

## Nachweis einer chemischen Reaktion



Bildquelle: Pixabay

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1	Chemische Grundlagen	Reaktionen	••	••	unterschiedlich

## Aufgabenstellung

Die Materie verändert sich ständig um uns herum. Wie können Sie bei einer Änderung feststellen, ob ein neuer chemischer Stoff entstanden ist oder ob der gleiche chemische Stoff nur anders aussieht?

## Hintergrund

---

Chemie ist die Lehre von der Materie und ihrer Veränderung. Materie kann sich sowohl physikalisch als auch chemisch verändern. Eine physikalische Veränderung tritt ein, wenn sich das physikalische Erscheinungsbild der Materie ändert, die chemische Identität der Substanz aber gleichbleibt. Eine chemische Veränderung, auch chemische Reaktion genannt, tritt ein, wenn eine neue chemische Substanz gebildet wird. Die Bildung eines Gases, eine signifikante Farbveränderung, die Aufnahme oder Entfernung von Energie und die Bildung eines Niederschlags (ein Feststoff, der sich beim Mischen zweier Lösungen bildet) liefern den Beweis, dass sich eine neue chemische Substanz gebildet hat und somit eine chemische Veränderung stattgefunden hat.

## Materialien und Ausrüstung

---

### *Für jeden Schüler oder jede Gruppe:*

- ◆ Datenerhebungssystem
- ◆ Schnell ansprechender Temperatursensor
- ◆ Balance (2-3 pro Klasse)
- ◆ Kochplatte
- ◆ Messzylinder, 100-mL
- ◆ Messzylinder, 10-mL
- ◆ Becherglas (2), 250 mL
- ◆ Reagenzglas (7), 15-mm x 100-mm
- ◆ Reagenzglasgestell
- ◆ Reagenzglashalter
- ◆ Rührstab
- ◆ Pfannenwender
- ◆ Becher zum Auffangen von Spülwasser
- ◆ Wiegepapier
- ◆ Waschflasche gefüllt mit destilliertem (deionisiertem) Wasser
- ◆ Wasser, 255 mL
- ◆ Kalziumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), ~0,2 g
- ◆ Weißer Essig (~5% Essigsäure), 2 mL
- ◆ 1,0 M Zitronensäure ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), 2 mL
- ◆ 1,0 M Natriumhydrogencarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), 2 mL
- ◆ 0,5 M Kupfer(II)-sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), 2 mL
- ◆ 1,0 M Natriumhydroxid ( $\text{NaOH}$ ), 2 mL
- ◆ 0,05 M Silbernitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), 2 mL
- ◆ 0,1 M Natriumchlorid ( $\text{NaCl}$ ), 2 mL
- ◆ Laurinsäure ( $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$ ), ~0,5 g
- ◆ Brausetablette
- ◆ Gefärbtes Getränkpulver, ~0,2 g

## Sicherheit

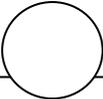
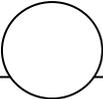
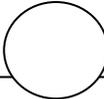
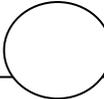
---

**Fügen Sie diese wichtigen Sicherheitsvorkehrungen zu Ihren normalen Laborverfahren hinzu:**

- ◆ Die Silbernitrat ( $\text{AgNO}_3$ )-Lösung kann bei hellem Licht vorübergehend zu Flecken auf der Haut führen. Wenn die Lösung mit der Haut in Kontakt kommt, waschen Sie sie sofort mit Wasser und Seife.
- ◆ Viele der in diesem Labor verwendeten Chemikalien sind umweltgefährlich und sollten nicht über den Abfluss entsorgt werden. Befolgen Sie unbedingt die Anweisungen Ihres Lehrers, wie Sie die Chemikalien ordnungsgemäß entsorgen müssen.
- ◆ Seien Sie vorsichtig, wenn Sie mit heißem Wasser arbeiten.

## Sequenzierung

Die folgenden Schritte sind Teil des Verfahrens für diese Laboraktivität. Sie sind nicht in der richtigen Reihenfolge. Bestimmen Sie die richtige Reihenfolge und schreiben Sie Zahlen in die Kreise, die die Schritte in die richtige Reihenfolge bringen.

 Klassifizieren Sie die unbekanntes Veränderungen aufgrund Ihrer Beobachtungen als chemische Reaktionen oder physikalische Veränderungen.	 Führen Sie drei chemische Reaktionen durch, gefolgt von drei physikalischen Veränderungen; zeichnen Sie die Beweise für jede Art der	 Nachdem Sie mit den Beweisen für chemische und physikalische Veränderungen vertraut sind, führen Sie vier unbekanntes Veränderungen	 Gießen Sie 150 mL Wasser in ein 250-mL-Becherglas und beginnen Sie sofort mit der Erwärmung, damit das Wasser kocht, wenn Sie es später im Labor benötigen.
---	---	--	--

## Verfahren

---

Nachdem Sie einen Schritt abgeschlossen (oder eine Frage beantwortet) haben, setzen Sie ein Häkchen in das Feld () neben diesem Schritt.

### Teil 1 - Chemische Reaktionen

#### *Einrichten*

1.  Beginnen Sie ein neues Experiment mit dem Datenerfassungssystem.
2.  Schließen Sie den schnell ansprechenden Temperatursensor an das Datenerfassungssystem an.  
◆(2.1)
3.  Anzeige der Temperatur (°C) im Verhältnis zur Zeit (s) in einer Grafik.
4.  Füllen Sie ein 250-mL-Becherglas mit ca. 150 mL Wasser.
5.  Stellen Sie das Becherglas auf die Heizplatte und lassen Sie das Wasser kochen. Das kochende Wasser wird später verwendet.
6.  Benutzen Sie Tabelle 1 unten, um den Namen und die Menge des Reaktanten #1 und des Reaktanten #2 zu erhalten, die Sie in jedem Verfahren zur Erfassung von Daten chemischer Reaktionen verwenden werden.

#### **Ablauf der Reaktion**

7.  Geben Sie den Reaktanten #1 für die Reaktion #1 in ein sauberes Reagenzglas mit der Bezeichnung "Reaktion #1".
8.  Den schnell ansprechenden Temperaturfühler in den Boden des Reagenzglases mit dem Reaktionsmittel Nr. 1 einführen.
9.  Edukt Nr. 2 ausmessen.

10.  Beschreiben Sie mindestens zwei Merkmale, die Sie für jeden Edukte unter ihrer Bezeichnung in Tabelle 1 unten beobachten.

Tabelle 1: Chemische Reaktionen

Rxn #	Reaktant #1 (Menge, Name und Beschreibung)	Reaktant #2 (Menge, Name und Beschreibung)	Beschreibung des neu geformten Produkts/der neu geformten Produkte	Ist die Temperatur gestiegen oder gesunken?	Nachweis der chemischen Reaktion
1	2 mL Essig (Essigsäure)  Beschreibung:	~0,2 g Kalziumkarbonat  Beschreibung:			
2	2 mL 1,0 M Zitronensäure-Lösung  Beschreibung:	2 mL 1,0 M Natriumbikarbonatlösung  Beschreibung:			
3	2 mL 0,5 M Kupfer(II)-sulfat-Lösung  Beschreibung:	2 mL 1,0 M Natronlauge  Beschreibung:			

**Daten sammeln**

11.  Starten Sie die Aufzeichnung der Daten.
12.  Geben Sie den Reaktanten #2 in das Reagenzglas mit dem Reaktanten #1.
13.  Stellen Sie die Skala der Diagramme so ein, dass Sie die auftretenden Temperaturveränderungen deutlich erkennen können.
14.  Beenden Sie die Datenaufzeichnung, wenn sich die Edukte gründlich vermischt haben und die Temperatur sich stabilisiert hat.

15.  Nennen Sie den Datenlauf "Reaktion 1".
16.  Zeichnen Sie eine Beschreibung der neu gebildeten Substanz auf, ob die Temperatur gestiegen oder gesunken ist, sowie die Beweise für die chemische Reaktion, die Sie in Tabelle 1 oben beobachtet haben.
17.  Nehmen Sie den schnell ansprechenden Temperaturfühler aus dem Reagenzglas und legen Sie das Reagenzglas und seinen Inhalt für eine mögliche spätere Wiederverwendung im Experiment beiseite.
18.  Reinigen Sie den schnell ansprechenden Temperatursensor gründlich, indem Sie ihn mehrmals mit destilliertem Wasser spülen.
19.  Wiederholen Sie die Schritte in den Abschnitten Reaktionsverfahren und Daten sammeln für die Reaktion #2 und erneut für die Reaktion #3.
20.  Was ist ein Reaktant in einer chemischen Reaktion?

---

21.  Was ist ein Produkt in einer chemischen Reaktion?

---

22.  Farblose Gase kann man nicht "sehen". Wie ist es möglich zu wissen, ob ein Gas in einer wässrigen Lösung entwickelt wird?

---

## Teil 2 - Physikalische Veränderungen

### ***Daten sammeln***

#### **Physikalische Veränderung #1**

23.  Beobachten Sie das Wasser, das Sie zu Beginn des Labors zu erwärmen begannen, und notieren Sie Ihre Beobachtungen für die physikalische Veränderung Nr. 1 in Tabelle 2 unten. (Fahren Sie fort, das Wasser zu kochen, da Sie es im nächsten Teil des Labors zum Erhitzen von Chemikalien verwenden werden. Möglicherweise müssen Sie mehr Wasser hinzufügen, um das Verdampfte zu ersetzen).

#### **Physikalische Veränderung #2**

24.  Geben Sie ca. 0,2 g farbiges Getränkepulver in ein trockenes, sauberes Reagenzglas.
25.  Fügen Sie 5 mL Wasser hinzu.
26.  Zeichnen Sie Ihre Beobachtungen für die physikalische Veränderung Nr. 2 in Tabelle 2 unten auf.

**Physikalische Veränderung #3**

- 27.  Brechen Sie Ihre Brausetablette in 3 oder 4 Stücke.
- 28.  Zeichnen Sie Ihre Beobachtungen für die physikalische Veränderung Nr. 3 in Tabelle 2 unten auf.
- 29.  Bewahren Sie die Stücke auf, um sie später im Labor zu verwenden.
- 30.  Schreiben Sie mindestens eine Beschreibung in Tabelle 2 unten, wie sich das Aussehen jeder chemischen Substanz makroskopisch verändert hat, obwohl die Moleküle, aus denen die Substanz besteht, immer noch die gleichen sind.

*Tabelle 2: Physikalische Veränderungen*

Physikalische Veränderung #	Physikalische Veränderung	Beschreibung Vor der Änderung	Veränderungen im Aussehen (obwohl die chemische Substanz immer noch dieselbe ist)
1	<b>Wasser (H<sub>2</sub>O) bis zum Sieden erhitzen</b>		
2	<b>Gefärbtes Getränkepulver in Wasser auflösen</b>	<b>Trinkpulver:</b>  <b>Wasser:</b>	
3	<b>Brechen Sie die Brausetablette in 3 oder 4 Stücke</b>		

31.  Wie unterscheiden sich physikalische und chemische Veränderungen voneinander?

---



---

**Teil 3 - Unbekannte Änderungen**

**Daten sammeln**

32.  Notieren Sie die Beschreibung der einzelnen Edukte in Tabelle 3 unten, bevor Sie sie mischen. Eine Beschreibung von "Reaktant #2" in Unbekannte Änderungen #3 und #4 ist nicht erforderlich, da es sich um Wärme handelt.

*Tabelle 3: Unbekannte Änderungen*

Unbekannte Veränderung.	Reaktant #1	Reaktant #2	Beobachtungen	Neue chemische Substanz?
1	100 mL Wasser Beschreibung:	3 oder 4 Stück von der Brausetablette Beschreibung:		
2	2 mL 0,05 M Silbernitrat-Lösung Beschreibung:	2 mL 0,1 M Natriumchlorid-Lösung Beschreibung:		
3	Blauer Niederschlag aus der chemischen Reaktion #3 (Kupfer(II)-Hydroxid) Beschreibung:	Wärme		
4	Reagenzglas mit ~0,5 g Laurinsäure Beschreibung:	Wärme		

**Unbekannte Änderung Nr. 1**

- 33.  Gießen Sie 100 mL in ein sauberes 250-mL-Becherglas.
- 34.  Stecken Sie den schnell ansprechenden Temperaturfühler in das Becherglas.
- 35.  Starten Sie die Aufzeichnung der Daten.
- 36.  Fügen Sie die zuvor beiseite gelegten Stücke der Brausetablette hinzu.
- 37.  Stellen Sie die Skala des Diagramms so ein, dass Sie die stattfindende Temperaturänderung sehen können.
- 38.  Beenden Sie die Datenaufzeichnung, wenn sich die Temperatur stabilisiert hat.
- 39.  Nennen Sie den Datenlauf "unbekannt 1".
- 40.  Führen Sie mindestens drei Beobachtungen, einschließlich etwaiger Temperaturänderungen, in Tabelle 3 oben auf.
- 41.  Tragen Sie in Tabelle 3 ein, ob eine neue chemische Substanz gebildet wurde oder nicht. Wenn ein neuer chemischer Stoff gebildet wurde, führen Sie die Beweise auf, die Ihre Schlussfolgerung untermauern können.
- 42.  Entfernen Sie den schnell ansprechenden Temperatursensor und spülen Sie ihn gründlich mit destilliertem Wasser ab.

**Unbekannte Änderung #2**

- 43.  Gießen Sie 2 mL 0,05 M Silbernitratlösung in ein Reagenzglas.
- 44.  Stecken Sie den schnell ansprechenden Temperaturfühler in das Reagenzglas.
- 45.  Starten Sie die Aufzeichnung der Daten.
- 46.  2 mL 0,1 M Natriumchloridlösung zugeben.
- 47.  Stellen Sie die Skala des Diagramms so ein, dass Sie die stattfindende Temperaturänderung sehen können.
- 48.  Beenden Sie die Datenaufzeichnung, wenn sich die Temperatur stabilisiert hat.
- 49.  Nennen Sie den Datenlauf "unbekannt 2".
- 50.  Führen Sie mindestens drei Beobachtungen einschließlich etwaiger Temperaturänderungen in Tabelle 3 oben auf.
- 51.  Halten Sie in der Datentabelle oben fest, ob ein neuer chemischer Stoff gebildet wurde oder nicht. Wenn ein neuer chemischer Stoff gebildet wurde, führen Sie die Beweise auf, die Ihre Schlussfolgerung untermauern können.

52.  Entfernen Sie den schnell ansprechenden Temperatursensor und spülen Sie ihn gründlich mit destilliertem Wasser ab.

**Unbekannte Änderung Nr. 3 und Nr. 4**

53.  Verwenden Sie einen Reagenzglashalter, um das Reagenzglas mit dem Kupfer(II)-Hydroxid-Niederschlag, der sich bei der chemischen Reaktion #3 gebildet hat, in das kochende Wasser zu stellen.
54.  Das Reagenzglas mit der Laurinsäure wird mit einem Reagenzglashalter in das kochende Wasser gestellt.
55.  Lassen Sie die Reagenzgläser so lange im kochenden Wasser stehen, bis sie vollständig ausgewechselt sind (ca. 3 bis 5 Minuten).
56.  Führen Sie mindestens zwei Beobachtungen für die in jedem Reagenzglas stattfindenden Veränderungen in Tabelle 3 oben auf.
57.  Halten Sie in Tabelle 3 oben fest, ob eine neue chemische Substanz gebildet wurde oder nicht. Wenn ein neuer chemischer Stoff gebildet wurde, führen Sie die Beweise auf, die Ihre Schlussfolgerung untermauern können.
58.  Nehmen Sie die Reagenzgläser mit dem Reagenzglashalter aus dem kochenden Wasser.
59.  Schalten Sie die Heizplatte aus.
60.  Speichern Sie Ihre Datei und säubern Sie die Laborstation gemäß den Anweisungen des Lehrers, insbesondere was die Entsorgung der verbrauchten Chemikalien betrifft.

VORSICHT: Stellen Sie sicher, dass die Heizplatte und das heiße Wasser abgekühlt sind, bevor Sie diese handhaben.

## Die Datenanalyse

1.  Bestimmen Sie die Temperaturänderung für jedes Experiment, in dem Sie Temperaturdaten gesammelt haben.
  - a. Zeigen Sie den Datenlauf an, den Sie analysieren wollen.
  - b. Messen Sie die Differenz zwischen der Anfangs- und der Endtemperatur.
  - c. Tragen Sie die Temperaturänderung in Tabelle 4 unten ein.

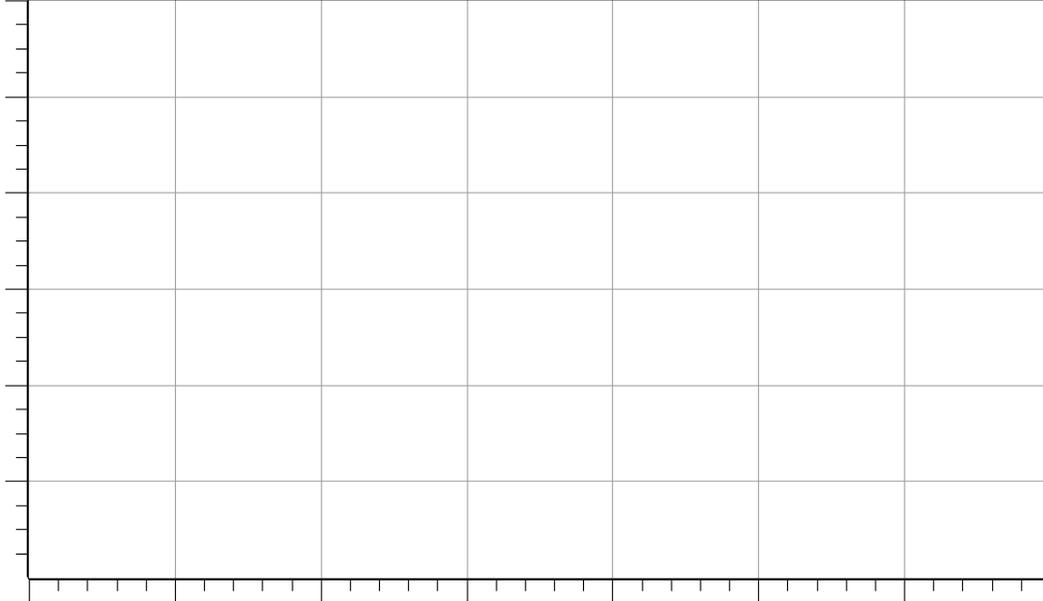
**Tabelle 4: Identifizierung von Veränderungen als endotherm oder exotherm aufgrund der beobachteten Temperaturänderung**

Ändern	Änderung der Temperatur (°C)	Exotherm oder Endotherm?
<b>Chemische Reaktion Nr. 1: Kalziumkarbonat und Essig (Essigsäure)</b>		
<b>Chemische Reaktion #2: Zitronensäure und Natriumhydrogencarbonat</b>		
<b>Chemische Reaktion #3: Kupfer(II)-Sulfat und Natriumhydroxid</b>		
<b>Unbekannte Änderung Nr. 1: Brausetablette und Wasser</b>		
<b>Unbekannte Änderung Nr. 2: Silbernitrat und Natriumchlorid</b>		

2.  Bestimmen Sie anhand der oben ermittelten berechneten Temperaturänderungen, ob die Änderung exotherm oder endotherm war. Halten Sie Ihre Antworten in Tabelle 4 oben fest.
3.  Erstellen Sie ein Datendiagramm mit allen fünf Datenläufen, die auf Ihrem Datenerfassungssystem angezeigt werden.
 

**Hinweis:** Nicht alle Datenerfassungssysteme zeigen alle fünf Datenläufe auf einem Satz von Achsen an. Wenn Ihr Datenerfassungssystem nicht alle Datenläufe anzeigen kann, können mehrere Grafiken verwendet werden.

4.  Skizzieren oder drucken Sie ein Diagramm der Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) über die Zeit (s) auf einem Satz von Achsen. Beschriften Sie jeden Datenlauf sowie die Gesamtgrafik, die x-Achse, die y-Achse und schließen Sie Einheiten auf den Achsen ein.



**Fragen zur Analyse**

---

1. jede "unbekannte Veränderung" als physikalische Veränderung oder chemische Reaktion zu identifizieren und in der folgenden Tabelle Beweise zur Untermauerung Ihrer Antworten aufzunehmen.

#	Unbekannte Veränderung	Physikalische Veränderung oder chemische Reaktion	Beweise
1	Brausetablette und Wasser		
2	Silbernitratlösung und Natriumchloridlösung		
3	Erwärmung von Kupfer(II)-Hydroxid		
4	Erwärmung von Laurinsäure		

2. Waren die unbekannte Veränderung #3 und die unbekannte Veränderung #4 endotherm oder exotherm? Erklären Sie Ihre Argumentation.

---

---

3. was ist der Unterschied zwischen einer physikalischen Veränderung und einer chemischen Reaktion?

---

---

---

4. Was sind die vier Hauptarten von Beweisen, die auf eine chemische Reaktion hinweisen?

---

---

## Synthese-Fragen

---

Nutzen Sie die verfügbaren Ressourcen, um die folgenden Fragen zu beantworten.

1. Ist das Mischen von Salz mit Wasser ein Beispiel für eine physikalische Veränderung oder eine chemische Reaktion? Erklären Sie Ihre Argumentation.

---

---

2. zwei Beispiele auflisten, bei denen eine Temperaturänderung auftritt, aber keine neue Substanz gebildet wird.

---

---

3. wenn ein Nagel rostig wird, ist dies ein Beispiel für eine physikalische Veränderung oder eine chemische Reaktion? Erklären Sie Ihre Argumentation.

---

---

---

4. wenn Gras wächst, ist dies ein Beispiel für eine physikalische Veränderung oder eine chemische Reaktion? Erklären Sie Ihre Argumentation.

---

---

---

5. ist das Öffnen einer Dose Soda ein Beispiel für eine physikalische Veränderung oder eine chemische Reaktion? Erklären Sie Ihre Argumentation.

---

---

---

## Multiple-Choice-Fragen

---

Wählen Sie die beste Antwort oder Vervollständigung zu jeder der untenstehenden Fragen oder unvollständigen Aussagen aus.

1. bei allen chemischen Reaktionen \_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_.
  - A. Produkte; Reaktanten
  - B. Moleküle; Atome
  - C. Reaktanten; Produkte
  - D. Atome; Elemente
  
2. die Verbrennung von Holz zu Ruß ist ein Beispiel für eine \_\_\_\_\_ Veränderung.
  - A. Physisch
  - B. Langsam
  - C. Schnell
  - D. Chemie
  
3. welche der folgenden Punkte zeigt an, dass eine chemische Reaktion stattgefunden hat?
  - A. Der Wechsel ist sehr schnell
  - B. Es bildet sich ein Niederschlag
  - C. Der Zustand der Materie ändert sich
  - D. Eine dunkelorangefarbene Lösung wird hellorange
  
4. eine chemische Reaktion, die Energie absorbiert, wird als a(n) \_\_\_\_\_ -Reaktion bezeichnet?
  - A. Endothermie
  - B. Exothermisch
  - C. Ausgewogen
  - D. Vollständige
  
5. das \_\_\_\_\_  
Zermahlen eines großen Kristalles von Kandiszucker in kleine Stücke ist ein Beispiel für eine
  - A. Physikalische Veränderung
  - B. Chemische Veränderung
  - C. Exotherme Veränderung
  - D. Endotherme Veränderung

## Lückentext

---

Füllen Sie die Leerzeichen aus der Liste der Wörter in der Key Term Challenge Word Bank aus.

1. die Materie kann sowohl chemische als auch physikalische Veränderungen erfahren. In a \_\_\_\_\_ verwandelt sich eine Substanz in eine völlig andere Substanz. Eine chemische Veränderung wird auch als chemische \_\_\_\_\_ bezeichnet. A \_\_\_\_\_ tritt auf, wenn eine Substanz ihr physikalisches Aussehen, aber nicht ihre chemische Identität verändert. Zu erkennen, ob es sich bei einem Prozess um eine chemische Reaktion oder eine physikalische Veränderung handelt, kann schwierig sein, da wir auf der \_\_\_\_\_ Ebene nicht "sehen" können, ob sich die eigentlichen Atome neu angeordnet haben oder nicht. Stattdessen müssen wir uns auf \_\_\_\_\_ Beobachtungen verlassen. Es gibt vier Haupttypen von Beweisen, die darauf hindeuten, dass sich eine neue chemische Substanz gebildet hat. Die Bildung eines Niederschlags, die Entwicklung eines \_\_\_\_\_, eine signifikante \_\_\_\_\_ Veränderung und eine Veränderung der Energie zeigen an, dass eine chemische Reaktion stattgefunden hat. A \_\_\_\_\_ ist ein Feststoff, der sich beim Mischen zweier Lösungen bildet.

2. A bedeutet \_\_\_\_\_ immer, dass eine neue Substanz gebildet wird. Daher hat eine chemische Reaktion Ausgangsstoffe, genannt \_\_\_\_\_, und neu gebildete Stoffe, genannt \_\_\_\_\_. Wenn eine chemische Reaktion stattfindet, werden die Bindungen innerhalb der ursprünglichen Substanzen aufgebrochen, die Atome ordnen sich neu an, und es entstehen neue Bindungen, wodurch völlig neue Substanzen entstehen. Zum Aufbrechen der Bindungen wird Energie benötigt, und bei der Bildung der Bindungen wird Energie freigesetzt. Bei den meisten chemischen Reaktionen ist die zum Aufbrechen der Bindungen erforderliche Energie nicht gleich der Energie, die bei der Bildung der neuen Bindungen freigesetzt wird. Deshalb nehmen die meisten chemischen Reaktionen entweder Energie auf oder geben Energie ab. Chemische Reaktionen, die Energie aus ihrer Umgebung aufnehmen, führen zu einer Temperaturabsenkung und werden als Reaktionen bezeichnet \_\_\_\_\_. Chemische Reaktionen, die Energie an ihre Umgebung abgeben, führen zu einer Temperaturerhöhung und werden als \_\_\_\_\_ Reaktionen bezeichnet.



### Lückentext / Wortbank

---

#### Absatz 1

chemische Veränderung  
Farbe  
Gas  
Flüssigkeit  
makroskopisch  
molekular  
physikalische  
Veränderung  
ausfallen  
Reaktion  
Größe

#### Absatz 2

chemische Reaktion  
endotherme  
Energie  
exothermisch  
physikalische  
Veränderung  
Produkte  
Edukte