

Vom Erz zum Stahl – ein Lernbuffet zum Hochofenprozess

Ein Beitrag von Sabine Stoermer, Oldenburg
Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier, Barbing

Besteck, Fahrräder, Autos, Brücken oder Münzen – sie alle bestehen aus Stahl. Seine Eigenschaften wie Verformbarkeit oder Stabilität machen ihn zum unentbehrlichen Werkstoff für uns. Wie aber gewinnt man Roheisen und wie wird es zu Stahl weiterverarbeitet?

Ihre Schüler gehen diesen und weiteren Fragen in einem Lernbuffet nach. Dabei stellen sie im Schülerversuch die Eisenproduktion im Hochofen nach, lernen die wichtigsten Verfahren zur Stahlverarbeitung kennen und vertiefen ihr Wissen über Redoxreaktionen.



Foto: Thinkstock/iStock

Der moderne Hochofen erzeugt aus aufbereiteten Eisenerzen bis zu 12.000 Tonnen Roheisen am Tag.

VORANSICHT

Mit Arbeitsblättern
auf zwei Niveaus!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 8/9

Dauer: 5 Stunden (Minimalplan: 2)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- nennen die Ausgangsstoffe und Produkte des Hochofenprozesses.
- erläutern die grundlegenden chemischen Vorgänge im Hochofen.
- kommunizieren fachlich korrekt unter Anwendung neuer Begriffe.

Versuche:

- Eisen aus Eisenoxid? (SV)

Übungsmaterial:

- Vom Eisenerz zum Roheisen – der Hochofenprozess
- Von oben nach unten – Blick in den Hochofen (auf zwei Niveaus)
- Hier geht's heiß her! – Die Vorgänge im Hochofen (auf zwei Niveaus)
- Roheisen ist nicht genug! – Die Stahlproduktion (auf zwei Niveaus)
- Rund um den Hochofen – ein Kammrätsel (auf zwei Niveaus)

Die Einheit im Überblick

⌚ V = Vorbereitung

FO = Folie

AB = Arbeitsblatt

⌚ D = Durchführung

SV = Schülerversuch

TK = Tippkarte

VP = Versuchsprotokoll

FV = Folienvorlage

 = Zusatzmaterial auf CD

Stunden 1–2: Eisen überall – aber wo kommt es her?																						
M 1 (FO)	Schritt für Schritt vom Erz zum Stahl																					
M 2 (SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 20 min	Eisen aus Eisenoxid? <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Schüler)</td> <td><input type="checkbox"/> 1 durchbohrter Stopfen</td> <td><input type="checkbox"/> 1 Waschflasche</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1 Paar Einweg-Handschuhe (pro Schüler)</td> <td><input type="checkbox"/> 2 Gummischläuche</td> <td><input type="checkbox"/> 1 weißes Blatt Papier</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1 schwer schmelzbares Reagenzglas</td> <td><input type="checkbox"/> 1 Spatel</td> <td><input type="checkbox"/> 1 Magnet</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> 1 Waage (am Lehrerpult)</td> <td><input type="checkbox"/> 1 Becherglas</td> <td><input type="checkbox"/> Eisenoxid</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner</td> <td><input type="checkbox"/> Kalkwasser  </td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> 2 Glasrohre</td> <td><input type="checkbox"/> Holzkohlepulver</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Stativmaterial</td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Schüler)	<input type="checkbox"/> 1 durchbohrter Stopfen	<input type="checkbox"/> 1 Waschflasche	<input type="checkbox"/> 1 Paar Einweg-Handschuhe (pro Schüler)	<input type="checkbox"/> 2 Gummischläuche	<input type="checkbox"/> 1 weißes Blatt Papier	<input type="checkbox"/> 1 schwer schmelzbares Reagenzglas	<input type="checkbox"/> 1 Spatel	<input type="checkbox"/> 1 Magnet	<input type="checkbox"/> 1 Waage (am Lehrerpult)	<input type="checkbox"/> 1 Becherglas	<input type="checkbox"/> Eisenoxid		<input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner	<input type="checkbox"/> Kalkwasser  		<input type="checkbox"/> 2 Glasrohre	<input type="checkbox"/> Holzkohlepulver		<input type="checkbox"/> Stativmaterial	
<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Schüler)	<input type="checkbox"/> 1 durchbohrter Stopfen	<input type="checkbox"/> 1 Waschflasche																				
<input type="checkbox"/> 1 Paar Einweg-Handschuhe (pro Schüler)	<input type="checkbox"/> 2 Gummischläuche	<input type="checkbox"/> 1 weißes Blatt Papier																				
<input type="checkbox"/> 1 schwer schmelzbares Reagenzglas	<input type="checkbox"/> 1 Spatel	<input type="checkbox"/> 1 Magnet																				
<input type="checkbox"/> 1 Waage (am Lehrerpult)	<input type="checkbox"/> 1 Becherglas	<input type="checkbox"/> Eisenoxid																				
	<input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner	<input type="checkbox"/> Kalkwasser  																				
	<input type="checkbox"/> 2 Glasrohre	<input type="checkbox"/> Holzkohlepulver																				
	<input type="checkbox"/> Stativmaterial																					
M 3 (VP)	Versuchsprotokoll: Eisen aus Eisenoxid?																					
 (VP)	Versuchsprotokoll: Eisen aus Eisenoxid? (mit weniger Hilfestellungen)																					
Stunden 3–4: Lernbuffet zum Hochofenprozess																						
 (FV)	Versuchsskizze: Eisen aus Eisenoxid?																					
M 4 (AB)	Lernbuffet „Vom Erz zum Stahl“ – Laufzettel																					
M 5 (AB)	Vom Eisenerz zum Roheisen – der Hochofenprozess																					
M 6★ (AB)	Vor oben nach unten – Blick in den Hochofen																					
M 6★★ (AB)	Vor oben nach unten – Blick in den Hochofen (höheres Niveau)																					
 (FV)	Blick in den Hochofen																					
M 7★ (AB/TK)	Hier geht's heiß her! – Die Vorgänge im Hochofen																					
M 7★★ (AB/TK)	Hier geht's heiß her! – Die Vorgänge im Hochofen (höheres Niveau)																					
M 8★ (AB)	Roheisen ist nicht genug! – Die Stahlproduktion																					
M 8★★ (AB)	Roheisen ist nicht genug! – Die Stahlproduktion (höheres Niveau)																					
Stunde 5: Der Hochofenprozess – was wurde gelernt?																						
M 9 (FV/LEK)	Vom Erz zum Eisen – der Hochofen																					
M 10 (AB/LEK)	Rund um den Hochofen – ein Kammrätsel																					
 (AB/LEK)	Rund um den Hochofen – ein Kammrätsel (mit mehr Hilfestellungen)																					

Minimalplan

Ihnen steht wenig Zeit zur Verfügung und Sie behandeln dieses Thema direkt nach der Einheit „Redoxreaktionen“? Dann können Sie diese Einheit auch in **zwei Unterrichtsstunden** durchführen. Überspringen Sie den **Einstiegsversuch M 2** und setzen Sie direkt mit dem Lernbuffet ein. Das **Kammrätsel M 10** kann auch als Hausaufgabe erledigt werden.

M 1

Schritt für Schritt vom Erz zum Stahl



VORANSICHT

Fotos ①, ③-⑥: Thinkstock/iStock; Fotos ②, ⑦, ⑧: Colourbox

Eisen aus Eisenoxid?

M 2

„Reines Eisen gewinnt man durch eine Reduktion!“ Überprüft in diesem Versuch, ob diese Aussage stimmen kann.

Schülerversuch in Kleingruppen

🕒 Vorbereitung: 10 min

🕒 Durchführung: 20 min

Aufgabe

Führt den folgenden Versuch durch.

So führt ihr den Versuch durch

1. Stellt die folgenden Materialien bereit.

Das benötigt ihr

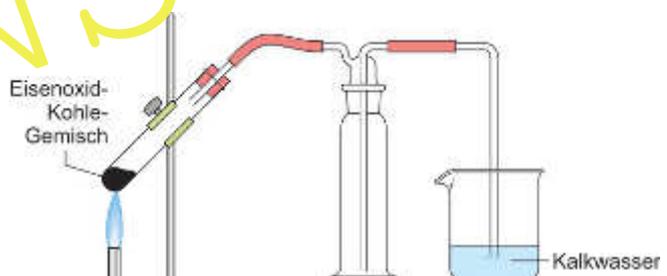
- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille (pro Schüler) | <input type="checkbox"/> 1 durchbohrter Stopfen | <input type="checkbox"/> Stativmaterial |
| <input type="checkbox"/> 1 Paar Einweg-Handschuhe (pro Schüler) | <input type="checkbox"/> 2 Gummischläuche | <input type="checkbox"/> 1 Waschflasche |
| <input type="checkbox"/> 1 schwer schmelzbares Reagenzglas | <input type="checkbox"/> 1 Spatel | <input type="checkbox"/> 1 weißes Blatt Papier |
| <input type="checkbox"/> 1 Waage (am Lehrerpult) | <input type="checkbox"/> 1 Becherglas | <input type="checkbox"/> 1 Magnet |
| | <input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner | <input type="checkbox"/> Eisenoxid |
| | <input type="checkbox"/> 2 Glasrohre | <input type="checkbox"/> Kalkwasser |
| | | <input type="checkbox"/> Holzkohlepulver |



2. Füllt das Reagenzglas mit einem Gemisch aus 0,5 g Holzkohle und 3 g Eisenoxid (genau abwiegen). Verschließt das Reagenzglas mit dem durchbohrten Stopfen.

3. Befüllt das Becherglas vorsichtig und etwa zweidrittelweit mit Kalkwasser.

4. Befestigt das Reagenzglas mithilfe des Stativmaterials und baut den Versuch gemäß der nebenstehenden Abbildung auf. Lasst den Versuchsaufbau von eurem Lehrer überprüfen.



- ! Die Waschflasche sollte aus Sicherheitsgründen unbedingt zwischengeschaltet werden.

5. Stellt am Gasbrenner die rauschende Flamme ein und erhitzt von unten das Reagenzglas. Beobachtet genau, was passiert.

6. Sobald keine Änderungen mehr zu sehen sind, ist der Versuch beendet. Löst als erstes vorsichtig den Gummischlauch vom Reagenzglas, damit beim Abkühlen kein Kalkwasser in die Apparatur läuft. Stellt erst dann den Gasbrenner aus.

7. Lasst das Reaktionsprodukt im Reagenzglas abkühlen. Schüttet es anschließend vorsichtig auf das weiße Blatt Papier. Untersucht das Aussehen des Produkts.

8. Prüft das Produkt auf magnetische Eigenschaften, indem ihr einen Magneten mit einem Stück Papier umwickelt und an das Produkt haltet.



Beobachten und Dokumentieren

Füllt das Versuchsprotokoll aus.

M 4

Lernbuffet „Vom Erz zum Stahl“ – Laufzettel

So funktioniert's – Regeln zum Arbeiten am Lernbuffet

1	Arbeite ruhig und konzentriert allein oder mit einem Partner .  Unterhältst du dich mit deinem Arbeitspartner über die Aufgaben, so rede leise, damit du deine Mitschüler nicht störst.
2	Hole dir die Arbeitsblätter vom Buffet. Du kannst zwischen zwei Schwierigkeitsstufen wählen.
3	Bearbeite die Aufgaben der Reihe nach .
4	Kontrolliere deine Aufgaben selbstständig. Dafür holst du dir die Lösungskarte vom Lehrerpult und vergleichst sie mit deinem Arbeitsblatt. Berichtige gegebenenfalls.
5	Die Aufgabe ist erledigt ? Dann mache ein Kreuz auf der Laufkarte. Notiere dir außerdem die Dinge, die du noch nicht ganz verstanden hast. Sie werden dann im Anschluss an das Lernbuffet besprochen.
6	Räumt den Arbeitsplatz nach jedem Versuch auf , damit die folgenden Gruppen den Versuch ebenfalls durchführen können.

Bilder: Colourbox

Laufkarte

Materia	erledigt 		Das habe ich noch nicht ganz verstanden ...
	Niveau 1	Niveau 2	
① Text: Vom Eisenerz zum Roheisen – der Hochofenprozess			
② Arbeitsblatt: So sieht der Hochofen aus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
③ Arbeitsblatt: Was passiert im Hochofen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
④ Text und Arbeitsblatt: Eisen – und dann?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
⑤ Rätsel: Hochofen – kreuz und quer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

M 6

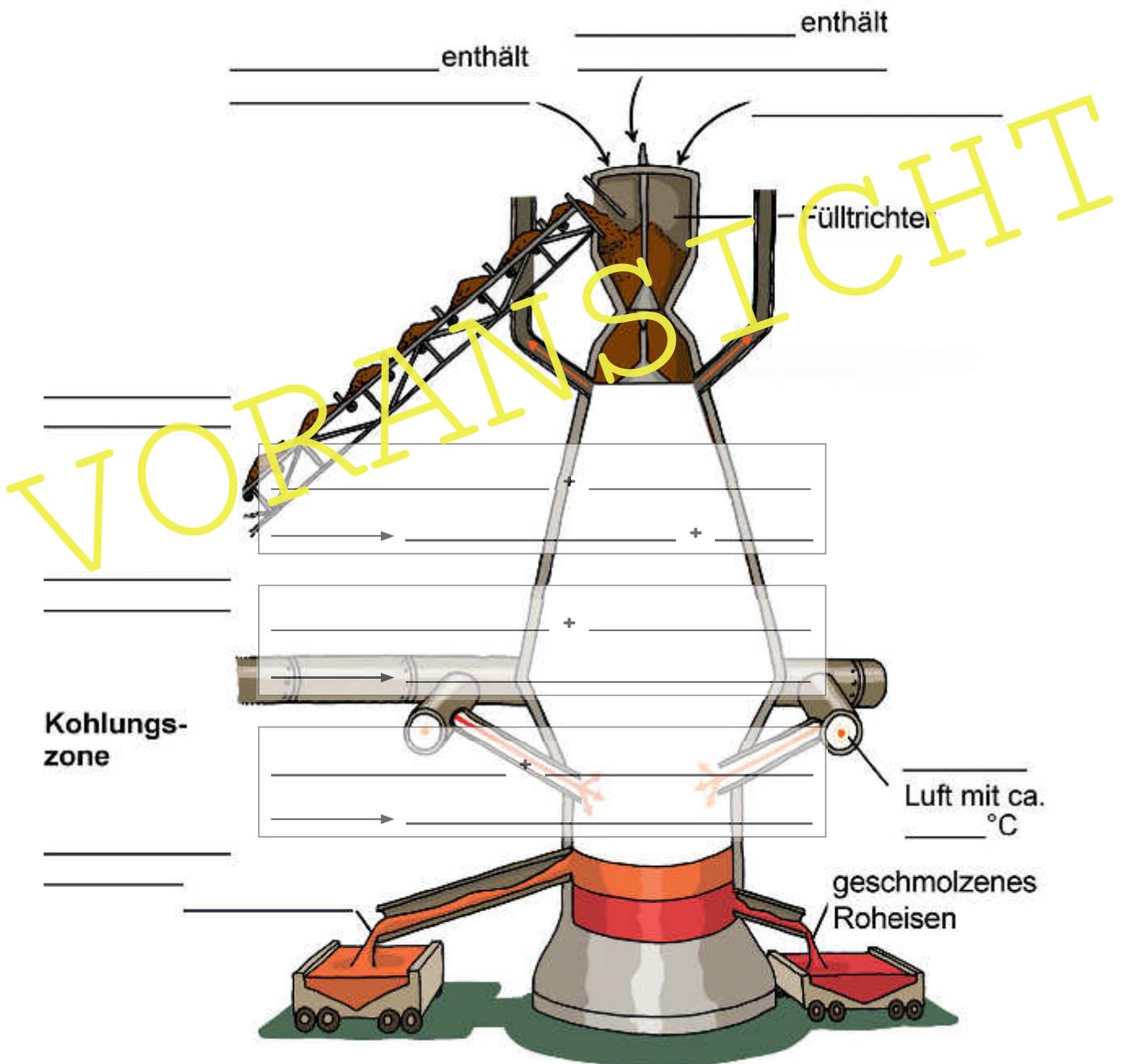


Von oben nach unten – Blick in den Hochofen

Im Hochofen läuft die Gewinnung von Roheisen aus Eisenerzen in mehreren hintereinandergeschalteten Schritten ab. Dazu sind verschiedene Zonen im Hochofen nötig. Wiederhole hier, welche das sind und wo sie sich im Hochofen befinden.

Aufgaben

1. Ergänze oberhalb des Ofens die Stoffe, mit denen der Ofen befüllt wird.
2. Trage links neben dem Ofen die Zonen ein.
3. Stelle im Inneren des Ofens die Wortgleichungen auf.
4. Ergänze die noch fehlenden Begriffe.





Roheisen ist nicht genug! – Die Stahlproduktion

M 8

★★

Durch den Hochofenprozess gewinnt man Roheisen – doch dieses muss noch weiterverarbeitet werden, ehe es als Werkstoff genutzt werden kann. Erfahre hier, wie man dabei vorgeht.

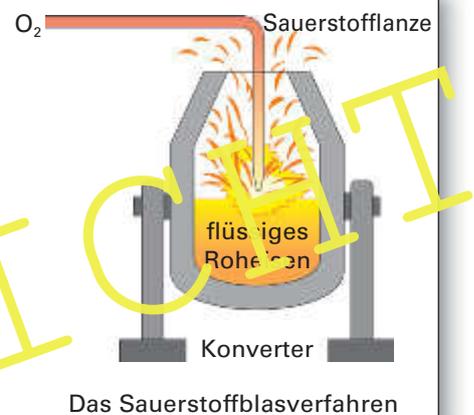
Das beim Hochofenprozess entstehende Roheisen ist so spröde (d. h. unelastisch und risig), dass es nur schlecht geschmiedet oder gewalzt werden kann. Das liegt daran, dass es noch mit vielen anderen Stoffen wie Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor oder Schwefel verunreinigt ist. Um das Roheisen besser verarbeiten zu können, ist es notwendig, den Kohlenstoffgehalt unter 1,7 % zu verringern. Eisen mit einem derart niedrigen Kohlenstoffgehalt nennt man Stahl. Auch die anderen Fremdstoffe sind weitestgehend aus dem Stahl entfernt. Das Senken des hohen Kohlenstoffgehalts im Roheisen wird in der Fachsprache „Frischen“ genannt. Das bedeutet, dass der Kohlenstoff oxidiert wird.

In modernen Stahlwerken sind die folgenden beiden Verfahren zur Stahlproduktion gängig:

① Das Sauerstoffblasverfahren

Dieses Verfahren wird auch „LD-Verfahren“ genannt und ist das weltweit meist genutzte Verfahren zur Herstellung von Stahl aus Roheisen.

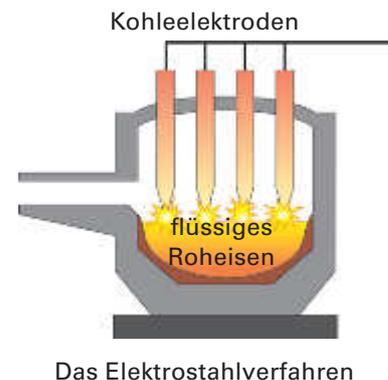
Bei diesem Verfahren wird das Roheisen in einen speziellen Behälter, den sogenannten Konverter, gefüllt. Mithilfe eines langen Rohrs, der Lanze, wird Sauerstoff in den Konverter geblasen. Der überschüssige Kohlenstoff verbrennt zu Kohlenstoffdioxid und auch die anderen unerwünschten Stoffe werden oxidiert. Die verbrannten Stoffe entweichen größtenteils als Gase. Nach zirka 20 Minuten ist der Vorgang beendet.



② Das Elektrostahlverfahren

Bei diesem Verfahren wird das flüssige Roheisen in eine große Wanne gefüllt. Kohleelektroden ragen in diese Wanne hinein. Es wird eine elektrische Spannung an die Kohleelektroden gelegt, sodass zwischen ihnen ein Lichtbogen entsteht. Dieser setzt eine große Wärmeenergie frei. Durch diese hohen Temperaturen verbrennt der im Eisen enthaltene Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid. Allerdings benötigt man für diesen Prozess zusätzlich Sauerstoff. Daher füllt man zum Roheisen auch noch Eisenschrott in die Wanne. In diesem Eisenschrott befindet sich Eisenoxid, das den benötigten Sauerstoff liefert.

Dieses Verfahren ist energetisch günstiger als das Sauerstoffblasverfahren, allerdings auch kostenintensiver. Daher wird es nur zur Herstellung von Qualitäts- und Edelstählen benutzt.



Aufgaben

1. Erkläre, warum man Eisen noch weiter zu Stahl verarbeiten muss.
2. Vergleiche beide Verfahren miteinander. Nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede.
3. Beim Elektrostahlverfahren wird Metall recycelt. Wie meint man das? Erkläre.

M 9

Vom Erz zum Eisen – der Hochofen

