



## Eisen-Kohlenstoff Diagramm

Eisen tritt in mehreren Modifikationen auf.  $\alpha$ -Eisen besitzt eine kubisch raumzentrierte Struktur und ist bis zum Curiepunkt bei  $769^\circ\text{C}$  ferromagnetisch. Danach bezeichnet man es als  $\beta$ -Eisen, obwohl es noch im gleichen Kristalltyp wie das  $\alpha$ -Eisen vorliegt. Erhitzt man weiter, ändert sich die Kristallstruktur des Eisens. Die Umwandlungen geschehen durch Umklappen der Gitterstrukturen. Folgende Fe-Modifikationen treten auf:

$\alpha$ -Eisen	$\beta$ -Eisen	$\gamma$ -Eisen	$\delta$ -Eisen	Schmelze
$< 769^\circ\text{C}$	$> 769^\circ\text{C}$	$> 911^\circ\text{C}$	$> 1392^\circ\text{C}$	$> 1536^\circ\text{C}$
bcc	bcc	fcc	bcc	-
ferromagnetisch	unmagnetisch	unmagnetisch	unmagnetisch	unmagnetisch

Reines Eisen ist zäh und weich und würde den Anforderungen für belastbare Bau- und Werkstoffe nicht entsprechen. Gibt man zur flüssigen Eisenschmelze jedoch geringe Mengen Kohlenstoff in Form von Graphit hinzu (maximal 2,06% Kohlenstoff), wird das erkaltete Gemisch, man spricht jetzt von *Stahl*, hart und gleichzeitig biegsam. Gibt man noch mehr Kohlenstoff hinzu ( $> 2,06\%$ ), bezeichnet man dieses Eisengemisch als *Gusseisen*. Gusseisen ist zwar extrem hart, jedoch porös, unflexibel und lässt sich nicht mehr schweißen.

Das Eisen-Kohlenstoff Diagramm ist ein Zweiphasendiagramm (Fe/C). Es bildet die Grundlage für die Herstellung von belastbaren Stählen, also Eisenlegierungen, und gilt nur für eine sehr langsame Abkühlung der Schmelze.

Meist wird nur das für die Stahlindustrie relevante Teildiagramm bis zu einem Gehalt von 6,67% Massenprozent Kohlenstoff [ $\rightarrow$  stabiles System] bzw. 100% Zementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ , Eisencarbid) [ $\rightarrow$  metastabiles System] betrachtet, welcher rechts steht. Auf der linken Seite des Diagrammes steht Reineisen.

Beim Abkühlen der Eisenschmelze durchläuft das Gemisch nacheinander die Liquiduskurve, die Soliduskurve, die Eutektikale und schließlich die Eutektoide. Der Kohlenstoffgehalt der Schmelze beeinflusst die Bildung von unterschiedlichen Fe-C Mischkristallen mit unterschiedlichen Eigenschaften:

Bezeichnung	Bestehend aus	C - Gehalt	Eigenschaften
Ferrit	C-haltiges $\alpha$ -Eisen	< 0,02%	weich, zäh, korrodierend, ferromagnetisch
Martensit	abgeschreckter Austenit	< 0,2%	Hart, verformbar
Perlit	Ferrit und Zementit	< 0,83%	Hohe Festigkeit, federnde Geschmeidigkeit
Austenit	C-haltiges $\gamma$ -Eisen	< 2,06%	Zäh, hochwarmfest, korrosionsbeständig, <i>nicht</i> ferromagnetisch
Ledeburit	Zementit und Austenit bzw. Perlit	2,06 % - 6,67 %	Phasengemisch; zerfällt beim Abkühlen zu Perlit
Zementit	Fe <sub>3</sub> C	> 6,67%	hart, spröde, und nicht formbar

**Quellenangaben:**

[http://www.ulrich-rapp.de/stoff/werkstoff/EKD\\_Stahlecke\\_AB.pdf](http://www.ulrich-rapp.de/stoff/werkstoff/EKD_Stahlecke_AB.pdf)

[http://www.haw-hamburg.de/fileadmin/user\\_upload/IWS/PDF/Skript\\_teil09.pdf](http://www.haw-hamburg.de/fileadmin/user_upload/IWS/PDF/Skript_teil09.pdf)

Interaktives Lernprogramm zum FeC Diagramm von Peter Dressel, Universität Siegen 1999

**Fragen:**

- 1) Skizzieren Sie grob das metastabile (bezüglich Fe<sub>3</sub>C) Eisen-Kohlenstoff Diagramm und benennen Sie wichtige Punkte.
- 2) Was ist Ferrit, Austenit, Zementit und Martensit? Zählen Sie wichtige Eigenschaften dieser Stoffe auf.