

Vom Eisenerz zum Stahl


Von Patrick Chudalla
und Thomas Stahl

Inhalt

Vom

Eisenerz

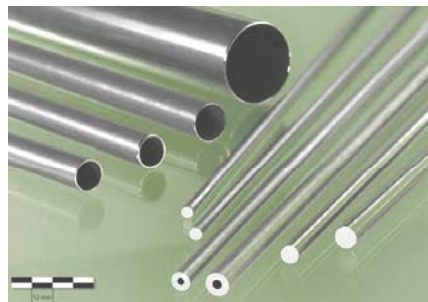


- Fe ... 
- Vorkommen
- Geschichte



zum

Stahl



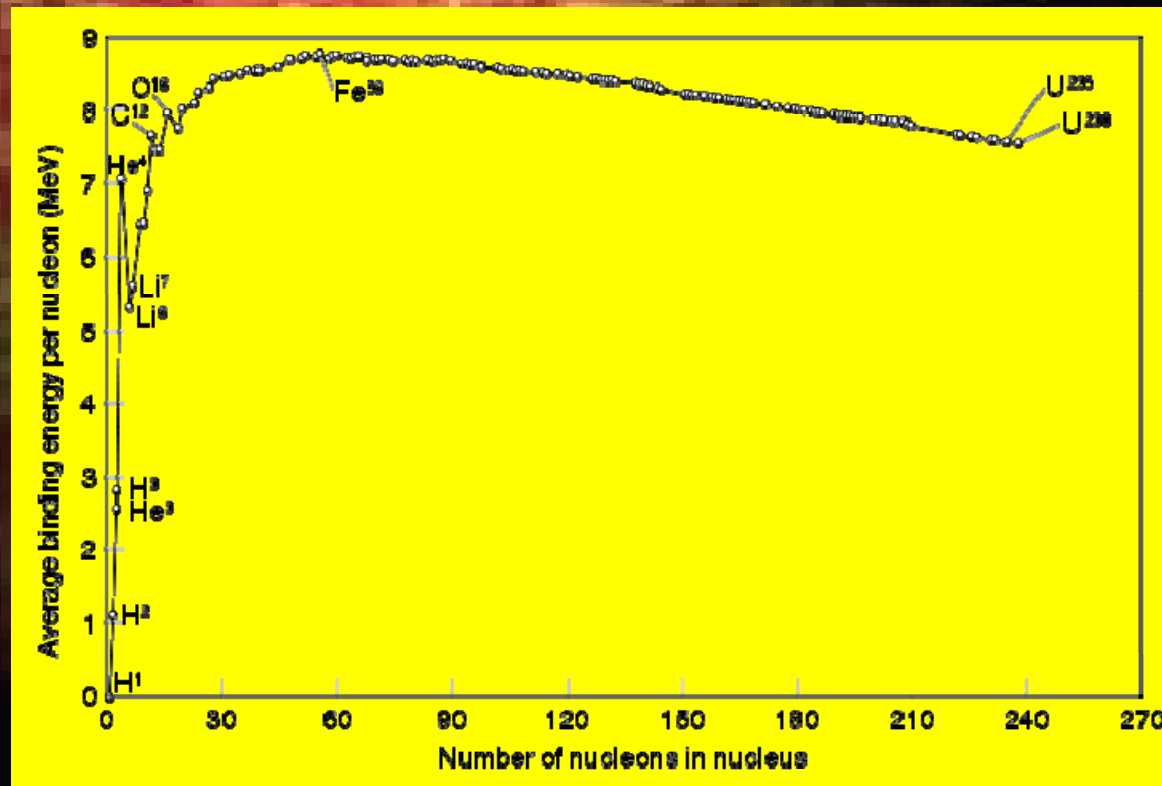
- Herstellung Roheisen
- Stahlherstellung
- Eigenschaften,
Verwendung



Chargieren von Flüssigstahl in einem Elektroofen in Edelstahlwerk Shanghai Baosteel No. 1 Source: SMS group
Charging of liquid steel into an electric arc furnace at the stainless steel meltshop of Shanghai Baosteel No. 1

Der letzte Funke aller thermonuklearen Brennvorgänge

Sterne
>10
Sonnen-
massen



Supernovae

Fe Nukleosynthese :

Erste stellare Kernfusion: $H \rightarrow He$

Heliumbrennen: $He \rightarrow C, O, Si$

Kohlenstoffbrennen ($6 \cdot 10^8$ K): $\rightarrow Mg, Na, Ne, O$

Neonbrennen: \rightarrow bis Fe

$T > 1,2 \cdot 10^9$ K

Neutronen treffen auf leichte Elemente

Siliziumbrennen: \rightarrow bis Fe

Radioaktive Radikale

$T > 1,5 \cdot 10^9$ K

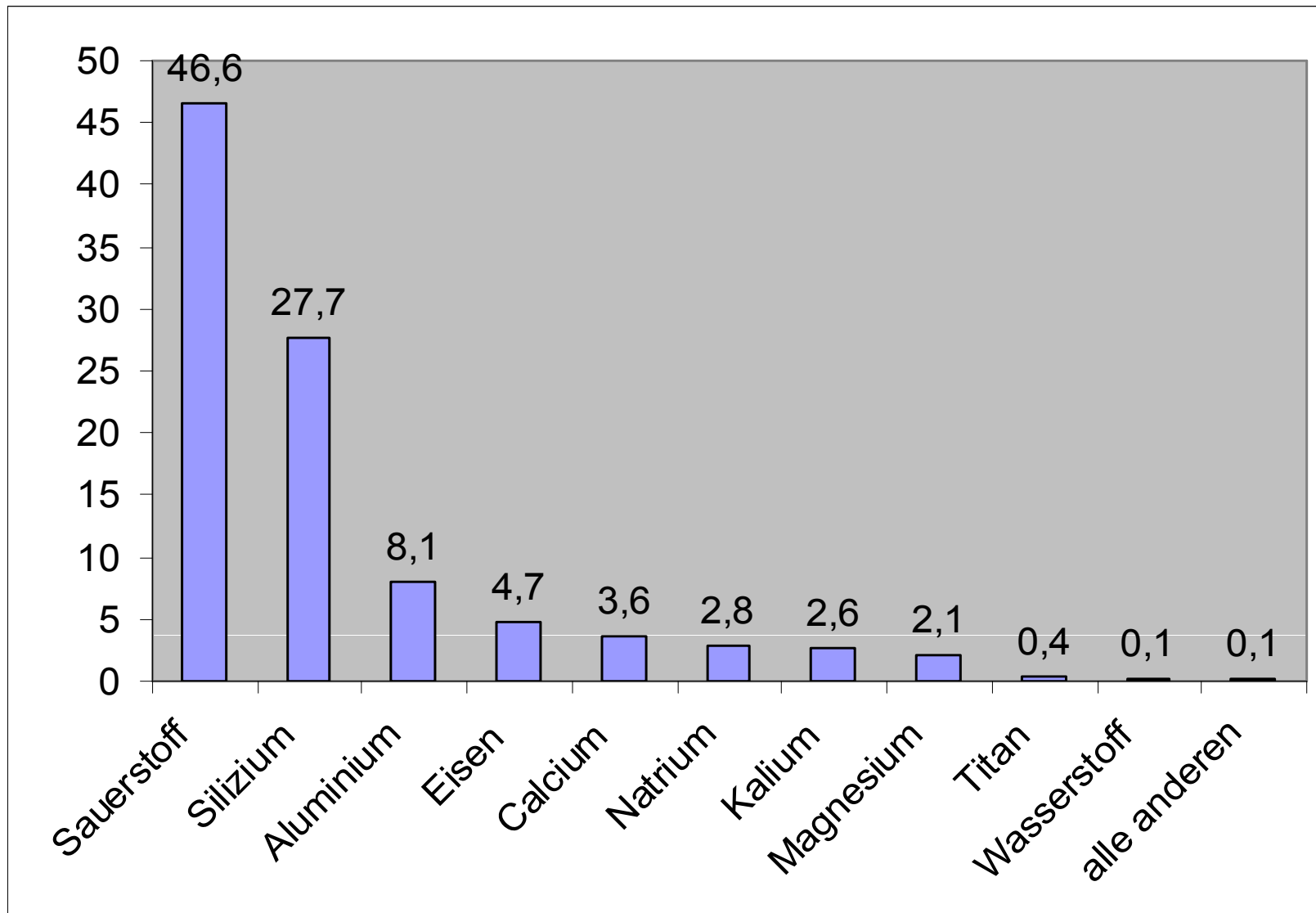
Beta zerfall

= Schweres Element

Supernova

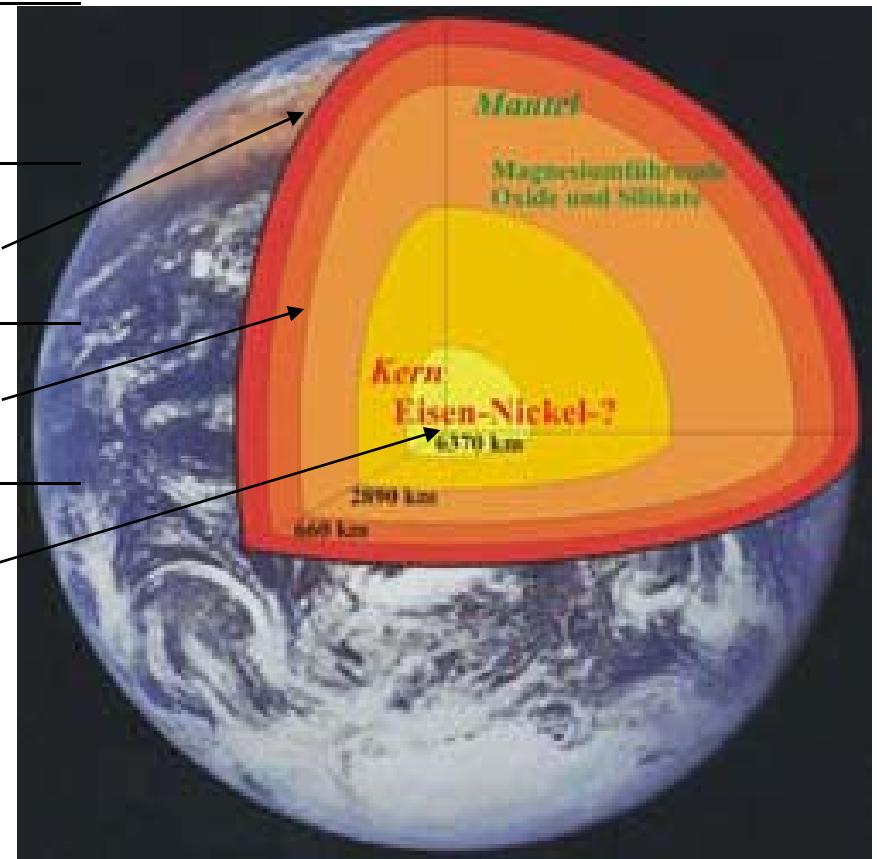
$Ni \rightarrow (-2n; +2p) \rightarrow Fe$

Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste



Eisen

	Masse (kg)	Fe-anteil (%)	Eisenante il (kg)
Ges. Erde	$5,974 \times 10^{24}$	28,18%	$16,8 \times 10^{23}$
E.Kruste	$0,014 \times 10^{24}$	4,70%	$0,66 \times 10^{23}$
E.Mantel	$4,08 \times 10^{24}$	5,80%	$2,37 \times 10^{23}$
E.Kern	$1,88 \times 10^{24}$	79,40%	$14,9 \times 10^{23}$





Wichtige Eisenerze und Mineralien

- Acanthite: Ag_2S
- Barite: BaSO_4
- Bauxite: Al_2O_3
- Beryl: $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$
- **Bornite**: Cu_5FeS_4
- Cassiterite: SnO_2
- Chalcocite: Cu_2S
- **Chalcopyrite**: CuFeS_2
- **Chromite**: $(\text{Fe, Mg})\text{Cr}_2\text{O}_4$
- Cinnabar: HgS
- **Siderit**: (FeCO_3)
- Galena: PbS
- **Hematite**: Fe_2O_3
- **Ilmenite**: FeTiO_3
- **Magnetite**: Fe_3O_4
- Molybdenite: MoS_2
- **Pentlandite**: $(\text{Fe, Ni})_9\text{S}_8$
- Pyrolusite: MnO_2
- Scheelite: CaWO_4
- Sphalerite: ZnS
- Uraninite (pitchblende): UO_2
- **Wolframite**: $(\text{Fe, Mn})\text{WO}_4$



Inhalt

Vom

Eisenerz



-Fe



-Vorkommen

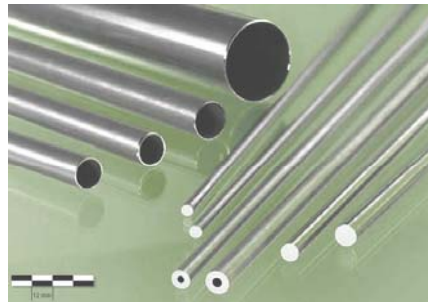


-Geschichte



zum

Stahl



-Herstellung Roheisen

-Stahlherstellung

-Eigenschaften,

Verwendung



Chargieren von Flüssigstahl in einem Elektroofen in Edelstahlwerk Shanghai Baosteel No. 1 Source: SMS group
Charging of liquid steel into an electric arc furnace at the stainless steel melthop of Shanghai Baosteel No. 1

Eisenerz

Wichtigste Mineralienarten:



Magnetit, Magneteisen,...(Fe_3O_4)

~ 45-70% Eisen

Vorkommen: Schweden, Norwegen, Ural, Nordafrika, USA

Hämatit, Roteisenstein, (Fe_2O_3)

~40-65% Eisen

Vorkommen: Nordamerika, Spanien, Deutschland



Eisenerz



Wichtigste Mineralienarten:

Siderit, Eisenspat,...(FeCO_3)

Vorkommen: Böhmen, Portugal, Spanien, England, Kanada, Deutschland

Brauneisenstein $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (~1,5)

Verbreitetes Eisenerz, enthält bis zu **60%** Eisen

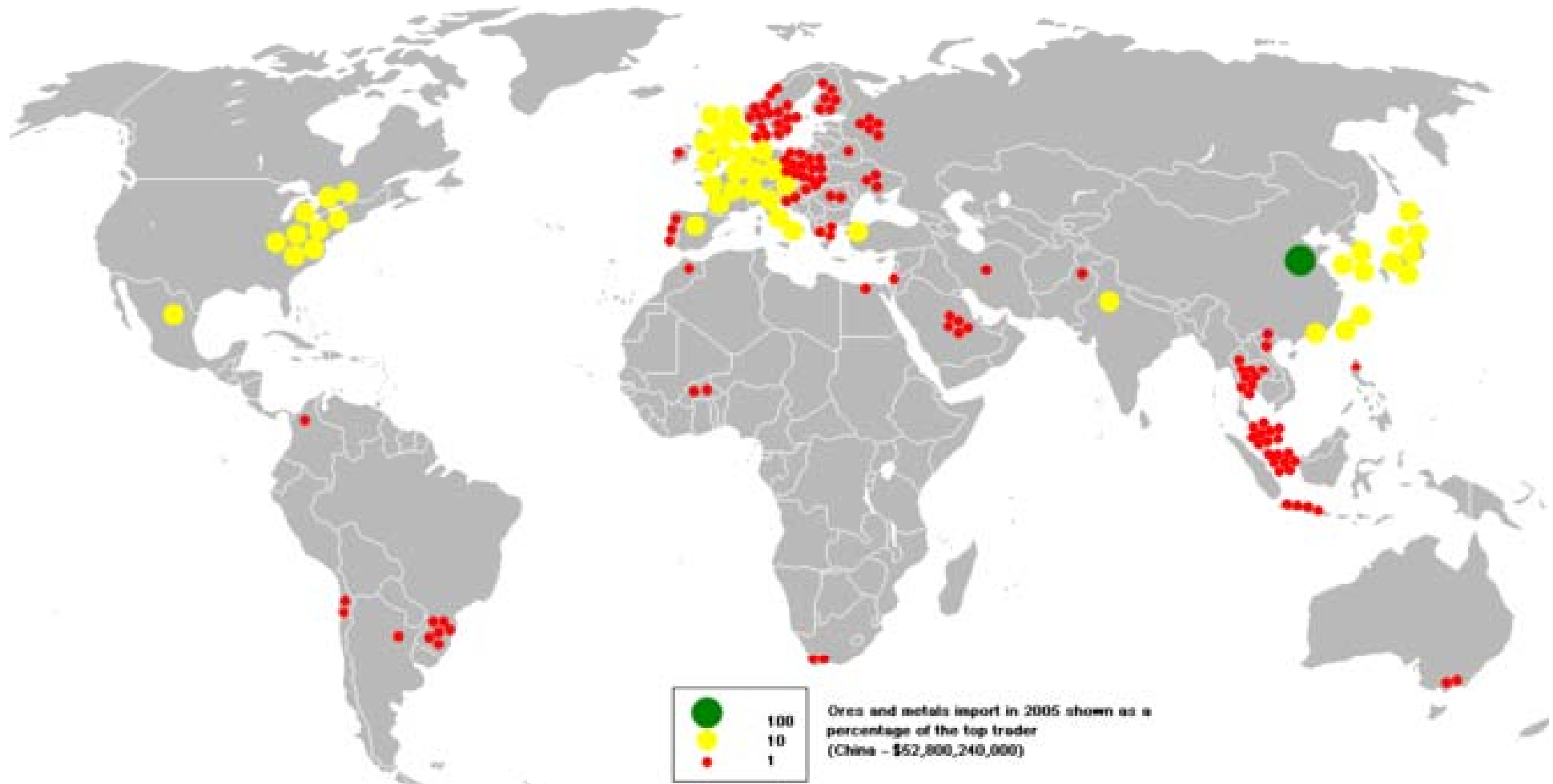
Wichtige Lager: in Lothringen, Gegend von Metz und Diedenhofen



Fördermengen

Rang	Land	Fördermengen (in Mio. t)	Rang	Land	Fördermengen (in Mio. t)
1	Brasilien	196,3 x(fe)max: 68%	11	Venezuela	19
2	Australien	181,2	12	Kasachstan	14,1
3	China	109,4	13	Mexiko	11,5
4	Russische Föd.	82,5	14	Mauretanien	10,3
5	Indien	79,1	15	Iran	9
6	Ukraine	54,7	16	Chile	8
7	USA	46,2	17	Türkei	5,8
8	Südafrika	34,3	18	Peru	4,8
9	Kanada	30,1	19	Ägypten	2,5
10	Schweden	19,5	20	Neuseeland	1,6

Welt Eisenerzförderung



~53milliarden \$ = 100% Eisenerz u.a. Metalle importiert in 2005 = ● ;10% = ● ;1% ●

Inhalt

Vom

Eisenerz



-Fe



-Vorkommen

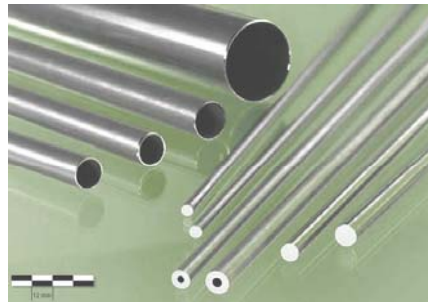


-Geschichte



zum

Stahl



-Herstellung Roheisen

-Stahlherstellung

-Eigenschaften,

Verwendung



Chargieren von Flüssigstahl in einem Elektroofen in Edelstahlwerk Shanghai Baosteel No. 1 Source: SMS group
Charging of liquid steel into an electric arc furnace at the stainless steel meltshop of Shanghai Baosteel No. 1

Meteoreisen (Fe/Ni)

$T_{\text{schm}} = 1300\text{--}1500^\circ\text{C}$; 80–95 % Eisen



**Mesopotamien 3100
v. Chr.**

→ Dolch

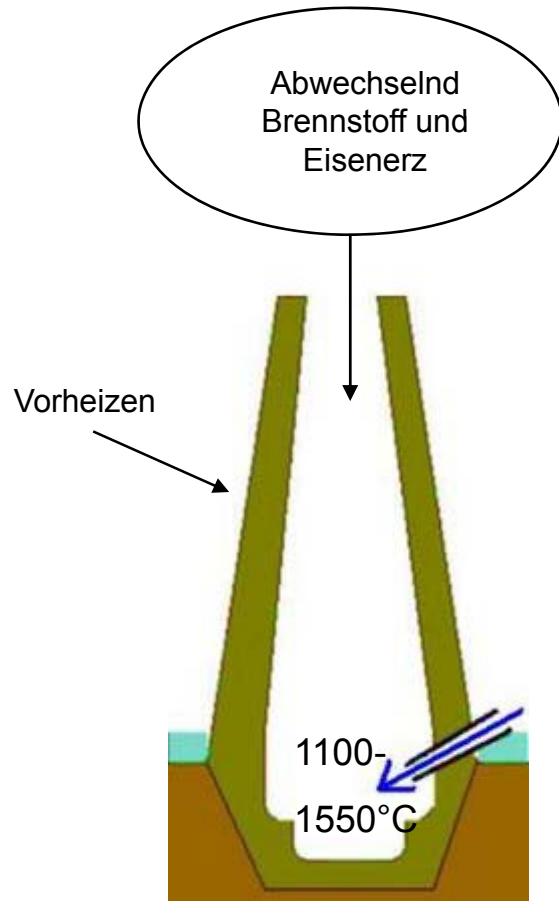


Ägypten 2280 v. Chr.



**südlich des
Kaukasus 1500 v.
Chr.**

Entwicklung



1400 v.Chr ersten Rennöfen im Nahen Osten.

800 v.Chr: Kelten - ersten großen Eisenerzvorkommen (Oberösterreich)

500 v.Chr. La Tène Öfen

- Schlacke durchsetzte Luppe
- Raffinierstahl → Schmieden zu Schwertern...



Entwicklung

12. Jhdt. oberirdisch Öfen (Hochöfen)

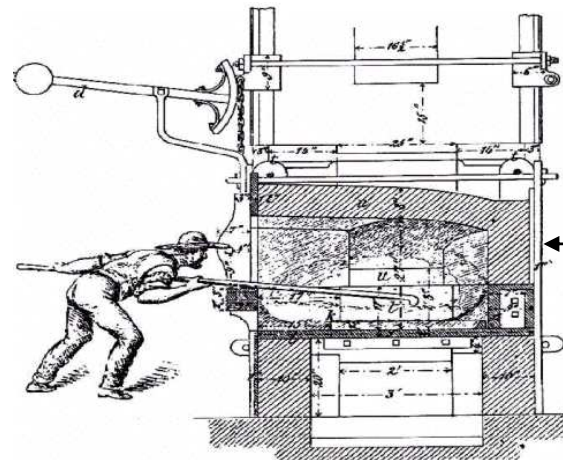


14. Jhdt.

Flüssiges Eisen



15. Jhdt. .Tagbau oder primitiven Bergbau



1784

Puddel-Verfahren

Trennung der
Feuerstelle vom
Eisenerz

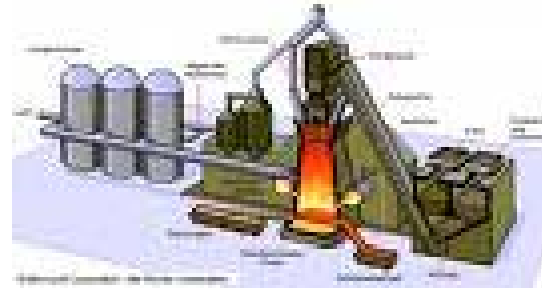


1889 Eiffelturm (7.300 t Stahl)

Entwicklung

17. Jhdt. 8t Holzkohle, 2t Roheisen

Heute: 0,5t Koksrohle 10.000t Roheisen.

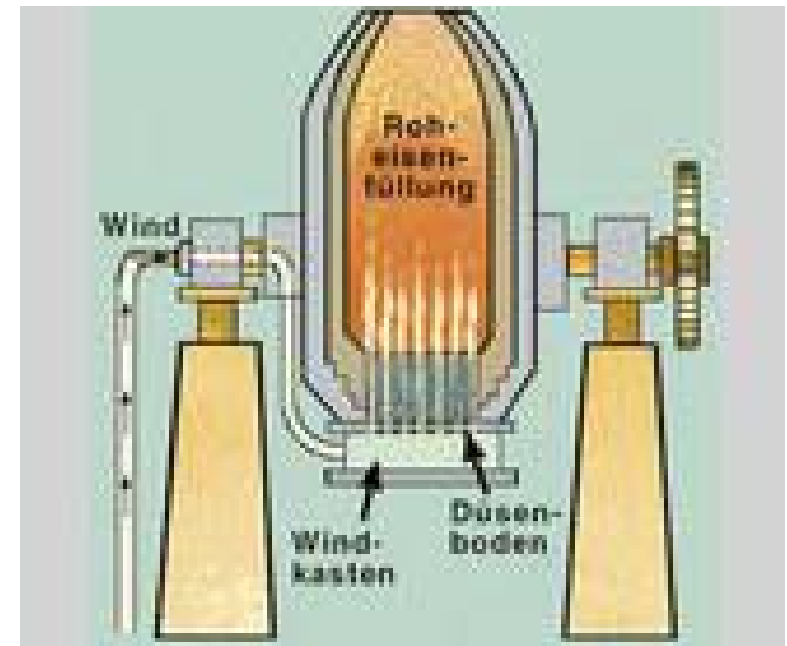


1842 Gussstahl:
Roheisen+ Schrott (O_2)

1855 Bessemer-

1887 Thomasverfahren, DSN-Verfahren
Bodendüsen

OBM-Verfahren
(Oxygen-Bottom-
Maxhütte)



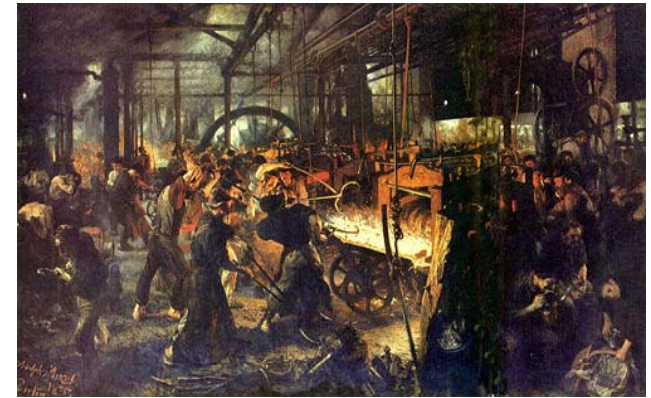
Entwicklung

1864 Siemens-Martin-Verfahren

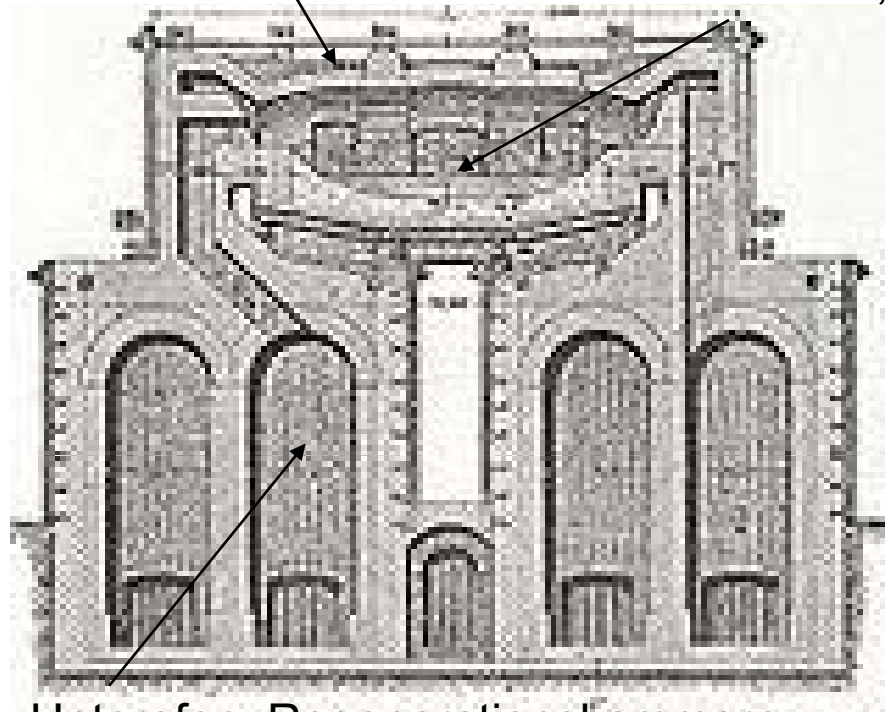
Öl- oder gasbetriebenen Brennern

O-Überschuss

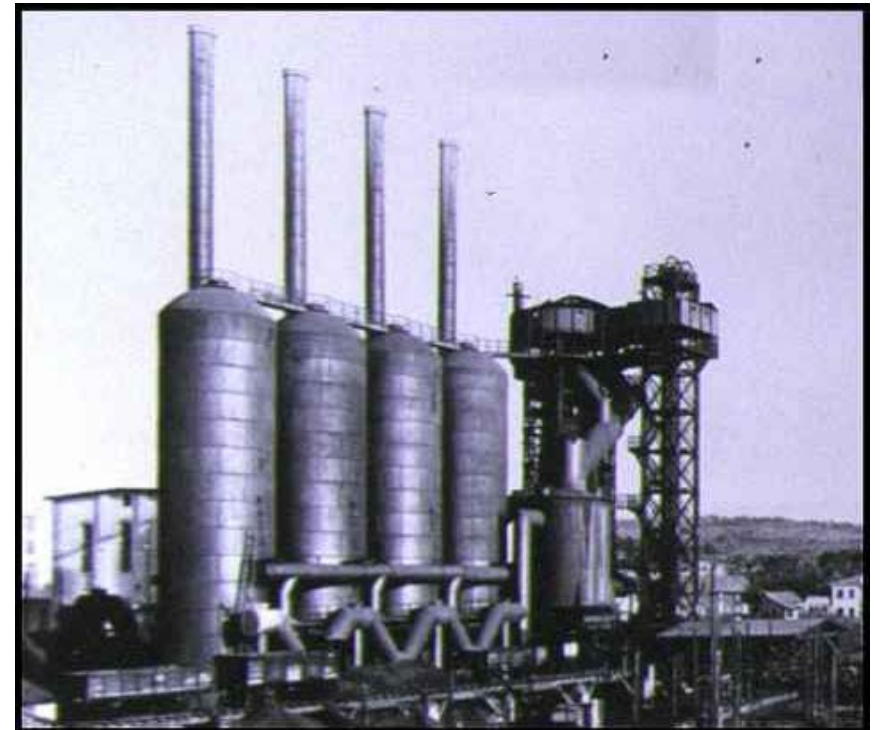
Oberofen, Schmelzraum:
Roheisen, Schrott



Friedrich
Siemens um
1885



Unterofen, Regenerationskammern
Gasvorwärmung



Entwicklung



Produktion in Deutschland

Stahlproduktions- verfahren	Produktion in %				
	1952	1958	1968	1972	1978
Thomas-Verfahren	55,0	38,4	28,3	18,1	1,0
LD-Verfahren	0,7	1,2	32,7	51,9	72,8
Siemens-Martin-Verfahren	36,4	51,2	26,0	17,7	5,8
Elektrostahl-Verfahren	7,9	9,2	13,1	12,3	20,3

Zeitalter der Industrialisierung

Je leichter Stahl herzustellen war, desto mehr stieg die Nachfrage

Historisches



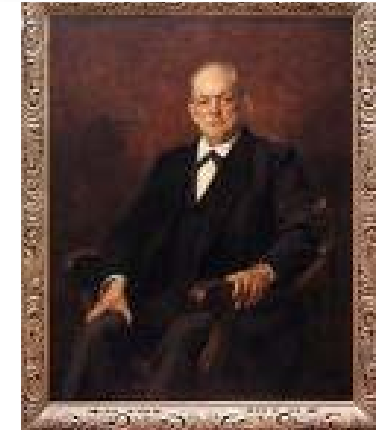
Die Stahlbarone



19. Jhd.
Friedrich Krupp

Essen eine der ersten
Gussstahlfabriken in Dtschl.
(Vorher: England)

1870 August Thyssen
Mülheim an der Ruhr



-Meilenstein: bruchssichere,
nahtlose Räder für Eisenbahnen

-1912 rostsicherer Stahl Cr/Ni.

-Krupp Vertrauen des Kaiserhauses
→Kriegsmaterial + hohe Exporteinnahmen

1. Weltkrieg =industriell geführten Krieg:

Schwerindustrie interessiert an:
Lothringen, Belgien, Polen,
baltischen Staaten, Afrika

Trotz Niederlage 1. Weltkrieg

→Deutschland 1929 mit Abstand der 2. größter Stahlproduzent der Welt
(nach USA)



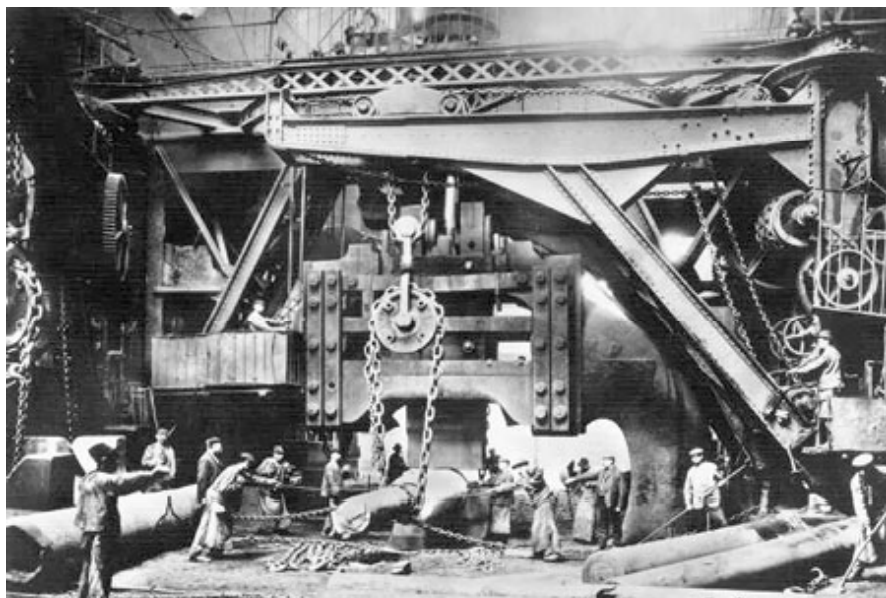
Gustav Krupp von Bohlen und Halbach
anfangs distanziert zu Nazis

Historisches

Die Stahlbarone



Fritz Thyssen tritt 1931 in NSDAP
unterstützt Hitlers politisches Programm



Der Schmiedehammer "Fritz" v. Krupp

Dennoch Krupp,
"Waffenschmiede des Reiches"

Fritz Thyssen
wandert 1939
aus Deutschland
aus



Historisches



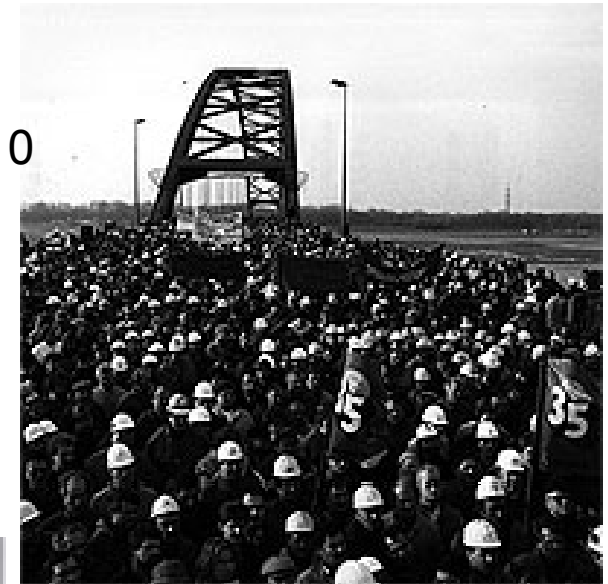
Ende 2. Weltkrieg Stahlindustrie am Boden.

50er Jahre

→ Symbol des wirtschaftlichen Wiederaufbaus Dtschl.

1973

Weltwirtschaftskrise:
Wachstum Stahlprod. = 0
hält an bis heute



Zukunft der deutschen Stahlindustrie:



großen Unternehmen fusionieren,

entstehen viele kleinere "Mini-Mills",
hochwertige Spezialstähle produzieren



© Klangspiel.ch

„Gedächtnisstahl“

Inhalt

Vom

Eisenerz



-Fe



-Vorkommen

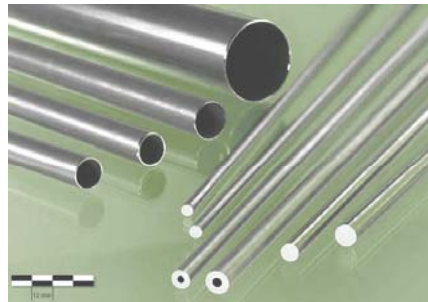


-Geschichte



zum

Stahl



-Herstellung Roheisen



-Stahlherstellung

-Eigenschaften,

Verwendung



Chargieren von Flüssigstahl in einem Elektroofen in Edelstahlwerk Shanghai Baosteel No. 1 Source: SMS group
Charging of liquid steel into an electric arc furnace at the stainless steel meltshop of Shanghai Baosteel No. 1

Überblick von Eisenerz zum Roheisen



Eisenerzabbau

- Übertage



sehr große dimensionierte Maschinen, z. B. Bagger, Lkw, Schaufelradbagger

- Untertage



Abbau durch große dimensionierte Bohrer

Erzvorbehandlung



In Natur **Stückerz** und **Feinerz**

- Stückerz sofort in Hochofen
- Grobes Feinerz gesintert
- Feines Feinerz zu Pellets

Feinerzverarbeitung: Mischen, Sintern, Klassieren



Mischen:

- Bestandteile: Feinerz, Brennstoffe, Zuschläge
- Zuschläge richten sich nach Verunreinigungen, meistens Kalkstein oder Silikate, bilden leicht schmelzende Schlacke
- Gemenge aus Erze und Zuschläge : Möller

Erzvorbehandlung



Sintern:

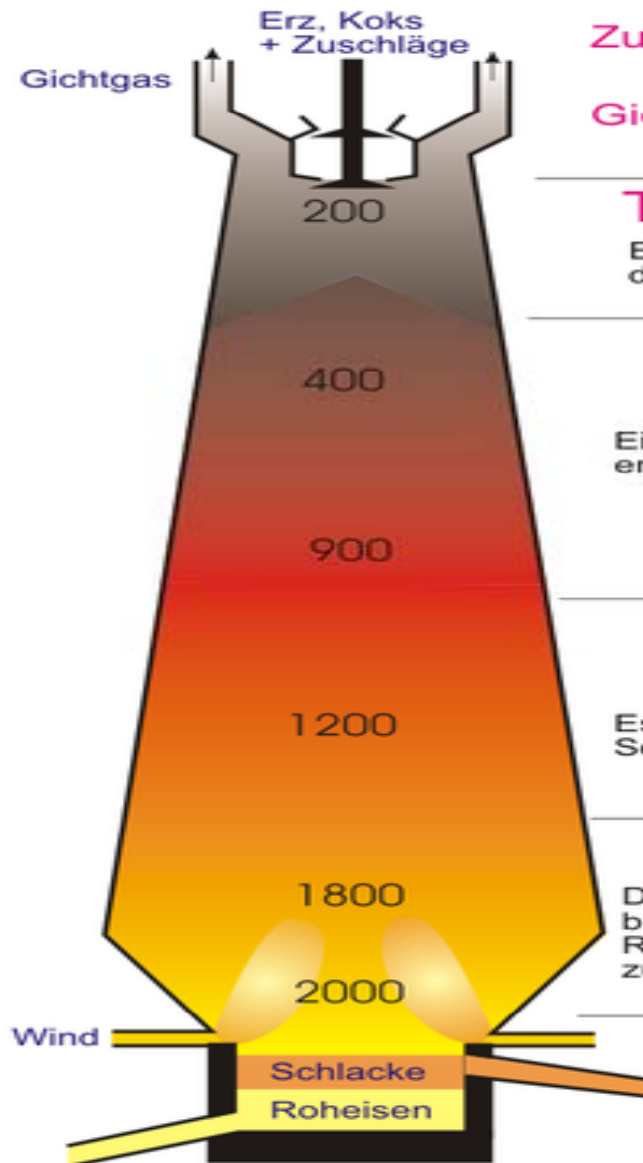
- Möller in unterschiedlich große Stücke zusammen gebacken
- Vorgang auf Sinterband (durchlässiges Ofenrost)
- Ein Zündbrenner von oben und durch gesaugte Luft von unten bewirken das Zusammenbacken

Klassieren:

- Verarbeitung zu gleich großen Stücken
- kleinere Sinterkörner werden heraus gesiebt und wieder zu der Rohmischung hinzugegeben
- Sehr grober Sinter wird in Brechern zerkleinert und nochmals ab gesiebt.



Hochofenprozess



Zuschläge

Die Zuschläge (z.B. Kalkstein) werden hinzugemischt, damit die sog. Gangart schmilzt und als Schlacke abgetrennt wird.

Gichtgas

Das Gichtgas besteht aus 60% Stickstoff, 20% CO (giftig!) sowie Wasserstoff und Methan. Wird zum Aufheizen der Luft verwendet.

Trocken- und Vorwärmzone

Eisenerz, Koks und Zuschlag werden vom durchströmenden Gas getrocknet und vorgewärmt.

Reduktionszone

Eisenoxid wird durch CO und C reduziert. Das dabei entstehende Eisen ist noch fest.



Kohlungszone

Es bildet sich ein Eisen-Kohlenstoffgemisch, dessen Schmelzpunkt bei etwa 1100 - 1200 Grad C liegt.

Schmelzzone

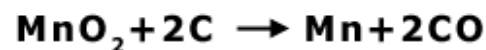
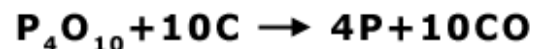
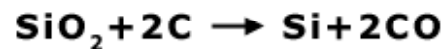
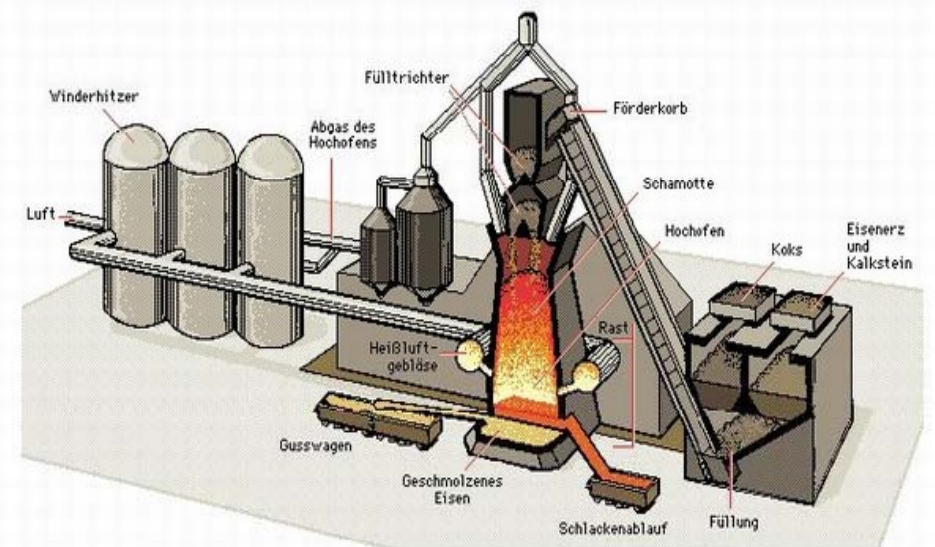
Der Koks verbrennt an der eingeblasenen Luft und bringt das Eisen-Kohlenstoffgemisch zum Schmelzen. Restliche Eisenverbindungen werden von CO und C zu Eisen reduziert.

Roheisen

Roheisen enthält etwa 3-4% Kohlenstoff. Es ist deshalb spröde und nicht schmiedbar.

Hochhofenprozess

- 1. $C + O_2 \rightarrow CO_2$
Verbrennung von Koks
- 2. $CO_2 + C \rightarrow 2 CO$
heiße Temperaturen (1600° bis 1700°C),
CO₂ reagiert mit dem restlichen Koks
- 3. $CO + 3 Fe_2O_3 \rightarrow 2 Fe_3O_4 + CO_2$
 $CO + Fe_3O_4 \rightarrow 3FeO + CO_2$
 $CO + FeO \rightarrow Fe + CO_2$
Das CO gelangt in die darüber liegende Erzschiicht ,reduziert das Eisenoxid zu Eisen (Eisenschwamm) und zu CO₂ (indirekte Reduktion). Bei Kontakt mit C sofort wieder in CO (direkte Reduktion).
- 4. $2 CO \rightarrow CO_2 + C$
Beim Aufsteigen wieder zu CO₂ und C, weil die Temperaturen im oberen Teil sinken
- 5. Kohlenstoff in Form von Staub legiert das Eisen, Schmelzpunkt von 1535 °C (reines Eisen) auf ca. 1150-1300 °C (je nach C-Anteil). Eisenschwamm schmilzt zu flüssiges Roheisen



Produkte und Nebenprodukte

Roheisen

Beimengung	Prozent
Kohlenstoff C	4,0 bis 4,8
Silicium Si	0,3 bis 0,5
Mangan Mn	0,3 bis 0,5
Phosphor P	0 bis 0,1
Schwefel S	0 bis 0,05

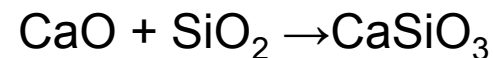
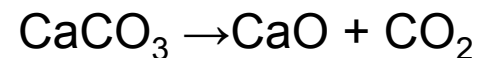


Störende Begleitelemente wie P, S, Si und O₂ müssen auf niedrige Restgehalte gebracht werden für Stahl

Schlacke



- Gemisch verschiedener Silikate
- nimmt erdige Beimengungen auf
- stückige Form oder granuliert zu Hüttensand
- Verwendung: Zement, Straßenbau, Glasindustrie



Gichtgas

Entweichendes Gichtgas: 55% N₂, 30% CO, 15% CO₂ (hoher Brennwert; liefert Energie für Hochofenprozess)

Inhalt

Vom

Eisenerz



-Fe



-Vorkommen

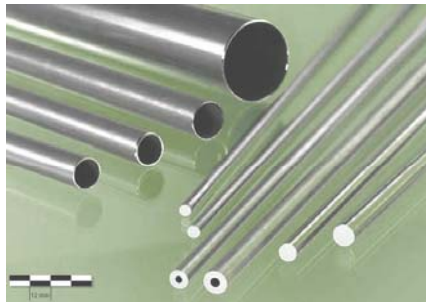


-Geschichte



zum

Stahl



-Herstellung Roheisen



-Stahlherstellung



-Eigenschaften,

Verwendung



Chargieren von Flüssigstahl in einem Elektroofen in Edelstahlwerk Shanghai Baosteel No. 1 Source: SMS group
Charging of liquid steel into an electric arc furnace at the stainless steel meltshop of Shanghai Baosteel No. 1

Der Konverter

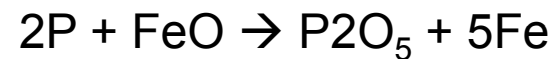
Gewinnung von Stahl aus Roheisen



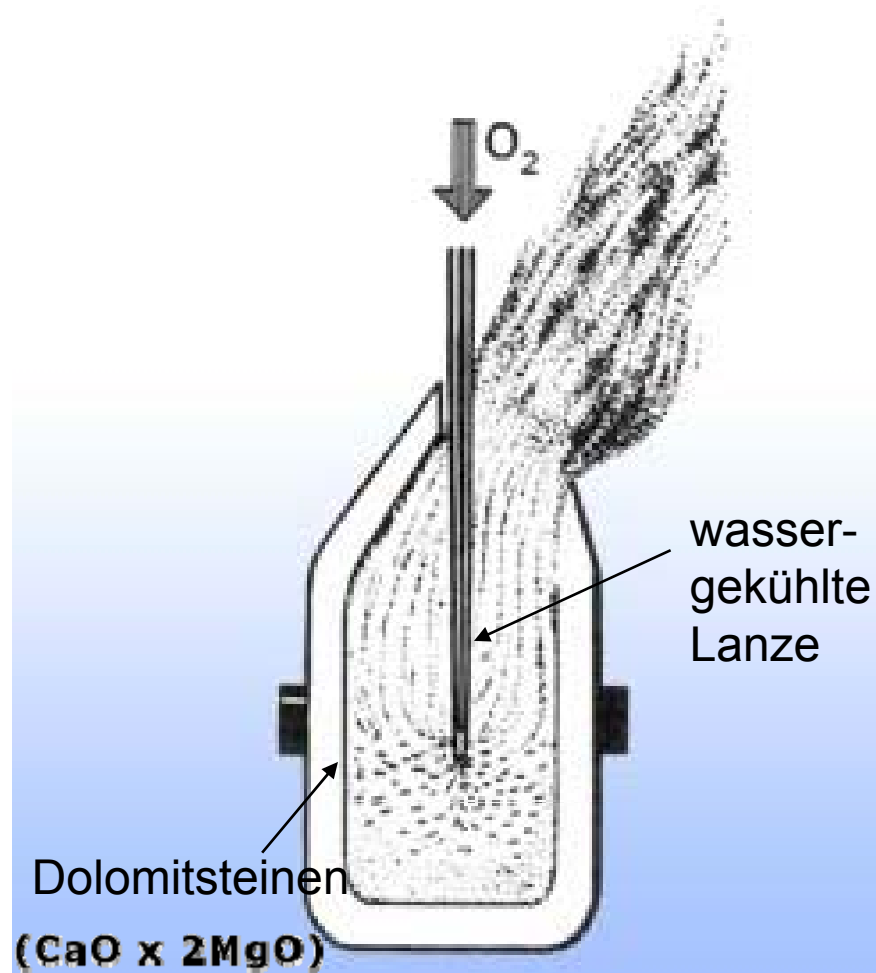
- aus feuerfesten Steinen, kipparer, birnenförmiger Stahlbehälter
- Befüllen (Chargieren) mit flüssigem Roheisen und festem Schrott "Sauerstofffrischen" erfolgt über eine wassergekühlte Lanze.
- Nach Beendigung des Frisch- oder auch Blasvorgangs wird der Konverter über ein Abstichloch entleert.
- Senkung des C-Gehaltes bis 0.02 möglich und Entfernung von Begleitstoffen

Sauerstofffrischen

=Frischen: C, P, Si, Mn... entfernen



→ Verschlackung mit CaO oder
entweichen als CO_2 und CO



Weitere Reaktionen

Nachbehandlung/Sekundärmetallurgie

- Der Kohlenstoff reagiert mit dem im flüssigen Eisen gelösten Sauerstoff: $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

- gelöster Sauerstoff verursacht bei Erstarrung des Stahls schädliche oxydische Einflüsse
 - flüssiger Stahl muss desoxidiert werden
 - wirksamstes Desoxidationsmittel: Aluminium
$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$



Entschwefelung :

- durch Ca oder Mg: gelöster Schwefel wird in Sulfide Überführt

Entgasung:

- CO und H₂ werden unter verminderten Druck entfernt
- Alle Vorgänge sind exotherm und beheizen die Schmelze

Entnahme und Verarbeitung

- Weißglühende Schmelze in Formen
→ bis Rotglut abkühlen
- Rotglut ins Walzwerk
→ Stahlträger
→ Bleche
→ Schienen
→



- Schlacke
→ wertvoll als Düngemittel, enthält Phosphor

Aktuelle Verfahren

Sauerstoffaufblass-Verfahren

- Auch **Linz-Donawitz-Verfahren** (LD-Verfahren)
- 1952 bei der Voest-Alpine Stahl AG erfunden
- Weltweit wird heute ca. 60% der Stahlproduktion mit dem LD-Verfahren betrieben

Verfahren:

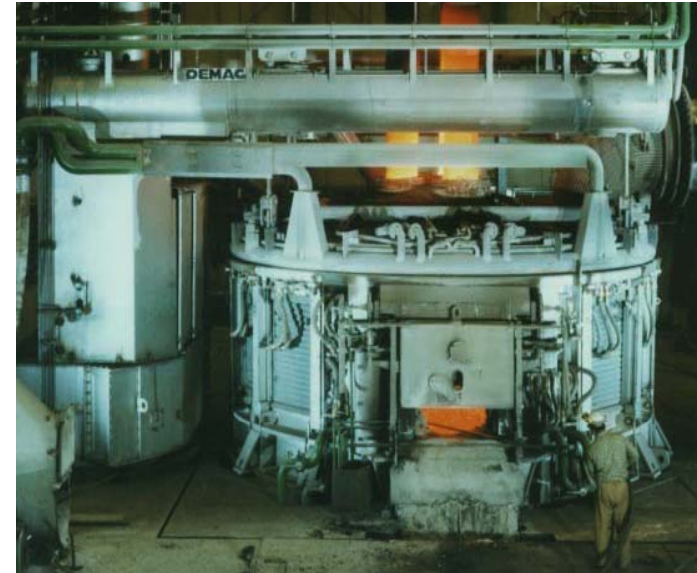
- Im LD-Konverter wird reiner O_2 auf die Schmelze geblasen.
- Reaktion äußerst heftig, viel Wärmeenergie wird frei, keine zusätzliche Energie
- entstehende CO_2 wirbelt die Schmelze auf, neues Material an die Oberfläche.
- Argon-Gas um die Durchmischung zu optimieren
- Konverter können bis zu 400 Tonnen fassen
- C-Gehalt sinkt auf 0,02-1,1%



Aktuelle Verfahren

Elektrostahl-Verfahren

- Energie durch elektrischen Strom
- Lichtbogenofen mit Temperaturen bis 3500 °C
- Einschmelzen und Frischen von Roheisen
- Nutzung Stahlschrott, energetisch günstig und hochwertiger Stahl
- Immer größere Bedeutung in BRD 31%



Corex-Verfahren

- zweistufiges Schmelzreduktionsverfahren mit nicht verkokter Kohle und Eisenerzen
- Kohlevergasung und Direktreduktion erzeugen flüssiges Eisen
- Erze zu Eisenschwamm reduziert, 2.Schritt Endreduktion das Aufschmelzen zu Roheisen
- Verbrennung von Kohle liefert Energie, große Mengen CO als Abgas, dass als Reduktionsgas genutzt wird
- In Asien mehr betrieben

Inhalt

Vom

Eisenerz



-Fe



-Vorkommen

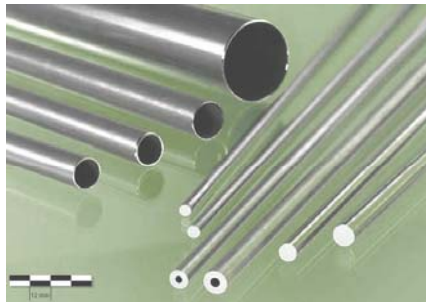


-Geschichte



zum

Stahl



-Herstellung Roheisen



-Stahlherstellung



-Eigenschaften,

Verwendung



Chargieren von Flüssigstahl in einem Elektroofen in Edelstahlwerk Shanghai Baosteel No. 1 Source: SMS group
Charging of liquid steel into an electric arc furnace at the stainless steel meltshop of Shanghai Baosteel No. 1

Eigenschaften $^{56}_{26}\text{Fe}$

d-Block Element

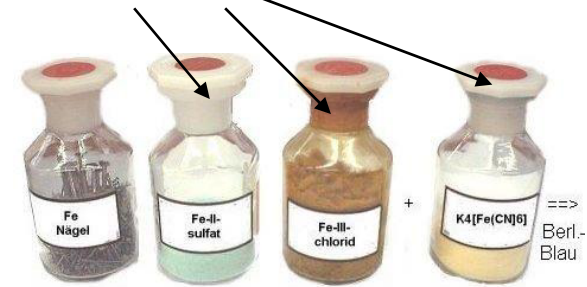
Übergangsmetall

4	25 Mn 76 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,93
5	43 Tc 5 [97,90]	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9
6	75 Re 34 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,2
7	107 Bh [264,1]	108 Hs [269,1]	109 Mt [268,1]

- [Ar] 3d⁶ 4s²

-EN 1,83 (Pauling)

-Oxidationsstufen: +II, +III, +IV, +VI



Metallisch glänzend
(gräulicher Farbton)

Isotope: $^{52-60}\text{Fe}$, Stabil:

- ^{54}Fe : 5,8 %
- ^{56}Fe : 91,72 %
- ^{57}Fe : 2,2 %
- ^{58}Fe : 0,28 %



Eigenschaften



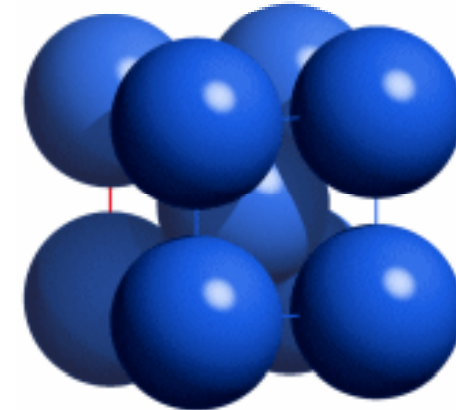
$\rho(\text{Fe}) = 7,87 \text{ g/cm}^3$

weiches,
dehnbares,
reaktionsfreudiges
Metall

$T_{\text{Schm}} = 1539 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_{\text{Siede}} = 3070 \text{ }^\circ\text{C}$

**kubisch
raumzentriert**



Modifikationen:

$T < 906 \text{ }^\circ\text{C}$ (alpha)-Eisen (ferromag.)

$906 \text{ }^\circ\text{C} < T < 1401 \text{ }^\circ\text{C}$ - (gamma)-Eisen (paramag.)

$1401 \text{ }^\circ\text{C} < T < 1539 \text{ }^\circ\text{C}$ - (delta)-Eisen (paramag.)

ferromagnetisch < Curiepunkt $766 \text{ }^\circ\text{C}$ < paramagnetisch.

Stahleigenschaften

Ferromagnetisch

Schmelzpunkt $\sim 1808 \text{ K} (1535^\circ\text{C})$

Siedepunkt $\sim 3023 \text{ K} (2750^\circ\text{C})$

Wärmeleitfähigkeit $80,2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Glaswolle $0,04 - 0,05$

Polystyrolämmstoff $0,035 - 0,050$

Wärmeausdehnungskoeffizient= $12 \cdot 10^{-6}/\text{K}$

Wärmekapazität $452 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

Elektrische Leitfähigkeit $9,93 \cdot 10^6$



Stahleigenschaften

meisten verwendeter metallischer Werkstoff

breiter Anwendungsbereich

durch Legieren

in Kombination mit

wärme- und thermomechanischer Behandlung

sehr weich und verformbar



z.B. Weißblech

sehr hart und spröde



z.B. martensitische
Stähle/Messerstahl

Stahleigenschaften

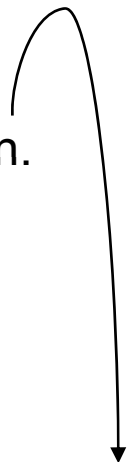
-wichtigste Legierungselement Kohlenstoff (Zementit, Fe_3C)
→ Einfluss auf die Stahleigenschaften und Phasenumwandlungen.

Im Allgemeinen wird Stahl mit höherem Kohlenstoffanteil fester, aber auch spröder

Legieren mit C →
verschiedene Phasen abhängig von $T_{\text{Umgeb.}}$, c und Abkühlzeit

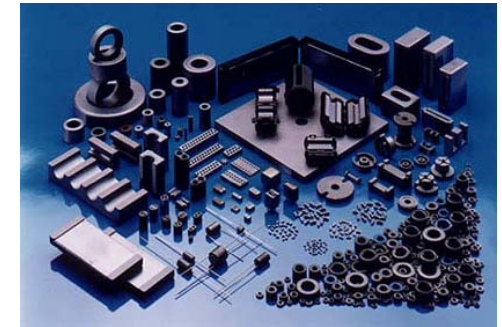
Die Phasenzusammensetzung von Stahl wird für den Gleichgewichtszustand mit dem Eisen-Kohlenstoff-Diagramm beschrieben.

Moderne Entwicklungen: gleichzeitig fest und duktil (verformbar)
(Leichtbau von Maschinen)

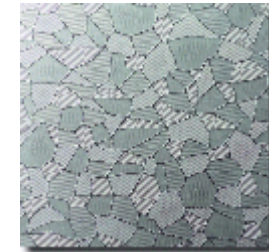


Löslichkeit C in Fe

Bezeichnung	Max. C-Gehalt	Metallograf. Bez.
Eisen fl.	4,3%	bei 1553 °C
δ -Mischkristall	0,10%	bei 1493°C δ -Ferrit
γ -Mischkristall	2,06%	bei 1147°C Austenit
α -Mischkristall	0,02%	bei 723°C Ferrit



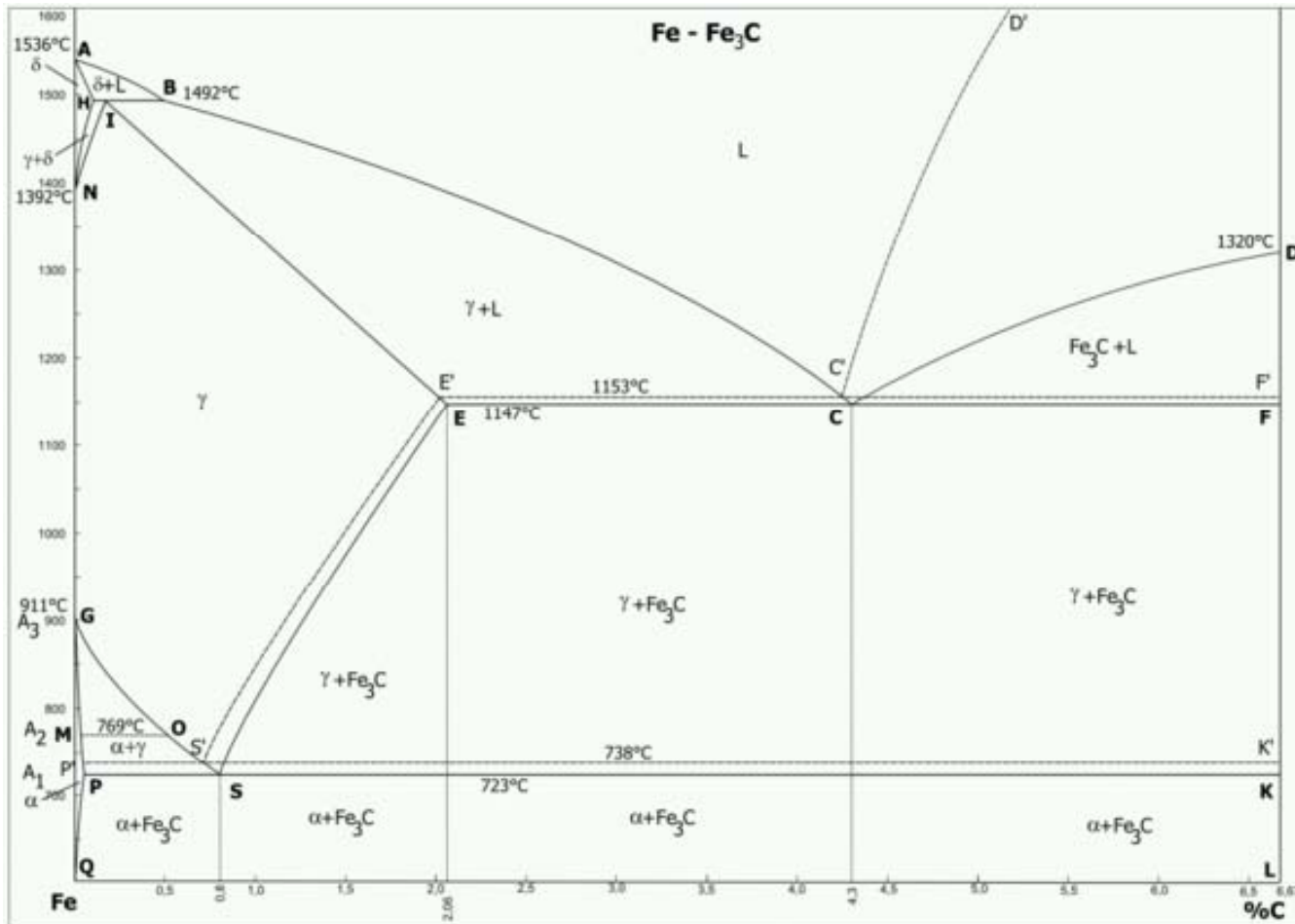
Ferrit Bauteile



Austenit



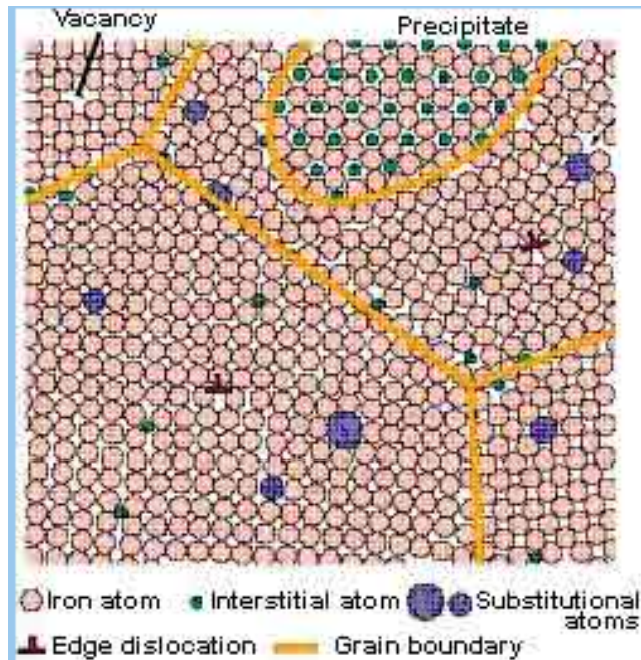
δ -Ferrit
99,97%
rein



Stahlgefüge

Stahl über einem längeren Zeitraum gekühlt,
 → kein nahezu reines Martensit

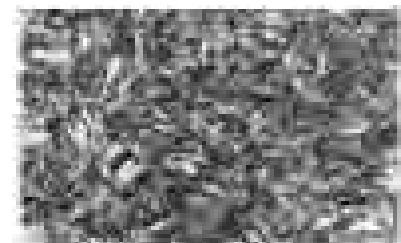
sondern Perlit, Bainit u.a. Kristalle



Austenite



Pearlite



Martensite



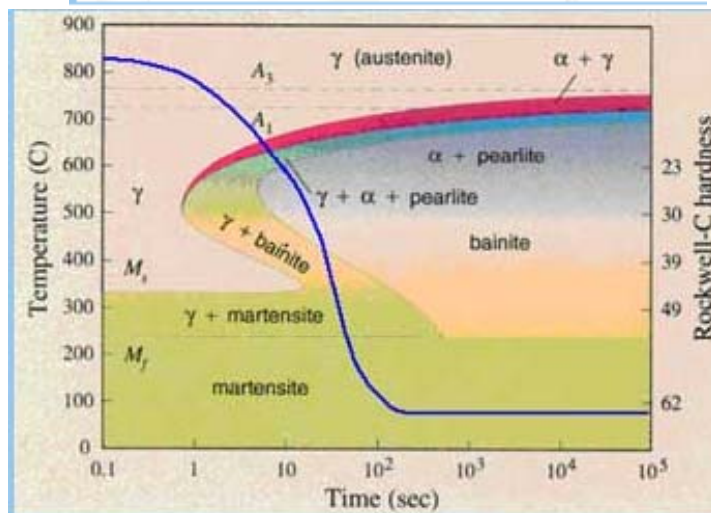
Bainite



Ferrite



Cementite



Stahl

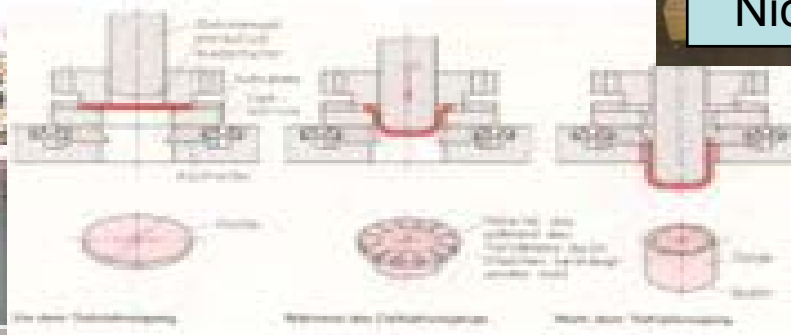
> 2500
genormte Stähle



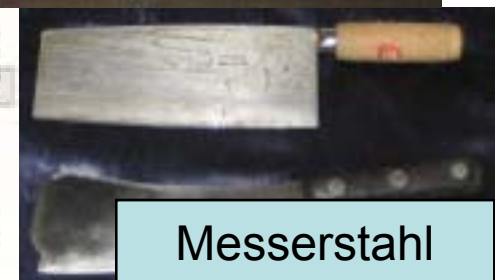
Bewehrungsstahl Automatenstahl Betonstahl Tiefziehstahl



Werkzeugstahl
Säurebeständiger Stahl



Nichtrostender Stahl



Messerstahl

Chemische Zusammensetzung (EN 10025)

[Übersicht](#)

Stahlsorte / Bezeichnung

Massenanteile in % max.

nach EN 10027 -1 und ECISS IC 10	nach EN 10027-2	Desoxidations- art	Stahl- art	C für Erzeugnis-Nennstärke in mm			Mn	Si	P	S	N
				<=16	>16 <=40	>40					
S 185	1.0035	freigestellt	BS	-	-	-	-	-	-	-	-
S 235 JR	1.0037	freigestellt	BS	0,17	0,20	-	1,40	-	0,045	0,045	0,009
S 235 JRG 1	1.0036	FU	BS	0,17	0,20	-	1,40	-	0,045	0,045	0,007
S 235 JRG 2	1.0038	FN	BS	0,17	0,17	0,20	1,40	-	0,045	0,045	0,009
S 235 JO	1.0114	FN	QS	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,040	0,040	0,009
S 235 J 2 G 3	1.0116	FF	QS	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,035	0,035	-
S 235 J 2 G 4	1.0117	FF	QS	0,17	0,17	0,17	1,40	-	0,035	0,035	-
S 275 JR	1.0044	FN	BS	0,21	0,21	0,22	1,50	-	0,045	0,045	0,009
S 275 JO	1.0143	FN	QS	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,040	0,040	0,009
S 275 J 2 G 3	1.0144	FF	QS	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,035	0,035	-
S 275 J 2 G 4	1.0145	FF	QS	0,18	0,18	0,18	1,50	-	0,035	0,035	-
S 355 JR	1.0045	FN	BS	0,24	0,24	0,24	1,60	0,55	0,045	0,045	0,009
S 355 JO	1.0553	FN	QS	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,040	0,040	0,009
S 355 J 2 G 3	1.0570	FF	QS	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	-
S 355 J 2 G 4	1.0577	FF	QS	0,20	0,20	0,22	1,60	0,55	0,035	0,035	-

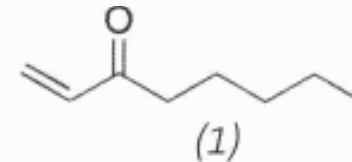
Beispiele Baustahl

Fe

Trotz ~5% Fe in .Kruste:
Stark ansteigende Stahl Preise

Warum riecht Eisen bei Berührung – oder sind wir es?

☞ Über den unangenehmen Geruch von Eisen nach Berührung haben wir uns alle schon gewundert. Untersuchungen von Glindemann zufolge ist an der Oberfläche vorhandenes Fe^{2+} der Katalysator zur Autoxidation von Fettsäuren der Haut, die zu muffig riechendem 1-Octen-3-on (1) sowie C^8 - C^{10} -Aldehyden als Hauptkomponenten



führt. Ein metallischer, knoblauchartiger Geruch, der auch ohne Berührung auftritt, ist auf die Hydrolyse von ungesättigten Kohlenstoff-Phosphor-Legierungsbestandteilen des Eisens zu CH_3PH_2 und $(\text{CH}_3)_2\text{PH}$ zurückzuführen [Angew. Chem. 2006, 118, 7163]. UJ

Quellen

<http://images.google.de/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/38/VysokaPec.jpg/...>

<http://www.retrobibliothek.de/retrobib/seite.html?id=104813>

http://www.route-industriekultur.de/geschi/lang/index.htm?stl_10.htm

http://de.wikibooks.org/wiki/Werkstoffkunde_Metall/_Eisen_und_Stahl/_Metallurgie

<http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/umat/eisen/eisen.html>

<http://www.dillinger.de/cdstahlherstellung/cd/screens/htmlscopt/b.html>

<http://www.periodensystem.info/elemente/eisen/>

<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:World-Iron-Map.png>