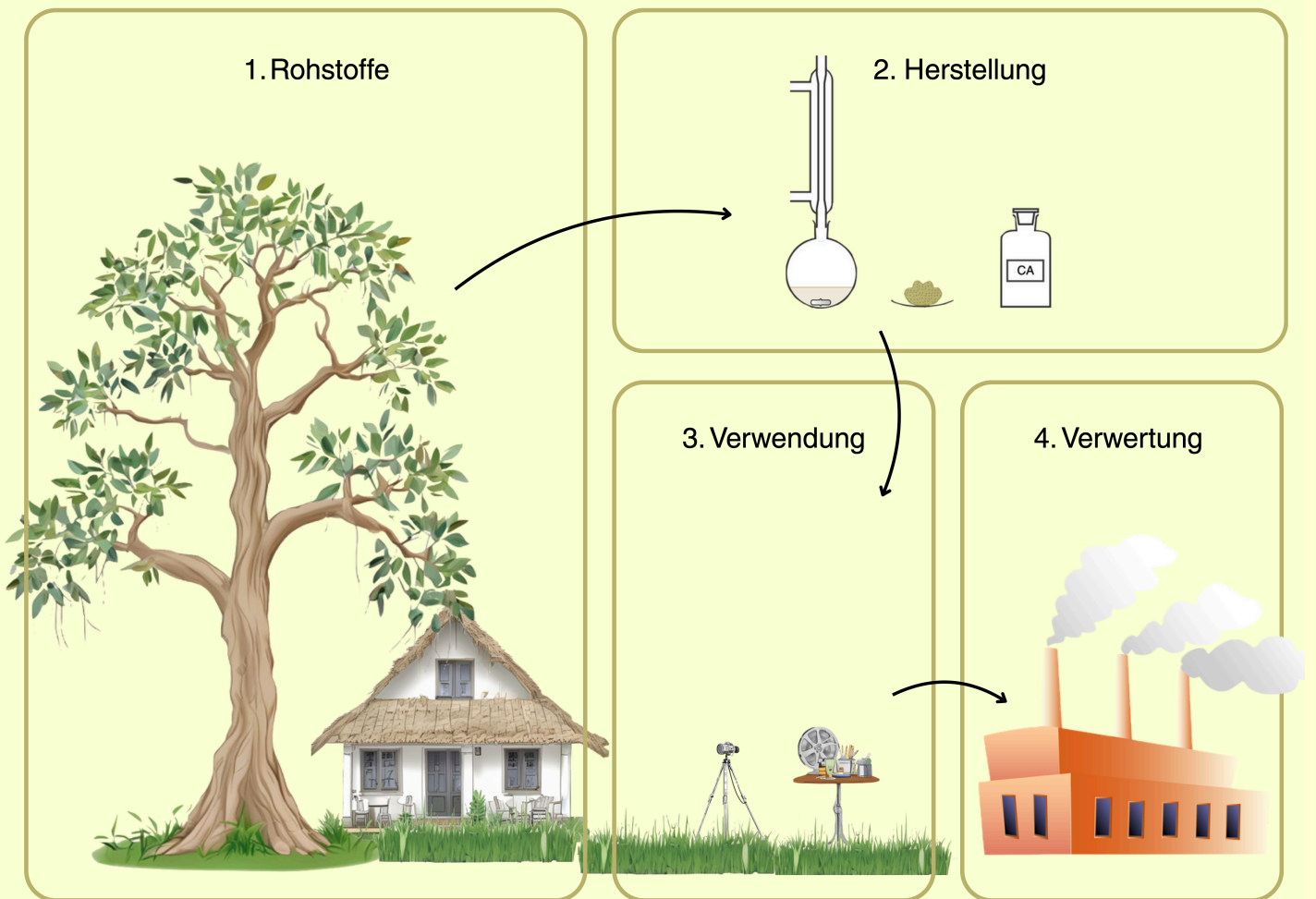


Bewertung der Nachhaltigkeit von biobasierten Kunststoffen

Celluloseacetat - alter Kunststoff
neu entdeckt?

Celluloseacetat



Begleitheft zum Lehr-Lern-Labor



← zu den interaktiven Materialien

Inhaltsverzeichnis



Nutzen Sie das Inhaltsverzeichnis, um die Aufgaben zu **markieren**, welche Sie schon bearbeitet haben.

	<u>Seite</u>	
1. Was ist Nachhaltigkeit?	2	<input type="checkbox"/>
2. Was sind biobasierte Kunststoffe?	3	<input type="checkbox"/>
3. Das Lehr-Lern-Labor	4	<input type="checkbox"/>
1. Erarbeitung der Informationen	5	<input type="checkbox"/>
1. Rohstoffe	6	<input type="checkbox"/>
1. Wachstumsbedingungen von Eukalyptus in Brasilien	6	<input type="checkbox"/>
2. Celluloseacetat - ein biobasierter Kunststoff?	6	<input type="checkbox"/>
3. soziale Nachhaltigkeit beim Anbau von Eukalyptus in Brasilien	7	<input type="checkbox"/>
4. Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Celluloseacetat	7	<input type="checkbox"/>
2. Herstellung	8	<input type="checkbox"/>
1. Herstellung von Celluloseacetat	8	<input type="checkbox"/>
3. Verwendung	10	<input type="checkbox"/>
1. Eigenschaften und Verwendung Celluloseacetat	10	<input type="checkbox"/>
4. Verwertung	22	<input type="checkbox"/>
1. Verhalten von CA beim Erwärmen	22	<input type="checkbox"/>
2. Bioabbaubarkeit	23	<input type="checkbox"/>

1. Was ist Nachhaltigkeit?

Das Wort Nachhaltigkeit wird für viele verschiedene Sachen genutzt. Aktivist*innen fordern nachhaltigeres Leben, Wirtschaften und Konsumieren. Auch immer mehr Produkte werden als nachhaltig beworben und es gibt politische oder wirtschaftliche Konferenzen zur Nachhaltigkeit. Kurzum, wir nutzen das Wort „Nachhaltigkeit“ im Alltag sehr oft.

Doch was bedeutet Nachhaltigkeit?

„Nachhaltig ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“

(Brundtland-Bericht 1987)

Dass heißt, wir sollten mit unseren Ressourcen so umgehen, dass auch spätere Generationen sie noch nutzen können. Der Begriff Ressourcen umfasst natürliche, wirtschaftliche oder auch gesellschaftliche Mittel.

Nachhaltigkeit umfasst nämlich viele Bereiche. Diese können unter den Aspekten Ökologie, Ökonomie und Soziales zusammengefasst werden. Eine Sache ist erst dann nachhaltig, wenn sie diese Definition in allen drei Bereichen erfüllt.

Da diese Definition sehr ungenau ist, orientiert man sich auch oft an den (konkreten) Zielen für nachhaltige Entwicklung (Abb. 1).



Abb. 1: Ziele für nachhaltige Entwicklung

2. Was sind biobasierte Kunststoffe?

Konventionelle Kunststoffe bestehen aus Erdöl. Dies ist eine endliche Ressource. Bis 2060 werden die Erdölvorkommen voraussichtlich erschöpft sein.

Eine Lösung für dieses Problem könnten biobasierte Kunststoffe sein. Sie bestehen aus Biomasse, wie Zuckerrohr oder Holz. Sie gehören zur Gruppe der Biokunststoffe und werden oft als solche bezeichnet.

Der Begriff Biokunststoffe bezeichnet biologisch abbaubare Kunststoffe aus Erdöl oder Biomasse und nicht biologisch abbaubare Kunststoffe aus Biomasse (Abb. 2).

Dass heißt, nicht alle Biokunststoffe sind auch biobasierte Kunststoffe. Und: Nicht alle biobasierten Kunststoffe sind biologisch abbaubar.

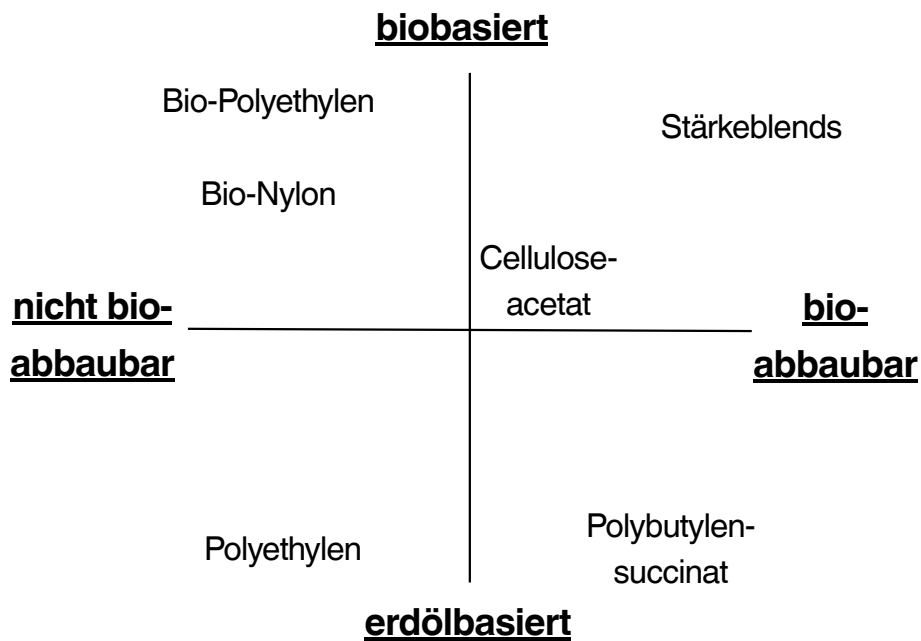


Abb. 2: Einteilung der Kunststoffe

3. Das Lehr-Lern-Labor

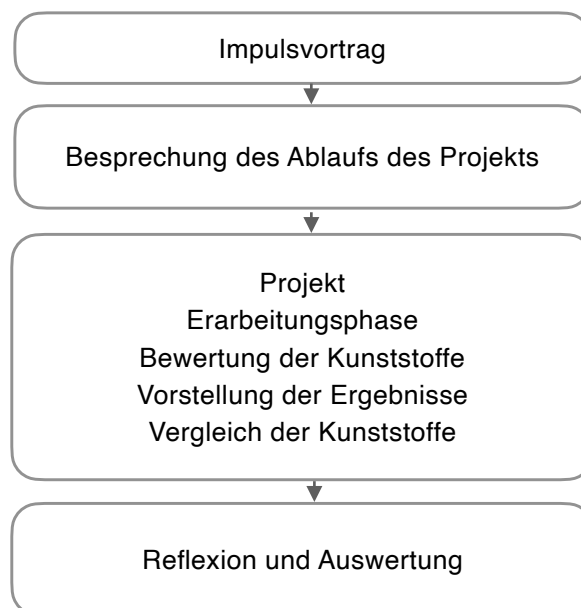
Im Lehr-Lern-Labor der Chemiedidaktik der Uni Rostock zu biobasierten Kunststoffen werden Sie sich näher mit dem Kunststoff Celluloseacetat **auseinandersetzen**. Ihr Ziel ist es, die **Nachhaltigkeit** von Celluloseacetat anhand der Kategorien „Landnutzungsänderung“, „Wassernutzung“, „Treibhausgasemissionen“, „Umweltverschmutzung“, „Kosten“, „Verwendungsmöglichkeiten“ und „Einhaltung sozialer Standards“ zu **bewerten**.

Zuerst findet eine Vorbesprechung statt. Hier erfahren Sie allgemeine Informationen über biobasierte Kunststoffe und das Lehr-Lern-Labor.

Dann beginnt die Experimentier- und Informationsphase. Sie orientieren sich bei der Bearbeitung der Aufgaben an der interaktiven Graphik und diesem Begleitheft.

Mit diesen Informationen **füllen Sie** anschließend die Bewertungsvorlage für den Kunststoff **aus**.

Zum Schluss **vergleichen** Sie Ihre Ergebnisse und **diskutieren** auf Grundlage dieser die Vor- und Nachteile der untersuchten Kunststoffe.



3. 1 Erarbeitung der Informationen

Die Materialien zur Erarbeitung der benötigten Informationen können über die Hotspots einer interaktiven Graphik abgerufen werden (Abb. 3). Sie finden verschiedene Informationstexte, Aufgaben, Experimente, Videos und einen Podcast. Die Lösungen der Aufgaben halten Sie in diesem Heft fest. Außerdem beinhaltet das Heft alle Protokolle für die Experimente.

Bearbeiten Sie die Hotspots, um die Tabelle auf S. 20 zu ergänzen. Innerhalb eines Abschnitts, kann die Reihenfolge der Bearbeitung der Aufgabe frei gewählt werden. Sollten Sie danach noch Zeit haben, bearbeiten Sie auch die Zusatzaufgaben.

Lösen Sie die Aufgaben gemeinsam in kleinen Gruppen. Sie können die Aufgaben auch aufteilen.



3. 1. 1 Rohstoffe



1. Wachstumsbedingungen von Eukalyptus in Brasilien (Zusatzaufgabe)

 Rohstoffe von Celluloseacetat

Notieren Sie die wichtigsten Informationen zum Anbauggebiet und Wasserbedarf des Rohstoffs Eukalyptus.



Erklären Sie, wie die Eukalyptusplantagen die Wasserversorgung der Bevölkerung in den Anbaugebieten beeinflussen.

 Landnutzungsänderung



2. Celluloseacetat - Ein biobasierter Kunststoff?

 Rohstoffe von Celluloseacetat

Nehmen Sie zu folgender Aussage **Stellung**:

 Rohstoffe von Essigsäure

„Celluloseacetat ist ein biobasierter Kunststoff, weil er aus Eukalyptus besteht.“



Formulieren Sie eine passendere Aussage zu den Ausgangsstoffen von Celluloseacetat und der Stellung dieses Kunststoffs in der Übersicht der Biokunststoffe.

3. 1. 1 Rohstoffe



3. Nachhaltigkeit beim Anbau von Eukalyptus in Brasilien



Notieren Sie die wichtigsten Informationen zur Einhaltung von Menschen- und Arbeitsrechten beim Anbau von Eukalyptus in Brasilien.

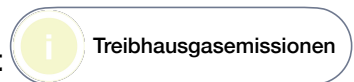
Erklären Sie, wie der Anbau von Eukalyptus das Leben der Menschen vor Ort beeinflusst.

Entscheiden und erklären Sie, ob durch Zertifikate wie PEFC und FSC Holz aus problematischem Anbau sicher gekennzeichnet wird.





4. Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Celluloseacetat



Vergleichen Sie die Treibhausgasemissionen der Ausgangsstoffe von Celluloseacetat. **Entwickeln Sie eine Idee**, wie die Treibhausgasemissionen von Celluloseacetat verringert werden können.

3. 1. 2 Herstellung

1. Herstellung von Celluloseacetat

Die Herstellung von Celluloseacetat ist zeitintensiv. Celluloseacetat in neue Formen zu bringen, dauert nur wenige Minuten. Eine Möglichkeit dafür ist das „Solution Casting“.

Aufgabenstellung:

Stellen Sie für die nachfolgenden Versuche eine Folie aus Celluloseacetat **her**.



Materialien:

- Becherglas 50 ml
- Petrischale
- Magnetrührer mit Rührfisch

Chemikalien:

- Zigarettenfilter aus Celluloseacetat
- Aceton

Durchführung:

1. **Entfernen Sie** von zehn Zigarettenfiltern die Papierummantelung.
2. **Geben Sie** die zehn Zigarettenfilter in ein Becherglas.
3. **Geben Sie** 15 ml Aceton **hinzu** und **rühren Sie um**, bis sich die Zigarettenfilter aufgelöst haben.
4. **Gießen Sie** die Lösung in die Petrischale und **warten Sie** bis das Aceton verdampft ist.

Beobachtung:

Notieren Sie Ihre Beobachtungen. Fokussieren Sie sich auf die Beschreibung von Celluloseacetat vor und nach dem Versuch.

3. 1. 2 Herstellung



Synthese von Celluloseacetat

Auswertung:



Die Ausgangsstoffe von der Herstellung von Celluloseacetat sind Cellulose, Essigsäure und Essigsäureanhydrid.

Notieren Sie die Strukturformel der Verbindungen und markieren Sie die funktionellen Gruppen, an denen Reaktionen ablaufen können.

Essigsäure

Essigsäureanhydrid

Cellulose



Sehen Sie sich das Video zur Herstellung von Celluloseacetat an und **lösen Sie** die interaktive Aufgabe dazu. **Notieren Sie** die richtigen Reaktionsgleichungen.



Acetylierung:

teilweise Hydrolyse:

3. 1. 3 Verwendung

Eigenschaften und Verwendung von Celluloseacetat

Die Struktur von chemischen Verbindungen beeinflusst ihre Eigenschaften.

Die Verwendungsmöglichkeiten der Kunststoffen ergeben sich aus ihren Eigenschaften.

Untersuchen Sie die Eigenschaften Ihres hergestellten Celluloseacetats. **Lösen Sie** die Aufgaben zu den Versuchen und **ergänzen Sie** die Eigenschaften in der Tabelle auf S. 20.

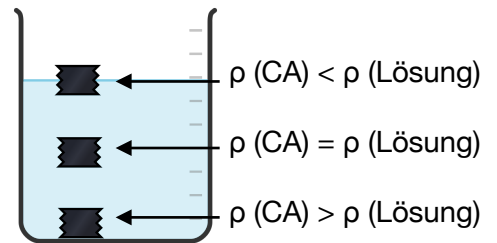


Dichtebestimmung von Bio-PE

Aufgabenstellung:

Bestimmen Sie mithilfe von Wasser sowie Ethanol- und NaCl-Lösungen verschiedener Dichten näherungsweise die Dichte der Kunststoffproben.

Die Dichte der Proben wird über ihr Schwimmverhalten ermittelt. Schwimmt die Probe auf der Oberfläche ist ihre Dichte geringer als die der Lösung. Schwimmt sie in der Lösung sind die Dichten identisch. Sinkt sie zu Boden ist die Dichte der Probe größer.



Hypothese:

Notieren Sie Ihre Vermutung für die Beobachtungen bei dem Versuch.

Lösung/Dichte	Die Probe schwimmt auf der Oberfläche.	Die Probe sinkt zu Boden.
52%ige Ethanolösung/ 0,91 g/cm ³		
19%ige Ethanolösung/ 0,97 g/cm ³		
Wasser/ 1 g/cm ³		
20%ige NaCl-Lösung/ 1,15 g/cm ³		

Formulieren Sie ein Vorgehen, um die Dichte von Celluloseacetat näherungsweise zu bestimmen. **Nennen Sie** die Lösungen, in welchen Celluloseacetat getestet werden sollte.

3. 1. 3 Verwendung

Materialien:

- fünf Bechergläser 50 ml
- Spatel
- Pinzette
- Messzylinder
- zwei Glasstäbe

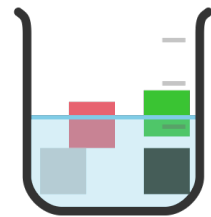
Chemikalien:

- Probe aus Celluloseacetat (2 x 2 cm)
- destilliertes Wasser
- Ethanol- und NaCl-Lösungen
- Spülmittel

Durchführung:

Vorversuch:

1. **Füllen Sie** ein 50 ml Becherglas mit Wasser.
2. **Geben Sie** einen Tropfen Spülmittel **hinzu** und **rühren Sie um**.
3. **Geben Sie** die Kunststoffprobe **hinzu**.



Versuchsaufbau

Annäherung an die Dichte der Probe:

1. **Füllen Sie** von den ausgewählten Lösungen jeweils 25 ml in die 50 ml Bechergläser.
2. **Versetzen Sie** alle Lösungen mit einem Tropfen Spülmittel und **rühren Sie um**.
3. **Bestimmen Sie** mithilfe der NaCl- und Ethanolösungen näherungsweise die Dichte der Kunststoffprobe. **Entscheiden Sie** mithilfe Ihrer Ergebnisse aus dem Vorversuch, welche Kunststoffe Sie mit der NaCl- und welche mit den Ethanolösungen untersuchen. **Beginnen Sie** bei den Ethanol-Lösungen mit der höchsten und bei den NaCl-Lösungen mit der geringsten Dichte.

Beobachtungen:

Lösung/Dichte	Die Probe schwimmt auf der Oberfläche.	Die Probe sinkt zu Boden.
52%ige Ethanolösung/ 0,91 g/cm ³		
19%ige Ethanolösung/ 0,97 g/cm ³		
20%ige NaCl-Lösung/ 1,15 g/cm ³		



Entsorgungshinweise:

Die Celluloseacetat-Probe wird im Hausmüll entsorgt. Die Lösungen werden in den Abfluss gegeben.

3. 1. 3 Verwendung



Chemikalienbeständigkeit

Aufgabenstellung:

Bestimmen Sie die Chemikalienbeständigkeit von Celluloseacetat.

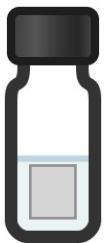
Materialien:

- sieben Rollrandgläser
- sieben Pipetten
- Petrischale
- Pinzette
- Becherglas 250 ml
- Lupe

Chemikalien:

- Kunststoffproben 1 - 4 cm²
- Wasser
- Aceton
- n-Heptan
- konz. Schwefelsäure
- Essigsäure 5%
- Eisessig
- Natriumhydroxid 5 mol/l

Durchführung:



Wasser



Aceton



Heptan



konz.
Schwefel-
säure



Essigsäure



Eisessig



Natrium-
hydroxid

1. **Füllen Sie** jeweils ein Rollrandglas bis zur Hälfte mit Wasser, Aceton, n-Heptan, Essigsäure 25% und Natriumhydroxid 5 mol/l.
2. **Geben Sie** in jedes Becherglas eine Kunststoffprobe.
3. **Warten Sie** fünf Minuten.
4. **Nehmen Sie** die Kunststoffproben aus den Rollrandgläsern.

3. 1. 3 Verwendung

5. **Untersuchen Sie** die Veränderung der Probe in konz. Schwefelsäure und Eisessig unter Aufsicht der Lehrkraft.

Beobachtungen:

Notieren Sie Ihre Beobachtungen in der Tabelle auf S. 20.



Entsorgungshinweise:

Die Celluloseacetat-Proben werden abgespült in den Hausmüll entsorgt. Aceton wird in den Lösungsmittelabfall und Heptan in die organischen Abfälle gegeben. Die anderen Lösungen werden neutralisiert und im wässrigen Abfall entsorgt.

3. 1. 3 Verwendung



Verhalten beim Verbrennen

Aufgabenstellung:

Untersuchen Sie das Verhalten von Celluloseacetat beim Verbrennen.

Hypothese:

Formulieren Sie mithilfe Ihres Vorwissens zu Verbrennungen mögliche Verbrennungsprodukte für die vollständige Verbrennung von Celluloseacetat.

Wortgleichung: Celluloseacetat + O₂ → _____

Ziehen Sie daraus **Rückschlüsse** auf erwartete Beobachtungen.

erwartete Beobachtungen:

Materialien:

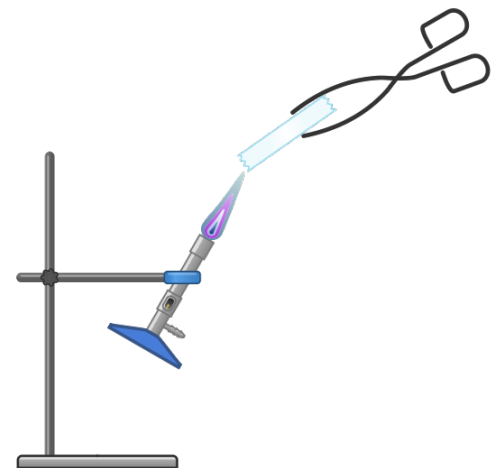
- Stativ
- Stativklemme
- Bunsenbrenner
- Streichhölzer/Feuerzeug
- Tiegelzange
- Feuerfeste Unterlage

Chemikalien:

- Celluloseacetat-Proben 5 x 2 cm

Durchführung:

1. **Bauen Sie** das Stativ auf.
2. **Befestigen Sie** den Bunsenbrenner in der Stativklemme, sodass er leicht schräg (ungefähr 45°) ist.
3. **Legen Sie** die feuerfeste Unterlage unter den Brenner.
4. **Entzünden Sie** den Brenner und stellen Sie die rauschende Flamme ein.
5. **Nehmen Sie** mit der Tiegelzange eine Kunststoffprobe.
6. **Halten Sie** die Probe fünf Sekunden in die Brennerflamme und **nehmen Sie** diese anschließend aus der Flamme.



3. 1. 3 Verwendung

Beobachtung:

Brennbarkeit	
Flammenfarbe	
Geruch	
Rauchbildung	
Rußbildung	

Auswertung:

Vergleichen Sie Ihre Beobachtungen mit Ihren Erwartungen.

Nennen Sie Abweichungen. **Stellen Sie** eine Hypothese auf, mit welcher Sie die Abweichungen erklären können.

Abweichungen von den Erwartungen:

Hypothese:

Erklärung:



Entsorgungshinweise:

Die Celluloseacetat-Probe und die Verbrennungsprodukte können nach dem Erkalten im Hausmüll entsorgt werden.

3. 1. 3 Verwendung



Verschwelen von Celluloseacetat

Aufgabenstellung:

Untersuchen Sie das Verhalten von Celluloseacetat beim Verschwelen.

Hypothese:

Stellen Sie mithilfe Ihres Vorwissens **Vermutungen** zu den Unterschieden bei den Produkten der Verbrennung und Verschwelung **auf**.

Nennen Sie Möglichkeiten, um die Produkte nachzuweisen. **Notieren Sie** auch die erwartete Beobachtung.

Materialien:

- Brenner
- Streichhölzer/Feuerzeug
- Reagenzglas (Duran)
- Durchbohrter Stopfen
- Drei-Wege-Hahn
- Gasfang (Spritzkörper mit Aktivkohle und Glaswolle)
- Spritze 50 ml, zwei Spritzen 20 ml
- Magnettafel
- zwei Reagenzglasklemmen

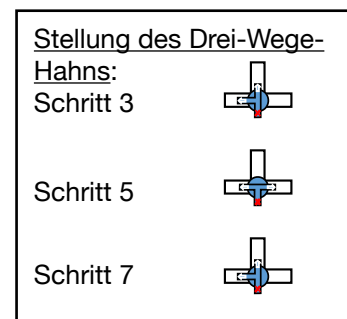
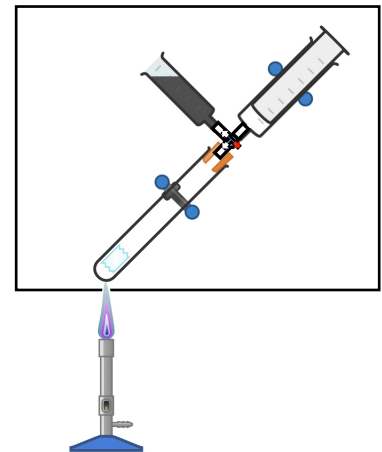
Chemikalien:

- Probe Celluloseacetat (15 x 5 cm)
- Kaliumpermanganat-Lösung
- Watesmo-Papier
- Kalkwasser

3. 1. 3 Verwendung

Durchführung:

1. **Bauen Sie** die Apparatur entsprechend der Abbildung auf.
2. **Geben Sie** die Celluloseacetat-Probe in das Reagenzglas und **verschließen Sie** das Reagenzglas anschließend wieder.
3. **Stellen Sie** den Drei-Wege-Hahn mit der Öffnung zum Reagenzglas und dem Gasfang.
4. **Entzünden Sie** den Brenner und **erhitzen Sie** die Probe bis eine Rauchentwicklung sichtbar ist.
5. **Stellen Sie** den Drei-Wege-Hahn mit der Öffnung zum Reagenzglas und der Spritze
6. **Fangen Sie** 20 ml Gas in zwei Spritzen auf.
7. **Stellen Sie** den Drei-Wege-Hahn wieder wie in 3. und **beenden Sie** das Erhitzen.



Nachweisreaktionen:

1. **Nehmen Sie** Watesmo-Papier und **überprüfen Sie** die Flüssigkeit an der Reagenzglaswand.
2. **Füllen Sie** über den Drei-Wege-Hahn in zwei 20 ml-Spritzen je 15 ml Gas um.
3. **Nehmen Sie** mit der Spritze, in welcher das Gas ist, noch 5 ml Kaliumpermanganat-Lösung auf.
4. **Schütteln Sie** die Spritze leicht und **beobachten Sie** die Veränderung der Lösung.
5. **Nehmen Sie** mit der anderen Spritze 5 ml Kalkwasser auf, **schütteln Sie** die Spritze leicht und **beobachten Sie** die Veränderung der Lösung.

3. 1. 3 Verwendung

Beobachtung:

Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen bei der Durchführung des Versuchs und den Nachweisreaktionen.

Beobachtungen beim Versuch:

Beobachtungen bei den Nachweisreaktionen:

Auswertung:

Nennen Sie basierend auf Ihren Beobachtungen mögliche Reaktionen, welche abgelaufen sind. **Notieren Sie** auch die Wortgleichungen.



Entsorgungshinweise:

Die Nachweislösung mit Kaliumpermanganat wird im Schwermetall-Abfall entsorgt.

Das Watesmo-Papier kann im Hausmüll entsorgt werden.

Das Kalkwasser wird neutralisiert und im Abguss entsorgt.

3. 1. 3 Verwendung

Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen

Aufgabenstellung:

Untersuchen Sie die Wärmeleitfähigkeit von Celluloseacetat.

Hypothese:

Formulieren Sie auf Grundlage Ihres Vorwissens eine Hypothese zu möglichen Beobachtungen bei diesem Versuch in Bezug auf die Zeit, in welcher sich die Temperatur des Kunststoffs verändert.

Materialien:

- Heizplatte
- Zwei Verschlussklammern (für Beutel)
- Wärmebildkamera (fürs Smartphone)
- Stativ mit Stativklemme

Chemikalien:

- Kunststoffproben (PE, Nylon, Celluloseacetat, Stärkeblends; 2 x 8 cm)

Durchführung:

1. **Schließen Sie** die Wärmebildkamera am Smartphone an und **befestigen Sie** diese mit dem Stativ 20 cm über der Heizplatte.
2. **Stellen Sie** die Heizplatte auf 70 °C.
3. **Befestigen Sie** die Kunststoffproben parallel zueinander zwischen zwei Verschlussklammern.
4. **Legen Sie** die Verschlussklammer mit den Kunststoffproben auf die Heizplatte.
5. **Beobachten Sie** die Veränderungen der Temperatur der Kunststoffe mit der Wärmebildkamera.

Beobachtung:

Nennen Sie den Farbverlauf, mit welchem sich die Probe verfärbt. **Bewerten Sie**, ob Celluloseacetat die Wärme gut oder schlecht leitet.

3. 1. 3 Verwendung

Ergänzen Sie Ihre Ergebnisse der Experimente in der Tabelle.



(Hilfestellung: interaktive Aufgabe im Hotspot „Eigenschaften und Verwendung von Celluloseacetat“)

Eigenschaft	Celluloseacetat
Dichte in g/cm³	
Chemikalienbeständigkeit:	
Wasser	
Aceton	
Heptan	
Konz. Schwefelsäure	
5%ige Essigsäure	
Eisessig	
Natriumhydroxid 5 mol/l	
Verhalten beim Verbrennen	
Verhalten beim Verschwelen	
Wärmeleitfähigkeit (- - bis + +)	

3. 1. 3 Verwendung

Verwendung von Celluloseacetat

Aufgrund seiner Eigenschaften hat Celluloseacetat viele Verwendungsmöglichkeiten. **Erschließen Sie sich** mit Hilfe der Ergebnisse der Experimente und der Piktogramme Einsatzmöglichkeiten von Celluloseacetat.

Ordnen Sie die Verwendungen den Eigenschaften zu.

<input type="text"/>	Celluloseacetat wird für Brillengestelle genutzt.
<input type="text"/>	Rund die Hälfte des produzierten Celluloseacetats wird zu Zigarettenfiltern verarbeitet.
<input type="text"/>	Celluloseacetat ersetzte Anfang des 20. Jahrhunderts das leicht entzündliche Zelluloid in Filmrollen.
<input type="text"/>	Die Griffe von Werkzeugen wie Schraubendrehern werden oft aus Celluloseacetat hergestellt.
<input type="text"/>	Celluloseacetat wird auch zu Textilien verarbeitet. Dafür wird es unter dem Namen Acetatseide verkauft.

Dichte, Schlagfestigkeit, Flexibilität

Chemikalienbeständigkeit,
Verhalten beim Erwärmen

Verhalten beim Erhitzen

nicht elektrisch leitfähig; Verhalten
beim Erwärmen

Verarbeitungsmöglichkeiten, Optik

3. 1. 4 Verwertung



1. Verhalten von Celluloseacetat beim Erwärmen

 Eigenschaften von Celluloseacetat

Aufgabenstellung:

 Recycling, thermische Verwertung

Untersuchen Sie das Verhalten von Celluloseacetat beim Erwärmen.

Hypothese:

Formulieren Sie auf Grundlage Ihres Vorwissens eine Hypothese zu möglichen Beobachtungen bei diesem Versuch.

Materialien:

- zwei Tiegelzangen
- Heißluftföhn

Chemikalien:

- Celluloseacetatfolie (15 x 5 cm)

Durchführung:

1. **Arbeiten Sie zu zweit. Halten Sie** die Celluloseacetatfolie an beiden Seiten mit einer Tiegelzange **fest**.
2. **Erwärmen Sie** die Folie mit einem Heißluftföhn. Starten Sie bei 150 °C und **erhöhen Sie** langsam die Temperatur.

Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen vor, während und nach dem Erhitzen.

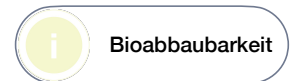
Lesen Sie den Text in der interaktiven Graphik zu Recycling und thermischer Verwertung von Celluloseacetat.

Erklären Sie Ihre Beobachtungen mit diesen Informationen. Und ziehen Sie Schlussfolgerungen zur Art der Verwertung von Celluloseacetat.

3. 1. 4 Verwertung



2. Bioabbaubarkeit



Aufgabenstellung:

Überprüfen Sie über einen Zeitraum von acht Wochen die Veränderungen von Celluloseacetat in der Erde.

Hypothese:

Kunststoffe können biologisch abgebaut werden, wenn sie funktionelle Gruppen besitzen. Diese lassen einen Angriff und Abbau der Verbindung zu. Bioabbaubarkeit ist die durch biologische Aktivität verursachte Zersetzung einer Verbindung in CO_2 , H_2O und Biomasse.

Stellen Sie anhand der Strukturformel von Nylon eine Hypothese zur Bioabbaubarkeit dieses Kunststoffs **auf**.

Kunststoff	Strukturformel	Bioabbaubarkeit Ja?/Nein?

Materialien:

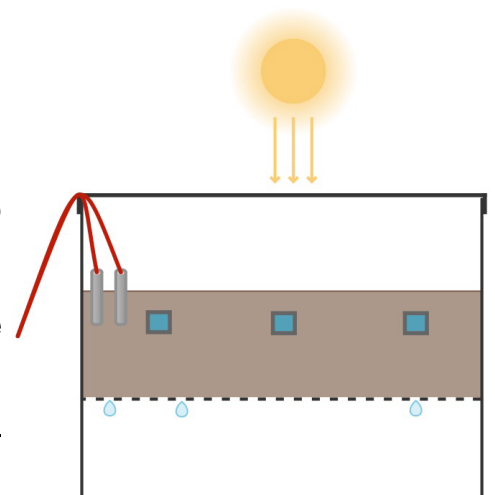
- sechs Diarahmen
- Komposterde
- zwei präparierte Kunststoffboxen
- Temperatur- und Feuchtigkeitsmessgerät
- Lupe
- Weicher Pinsel

Chemikalien:

- Bio-Nylon-Proben
- Wasser

Durchführung:

1. **Legen Sie** die Kunststoffproben in die Diarahmen. Pro Kunststoff gibt es sechs Diarahmen.
2. **Legen Sie** die Diarahmen mit der Probe 2 cm tief in die Erde, sodass sie mit Erde bedeckt sind.
3. **Platzieren Sie** den Temperatur- und Feuchtigkeitsmesser in der Box und verschließen sie.



3. 1. 4 Verwertung

4. **Stellen Sie** das Experiment an einen sonnigen und warmen Ort.
5. **Stellen Sie** sicher, dass die Feuchtigkeit in der Box während des Experiment 40-60% beträgt.

Probenentnahme:

1. **Entnehmen Sie** vier Wochen lang jede Woche eine Probe. Danach **warten Sie** weitere vier Wochen und **entnehmen** dann die fünfte Probe. Die sechste Probe ist die Ersatzprobe, falls eine Probe beim Entnehmen beschädigt wird.
2. **Entfernen Sie** mit dem Pinsel die Erde von der Probe.
3. **Untersuchen Sie** die Probe und die darumliegende Erde erst mit dem Auge und dann mit einer Lupe auf äußerliche Veränderungen.
4. **Notieren Sie** Ihre Beobachtungen.

Beobachtungen:

1. **Ergänzen Sie** Ihre Beobachtungen in der unterstehenden Tabelle.

Kunststoff:		
Zeit	Veränderungen an der Folie	Veränderungen im Boden
1. Woche		
2. Woche		
3. Woche		
4. Woche		
8. Woche		

3. 1. 4 Verwertung

Auswertung:

Nehmen Sie zu folgender Aussage der Philip Morris GmbH (Tabakindustrie) **begründet Stellung. Fokussieren Sie sich** dabei auf den Bioabbau von Celluloseacetat.

„Zigarettenfilter - werden aus Zelluloseacetat hergestellt [...], (das) im Vergleich zu konventionellen petrochemischen Kunststoffen relativ schnell abgebaut wird.“



Entsorgungshinweise:

Die Folien können im Hausmüll entsorgt werden. Wenn keine Veränderung bei den Folien vorliegt, kann die Erde auch in den Hausmüll oder die Natur gegeben werden.