

Der Hochofenprozess

Nur Edelmetalle wie Kupfer, Silber oder Gold kann man als Elemente in der Natur finden, da sie kaum ein Bestreben haben, mit Sauerstoff zu reagieren. Die allermeisten Metalle kommen wegen ihrer höheren Reaktivität nur in ihren Verbindungen umgeben von Gestein vor. Diese werden Erze genannt (Abb. 1).

Um reine Metalle aus Erzen zu gewinnen, werden zunächst die im Erz enthaltenen Metalle als Metalloxide abgetrennt. Diese werden dann mit geeigneten Reaktionspartnern einer Sauerstoffübertragungsreaktion unterzogen, so dass am Ende elementare Metalle vorliegen. Für die verschiedenen Metalle gibt es unterschiedliche Verfahren.

Eisen ist das wichtigste Gebrauchsmetall. Es wird im Hochofen (Abb. 1) aus Eisenerzen wie Magneteisenstein (Magnetit, Fe_3O_4) und Roteisenstein (Hämatit, Fe_2O_3) gewonnen. Europas größter Hochofen befindet sich in Duisburg und hat einen Schachtofen mit einer Höhe von 75 m und einem Innendurchmesser von 12 m. Ein Hochofen kann nicht an- und ausgeschaltet werden, sondern läuft kontinuierlich für ca. 10-20 Jahre. Der Hochofen wird von oben befüllt (Beschickung), dabei werden kontinuierlich Eisenerz und Koks zugeführt, und Eisen entnommen. Zusätzlich wird Kalkstein zugeführt, der Verunreinigungen bindet und dann als Schlacke aufgrund seiner geringeren Dichte auf dem flüssigen Eisen schwimmt. So kann es leicht abgetrennt werden.



Abb. 1: Eisenerz



Abb. 2: Hochofen in der Industrie

Vorgänge im Hochofen (Abb. 3)

Als Rohstoffe werden im Hochofen Eisenerze, die vor allem Eisenoxid enthalten, und Koks (Kohlenstoff) eingesetzt. Das Eisenoxid lässt sich aber nicht direkt mit dem Kohlenstoff umsetzen. Der Kohlenstoff wird bei hohen Temperaturen über den „Umweg“ der Bildung von Kohlenstoffdioxid in Kohlenstoffmonooxid überführt.

1. Kohlenstoff (s) + Sauerstoff (g) → Kohlenstoffdioxid (g) | exotherm
2. Kohlenstoff (s) + Kohlenstoffdioxid (g) → Kohlenstoffmonooxid (g) | endotherm

Das gasförmige Kohlenstoffmonooxid steigt dann im Hochofen auf und reagiert mit dem von oben nach unten sackenden Eisenoxid zu flüssigem Eisen. Dabei spielt sich folgende Reaktion ab:

3. Eisenoxid (s) + Kohlenstoffmonooxid (g) → Eisen (l) + Kohlenstoffdioxid (g) | exotherm

Das gewonnene Roheisen enthält zu ca. 95% elementares Eisen. Es wird in regelmäßigen Abständen entnommen (Abstechen) und kann dann weiterverarbeitet werden.

Aufgaben:

1. Ordne die folgenden Begriffe den Ziffern in Abbildung 2 zu.

Schlacke 12	Beschickung 1	Gicht 2	Winderhitzer 5	Wasserkühlung 3
Roheisen 13	Ringleitung 10	Vorwärmzone 6	Verbrennungszone 8	Gichtgasreinigung 4
Schmelzzone 9	Gichtgas 11	Reduktionszone 7		

2. Beschreibe die Aufgaben der einzelnen Bauteile.
3. Formuliere aus den oben genannten Wortgleichungen Reaktionsgleichungen.

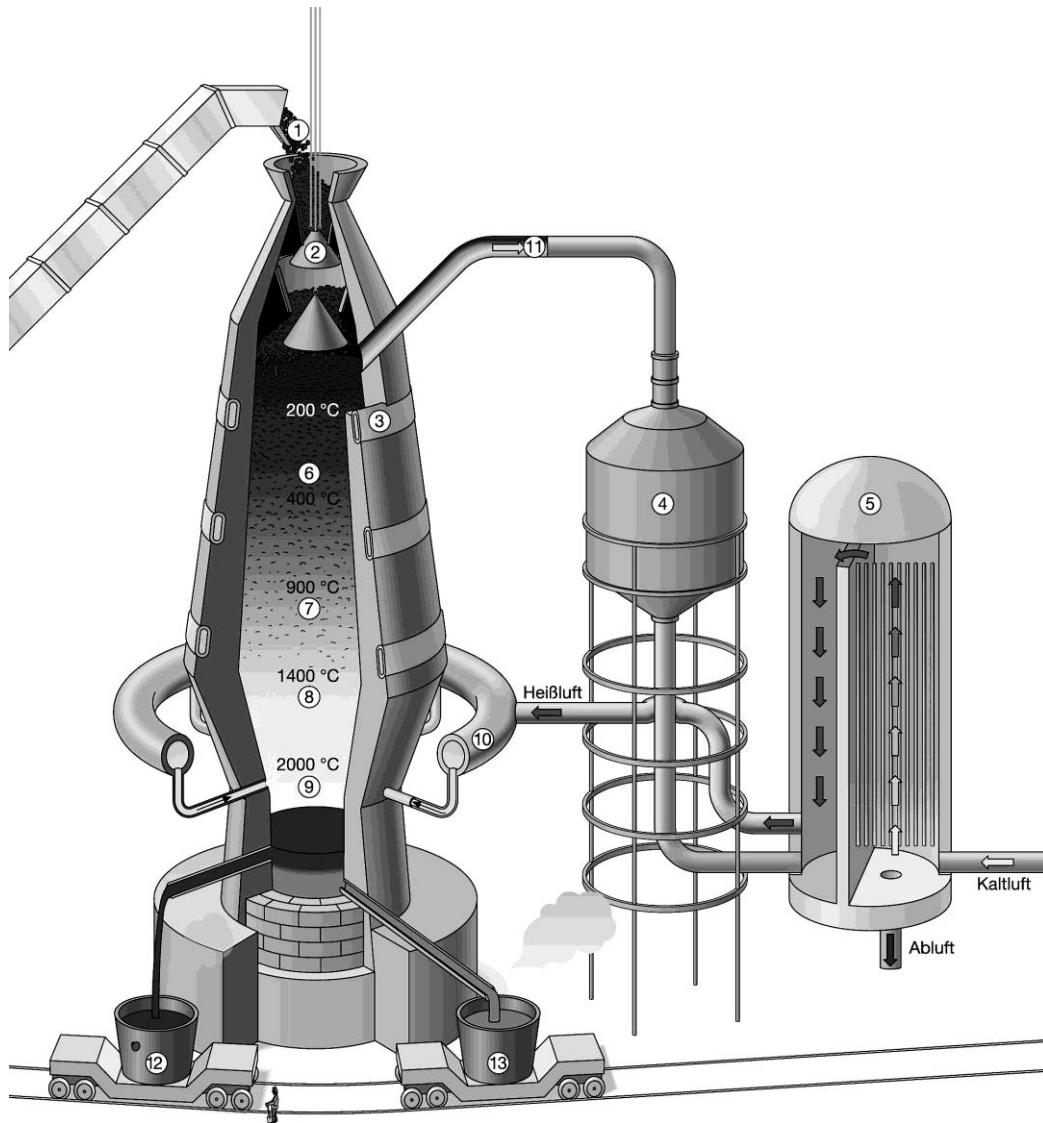


Abb. 2: Schema eines Hochofens zur Roheisenherstellung

Weiterverarbeitung des Roheisens

Die Begriffe **Eisen**, **Stahl** und **Edelstahl** werden oft synonym verwendet, obwohl es sich um **unterschiedliche Werkstoffe** handelt.

Roheisen enthält noch Verunreinigungen, vor allem Kohlenstoff (ca. 4%). Roheisen rostet schnell, ist spröde und schwer zu verarbeiten. Es lässt sich zwar gießen, aber noch nicht schmieden oder schweißen. Daraus können Gusspfannen, Gullydeckeln oder Abwasserrohre hergestellt werden.

Bei der Herstellung von **Stahl** werden **im sog. Sauerstoff-Aufblasverfahren** die im Roheisen enthaltenen **unerwünschten Stoffe durch Reaktion mit Sauerstoff entfernt**. Bei diesem Verfahren wird dem Roheisen auch Eisenschrott zugesetzt, was den Vorgang energieeffizienter, kostengünstiger und umweltschonend macht. Man erhält Rohstahl.

Um die **Eigenschaften von Stahl** noch zu **verbessern**, werden zusätzlich **geringe Mengen an Stahlveredlern** wie **Chrom, Nickel, Cobalt, Wolfram, Molybdän, Mangan, Vanadium oder Titan** zugesetzt. Man erhält **Edelstähle**.

Quellen:

Chemie S1, 2021, Buchner Verlag, Bamberg
Chemie heute S1, 2013, Westermann Verlag, Braunschweig

Nr. 2

1. Bei der Beschickung werden die beiden Bestandteile Eisenerz und Koks hinzugefügt.
2. Die Gicht ist die obere Öffnung des Hochofens, durch die die Bestandteile ein- und die sogenannten Gichtgase austreten können.
3. Die Wasserkühlungsringe dienen der Kühlung der äußeren Ofenwände.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

Name erklärt es, keine Bedeutung über den reinen Namen hinaus

10. Durch die Ringleitung wird die heiße Luft geführt, um den Ofen zu erhitzen.
11. Abluft aus dem Ofen.

12.

13.

"

Nr. 3

1. $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ | exotherm
2. $C_{(s)} + CO_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{(g)}$ | endotherm
3. $FeO_{(s)} + CO_{(g)} \longrightarrow Fe_{(s)} + CO_{2(g)}$ | exotherm