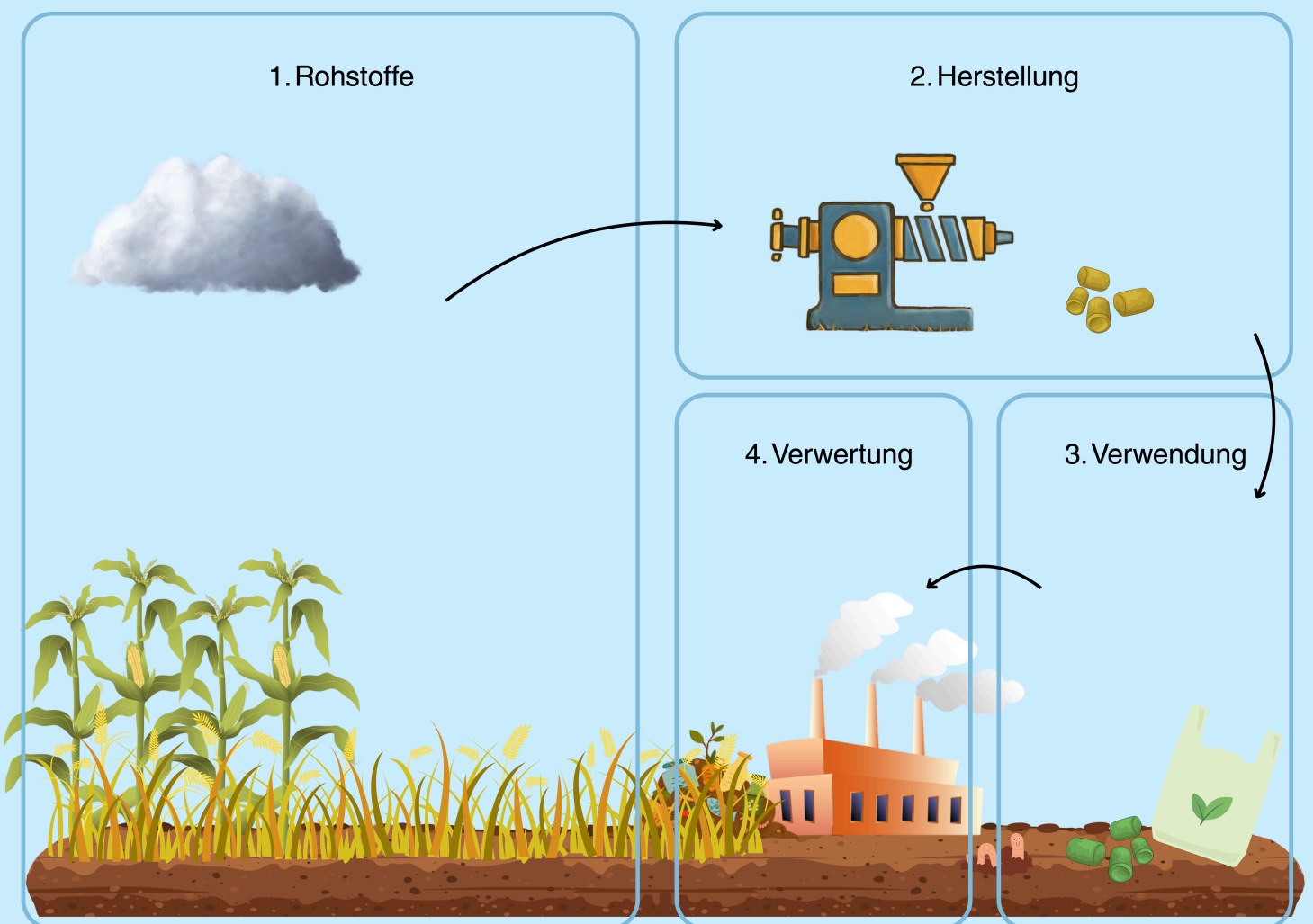


# Bewertung der Nachhaltigkeit von biobasierten Kunststoffen

Stärkeblends - ein Kunststoff mit  
vielen Anwendungen

## Stärkeblends



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>	
<b>1. Was ist Nachhaltigkeit?</b>	2	<input type="checkbox"/>
<b>2. Was sind biobasierte Kunststoffe?</b>	3	<input type="checkbox"/>
<b>3. Das Lehr-Lern-Labor</b>	4	<input type="checkbox"/>
<b>1. Erarbeitung der Informationen</b>	5	<input type="checkbox"/>
1. Rohstoffe	6	<input type="checkbox"/>
1. Wachstumsbedingungen von Mais in Europa	6	<input type="checkbox"/>
2. Stärkeblends - nur ein Kunststoff?	6	<input type="checkbox"/>
3. soziale Nachhaltigkeit beim Anbau von Mais in Europa	7	<input type="checkbox"/>
4. Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Stärkeblends	7	<input type="checkbox"/>
2. Herstellung	8	<input type="checkbox"/>
1. Herstellung von Stärkekunststoff	8	<input type="checkbox"/>
2. Herstellung von Stärkeblends mit PVA	9	<input type="checkbox"/>
3. Verwendung	11	<input type="checkbox"/>
1. Eigenschaften und Verwendung von Stärkeblends	11	<input type="checkbox"/>
4. Verwertung	23	<input type="checkbox"/>
1. industrielle Verwertung	23	<input type="checkbox"/>
2. Bioabbaubarkeit	24	<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.

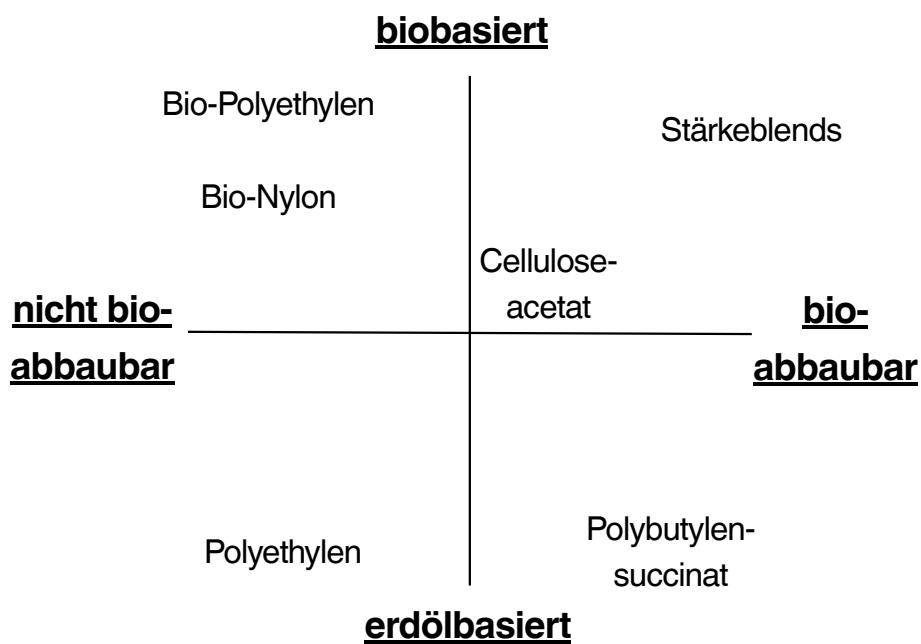


Abb. 2: Einteilung der Kunststoffe

### 3. Das Lehr-Lern-Labor

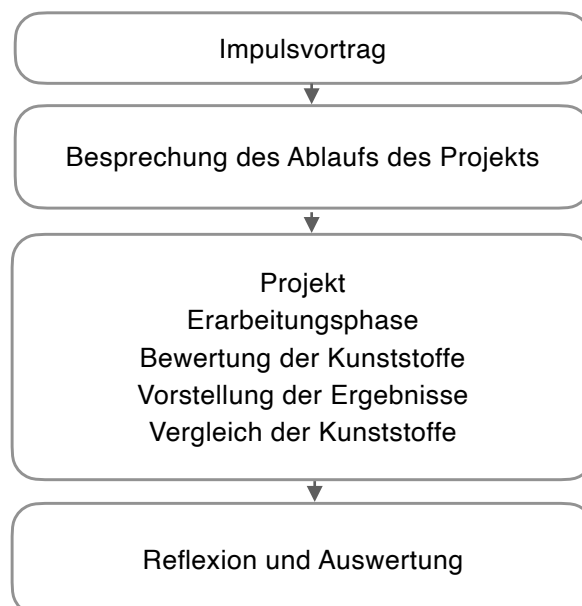
Im Lehr-Lern-Labor der Chemiedidaktik der Uni Rostock zu biobasierten Kunststoffen werden Sie sich näher mit dem Kunststoff Bio-Polyethylen **auseinandersetzen**. Ihr Ziel ist es, die **Nachhaltigkeit** von Bio-PE anhand der Kategorien „Landnutzungsänderung“, „Wassernutzung“, „Treibhausgasemissionen“, „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.

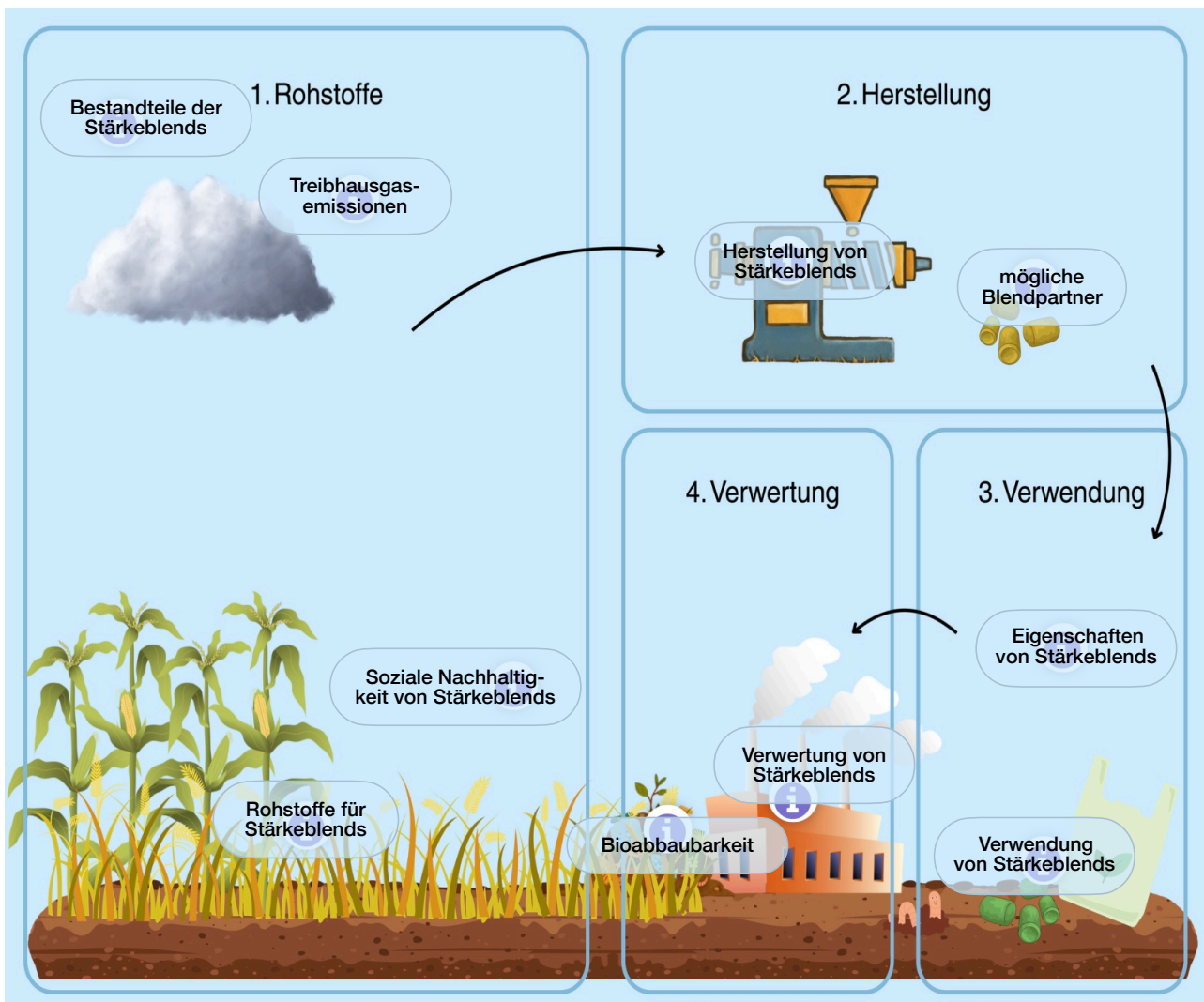


### 3. 1 Erarbeitung der Informationen

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. 22 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 Mais in Europa (Zusatzaufgabe)



**Notieren Sie** die wichtigsten Informationen zu den Anbaugebieten und Wasserbedarf des Rohstoffs Mais.

---

---

---



**Stellen Sie** auf Grundlage des Infomationstextes sowie Ihres Vor- und Allgemeinwissens **eine Hypothese dazu auf**, wodurch der Anbau der Rohstoffe für Stärkeblends gefährdet sein könnte. **Begründen Sie** dies mit zwei bis drei Sätzen.

Hypothese: \_\_\_\_\_

Begründung: \_\_\_\_\_

---

---



#### 2. Stärkeblends - nur ein Kunststoff?



**Nennen Sie** die Zusammensetzung von Stärkeblends.

---

**Erklären Sie** auf Grundlage der Zusammensetzung, weshalb sich die verschiedenen Stärkeblends unterscheiden.

---

---

**Nehmen Sie** zu folgender Aussage begründet **Stellung**.

„Alle Stärkeblends sind biobasierte Kunststoffe.“

---

---

**Formulieren Sie** eine passendere Aussage zu den Ausgangsstoffen von Stärkeblends und der Stellung dieses Kunststoffs in der Übersicht der Biokunststoffe (S. 3).

---

---

### 3. 1. 1 Rohstoffe



#### 3. Nachhaltigkeit beim Anbau von Mais in Europa



**Notieren Sie** die wichtigsten Informationen zur Einhaltung von Menschen- und Arbeitsrechten beim Anbau von Mais in Europa.

---

---



**Notieren Sie** die Kritik an den Rohstoffen des Blendpartners PBAT.

Rohstoff	Kritik
PBAT	
Terephthalsäure	
Adipinsäure	

**Erklären Sie** folgende Aussage.

„Stärkeblends unterliegen einem Dilemma: Zum einen beeinträchtigt der Klimawandel den Anbau von Rohstoffen wie Mais. Zum anderen trägt die Produktion ihrer erdölbasierten Bestandteile stark zum Klimawandel bei.“

---

---

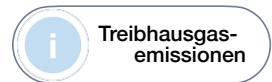
---

---

---



#### 4. Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Celluloseacetat



**Notieren Sie** die wichtigsten Informationen zur Treibhausgasemission bei der Herstellung von Stärkeblends. **Entscheiden Sie**, welche Merkmale die Bestandteile aufweisen müssen, um einen Stärkeblend mit geringer Treibhausgasemission herzustellen.

---

---

---

---

---

### 3. 1. 2 Herstellung

Die in Stärkeblends enthaltenen Ausgangsstoffe sind leicht und günstig erhältlich. Jedoch kann das Herstellungsverfahren mit einem Extruder nicht im Lehr-Lern-Labor umgesetzt werden. Deswegen stellen Sie alternative Stärkeblends mit ähnlichen Eigenschaften her.

#### 1. Herstellung von Stärkekunststoff

Aufgabenstellung:

**Stellen Sie** einen Stärkekunststoff **her**.



Materialien:

- Becherglas 50 ml
- Heizplatte mit Rührfunktion, Rührfisch
- drei Spritzen 5 ml
- Messzylinder 20 ml
- Trockenschrank oder Ofen
- Backpapier, Ofenblech

Chemikalien:

- Maisstärke
- 0,1 mol/l Salzsäure
- 0,1 mol/l Natronlauge
- 55 wt% Glycerinlösung
- Wasser

Durchführung:

1. **Wiegen Sie** 2,5 g Stärke im Becherglas **ab**.
2. **Geben Sie** 20 ml Wasser, 3 ml Salzsäure (0,1 mol/l) und 2 ml Glycerinlösung (55 wt%) zu der Stärke.
3. **Erhitzen Sie** die Lösung bei 160 °C unter Rühren bis zum Sieden.
4. **Erhitzen Sie** so lange bei 160 °C unter Rühren bis die Lösung gelartig und wieder flüssig wird.
5. **Geben Sie** 3 ml Natronlauge (0,1 mol/l) unter Rühren zur Lösung.
6. **Legen Sie** das Backpapier auf das Ofenblech
7. **Geben Sie** die Lösung auf das Blech.
8. **Erhitzen Sie** die Lösung 1,5 Stunden bei 100 °C im Trockenschrank. Alternativ kann die Lösung 1,5 h bei 100 °C im Ofen getrocknet werden. Dabei sollte ein Holzlöffel in die Tür geklemmt werden, damit die Feuchtigkeit aus dem Ofen entweichen kann.

### 3. 1. 2 Herstellung

#### 2. Herstellung von Stärkeblends mit PVA

Aufgabenstellung:

**Stellen Sie** einen Stärkeblend mit Polyvinylalkohol (PVA) **her**.

Materialien:

- zwei Bechergläser 50 ml
- Heizplatte mit Rührfunktion, Rührfisch
- drei Spritzen 5 ml
- Messzylinder 20 ml
- Trockenschrank oder Ofen
- Backpapier, Ofenblech
- Spatel
- Waage 0,1 g

Chemikalien:

- Maisstärke
- 0,1 mol/l Salzsäure
- 0,1 mol/l Natronlauge
- 55 wt% Glycerinlösung
- Wasser
- Polyvinylalkohol

Durchführung:

1. **Wiegen Sie** 1 g PVA im 50 ml-Becherglas **ab**.
2. **Geben Sie** 10 ml Wasser hinzu.
3. **Rühren Sie** die Lösung bei 90 °C so lange, bis sich alles PVA gelöst hat.
4. **Wiegen Sie** 2,5 g Stärke im anderen 50 ml-Becherglas **ab**.
5. **Geben Sie** die PVA-Lösung, 20 ml Wasser, 3 ml Salzsäure (0,1 mol/l) und 2 ml Glycerinlösung (55 wt%) zu der Stärke.
6. **Erhitzen Sie** die Lösung unter Rühren bis zum Sieden.
7. **Erhitzen Sie** so lange unter Rühren bis die Lösung gelartig und wieder flüssig wird.
8. **Geben Sie** 3 ml Natronlauge (0,1 mol/l) unter Rühren zur Lösung.
9. **Legen Sie** das Backpapier auf das Ofenblech
10. **Geben Sie** die Lösung auf das Blech.
11. **Erhitzen Sie** die Lösung 1,5 Stunden bei 100 °C im Trockenschrank. Alternativ kann die Lösung 1,5 h bei 100 °C im Ofen getrocknet werden. Dabei sollte ein Holzlöffel in die Tür geklemmt werden, damit die Feuchtigkeit aus dem Ofen entweichen kann.

### 3. 1. 2 Herstellung



Beobachtung:

**Notieren Sie** Ihre Beobachtungen vor, während und nach dem Versuch. Notieren Sie auch Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Kunststoffe.

---



---



---



---



---



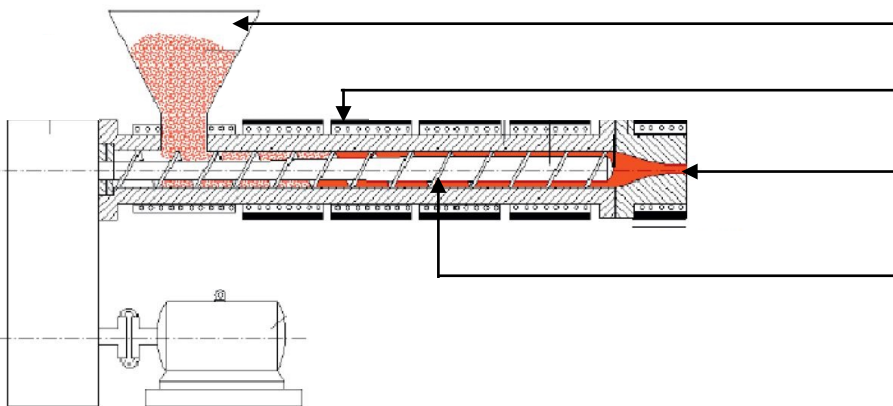
---

Auswertung:



**Sehen Sie** den Film zur Herstellung von Stärkeblends **an**.

**Beschriften Sie** den Extruder.




---



---



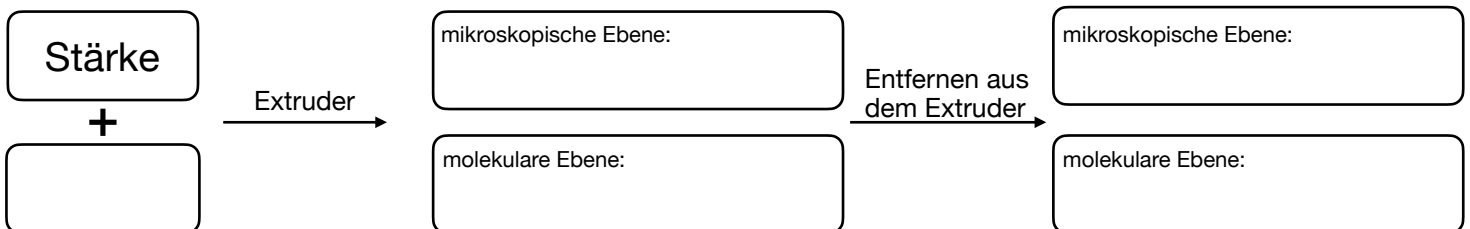
---



---



**Vervollständigen Sie** das Fließschema zur Extrusion von Stärke. Beschreiben Sie die Ergebnisse jedes Schritts in Stichpunkten.



### 3. 1. 3 Verwendung

#### 1. Eigenschaften und Verwendung von Stärkeblends

Die Struktur von chemischen Verbindungen beeinflusst ihre Eigenschaften.

Die Verwendungsmöglichkeiten der Kunststoffen ergeben sich aus ihren Eigenschaften.

**Untersuchen Sie** die Eigenschaften Ihrer hergestellten Stärkeblends. **Lösen Sie** die Aufgaben zu den Versuchen und **ergänzen Sie** die Eigenschaften in der Tabelle auf S. 22.

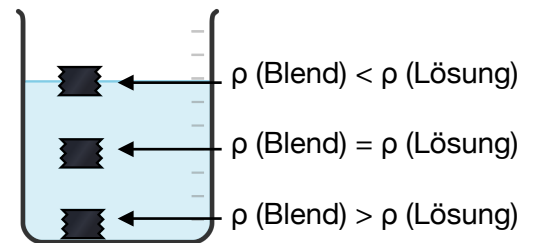


#### Dichtebestimmung von Stärkeblends

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 Ethanollösung/ 0,91 g/cm <sup>3</sup>		
19%ige Ethanollösung/ 0,97 g/cm <sup>3</sup>		
Wasser/ 1 g/cm <sup>3</sup>		
20%ige NaCl-Lösung/ 1,15 g/cm <sup>3</sup>		

**Formulieren Sie** ein Vorgehen, um die Dichte der Stärkeblends näherungsweise zu bestimmen. **Nennen Sie** die Lösungen, in welchen die Stärkeblends getestet werden sollen.

---

---

### 3. 1. 3 Verwendung

#### Materialien:

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

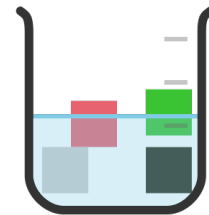
#### Chemikalien:

- Stärkeblends (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 <sup>3</sup>		
20%ige NaCl-Lösung/ 1,15 g/cm <sup>3</sup>		
26%ige NaCl-Lösung/ 1,2 g/cm <sup>3</sup>		



#### Entsorgungshinweise:

Die Stärkeblends werden im Hausmüll entsorgt. Die Lösungen werden in den Abfluss gegeben.

### 3. 1. 3 Verwendung



#### Chemikalienbeständigkeit

Aufgabenstellung:

**Bestimmen Sie** die Chemikalienbeständigkeit der Stärkeblends.

Materialien:

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

Chemikalien:

- Kunststoffproben 1 - 4 cm<sup>2</sup>
- 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. 22.



Entsorgungshinweise:

Die Stärkeblend-Proben werden ab gespült 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

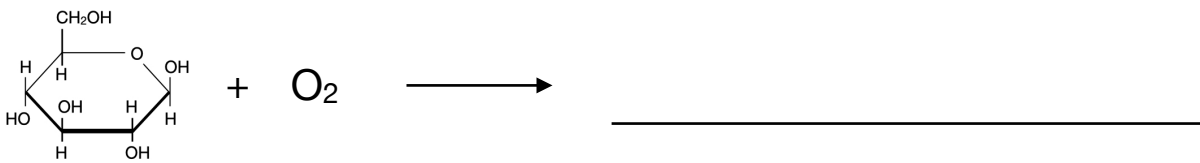
#### Verhalten beim Verbrennen

Aufgabenstellung:

**Untersuchen Sie** das Verhalten von Stärkeblends beim Verbrennen.

Hypothese:

**Formulieren Sie** mithilfe Ihres Vorwissens zu Verbrennungen mögliche Verbrennungsprodukte für die Verbrennung von Stärkeblends. **Vervollständigen Sie** die Reaktionsgleichung. **Ziehen Sie** daraus **Rückschlüsse** auf erwartete Beobachtungen.



Materialien:

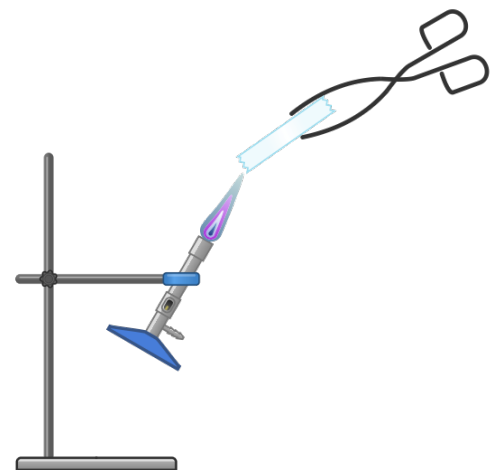
- Stativ
- Stativklemme
- Bunsenbrenner
- Streichhölzer/Feuerzeug
- Tiegelzange
- Feuerfeste Unterlage

Chemikalien:

- Stärkeblend-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 Stärkeblend-Proben und die Verbrennungsprodukte können nach dem Erkalten im Hausmüll entsorgt werden.

### 3. 1. 3 Verwendung



#### Verschwelen von Stärkeblends

Aufgabenstellung:

**Untersuchen Sie** das Verhalten der Stärkeblends 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 erwarteten Beobachtungen.

---

---

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:

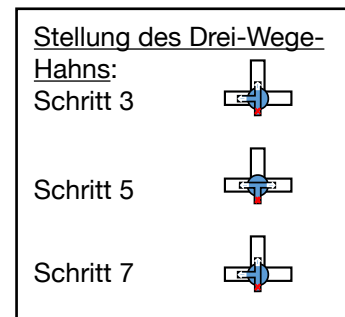
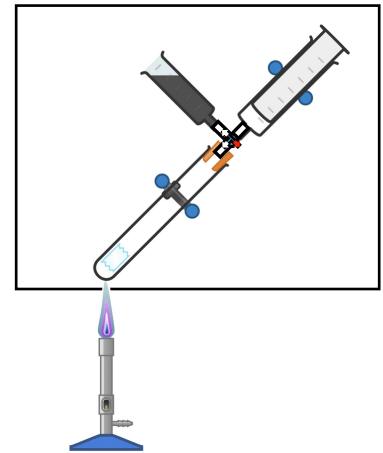
- Probe Stärkekunststoff (15 x 5 cm)
- Kaliumpermanganat-Lösung
- Watesmo-Papier
- Kalkwasser

### 3. 1. 3 Verwendung

#### Durchführung:

Führen Sie den Versuch mit jedem Stärkeblend durch.

1. **Bauen Sie** die Apparatur entsprechend der Abbildung auf.
2. **Geben Sie** die Stärkeblend-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 der Stärkeblends.

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 die Stärkeblends Wärme gut oder schlecht leiten.

---

---

### 3. 1. 3 Verwendung

#### Verhalten von Stärkeblends beim Erwärmen

Aufgabenstellung:

**Untersuchen Sie** das Verhalten von Stärkeblends beim Erwärmen.

Hypothese:

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

---

---

Materialien:

- zwei Tiegelzangen
- Heißluftföhn

Chemikalien:

- Stärkeblendfolien (15 x 5 cm)

Durchführung:

1. **Arbeiten Sie zu zweit. Halten Sie** die Stärkeblendfolie 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.

---

---

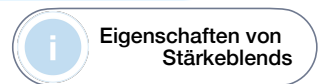
**Erklären Sie** Ihre Beobachtungen mithilfe Ihres Vorwissens.

---

---

---

### 3. 1. 3 Verwendung




**Ergänzen Sie** Ihre Ergebnisse der Experimente in der Tabelle.

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

Eigenschaft	Stärkeblends	
	Nur Stärke	Mit PVA
Dichte in g/cm <sup>3</sup>		
<b>Chemikalienbeständigkeit:</b>		
Wasser		
Aceton		
Heptan		
Konz. Schwefelsäure		
5%ige Essigsäure		
Eisessig		
Natriumhydroxid 5 mol/l		
<b>Verhalten beim Verbrennen</b>		
<b>Verhalten beim Verschwelen</b>		
<b>Verhalten beim Erwärmen</b>		
<b>Wärmeleitfähigkeit</b> (- - bis + +)		

### 3. 1. 3 Verwendung

 mögliche Blendpartner

 Verwendung von Stärkeblends

Aufgrund der Verbindungsmöglichkeiten mit verschiedenen Kunststoffen können Stärkeblends vielseitig verwendet werden. **Erschließen Sie sich** mit Hilfe der Ergebnisse der Experimente und der Piktogramme Einsatzmöglichkeiten von Stärkeblends.

**Ordnen Sie** die Verwendungen den Eigenschaften zu.

<input type="text"/>	Dieser Stärkeblend zersetzt sich in der Umwelt schnell. Sie werden Sie für Mulchfolien in der Landwirtschaft und abbaubare Geschirr genutzt.
<input type="text"/>	Dieser Stärkeblend zersetzt sich langsam in der Umwelt. Er wird für Mulchfolien oder auch in Verpackungsmaterialien eingesetzt.
<input type="text"/>	Dieser Stärkeblend zersetzt sich schnell. Deswegen wird er für bioabbaubare Beutel verwendet, die kompostiert werden.
<input type="text"/>	Dieser Stärkeblend hat die sehr ähnliche Eigenschaften wie Polystyrol. Er ersetzt es in vielen Anwendungen, wie bei Verpackungsmaterial.
<input type="text"/>	Diese Form der Stärkekunststoffe eignet sich gut als Verpackungsmaterial. Jedoch hat er nur eine geringe Beständigkeit gegenüber Wasser.

Stärkeblend mit PBS

Särkeblend mit PBAT

extrudierte Stärke

Stärkeblend mit PLA

Stärkeblend mit PVA

### 3. 1. 4 Verwertung



#### 1. Industrielle Verwertung

Die Verwertung von Stärkeblends ist stark abhängig vom Blendpartner und dem Entsorgungsbetrieb.

**Erklären Sie** mithilfe der Übersicht in der interaktiven Graphik, weshalb bioabbaubare Kunststoffe in Deutschland oft nicht im Biomüll entsorgt werden dürfen.

---

---

---

---

**Vergleichen Sie** mit Ihrer Gruppe im Gespräch den Umgang mit bioabbaubaren Kunststoffen in Deutschland und Italien.

**Begründen Sie**, welches Verfahren Sie als geeigneter für die Entsorgung von Stärkekunststoffen empfinden.

---

---

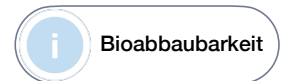
---

---

### 3. 1. 4 Verwertung



## 2. Bioabbaubarkeit



Aufgabenstellung:

**Überprüfen Sie** über einen Zeitraum von acht Wochen die Veränderungen von Stärkeblends 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  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und Biomasse.

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

Kunststoff	Strukturformel	Bioabbaubarkeit Ja?/Nein?

Materialien:

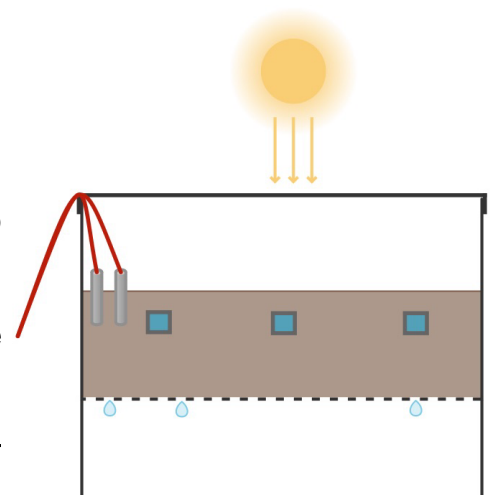
- sechs Diarahmen
- Komposterde
- zwei präparierte Kunststoffboxen
- Temperatur- und Feuchtigkeitsmessgerät
- Lupe
- Weicher Pinsel

Chemikalien:

- Stärkeblend-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:

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

<b>Kunststoff:</b>	<b>Stärkekunststoff</b>	<b>Stärkeblend mit PVA</b>
<b>Zeit</b>		
1. Woche		
2. Woche		
3. Woche		
4. Woche		
8. Woche		

#### 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.