für PKW, Gehäuse, Flaschendeckel •
LDPE Low Density PE (geringe Dichte)	PRO: 40-50 Shore-D, hohe Resistenz gegen Chemikalien und Flüssigkeiten, flexibel, gute Isolierfähigkeit, hohe Schlagfestigkeit CON: Oft kein Recyclinglabel, geringe Zugfestigkeit, geringe Härte, geringe UV-Resistenz, hohe Schrumpfrate, ggf. giftige Zusatzstoffe	Folie, Gefrierbeutel, Quetschflaschen, Einkaufstüten, Schlüsseln, Deckel, Spielzeug, Rohre, Taschen, Platten
PVC Polyvinylchlorid	PRO: 74-82 Shore-D, gute Isolierfähigkeit, hohe Resistenz gegen Chemikalien (insbes. gegen Säuren und Basen und Lösungsmittel), günstig, flexibel, schwer brennbar CON: Gibt bei Erwärmung giftiges Chlorid ab	Außenbereich, Industrie, Kunstleder, Versiegelungen, Kabelisolierung, Klebeband, Rohre, Baustoffe, Flaschen, Folie, Schuhsohlen, Schrumpfschlauch, Verpackungen, Schutzhüllen, Koffer, Regenmantel, Spielzeug 2 Typen: PVC-U und PVC-P
PP Polypropylen	PRO: 59-77 Shore-D, wie PE, aber widerstandsfähiger, hohe optische Qualitäten CON: Teurer als PE, spröde unter 0 °C, hohe Durchlässigkeit von Gas, geringe Resistenz gegen Kraftstoffe, geringe UV-Beständigkeit, leicht entflammbar, schwierig zu löschen, ggf. giftige Zusatzstoffe	Gefäße (Lebensmittel), Tupperware, Yoghurtbecher, Sirupflaschen, medizinische Produkte, Bauteile für PKW, Rohre, Spielzeug, Stühle, Küchenutensilien, CD-Hüllen, Verpackungen, Folie, Textilien, Teppiche, Seil, Netze, Koffer, Gehäuse
PS Polystyren	PRO: 78-80 Shore-D, günstig, robust, geringe Schrumpfrate, gute Isolierfähigkeit, hohe Kältebeständigkeit, hohe ästhetische und haptische Qualitäten (kann poliert werden) CON: Recycling erfordert hohen Energieeinsatz, gibt bei Erwärmung giftiges Styrol ab, geringe UV-Resistenz	Verpackungen (Lebensmittel), einweg Kaffeefilter und Besteck (und weitere Wegwerfartikel), CD-Hüllen, Spielzeug, Gehäuse, häufig in geschäumer Form (EPS) als Schall- und Wärmedämmung HIPS (High Impact PS): höhere Schlag- und Abriebfestigkeit
PC Polycarbonat	PRO: 51-85 Shore-D, hohe Transparenz, hohe Hitzebeständigkeit, robust, wasserdicht, hohe Resistenz gegen Öle und Fette CON: Geringe UV-Beständigkeit, geringe Resistenz gegen Kraftstoffe und starke Säuren/Basen	Abdeckungen, Gehäuse, Sicherheitsverglasungen, Scheinwerfer, CDs, Koffer, Solarmodule, Helme, Visiere, Campinggeschirr, medizinische Einwegprodukte

Al Buchwald: Kunststoffeigenschaften (CC-BY-SA 4.0)

Kein Recyclingcode – was jetzt? 2 Möglichkeiten

1. Die Dichte testen:

- Unterschiedliche Kunststoffe
=
Unterschiedliche Dichten
-> Verursacht unterschiedliches Verhalten in Flüssigkeiten (Salzwasser, Alkohol, Pflanzenöl oder Glycerin)
- **Beispiel:**
Polypropylen schwimmt - PET sinkt
- **Problem:**
-> Weichmacher/Flammschutzmittel beeinflussen die Dichte
-> Immer nur 2 Kunststoffe pro Durchlauf (siehe nächste Folie)



<https://www.youtube.com/watch?v=fsqLJNyrVss> (Screenshot 10.10.23)

FLOATING PROPERTIES

Floats on ALCOHOL VEGETABLE OIL WATER GLYCERIN



No No No No



No No Yes Yes



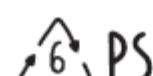
No No No No



Yes No Yes Yes



Yes Yes Yes Yes



No No No Yes

Kein Recyclingcode – was jetzt? 2 Möglichkeiten

2. Feuertest:

- Kunststoffe verhalten sich unterschiedlich, wenn man sie verbrennt:
- **Beispiel:**
 - > PET = Flamme gelblich, erzeugt weißen Rauch und riecht süßlich
 - > PVC = Flamme mit grünem Rand, erzeugt starken (und toxischen) Rauch und riecht stechend
- **Problem:**
 - > Giftiger Rauch + die Unterschiede zu erkennen erfordert Expertise
 - > **bitte nicht nachmachen!**



<https://www.youtube.com/watch?v=fsqLJNyrVss> (Screenshot 10.10.23)

3. Plastik Recycling im RUB Makerspace

Precious Plastic

- Open Source Project (seit 2013) mit dem Ziel:
Lösung für das globale Plastic Waste Problem

Die Idee:

1. Plastikmüll schreddern
2. Plastikmüll zu Rohstoff transformieren
3. Neue Produkte herstellen

Lösungsweg:

-> Niederschwellige Infrastruktur zum Recycling von Plastik, die der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

-> **Konkret:** Alle Baupläne für Maschinen, Produktdesigns, Wissen sowie verschiedene Geschäftsmodelle für die Arbeit mit recyceltem Plastik können frei verwendet und weiterentwickelt werden.



Precious Plastic: Logo (CC-BY-SA 4.0)

Precious Plastic/Plastic Preneur Maschinen im Makerspace



Al Buchwald: Shredder/Totale (CC-BY-SA 4.0)



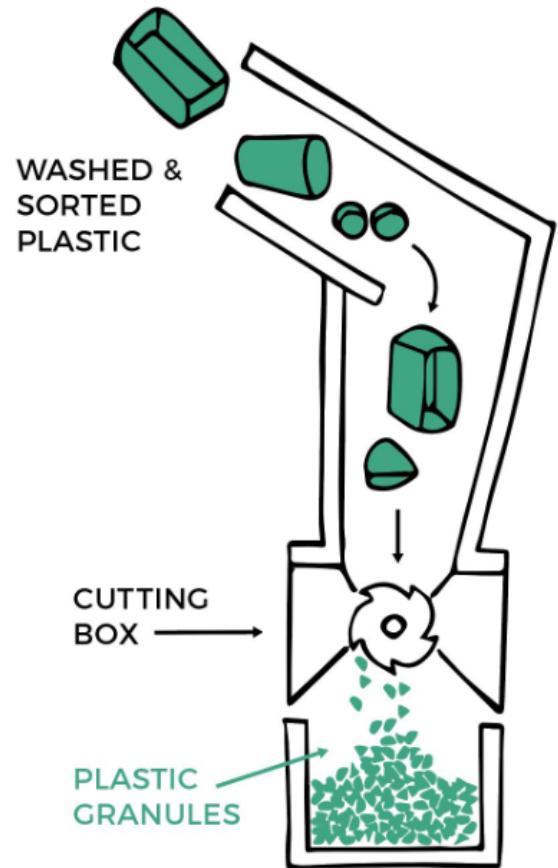
Al Buchwald: Spritzgussmaschine/Totale (CC-BY-SA 4.0)



Al Buchwald: Mobile Absaugung/Totale (CC-BY-SA 4.0)

Der Plastikschrädder – How To

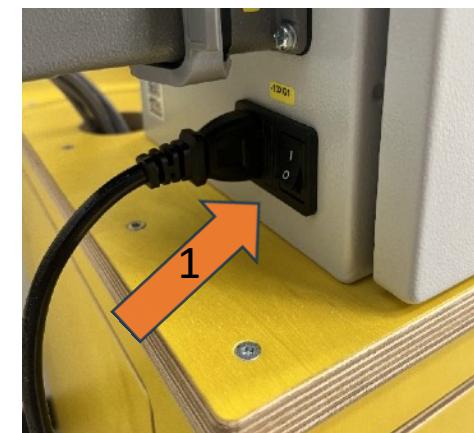
1. Plastik wird gereinigt und sortiert
2. Plastik wird (vorzerkleinert) in den Trichter geworfen
3. Plastik wird geschreddert und landet im Auffangbehälter
 - Der Schrädder hat eine „**auto reverse Funktion**“:
-> bei Blockieren -> automatischer Rückwärtsgang
 - Achtung! Bei Überlastung des Schrädders brennt die Gerätesicherung durch.
 - **Sicherheit:** Schutzbrille und Gehörschutz



Plastik Preneur: Bedienungsanleitung Plastikschrädder,
(Screenshot 26.09.23)

Der Plastikschrädder – Die Schaltfläche

- Die Schaltfläche verfügt über die folgenden Funktionen:
- 1. Ein- und Ausschalter** (auf Rückseite)
 - 2. Notfall aus:** Schaltet die Maschine aus
 - 3. Reset:** Startet die Maschine neu
 - 4. Speed:** Stufenlose Geschwindigkeit (bitte langsam starten!)
 - 5. Backward:** Schrädder läuft Rückwärts
 - 6. Stop:** Schrädder hält an
 - 7. Forward:** Schrädder läuft Vorwärts

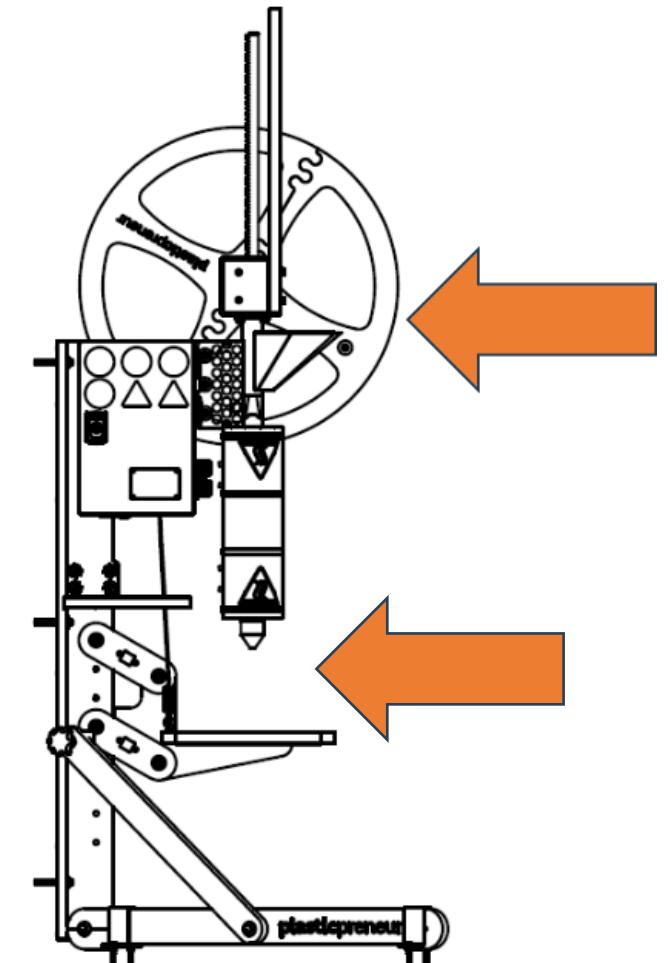


AI Buchwald: Ein- und Ausschalter Spritzgussmaschine & Schaltfläche Spritzgussmaschine (CC-BY-SA 4.0)

Die Spritzgussmaschine – How To

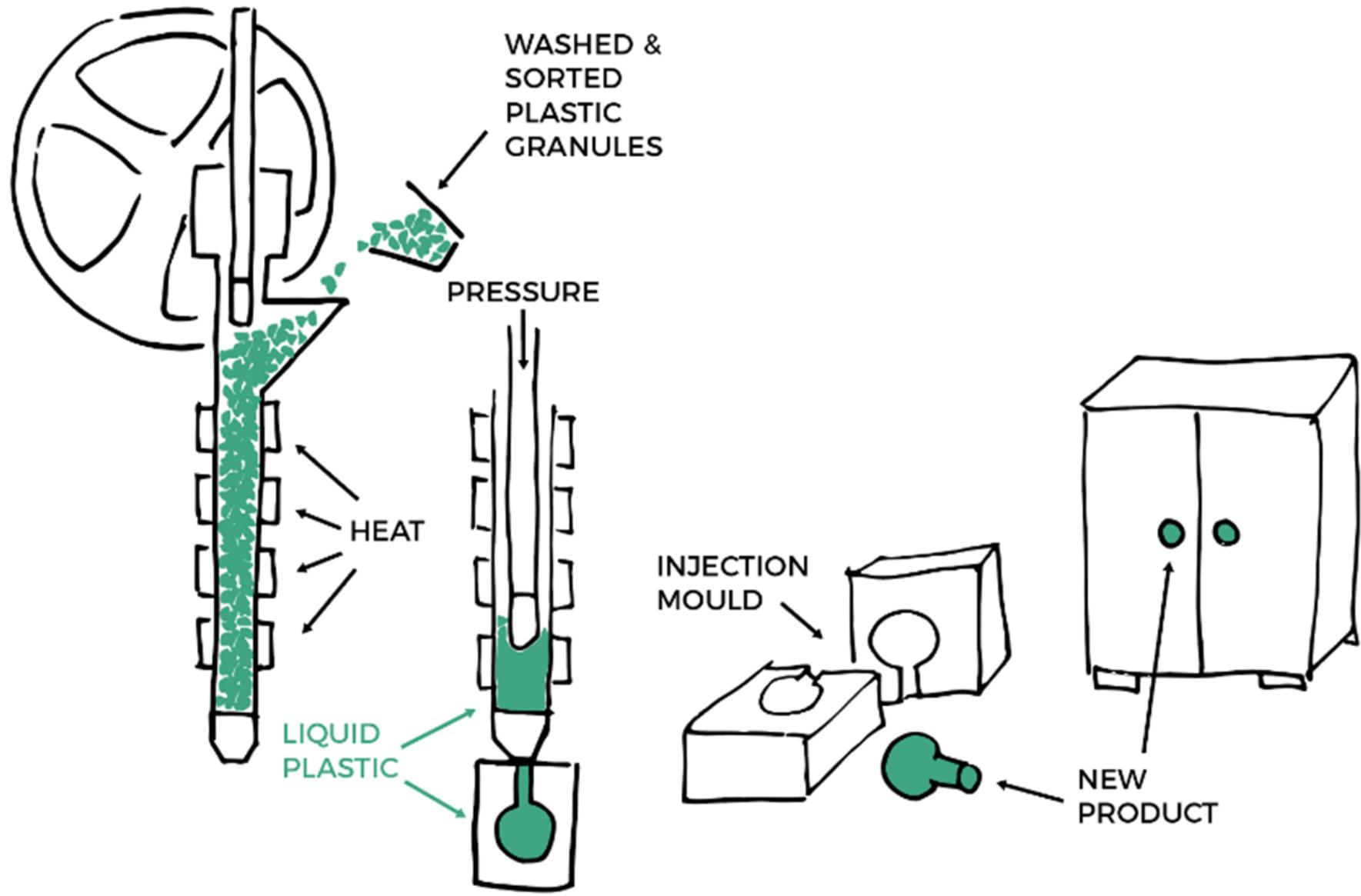
- **Nutzung ausschließlich in Verbindung mit der mobilen Absaugung! (s.u.)**
1. Nozzle wird mit Kantholz verschlossen
 2. Plastikgranulat wird in den Trichter eingefüllt
 3. Timer und Temperatur werden eingestellt -> Plastik schmilzt
 4. Spritzgussform wird eingesetzt (Kanthalz entfernt)
 5. Flüssiges Plastik wird mit Druck (durch handbetriebene Kurbel) in die Form gespritzt.

Sicherheit: Handschuhe, Atemschutz, Faceshield



PlastikPreneur: Bedienungsanleitung Spritzgussmaschine
(Screenshot 26.09.23)

GRÖßERE ABBILDUNG = nächste Seite



Die Spritzgussmaschine – Die Schaltfläche

- Die Schaltfläche verfügt über die folgenden Funktionen:
 1. **Ein- und Ausschalter** (auf Vorderseite)
 2. **Temperaturmodul:** Hier lässt sich mithilfe der **Pfeiltasten** die für den jeweiligen Kunststoff nötige Temperatur einstellen (**Set**).
 3. Auf dem **Display** erscheint eine **IST-** und eine **SOLL-Temperatur**.
 4. Sobald die beiden Temperaturen übereinstimmen, muss ein Timer mit der jeweiligen Zeitspanne eingestellt werden
- Kunststoff so „**kühl**“ und „**kurz**“ wie möglich erhitzen!
-> Temperatur und Zeitspannen sind in den Bedienungsanleitung und auf Plakaten zu finden



Al Buchwald: Schaltfläche Spritzgussmaschine (CC-BY-SA 4.0)

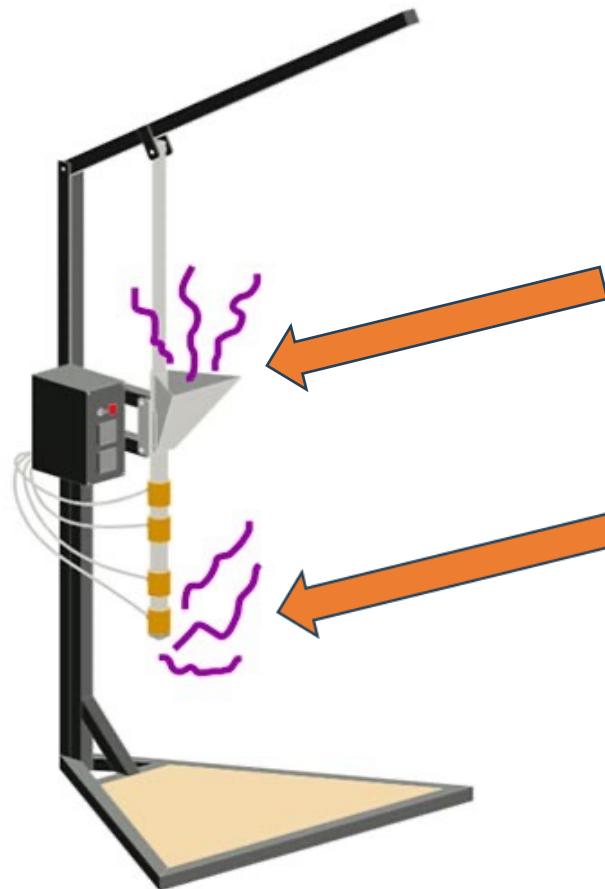
Die mobile Absaugung

- Absaugung filtert mit Aktivkohlefilter, der viele Schadstoffe aus der Luft filtert.
- **Ein- und ausschalter** auf der Rückseite (Abb. 1)
- Die Absaugung verfügt über zwei justierbare „Arme“, die nach Bedarf eingestellt werden können (Abb. 2)
- **Die Öffnungen der Absaugung nah an der Dunstquelle installieren**



Al Buchwald: Ein- und Ausschalter mobile Absaugung & Justierbare Arme Mobile Absaugung & Mobile Absaugung/Totale (CC-BY-SA 4.0)

Dunstproduktion bei der Spritzgussmaschine

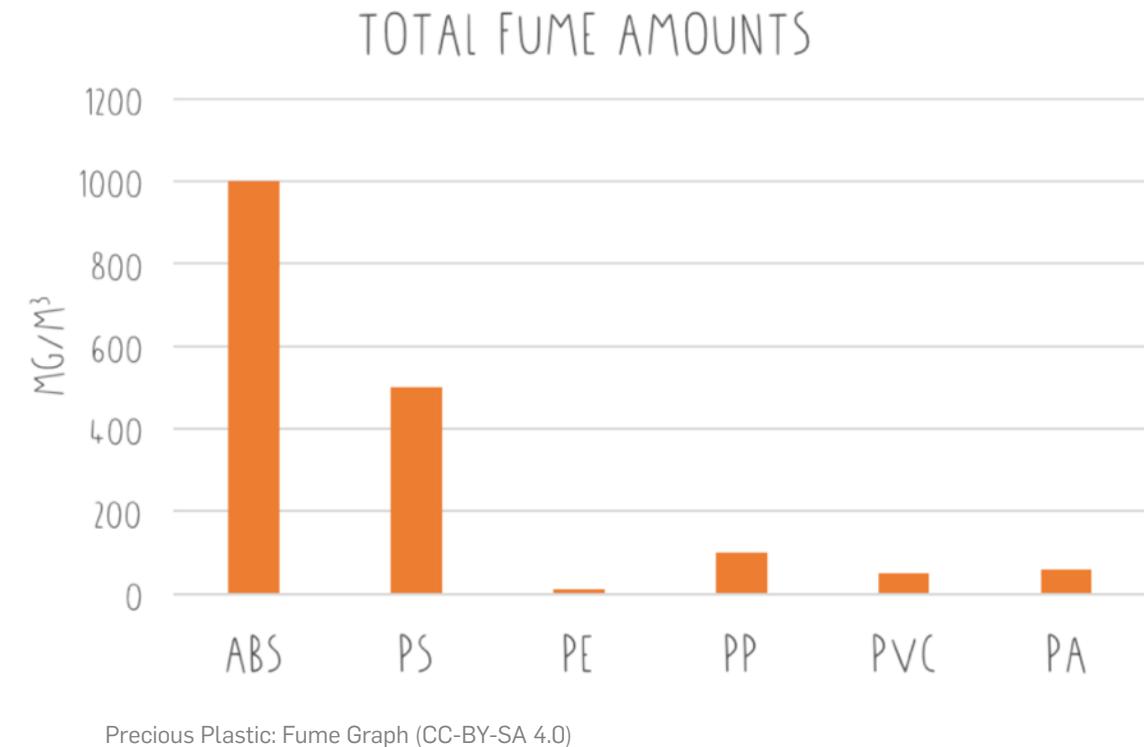


1. Dunst entweicht aus dem Trichter, wenn der Hebel oben ist.
2. Dunst entweicht aus der Nozzle, wenn keine Form installiert ist.

Precious Plastic: Injection Macine, (CC-BY-SA 4.0)

Sicherheit und Rauch/Dunst

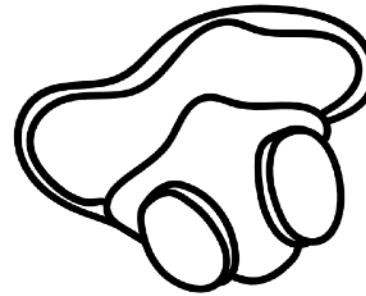
- Bitte **auf keinen Fall Plastik verbrennen.**
Der Rauch ist toxisch.
- schmelzen -> 
- verbrennen -> 
- **ABS und PS** erzeugen am meisten schädlichen Dunst (circa 5-7 mal mehr)
- **Am sichersten sind PP und PE**, weil sie am wenigsten Dunst und Schadstoffe abgeben.
- Achtung! Obwohl **PVC und PA** vergleichsweise wenig Dunst erzeugen, ist dieser **besonders schädlich**.



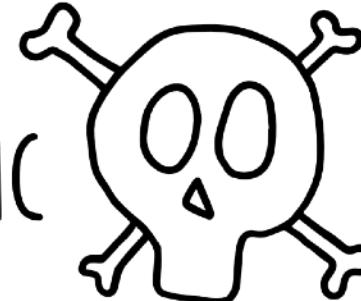
Noch ein paar wichtige Hinweise

- Kunststoff vor der Verarbeitung gut abwaschen und ordentlich abspülen.
-> **Rückstände von Reinigungsmitteln erzeugen auch schädliche Dämpfe.**
- **Niemals ungetrenntes Plastik schmelzen** – verschiedene Kunststoffe = verschiedene Schmelzpunkte. Manche Kunststoffe verbrennen, während andere schmilzen.
- PS oder ABS nicht mehr als 8 Stunden die Woche schmelzen.
- Bitte **nur Gasmasken und Absaugungen mit Aktivkohlefilter** verwenden.
- Kunststoff immer bei **möglichst niedriger Temperatur für eine möglichst kleine Zeitspanne** schmelzen.
- Bei Schwindelgefühlen oder Atembeschwerden **sofort** an die frische Luft gehen.
- Bitte möglichst **von Dunstquellen fernhalten** – die Schadstoffbelastung ist dort 14 mal höher als empfohlen. Bitte ausschließlich mit Maske und mobiler Absaugung arbeiten.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!
And please keep in mind:



DON'T BURN PLASTIC



DON'T MIX PLASTIC !



Precious Plastic: Don't burn plastic; Don't mix plastic (CC-BY-SA 4.0)

-  makerspace@rub.de
-  <https://makerspace.rub.de/>
-  [RUB Makerspace](https://www.youtube.com/c/RUBMakerspace)
-  [@rubmakerspace](https://twitter.com/rubmakerspace)
-  [@rubmakerspace](https://www.instagram.com/rubmakerspace)