*Thema: Eisenherstellung (80 min)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| BeU | Klasse 2AHIT | Datum 29. 4. 22 | Name: Bunea Partner(in): Buchinger |

Ziel:

* Ich verstehe die Herstellung von Roheisen.
* Ich verstehe die Herstellung von Stahl.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nr. | Lernstep | Comment |
| **1**  Stift  Stift  Kopf mit Zahnrädern  **2**  Stift  Stift  Stift  Stift  Kopf mit Zahnrädern | **Eisen**  Der Erdkern besteht zu etwa 90% aus Eisen. Am Aufbau der Erdkruste ist Eisen mit ca. 5% beteiligt, wobei Eisen in verschiedenen Verbindungen vorkommt. Die häufigsten Eisenmineralien sind **Hämatit (Fe2O3)**, **Magnetit (Fe3O4)** und **Pyrit (FeS2)**. **Siderit (FeCO3)** findet man am steirischen Erzberg.  **Ü1:** Recherchiere, welcher Staat die größte Eisenerzförderquote hat?  Volksrepublik China  **Ü2:** Erstelle einen Steckbrief des Elements **Eisen Fe**:  Ordnungszahl: 76  Aggregatzustand bei Raumtemperatur: Fest  Farbe: Grau  Dichte: 7.87  Schmelzpunkt Tm= 1535 °C  Siedepunkt Tb= 2750 °C  Besondere Eigenschaften: Häufigste Element der Erde  **Herstellung von Roheisen - Hochofenprozess**  Nach dem Abbau der eisenhaltigen Mineralien wird unerwünschte taube Gestein weitgehend entfernt und das Erz zerkleinert. Die Erzeugung von Roheisen erfolgt mit dem Hochofen.  **Ausgangsstoffe** für den Hochofenprozess sind Eisenerz, Koks, Kalk und Luft.  Der Hochofen ist ein bis zu 30m hoher Stahlzylinder, der mit speziellen hitzebeständigen Schamottsteinen ausgekleidet ist und mit Wasser gekühlt wird. An der weitesten Stelle kann er einen Durchmesser bis zu 9 m besitzen. Hochöfen werden kontinuierlich, das heißt durchgehend ohne Pause, für 15 Jahre betrieben und das bei Temperaturen von fast 2000°C und hohen Drücken von 2-5 bar.  ***Prozessschema des Hochofens:***  Die festen Rohstoffe werden von oben, im Bereich der Gicht, in den Hochofen eingefüllt. Das nennt man Beschickung. Die Feststoffe bewegen sich langsam nach unten und werden dabei erwärmt und getrocknet (Vorwärmzone). Im unteren Bereich des Hochofens (Schmelzzone) trifft der Koks auf die Luft und verbrennt zu Kohlenstoffmonoxid.  **Ergänze:** 2C + O2 2CO  Diese stark exotherme Reaktion erwärmt den Hochofen dort auf fast 2000°C, nach oben nimmt die Temperatur langsam auf 300°C ab. Das Kohlenmonoxid steigt und reagiert als eigentliches Reduktionsmittel mit dem Erz. Es enstehen Eisen und Kohlendioxid (Reduktionszone).  **Ergänze:** Fe2O3 + 3CO 2Fe + 3CO2  Das CO2 reagiert dann mit Koks gleich wieder zu Kohlenmonoxid. Diese Gleichgewichtsreaktion wird Boudouard-Gleichgewicht genannt und ist eine endotherme Reaktion, die bei Temperaturen über 1000°C fast völlig auf der rechten Seite liegt.  **Ergänze:** C + CO2 2CO  Frisch gebildetes Eisen und der Kohlenstoff des Koks (Kokszone) vermischen sich und bewirken eine Senkung des Schmelzpunkts. Das flüssige Roheisen sammelt sich aufgrund seiner hohen Dichte im Hochofen ganz unten.  Kalk (CaCO3) zerfällt im heißen Bereich zu Calciumoxid CaO (auch: Branntkalk) und Kohlendioxid. Das basische Calciumoxid reagiert mit den vorwiegenden sauren Verunreinigungen im und bildet Schlacke, die aufgrund der geringeren Dichte auf dem Roheisen aufschwimmt. Dadurch bildet sie eine Schutzschicht gegenüber der direkt darüber eingeblasenen Luft. Diese würde sonst bei hohen Temperaturen sofort mit dem Eisen reagieren. In regelmäßigen Abständen werden Roheisen und Schlacke aus dem Hochofen entnommen. Diesen Vorgang nennt man Abstechen.    Das sogenannte Gichtgas verlässt am oberen Ende den Hochofen und besteht vor allem aus Stickstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid. Durch Verbrennen des Gichtgases (CO wird zu CO2 verbrannt) nutzt man die dabei freiwerdende Energie (=Wärme) zum Vorwärmen der Luft in den Winderhitzern.  Die abgezogene Hochofenschlacke kann als Zusatz bei der Zementherstellung verwendet werden. Weiters kann man aus der Schlacke Mineralfasern herstellen, die als Isoliermaterial einsetzbar sind.  Das Hauptprodukt des Hochofens ist das Roheisen, ein schwarzes sprödes Material, das sich weder schmieden noch schweißen lässt und nur als Gusseisen direkt in Form gebracht wird. Die Eigenschaften von Roheisen sind auf einen Kohlenstoffanteil von ca. 5% und Verunreinigungen wie die Elemente Si, Mn, S und P.  **Sieh dir folgendes Video zu Roheisenherstellung an** (bis 7:57)  <https://www.youtube.com/watch?v=s4DiBEEOaik> | **Freie Wahlmög-lichkeit:**  **Einzel- /Teamarbeit**  **Wenn du im Team (max. 2 Personen) arbeitest, gib an mit wem:**  **………………………**  Quelle: Big Bang HTL2, Schulbuchnummer 180191  Quelle: Big Bang HTL2, Schulbuchnummer 180191 |
| **3**  Kopf mit Zahnrädern  Stift  Stift | **Herstellung von Stahl**  Stahl bezeichnet man eine ohne Nachbehandlung schmiedbare Eisenlegierung, deren **Kohlenstoffgehalt unter 2,06%** (laut Norm DIN EN 10020) liegt.  Die Härte des Stahls steigt mit zunehmender Menge an Kohlenstoff. Stähle können auch Legierungsmetalle enthalten, wobei der Eisenanteil immer höher sein muss als der jeden anderen Legierungsbestandteils.  Ein großer Anteil (ca. ¾) des weltweit produzierten Stahls wird mit dem in Österreich entwickelten LD-Verfahren (Linz-Donawitz-Verfahren) hergestellt. Dabei wird das oft noch flüssige Roheisen, gemeinsam mit Schrott und etwas Kalk in einen Behälter (=Konverter) gefüllt. Schrott kühlt beim Einschmelzen den Konverter.    Dies ist notwendig, da beim LD-Verfahren sehr viel Hitze entsteht. Reiner Sauerstoff wird mittels einer Lanze auf das Roheisen aufgeblasen und dabei verbrennen die Vereinigungen und vor allem der Kohlenstoff. Bei der Verbrennung entstehen Gase, die nach oben entweichen. Nicht gasförmige Verbrennungsprodukte bilden gemeinsam mit Kalk eine Schlacke.  Auf die Qualität von Stahl wirken sich vor allem seine chemische Zusammensetzung, aber auch die Art und Anordnung der Kristalle aus.  **Sieh dir folgendes Video zu Stahlherstellung an** (ab 7:58)  <https://www.youtube.com/watch?v=s4DiBEEOaik>  **Ü3:** Finde heraus, was folgende Stahlbezeichnung bedeutet: **X5CrNi18-10**  **X = legierter Stahl 1E1 >= 5%**  **5= C-Kennzahl 0.05%C**  **CrNi18-10 = legierungselemente / Kennzahlen (Cr 18%, Ni 10%)**  **Ü4:** Recherchiere und erkläre das Corex-Verfahren, das Thermit- Verfahren und das Elektrostahl-Verfahren.  **Corex:** Zweistufig; Reduktion und Einschmelzen räumlich getrennt. Vorteil: kann mit normale Kohle betrieben werden: Kohlenmonoxid + Wasserstoffgas reduziert im zweiten Prozessteil das Erz zum Eisenschwamm. Nachteil: mir durch energetische Verwendung der Abgase wirtschaftlich betreibar.  **Thermit:** wie Corex, nur es wird Aluminium als Reduktionsmittel verwendet.  Elektrostahlverfahren: Hohe Spannung wird angelegt 🡪 bis 3500 °C 🡪 Schrott schmiltzt. Nur kleiner Teil der unerwünschte Begleitelemente bleiben 🡪 erfordert Nachbehandlung  **Elektrostahlverfahren:** kann Stahlschrott und auch Eisenschwamm oder Roheisen mitverarbeiten  **Ü5:** Erkläre deinem Sitznachbarn anhand des Prozessschemas die Roheisen- und Stahlherstellung. | **Partner:**  Stahlherstellung  **Deine Erklärung war**  Roheisenerklärung |
|  | *Feedback*  *Kreuze jeweils eine Zahl: nach Schulnotensystem*  *Zum* **Interesse** *(1 – sehr interessant; 4 – nicht interessant)*  *Zur* **Länge** *(1 – passend; 4 – Aufgabe zu lang/ zu kurz)*  *Zur* **Schwierigkeit** *(1 – angemessen; 4 – zu schwer)*  **Verständliche Formulierung** *der Arbeitsaufträge (1 – ganz klar formuliert; 4 – unverständlich)*  *Feedback in Worten, falls von dir gewünscht:* | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 3 | 4 | |