



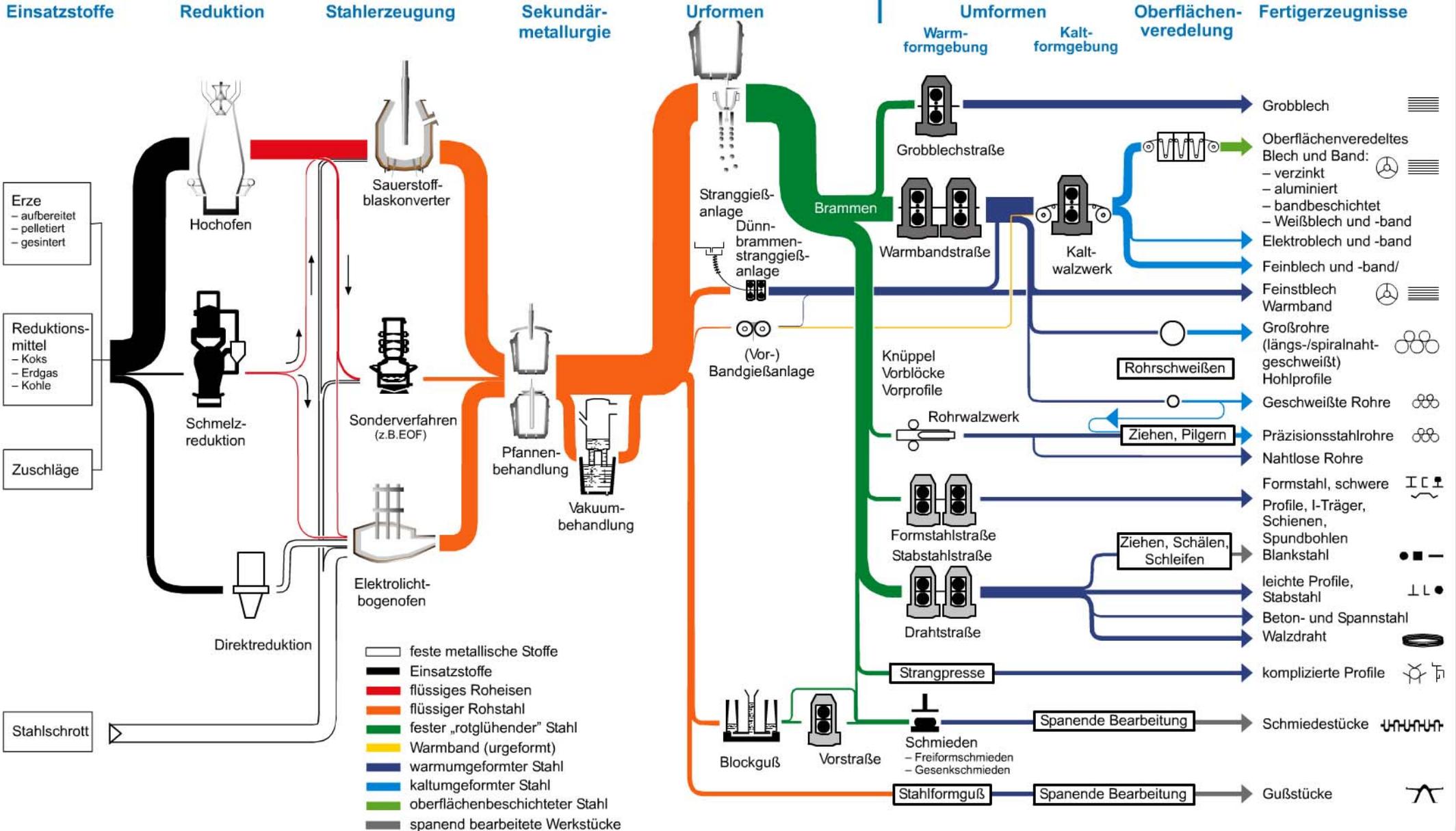
WIR BEI

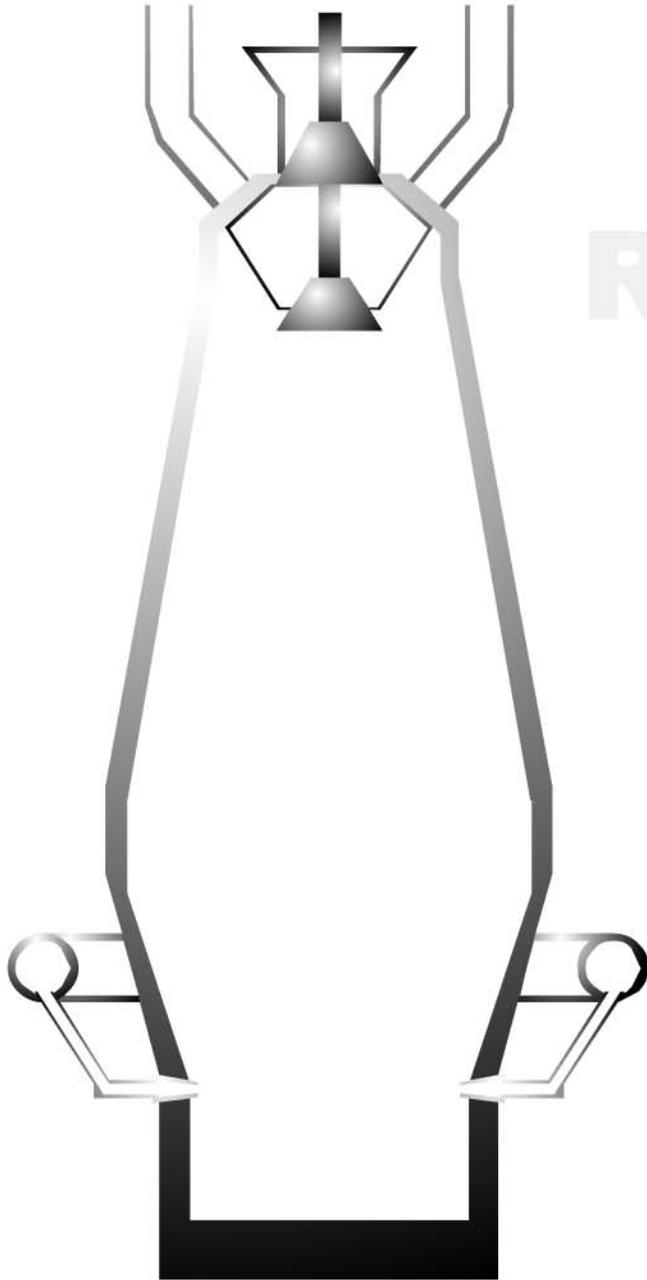


Andere kochen mit Wasser,

wir kochen Stahl!

Vom Erz zum Stahl





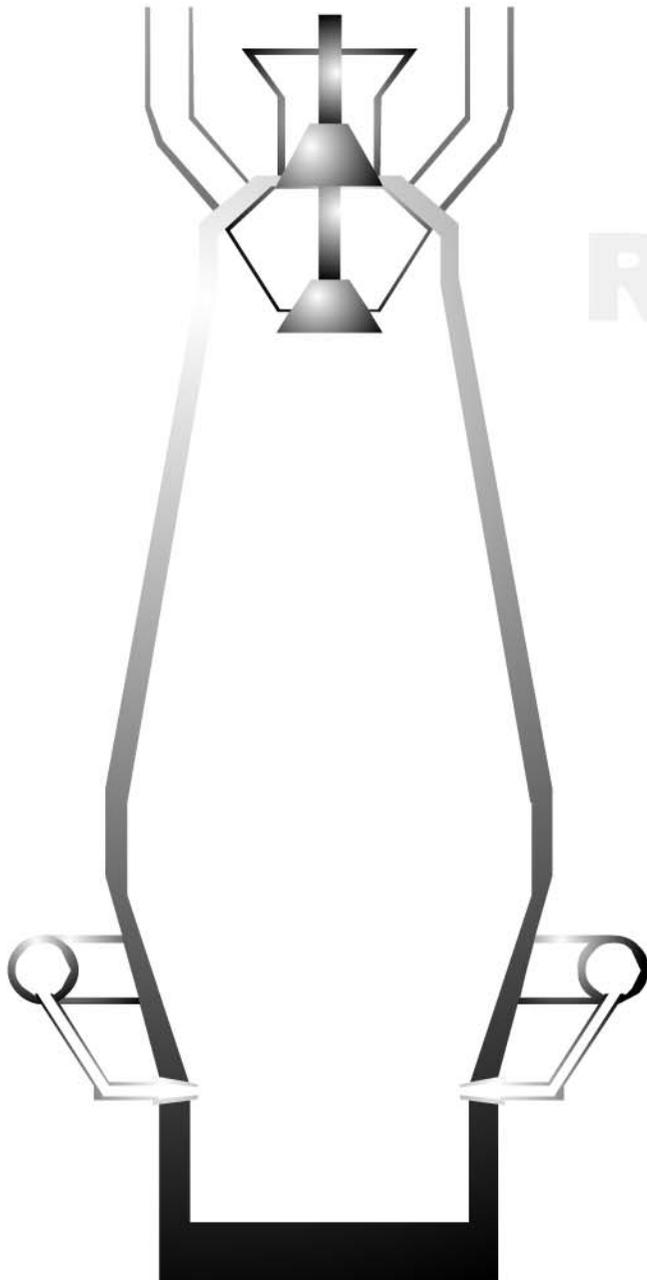
Aufgaben und Ziele

Roheisenerzeugung

Erzeugung schmelzflüssigen Roheisens zur Weiterverarbeitung im Stahlwerk.

Einstellung der Zielgehalte von Phosphor, Silizium, Mangan, Schwefel und Kohlenstoff.

Erzeugung einer Schlacke für die Herstellung von Zement.

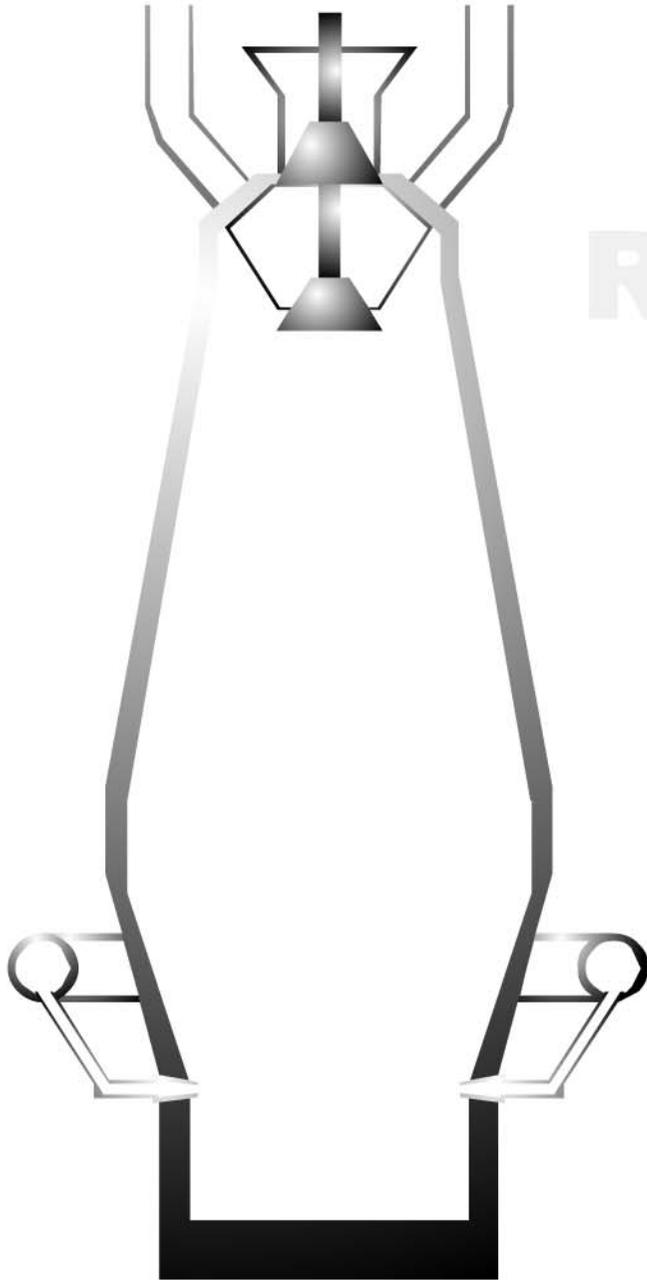


Was ist ein Hochofen?

Roheisenerzeugung

Ein Hochofen ist eine Anlage in Schachtofenbauweise, in der Eisen durch Reduktion von Eisenoxid gewonnen wird.

Eisen kommt in der Natur nur in Form chemischer Verbindungen, vorwiegend mit Sauerstoff (Eisenoxid) vor. In den Hochöfen wird mit Hilfe von Kohlenstoff und Heißwind (Windtemperatur ca. 1300 Grad Celsius) das in Sinter, Pellets und Stückerz enthaltene Eisen aus seiner Bindung mit Sauerstoff gelöst.



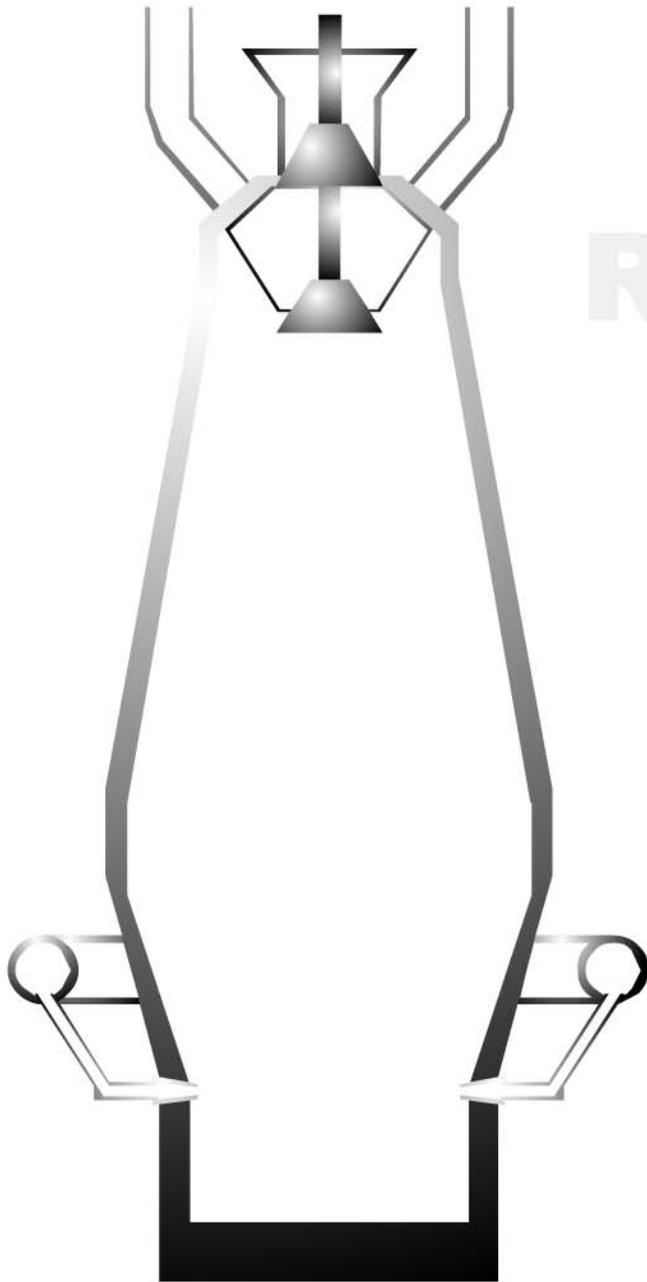
Prozeßsteuerung

Roheisenerzeugung

Der Hochofen wird schichtweise mit zwei wesentlichen Rohstoffen von oben beschickt: Möller und Hochofenkoks.

Als Möller wird dabei ein Gemenge aus Eisneträgern mit Zuschlagstoffen (zur Verflüssigung des Gemisches, sowie zur Schlackenbildung) bezeichnet.

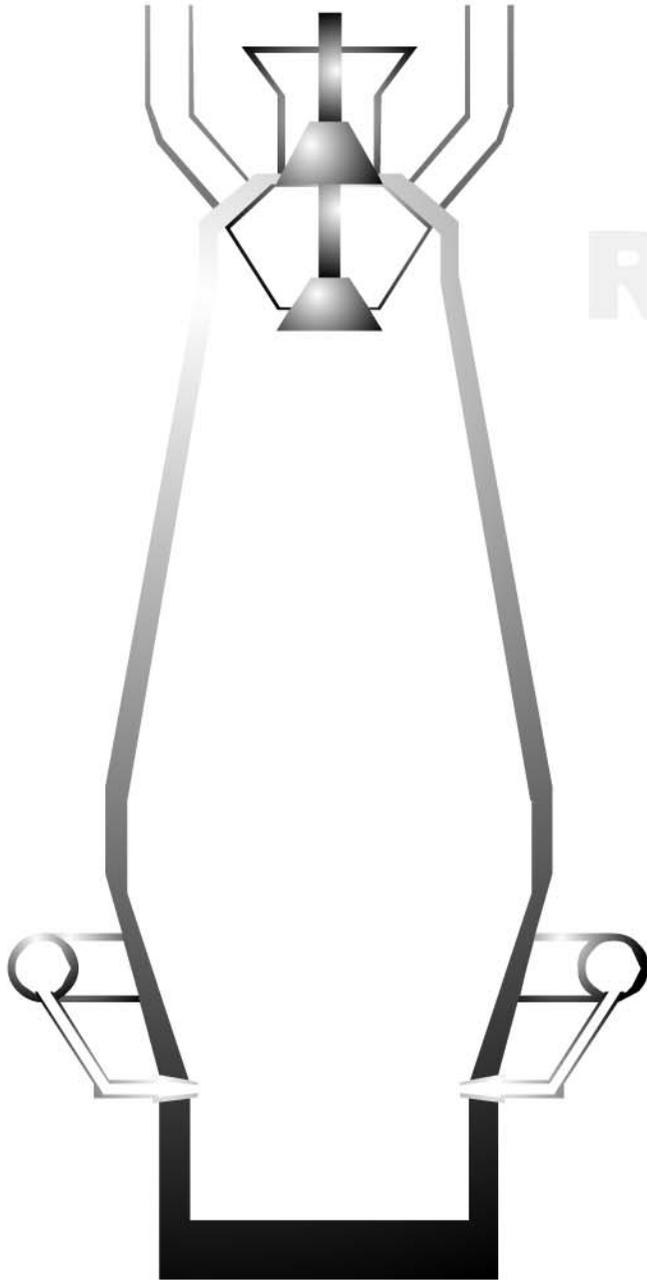
Dazu wird im Gegenstrom heißes Gas von unten nach oben durch den Hochofen geblasen.



Wir bei HKM

Roheisenerzeugung

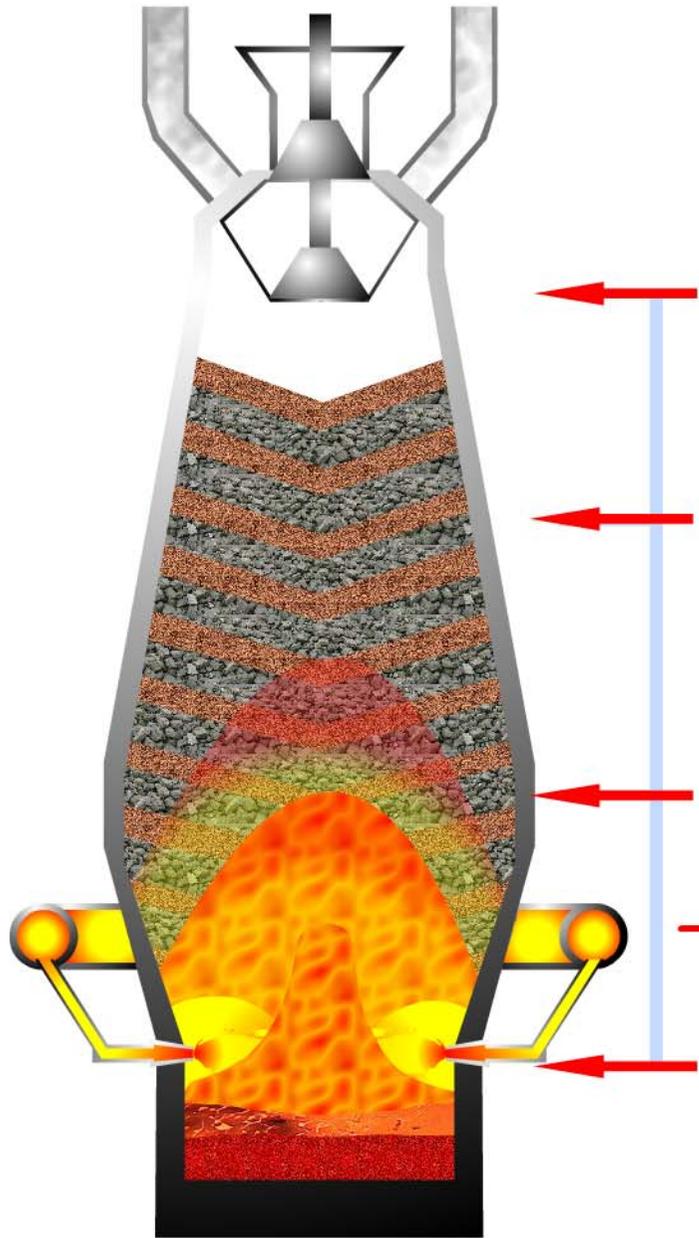
Unsere Kapazität beträgt für die beiden Öfen jeweils 2,5 und 2,7 Mio. Jahrestonnen. Die tägliche Erzeugung ergibt pro Ofen mehr als 7000 t Roheisen und 1.600 t Schlacke. Die im Abgas enthaltene Energie wird im benachbarten RWE-Kraftwerk (2 x 200 MW) verstromt.



Prozessdarstellung

Roheisenerzeugung

In verkürzter Form werden hier die Verfahrensschritte der Roheisenerzeugung dargestellt.



Zonen Hochofen

Die metallurgischen Vorgänge im Hochofen vollziehen sich in mehreren Zonen.

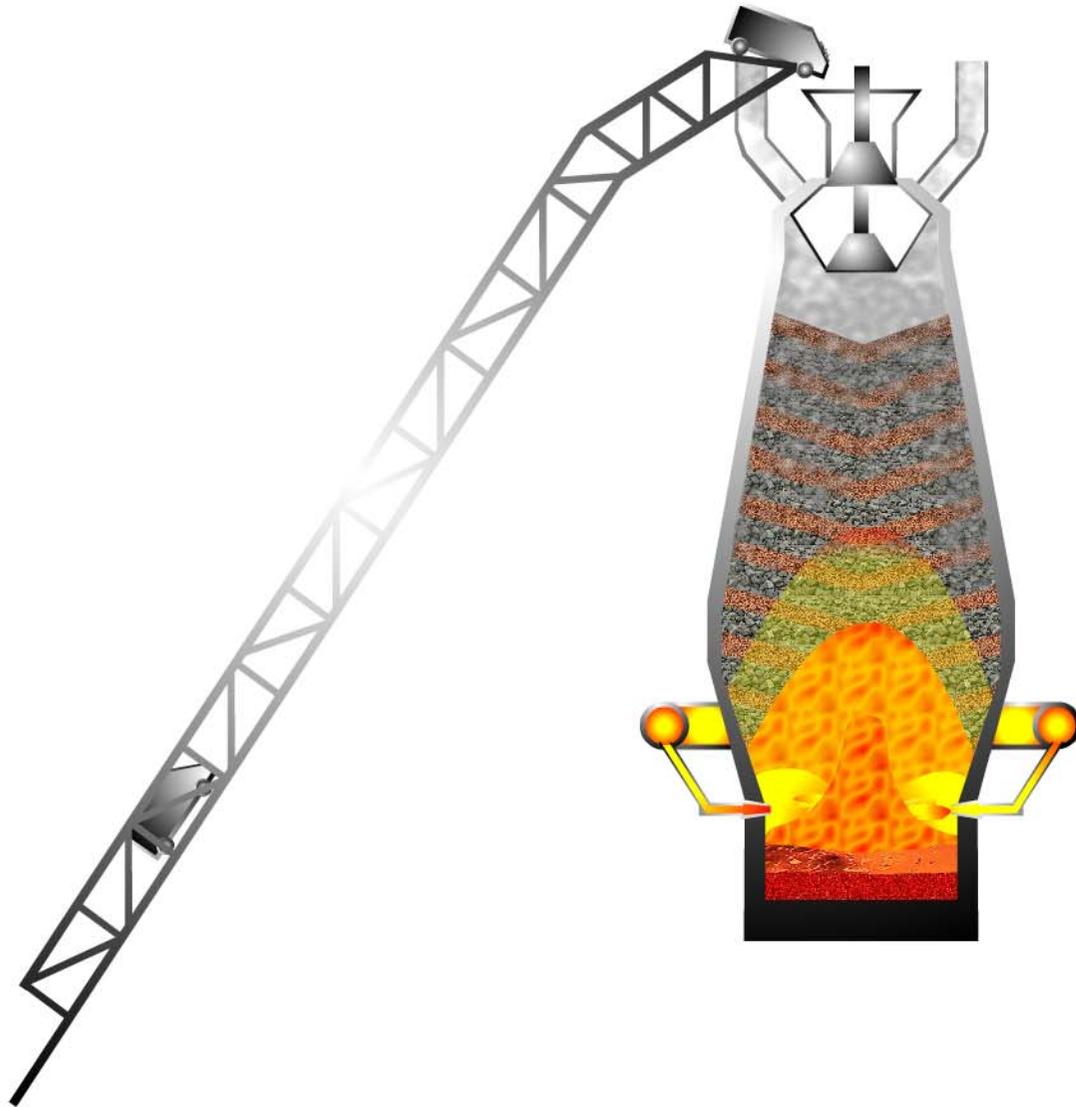
Man unterscheidet im Hochofen von oben nach unten:

Vorwärmzone

In dieser Zone verdampfen bei ca. 400° C flüchtige Bestandteile aus dem Füllgut. Das ist keine chemische Reaktion, sondern nur ein physikalischer Vorgang.

Zone der indirekten Reduktion

Zone der direkten Reduktion

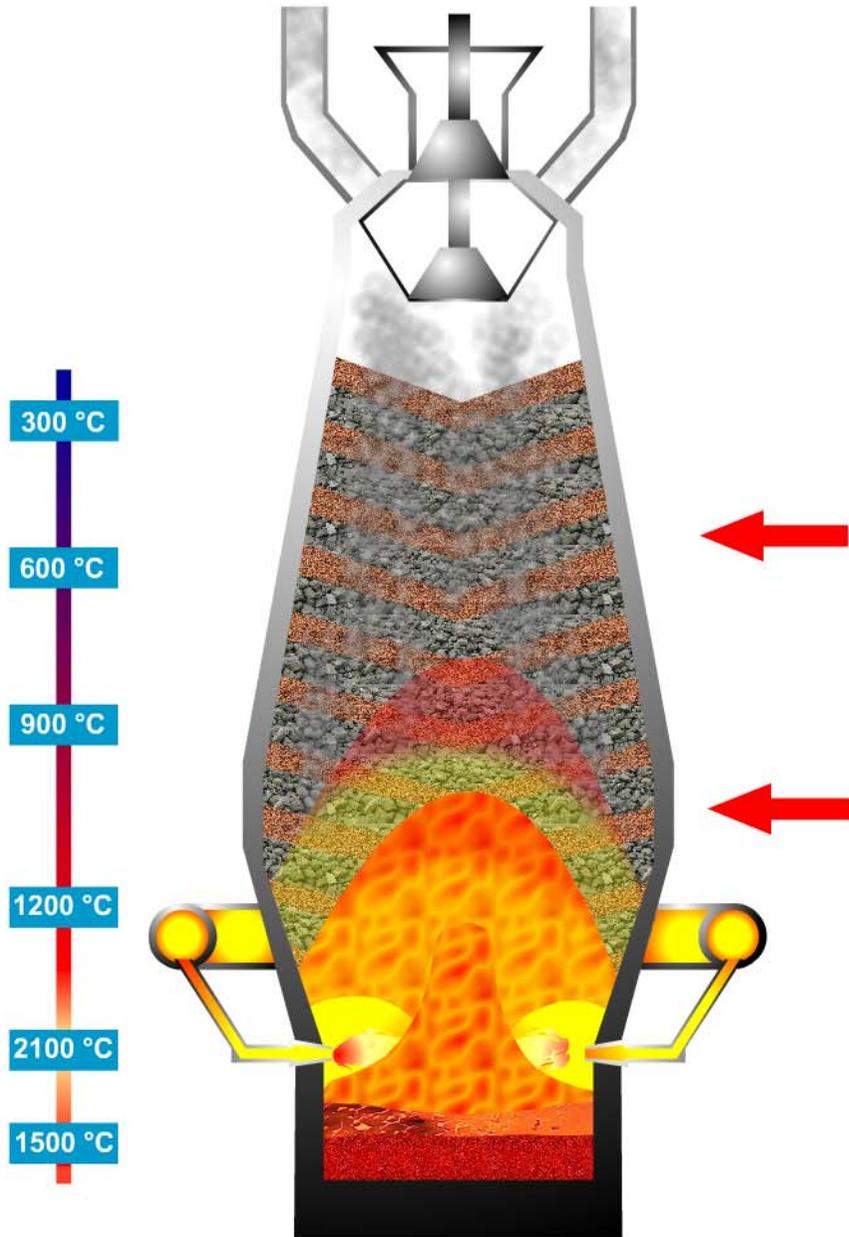


Hochofen beschicken

Der Hochofen wird mittels zwei Glocken, von oben abwechselnd mit Koks und Möller, einem Gemisch aus Erz und Zuschlägen von Felsspat oder Kalk gefüllt. Diesen Vorgang nennt man auch "beschicken".

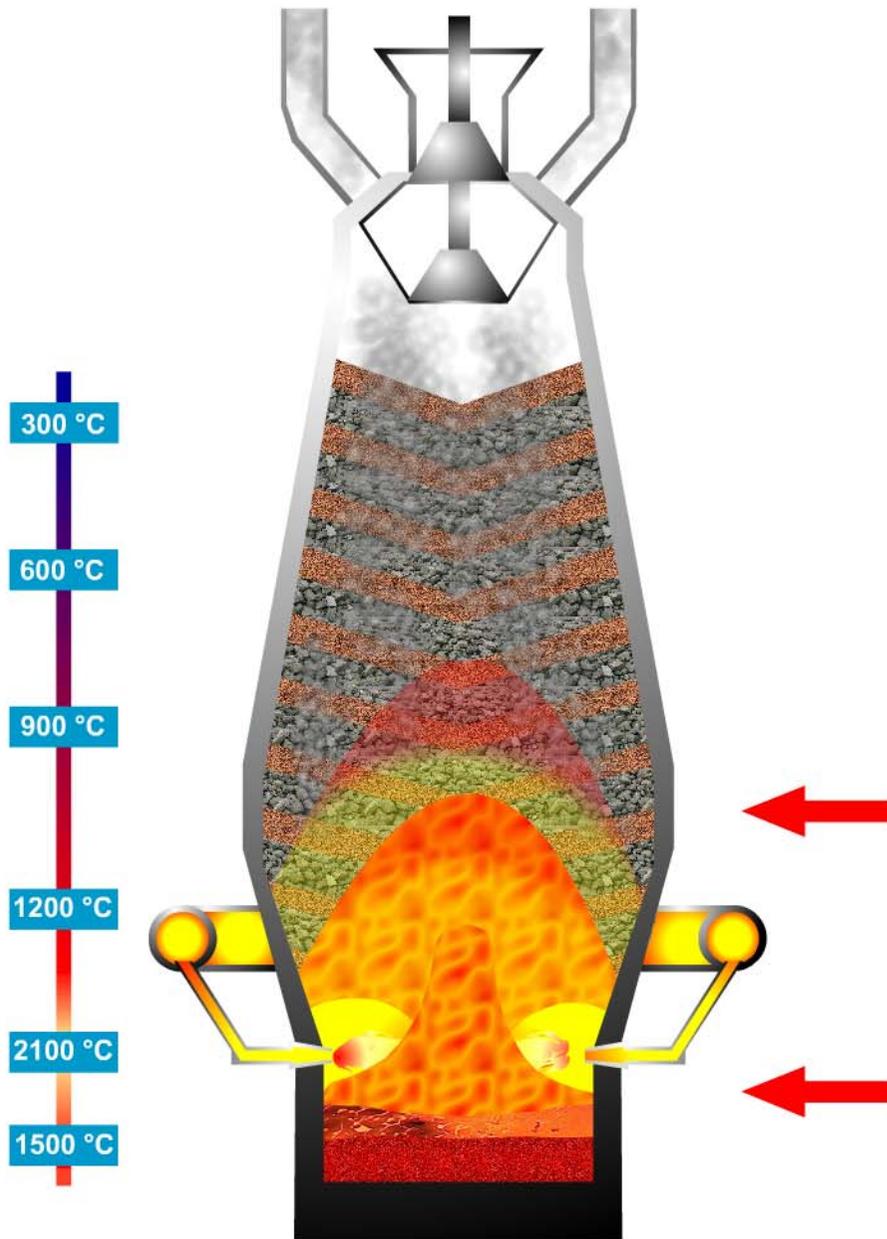
Indirekte Reduktion

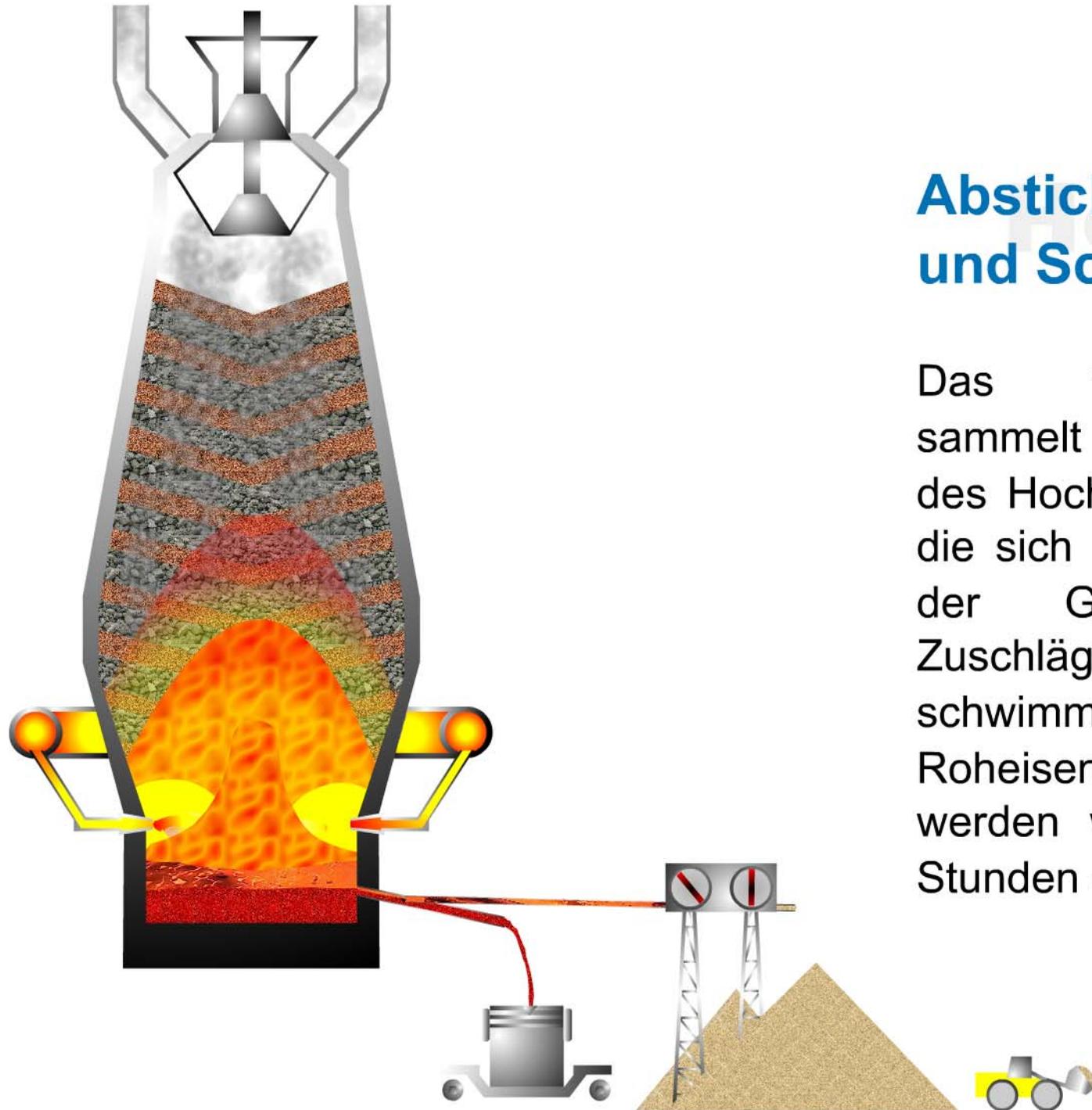
Im Bereich der sog. indirekten Reduktion gibt das Eisenerz die Sauerstoffatome an das von unten aufströmende CO ab, das dadurch zu CO₂ oxidiert wird. Das dabei gebildete Eisen bewegt sich mit dem Möller nach unten, bis es durch die höheren Temperaturen schmilzt.



Direkte Reduktion

Hier findet auf Grund der hohen Temperaturen von 1200 -1800 °C die sog. Direktreduktion statt: Die Eisenoxide geben die Sauerstoffatome direkt an den Kohlenstoff ab und werden so zu metallischem Eisen reduziert. Dieses ist bei der hohen Temperatur flüssig und sammelt sich aufgrund der hohen Dichte unten an.





Abstich von Roheisen und Schlacke

Das flüssige Roheisen sammelt sich auf dem Boden des Hochofens. Die Schlacke, die sich durch die Umsetzung der Gangart mit den Zuschlägen gebildet hat, schwimmt auf dem Roheisen. Roheisen und Schlacke werden alle 2 bis 4 Stunden abgestochen.

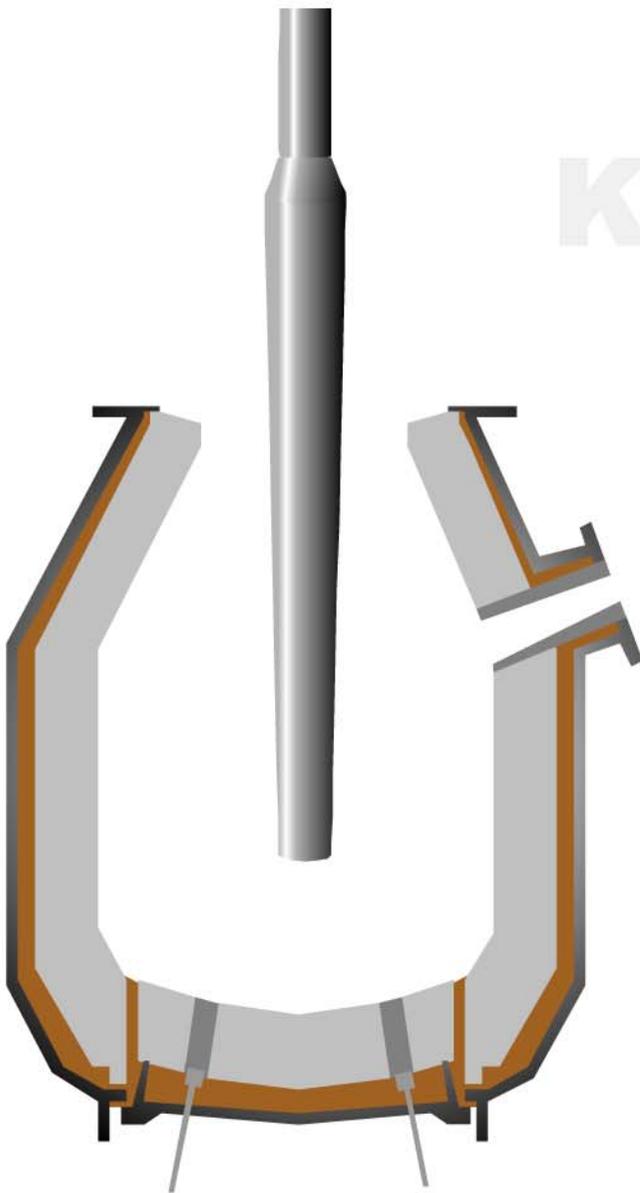
Aufgaben und Ziele

Konvertermetallurgie

Zeitgenaue Bereitstellung der im Dispositionsmodell für die Sekundärmetallurgie berechneten Menge Rohstahl.

Einstellung der, für die Sekundärmetallurgie und den Gießvorgang notwendigen, Überhitzungstemperatur.

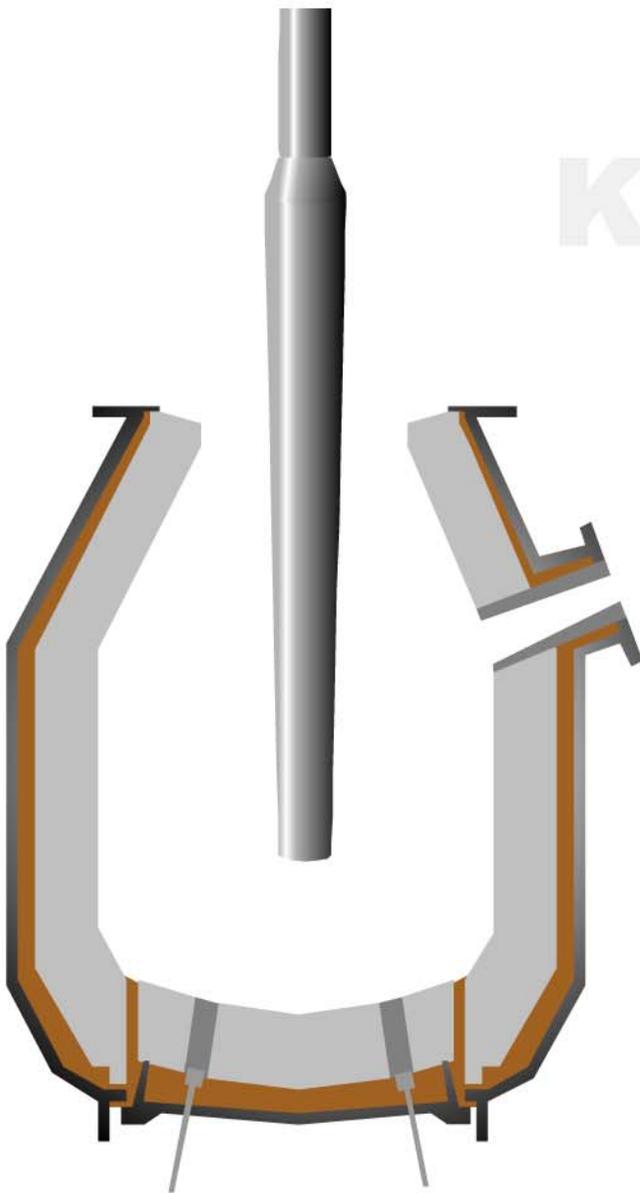
Einstellung der Zielgehalte von Phosphor, Silizium, Mangan und Kohlenstoff.



Was ist ein Konverter?

Konvertermetallurgie

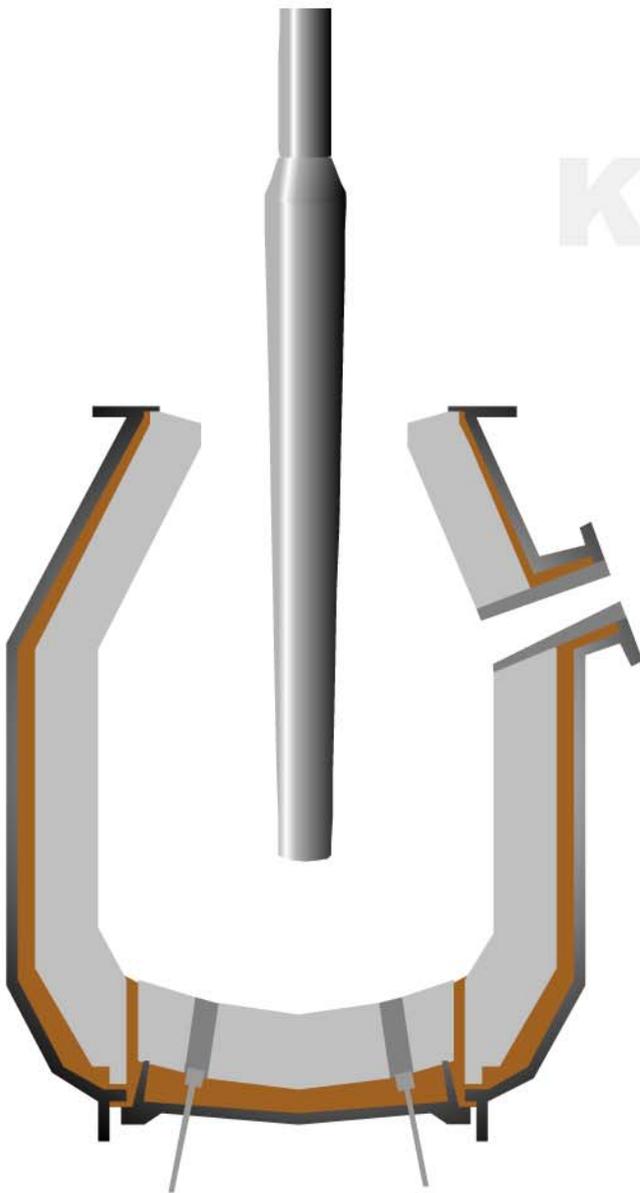
In mit Feuerfestmaterial ausgekleideten Stahlgefäßen, den Konvertern, werden flüssiges Roheisen und Schrott, unter Zusatz von Kalk als Schlackenbildner, durch Einblasen von Sauerstoff gefrischt. Dabei werden die Begleitelemente des Roheisens wie Kohlenstoff, Silizium, Mangan und Phosphor abgebaut.



Wir bei HKM

Konvertermetallurgie

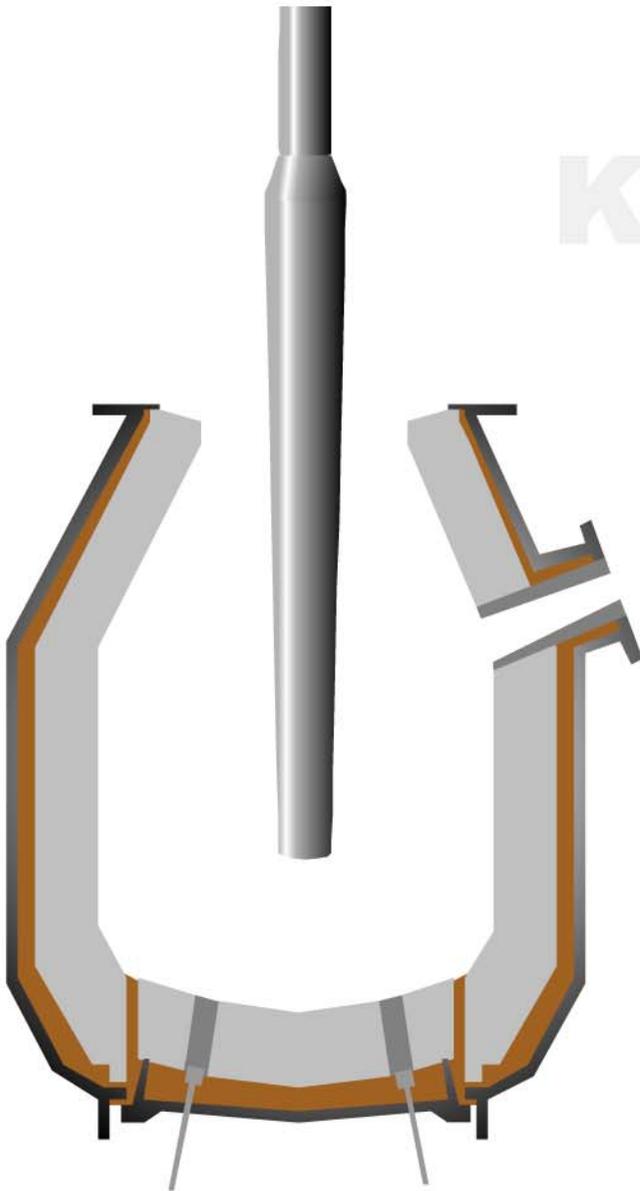
Eine Wechselkonverteranlage moderner Bauart ermöglicht den Konverterwechsel innerhalb kurzer Zeit und stellt damit eine hohe Verfügbarkeit des Konverterbetriebs sicher. Ein zusätzliches Gefäß steht fertig zugestellt zur Verfügung und kann innerhalb von 10h gegen einen verbrauchten Konverter ausgetauscht werden. Die Konverterhaltbarkeit einer Zustellung beträgt ca. 1450 Schmelzen.

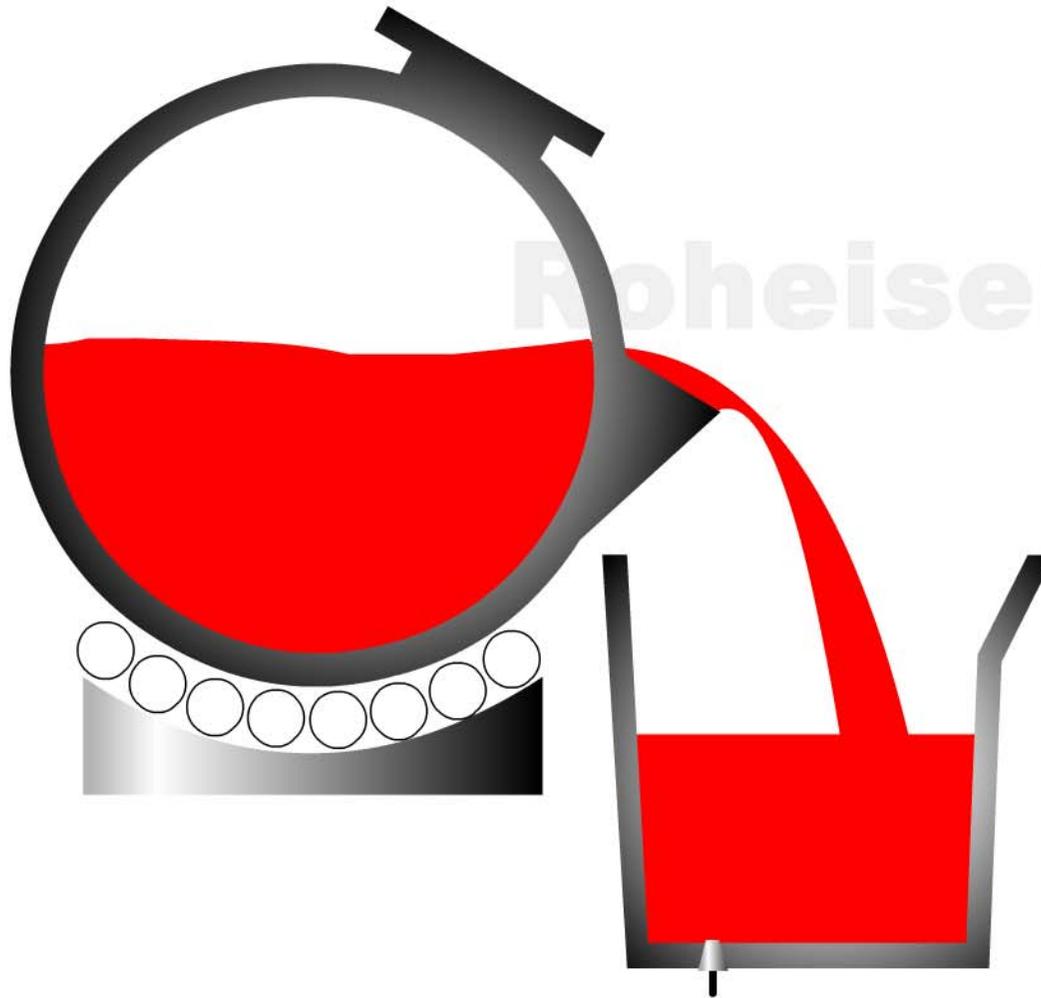


Prozessdarstellung

Konvertermetallurgie

In verkürzter Form werden hier die Verfahrensschritte des Konverterprozesses dargestellt.

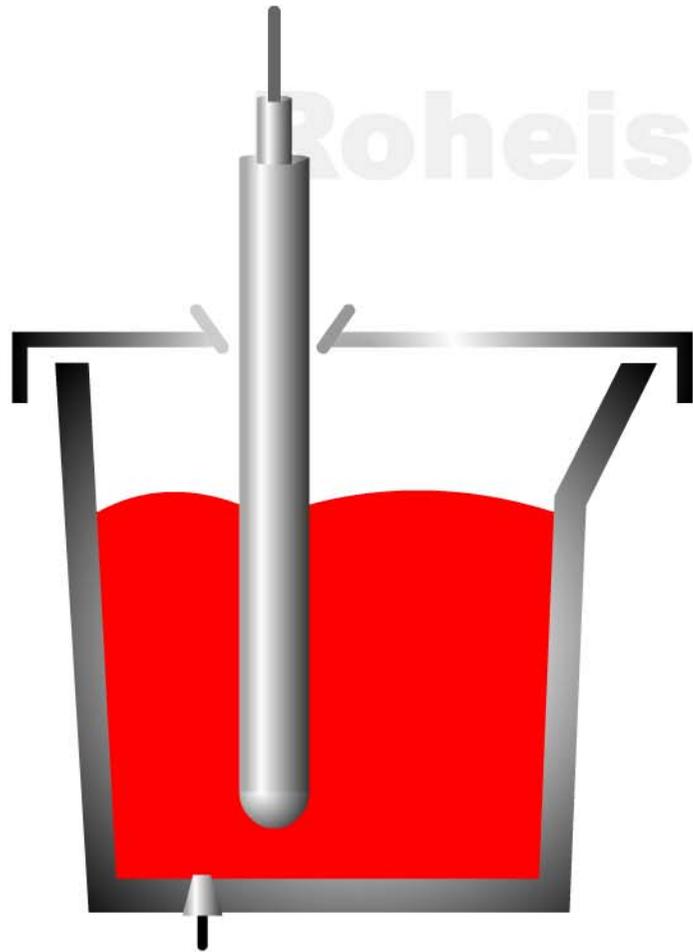




Roheisenmischer

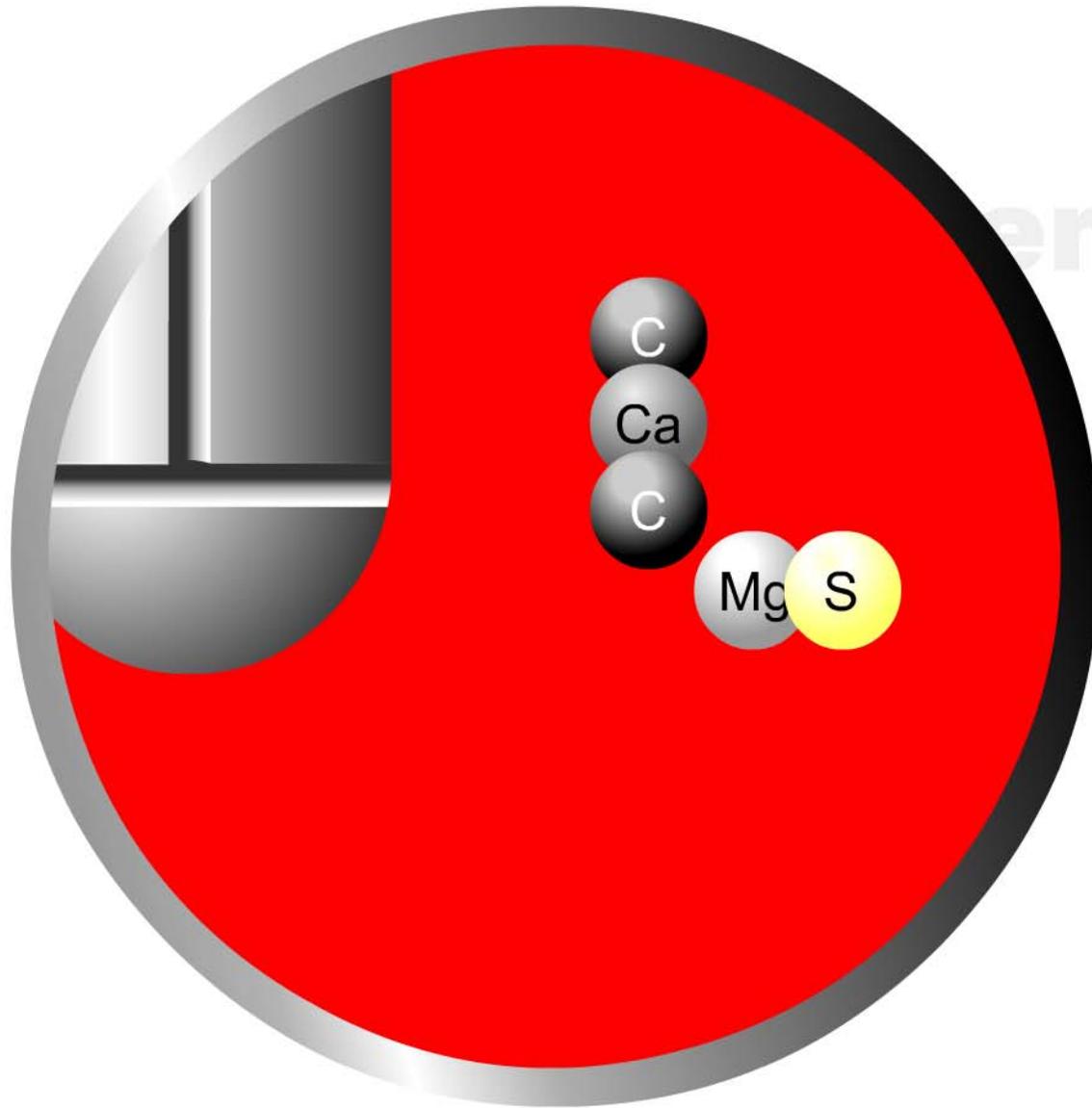
Am Mischer werden die Pfannen mit Roheisen befüllt. Dieses hat eine Temperatur von etwa 1360°C.

Die chemische Analyse des Roheisens ergibt ca.
0,4 % Si, 0,05 % S, 0,06 % P
und 4,5 % C.



Entschwefelung

Schwefel bildet mit Eisen Sulfide, die zu deutlich eingeschränkter Warmumformbarkeit des Stahls führen. Daher ist für die meisten Güten ein niedriger Schwefelgehalt anzustreben.



Spülvorgang

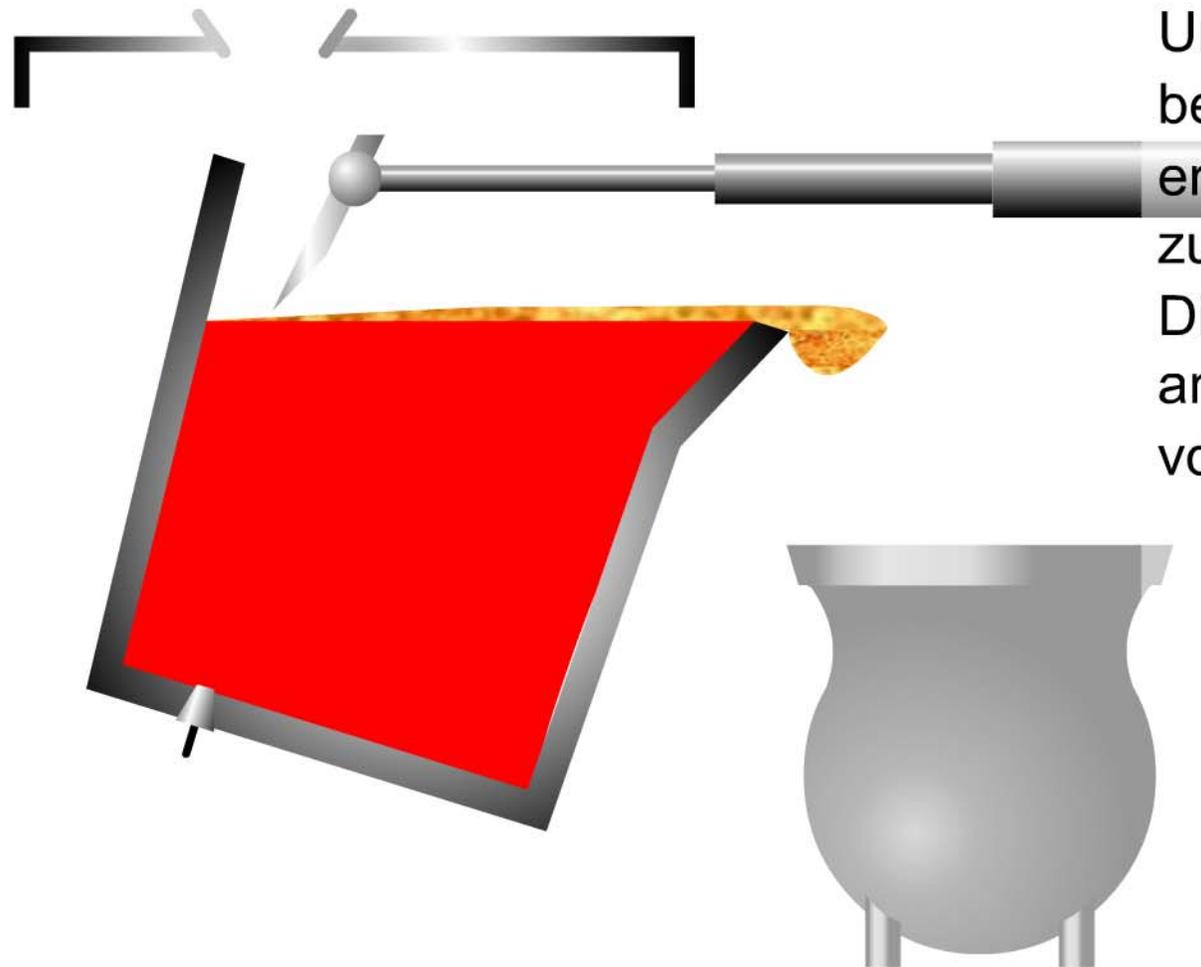
Zur Entschwefelung werden aufgemahlenes Magnesium, Calciumkarbid und Kalk eingesetzt.

Das Gemenge wird in das Roheisen eingeblasen und reagiert mit dem gelösten Schwefel.

Die entstehende Schlacke schwimmt auf der Schmelze auf.

Roheisenentschwefelung

Abschlacken

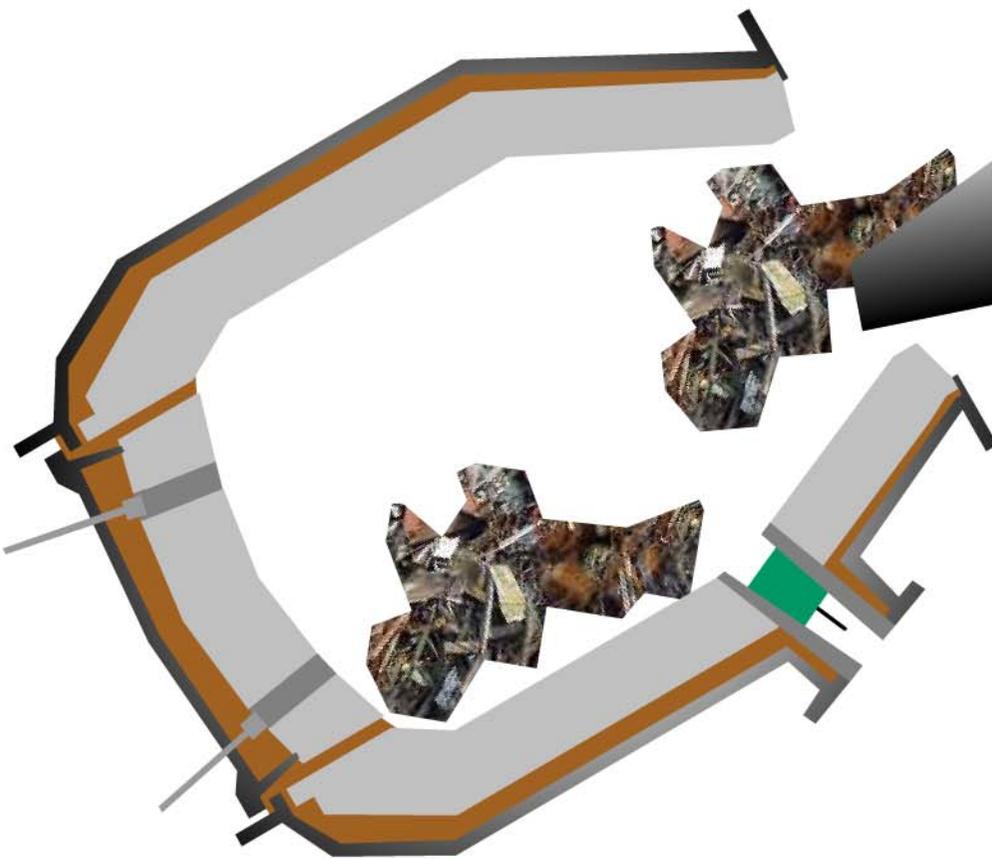


Um geringe Abschlackverluste bei der Entschwefelung zu erreichen, wird dem Prozess zusätzlich Soda zugeführt. Die entstehende Schlacke wird am Ende des Prozesses vollständig entfernt.

Schrott Chargieren

Zu Beginn des Prozesses wird das Konvertergefäß mit Schrott chargiert.

Pro Schmelze werden 2-3 Mulden benötigt. Das sind ca. 70 t Schrott.

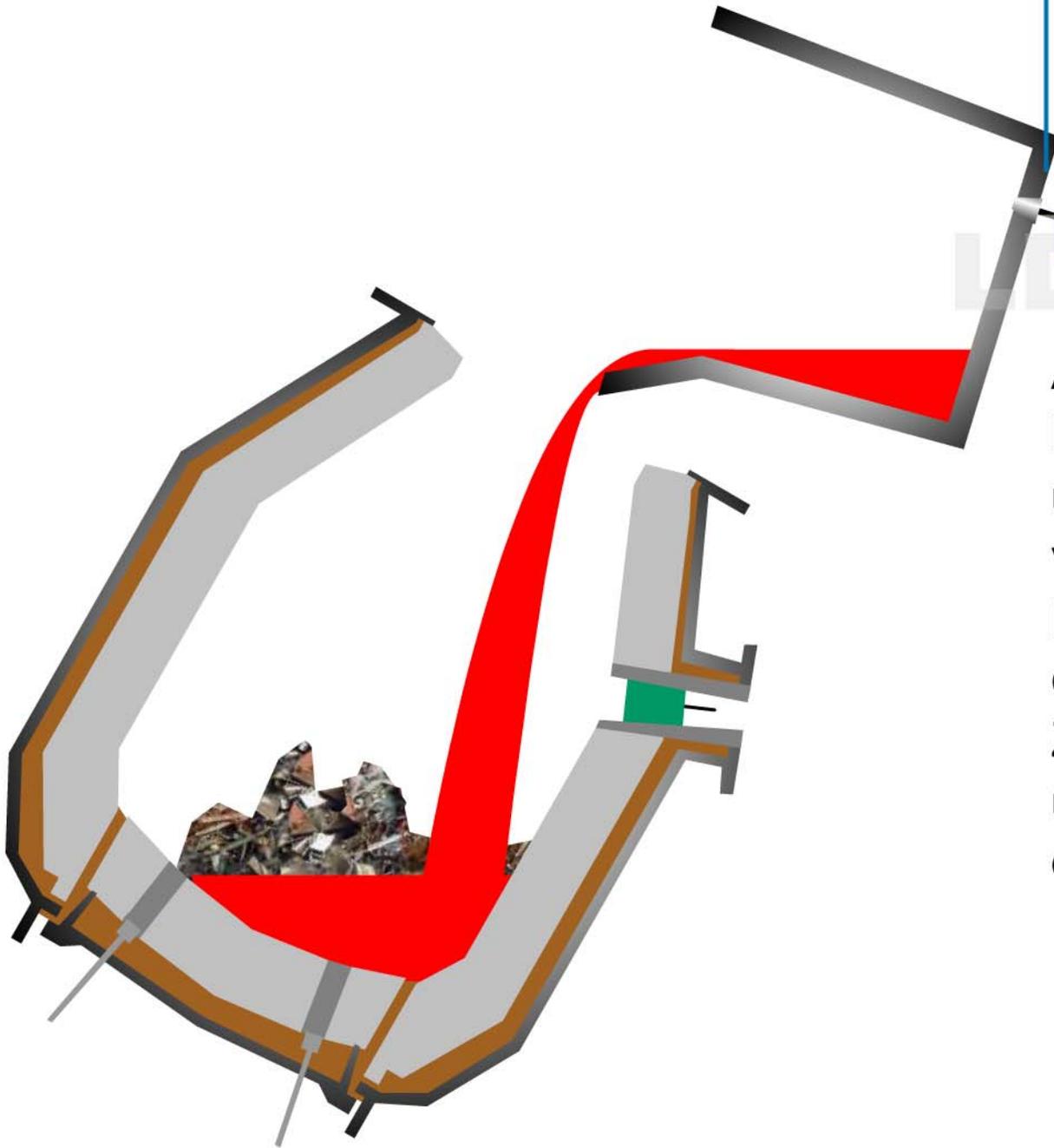


Roheisen Chargieren

Anschliessend wird das Konvertergefäß geschwenkt, um den Schrott besser zu verteilen.

Pro Schmelze werden dann ca. 220 t Roheisen eingefüllt.

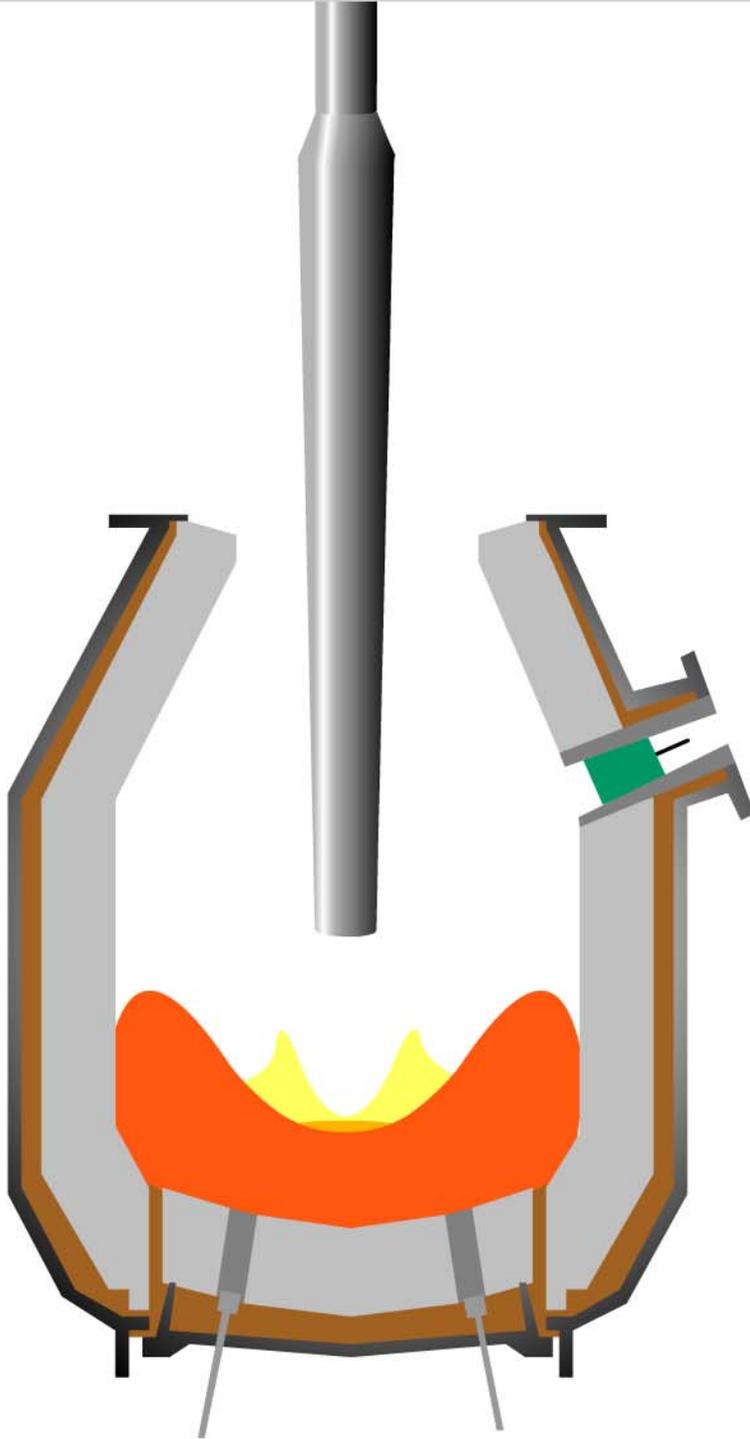
Zu diesem Zeitpunkt sind ungefähr 10 t Kohlenstoff in der Schmelze gelöst.



Frischen

Durch Aufblasen reinen Sauerstoffs werden die in der Schmelze enthaltenen Begleitelemente verbrannt.

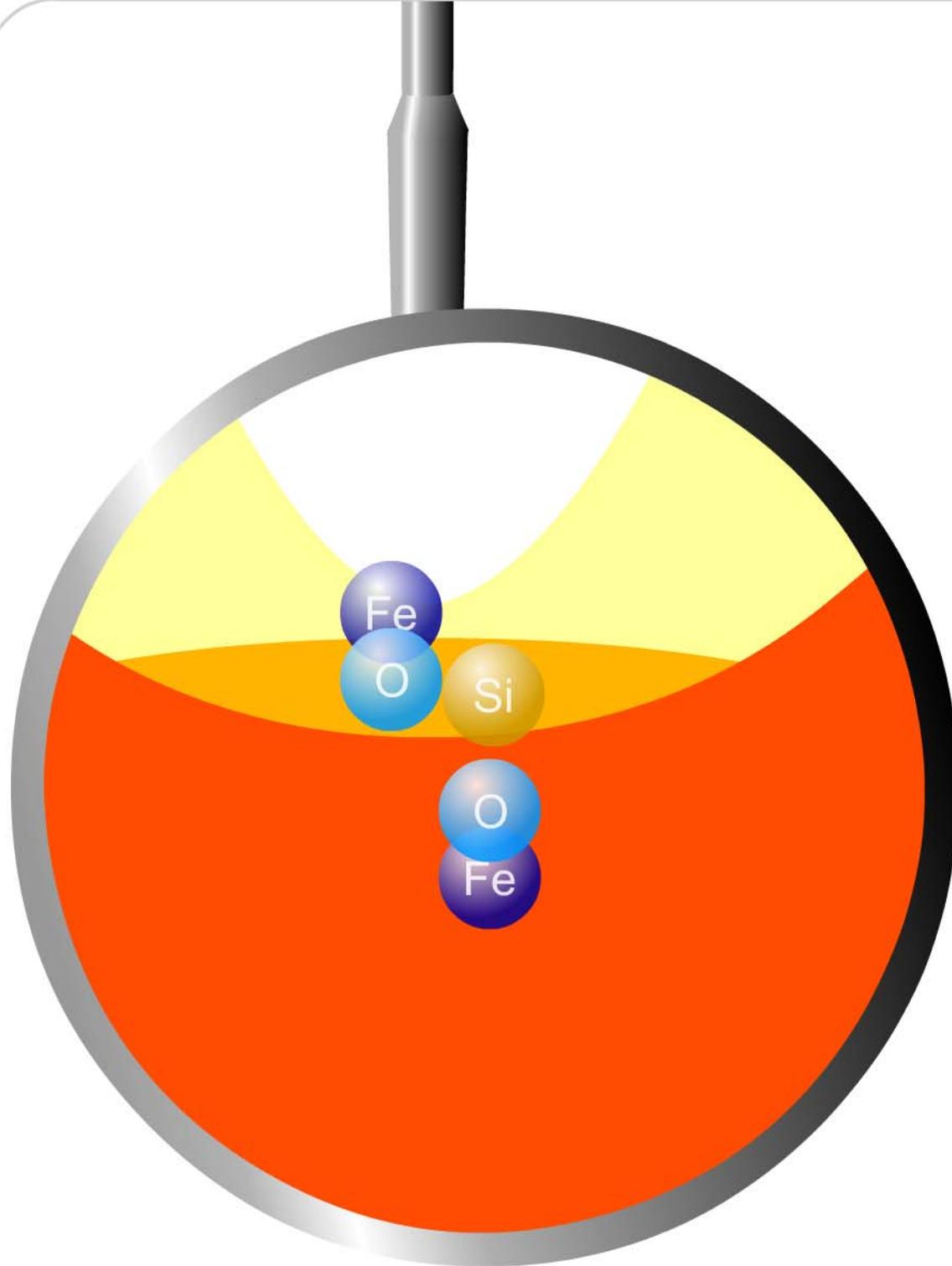
Diese Reaktionen sind stark exotherm. Der chargierte Schrott dient als Kühlmittel.



Si - Abbrand

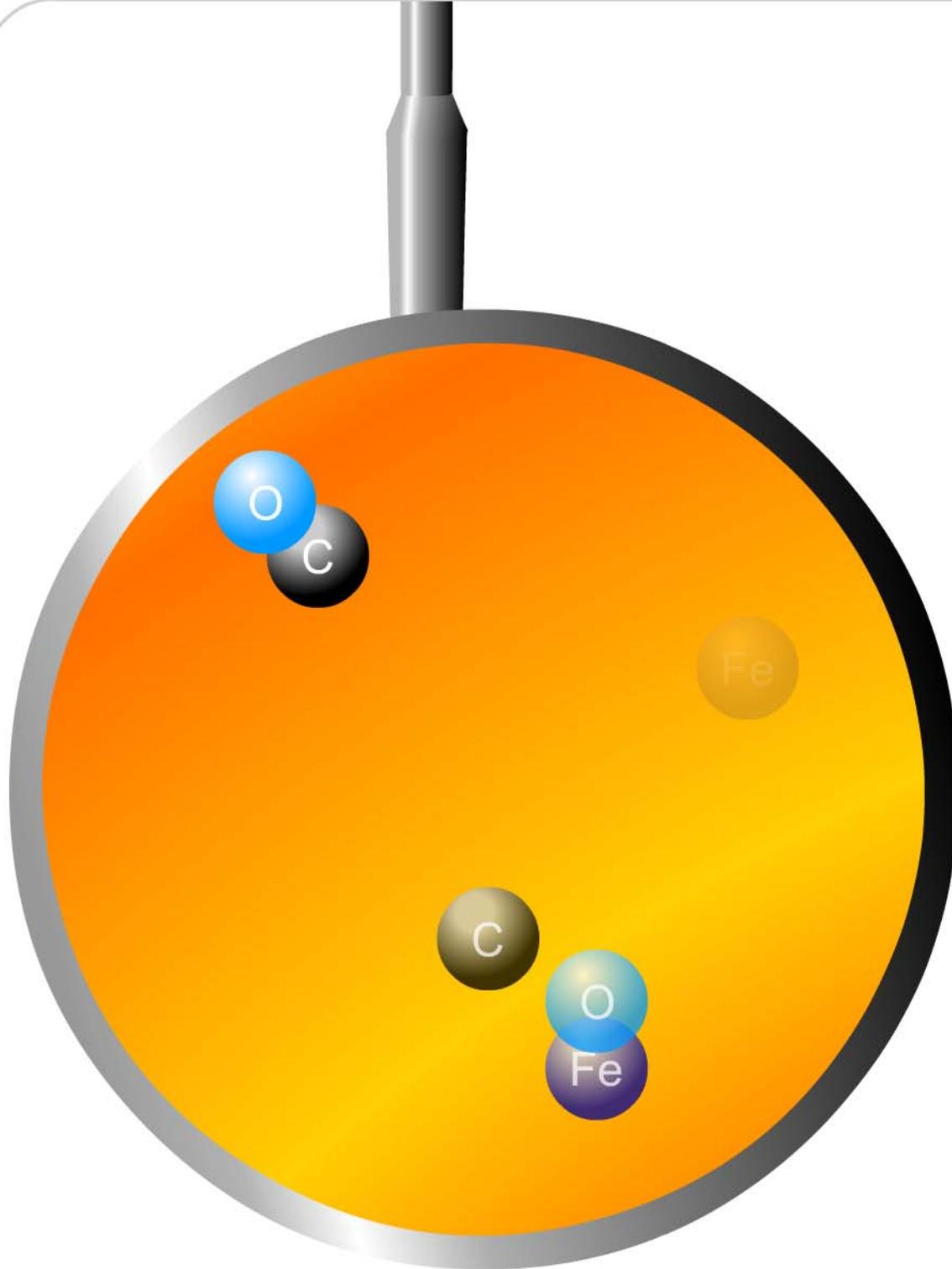
LD-Konverter

Die anfänglichen Reaktionen finden im Brennfleck statt. Dort verschlackt das Roheisen mit dem eingeblasenen Sauerstoff im ersten Schritt zu FeO . Dieses reagiert dann mit dem im Roheisen gelösten Silizium zu Siliziumoxid und Eisen.



Hauptentkohlung

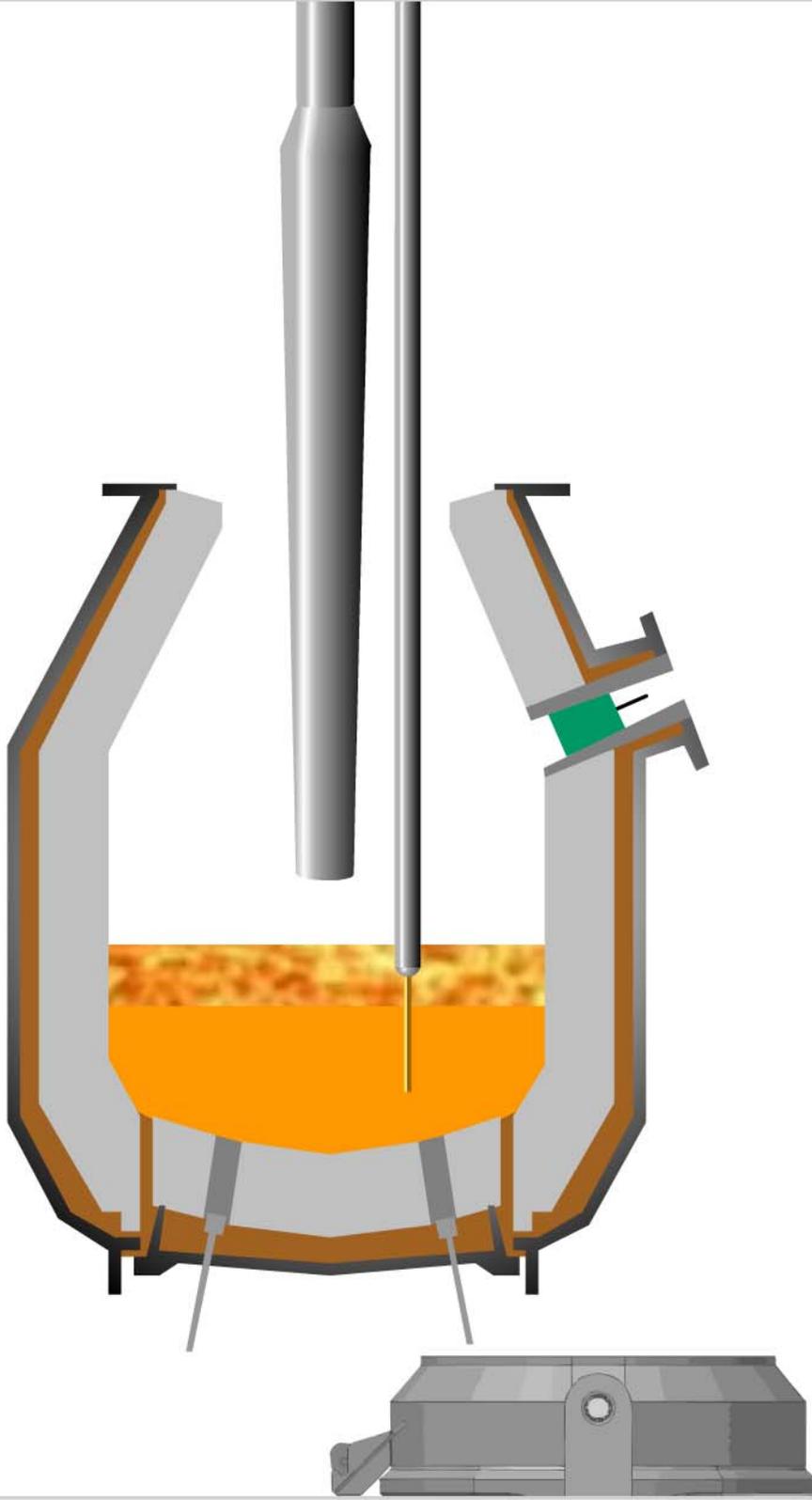
Die hohe Geschwindigkeit des Sauerstoffstrahls schlägt kleine Eisentropfen aus dem Brennfleck. Diese Tropfen bieten eine hohe spezifische Oberfläche und Entkohlen in der schaumigen Schlacke. Diese wird durch feine CO-Gasblasen und SiO₂ mit CaO gebildet.



Entphosphorung

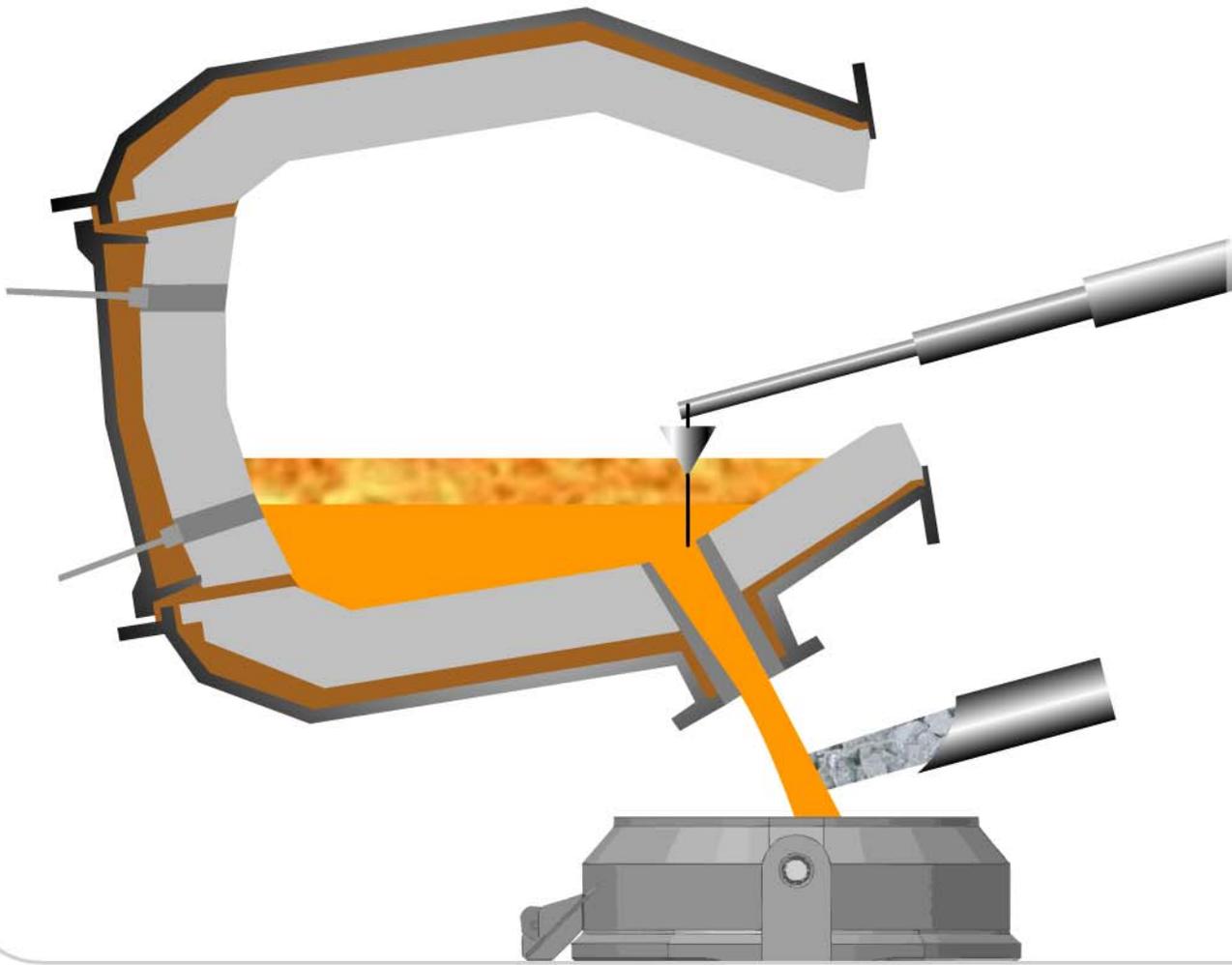
Zum Blasende wird das Signal für die Sublanze zur Temperatur und Analysebestimmung ausgelöst.

Mit diesen Werten kann das Endpunktblasmodell die für den Endphosphorgehalt und die Abstichtemperatur benötigte Restblaszeit bestimmen.



Abstich

LD-Konverter



Der Konverter dreht in Abstichposition und füllt den flüssigen Rohstahl in die Stahlgießpfanne. In den Strahl des Abstichs wird die Hauptmenge der Legierungselemente dosiert.

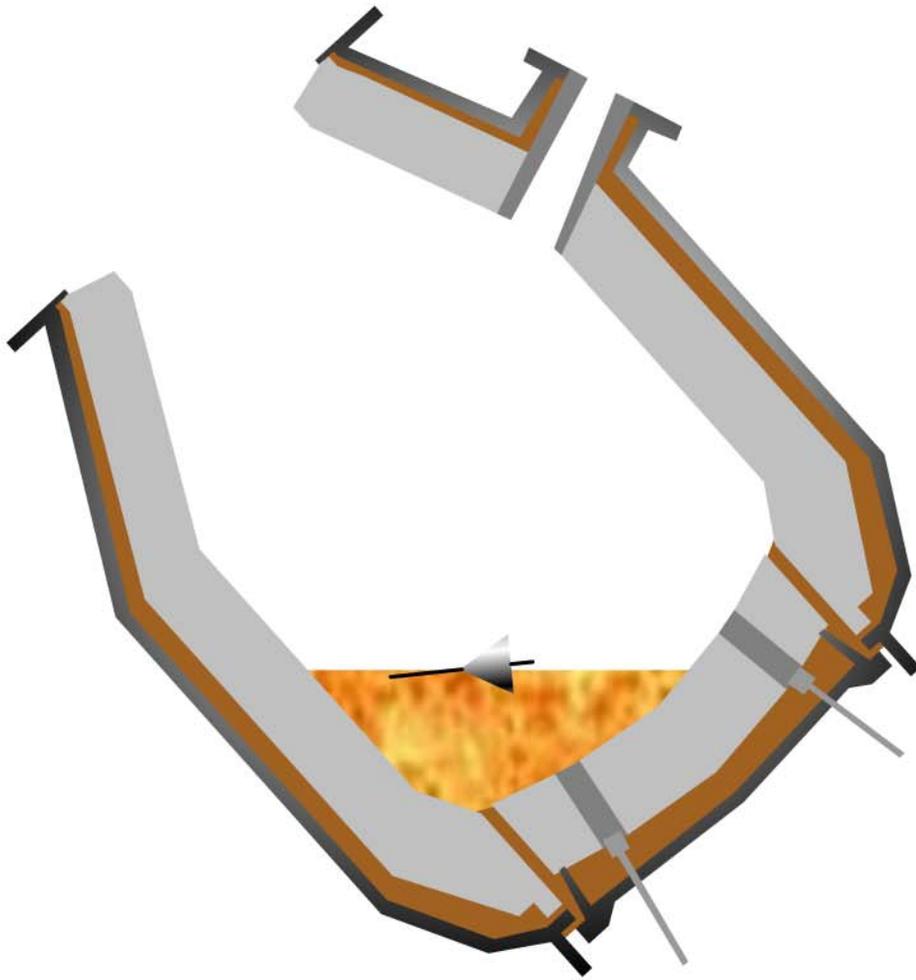
Damit die Schlacke nicht in die Folgeprozesse gelangt, wird ein Schwimmstopfen als Rückhaltesystem eingesetzt.

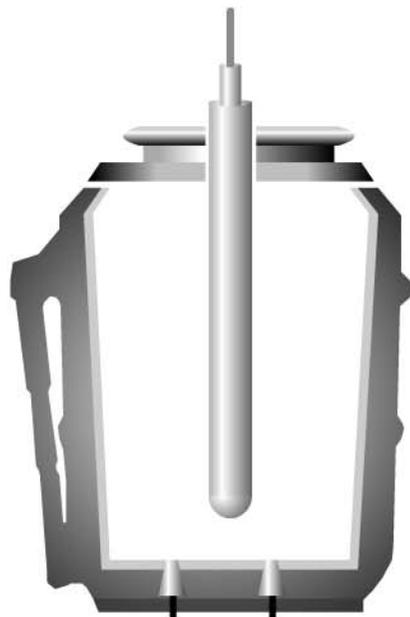
Schlackeabstich

LD-Konverter

Die Schlacke wird durch Drehen des Konverters zur entgegengesetzten Seite in die Schlackekübel gekippt.

Dieses gewährleistet, dass der Abstich nicht von Schlacke-
resten verunreinigt wird.

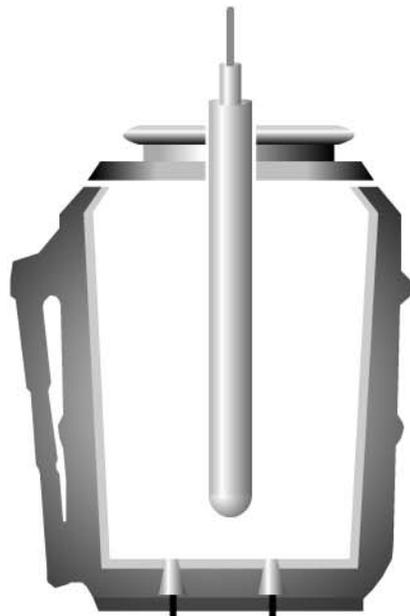




Aufgaben und Ziele

Sekundärmetallurgie

Zeitgenaue Bereitstellung der im Dispositionsmodell für die Gießanlagen berechneten Menge Stahl. Einstellung der, für den Gießvorgang notwendigen, Überhitzungstemperatur. Einstellung der Legierungsmittel und Zielgehalte von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff.

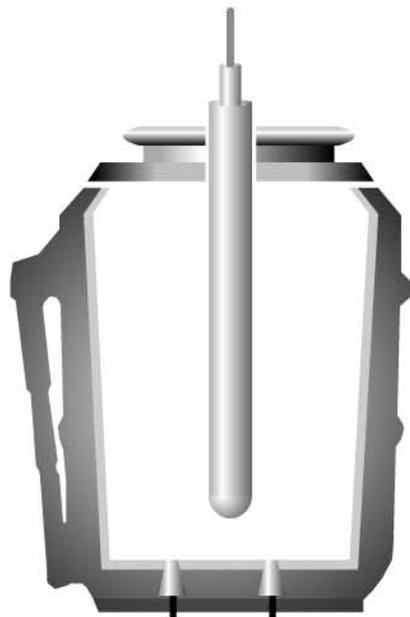


Prozeßsteuerung

Sekundärmetallurgie

Umfassende Kenntnisse der metallurgischen Abläufe, eine dynamische Prozeßsteuerung und eine rechnergesteuerte Legierungsmittelzugabe erlauben die exakte Einstellung der geforderten Stahlanalyse auf ppm-Genauigkeit.

In den Anlagen können Legierungsmittel und Zuschlagstoffe zur Bildung synthetischer Schlacke zugegeben werden.



Wir bei HKM

Sekundärmetallurgie

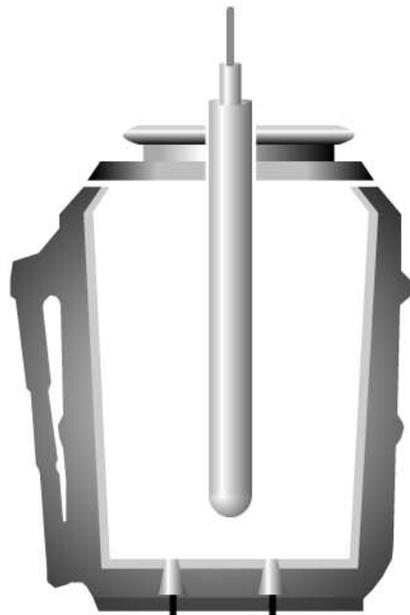
Das Stahlwerk verfügt über vier Vakuumanlagen, in die Pfannen eingesetzt werden. Das Gefäß wird verschlossen und mittels Dampfstrahlern bis zu einem Druck von ca. 1 mbar evakuiert, je nach Qualitätsanforderungen. Dies dient Güten abhängig der Entfernung von im Stahl gelösten Gasen (N,H), sowie der Absenkung des Kohlenstoffgehaltes. Um eine optimale Durchmischung des Bades zu erreichen, wird durch den Boden oder mit einer Blaslanze gespült.



Prozessdarstellung

Sekundärmetallurgie

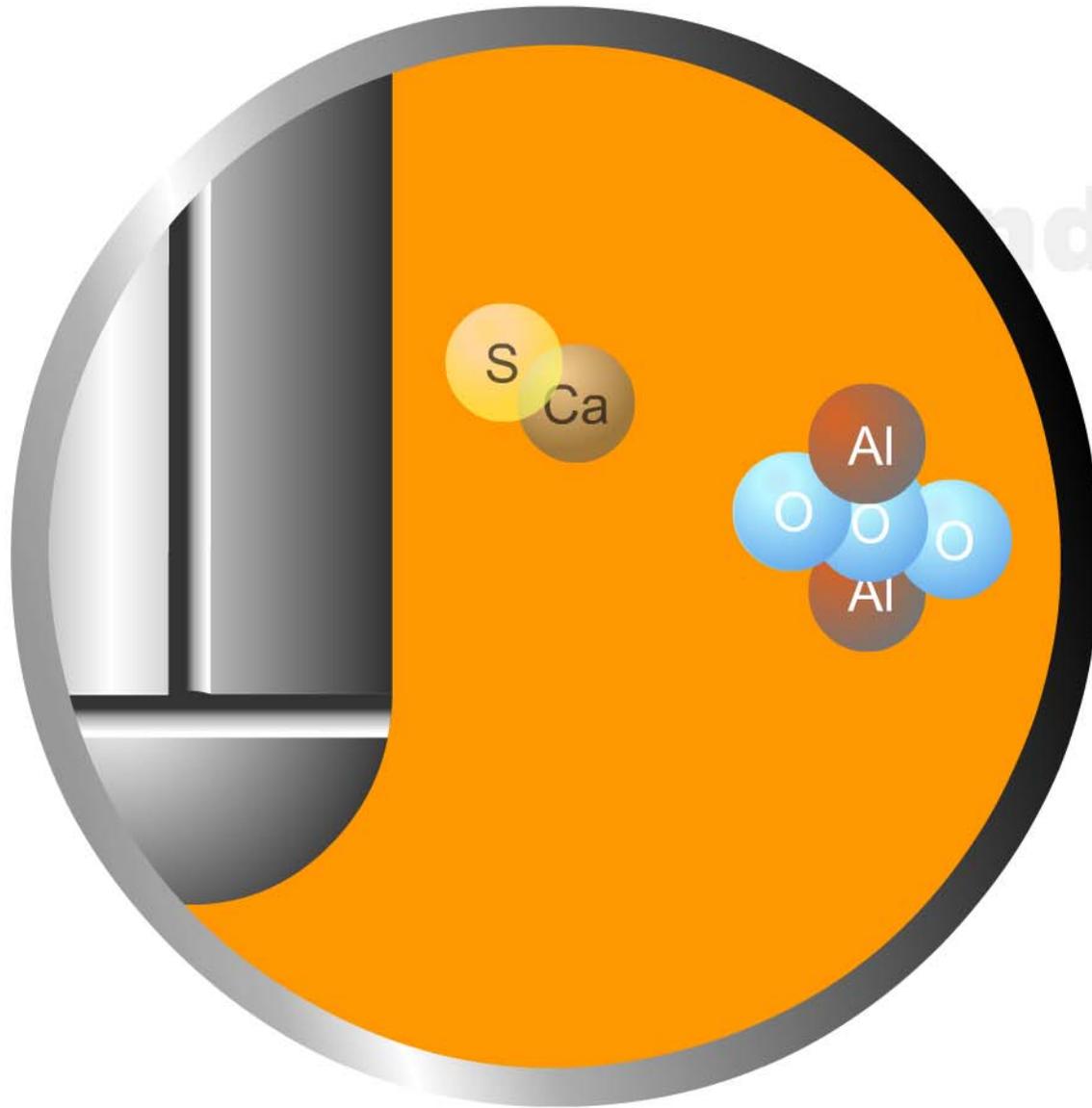
In verkürzter Form werden hier die Verfahrensschritte der Sekundärmetallurgie dargestellt.





Sekundärmetallurgie **Behandlungsstand**

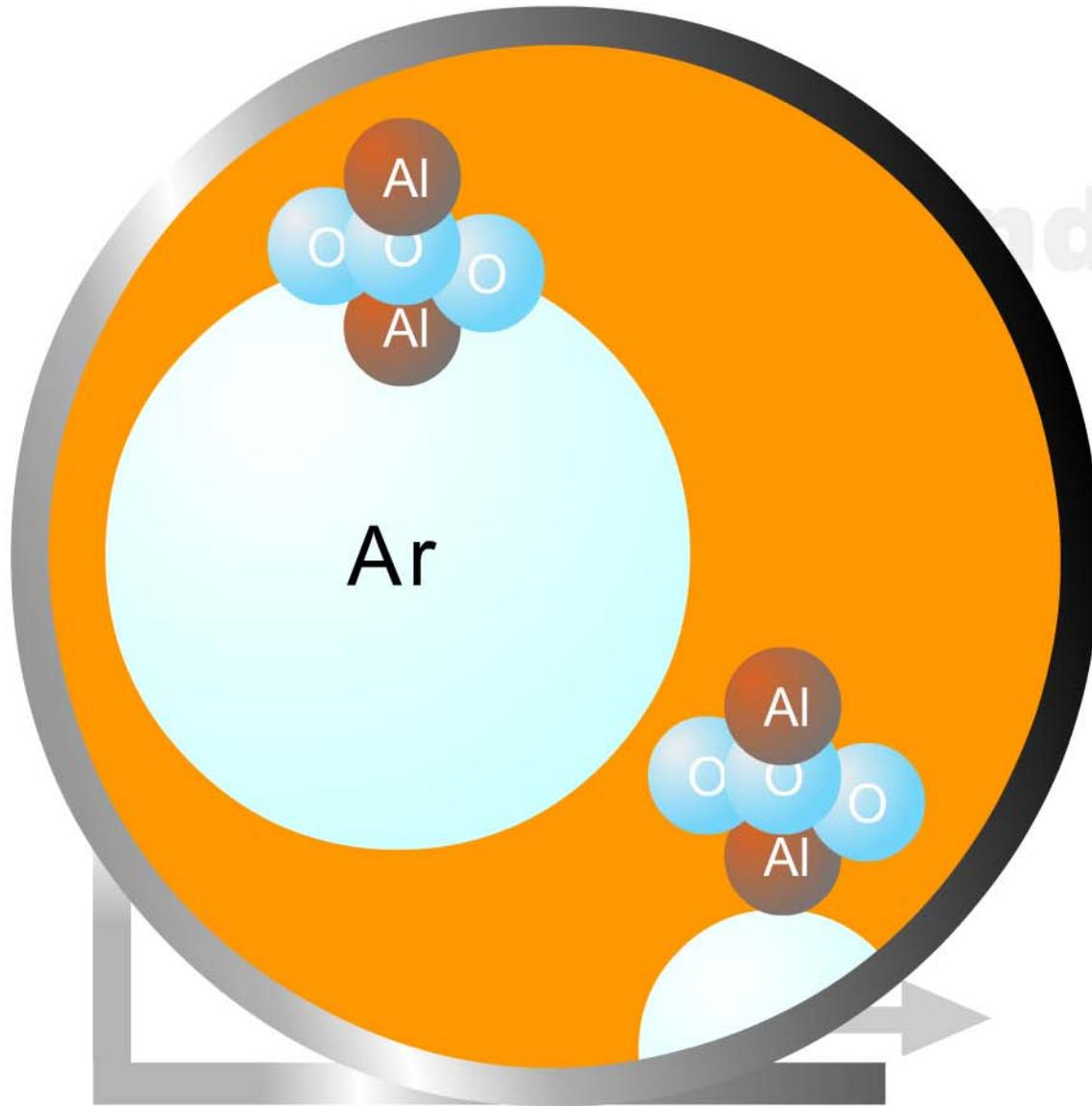
Für die nachfolgenden Behandlungsschritte ist eine homogene Schlacke notwendig. Daher werden die Schlackebildner, die beim Abstich der Schmelze zugegeben wurden durch Spülen intensiv vermischt und vollständig aufgeschmolzen.



Spülvorgang

Zur Tiefentschwefelung wird Kalk eingesetzt.

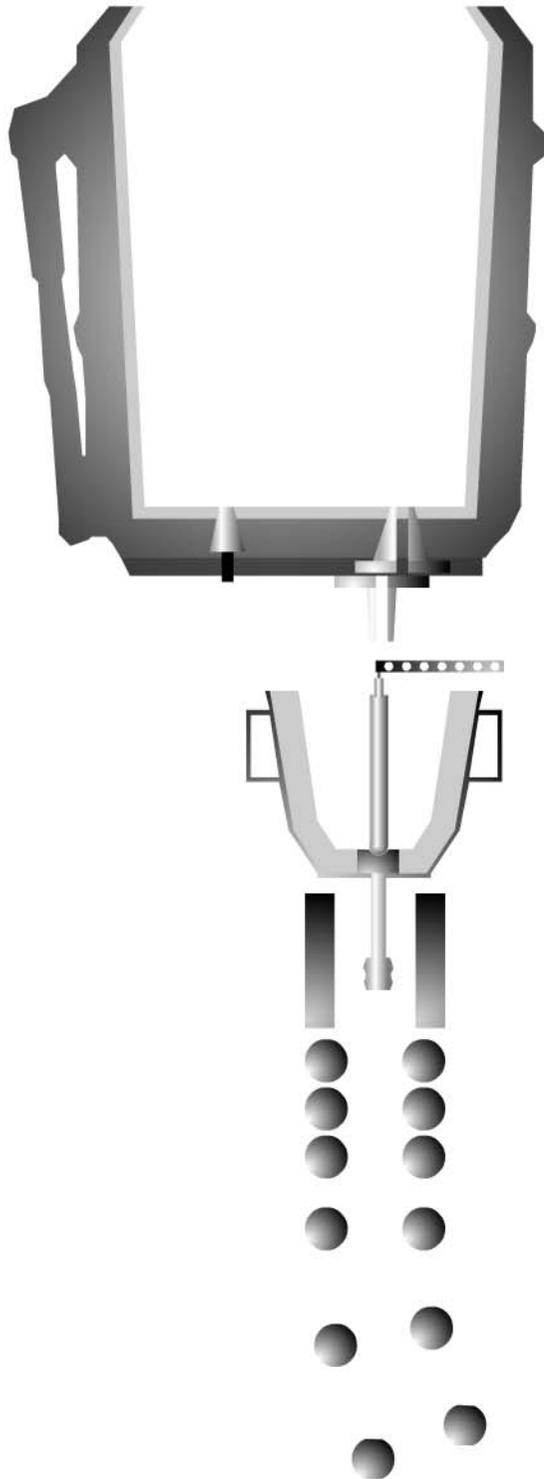
Kalk bildet bei der Desoxidation des Stahls mit Aluminium und dem gelösten Sauerstoff eine Tonerde. Das entstehende Calcium reagiert mit dem gelösten Schwefel. Es entsteht eine Calciumaluminatschlacke



Vakuumbehandlung

Bei der Vakuumbehandlung stellt man die gesamte Pfanne in ein Gefäß, in dem dann der Unterdruck erzeugt wird.

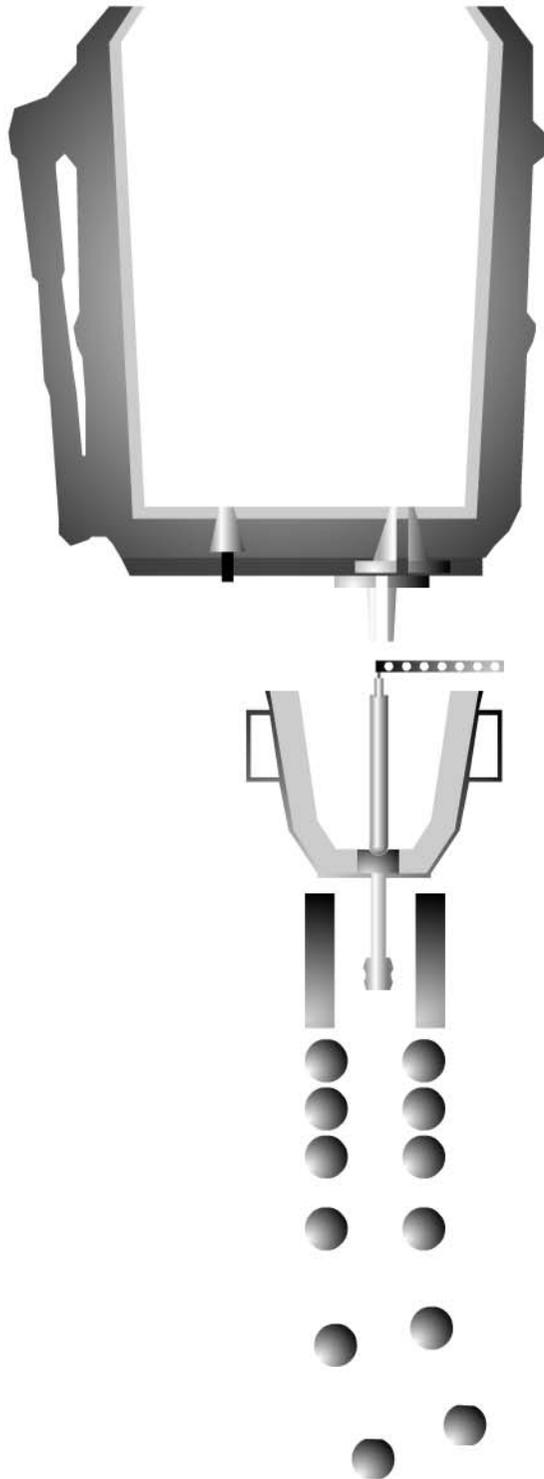
Die Schmelze wird durch Einleiten von Spülgasen in Bewegung gehalten. So wird die Entgasung beschleunigt und eine vollständige Homogenisierung des Bades erreicht.



Aufgaben und Ziele

Erzeugung von rundem und flachem Vormaterial für die Weiterverarbeitung bei unseren Konzernmüttern.

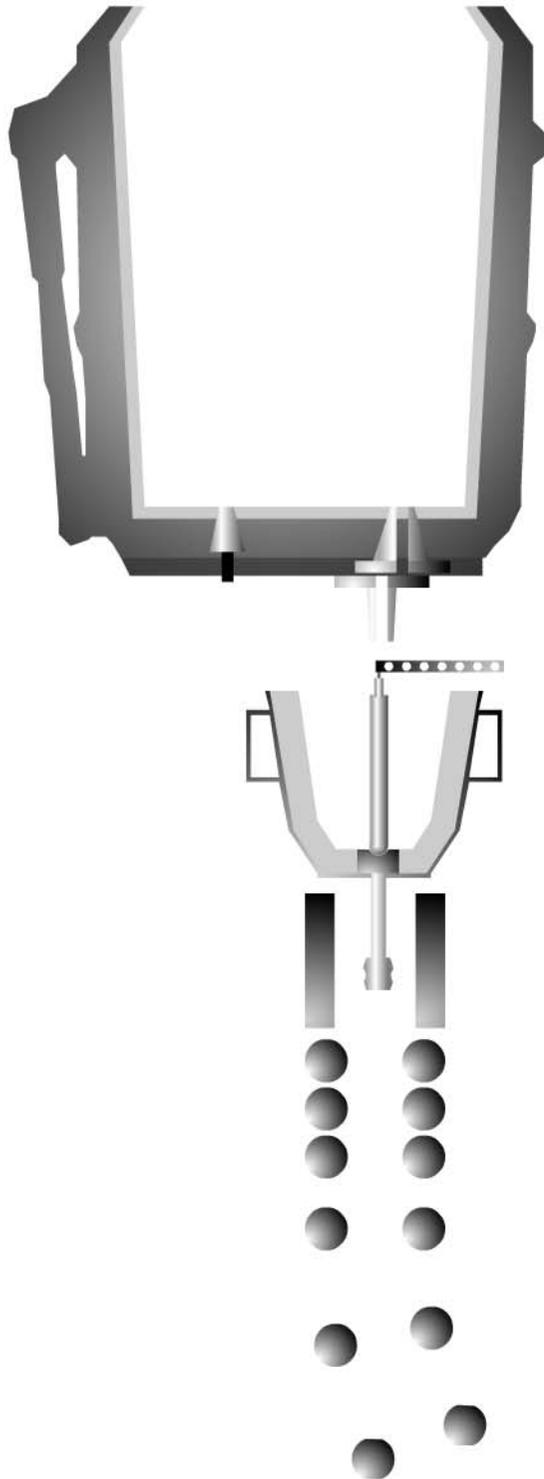
Aus diesen Materialien werden Produkte unterschiedlichster Art hergestellt.



Prozeßsteuerung

Eine Stranggießanlage besteht aus einer Haltevorrichtung für die Pfannen mit der Schmelze, dem Verteiler, der die Schmelze zu den Kokillen leitet, der Kokille und dem System für die Strangführung.

Zur Prozeßsteuerung werden moderne Rechnersysteme mit umfangreicher Meß- und Regeltechnik eingesetzt.



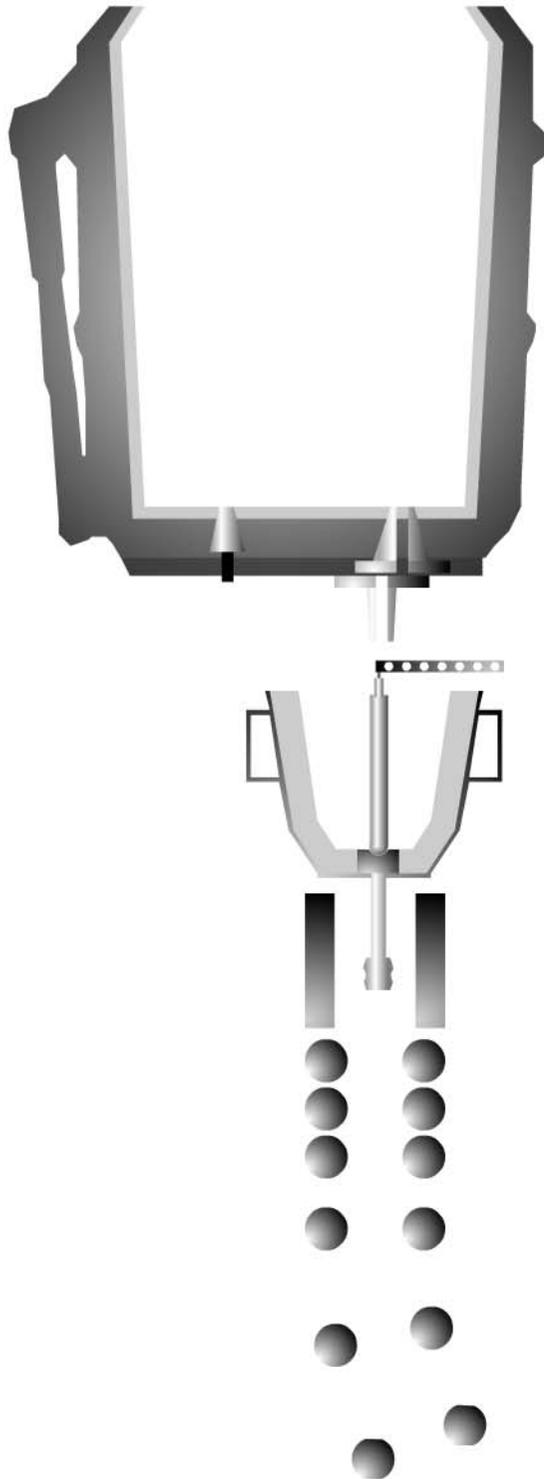
Wir bei HKM

Strangguß

Das Stahlwerk verfügt über fünf Stranggußanlagen.

Für die Produktion von rundem Vormaterial stehen bei HKM zwei Rundstranggießanlagen für Formate von 180 mm bis 406 mm Durchmesser zur Verfügung.

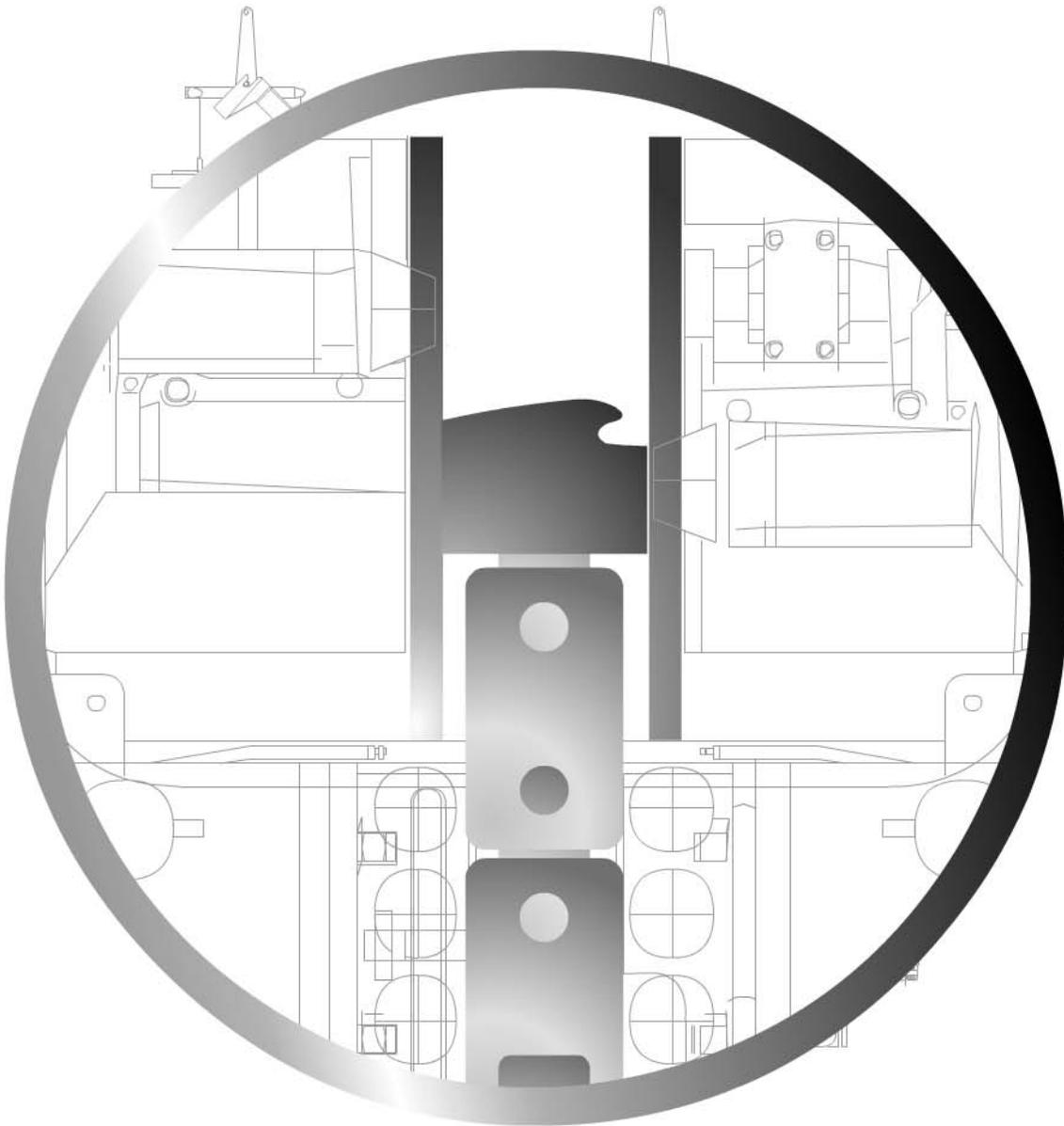
Zur Produktion von Brammen sind 3 Gießanlagen vorhanden. Auf diesen werden Abmessungen von 325 mm bis zu 2100 mm Breite bei einer Stärke von 260 mm gegossen.



Prozessdarstellung

In verkürzter Form werden hier die Verfahrensschritte des Strangguß dargestellt.

Strangguß

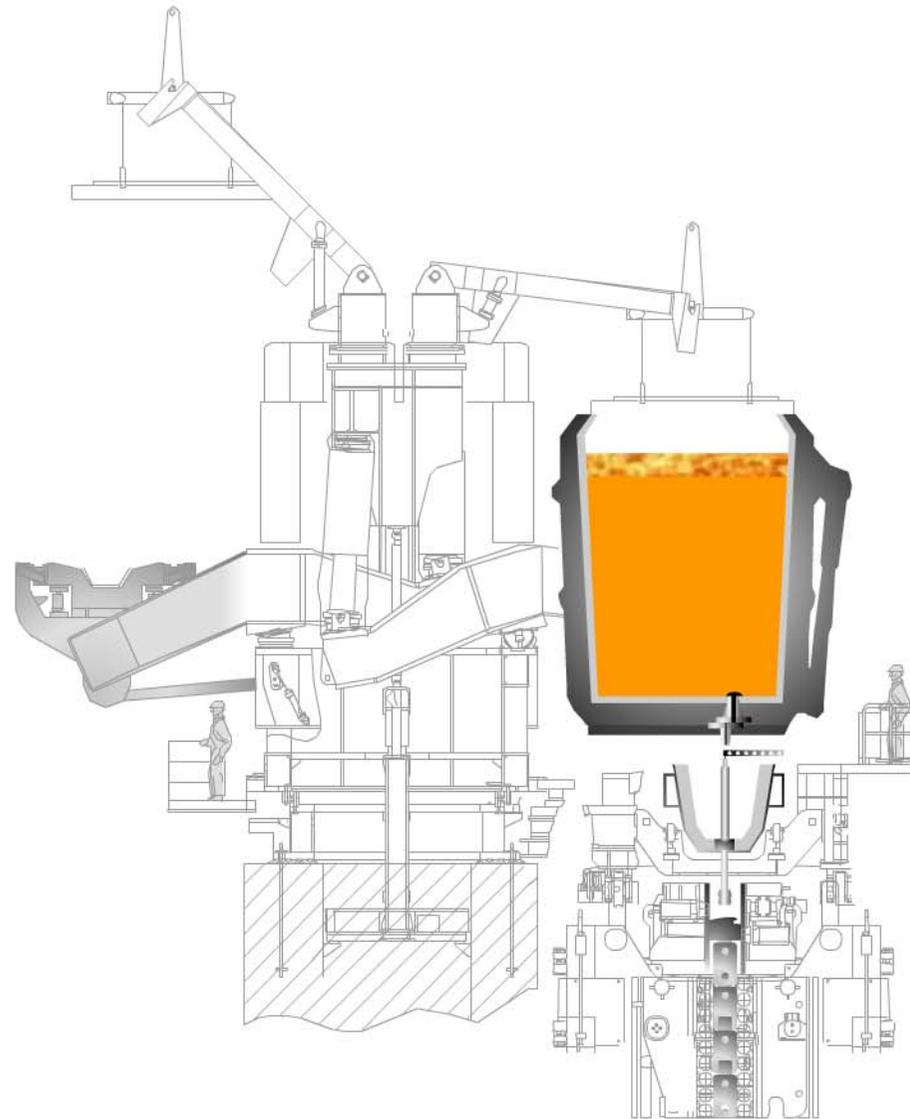


Vorbereitung

Strangguß

Die Gießform der Anlage muß vor Gießbeginn mit dem dem so genannten Kaltstrang bestückt werden.

Dazu wird in die Kokille eine Kette mit dem passenden Angußkopf eingefahren und nach unten verschlossen. Mit dieser Kette kann dann der Strang durch den Transportmechanismus ausgefördert werden.



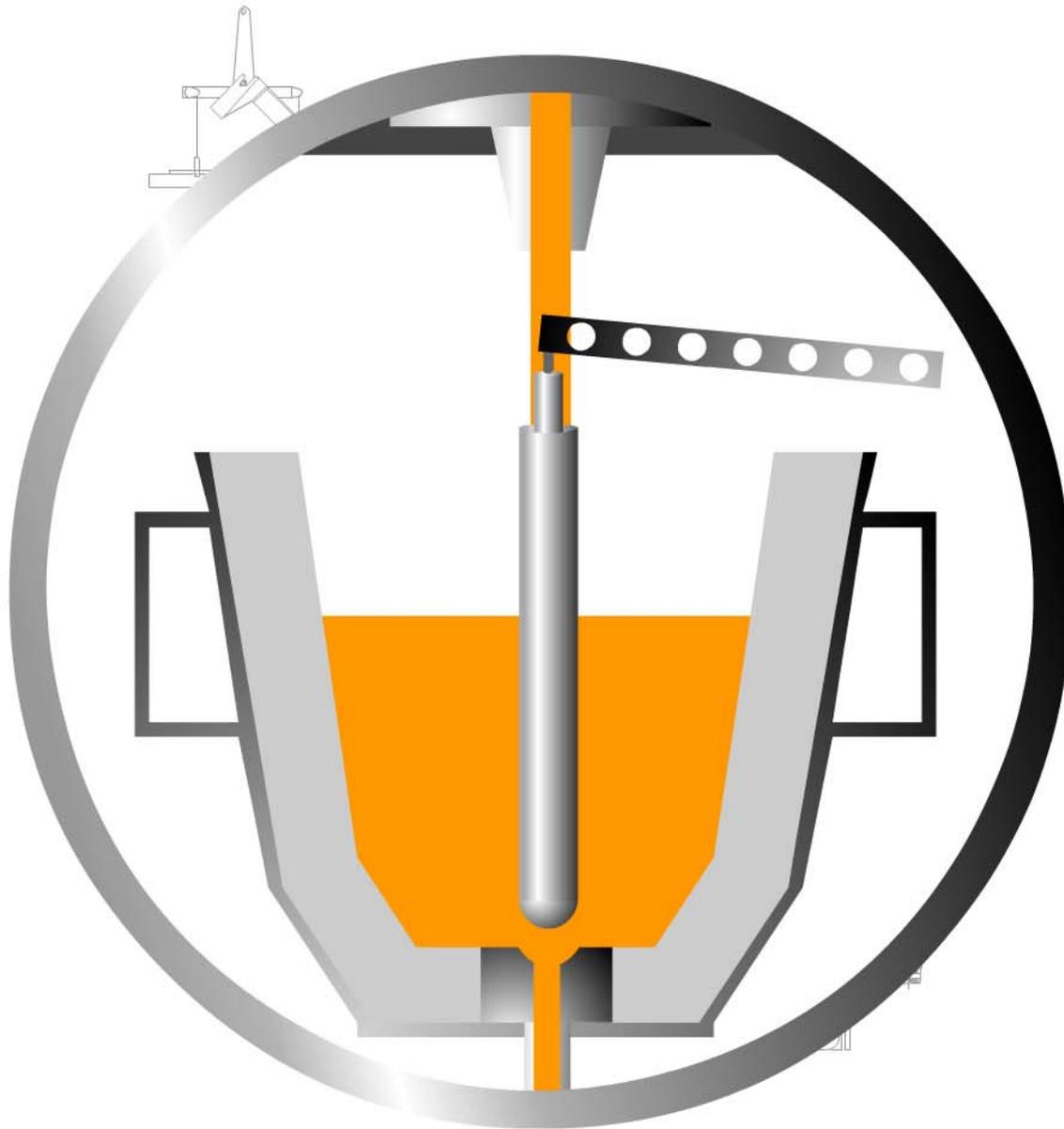
Einsetzen Gießpfanne

Die Gießpfanne wird in den Drehturm eingesetzt. Der Gießer schließt in dieser Position den Schieberverschluss und die Schlackefrüherkennung an die Steuerung an. Parallel wird der Deckel auf die Pfanne aufgelegt, um die Temperaturverluste gering zu halten. Anschließend dreht der Turm in Gießposition.



Pfanne öffnen

Die Gießpfanne wird durch ein gelochtes, verschiebliches Plattenpaar verschlossen. Um die Pfanne zu öffnen, werden die Öffnungen übereinander gefahren. Zum Schutz vor Verstopfungen wird Sand in den Lochstein gefüllt. Dieser fließt nach unten ab und der Stahl kann durch die Platten abfließen.

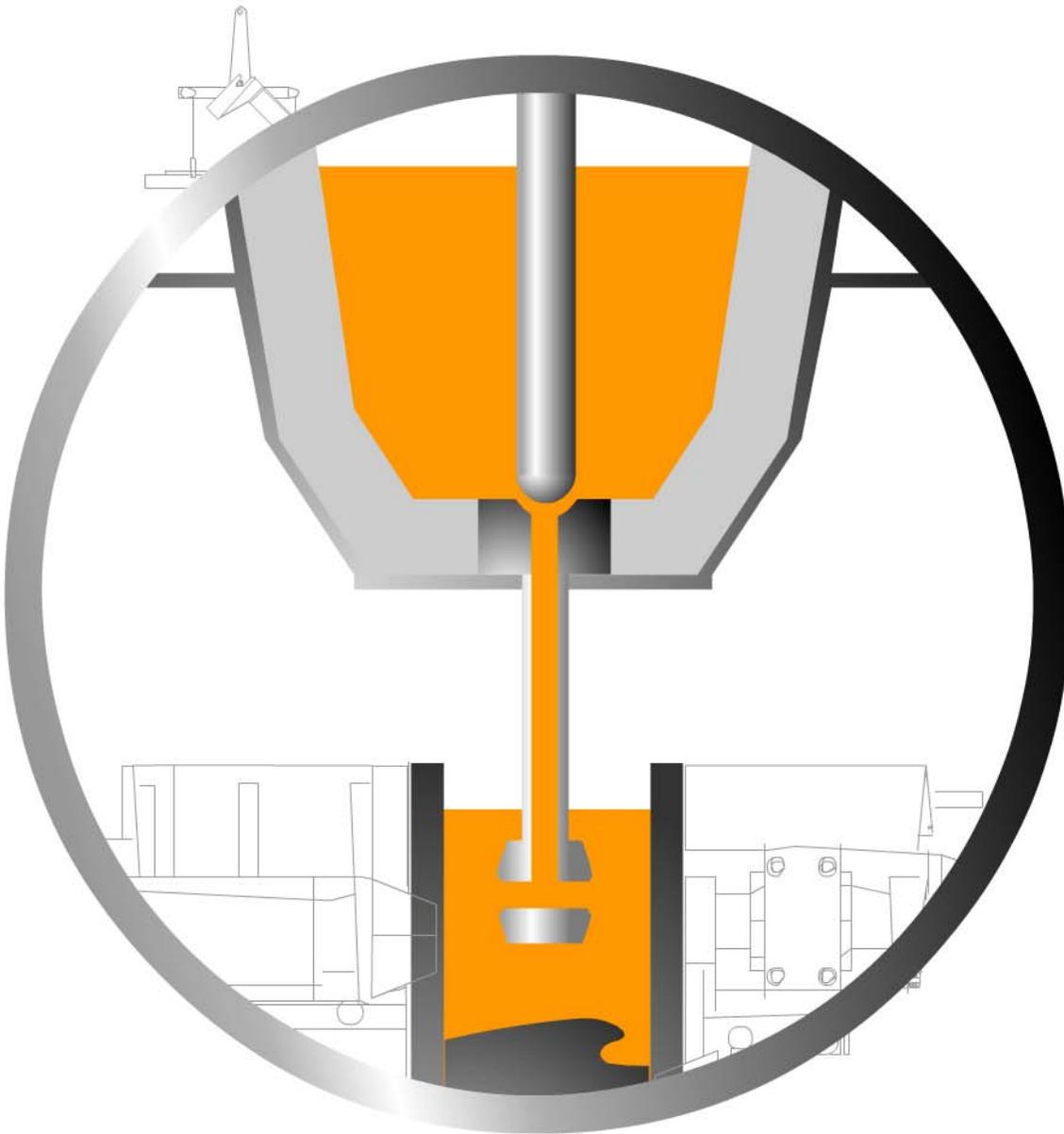


Verteilerrinne füllen

Strangguß

Der flüssige Stahl läuft in die Verteilerrinne. Diese dient als Puffergefäß und der Verteilung der Schmelze auf die einzelnen Stränge der Gießanlage.

Ist die Rinne ausreichend gefüllt, werden die Regelstopfen gehoben und der Stahl kann in die Gießform laufen.



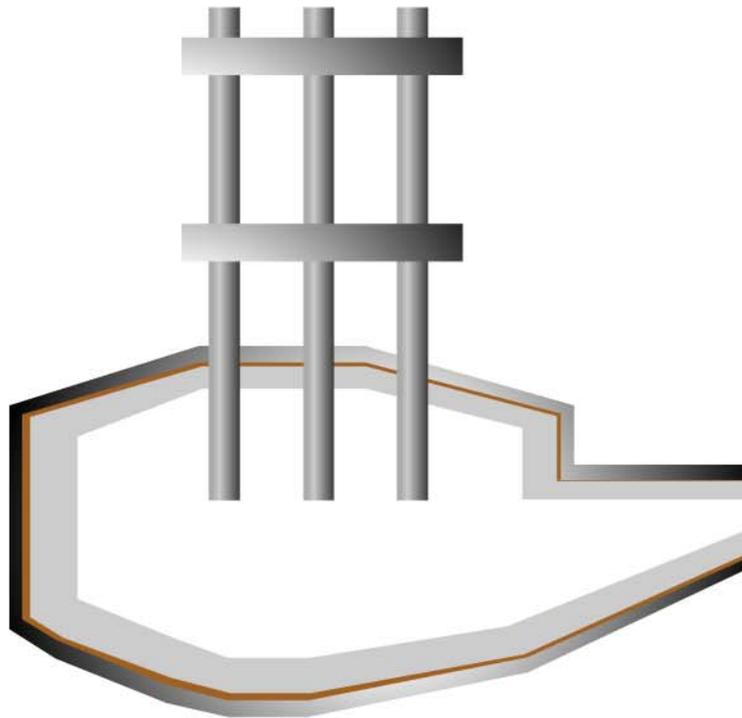
Angießen

Die Schmelze fließt in die wassergekühlte Kokille und erstarrt sofort am Kopf des Kaltstranges. Dieser wird dann mit dem erstarrenden Gießstrang nach unten abgezogen.

An der Wandung der Kokille bildet sich eine Strangschale, die die Schmelze nach Verlassen der Gießform hält. Durch Kühlung beginnt die Durcherstarrung des Stranges.

Elektrostahlerzeugung

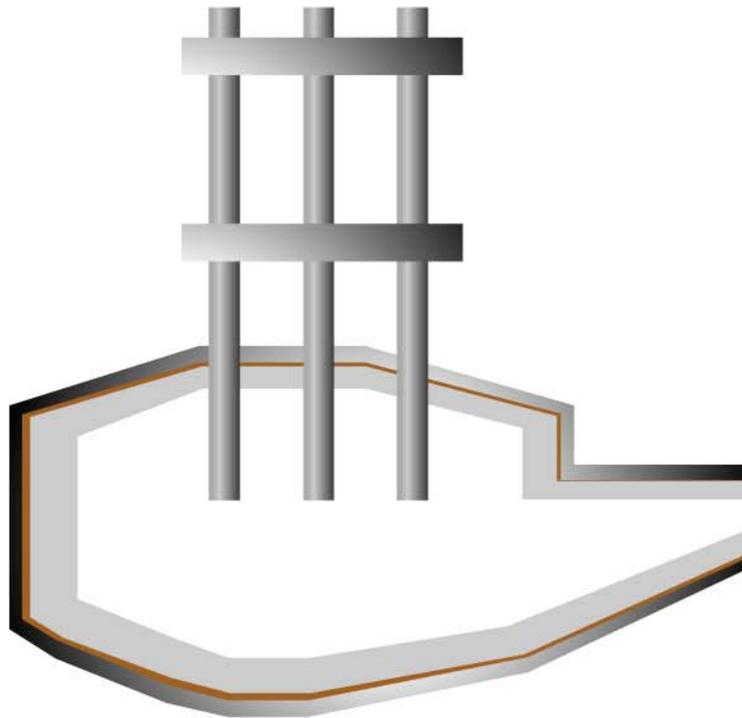
Aufgaben und Ziele



Der Lichtbogenofen wird sowohl zur Herstellung von Baustählen und Qualitätsstählen, als auch von hochlegierten Rostfreistählen genutzt.

Der Lichtbogenofen wandelt elektrische in thermische Energie um. Hierbei wird die Wärme über einen Lichtbogen, der zwischen der Elektrode und dem Einsatzgut brennt, hauptsächlich durch Strahlung und Wärmeleitung in der Schlacke auf das Einsatzgut übertragen.

Was ist ein UHP-Ofen?



Der Lichtbogenofen (**Ultra High Power**) kann als Gleichstromofen (in der Regel mit einer Elektrode) oder als Drehstromofen (in der Regel mit drei Elektroden) ausgeführt werden.

Im Lichtbogen entstehen Temperaturen bis zu 3.500° C. Diese hohen Temperaturen ermöglichen die Produktion unterschiedlichster Stahlsorten bei völliger Unabhängigkeit vom Einsatz (Schrott, Eisenschwamm, Roheisen, sowie beliebige Mischungen davon).

WIR BEI



HKM Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH

Ehinger Straße 200

47259 Duisburg-Huckingen

Postfach 251124

47251 Duisburg-Huckingen

Telefon +49 (0)203-999-01

Telefax +49 (0)203-999-4411

Werksbesichtigungen: Jochen Funke

Tel. +49 (0)203-999-2888

Idee und Umsetzung: Timm Jesberg
Holger Nikisch