

# Glühen

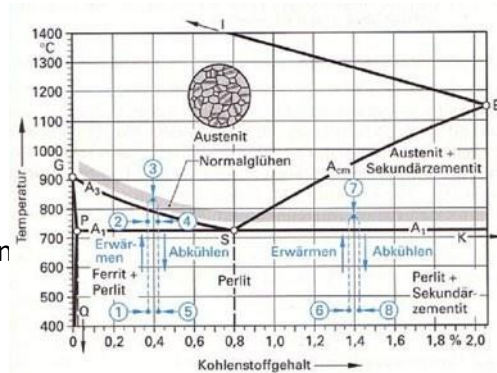
Unter Glühen versteht man die Behandlung eines Werkstückes bei einer bestimmten Temperatur, mit einer bestimmten Haltedauer und einer nachfolgenden, der Erzielung der angestrebten Werkstoffeigenschaften angepassten, Abkühlung.

Wir bieten folgende Glühverfahren an:

## Normalglühen:

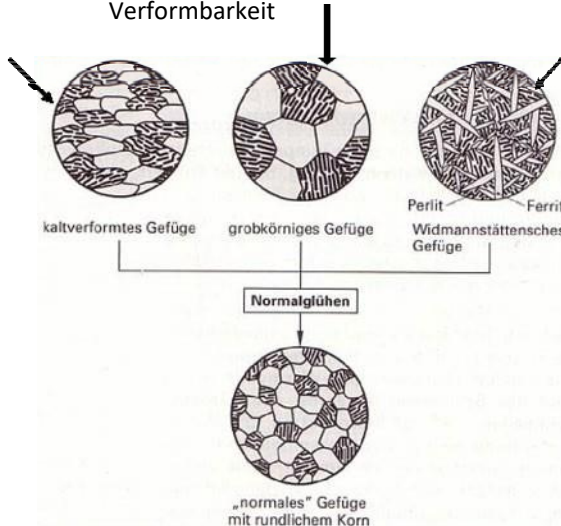
Soll ein gleichmäßiges und feinkörniges Gefüge nach einer Vorbehandlung (gießen, härten, schmieden, ...) wieder herstellen.

Dieser Zustand lässt sich immer wieder herstellen



Durch Schweißen, Grobkornglühennach dem Rekristallisationsglühen geringe Festigkeit, Zähigkeit, Verformbarkeit

Durch Walzen, Schmieden, Ziehen - schlechte Zähigkeit



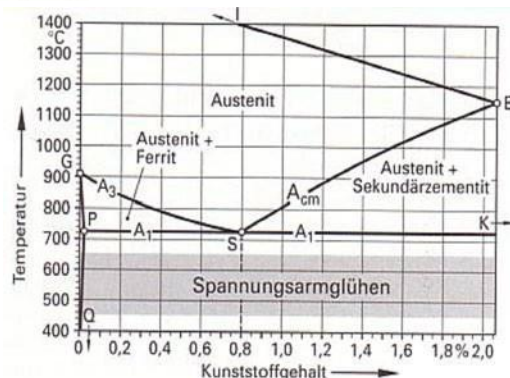
Bei Stahlguss (0,15 bis 0,35% C), wird der Ferrit und Verformbarkeit ausgebildet, dazwischen ist Perlit - schlechte Zähigkeit

## Spannungsarmglühen:

Das Spannungsarmglühen hat den Zweck, Spannungen im inneren eines Werkzeuges abzubauen. Durch das Glühen beginnt der Werkstoff plastisch zu fließen.

Entstehungen von

- Eigenspannungen:
- ungleichmäßiges Abkühlen
- Kaltverformung
- Zerspannung (Drehen, Fräsen,)
- SchweißenSchmieden



## Diffusionsglühen:

Ist ein Glühen bei sehr hohen Temperaturen mit sehr langer Haltezeit.

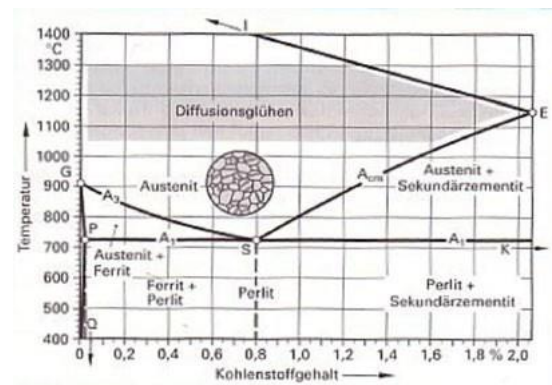
### Sinn und Zweck

Beseitigung von löslichen Phasen an den Korngrenzen

Änderung der Geometrie von unlöslichen Karbiden oder Nitriden.

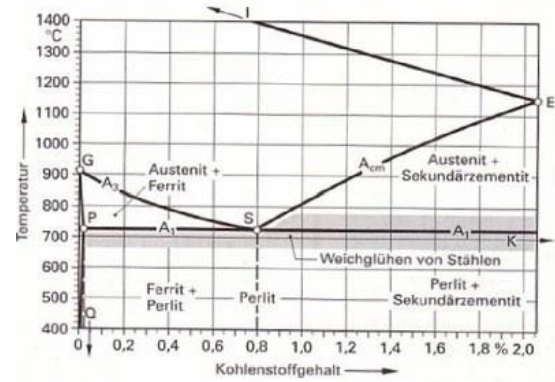
Rundlich statt nadelig oder länglich.

Ausgleich örtlicher Unterschiede von chemischen Zusammensetzungen



## Weichglühen:

Durch das Weichglühen soll der Stahl eine geringe Festigkeit und Härte und eine hohe Verformbarkeit erhalten. Die Zerspannung und die Umformung wird verbessert.

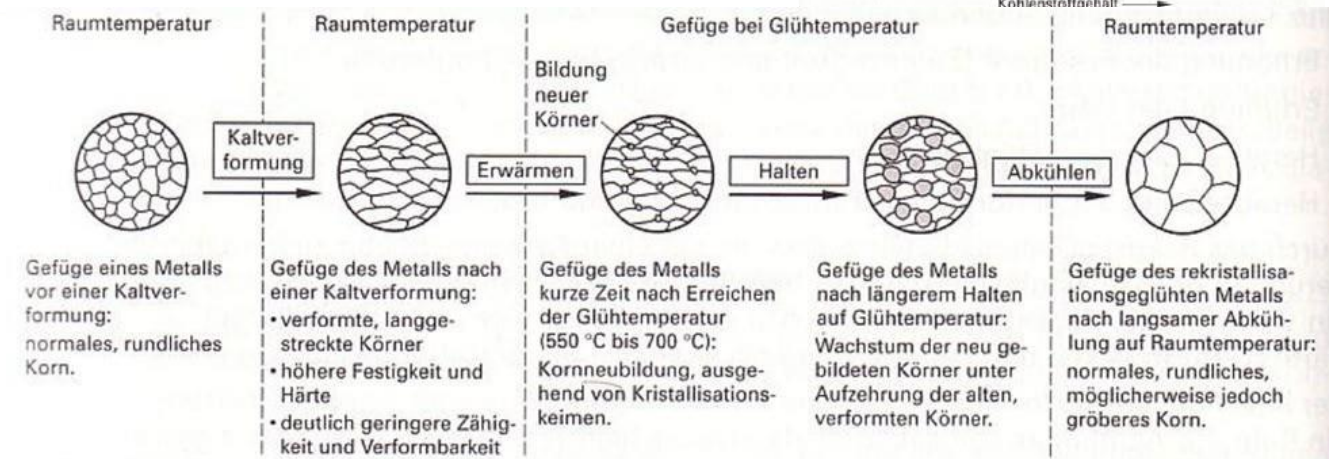
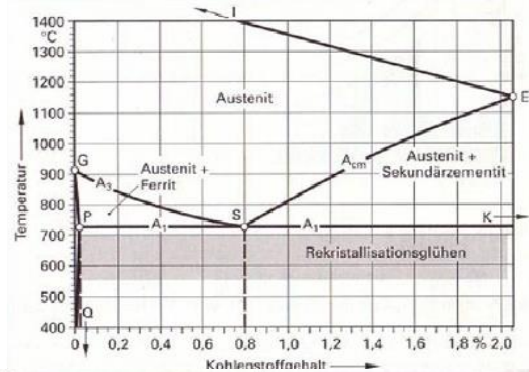


unterperlitische Stähle: glühen im Bereich der Linie PSK  
überperlitische Stähle: Glüh-temperatur um PSK pendeln.

Abkühlung erfolgt langsam bis 600°C, dann beliebig

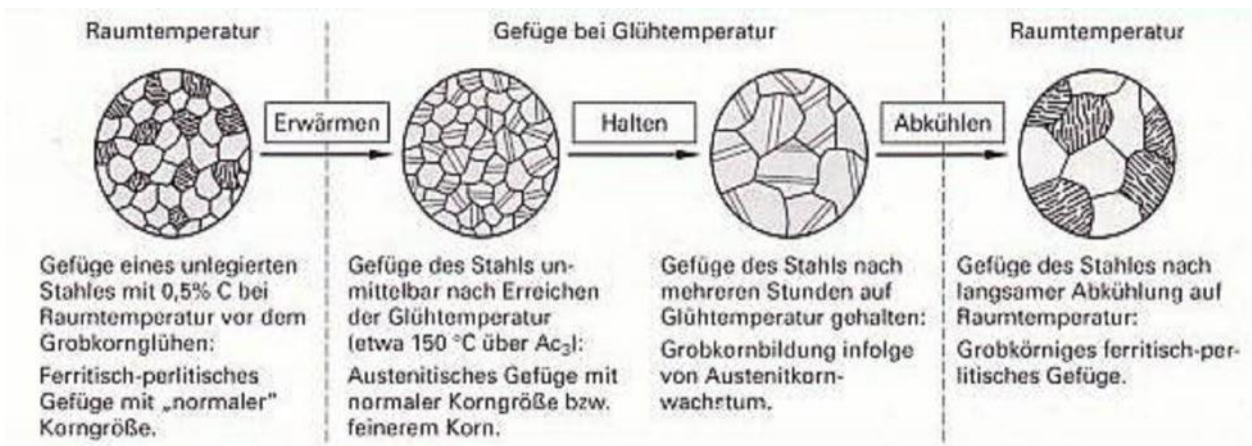
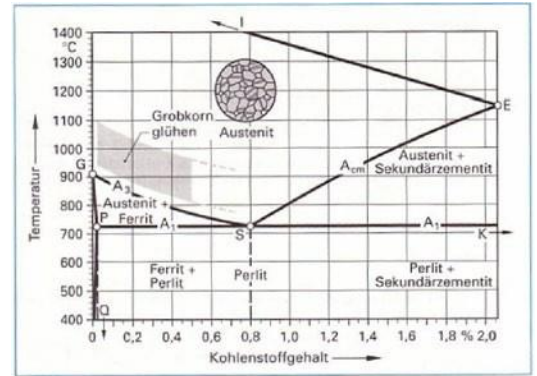
## Rekristallisationsglühen:

Ist ein Glühen bei Temperaturen über der Rekristallisationstemperatur des Werkstoffes, um die Kaltverfestigung zu beseitigen. Dadurch ist eine weitere Umformung wieder möglich.



## Grobkornglügen:

Das Grobkornglügen dient zur Herstellung eines groben Gefüges, welches weniger Festigkeit hat und sich deshalb besser zerspanen lässt.



## Vorteile des Glühens:

- Verbesserung der mechanischen Eigenschaften
- Optimierung der mechanischen Bearbeitung
- Verbesserung der Gefügestände zur Kaltumformung
- Verringerung der Be- und Verarbeitungsspannung
- Wiederherstellung des Ausgangszustandes

## Einsatzhärten

Im Rahmen dieses Verfahrens wird die Randschicht von Bauteilen und Werkzeugen mit einem Kohlenstoff abgebenden Medium aufgekohlt und anschließend abgeschreckt. Hierdurch werden die mechanischen Eigenschaften der Bauteilrandschicht verbessert.

Nach dem Abhärten der Bauteile ist überwiegend ein Anlassen erforderlich, um die aus der Härtung entstandenen Spannungen zu mildern und die geforderten Gebrauchsfestigkeiten einzustellen. Für die Einsatzhärten stehen dem Wärmebehandler unterschiedliche Anlagentechniken wie z.B. Kammeröfen, Durchlauföfen, Salzbäder, Niederunterdruckanlagen etc. zur Verfügung. Auch partielles Einsatzhärten ist dank geeigneter Isoliertechniken möglich.

Vorzüge dieser Art der Wärmebehandlung:

Das Einsatzhärten dient dazu, der Randschicht von Werkstücken und Werkzeugen aus Stahl eine wesentlich höhere Härte und bessere mechanische Eigenschaften zu verleihen.

Einsatzgehärtete Bauteile und Werkzeuge zeichnen sich durch erhöhten Verschleißwiderstand, einen zähen Kern sowie durch eine erhöhte Biegezugfestigkeit aus. Diese Eigenschaften sind vor allem bei Getriebeteilen erwünscht.

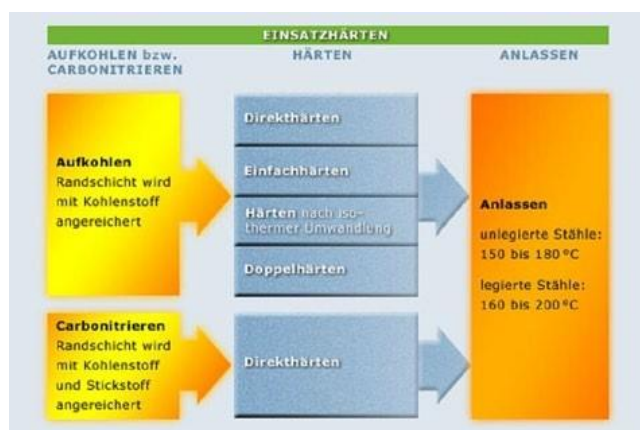
## Carbonitrieren

Im Rahmen dieses Verfahrens wird die Randschicht von Bauteilen mit Kohlenstoff und Stickstoff angereichert und die mechanischen Eigenschaften der Bauteilrandschicht (z.B. Verschleiß) verbessert.

Somit nimmt es praktisch die Mittelstellung zwischen Einsatzhärten und Nitrieren ein. Denn Carbonitriertemperaturen sind niedriger als die der Einsatzhärtung, jedoch höher als die der Nitriertemperaturen. Durch Anreicherung von Stickstoff wird die Härtetemperatur und die kritische Abkühlgeschwindigkeit herabgesetzt, so dass milder abgeschreckt werden kann. Beide Faktoren verringern das Risiko des Verzugs. Mit einer anschließenden Anlassbehandlung wird die gewünschte Oberflächenhärte eingestellt. Falls eine partielle Carbonitrierung gefordert ist, können die nicht zu carbonitrierenden Bereiche isoliert werden.

Vorzüge des Carbonitrierens:

Dieses Verfahren dient dazu, der Randschicht von Werkstücken und Werkzeugen aus Stahl eine wesentlich höhere Härte und bessere mechanische Eigenschaften zu verleihen. Des Weiteren entsteht ein erhöhter Verschleißwiderstand unter gleichzeitiger Verzugsarmut.

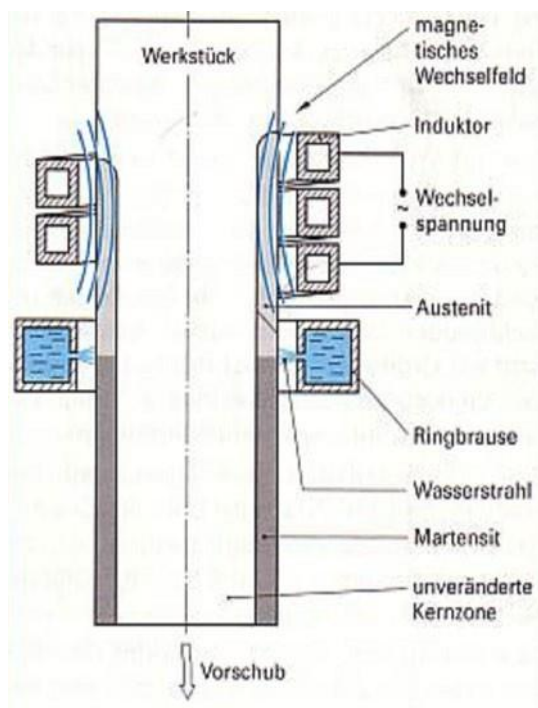


## Induktionshärten

Das Induktionshärten ist ein Randschichthärten und gehört zur Gruppe der gefügemwandelnden Verfahren. Die chemische Zusammensetzung wird nicht verändert. Es können demnach in der Regel nur Stähle mit ausreichend hohem Kohlenstoffgehalt behandelt werden.

Die großen Erwärmungsgeschwindigkeiten machen es möglich, Werkstücke nur in der Randschicht zu härten. Außerdem kann die Wärmebehandlung auf eine örtlich begrenzte Zone konzentriert werden (partielles Härten).

Da die meisten Konstruktionsteile des Maschinenbaus nicht gleichmäßig über den Werkstückquerschnitt beansprucht werden, sondern sich Verschleiß und Wälzpressung auf die Werkstückoberflächen richten, beeinflusst die Induktions-Oberflächenhärtung deshalb die Randzoneneigenschaften des Werkstoffes so, dass die Beanspruchungen vom Bauteil besser ertragen werden können. So kommt es in erster Linie auf eine Härtesteigerung der gesamten Werkstückoberfläche oder eines Teils derselben an. Dadurch steigen die Verschleißfestigkeit und der Widerstand gegen hohe örtliche Flächenpressung an.



Vorteile des Induktivhärtens:

- geringe Verzunderung
- geringe Randentkohlung
- gut reproduzierbar
- partielles Härten
- umweltfreundliches Verfahren



## Salzbadnitrieren

Beim Salzbadnitrieren (Tenifer) handelt es sich um eine thermochemische Behandlung, bei der die Randschicht von Eisenwerkstoffen überwiegend mit Stickstoff sowie gleichzeitig mit geringen Mengen an Kohlenstoff angereichert wird.

Die wichtigsten Einflussgrößen auf die Dicke der Verbindungsschicht sind der Werkstoff selbst, die Behandlungsdauer/-temperatur und die verwendete Badchemie. Ein steigender Gehalt an Legierungselementen verursacht, bei konstanten Behandlungsbedingungen, eine Abnahme der Verbindungsschichtdicke, eine Abnahme der Gesamtnitriertiefe sowie eine Zunahme der Oberflächenhärte.

Reaktionsmedium:

Salzschmelz

Temperatur: 500 – 580°C

Dauer: 45 – 180 Minuten

Verfahrensvarianten:

Tenifer® Q ➔ Salzbadnitrocarburieren mit oxidierender Abkühlung (Q)

Tenifer® QP ➔ Salzbadnitrocarburieren mit oxidierender Abkühlung + polieren (QP)

Tenifer® QPQ ➔ Salzbadnitrocarburieren mit oxidierender Abkühlung + polieren + Oxidierende Nachbehandlung (QPQ)

Q:

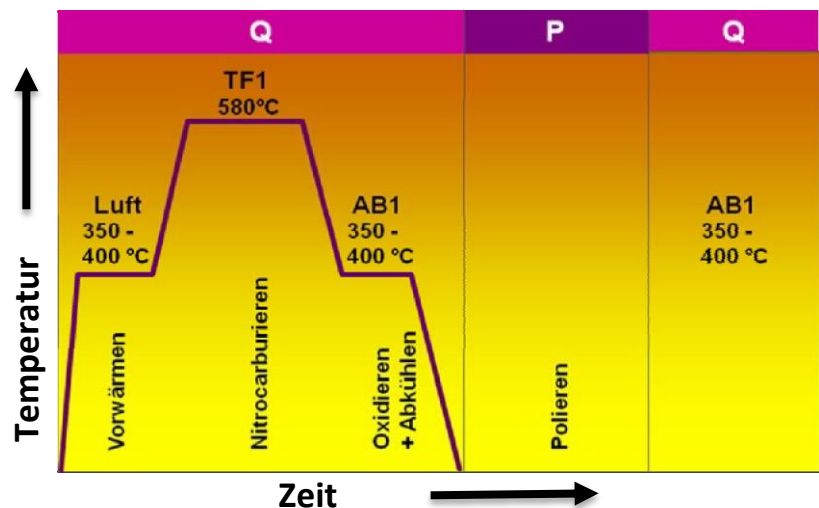
Verschleißwiderstand  
Laufeigenschaften, Warmfestigkeit  
Korrosionswiderstand  
Dauerfestigkeit, Wälzfestigkeit  
Lebensdauer von Werkzeugen

QP:

geringe Rauheit,  
gleichmäßiger Reibwert,  
Metallisch glänzende Oberfläche

QPQ:

geringe Rauheit,  
geringer Reibwert,  
höchste Korrosionsbeständigkeit,  
dunkle Oberfläche,  
dekoratives  
Aussehen, geringe  
Lichtreflexion.



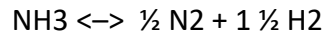
Vorteile des Salzbadnitrier-Verfahrens:

- verbesserte Verschleißeigenschaften
- signifikanter Anstieg der Korrosionsbeständigkeit
- eine höhere Dauerfestigkeit
- bessere Optik
- vielseitig anwendbar
- wirtschaftlich

## Gasnitrieren

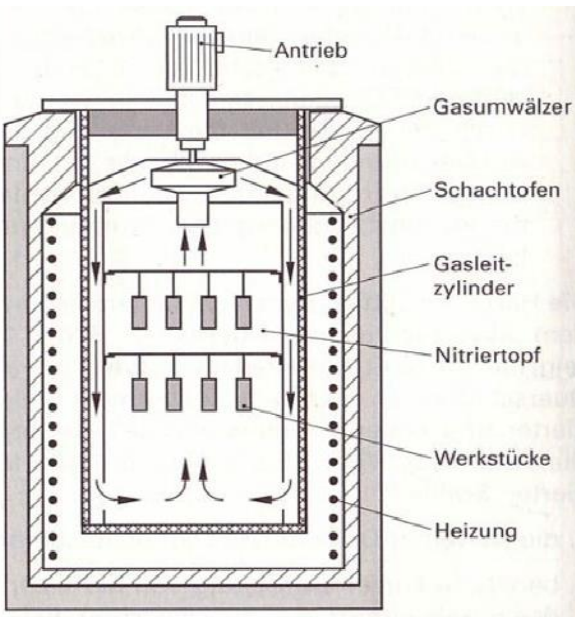
Das Gasnitrieren ist ein wirtschaftliches Verfahren zum Oberflächenhärten verzugs-empfindlicher und hoch belasteter Bauteile. Durch die Diffusion von Stickstoff in die Stahloberfläche wird eine Vielzahl von Bauteileigenschaften deutlich verbessert.

Reaktionsgas: Ammoniak (NH<sub>3</sub>);



Temperatur: 500 – 550°C

Dauer: 4 – 100 Stunden (je nach Schichtdicke und Material)



Vorteile des Gasnitrierens:

- Verbesserung der Verschleißfestigkeit
- Erhohung der Biegezugfestigkeit
- Zunahme der Walzfestigkeit
- Verbesserung der Gleiteigenschaften

## Vakuumhärten

Die Vakuumwärmebehandlung von Werkzeugen und Bauteilen zählt heute zum Stand der Technik. Im Vakuumofen kann eine breite Palette von Werkstoffen wärmebehandelt werden. Es können unterschiedliche Wärmebehandlungsverfahren wie z.B. Glühen, Härten und Anlassen durchgeführt werden.

Unter Vakuumhärten versteht man die Erwärmung der Härtestücke in einem dichten Kessel, dabei wird durch Abpumpen der Luft ein Vakuum erzeugt. Anschließend wird durch elektrisch beheizte Graphitstäbe die Charge stufenweise bis auf Härtetemperatur erwärmt. Das Abschrecken der Teile erfolgt durch Einblasen von gasförmigem Stickstoff bis zu einem Druck von 6 bar.

Bei jeder Erwärmung reagiert der vorhandene Luftsauerstoff mit der Oberfläche des Werkstückes (Oxidation). Diese Reaktion ist umso heftiger, je höher die Temperatur ist. Bei entsprechend langer Verweilzeit auf hohen Temperaturen kommt es zu einer Verzunderung (ab ca. 600°C) und zur Ent- bzw. Abkohlung der Oberfläche (ab ca. 780°C), die sich beim anschließenden Härten als sogenannte "Weichhaut" darstellt. Diese kann nur mechanisch entfernt werden. Aus diesem Grund ist bei jeder Erwärmung ab ca. 400°C eine Schutzgasatmosphäre erforderlich. In den meisten Fällen reicht Stickstoff als Schutzgas vollkommen aus.

Bei höheren Temperaturen, wie sie im Vakuumofen meistens vorkommen (üblicher Temperaturbereich beim Härten: 850 - 1200°C), bietet das Vakuum einen wesentlich besseren Schutz (keine Entkohlung). Selbst bei Härtetemperaturen von 1300°C sind die Werkstücke nach dem Härten absolut blank.

Die Vakuumwärmebehandlung weist eine Vielzahl von Vorteilen auf:

- verzugsarm
- entkohlungsfrei
- keine Oxidation der Bauteile
- blanke Oberflächen
- reproduzierbare Ergebnisse

## Tiefkühlen

Durch unsere Tiefkühltruhe kann die Temperatur, mittels Flüssigstickstoff, auf Minus 120°C herunter gekühlt werden. Dadurch kann ein vorzeitiges Altern von Stählen, sowie die Umwandlung von Restaustenit in Martensit bei gehärteten Stählen, erreicht werden.

## **Richten**

Richten ist das Rückgängigmachen ungewollter Werkstückverformungen. Solche Verformungen sind zum Beispiel die Folge von Wärmebehandlungs- oder Umformvorgängen. Sie werden durch einen ungleichmäßigen Eigenspannungsverlauf hervorgerufen, der etwa durch eine über den Werkstückumfang ungleichmäßige Abkühlgeschwindigkeit entstanden ist. Der Richteffekt wird durch gezielte Rückverformung im plastischen Bereich erzielt. Richten zählt daher zu den Umformverfahren.

Vorteile des Richtvorganges:

- Reduktion des Schleifaufmaßes
- gleichmäßig starke Härteschicht nach dem Schleifen

## **Strahlen/Gleitschleifen**

Unsere Strahl- bzw. Gleitschleifanlagen sind werden vornehmlich zur Verbesserung der Bauteiloberfläche eingesetzt. Dazu haben wir eine Trocken- und eine Nassschleifanlage, welche mit Korundstrahlmittel betrieben werden, sowie zwei Gleitschleifanlagen.