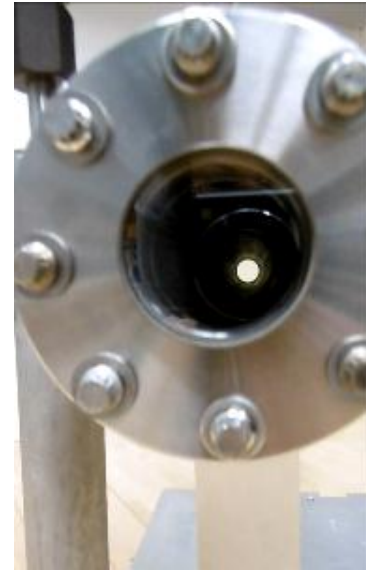


# Halogene



wegen seiner hohen Reaktivität  
wird  $F_2$  in einem Rohr aus Monel  
(Nickel-Kupfer-Legierung)  
aufbewahrt



Fluor -  $F_2$   
gelbes Gas



Brom -  $Br_2$   
rote Flüssigkeit



Chlor -  $Cl_2$   
gelbes Gas



Iod -  $I_2$   
violetter  
Feststoff

# Halogene

Die leichteren Halogene verdrängen die schwereren aus ihren Salzen



KBr-Lösung

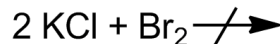
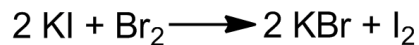
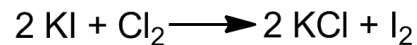
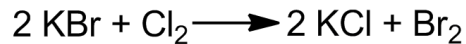


KI-Lösung



Chlorwasser

Eine Kaliumbromid- und eine Kaliumiodid-Lösung werden jeweils mit Chlorwasser ( $\text{Cl}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$  eingeleitet) versetzt. Beide Lösungen verfärben sich bräunlich, da im ersten Fall Brom und im zweiten Fall Iod entstanden sind. Den Unterschied kann man daran feststellen, indem man zu beiden Lösungen Petrolether dazugibt und nur im Falle von  $\text{I}_2$  verfärbt sich die organische Phase violett. Die Zugabe von Bromwasser zu einer Kaliumchlorid- bzw. Kaliumiodid-Lösung führt nur im Falle der KI-Lösung zur Reaktion, wobei  $\text{I}_2$  entsteht, das mit Petrolether nachgewiesen werden kann.  $\text{Cl}_2$  kann nicht durch  $\text{Br}_2$  aus dem KCl-Salz entstehen.



KCl-Lösung



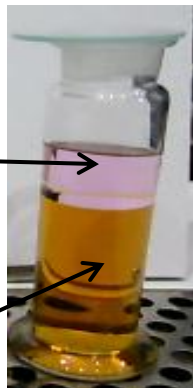
KI-Lösung



Bromwasser



$\text{I}_2$  mit Petrolether extrahiert

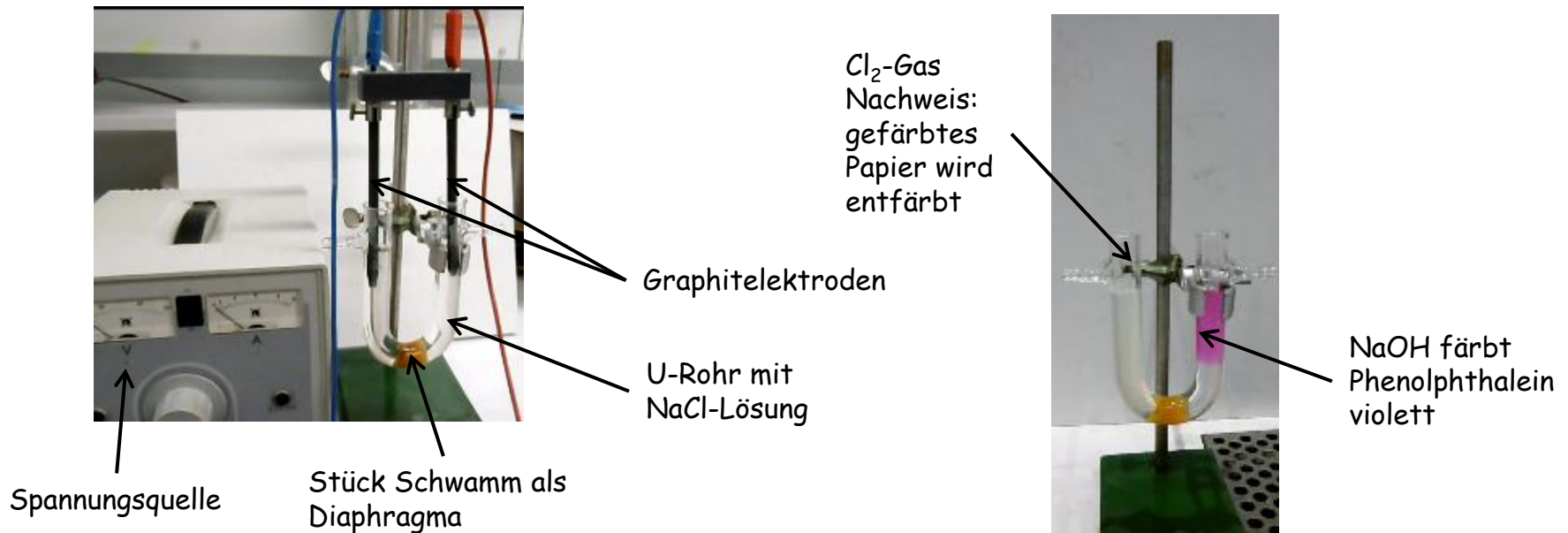


Bromwasser

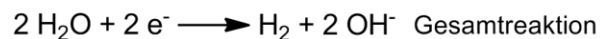
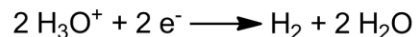
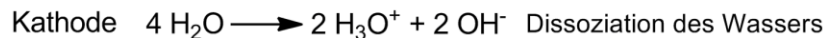
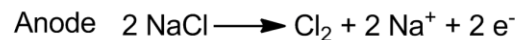


# Halogene

## Chloralkalielektrolyse

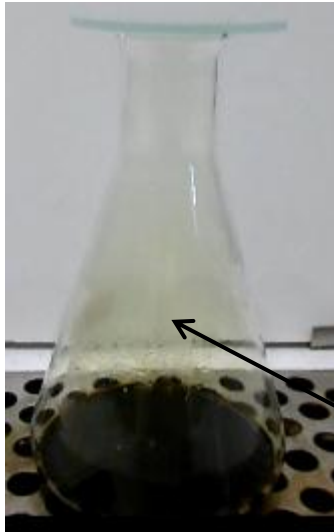


In einem U-Rohr, das mit NaCl-Lösung gefüllt ist, befinden sich Graphitelektroden, an die Spannung angelegt wird. Dadurch wird NaCl elektrolysiert, d.h. es findet eine endergonische Reaktion statt und die Energie wird in Form von Strom geliefert. Durch die Elektrolyse wird an der Anode Chlor gebildet und an der Kathode entstehen Wasserstoff und Natronlauge. Da  $\text{H}_2$  entsteht, ist an der Kathode eine Gasentwicklung zu beobachten und der Indikator Phenolphthalein, der zur NaCl-Lösung dazugegeben wurde, verfärbt sich violett, da ebenfalls NaOH gebildet wird.



# Halogene

## Darstellung von Chlor im Labor in kleinen Mengen

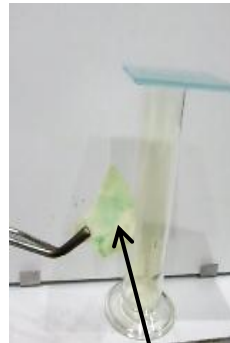
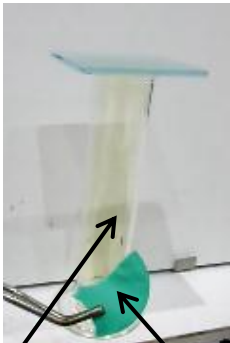


Kleine Mengen an Chlorgas können aus der Reaktion von Kaliumpermanganat mit konzentrierter Salzsäure erhalten werden. Zu Kaliumpermanganat, das in einem Erlenmeyerkolben vorliegt, gibt man langsam konz. HCl dazu. Sofort steigen gelbe Chlorgasdämpfe auf.



Chlorgas

## Chlor bleicht Farbstoffe

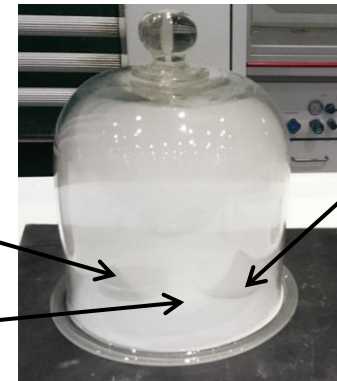


$\text{Cl}_2$  grüner Farbstoff auf Papier Farbstoff zerstört

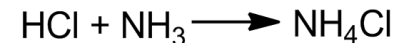
## Ammoniumchlorid

Glasschale mit konz.  $\text{NH}_3$

$\text{NH}_4\text{Cl}$ -Nebel und Niederschlag

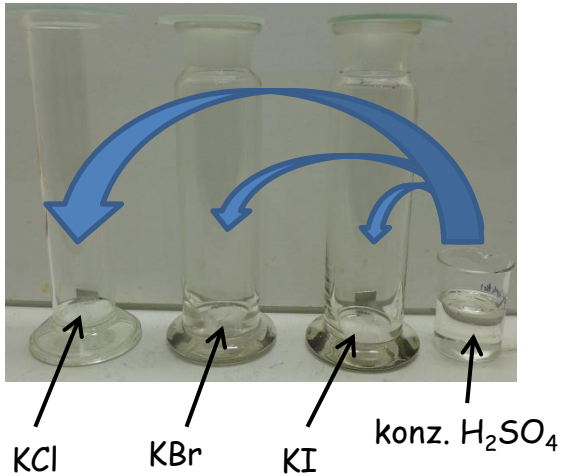


Glasschale mit konz. HCl



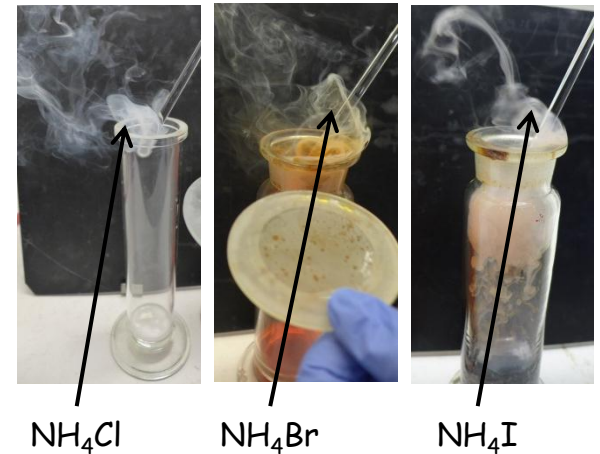
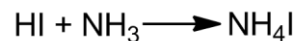
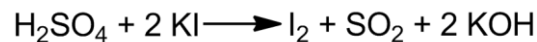
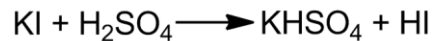
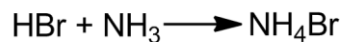
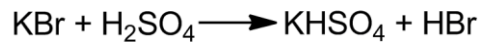
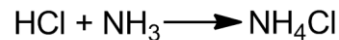
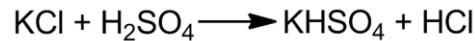
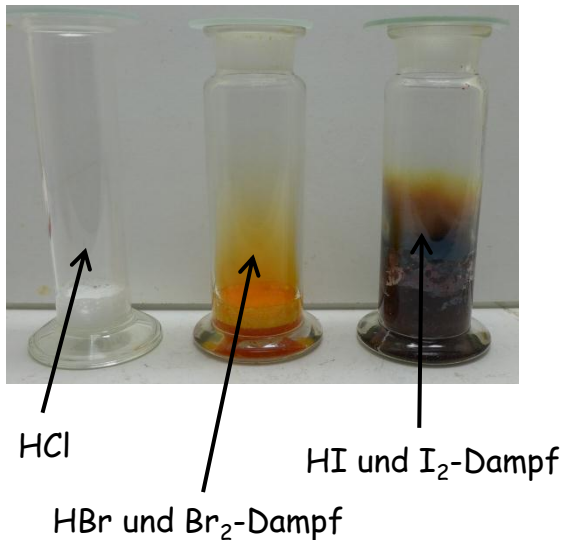
# Halogene

## Halogenwasserstoffe



Die farblosen Salze KCl, KBr und KI werden jeweils mit konzentrierter  $H_2SO_4$  versetzt. Sofort bilden sich HCl, HBr und HI. Neben der Bildung von HBr bzw. HI, entstehen auch  $Br_2$  und  $I_2$ , die an der gelb-orangen bzw. violetten Farbe erkannt werden können.

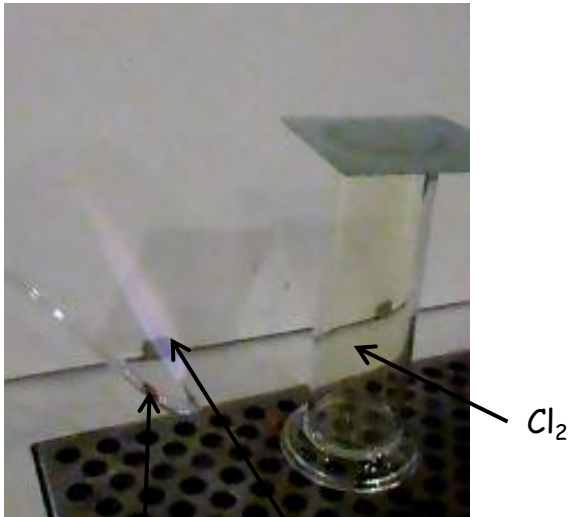
Dass HCl, HBr und HI entstanden sind, kann dadurch nachgewiesen werden, indem man einen in konzentrierten Ammoniak getauchten Glasstab in die jeweiligen Standzylinder hält. Es entstehen  $NH_4Cl$ ,  $NH_4Br$  und  $NH_4I$  als weißer Niederschlag (Rauch).





## Halogene

### Darstellung von Chlorwasserstoff aus den Elementen



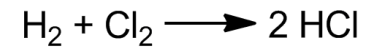
Kupferspäne als  
Rückschlagsicherung

H<sub>2</sub>-Flamme

Cl<sub>2</sub>



Die brennende H<sub>2</sub>-  
Flamme wird dann in den  
Standzylinder mit Cl<sub>2</sub>  
eingetaucht, wobei die  
Flamme sofort heller  
und mit bläulicher  
Färbung weiter brennt  
und durch die Reaktion  
von H<sub>2</sub> mit Cl<sub>2</sub> entsteht  
HCl.



Durch ein gebogenes Glasrohr wird H<sub>2</sub> aus der Stahlflasche einen kurzen Moment lang geleitet um die Luft zu verdrängen (sonst Knallgasbildung!). Dann wird an der Glasrohrmündung der H<sub>2</sub> angezündet. Im Glasrohr befindet sich etwas Kupferspäne bzw. Kupferwolle, die als Rückschlagsicherung dient, d.h. falls die Flamme ins Glasrohr zurückschlagen sollte, geht sie an der Kupferwolle aus, da wegen der sehr guten Wärmeleitfähigkeit von Cu die Temperatur sinkt (von Cu „abgefangen“ wird) und so die Flamme zum Erlöschen bringt.



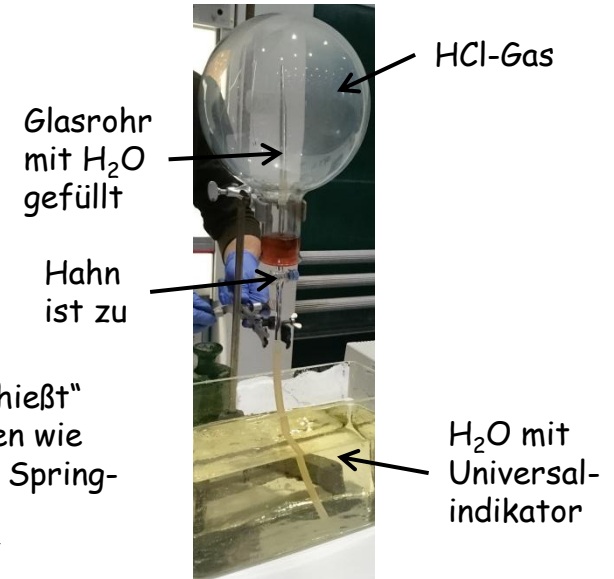
Durch Eintauchen  
eines mit konz. NH<sub>3</sub>  
getränkten  
Glasstabes in den  
Standzylinder  
entsteht NH<sub>4</sub>Cl, das  
als weißer Rauch  
bzw. Niederschlag  
erkennbar ist.

# Halogene

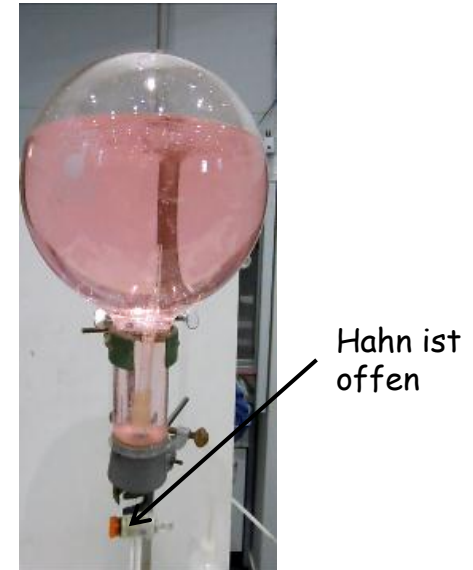
## Versuch „HCl-Springbrunnen“

Ein großer Kolben wird mit HCl-Gas gefüllt und mit einem Stopfen verschlossen, in dem sich ein Glasrohr befindet, das mit einem Schlauch verbunden und mit Wasser gefüllt ist. Der Kolben wird dann kopfüber befestigt, sodass der Schlauch des Glasrohres in eine mit Wasser und Universalindikator gefüllte Wanne taucht. Am Glasrohr ist ein Hahn angebracht, der zunächst zugedreht ist.

Da sich im Kolben HCl und etwas  $H_2O$  befinden, löst sich etwas HCl-Gas in dem Wasser, wodurch das Gasvolumen geringer wird und ein Unterdruck entsteht. Wenn nun der Hahn aufgedreht wird, wird  $H_2O$  aus der Wanne durch den Unterdruck nach oben in den Kolben gesaugt und das HCl-Gas löst sich nach und nach im  $H_2O$ , das durch den Unterdruck von unten nach oben durch das Glasrohr gesogen wird. Dies dauert solange bis sich alles vorhandene Gas in Wasser gelöst hat. Dadurch entsteht der Effekt eines Springbrunnens. Der Indikator verfärbt sich rot, da HCl in  $H_2O$  sauer reagiert.

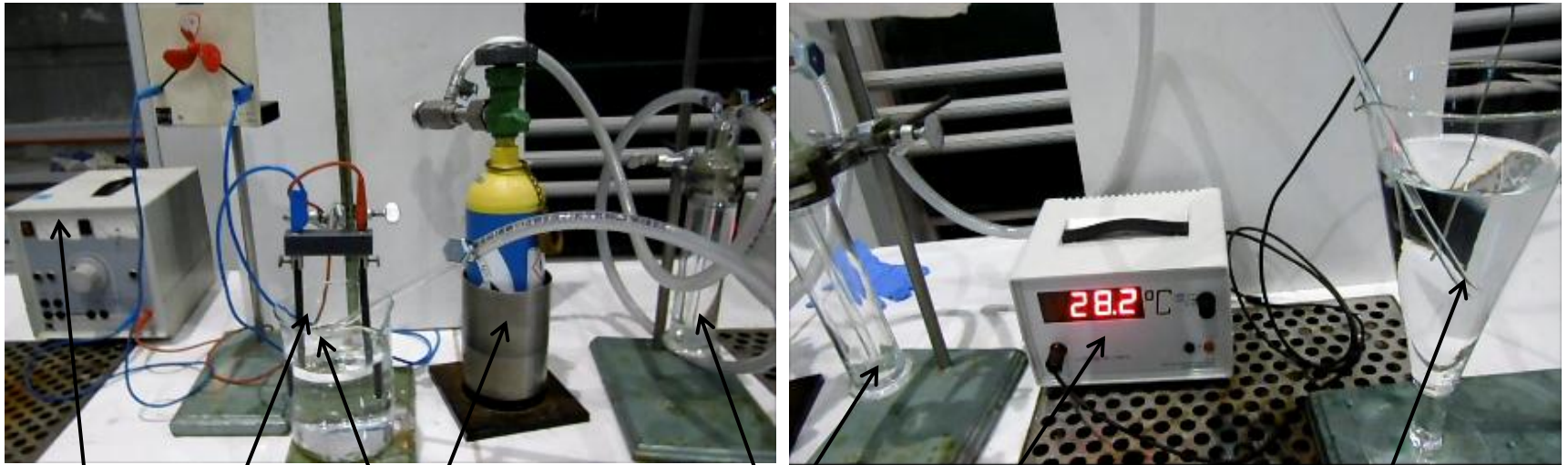


H<sub>2</sub>O „schießt“ nach oben wie in einem Springbrunnen



# Halogene

## Eigenschaften von Chlorwasserstoff



Spannungsquelle

Graphitelektroden

HCl-Gas

Sicherheitswaschflasche

Temperatur steigt

HCl-Gas wird in  $\text{H}_2\text{O}$  eingeleitet

Destilliertes Wasser leitet den Strom nicht. Wenn nun HCl-Gas in destilliertes Wasser geleitet wird, sind Ionen im Wasser vorhanden, die den Strom leiten können und der Propeller fängt an sich zu drehen.

Wenn HCl in Wasser eingeleitet ist, wird ein Temperaturanstieg verzeichnet, da sich HCl in Wasser exotherm löst

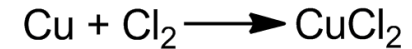


## Halogene

### Reaktion von Chlor und Kupfer



In einen Standzylinder mit  $\text{Cl}_2$ -Gas wird ein Tropfen  $\text{H}_2\text{O}$  zur Aktivierung dazugegeben. Dann wird Kupferpulver hineingegeben und reagiert unter Feuererscheinung mit dem Chlor, wobei blaues Kupferchlorid entsteht.



### Reaktion von Iod und Aluminium



In einer Glasschale werden Aluminiumpulver und Iodpulver gut vermischt. Dann wird ein Tropfen heißes Wasser auf die Mischung getropft. Die Mischung reagiert heftig und violette Ioddämpfe entstehen. Als Produkt entsteht Aluminiumiodid.

