



## 1.3 Hochofen

### Schmelzmaschine Hochofen



Das Zentralaggregat einer modernen Hochofenanlage wird als Schachtofen bezeichnet. Das bis zu 40 Meter hohe Ofengefäß besteht aus einem wassergekühlten Stahlpanzer und ist mit einer rund zwei Meter starken feuerfesten Auskleidung versehen. Die Gesamthöhe eines Hochofens kann inklusive aller Aufbauten knapp 100 Meter erreichen. Die Lebensdauer eines Hochofens wird als Ofenreise bezeichnet und kann bis zu 20 Jahre betragen. Am Ende einer solchen Ofenreise wird die feuerfeste Auskleidung

komplett erneuert und die Anlagentechnik dem neuesten Stand der Technik angepasst.

Die voestalpine betreibt in Linz heute drei Hochöfen, drei davon mit einem Innendurchmesser von 8 Metern. Das vierte Aggregat, der Hochofen A, hat mit einem Innendurchmesser von rund 12 Metern die vierfache Schmelzleistung gegenüber den kleineren Öfen. Damit ist der 2004 neu zugestellte und erweiterte Hochofen A das Hauptaggregat zur Roheisenerzeugung in Linz.

In den Gießhallen sind ab Ende 2005 neue Entstaubungssysteme im Einsatz. Sie filtern Stäube aus der Abluft. Das entstehende Gichtgas ist ein wertvoller Energieträger und wird nach der Reinigung zur Stromerzeugung weiterverwendet. Und auch die Hochofenschlacke wird als Granulat an die Bauindustrie verkauft.



### Der Hochofenprozess: Möller runter, Gase rauf

Der Hochofenprozess arbeitet nach dem Gegenstromprinzip: An der Gicht werden Koks, Eisenträger und Zuschläge wie Kalk lagenweise aufgegeben. Diese Mischung, auch Möller genannt, wandert von oben nach unten durch den Schacht und durchläuft dabei eine Reihe physikalischer und chemischer Reaktionen, wobei die Temperatur ständig zunimmt.

In entgegengesetzter Richtung bewegt sich die Gasphase: Über die Windformen oberhalb des Gestells wird heiße Luft (1.200°C) in den Schacht geblasen. Der Sauerstoff reagiert mit dem Kohlenstoff des Kokses und

es entsteht das kohlenmonoxidhaltiges Reduktionsgas. Die Wärme des Gases wird auf den Möller übertragen und bringt diesen auf Reaktions- und Schmelztemperatur. Außerdem tritt das Gas mit dem Möller in chemische Wechselwirkung, wobei das vorhandene Kohlenmonoxid das Eisen aus seiner oxidischen Bindung freisetzt, sprich reduziert. An der Reduktion der Eisenoxide beteiligen sich auch der Kohlenstoff des Kokes sowie der Wasserstoff der über die Windformen eingedüsten Zusatzreduktionsmittel Schweröl und Kokereigas.

## Abstich von flüssigem Roheisen alle zwei Stunden

In der Schmelzzone des Hochofens bilden sich Schlacken- und Metallphasen, die in den unteren Bereich des Hochofens, auch Gestell genannt, abfließen. Das flüssige Roheisen sammelt sich im Gestell, die flüssige Schlacke schwimmt obenauf. In periodischen Abständen von ca. zwei Stunden wird das Abstichloch im Gestell geöffnet und Roheisen und Schlacke werden in spezielle Gefäße, so genannte Pfannen, gefüllt. Diesen Vorgang nennt man Abstich. Die chemischen und physikalischen Reaktionen im Hochofen führen somit zu drei Produkten:

- a) Das flüssiges Roheisen mit einer Temperatur zwischen 1440 und 1470°C wird zur Weiterverarbeitung in das Stahlwerk transportiert. Pro Abstich fallen rund 500 bis 800 Tonnen Roheisen an
- b) Die flüssige Schlacke (rund 250 bis 300 Kilogramm pro Tonne Roheisen) wird größtenteils mit Wasser granuliert und zur Zementherstellung oder als Baumaterial weiterverwendet.
- c) Das Gichtgas wird in einem zweistufigen Reinigungsprozess aufbereitet und als Energieträger bei der Windvorwärmung und zur Stromerzeugung genutzt



## Fünf Batterien mit 200 Öfen

Mit dem Bau der Linzer Kokerei wurde 1939 begonnen. Die ersten vier Batterien wurden 1942/43 in Betrieb genommen. Nach schweren Kriegszerstörungen wurde die Kokerei neu aufgebaut und mit vier zusätzlichen Batterien 1951 fertig gestellt. Heute werden der Ofengruppe fünf Batterien mit je 40 Öfen betrieben. Sämtliche derzeit in Betrieb befindliche Batterien wurden im Laufe der Zeit neu zugestellt, modernisiert und mit modernsten

Filtern und Reinigungsanlagen ausgestattet. Die vielfältigen Kohleentladungseinrichtungen am Kohlenlager sowie die Mahl- und Mischeinrichtungen sind so konzipiert, dass unterschiedlichste Kohlequalitäten in optimaler Mischung eingesetzt werden können.

## Ausgedrückt und mit Wasser gelöscht

Heute verarbeitet die Linzer Kokerei pro Jahr rund 1,9 Millionen Tonnen Steinkohle zu Koks. Die Kohle wird in den 200 Kokskammern mit einem Fassungsvermögen von jeweils 21,5 m<sup>3</sup> unter Luftabschluss verkocht. Bei 1.260 °C werden die flüchtigen Bestandteile wie Wasser, Wasserstoff, Methan und Teer aus der Kohle ausgetrieben. Das zurückbleibende Kohlenstoffgerüst ist reiner Koks und wird nach einer Garungszeit von 16,66 Stunden aus den Kammern ausgedrückt und mit Wasser gelöscht. 13 Tonnen glühender Koks werden so pro Kammer und Garzeit hergestellt. Die Kokerei der voestalpine produziert auf diesem Weg jährlich rund 1,4 Millionen Tonnen Koks.

Roheisen setzt sich zusammen aus (in Masse-Prozent bei einer Temperatur von 1.475°C):

- Fe: 93 %
- C: 4,5 %
- Si: 0,5 %
- Mn: 0,5 %
- P: 0,06 %
- S: 0,05 %

Die so genannten Eisenbegleitelemente machen in etwa sieben Masse-Prozent aus.





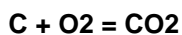
## Glossar

**Reduktion** ist die Entfernung von Sauerstoff aus sauerstoffhaltigen Verbindungen und damit der entgegengesetzte Vorgang zur Oxidation. Im weiteren Sinn ist Reduktion ein chemischer Vorgang mit Übertragung von Elektronen von einem als Reduktionsmittel bezeichneten auf einen anderen Stoff, der reduziert wird (Beispiel: Reduktion der Fe-Erze im Hochofen durch CO und H<sub>2</sub> oder festen Kohlenstoff).

### Die beiden chemischen Hauptvorgänge im Hochofen (vereinfacht dargestellt):

a) indirekte Reduktion (= Entfernung des Sauerstoff aus dem Eisenoxid indirekt durch Kohlenmonoxid und Wasserstoff).

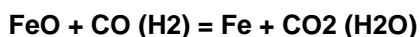
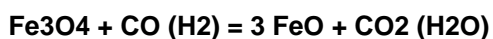
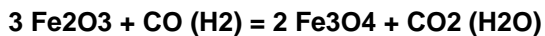
1. Der Koks reagiert mit dem Heißwind vor den mit Wasser gekühlten Windformen zu Kohlendioxid:



2. Durch den im Überschuss vorhandenen Koks wird das Kohlendioxid zu Kohlenmonoxid:



3. Durch das Kohlenmonoxid werden im Schacht unter Erzeugung von Kohlendioxid 50 bis 70 % der Eisenoxide zu Eisen reduziert. Der Wasserstoff wird durch die Reduktion zu Wasser umgewandelt:



b) direkte Reduktion (= Kohlenstoff entzieht dem Eisenoxid den Sauerstoff).

