

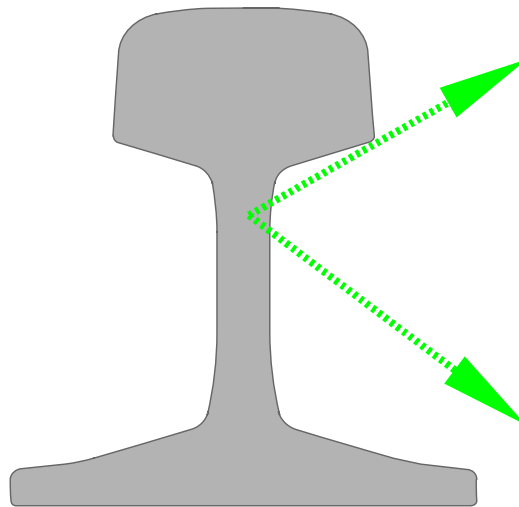


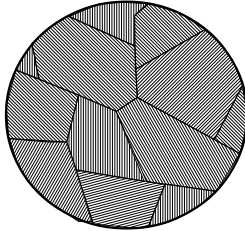


Härteriss in einer
brenngeschnittenen
Schiene



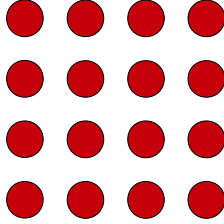
**Was ist Schienenstahl? ... oder:
Die Geschichte von FERRO und CARBONi !**

Was ist das überhaupt, Stahl?
(oder besser:) Schienenstahl?

...und was ist da besonders?

Lichtmikroskop Kristallstruktur
Vergrößerung: bis 1000fach

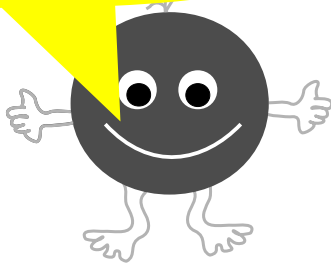




Elektronenmikroskop 'Atome'
Vergrößerung: bis 1.000.000fach

... ein Blick in die Schiene hinein!

Zwei bestimmte chemische Elemente
gemischt ('legiert') ergeben Stahl:

Hi! Ich bin **FERRO** !



Eisen (Ferrum - Fe)

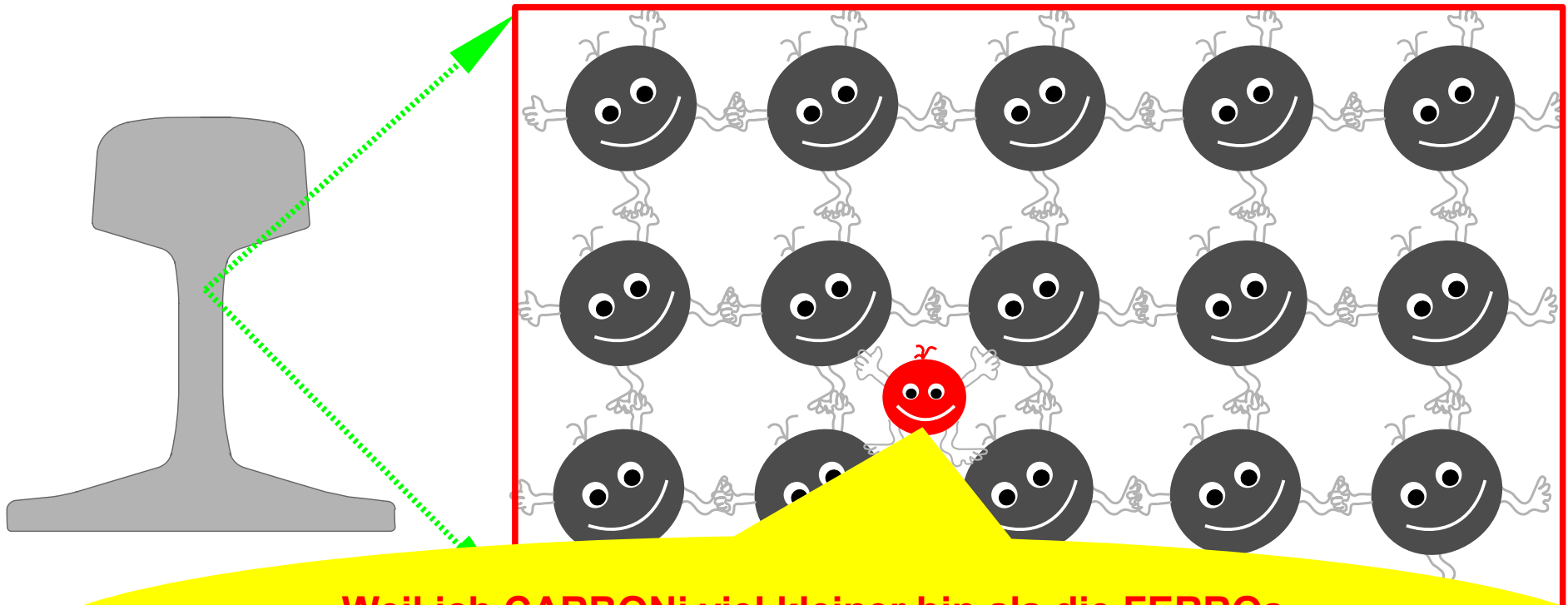


Hallo Leute!
It's me, **CARBONI** !

Kohlenstoff (Carbon - C)

Woraus besteht Schienenstahl?

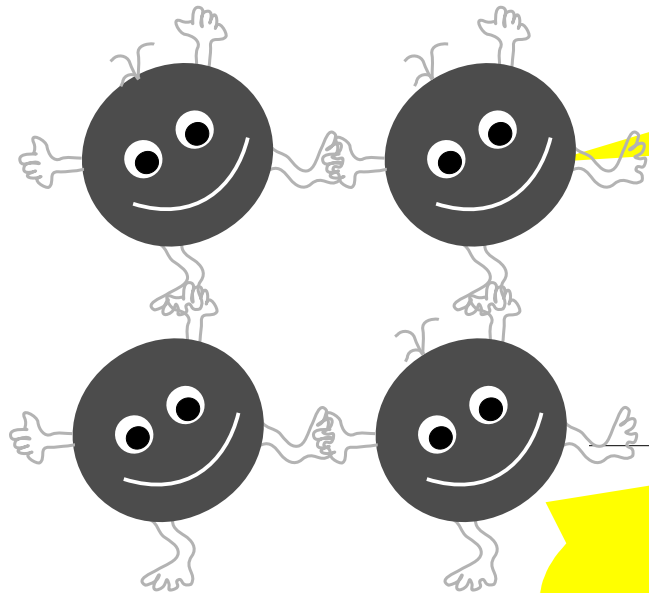
Gemeinsam sind wir stark: Viele, viele von uns bauen ein Stück Schiene auf:



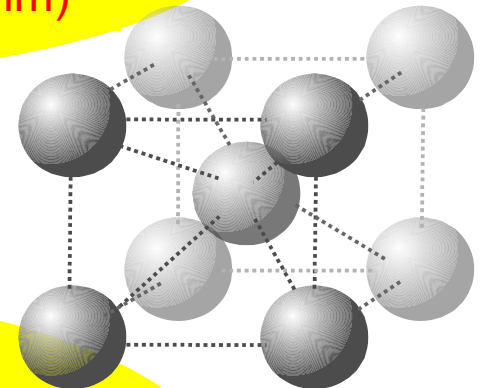
Weil ich **CARBONi** viel kleiner bin als die **FERROs** kann ich mich zwischen sie reinsetzen (die Leute nennen mich deswegen ein interstitielles Atom!).

Der atomare Aufbau von Schienenstahl

Wir kleinen Atome brauchen – wenn wir so beieinander sitzen - nicht besonders viel Platz:

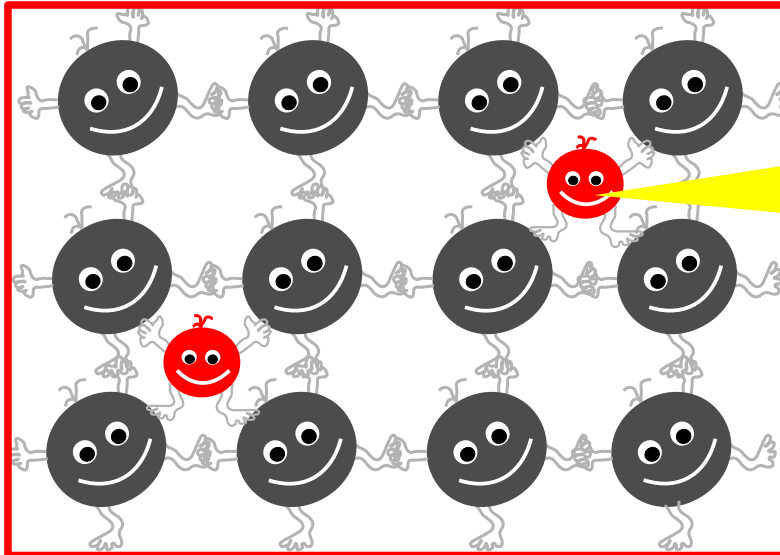


Unser Abstand ist bei
Raumtemperatur $2,87\text{\AA}$
($2,87$ Angström \rightarrow
das sind $0,000\ 000\ 287$ mm)

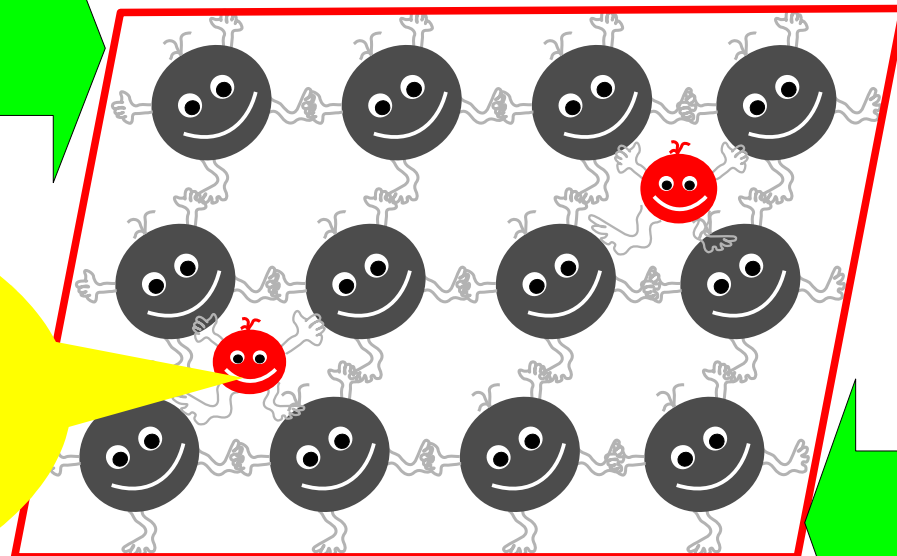
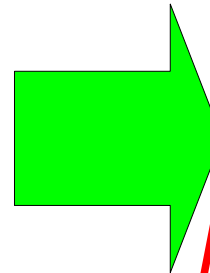


Im 3-dimensionalen Raum sind
wir so angeordnet, wie in der
schematischen Darstellung
rechts (das wird dann 'kubisch-
raumzentriert' genannt)

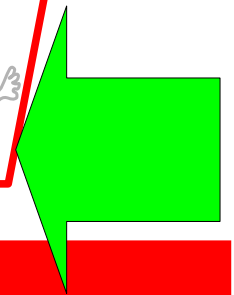
Abstand der Atome



Wenn FERRO alleine ein Material macht, dann ist es recht weich. Erst wir **CARBON**is machen den Schienenstahl so richtig fest und hart!

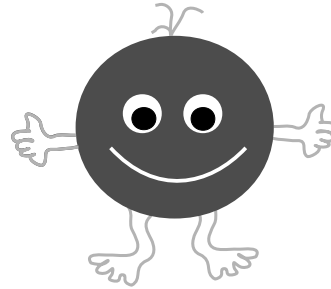


Wenn so wie hier eine sogenannte **SCHERKRAFT** wirkt, dann arbeiten wir **CARBON**is zwischen den FERROs wie eine **Verzahnung!**

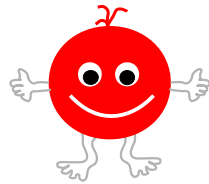


Die Wirkung des Kohlenstoffs

Wir FERROs und CARBONIs haben natürlich auch einige Kollegen:



Eisen, ~ 97 %



Kohlenstoff, ~ 0,5 ... 0,7 %



Habe die Ehre! Ich bin **SILICIO**, das daneben ist mein Kollege **MANGANESO**!

...und andere Legierungselemente wie **Silizium Si**, **Mangan Mn** machen 100%!

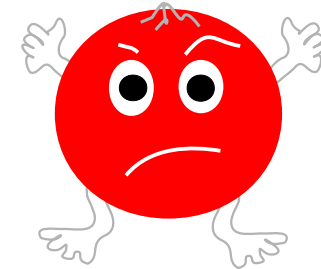
Die chemische Zusammensetzung - Schienenstahl



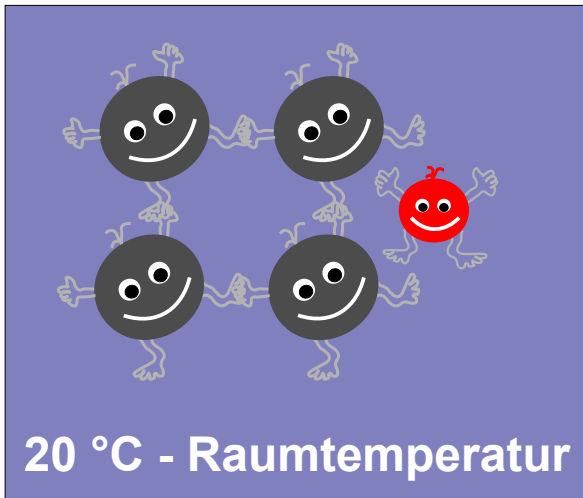
Schienenstahl hat also von uns
CARBONis ~ 0,5 ... 0,8 %

Stahl gilt jedoch nur mit einem
Kohlenstoffgehalt von 0 bis 0,23 %
als schweißbar!

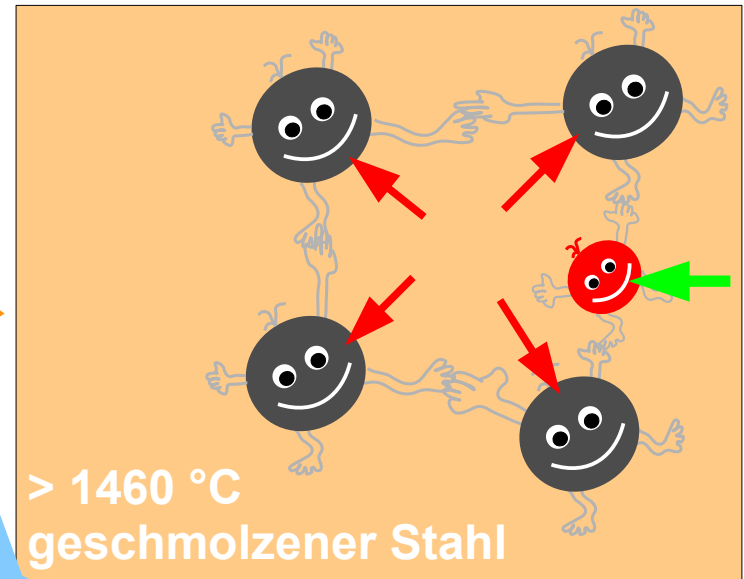
Hoppala, was mach'ma da?



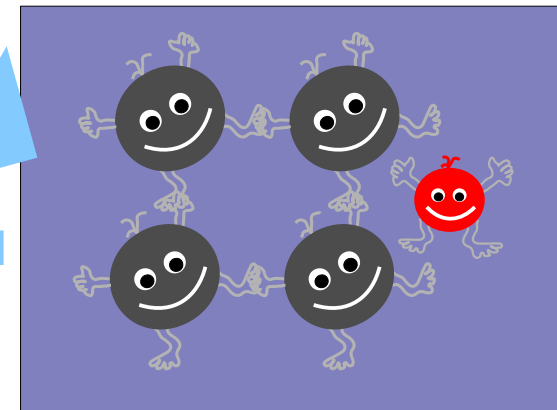
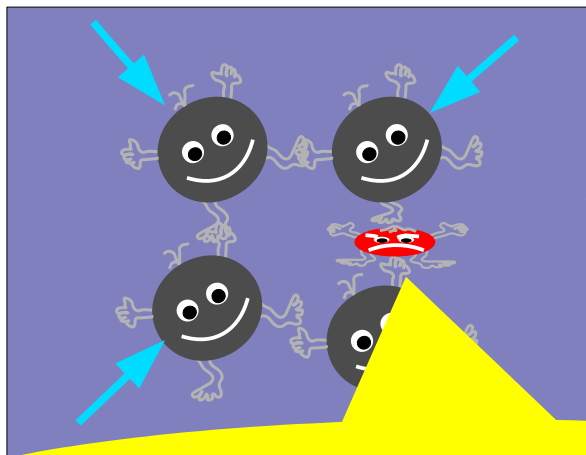
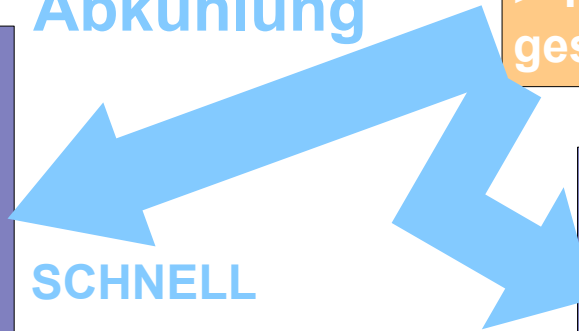
Die chemische Zusammensetzung - Schienenstahl



**Erwärmung
beim Schweißen**

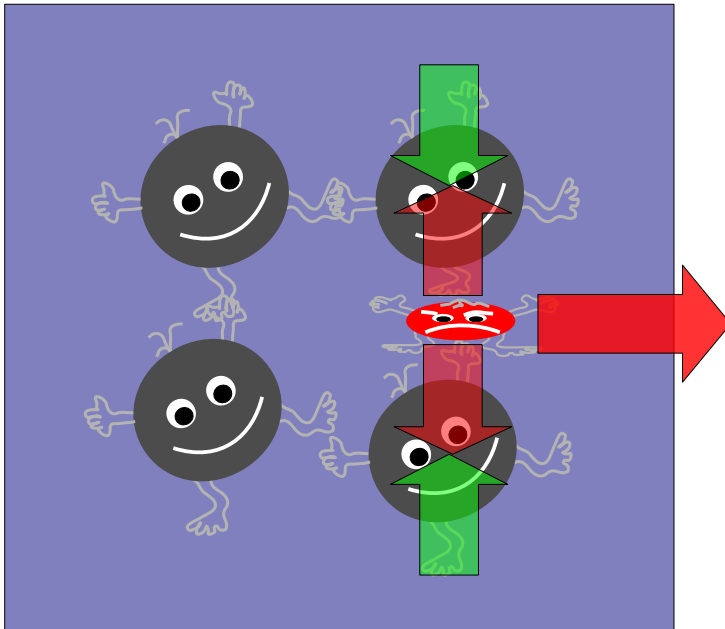


Abkühlung



FERROs, ihr habt mir keine Zeit zum Rauswandern gelassen! Ich bin eingezwickelt!

Die Wirkung des Kohlenstoffs beim Schweißen



Die FERROs würden gern wieder auf ihren Platz, können aber nicht, weil da der CARBONi dagegen drückt.

CARBONi seinerseits würd' auch gern raus, kann aber eben nicht, weil er eingezwickelt ist.

Das Material ist 'VERSPANNT'.
Ein kleiner Hammerschlag reicht und es bricht!

Es ist wie beim Kofferpacken: Ist zuviel drin, und man versucht den Deckel zu schließen, dann springt er möglicherweise wieder auf → weil das ganze System eben 'verspannt' ist ...



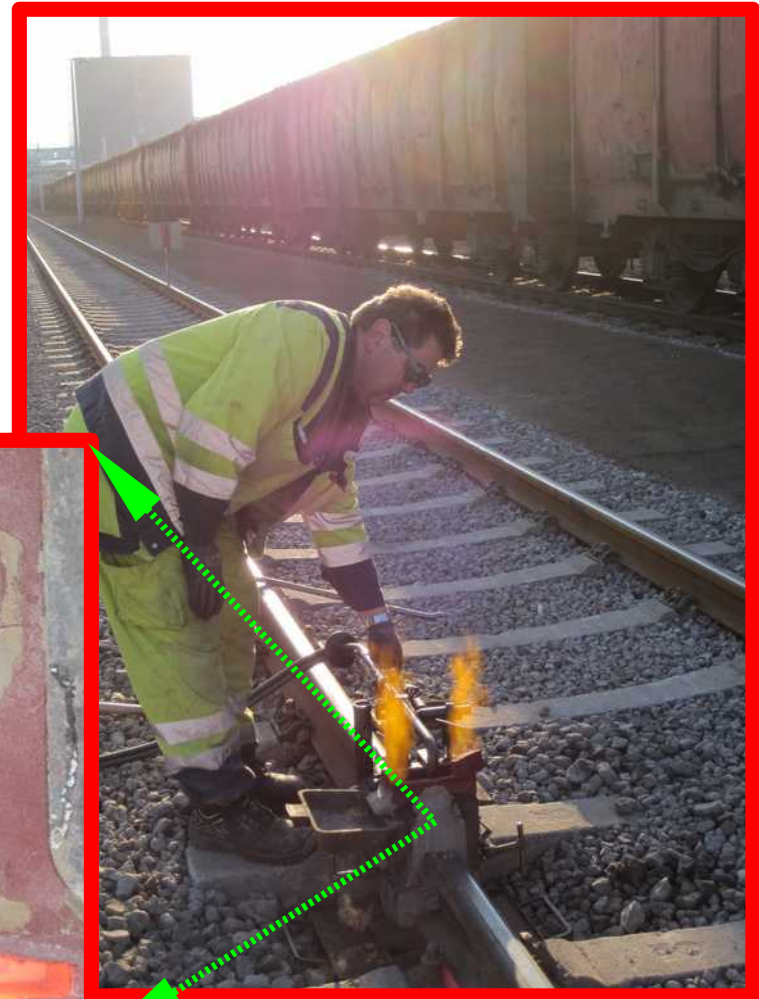
Entstehung eines harten, spröden Materials

Ziel:

**Wir brauchen eine
LANGSAME
ABKÜHLUNG!**

**Methode zum Erfolg:
(unser kleiner Trick...)**

**Wir führen der
Schweißstelle
VIEL, VIEL WÄRME zu,
dann kühlt sie auch
langsam aus!**



Vorwärmung - AT-Schweißen

Wie können wir Schienen trotzdem schweißen?



Die chemische Zusammensetzung - Schienenstahl