

## 1.3. Chemische Reaktionen

### 1.3.1. Beschreibung chemischer Reaktionen mit Reaktionsgleichungen

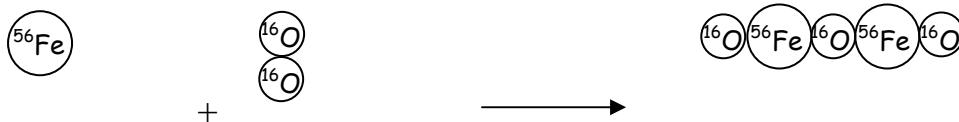
Bei einer **chemischen Reaktion** werden **Edukte** ( \_\_\_\_\_ ) in **Produkte** ( \_\_\_\_\_ ) umgewandelt. Dabei wird \_\_\_\_\_ mit der Umgebung ausgetauscht. Zu ihrer Beschreibung verwendet man \_\_\_\_\_ .

#### Eisen reagiert mit Luftsauerstoff zu Dieisentrioxid (Rost)

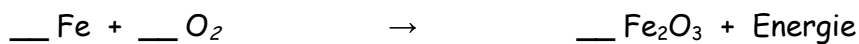
##### Beschreibung in Worten:

Je \_\_\_ Fe-Atome reagieren mit je \_\_\_ O<sub>2</sub>-Molekülen zu je \_\_\_ Formeleinheiten Dieisentrioxid. Dabei wird Energie in Form von \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ frei.

##### Beschreibung mit Teilchenbildern



##### Beschreibung durch eine Reaktionsgleichung:



##### Massenerhalt in einer Reaktionsgleichung

Die Zahl der Atome muss für jede Atomsorte rechts und links übereinstimmen. (**Probe**)

links:

\_\_\_ x 1 Fe-Atome

\_\_\_ x 2 O-Atome

rechts:

\_\_\_ x 2 Fe-Atome

\_\_\_ x 3 O-Atome

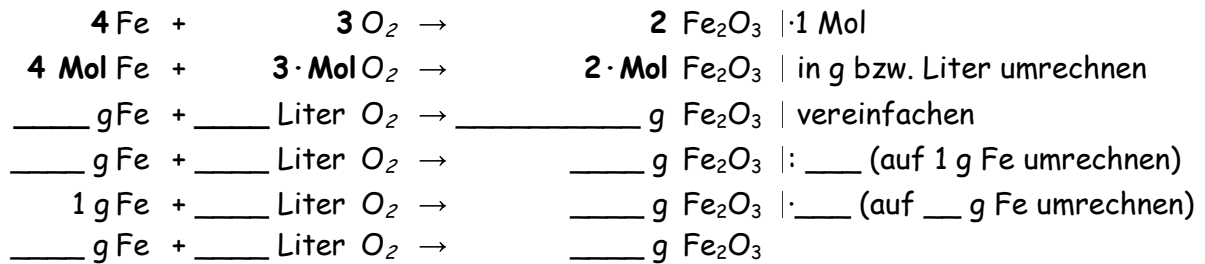
**Beachte:** der Index 1 wird in Summenformeln grundsätzlich weggelassen!

##### Beispiel für eine Massenberechnung:

**Aufgabe:** Es werden \_\_\_\_\_ g Eisen Fe an der Luft verbrannt. Wie viel Liter Sauerstoff werden dabei verbraucht und wie viel g Eisenoxid entstehen?

**Lösung:**

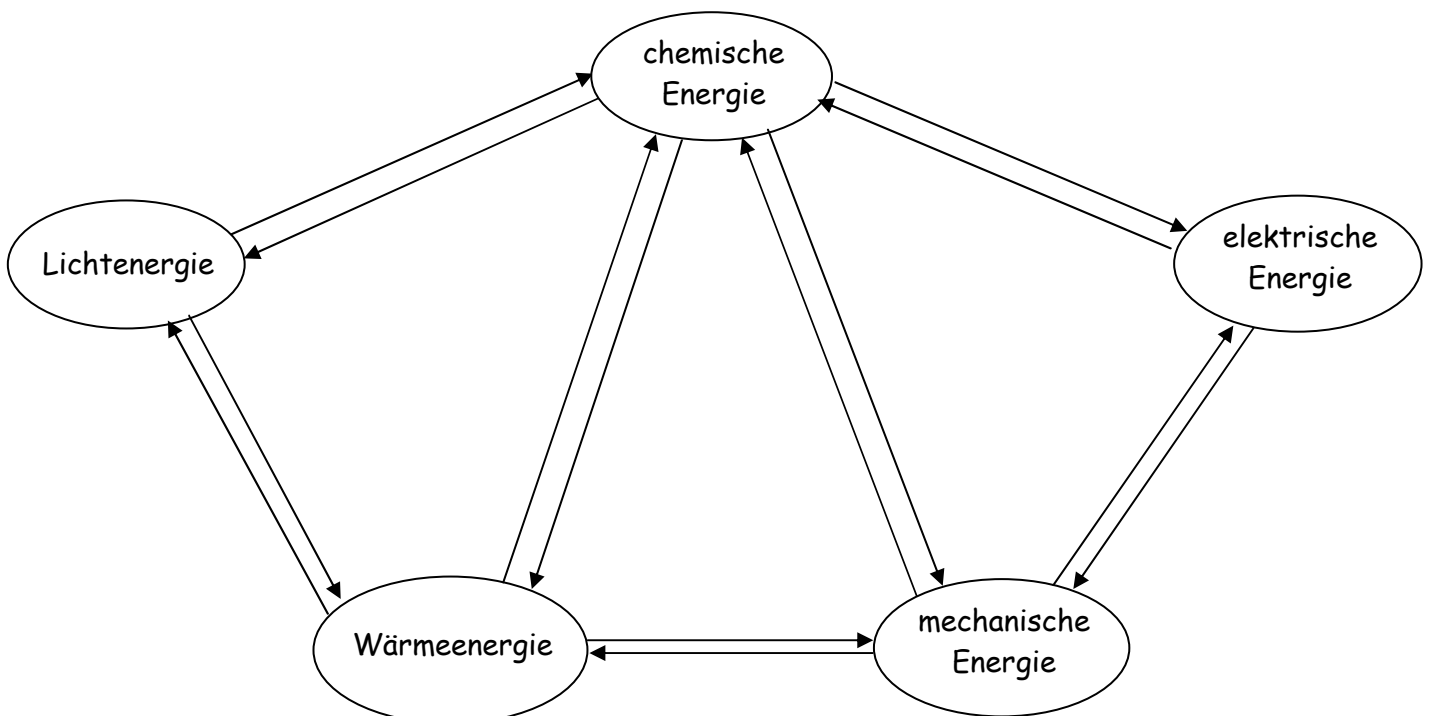
Zur Berechnung der benötigten Stoffmengen wird die gegebene Reaktionsgleichung zunächst in Mol ausgedrückt und dann in g bzw. Liter umgerechnet:

**Antwort:**

Es werden        Liter Sauerstoff verbraucht und es entstehen        g Dieisentrioxid.

**1.3.2. Energieformen**

Beschrifte die Pfeile mit den folgenden Begriffen: Sonnenbad, Sonnenbrand, Akku entladen, Akku aufladen, Photosynthese der Pflanzen, Sahne schlagen, Teig kneten, Dynamo, Elektromotor, Feuer (zwei Mal), glühender Nagel, Verbrennungsmotor, Dampfmaschine, Eisengewinnung im Hochofen, Reibung



### 1.3.3. Die spezifische Wärmekapazität

Einige Wärmekapazitäten:

- Um die Temperatur von 1 g Wasser um 1 K zu erhöhen, muss eine Wärmemenge von 4,19 J zugeführt werden.
- Um die Temperatur von 100 g Wasser um 1 K zu erhöhen, muss eine Wärmemenge von \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_ J zugeführt werden.
- Um die Temperatur von 100 g Wasser um 5 K zu erhöhen, muss eine Wärmemenge von \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ J zugeführt werden.

Stoff	c in J/g·K
Wasser	4,19
Luft	1,00
Eisen	0,98
Kalk	0,81
Blei	0,12

Um die Temperatur von Wasser mit der Masse  $m$  um  $\Delta T$  zu erhöhen, muss eine Wärmemenge  $Q$  (**quantité calorifique**) = \_\_\_\_\_ zugeführt werden.  $c = 4,19 \text{ J/k}\cdot\text{g}$  ist die **spezifische** (d.h. auf 1 g bezogene) **Wärmekapazität** (Wärmeaufnahmevermögen) des Wassers.

### 1.3.4. Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

#### Reaktionsenthalpie und Aktivierungsenergie

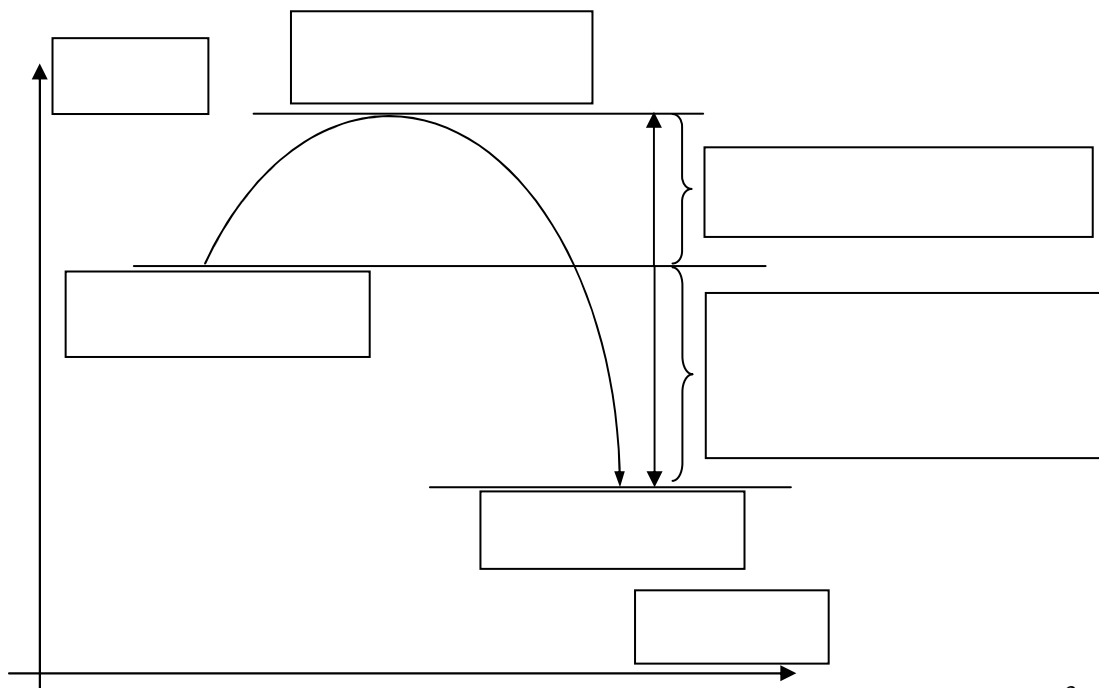
Die **molare Reaktionsenthalpie** (griech. **thalpos** = Wärme)  $\Delta H$  (engl. **Heat content**) ist die Wärmemenge, die bei der Reaktion von 1 mol Formelumsatz mit der Umgebung ausgetauscht wird.

- Bei **Wärmeabgabe** ist  $\Delta H$   $\blacksquare$  0 (**exotherme** Reaktion von **thermos** = warm und **exos** = nach außen)
- Bei **Wärmeaufnahme** ist  $\Delta H$   $\blacksquare$  (**endotherme** Reaktion von **endos** = nach innen)

Die **Aktivierungsenergie**  $E_A$  muss zugeführt werden, um dafür zu sorgen, dass genügend \_\_\_\_\_ Teilchen mit genügend hoher \_\_\_\_\_ aufeinanderprallen, damit die Reaktion \_\_\_\_\_ wird

#### Beispiel 1: Bestimmung der molaren Bildungsenthalpie von Eisensulfid

Beschrifte das Energiediagramm mit den folgenden Begriffen: Energie, Zeit,  $\text{Fe} + \text{S}$  (Kristalle),  $\text{Fe} + \text{S}$  (freie Atome),  $\text{FeS}$  (Kristall), Aktivierungsenergie  $E_A$ , Reaktionsenthalpie  $\Delta H = -100 \text{ kJ/mol}$



## Beispiel 2: Synthese und Analyse von Silbersulfid

### 1. Synthese von Silbersulfid:

Silber Ag reagiert mit Schwefeldämpfen S zu Silbersulfid  $Ag_2S$ , wobei pro Mol gebildetem Silbersulfid 33 kJ in Form von Wärme **frei werden**:

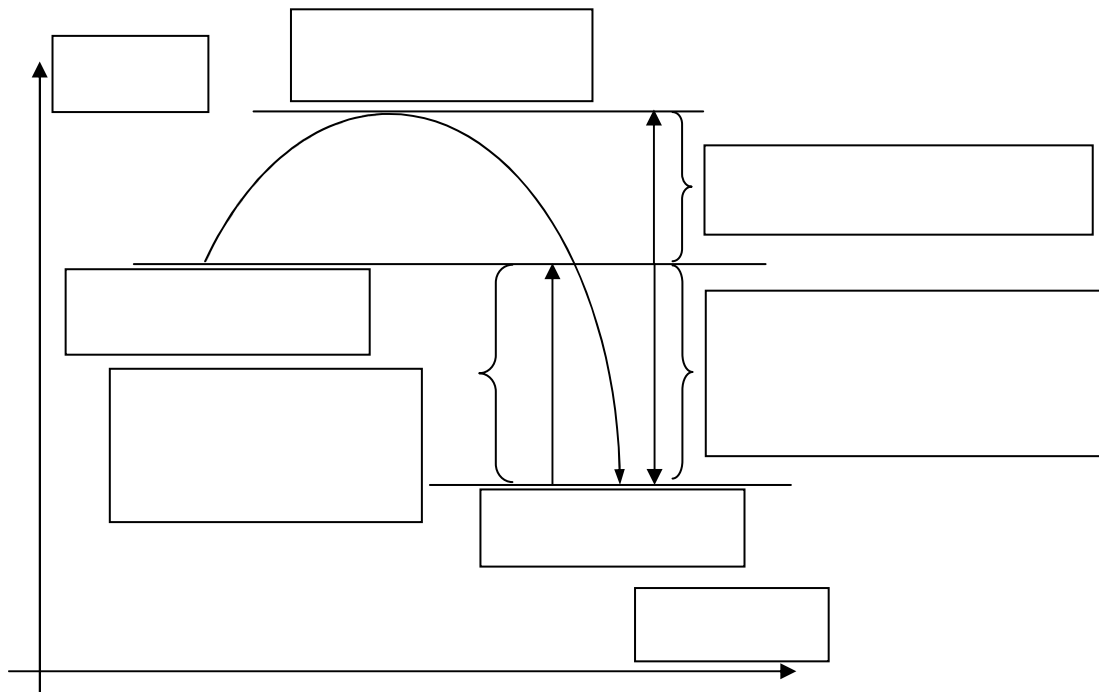


### 2. Analyse von Silbersulfid

Umgekehrt zersetzt sich Silbersulfid wieder zu Silber und Schwefel, wenn pro Mol Silbersulfid 33 kJ in Form von Wärme **zugeführt** werden:



Beschrifte das Energiediagramm mit den folgenden Begriffen: Energie, Zeit,  $Ag + 2 S$  (Kristalle),  $Ag + 2 S$  (freie Atome),  $Ag_2S$  (Kristall), Aktivierungsenergie  $E_A$ , Reaktionsenthalpie für die Hinreaktion  $\Delta H_{hin} = -33 \text{ kJ/mol}$ , Reaktionsenthalpie für die Rückreaktion  $\Delta H_{rück} = +33 \text{ kJ/mol}$



### Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen

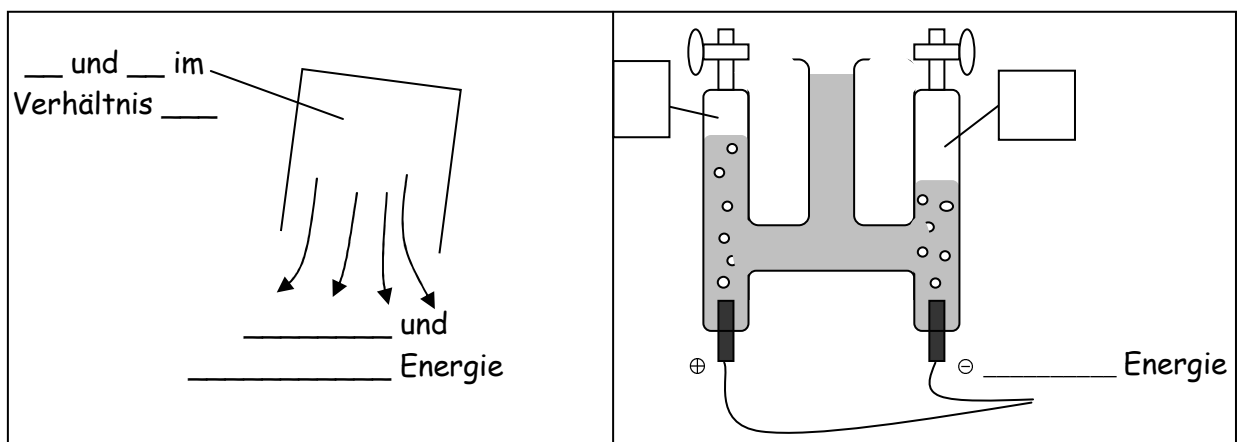
Chemische Reaktionen können immer in zwei Richtungen ablaufen. Ist die **Hinreaktion** \_\_\_therm, so ist die **Rückreaktion** \_\_\_otherm und umgekehrt.

### Analyse und Synthese

- **Analyse** = \_\_\_\_\_ einer Verbindung in ihre Elemente
- **Synthese** = \_\_\_\_\_ einer Verbindung aus den Elementen

### Beispiel 3: Analyse und Synthese von Wasser

<p>Wasserstoff und Sauerstoff reagieren unter _____ von _____ und _____ Energie zu Wasser:</p> <p><b>(Knallgasreaktion)</b></p> $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>mit <math>\Delta H = 571,2 \text{ kJ/Mol}</math></p> <p>(_____therme Hinreaktion)</p>	<p>Umgekehrt wird Wasser durch _____ elektrische Energie in _____ und _____ zerlegt.</p> <p><b>(Elektrolyse von Wasser)</b></p> $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ <p>mit <math>\Delta H = 571,2 \text{ kJ/Mol}</math></p> <p>(_____therme Rückreaktion)</p>
---	--

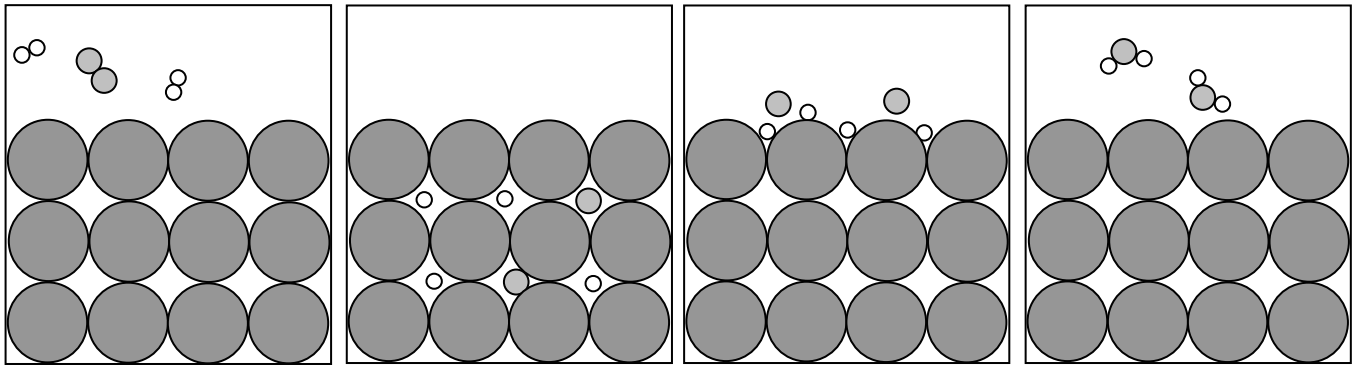


### Katalysatoren

- schwächen die **Bindungen** zwischen den Teilchen der \_\_\_\_\_
- setzen dadurch die \_\_\_\_\_ herab
- \_\_\_\_\_ die Reaktion
- werden bei der Reaktion **nicht** \_\_\_\_\_.

### Beispiele:

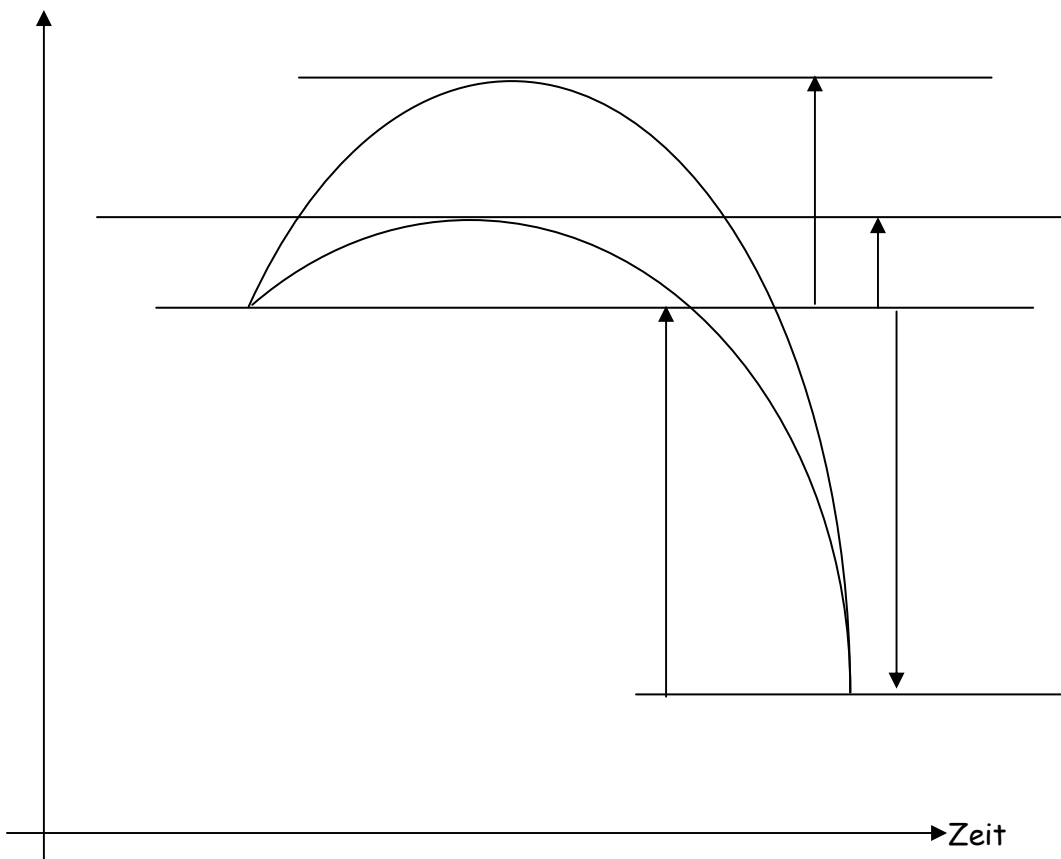
1. Am Platinkontakt entzündet sich Wasserstoff schon bei \_\_\_\_\_temperatur (\_\_\_\_\_ **Feuerzeug**). Die  $\text{H}_2$ -Moleküle und die  $\text{O}_2$ -Moleküle wandern in die \_\_\_\_\_ zwischen den riesigen Platinatomen und werden dabei in einzelne Atome aufgetrennt.



2. Bei unvollständiger Verbrennung unter Sauerstoffmangel z.B. in **Zigaretten**, bei **Schmelbränden** oder im **Verbrennungsmotor** entstehen die hochgiftigen Gase \_\_\_\_\_ CO und \_\_\_\_\_ NO. Im **Autokatalysator** reagieren sie am Platin-Iridium-Kontakt miteinander zu ungiftigem \_\_\_\_\_ CO<sub>2</sub> und \_\_\_\_\_ N<sub>2</sub>:  $\_ \text{CO} + \_ \text{NO} \rightarrow \_ \text{CO}_2 + \_ \text{N}_2$ .
3. In der Biologie bezeichnet man katalytisch wirksame Moleküle als \_\_\_\_\_. Eines der wichtigsten Verdauungsenzyme ist das **Pepsin**, das die \_\_\_\_\_ von Eiweißstoffen im \_\_\_\_\_ fördert.

Beschrifte mit den folgenden Begriffen: Aktivierungsenergie  $E_A$  ohne Katalysator, Aktivierungsenergie  $E_A$  mit Katalysator, Reaktionsenthalpie für die Hinreaktion  $\Delta H_{\text{hin}} = -571 \text{ kJ/mol}$ , Reaktionsenthalpie für die Rückreaktion  $\Delta H_{\text{rück}} = +571 \text{ kJ/mol}$ , 4 H + 2 O freie Atome, 4 H + 2 O Atome gelöst im Pt-Kristall, 2 H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> Moleküle, 2 H<sub>2</sub>O Moleküle

Energie



### 1.3.5. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

#### Eigenschaften von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid

Gas	Sauerstoff O <sub>2</sub>	Wasserstoff H <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub>
<b>Name</b>	Oxygenium = Säurebildner von griech. oxos = sauer und genesis = _____, da Nichtmetalloxide mit Wasser Säuren bilden	Hydrogenium = Wasserbildner von griech. hydor = _____	Verbrennungsprodukt von Kohlenstoffverbindungen
<b>Farbe</b>			
<b>Geruch</b>			
<b>Dichte</b>			
<b>Wasserlöslichkeit</b>	_____, nimmt mit steigender Temperatur _____	_____, aber _____ in Metallen wie z.B. Eisen und Platin	_____, nimmt mit steigender Temperatur _____
<b>Reaktivität</b>	reagiert mehr oder weniger heftig mit fast allen anderen Stoffen und bildet dabei _____ (Verbrennung, _____)	reagiert explosionsartig mit Sauerstoff und bildet dabei _____	reaktionsträge, bildet mit Wasser _____
<b>Gewinnung</b>	Destillation flüssiger Luft (_____-Verfahren) Katalytische Zersetzung von _____ Elektrolyse von _____	Einwirkung von _____ auf unedle _____ Elektrolyse von _____	Zersetzung von Carbonaten wie z.B. Calciumcarbonat (Kalk) oder Natriumcarbonat (Soda) mit _____.
<b>Nachweis</b>			

#### Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

Eine chemische Reaktion kommt zustande, wenn genügend \_\_\_\_\_ Teilchen mit genügend hoher \_\_\_\_\_ aufeinander prallen. Sie lässt sich beschleunigen, indem man

1. **Wärme** zuführt und dadurch die \_\_\_\_\_ der Teilchen erhöht.
2. bei **Feststoffen** den **Zerteilungsgrad** und damit die \_\_\_\_\_ pro Volumeneinheit erhöht.
3. bei **Lösungen** die **Konzentration** und damit die \_\_\_\_\_ der angreifenden Teilchen pro Volumeneinheit erhöht.
4. bei **Gasen** den **Druck** und damit die \_\_\_\_\_ der angreifenden Teilchen pro Volumeneinheit erhöht.

## 1.3. Chemische Reaktionen

### 1.3.1. Beschreibung chemischer Reaktionen mit Reaktionsgleichungen

Wiederholung: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 1  
Bestimmung der Verhältnisformel von Kupfersulfid

Bei einer **chemischen Reaktion** werden **Edukte** (Ausgangsstoffe) in **Produkte** (Endprodukte) umgewandelt. Dabei wird Energie mit der Umgebung ausgetauscht.. Zu ihrer Beschreibung verwendet man Rezepte in Form von **Reaktionsgleichungen**.

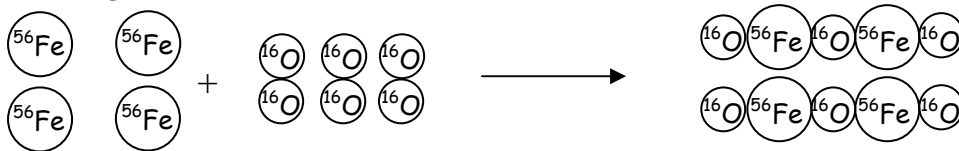
ca. 2 g feine Stahlwolle abwiegen und auf der Waage mit Leitfähigkeitsprüfer und 10 V oder Brenner entzünden.

#### Eisen reagiert mit Luftsauerstoff zu Dieisentrioxid (Rost)

##### Beschreibung in Worten:

Je \_\_\_ Fe-Atome reagieren mit je \_\_\_ O<sub>2</sub>-Molekülen zu je \_\_\_ Formeleinheiten Dieisentrioxid. Dabei wird Energie in Form von Licht und Wärme frei.

##### Beschreibung mit Teilchenbildern



##### Beschreibung durch eine Reaktionsgleichung:



##### Massenerhalt in einer Reaktionsgleichung

Die Zahl der Atome muss für jede Atomsorte rechts und links übereinstimmen. (**Probe**)

links:	rechts:
4 x 1 Fe-Atome	2 x 2 Fe-Atome
3 x 2 O-Atome	2 x 3 O-Atome

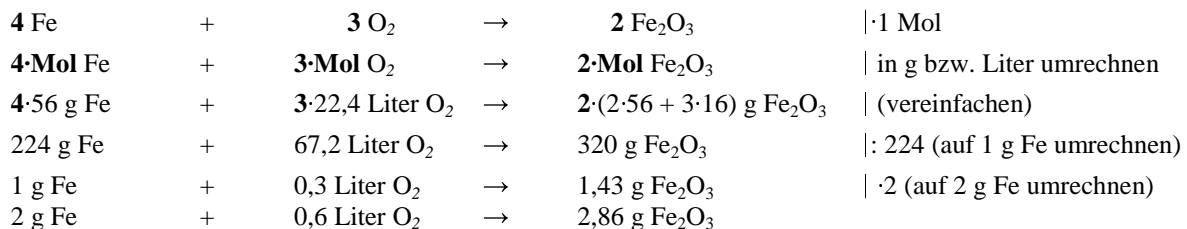
**Beachte: der Index 1 wird in Summenformeln grundsätzlich weggelassen!**

Übungen: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 2

#### Beispiel für eine Massenberechnung:

**Frage:** Es werden 2 g Eisen Fe an der Luft verbrannt. Wie viel Liter Sauerstoff werden dabei verbraucht und wie viel g Eisenoxid entstehen?

**Lösung:** Zur Berechnung der benötigten Stoffmengen wird die gegebene Reaktionsgleichung zunächst in Mol ausgedrückt und dann in g bzw. Liter umgerechnet:



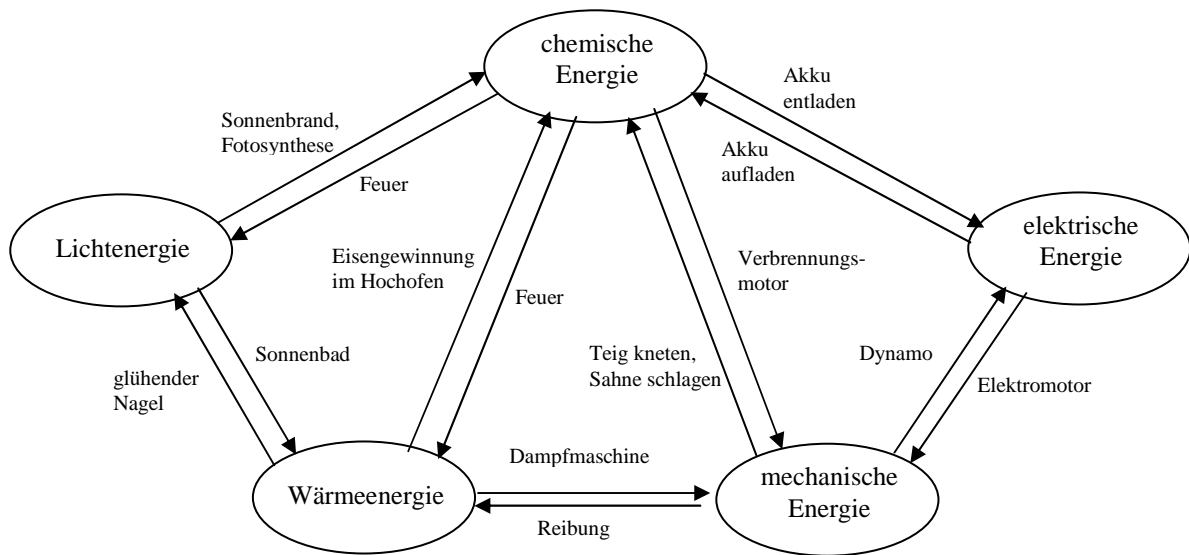
**Antworten:** Es werden 0,6 Liter Sauerstoff verbraucht und es entstehen 2,86 g Dieisentrioxid.

Übungen: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 3 - 7



### 1.3.2. Energieformen

MindMap an die Tafel zeichnen und mit Magnetkärtchen ergänzen



Übungen: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 8

### 1.3.3. Die spezifische Wärmekapazität

Lückentext ausfüllen

- Um die Temperatur von 1 g Wasser um 1 K zu erhöhen, muss eine Wärmemenge von 4,19 J zugeführt werden.
- Um die Temperatur von 100 g Wasser um 1 K zu erhöhen, muss eine Wärmemenge von  $4,19 \cdot 100 = 419$  J zugeführt werden.
- Um die Temperatur von 100 g Wasser um 5 K zu erhöhen, muss eine Wärmemenge von  $4,19 \cdot 100 \cdot 5 = 2095$  J zugeführt werden.

Einige Wärmekapazitäten:

Stoff	c in J/g·K
Wasser	4,21
Luft	1,00
Eisen	0,98
Kalk	0,81
Blei	0,12

Um die Temperatur von Wasser mit der Masse  $m$  um  $\Delta T$  zu erhöhen, muss eine Wärmemenge  $Q$  (**quantité chaleureuse**) =  $c \cdot m \cdot \Delta T$  zugeführt werden.  $c = 4,19$  J/k·g heißt die **spezifische** (d.h. auf 1 g bezogene) **Wärmekapazität** (Wärmeaufnahmevermögen) des Wassers.

Übungen: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 9

### 1.3.4. Energieumsatz bei chemischen Reaktionen

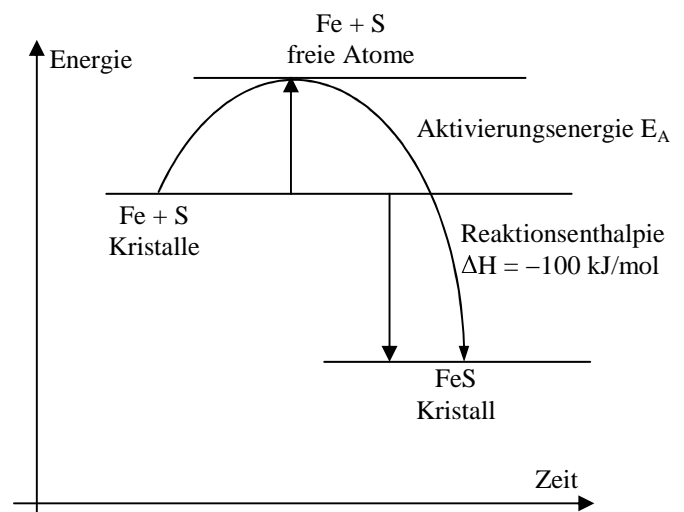
#### Beispiel 1: Bestimmung der molaren Bildungsenthalpie von Eisensulfid

Schülerversuch durchführen, Begriffe exotherm/endotherm (S. 63) und Aktivierungsenergie (S. 114) mit Hilfe des Stichwortverzeichnisses nachlesen, Lücken ausfüllen und Energiediagramm beschriften

**Reaktionsenthalpie und Aktivierungsenergie**  
 Die **molare Reaktionsenthalpie** (griech.  $\theta\alpha\lambda\pi\omega\zeta$  = Wärme)  $\Delta H$  ist die Wärmemenge, die bei der Reaktion von 1 mol Formelumsatz mit der Umgebung ausgetauscht wird.

- Bei **Wärmeabgabe** ist  $\Delta H < 0$  (**exotherme** Reaktion von  $\theta\epsilon\rho\mu\omega\zeta$  = warm und  $\epsilon\xi\omega\zeta$  = nach außen)
- Bei **Wärmeaufnahme** ist  $\Delta H > 0$  (**endotherme** Reaktion von  $\theta\epsilon\rho\mu\omega\zeta$  = warm und  $\epsilon\nu\delta\omega\zeta$  = nach innen)

Die **Aktivierungsenergie**  $E_A$  muss zugeführt werden, um dafür zu sorgen, dass genügend viele Teilchen mit genügend hoher Geschwindigkeit aufeinanderprallen, damit die Reaktion ausgelöst wird

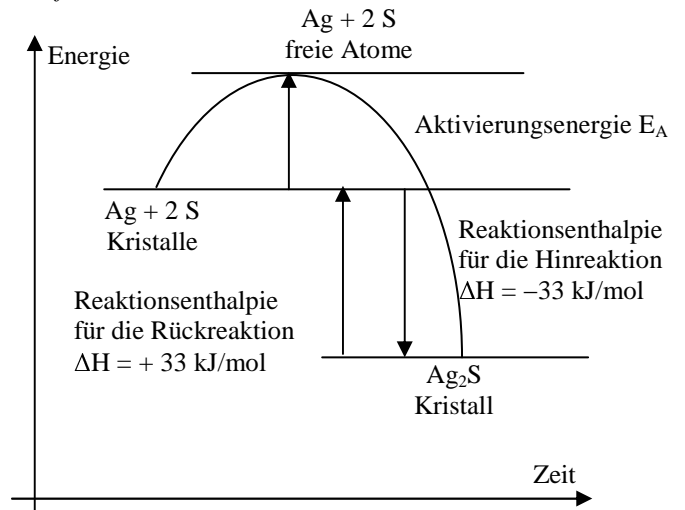


**Beispiel 2: Synthese und Analyse von Silbersulfid**

1. Ein 2 cm langes und höchstens 1 mm dickes Silberblech im mit N<sub>2</sub> gefüllten und mit Glaswolle verschlossenen RG mit Schwefeldampf reagieren lassen. Im Gegensatz zur Cu<sub>2</sub>S-Herstellung glüht das Ag-Blech nicht auf sondern verfärbt sich nur tiefschwarz. Das Produkt wird aus dem RG entfernt und auf Sprödigkeit untersucht.
2. Anschließend wird es in ein ebenfalls mit N<sub>2</sub> gefülltes und mit Glaswolle verstopftes schwerschmelzbares RG geschoben und solange erhitzt, bis die geschmolzenen Ag-Tropfen zusammenfließen. Hört man vorher auf, so ist zwar glänzendes Silber deutlich an der Innenwand zu erkennen, es schmilzt jedoch fest und lässt sich nur schwer aus dem RG entfernen. Sind nur Campingbrenner vorhanden, so müssen drei Brenner von drei Schülern längere Zeit auf das Reagenzglasende gerichtet werden.

Elemente I S. 63 lesen, Lücken ausfüllen und Diagramm beschriften

- |  |
|--|
| <p>1. <b>Synthese von Silbersulfid:</b><br/>Silber Ag reagiert mit Schwefeldämpfen zu Silbersulfid Ag<sub>2</sub>S, wobei pro Mol gebildetem Silbersulfid 33 kJ in Form von Wärme freiwerden:<br/><math>2 \text{ Ag} + \text{ S} \rightarrow \text{ Ag}_2\text{ S}</math> mit <math>\Delta H = -33 \text{ kJ/Mol}</math></p> <p>2. <b>Analyse von Silbersulfid</b><br/>Umgekehrt zersetzt sich Silbersulfid wieder zu Silber und Schwefel, wenn pro Mol Silbersulfid 33 kJ wieder zugeführt werden:<br/><math>\text{ Ag}_2\text{ S} \rightarrow 2 \text{ Ag} + \text{ S}</math> mit <math>\Delta H = +33 \text{ kJ/Mol}</math></p> |
|--|



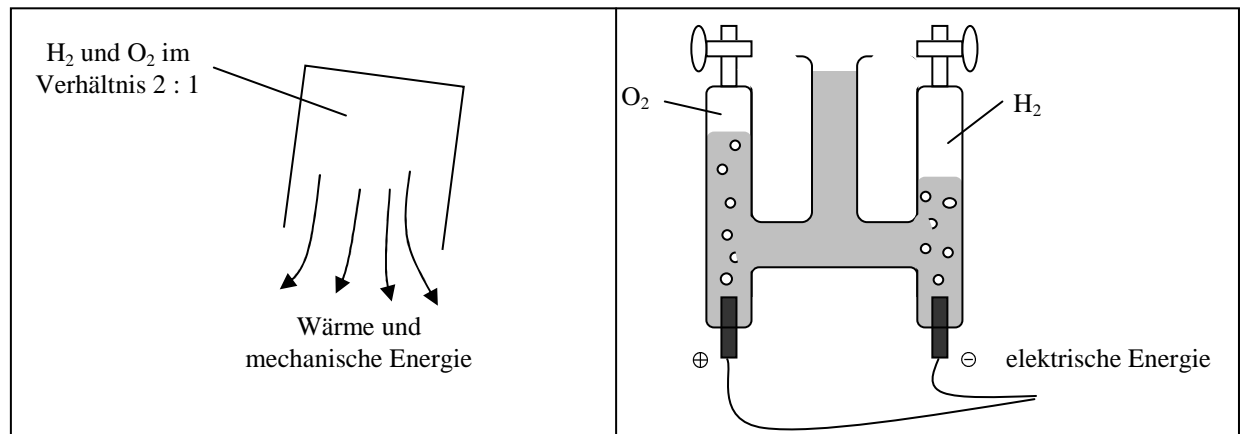
<p><b>Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen</b> Chemische Reaktionen können immer in zwei Richtungen ablaufen. Ist die <b>Hinreaktion</b> exotherm, so ist die <b>Rückreaktion</b> endotherm und umgekehrt.</p>
---

<p><b>Analyse und Synthese</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Analyse</b> = Zerlegung einer Verbindung in ihre Elemente</li> <li>▪ <b>Synthese</b> = Herstellung einer Verbindung aus den Elementen</li> </ul>
---

**Beispiel 3: Analyse und Synthese von Wasser**

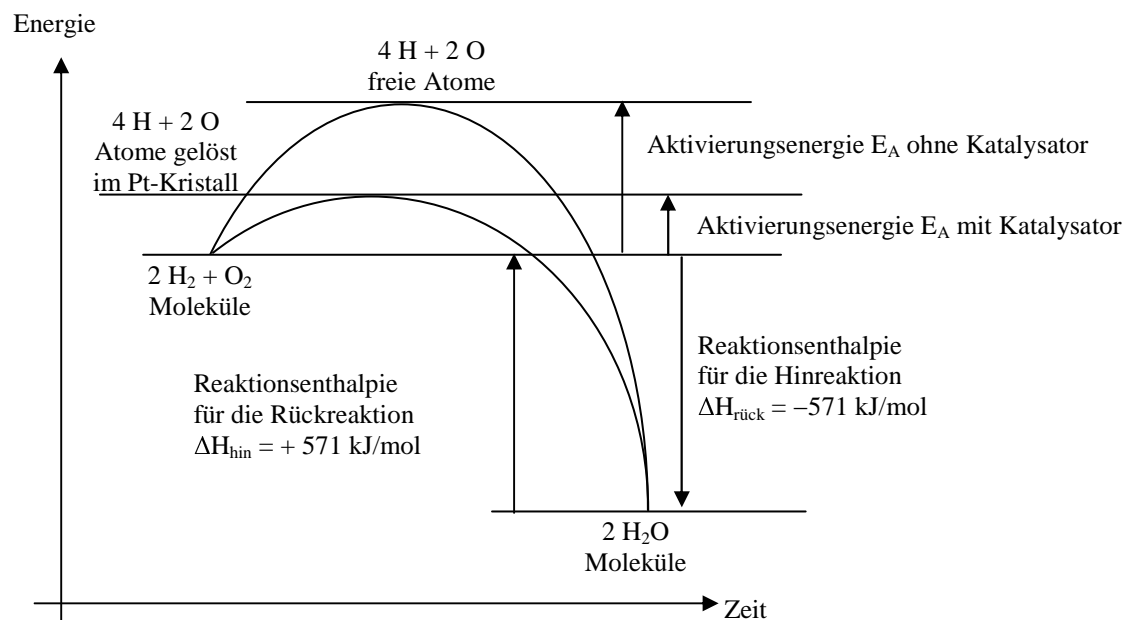
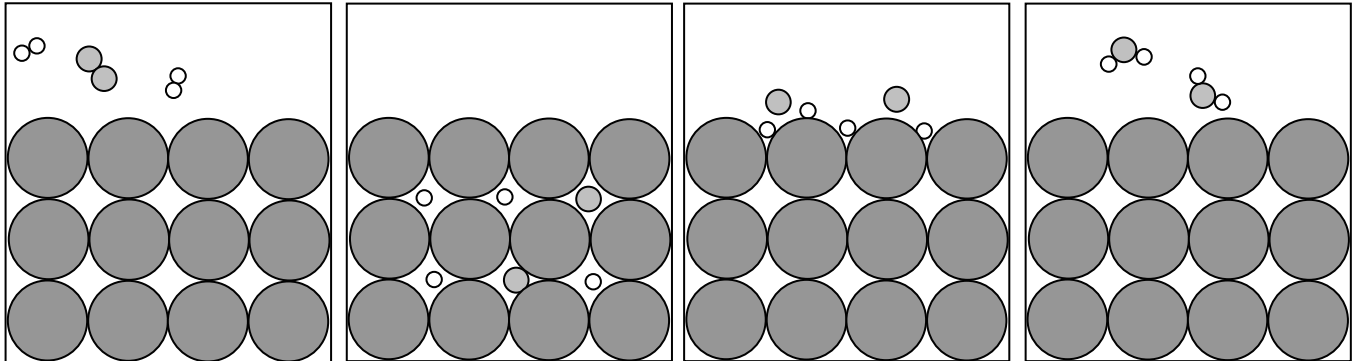
Elektrolytische Wasserzersetzung mit 20 % iger Schwefelsäure im Hofmannschen Apparat mit Nachweis der entstehenden Gase durch Knallgas- und Glimmspanprobe. Anschließend Knallgasexplosion mit Coladose

<p>Wasserstoff und Sauerstoff reagieren unter <b>Abgabe</b> von Wärme und mechanischer Energie zu Wasser: <b>(Knallgasreaktion)</b> <math>2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{ O}</math> mit <math>\Delta H = -571,2 \text{ kJ/Mol}</math> <b>(exotherme Hinreaktion)</b></p>	<p>Umgekehrt wird Wasser durch <b>Zufuhr</b> elektrische Energie in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. <b>(Elektrolyse von Wasser)</b> <math>2 \text{ H}_2\text{ O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2</math> mit <math>\Delta H = +571,2 \text{ kJ/Mol}</math> <b>(endotherme Rückreaktion)</b></p>
--	--



### Katalysatoren

- schwächen die **Bindungen** zwischen den Teilchen der Edukte
- setzen dadurch die **Aktivierungsenergie** herab
- **beschleunigen** die Reaktion
- werden bei der Reaktion **nicht verbraucht**.



Elemente I S. 116 lesen, Lücken ausfüllen

### Beispiele:

1. Am Platinkontakt entzündet sich Wasserstoff schon bei Raumtemperatur (**Döbereiner Feuerzeug**). Die  $\text{H}_2$ -Moleküle und die  $\text{O}_2$ -Moleküle wandern in die Lücken zwischen den riesigen Platinatomen und werden dabei in einzelne Atome aufgetrennt.
2. Bei unvollständiger Verbrennung unter Sauerstoffmangel z.B. in **Zigaretten**, bei **Schwelbränden** oder **Verbrennungsmotor** entstehen die hochgiftigen Gase Kohlenstoffmonoxid CO und Stickstoffmonoxid NO. Im **Autokatalysator** reagieren sie am Platin-Iridium-Kontakt miteinander zu ungiftigem Kohlenstoffdioxid  $\text{CO}_2$  und Stickstoff  $\text{N}_2$ :  $2 \text{CO} + 2 \text{NO} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + \text{N}_2$ .
3. In der Biologie bezeichnet man katalytisch wirksame Moleküle als **Enzyme**. Eines der wichtigsten Verdauungsenzyme ist das **Pepsin**, das im Magen die Zersetzung von Eiweißstoffen fördert.

Übungen: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 12  
 Synthese und Analyse von Zinkiodid (Elektrolyse)  
 Synthese und Analyse von Natriumacetat (Wärmekissen)

### 1.3.5. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

Versuche mit Sauerstoff

Versuche mit Wasserstoff

Versuche mit Kohlenstoffdioxid,

Sauerstoff: Elemente I S. 84

Wasserstoff: Elemente I S. 110

Kohlenstoffdioxid: Elemente I S. 88

CO<sub>2</sub> in Wasser mit Indikator leiten, Elemente I S. 316 lesen, dann Tabelle ausfüllen

Gas	Sauerstoff O <sub>2</sub>	Wasserstoff H <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid CO <sub>2</sub>
<b>Name</b>	Oxygenium = Säure-bildner von griech. oxos = sauer und genesis = Entstehung, da Nicht-metalloxide mit Wasser Säuren bilden	Hydrogenium = Wasserbildner von griech. hydor = Wasser	Verbrennungsprodukt von Kohlenstoffverbindungen
<b>Farbe</b>	-	-	-
<b>Geruch</b>	-	-	-
<b>Dichte</b>	1,3 g/l	0,1 g/l	1,8 g/l
<b>Wasserlöslichkeit</b>	gering, nimmt mit steigender Temperatur ab	sehr gering, aber sehr gut in Metallen wie z.B. Eisen und Platin	gut, nimmt mit steigender Temperatur ab
<b>Reaktivität</b>	reagiert mehr oder weniger heftig mit fast allen anderen Stoffen und bildet dabei Oxide (Verbrennung, Oxidation)	reagiert explosionsartig mit Sauerstoff und bildet dabei Wasser	reaktionsträge, bildet mit Wasser Kohlensäure
<b>Gewinnung</b>	Destillation flüssiger Luft nach dem Linde-Verfahren, durch katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid oder durch Elektrolyse von Wasser	Elektrolyse von Wasser oder Einwirkung von Säuren auf unedle Metalle	Zersetzung von Carbonaten wie z.B. Calciumcarbonat (Kalk) oder Natriumcarbonat (Soda) mit Säuren.
<b>Nachweis</b>	Glimmspanprobe	Knallgasprobe	Trübung von Kalklauge

#### Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

Eine chemische Reaktion kommt zustande, wenn genügend viele Teilchen mit genügend hoher Geschwindigkeit aufeinander prallen. Sie lässt sich beschleunigen, indem man

1. **Wärme** zuführt und dadurch die **Geschwindigkeit** der Teilchen erhöht
2. Bei **Feststoffen** den **Zerteilungsgrad** und damit die **Angriffsfläche** pro Volumeneinheit erhöht.
3. Bei **Lösungen** die **Konzentration** und damit die **Zahl** der angreifenden Teilchen pro Volumeneinheit erhöht
4. Bei **Gasen** den **Druck** und damit die **Zahl** der angreifenden Teilchen pro Volumeneinheit erhöht

Übungen: Aufgaben zu chemischen Reaktionen Nr. 13