



# Plastik erklärt: Freund oder Feind?

Daniel Glöckhofer

Student, TU Wien

Fokus auf "High Performance Polymers"



# Was ist Plastik?

- Im 19. Jahrhundert erfundenes künstlich hergestelltes Material
- Kunststoff (ugs. Plastik): **künstliches Polymere**
- Rohstoffe: Erdöl/Erdgas

## **Eigenschaften:**

- Sehr stabil
- Sehr leicht
- Steril (Medizin und Lebensmittelindustrie)
- Massenproduktion (Gießen)

→ Heute besteht fast alles teilweise aus Plastik



# Einleitung

**Callout box for Hydrogen (H):**

- Ordnungszahl: 1
- Atomgewicht: 1,008
- Elektronenkonfiguration:  $1s^1$
- Schmelz-/Siedetemperatur in °C: -252,7 / -253
- Oxidationszahlen: 1, -1
- Name: Wasserstoff
- Symbol: H
- Normalparab. (Ausgangszustand):  $1s^1$
- Elektronenkonfiguration:  $1s^1$
- Schmelz-/Siedetemperatur in °C: -252,7 / -253
- Oxidationszahlen: 1, -1
- Name: Wasserstoff

**Legend:**

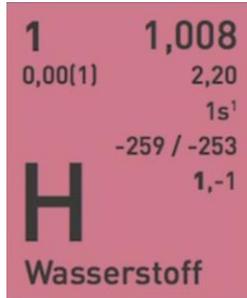
- 1: Nichtmetalle
- 2: Alkalimetalle
- 3: Erdalkalimetalle
- 4: Übergangsmetalle
- 5: Lanthanoide
- 6: Actinoide
- 7: Andere Metalle
- 8: Halogenmetalle
- 9: Halogene
- 10: Edelgase

1 1,008 H Wasserstoff	2 4,0026 He Helium																
3 6,94 Li Lithium	4 9,0122 Be Beryllium											5 10,81 B Bor	6 12,011 C Kohlenstoff	7 14,007 N Stickstoff	8 15,999 O Sauerstoff	9 18,998 F Fluor	10 20,183 Ne Neon
11 22,990 Na Natrium	12 24,305 Mg Magnesium											13 26,982 Al Aluminium	14 28,086 Si Silicium	15 30,974 P Phosphor	16 32,06 S Schwefel	17 35,45 Cl Chlor	18 39,948 Ar Argon
19 39,098 K Kalium	20 40,078 Ca Calcium	21 44,956 Sc Scandium	22 47,867 Ti Titan	23 50,942 V Vanadium	24 51,996 Cr Chrom	25 54,938 Mn Mangan	26 55,845 Fe Eisen	27 58,933 Co Cobalt	28 58,933 Ni Nickel	29 63,546 Cu Kupfer	30 65,38 Zn Zink	31 69,723 Ga Gallium	32 72,63 Ge Germanium	33 74,922 As Arsen	34 75,94 Se Selen	35 79,904 Br Brom	36 83,798 Kr Krypton
37 85,468 Rb Rubidium	38 87,62 Sr Strontium	39 88,906 Y Yttrium	40 91,224 Zr Zirkon	41 92,904 Nb Niob	42 95,94 Mo Molybdän	43 95,94 Tc Technetium	44 101,07 Ru Ruthenium	45 102,91 Rh Rhenium	46 106,42 Pd Palladium	47 107,87 Ag Silber	48 112,41 Cd Cadmium	49 114,82 In Indium	50 116,71 Sn Zinn	51 121,76 Sb Antimon	52 127,40 Te Tellur	53 126,905 I Jod	54 131,29 Xe Xenon
55 132,91 Cs Cäsium	56 137,33 Ba Baryum	57 174,967 La Lanthan	58 175,053 Ce Cer	59 174,967 Pr Praseodym	60 144,24 Nd Neodym	61 144,913 Pm Promethium	62 150,36 Sm Samarium	63 151,96 Eu Europium	64 157,25 Gd Gadolinium	65 158,93 Tb Terbium	66 162,50 Dy Dysprosium	67 164,93 Ho Holmium	68 167,26 Er Erbium	69 168,93 Tm Thulium	70 173,05 Yb Ytterbium	71 174,97 Lu Lutetium	
87 223,02 Fr Francium	88 226,025 Ra Radium	89 225,023 Ac Actinium	90 227,027 Th Thorium	91 231,036 Pa Protactinium	92 238,0289 U Uran	93 237,0437 Np Neptunium	94 244,0418 Pu Plutonium	95 243,0287 Am Americium	96 247,0454 Cm Curium	97 247,0454 Bk Berkelium	98 251,0828 Cf Californium	99 252,0833 Es Einsteinium	100 257,10528 Fm Fermium	101 261,10871 Md Mendelevium	102 265,10894 No Nobelium	103 269,10894 Lr Lawrencium	
104 261,10871 Rf Rutherfordium	105 262,10871 Db Dubnium	106 263,10871 Sg Seaborgium	107 263,10871 Bh Bohrium	108 263,10871 Hs Hassium	109 263,10871 Mt Meitnerium	110 263,10871 Ds Darmstadtium	111 263,10871 Rg Roentgenium	112 263,10871 Cn Copernicium	113 263,10871 Nh Nihonium	114 263,10871 Fl Flerovium	115 263,10871 Uut Ununtrium	116 263,10871 Uuq Ununquadium	117 263,10871 Uup Ununpentium	118 263,10871 Lv Livermorium	119 263,10871 Uus Ununseptium	120 263,10871 Uuo Ununoctium	

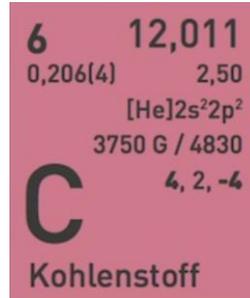
Wolffenthal

Periodensystem der Elemente (PSE)

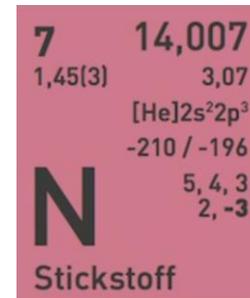
# Organische Chemie



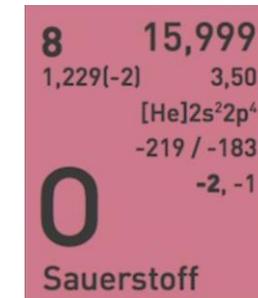
Wasserstoff (H)



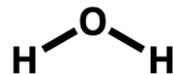
Kohlenstoff (C)



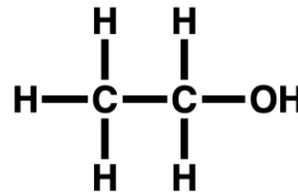
Stickstoff (N)



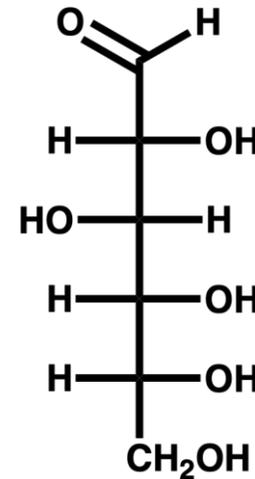
Sauerstoff (O)



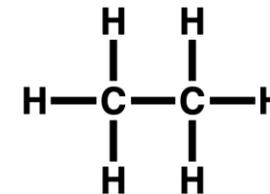
Wasser (H<sub>2</sub>O)



Ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)



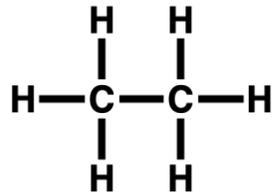
Glukose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)



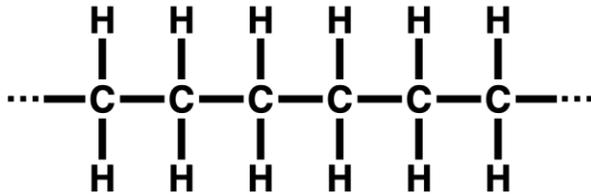
Ethan (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)

# Was sind Polymere?

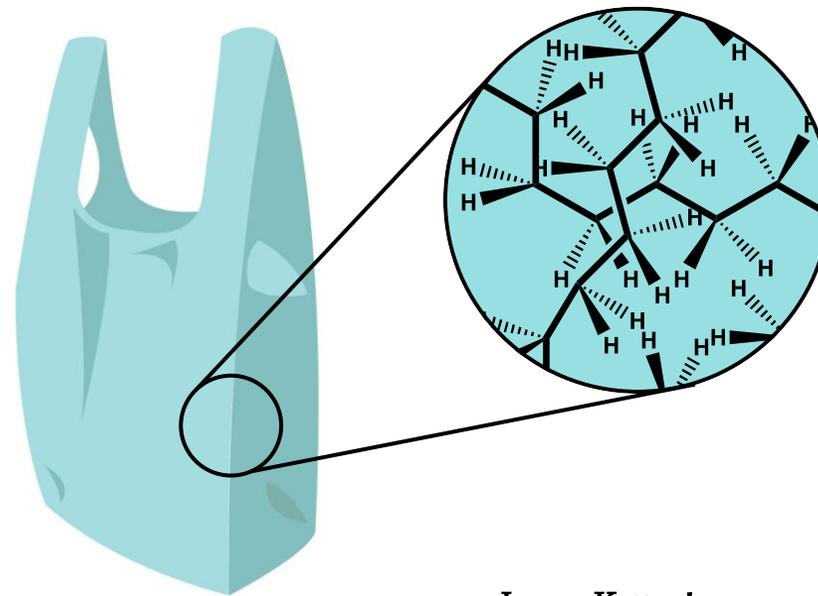
- Griechisch für „viele Teile“
- Ketten aus einer (oder mehreren) sich wiederholenden Monomereinheiten
- Makromoleküle (große Moleküle)
- Kommen natürlich oder synthetisch vor



Ethan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ )



Polyethylen ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )<sub>n</sub>



Lange Ketten!

# Pasta al dente

**Penne:**



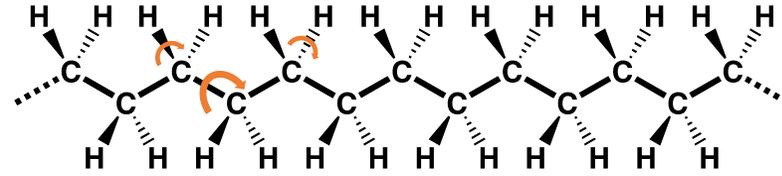
“Monomer” bzw. kleine Moleküle

**Spaghetti:**

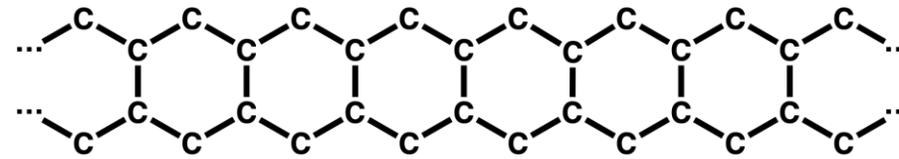


“Polymer”

# Plastiksackerl vs. Tupperware



Rotationen möglich → Elastisch



Keine Rotationen möglich → Unelastisch



Strukturformeln teils vereinfacht dargestellt

# Eigenschaften



“Plastiksackerl”

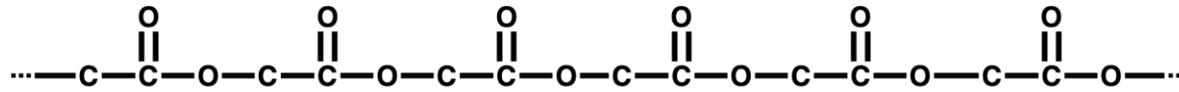


“Tupperware”

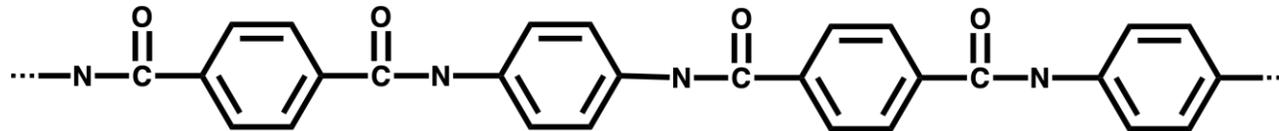
**Form der Monomere bestimmt Härte und Eigenschaften der Polymere!**

# Eigenschaften

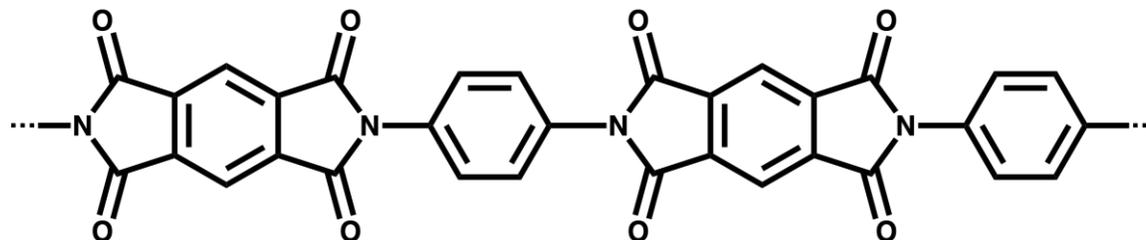
Polyester:



Polyamide (Kevlar):



Poly(PPI):



Strukturformeln teils vereinfacht dargestellt

# Beispiele für Polymere:

- **Polyester**



- **Polyamid 66 (Nylon)**



- **Polymethylmethacrylat (Plexiglas)**



- **Polyvinylchlorid (PVC)**



- **Polyethylenterephthalat (PET)**



- **Polyaramide (Kevlar)**



- **Polyphenol (Bakelit)**



# Freund oder Feind?



- Erdöl & Erdgas → billig
- Steril → Medizin und Lebensmittelindustrie
- Sehr stabil → ermöglicht ein breites Anwendungsgebiet
- Massenproduktion



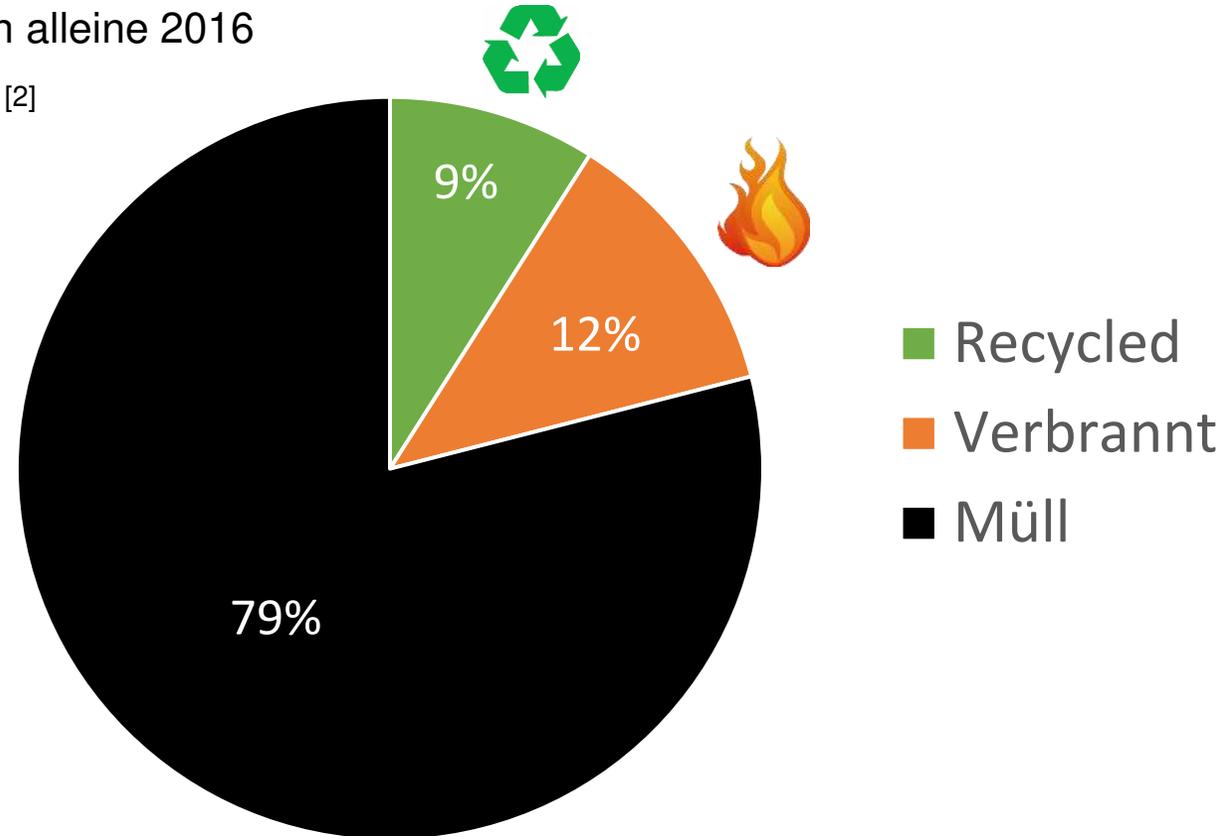
- Erdöl & Erdgas → CO<sub>2</sub> wird emittiert
- Steril → Verpackungsindustrie (40% aller Kunststoffe <sup>[1]</sup>)
- Sehr stabil → 500-1000 Jahre bis abgebaut
- Massenproduktion

„Wir lernten wie man braune, stinkende Pampe, in etwas magisches verwandelt ... und entschieden uns dazu, es wegzuwerfen“

[1] Kaiser, K et al, Recycling, 2018

# Recycling

- 8.3 Milliarden Tonnen Plastik (seit Erfindung vor ca. 100 Jahren) [2]
- 335 Millionen Tonnen alleine 2016
- Nur 21% verarbeitet [2]



[2] Roland Geyer, Jenna R. Jambeck et al, Science advances, 2018

# Plastik im Meer

- 8 Millionen Tonnen Plastik pro Jahr [3]
- Bis 2050 mehr Plastik als Fische [3]
- Meerestiere verfangen sich oder schlucken Plastik
  - 2016 90% aller Meerestiere Plastik gefressen [4]
  - 2018 toter Pottwal in Spanien mit 32kg Plastik im Bauch
- 90% des Plastiks im Meer stammt aus nur 10 Flüssen in Asien und Afrika



[3] Ellen MacArthur Foundation, The New Plastics Economy, 2016

[4] Wilcox et al., PNAS 2015

# Mikroplastik

- Kunststoffteilchen <5mm
- Kommen in Kosmetik, Zahnpasta, Glitzer etc. vor
- Großteil von schwimmendem Müll (UV-Strahlung)
- 51 Billionen Teilchen schwimmen im Meer [5]

51 000 000 000 000

- Werden von Plankton gefressen und arbeiten sich die Nahrungskette bis zum Menschen hoch
- Nachgewiesen in Honig, Meersalz, Bier, Leitungswasser etc. [6]

[5] Erik van Sebille et al, Environ. Res. 2015

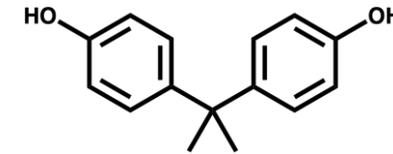
[6] Ana I. Catarino et al, Environmental Pollution, 2018

# Gesundheitsrisiken

Durch Chemikalien die dem Plastik zugesetzt werden:

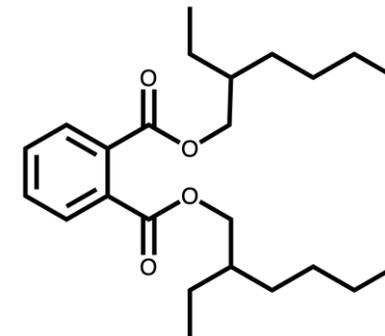
## BPA:

- macht Plastikflaschen durchsichtig
- Nachweisbar im Urin von 93% aller Menschen [7]
- Hinweise auf **hormonähnliche Wirkung** [8]



## DEHP:

- Weichmacher
- Nachgewiesen in 8/10 Babys und fast allen Erwachsenen [9]
- Könnten **krebserregend** sein [10]



[7] National Institute of Environmental Health Services, 2017

[8] Anneline Pinson et al, Comptes Rendus Biologies, 2017

[9] Meeker JD et al, Royal Society: Biological Sciences, 2019

[10] Gray GM et al, Environmental Health, 2017

# Plastikverbot?

- Wenige Studien zu Gesundheitsrisiken und oft nicht aussagekräftig
- Plastikalternativen teilweise noch schädlicher für die Umwelt (bez. Klimawandel)
  - Herstellung eines Plastiksackerls benötigt extrem wenig Energie/CO<sub>2</sub>
  - Stofftasche müsste 7100 benutzen müsste <sup>[11]</sup>
- 1/3 aller Nahrungsmittel werden weggeworfen <sup>[12]</sup>
  - Plastik beste Möglichkeit frisch zu halten

„Alles hat einen Einfluss auf die Umwelt und es ist schwer die richtige Balance zu finden.“

- Plastik löst Probleme, für die es noch keine Alternativen gibt. In vielen Bereichen kann und muss aber darauf verzichtet werden. (Biopolymere)
- Recycling und Infrastruktur im Müllabtransport unverzichtbar

[11] Ministry of Environment and Food of Denmark, 2018

[12] Gustavsson et al, 2011

Fragen?

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!