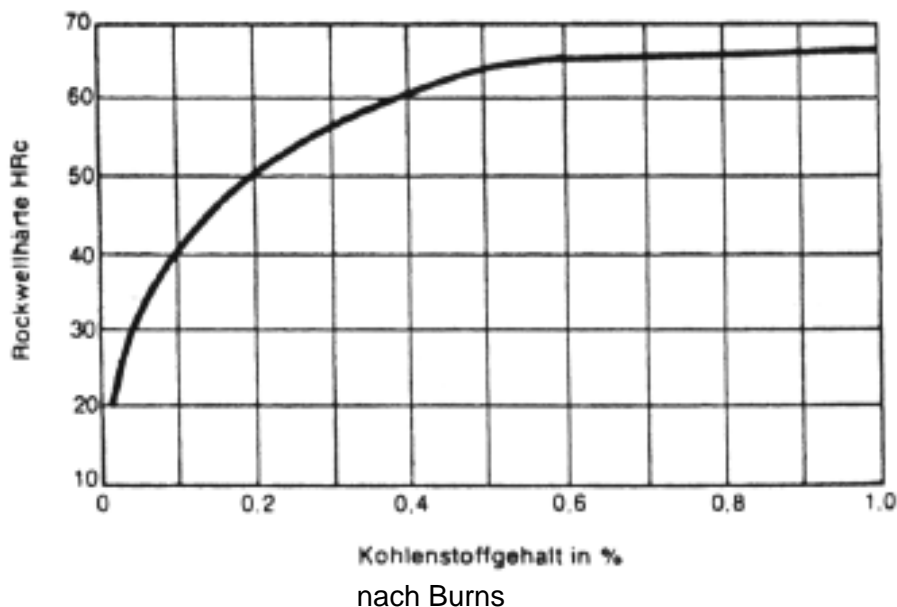


## Das Einsatzhärten

### Vorwort

Das Einsatzhärten wird immer dann angewandt, wenn einerseits eine hohe Oberflächenhärte und andererseits ein zäher, elastischer Kern verlangt wird, so z. B. bei Zahnrädern, deren Zahnflanke, um dem Verschleiß und den hohen spezifischen Drücken standzuhalten, sehr hart, deren Zahnfuß aber, um nicht abzubrechen, zäh und elastisch sein muss. Für das Einsatzhärten müssen Einsatzstähle verwendet werden. Diese weisen, gleichgültig ob legiert oder unlegiert, einen Kohlenstoffgehalt von ca. 0,1 - 0,2 % auf.

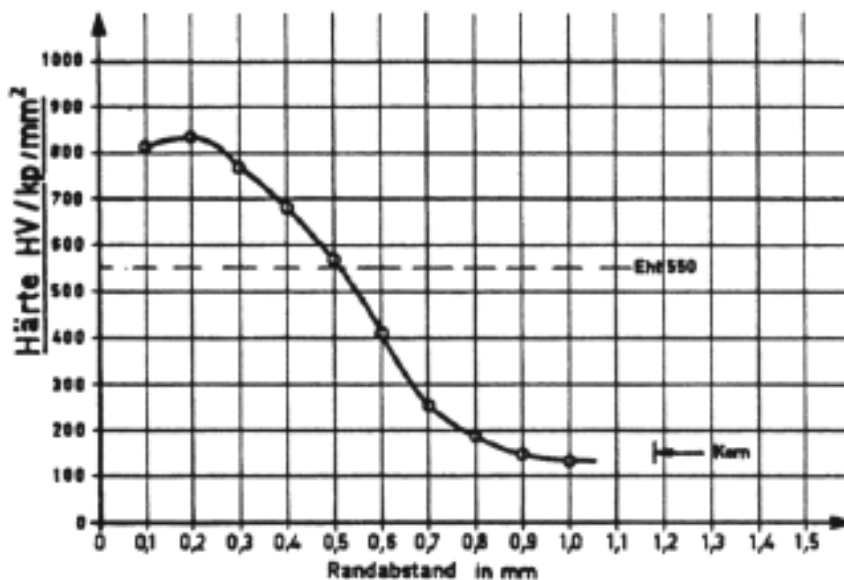
Bekanntlich ist die Härtpbarkeit eines Stahles in allererster Linie abhängig von seinem Kohlenstoffgehalt. Ohne Kohlenstoff (C) ist ein Härten und eine Festigkeitssteigerung des Stahls durch Wärmebehandlung nicht möglich. Schon geringe Veränderungen im C-Gehalt verändern die Eigenschaften des Stahls. Je höher der C-Gehalt, desto größer die zu erreichende Härte (siehe Bild).



## Das Einsatzhärten

### Aufkohlen

Bekanntlich ist die Härte eines Stahls in allererster Linie abhängig von seinem Kohlenstoffgehalt. Ohne Kohlenstoff (C) ist ein Härten und eine Festigkeitssteigerung des Stahls durch Wärmebehandlung nicht möglich. Schon geringe Veränderungen im C-Gehalt verändern die Eigenschaften des Stahls. Je höher der C-Gehalt, desto größer die zu erreichende Härte (siehe Bild).



Härteverlauf der Einsatzschicht

### Härten

Werden aufgekohlte Bauteile aus der Härtetemperatur abgeschreckt, so wird an der Oberfläche, dank dem hohen C-Gehalt, eine Härte von HRC  $60 \pm 5$  erreicht, gleichgültig ob es sich um legierten oder unlegierten Einsatzstahl handelt. Die Festigkeit des darunter liegenden Grundmaterials nimmt proportional zum (geringeren) C-Gehalt nur in beschränktem Ausmaß zu. Um bei unlegiertem Stahl die erreichbare Härte zu erlangen, muss schroff, d. h. im Wasser abgeschreckt werden. Deshalb die Bezeichnung "Wasserhärter". Das schroffe Abschrecken erzeugt Spannungen und führt oft zu Verzug.

## Das Einsatzhärten

Legierte Stähle bedingen weniger hohe Abschreckgeschwindigkeiten. Sie können deshalb im Öl, hochlegierte Stähle sogar an ruhender oder bewegter Luft abgeschreckt werden. Dank der niedrigeren Abschreckgeschwindigkeit sind sie weniger empfindlich hinsichtlich Verzug. Dem Härter steht aber noch ein weiteres Abschreckmedium zur Verfügung: Das Warmbad (Salzschmelze). Ein verzugsgefährdeter Ölhärter kann im Warmbad abgekühlt und nach bestimmter Zeit an Luft ausgehärtet werden. Für das Härten aufgekohlter Werkstücke gibt es verschiedene Behandlungsabläufe.

### A Direkthärtung

Diese Härtingsart ist die einfachste und wirtschaftlichste. Voraussetzung ist die Verwendung von Feinkorn-Stählen mit geringem Cr-Gehalt.

### B Einfachhärtung

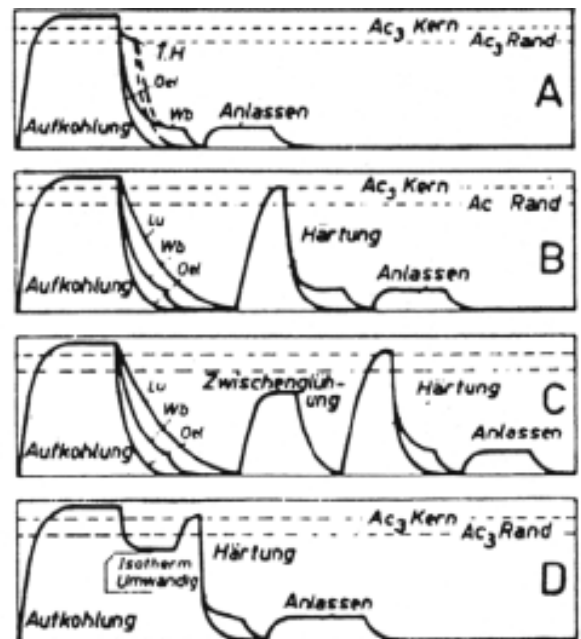
Die durch Abkühlen nach dem Aufkohlen und anschließende Erwärmung auf Härtetemperatur verursachte Gefügeumwandlung ergibt ein feinkörniges Gefüge.

### C Einfachhärtung mit Zwischenglühen

Diese wird dann angewendet, wenn nach dem Aufkohlen noch eine mechanische Bearbeitung stattfindet (Teilhärtung).

### D Einfachhärtung mit isothermischem Zwischenglühen

Sie wird für Stähle angewendet, die nicht zur Direkthärtung geeignet sind und zu Rißbildung neigen.



## Das Einsatzhärten

### Teilhärten

Es kommt immer wieder vor, dass am gleichen Bauteil die Oberfläche einer Partie hart, die andere weich sein soll. Der Konstrukteur schreibt dann ein Teilhärten vor.

Dazu gibt es drei Möglichkeiten:

- die Partie, welche weich bleiben soll, wird mit Kupferpaste abgedeckt oder galvanisch verkupfert. Dadurch wird verhindert, dass beim Aufkohlen bei dieser Partie Kohlenstoff diffundieren kann. Beim Abhärten wird die Oberfläche nur dort hart, wo Kohlenstoff diffundierte.
- bei der mechanischen Bearbeitung eines Bauteils wird an der Stelle, an der die Oberfläche weich bleiben soll, Materialzugabe (das 5fache der vorgeschriebenen Aufkohlungstiefe) vorgesehen. Nach dem Aufkohlen wird die Materialzugabe mechanisch entfernt. Beim anschließenden Abhärten bleibt somit die betreffende Stelle weich.
- ein Bauteil wird nach Vorschrift aufgekohlt und anschließend nur dort induktiv gehärtet, wo eine harte Einsatzschicht verlangt wird.

### Vorwärmen

Wenn Bauteile aus Raumtemperatur unmittelbar auf Aufkohlungstemperatur gebracht werden, so entstehen Spannungen. In unserer Härterei werden daher prinzipiell sämtliche zum Einsatzhärten bestimmte Bauteile auf 360 bis 400 C vorgewärmt, wobei auf die Einhaltung der bis zur vollständigen Durchhärtung eines Bauteils notwendigen Haltezeit Gewicht gelegt wird.

## Das Einsatzhärten

### Entspannen / Anlassen

Da beim Härten Spannungen entstehen, entspannt man in der Regel nach dem Einsatzhärten durch Erwärmen des Härtegutes auf 120°C bis 160°C. Wenn man nach dem Einsatzhärten die Bauteile erwärmt, so nennt man dies Anlassen. Beim Anlassen wird nicht nur entspannt, gleichzeitig wird die Zähigkeit erhöht, wobei allerdings eine Reduktion der Härte mit einher geht.

### Die Kernhärte

An die Kernhärte werden beim Einsatzhärten ganz bestimmte Forderungen gestellt. Einmal soll sie nicht zu hoch liegen, da sonst Zähigkeit und Elastizität so herabgesetzt würden, dass ein einsatzgehärtetes Bauteil bei Belastung brechen könnte. Andererseits soll die Kernhärte nicht zu niedrig liegen, damit das Bauteil einer gewissen Belastung standhält und sich nicht durchbiegt.

Da die Kernhärte in erster Linie vom C-Gehalt des Stahls, des weiteren aber auch von dessen Legierung und dem Querschnitt des Bauteils abhängt, ist größtes Gewicht auf die richtige Auswahl des Werkstoffs zu legen.

Was den C-Gehalt anbelangt, ist es leider so, dass er nicht nur von Werkstoff zu Werkstoff unterschiedlich ist, sondern dass er beim selben Werkstoff von Marke zu Marke, ja von Charge zu Charge, schwanken kann. Die DIN-Normen lassen in Bezug auf den C-Gehalt eines Einsatzstahles verhältnismäßig große Toleranzen (beim 16MnCr5 z. B. 0,14 - 0,19%) zu. Es muss somit in Kauf genommen werden, dass sich entsprechend große Unterschiede in der Kernfestigkeit ergeben. Der Härter kann nur beschränkt Einfluss auf die Kernfestigkeit nehmen