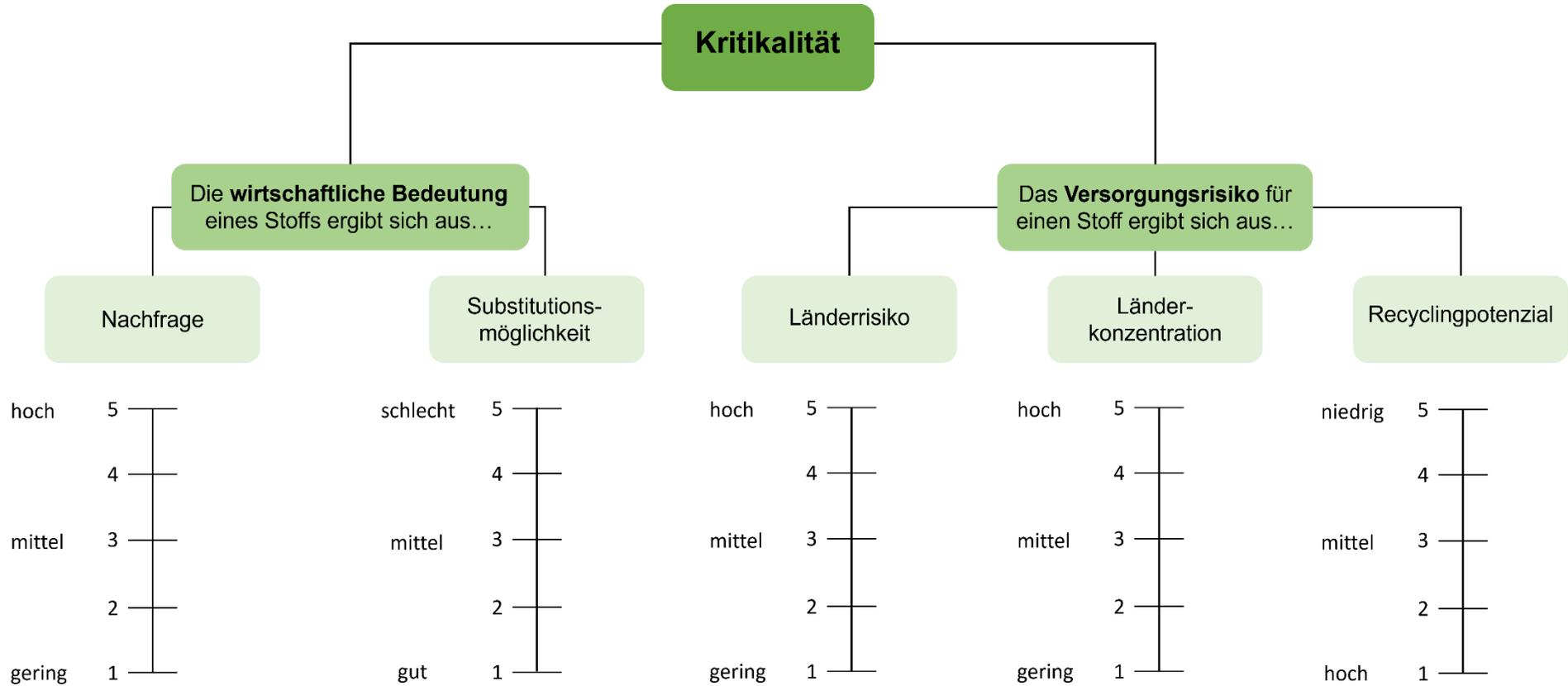


## Laufzettel



Kritikalitätsfaktor von Kunststoff: \_\_\_\_\_

1                      3                      5

\_\_\_\_\_

nicht kritisch                      mäßig kritisch                      sehr kritisch

## Station: Aufbau eines iPads

### Aufgabe 1

- a) Scanne den QR-Code und nutze die **Demontageanleitung**, um das iPad der Station auseinanderzubauen.



### Aufgabe 2

- a) Lege das geöffnete iPad mit zur Seite geklappter Scheibe sowie das entnommene LCD-Display **exakt** auf die markierten Stellen der Unterlage und scanne den Zap Code.
- b) Identifiziere mithilfe der AR die separaten Teile aus dem Umschlag, wiege sie und trage ihr Gewicht in die Tabelle ein.
- c) Klicke auf die Beschriftung der Bauteile in der AR, um Informationen zu ihrem Kunststoffgehalt zu erhalten, und notiere diesen in der Tabelle. Berechne anschließend den absoluten Kunststoffanteil und trage ihn in die Tabelle ein.

 Tipp:  $\text{Masse Kunststoffanteil} = \left( \frac{\text{relativer Kunststoffanteil}}{100} \right) * \text{Masse gewogen}$

	Masse gewogen in g	Relativer Kunststoffanteil in %	Masse Kunststoffanteil in g
Lautsprechermodul (2x)			
Kopfhörer-Eingang			
Frontkamera			
LCD-Display			
Antennenmodul			
Sonstige Kunststoffteile			
<b>Gesamt</b>	X	X	

- d) Dieses iPad wiegt (im funktionsfähigen Zustand) 484,1 g. Berechne anhand deiner Daten aus der Tabelle den **relativen Kunststoffgehalt** des gesamten iPads.

Das iPad besteht zu \_\_\_\_\_% aus Kunststoff.

### Aufgabe 3

Baue das iPad wieder zusammen. Nutze dafür gerne die **Zusammenbau-Hilfe** innerhalb der Demontageanleitung.

**Bitte drehe die Schrauben nicht fest rein, da das Profil leicht kaputt geht!**



### Aufgabe 4

Nicht nur im iPad selbst, sondern auch in bzw. an Zubehör befinden sich Kunststoffe.

- a) Scanne den Zap Code, platziere die AR auf einer **freien** Fläche (Tisch oder Boden) und sieh dir die Modelle des Apple Pencil sowie des Ladekabels an.



**Benutzungshinweis zur AR:**

*Sobald das Modell angezeigt wird, kannst du es durch das Kippen des iPads verschieben, um das Modell **größer** oder **kleiner** zu sehen.*

*Drücke dann den Button „**TAP TO PLACE**“, um das Modell an einer Stelle zu fixieren. Du kannst das Modell nun von allen Seiten betrachten. Wenn du es verschieben willst, musst du den Zap-Code erneut scannen.*



- b) Schätze anschließend mithilfe der AR und der realen Objekte den Gewichtsanteil des Kunststoffs beider Teile:

Kunststoffanteil Apple Pencil: \_\_\_\_\_%

Kunststoffanteil Kabel: \_\_\_\_\_%

## Station: Eigenschaften von Kunststoffen

### Aufgabe 1

Führe die zwei Experimente zu den Eigenschaften von Kunststoffen durch und notiere deine Beobachtungen und Erklärungen.

#### 1. Experiment: Dichte

##### *Materialien und Chemikalien*

- 250 mL Becherglas
- 100 mL Becherglas
- 100 mL Messzylinder
- Spatel
- Waage
- Trichter
- Pasteurpipette
- Kochsalz
- Polypropylenprobe (grün)
- Polystyrolprobe (transparent)
- Destilliertes Wasser

##### *Durchführung und Beobachtung*

1. Gib die Kunststoffproben in das **250 mL Becherglas** und fülle mit dem **Messzylinder** exakt **200 mL** dest. Wasser hinein.
2. Drücke beide Kunststoffe kurz unter Wasser und notiere, welcher Kunststoff schwimmt bzw. sinkt. Nimm die Kunststoffe danach wieder aus dem Wasser.

schwimmt: \_\_\_\_\_ sinkt: \_\_\_\_\_

3. Fülle nun das kleine **100 mL Becherglas** zu einem Viertel mit Salz und wiege es anschließend. Notiere das Gesamtgewicht.

Gewicht Becherglas + Salz = \_\_\_\_\_ g

4. Gib ca. 10 g Salz aus dem 100 mL Becherglas in das mit Wasser gefüllte Becherglas und rühre, bis sich das Salz komplett gelöst hat. Teste die Schwimmfähigkeit der Kunststoffe erneut.

**Achtung:** Es dürfen keine Luftblasen am Kunststoff haften!

5. Wenn das Polystyrol nicht schwimmt, nimm es heraus und gib etwas Salz zu. Löse dieses durch Rühren und teste die Schwimmfähigkeit erneut. **Führe diesen Schritt gerade so oft durch, bis das Stück Polystyrol schwimmt.**

6. Wiege nun das Becherglas mit dem restlichen Salz und berechne die Gewichts­differenz. Sie entspricht der gelösten Menge an Salz.

Gelöste Menge Salz = \_\_\_\_\_ g

7. Entsorge die Lösung im Abfluss und spüle die Bechergläser kurz mit Wasser aus.

*Auswertung*

1. Welche Aussage kannst du über die Dichte des in dest. Wasser schwimmenden Polypropylens treffen?

*Annahme: destilliertes Wasser hat bei Zimmertemperatur eine Dichte von 1 g/cm<sup>3</sup>*

2. Gib anhand der Dichtetabelle von Kochsalzlösungen die Dichte von Polystyrol an.

$$\textcircled{i} \text{ Hinweis: } \textit{relativer Salzgehalt der Lösung} = \frac{\textit{Masse zugegebenes Salz}}{(\textit{Masse zugegebenes Salz} + \textit{Masse zugegebenes Wasser})} * 100$$

Salzgehalt der Lösung in %	Dichte bei 20 °C in g/cm <sup>3</sup>
1	1,005
2	1,012
4	1,026
6	1,041
8	1,056
10	1,071
12	1,086
14	1,101
16	1,116
18	1,132
20	1,148

Dichte von Polystyrol: \_\_\_\_\_ g/cm<sup>3</sup>

*Quelle: Simion, Grigoras, Rosu, und Gavrilă (2015)*

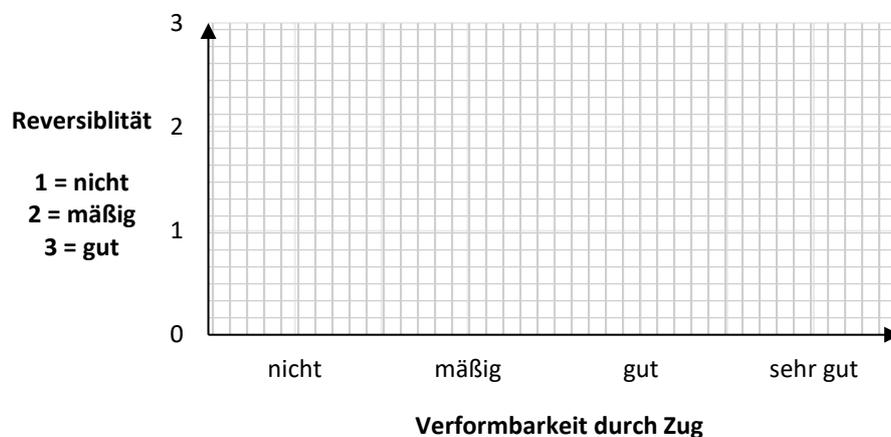
## 2. Experiment: Verformbarkeit

### Material

- Gummiband
- Stück Plastikfolie
- Stück iPad-Platine

### Durchführung und Beobachtung

1. Teste die Verformbarkeit aller Stücke, indem du versuchst sie durch **Ziehen** zu verformen.
2. Trage die getesteten Kunststoffteile entsprechend ihrer *Verformbarkeit durch Ziehen* und ihrer *Reversibilität* (Fähigkeit nach Ende der Krafteinwirkung wieder in die ursprüngliche Form zurückzukehren) in das Diagramm ein.



### Auswertung

Es gibt drei verschiedene „Kunststofftypen“ (*Thermoplasten*, *Duroplasten* und *Elastomere*) die sich molekular und deshalb auch in ihren stofflichen Eigenschaften unterscheiden.

1. Scanne den Zap Code, platziere das AR-Modell auf einer **freien** Fläche (Tisch oder Boden) und beobachte, wie sich die Moleküle der Kunststofftypen bei dem Versuch verhalten.



### Benutzungshinweis zur AR:

Sobald das Modell angezeigt wird, kannst du es durch das Kippen des iPads verschieben, um das Modell **größer** oder **kleiner** zu sehen.

Drücke dann den Button „**TAP TO PLACE**“, um das Modell an einer Stelle zu fixieren. Du kannst das Modell nun von allen Seiten betrachten.

Wenn du es verschieben willst, musst du den Zap-Code erneut scannen.

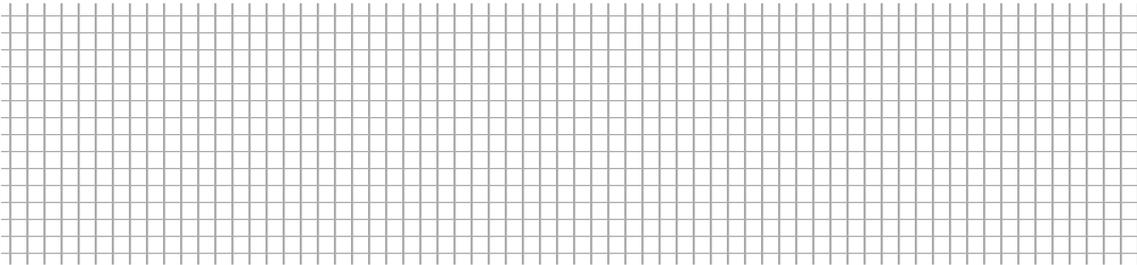


2. Gib jeweils an, um welchen dieser *Kunststofftypen* es sich bei Platine, Plastikfolie und Gummiband handelt.

Gummiband: \_\_\_\_\_ Plastikfolie: \_\_\_\_\_

Platine: \_\_\_\_\_

3. Erkläre anhand der Molekülstrukturen, warum die Plastikfolie schmelzbar ist, das Gummiband jedoch nicht.



## Aufgabe 2

Scanne einen der QR-Codes, um zum Lückentext zu gelangen.

Löse diesen mithilfe deiner Erkenntnisse aus den Versuchen und der Datentabelle.



Scanne diesen QR-Code, um zum **schwereren** Lückentext zu gelangen.

*(Tipp: Klicke für Hilfe auf die Glühbirne!)*



Scanne diesen QR-Code, um zum **leichteren** Lückentext zu gelangen.

*(Tipp: Klicke für Hilfe auf die Glühbirne!)*

Material	Dichte in g/cm <sup>3</sup>	Wärmeleitfähigkeit in W/m*K	Schmelztemperatur in °C
Polyethylen (PE)	0,87-0,94	0,33-0,57	130-145
Polystyrol (PS)	?	0,17	60-100
Polypropylen (PP)	0,92	0,23	176
Polymethylmethacrylat (PMMA/ Plexiglas®)	1,18	0,19	120-160
Polyethylenterephthalat (PET)	1,39	0,24	235-260
Aluminium	2,7	236	660
Stahl	7,8	58	1400

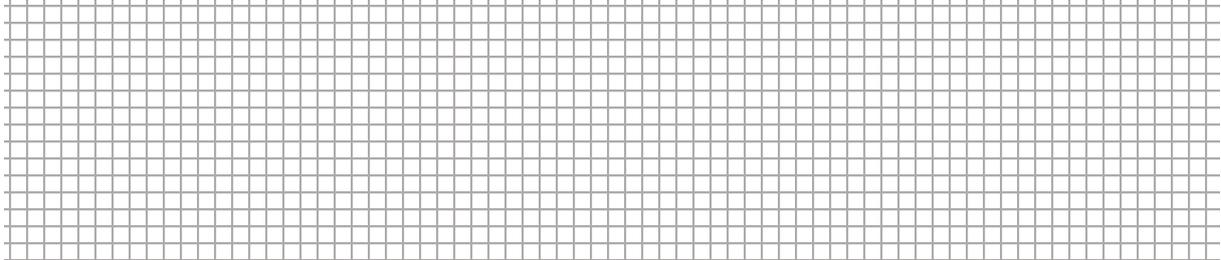
Datentabelle für Dichte, Wärmeleitfähigkeit und Schmelztemperatur verschiedener Materialien.

Quelle: (Schwedt, 2013), weitere s. unten.



### Aufgabe 3

Verwendet der im Video gezeigte kunststoffverarbeitende Kleinbetrieb eine Variante des Extrusionsverfahrens oder des Spritzgussverfahrens zur Herstellung der roten Kanne? Erkläre.



### Aufgabe 4

Scanne den Zap-Code und sieh dir das Modell zur Herstellung eines Kunststoffs aus Präpolymeren an.

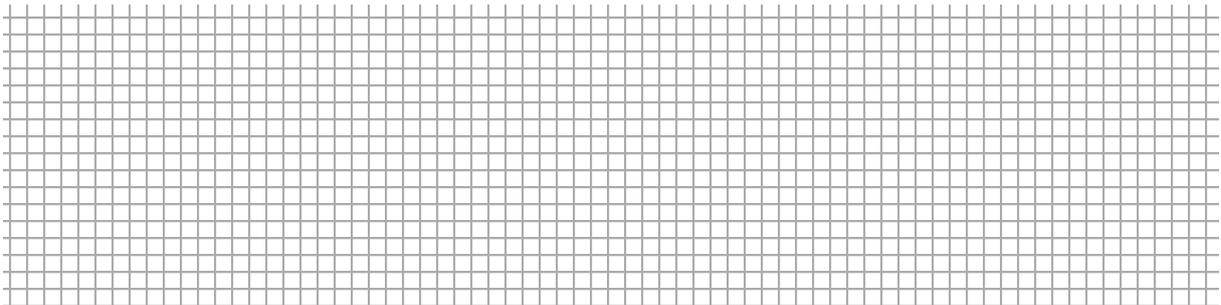


**Benutzungshinweis zur AR:**

***Damit das AR-Modell richtig dargestellt wird, musst du das iPad auf den Zap-Code des Arbeitsblattes gerichtet halten!***



Erkläre auf molekularer Ebene, warum bei der Herstellung einer iPad-Platine Additive benötigt werden.







Kunststoffe können zwar anhand ihrer Dichte aufgetrennt werden, unter Umständen enthaltene Farbstoffe oder Weichmacher werden dadurch aber nicht entfernt. Allerdings sind manche Kunststoffe in organischen Lösungsmitteln löslich, in denen sich andere Kunststoffe nicht lösen. Dadurch können die verschiedenen Kunststoffe nicht nur getrennt, sondern auch Farbstoffe und Weichmacher ausgespült werden.

### Aufgabe 4

Scanne den QR-Code und finde anhand der Dichten und Löslichkeiten aus Tabelle 1 und 2 heraus, welcher Kunststoff mit „Stoff 1, 2, 3, 4 und 5“ gemeint ist. Übertrage deine Erkenntnisse in die leere Tabelle.



Kunststoff	Dichte in g/cm <sup>3</sup>	Unlöslich in
PS	1,05	-
PA	1,14	Aceton, Toluol
PET	1,39	Toluol
PMMA	1,18	-
PE	0,94	Aceton, Toluol

Tabelle 1: Dichte und Löslichkeiten verschiedener Kunststoffe (bei Raumtemperatur)

Medium	Dichte in g/cm <sup>3</sup>
NaCl-Lösung (14 %ig)	1,10
Aceton	0,79
Toluol	0,87

Tabelle 2: Dichte verschiedener Medien (bei 20°C)

Stoff	Schwimmt in NaCl-Lösung		Unlöslich in		Entspricht Kunststoff...
	ja	nein	Aceton	Toluol	
1					
2					
3					
4					
5					

Infos nach: (Apple Inc., 2021; Bundesverband der deutschen Entsorgungs- Wasser- und Kreislaufwirtschaft e.V., 2020; Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH, 2020; Vacano, Mangold, & Seitz, 2021)  
Experiment und Tabellendaten nach: (Bonnet, 2016), Simion, A. I., Grigoras, C., Rosu, A.-M., & Gavrilă, L. (2015). Mathematical modelling of density and viscosity of NaCl aqueous solutions. Journal of Agroalimentary Processing and Technologies, 21, 41-52. <https://de.wikipedia.org/wiki/Toluol> (abgerufen am 14.10.2022), <https://de.wikipedia.org/wiki/Aceton> (abgerufen am 14.10.2022).





## Bewertung der Nachhaltigkeit

Vor dem Hintergrund zunehmender politischer Spannungen, Umweltverschmutzung und weltweiten klimatischen Veränderungen gewinnen nachhaltige unkritischere Materialien sowie Änderungen im Konsumverhalten in den Bereichen Wirtschaft, Gesellschaft und Politik an Bedeutung.

Um kompetent nachhaltige Entscheidungen treffen zu können, ist eine Ermittlung der Einflüsse von Produkten und Materialien auf Ökonomie, Umwelt und Gesellschaft hilfreich.

### Arbeitsauftrag

Bewerte die verschiedenen Aussagen anhand deines Wissens aus den Stationen und fülle das Spinnennetzdiagramm aus.



Nutze die AR, falls du Hinweisen oder zusätzliche Informationen benötigst.

