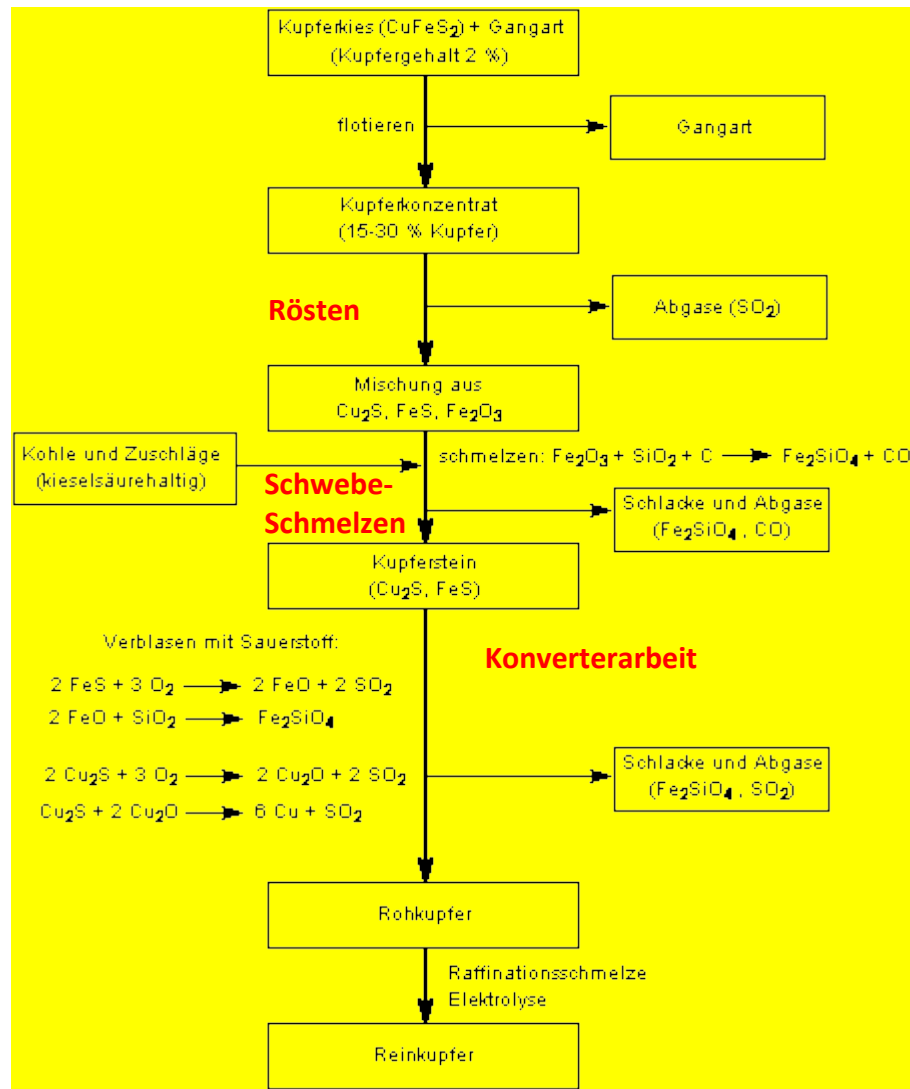


# Kupfergewinnung

## Das klassische, pyrometallurgische Verfahren

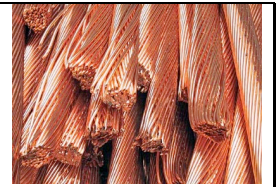
### Aufarbeitung von Kupferkies

Ein Beispiel zur **pyrometallurgischen Gewinnung von Reinkupfer** ist die Aufarbeitung von Kupferkies. Der Prozess ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt. Man kann deutlich erkennen, dass es sich hierbei um ein sehr aufwendiges Verfahren handelt.



Pyrometallurgische Gewinnung von Kupfer aus Kupferkies

Bei den ersten vier Arbeitsgängen entstehen erhebliche Mengen Schlacke und Schwefeldioxid. Zur Abtrennung weiterer Verunreinigungen wie Blei, Zink, Antimon, Arsen, Nickel und Eisenresten wird das Rohkupfer einer erst oxidierenden, dann reduzierenden Raffinationsschmelze unterworfen. Hierbei verflüchtigen sich Schwermetalle wie Zink und Blei sowie Arsen und Antimon und müssen aus der Abluft abgeschieden werden. Nickel und Eisen verschlacken mit den beigegebenen Zusätzen. Bei der anschließenden elektrolytischen Raffination erhält man das für technische Zwecke erforderliche, äusserst reine Kupfer. Vorhandene Edelmetalle sammeln sich im Anodenschlamm. Das bei der Verhüttung der Kupfererze anfallende Schwefeldioxid wird heute üblicherweise zur Gewinnung von Schwefelsäure eingesetzt.

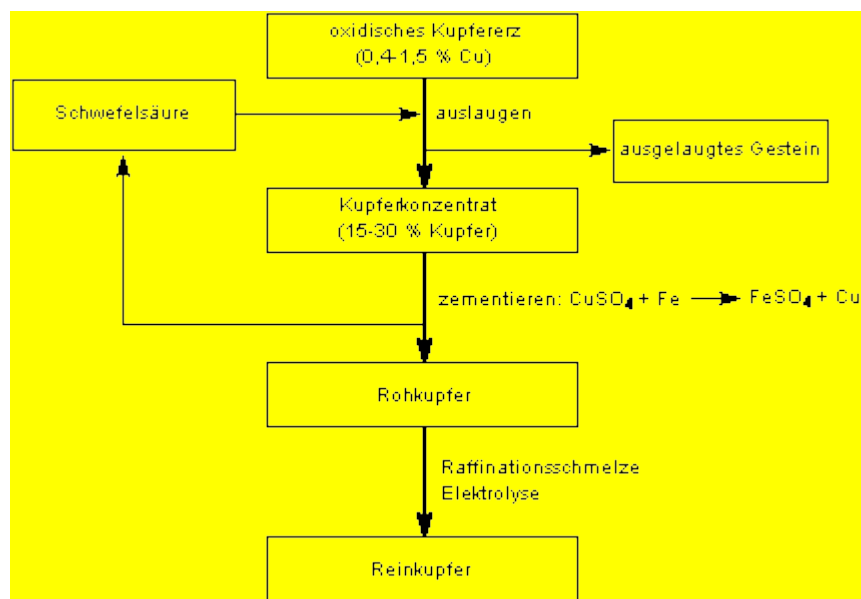


# Kupfergewinnung

## Die hydrometallurgische (nasschemische) Aufarbeitung von Kupfererzen

### Zementation

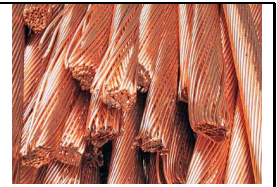
Für oxydische Erze, die sich nicht durch Flotation anreichern lassen, ist eine nasschemische Verarbeitung vorteilhaft.



*Kupfergewinnung durch Zementation*

Der saure Extrakt wird mit Eisenschrott versetzt, wobei das Eisen in Lösung geht und das edlere Kupfer zum Metall reduziert wird. Bei diesem, Zementation genannten, Prozess besteht der Nachteil darin, dass die Schwefelsäure bei mehrmaliger Verwendung mehr und mehr neutralisiert wird und sich mit Eisensulfat anreichert. Weiter wird elementares Eisen benötigt. Zudem muss das erhaltene Kupfer in einem anschließenden Schritt durch Raffinationsschmelzen von Verunreinigungen wie Eisen, Blei, Zink, Zinn, Arsen und Antimon befreit werden. Erst dann kann es durch Elektrolyse zu Kupfer mit einem Reinheitsgrad von 99,95 % verarbeitet werden.

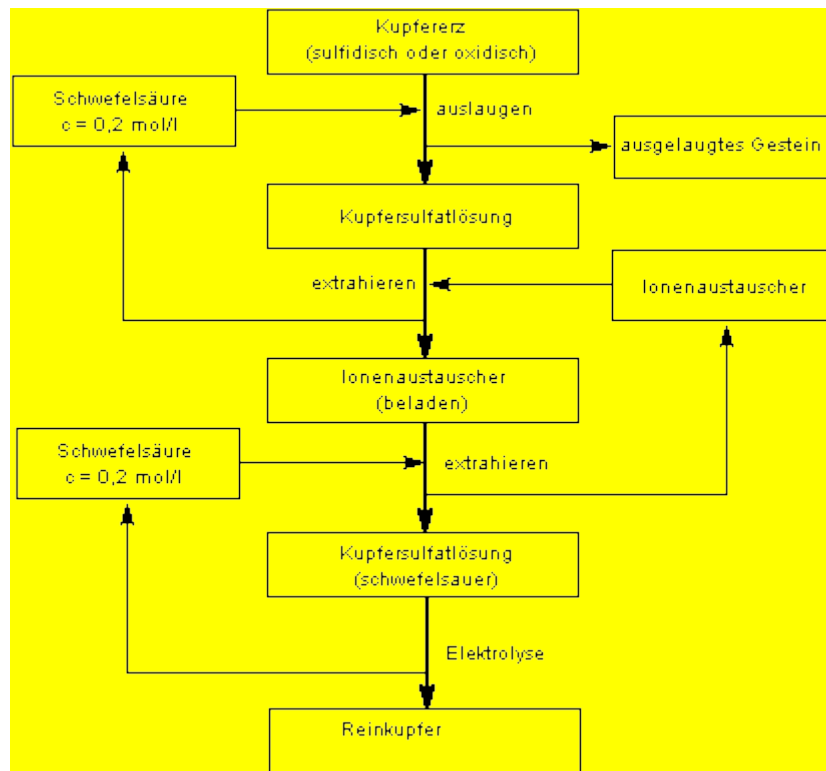




# Kupfergewinnung

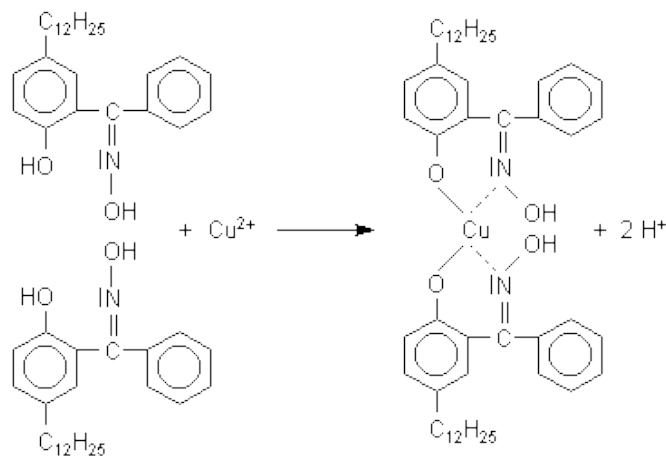
## Selektiver Ionenaustausch

Eine neue und wesentlich einfachere Technologie vermeidet viele der oben angeführten Nachteile.

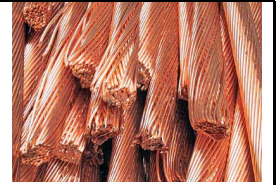


*Kupfergewinnung durch Extraktion mittels Ionenaustauscher*

Zunächst wird das Kupfererz (oxidische Cu-Mineralien), wie bei dem oben beschriebenen Prozess, mit Schwefelsäure behandelt. Die erhaltene Lösung wird mit einem **wasserunlöslichen, flüssigen, niedermolekularen Ionenaustauscher** extrahiert, der in hochsiedenden Kohlenwasserstoffen gelöst ist. Die dabei ablaufende Reaktion kann man am Beispiel des 2-Hydroxy-5-dodecyl-benzophenoxims betrachten.



*Beispiel für einen löslichen Ionenaustauscher zur Kupfergewinnung*



## Kupfergewinnung

Hierbei handelt es sich um einen chelatbildenden Ionenaustauscher (Chelate sind komplexe Verbindungen). Durch die selektive Wirkung des Austauschers werden der wässrigen Phase dabei nur die Kupfer-Ionen entzogen und gegen Protonen ausgetauscht. Die vom Kupfer befreite Schwefelsäure wird erneut zum Abschluss von neuem Kupfer-„Erz“ verwendet.

Der mit Kupfer-Ionen beladene Ionenaustauscher wird mit höher konzentrierter Schwefelsäure behandelt. Dabei werden die Kupfer-Ionen in die Säurephase überführt und zugleich angereichert. Der Ionenaustauscher liegt danach wieder in der  $H^+$ -Form vor. Aus der gewonnenen schwefelsauren Kupfersulfatlösung wird das Kupfer elektrolytisch abgetrennt. Die nicht verbrauchte Schwefelsäure dient wieder zur Regeneration von beladenem Ionenaustauscher.

Das gesamte Verfahren besteht aus drei ineinander verschachtelten Kreisprozessen. Es wird deutlich, dass im Gegensatz zum klassischen Verfahren keine schädlichen Abgase wie Schwefeldioxid entstehen. Ausserdem lassen sich auch gering konzentriertes Kupfer-„Erz“ sowie Haldenmaterial gewinnbringend aufbereiten.

### Aufgaben:

1. Beim Prozess des **Auslaugens** reagiert Kupferoxid ( $CuO$ ) mit Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ). Stelle die Reaktionsgleichung von Kupferoxid mit Schwefelsäure auf!  

---
2. Nenne mögliche Gründe dafür, weshalb **sulfidische Erze** nicht mit verdünnter Schwefelsäure ausgelaugt werden.  

---

---
3. Bei der **Gewinnungselektrolyse** scheiden sich die Kupferionen aus der Lösung als reines Kupfer an den Kathodenblechen ab, die aus Reinkupfer bestehen. An den Anoden, die aus Blei bestehen, entwickelt sich Sauerstoff, der aus den Wassermolekülen der Kupfersulfatlösung stammt.
  - a. Benenne, an welcher Elektrode Oxidation bzw. Reduktion stattfinden.  

---
  - b. Schreibe die Reaktionsgleichungen für Oxidation und Reduktion auf.  

---

---
4. Bei der **Raffinations-Elektrolyse** werden aus Rohkupferplatten gereinigte Kathodenbleche gewonnen, die Elektrolyse läuft in einer schwefelsauren Kupfersulfatlösung ab. Informiere dich genauer über die Raffinationselektrolyse. Worin liegen die Unterschiede zwischen der Raffinationselektrolyse und der Gewinnungs-Elektrolyse?  

---

---