



Eisen und Stahlherstellung

Hochofenprozess:

Der Hochofen wird abwechselnd von oben mit Schichten aus Koks und Erz beschickt. Zu den Erzen werden Zuschläge hinzu gegeben die mit den Erzbeimengungen leicht schmelzbare Calciumaluminiumsilicate (Schlacke) bilden. Wenn die Erzbeimengungen Aluminiumoxid oder Siliziumoxid enthalten setzt man Calciumcarbonat-haltige Zuschläge hinzu. Von unten wird in den Hochofen 1000°C – 1300°C heiße Luft eingeblasen, der bis zu 3,5 % Sauerstoff zugesetzt wurde. An der Einblasstelle verbrennt der Koks mit dem Sauerstoffüberschuss zu Kohlenstoffdioxid, hier entstehen Temperaturen bis zu 2300°C:



Kohlenstoffdioxid reagiert unter Wärmeverbrauch sofort wieder mit dem heißen Koks gemäß dem Boudouard –Gleichgewicht zu Kohlenstoffmonoxid:



Im unteren Teil des Hochofens, Rast genannt, herrschen Temperaturen von 1600°C. In den Erzsichten werden die Eisenoxide stufenweise von CO reduziert. Im unteren Teil liegt bereits FeO (Wüstit) vor, dieses wird von CO zu Eisen reduziert. Es entsteht wieder Kohlenstoffdioxid welches sich aufgrund des Boudouard-Gleichgewichtes in den Koks-schichten wieder zu Kohlenstoffmonoxid umwandelt.



Wenn die Temperatur des aufsteigenden Gases kleiner wird findet nur noch die indirekte Reduktion von Eisenoxid unter Bildung von Kohlenstoffdioxid statt. Diese indirekte Reduktion erfolgt hauptsächlich im oberen Teil des Hochofens.



Im oberen Teil des Schachtes wird lediglich die Beschickung vorgewärmt.

In der unteren, heißen Zone tropft das verflüssigte Eisen nach unten und sammelt sich im Gestell, unter der leichteren Schlacke, die das Roheisen vor Oxidation schützt. Beides wird durch Stichlöcher abgelassen.

Zusammensetzung von Roheisen:

Kohlenstoff 3,5%- 4,5%, Silizium 0,5% - 3%, Phosphor bis 2% , Mangan 0,2% - 5% sowie Spuren von Schwefel.

Stahlherstellung:

Der Kohlenstoffgehalt muss unter 1% gebracht werden und auch die anderen Stoffe, die in Roheisen enthalten sind, müssen reduziert werden.

Dies geschieht durch mehrere Raffinationsprozesse:

Frischen: Sauerstoff wird in das flüssige Eisen geblasen – es bildet sich flüssiges Eisenoxid. Das Eisenoxid oxidiert Silizium, Phosphor und Mangan, die Produkte lösen sich im Eisenoxid. Zur Verschlackung der Oxide wird Calciumcarbonat zugesetzt. Außerdem reagiert auch der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff im flüssigen Eisen zu CO.

Desoxidation: wird mit Aluminium durchgeführt, $2Al + 3O \rightleftharpoons Al_2O_3$

Entschwefelung: z.B. mit Calcium, Magnesium oder Calciumcarbid wird der Schwefel in Sulfide überführt.

Entgasung: CO wird durch Entgasung und vermindertem Druck entfernt.

LD-Verfahren: (Aufblasverfahren)

Ein Konverter enthält Roheisen, Schrott (Kühlung) und Kalk (Schlackebildner). Auf die Schmelze wird mit einer wassergekühlten Lanze Sauerstoff geblasen (6-10 bar). Durch den Gasstrahl und das beim Frischen entstandene CO wird das Bad gut durchmischt. Die Blaszeit beträgt 12-20 Minuten, die Badtemperatur steigt von 1350°C auf 1650°C, der Kohlenstoffgehalt sinkt auf 0,04% - 0,1%. Alle 30 Minuten erfolgt ein Abstich.

Bodenblasverfahren:

Der Sauerstoff tritt von unten durch Düsen im Konverterboden ein.

Es gibt auch *kombinierte Blasverfahren*. Vorteile sind eine bessere Baddurchmischung, geringere Verschlackung von Eisen somit höhere Stahlausbeute, bessere Entphosphorung und geringe Kohlenstoffgehalte.

Elektrostahlverfahren:

Der Stahl wird in Lichtbogen- oder Induktionsöfen erschmolzen. Ein 8000°C heißer Lichtbogen überträgt die Wärme durch Strahlung. Anschließend erfolgt das Frischen.

Nach dem Frischen erfolgt bei allen Verfahren die Nachbehandlung des Stahls durch die verschiedenen Raffinationsprozesse.

Die Eigenschaften des Stahls hängen nicht nur von der chem. Zusammensetzung, sondern auch von der Wärmebehandlung ab.

Zusammensetzung von Stahls:

Kohlenstoff 0,059 %, Mangan 0,3%, Phosphor 0,02%, Schwefel 0,02%, Stickstoff 0,003%, Sauerstoff 0,08%.

Fragen:

- 1.) Erklären Sie den Hochofenprozess, welche chemischen Prozesse laufen ab (Reaktionsgleichungen!)
- 2.) Welche Verfahren schließen sich an den Hochofenprozeß an, um aus dem Roheisen Stahl zu erzeugen?