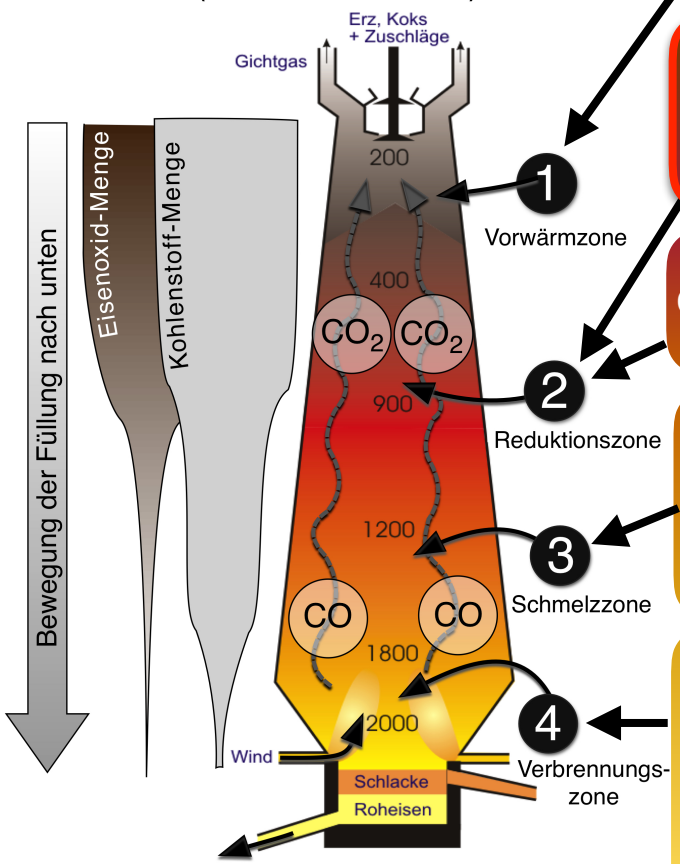
M1 | Prinzip der Eisenherstellung im Hochofen



Schema: stark verändert nach Andreas Schmidt; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hochofenprozess.PNG; Lizenz: GNU-Lizenz für freie Dokumentation

Durch die von unten hochströmenden Gase werden die Ausgangsstoffe getrocknet und aufgeheizt.

Ein Teil des bei der Reduktion des Eisenoxids entstehenden CO_2 reagiert mit Kohlenstoff zu CO. Dieses kann dann mit weiterem Eisenoxid reagieren.

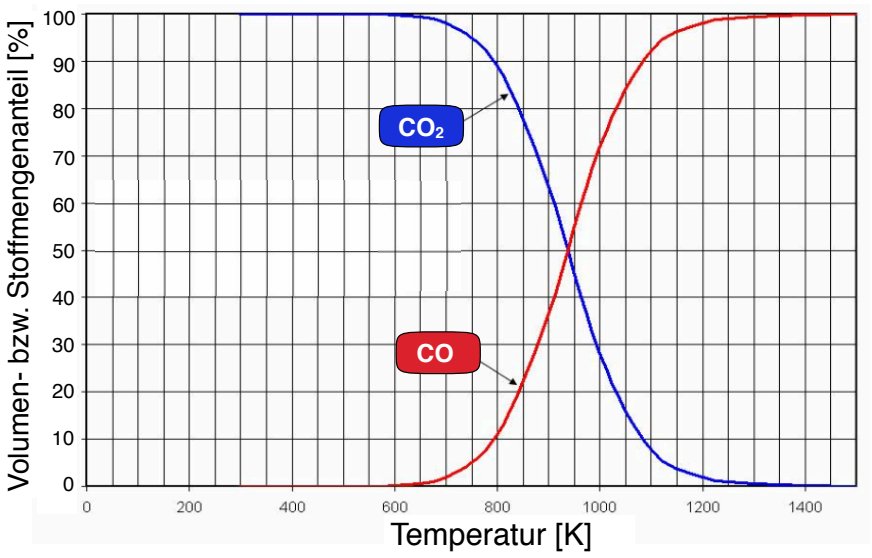
Das von unten nach oben strömende heiße CO reagiert mit dem Eisenoxid. Es entstehen CO_2 und Eisen.

Durch die bei der Reaktion von C mit O_2 frei werdende Wärme schmilzt das von oben nachrutschende Fe-C-Gemisch mit Eisenoxid-Resten (Smp: ca. 1200°C) Die Eisenoxid-Reste werden hier zu Fe reduziert.

Durch die eingeblasene heiße Luft („Wind“) wird der Kohlenstoff, der von oben nachrutscht, in einer exothermen Reaktion oxidiert. Die Menge an Sauerstoff reicht allerdings nicht für eine vollständige Oxidation zu CO_2 sondern nur zur Bildung von CO, welches nach oben steigt.

M2 | Boudouard-Gleichgewicht

Die oberhalb bzw. auch innerhalb der Reduktionszone ablaufende Reaktion zwischen C und CO_2 (rot umrandetes Textfeld) ist eine Gleichgewichtsreaktion (bekannt als Boudouard-Gleichgewicht, nach dem franz. Chemiker Octave Boudouard (1872–1923)).
Untersuchungen zur Gleichgewichtslage bei verschiedenen Temperaturen bei einem Druck von 1 bar führten zu den im nebenstehendem Diagramm dargestellten Ergebnissen.



Aufgabenstellung:

Aufgaben 1-3: Zur Wiederholung der Inhalte aus der Sekundarstufe I

1. Formulieren Sie für die in den verschiedenen Abschnitten des Hochofens ablaufenden Reaktionen die Reaktionsgleichungen. (Gehen Sie vom Eisenoxid mit der Formel Fe_2O_3 aus)
2. Erläutern Sie, wieso sich das im unteren Bereich des Hochofens erzeugte CO-Gas zur vollständigen Reduktion des Eisenoxids viel besser eignet als fester Kohlenstoff.
3. Um eine möglichst große Ausbeute an Eisen zu erhalten, sollte verhindert werden, dass das durch den unteren Teil des Hochofens rutschende flüssige Eisen durch die eingeblasene Luft oxidiert wird. Erläutern Sie, inwiefern das durch eine ausreichend große Mengen Kohlenstoff erreicht werden kann, die oben zusammen mit dem Eisenerz eingefüllt werden.

Aufgaben 4-8: Aufgaben zum Prinzip von Le Chatelier

4. Erläutern Sie, inwiefern man anhand des Diagramms in **M2** und des Prinzips von Le Chatelier feststellen kann, welche der Teilreaktionen des Boudouard-Gleichgewichts exotherm und welche endotherm ist.
5. Erläutern Sie mit Hilfe von **M2**, weshalb in den obersten Bereichen des Hochofens kein CO mehr gebildet wird, obwohl CO_2-Gas durch Kohle hindurchströmt.
6. Beurteilen Sie, ob und wie die Lage des Boudouard-Gleichgewichts durch eine Veränderung des Drucks beeinflusst werden kann.
7. Die Aktivierungsenergie der Boudouard-Reaktion ist recht hoch. Erläutern Sie, inwiefern das erklärt, dass CO bei Raumtemperatur überhaupt existiert (was man bei Betrachtung des Diagramms in **M2** nicht erwarten würde).
8. Sowohl im Verbrennungsraum des Otto-Motors als auch im Verbrennungsraum des Dieselmotors kommt es in der extrem kurzen Verbrennungszeit zur Bildung von CO-Molekülen, da nicht überall ausreichend O_2-Moleküle in der Nähe der Brennstoffmoleküle vorhanden sind. Wegen des höheren Drucks bildet sich im Dieselmotor aus diesen CO-Molekülen deutlich mehr Ruß (Kohlenstoff) als im Ottomotor. Erklären Sie die Kausalität. (Aufgrund der schnellen Abkühlung der Verbrennungsprodukte beim Verlassen des Zylinders findet danach kaum noch Rußbildung statt).