Dr.-Ing. Folz
Härtetechnik
Materials Technology

Informationen und Richtlinien

für Wärmebehandlungen von Bauteilen aus Stahl

Stand 12/2024

In unserem Unternehmen führen wir verschiedene Wärmebehandlungen als regionale Dienstleistung durch.

1. Plasma-Nitrocarburieren und FIOX-Behandlungen
2. Vakuumhärten und Vakuumglühen
3. Hochtemperatur-Vakuumlöten
4. Induktionshärten (Randschichthärten)
5. Verschiedene Glühverfahren
6. Brünieren

Es gelten dafür jederzeit unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB), die auf unserer Homepage www.dr-ing-folz.de bzw. www.haertetechnik-folz.de einsehbar sind.

Grundsätzliches

Um uns die Arbeit zu erleichtern und Nachfragen – und damit Verzögerungen für Sie – zu vermeiden, bitten wir Sie alle notwendigen behandlungstechnischen Vorgaben auf der Bestellung anzugeben, wie genaue Werkstoffe, Härteangaben, Hinweise zur Chargierung, etc. Diese können auch auf einer beigelegten Zeichnung ersichtlich sein.
Falls wir keine Informationen zu gesonderten Vorgaben haben, behandeln wir die Teile nach bestem Wissen und unseren Erfahrungswerten. In Ihrem Sinne müssen Sie uns in Sonderfällen – am besten auf der Bestellung – wichtige Hinweise mitteilen, bspw. wenn ein Teilbereich beim Nitrieren nicht gehärtet und weich bleiben soll (z.B. Hinweis: „Gewinde weich“) oder beim Vakuumhärten besondere Anlasstemperaturen oder -vorgänge durchgeführt werden sollen.

Um die höchste Behandlungsqualität zu erreichen, müssen die angelieferten Bauteile den bestmöglichen Reinigungszustand vor der Behandlung haben. Die Oberfläche sollte komplett frei von Ölen, Fetten, Spänen und sonstigen Verunreinigungen sein (auch in Bohrungen, Löchern, Gewinden, etc.). Rückstände belasten auch unsere Anlagen und führen im Laufe der Zeit zu einer verminderten Qualität für alle Kunden.

Falls angelieferte Bauteile nicht den geforderten Reinigungszustand vorweisen, müssen diese – nach Absprache – gegen Mehrkosten von uns gereinigt werden. Im Zweifel werden die Bauteile bis zu einer gemeinsamen Klärung nicht behandelt.

Das Ergebnis jeder Wärmebehandlung ist von vielen Faktoren beeinflussbar, wie chemischer Zusammensetzung des Bauteils, Reinigungszustand, (innerer) Spannungszustand durch Vorbearbeitungen, usw.

Haftungen gegenüber Dritten, die z.B. durch uns unbekannte Kundenverträge entstehen, und jegliche Übernahmen von Kosten durch Folgeschäden, sind immer ausgeschlossen.

1. Plasma-Nitrocarburieren und FIOX-Behandlungen

Das Nitrieren allgemein ist ein thermo-chemisches Verfahren, bei dem die Oberfläche der zu behandelnden Bauteile durch Stickstoffdiffusion aufgehärtet wird. Es bildet sich eine dünne, für die Härte verantwortliche Verbindungsschicht und eine nach innen auslaufende, für die Dauerbeanspruchung maßgebliche Diffusionsschicht.

In Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung des Stahls können unterschiedliche Nitrierhärten und Nitrierhärtetiefen (Nht; *Nitriding Hardness Depth, NHD*) erreicht werden.

Nach der Behandlung besteht neben einem hohen Verschleißschutz auch ein guter Korrosionsschutz.

Das Plasmanitrierverfahren gilt als sehr verzugsarm, weil Temperaturen von nur knapp über 500°C gefahren werden, bei einer vergleichsweise langsamen Erwärmung und Abkühlung.

Durch die Zugabe von Kohlenstoff (Nitrocarburieren) wird ein besserer Verschleißschutz erreicht. Durch eine anschließende Oxidation wird ein noch besserer Korrosionsschutz gewonnen (**FIOX**).

Das Nitrieren kann im Salzbad, einer Gas- oder Plasmaatmosphäre ablaufen. In unserem Unternehmen führen wir nur das moderne Plasma-Nitrocarburieren durch. Hier sind neben der ökologischen Verfahrensvorteile, vor allem bessere Schichteigenschaften generierbar.

Die von Kundenseite geforderte Härte ist abhängig vom Werkstoff selbst und kann von uns nicht wesentlich beeinflusst werden. Die Härtetiefe wird maßgeblich durch die Länge des Prozesses bestimmt, den wir nach eigenen Erfahrungswerten definieren. Vorgaben auf Bestellungen oder Zeichnungen, die nicht dem Stand der Werkstofftechnik entsprechen, beachten wir nicht als verbindlich.

Ein Teil der gesamten Charge wird nach der Behandlung auf Härte geprüft. Bei erfolgreicher Prüfung und einwandfreiem Prozessverlauf kann von einem positiven Ergebnis aller in der Charge befindlichen Bauteile ausgegangen werden. Die Messstellen an den geprüften Bauteilen werden frei durch uns bestimmt, wenn nicht anders kundenseitig gefordert.

Die Härteprüfung erfolgt in der Maßeinheit HV10 an der Oberfläche der Bauteile. Messungen bis HV0,1 können bauteilabhängig mit Mehraufwand durchgeführt werden. Falls Umwertungen gewünscht sind, erfolgen diese nach den gängigen Normen.

Eine zerstörende Prüfung und Ermittlung des Härteverlaufs kann nach Kundenwunsch in unserem Labor gegen eigene Rechnung erfolgen. Dazu muss ein separates, gleichwertiges Probestück mitgeliefert und behandelt werden.

Eine 100%-Messung eines Auftrages muss zwingend kundenseitig gefordert werden und wird nach Zeitaufwand extra in Rechnung gestellt.

Im Allgemeinen können für das Plasma-Nitrocarburieren Toleranzen von +/- 100 HV10 als üblich und normgerecht betrachtet werden. Engere Toleranzen können nicht garantiert und deshalb als Reklamation nicht akzeptiert werden, auch wenn dies auf mitgelieferten Dokumenten gefordert wird.

Bei der Plasma-Behandlung ist keine Schüttware möglich – alle Bauteile müssen einzeln gestellt, gelegt oder aufgehangen werden. Bei einem hohen Aufwand müssen hierfür gesonderte Chargierkosten berechnet werden. Unvermeidbare Stellflächen weisen im Regelfall keine Härte auf. Die Chargierung erfolgt ohne kundenseitigen Hinweis nach unserem besten Fachwissen.

Ein partielles Oberflächenhärten ist möglich, z.B. durch das Abdecken der nicht zu härtenden Flächen mit einer speziellen Kupferpaste. Es gibt auch weitere, bauteilabhängige Möglichkeiten. Die Reinigung des Bauteils nach der Behandlung obliegt dem Kunden.

Jede Wärmebehandlung kann zu einem Verzug führen, den wir aus den zuvor genannten Gründen nur sehr bedingt beeinflussen können. Wir behandeln die Bauteile nach bestem Fachwissen und halten immer wenn möglich Rücksprache mit unseren Kunden. Es wird empfohlen die Bauteile zuvor spannungsarm zu glühen.

Das Plasma-Nitrocarburier-Verfahren gilt als Finish-Verfahren. Eine mechanische Nacharbeit sollte dringend vermieden werden, um die hochwertigen Oberflächenschichten nicht (teilweise) nochmals zu entfernen. Es kann von einem maßlichen Zuwachs von wenigen Mikrometern ausgegangen werden. Bei der mechanischen Bearbeitung muss dies beachtet werden. Es wird dabei empfohlen die untere Fertigungstoleranzgrenze anzusteuern.

---

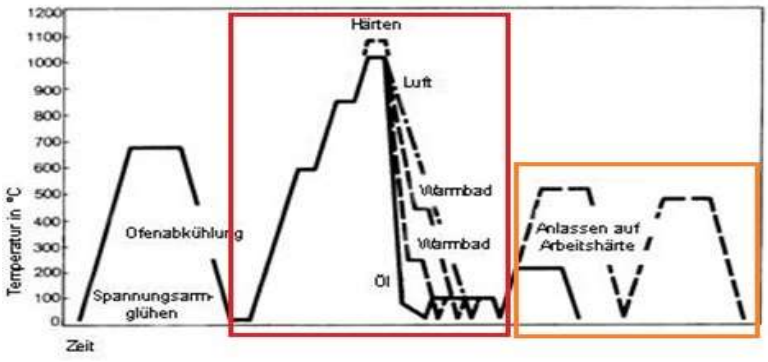
2. Vakuumhärten und Vakuumglühen

2.1 Vakuumhärten mit Stickstoffabschreckung

Beim Härten werden Werkstücke komplett durchgehärtet. Durch werkstofftechnische Einflüsse und geometrische Bedingungen kann die Härte auch zum Kern hin abfallen und zur Oberfläche differieren.

Das zu behandelnde Bauteil muss im Prozess die materialspezifische Austenitisierungstemperatur erreichen und für einen gewissen Zeitraum halten, um dann möglichst schnell abgeschreckt zu werden. Dabei wandelt sich das Stahlgefüge in das gewünschte martensitische Härtegefüge um.

Das Härten ist ein rein thermischer Prozess, der sich durch phasenweises Aufheizen, Halten und schnelles Abkühlen definiert. Anschließend muss das Anlassglühen erfolgen, damit ein optimales Verhältnis von (Ziel-) Härte und Zähigkeit eingestellt werden kann.



Nicht alle Stähle können durch das Härten im Vakuum mit Stickstoffabschreckung gehärtet werden.

Schnellere Abschreckungsgeschwindigkeiten können mit Öl- oder Wasserabschreckung erreicht werden, was jedoch in unserem Unternehmen nur für wenige Kleinteile und nur nach vorheriger Absprache durchgeführt werden kann. Wir beraten Sie dazu gerne!

Die Austenitisierungs-Temperaturen beim Härten werden als Mittelwerte aus der angelieferten Ware pro Charge ermittelt, im Regelfall zwischen 1000-1080°C oder 800-900°C. Die Grundlage dieser Temperaturen ergeben sich aus eigenen Erfahrungswerten und frei zugänglichen technischen Datenblättern.

Das Anlassen als Glühprozess erfolgt aus wirtschaftlichen Gründen regelmäßig in separaten Glühöfen (ohne Vakuumatmosphäre). Dabei entstehen natürliche Anlassfarben, die keine

Qualitätsbeanstandung sind. Falls eine blanke Werkstückoberfläche gewünscht ist, muss das Anlassen meistens im Vakuum erfolgen. Hierbei gelten jedoch interne Mindestmengen – sprechen Sie uns dafür bitte an. Falls kundenseitig keine Angabe gemacht wird, so wird das Bauteil einmalig im Glühofen angelassen.

Der Kunde ist selbstständig verpflichtet Angaben zu machen, ob Bauteile im Anschluss höheren Temperaturen ausgesetzt sind, z.B. in der Anwendung oder durch ein anschließendes Beschichten. Danach richtet sich die Temperatur beim Härten und Anlassen (z.B. Sekundärhärten). Falls keine Angaben dazu gemacht werden, behandeln wir die Bauteile nach eigenem wirtschaftlichem Ermessen.

Werkstoff- und bauteilabhängig ist Schüttware möglich. Ein Partielles Härten ist nicht möglich, denn dieses thermische Verfahren beeinflusst immer das ganze Bauteil.

Die Härteprüfung erfolgt in der Maßeinheit HRC an der Oberfläche des Bauteils. Eine zerstörende Prüfung und Ermittlung der Kernhärte kann nach Kundenwunsch in unserem Labor gegen separate Rechnung erfolgen. Dazu muss ein dem Bauteil gleichwertiges Probestück mitgeliefert werden.

Falls Umwertungen gewünscht sind, erfolgen diese nach den gängigen Normen. Eine finale Ermittlung der Zugfestigkeit kann nicht bei uns erfolgen. Die HRC-Prüfung ist damit immer nur annäherungsweise.

Die Messstellen am Bauteil werden frei durch uns bestimmt, wenn nicht anders kundenseitig gefordert. Etwa 5-10% von angelieferten Serien-Bauteilen gleicher Form und gleichen Materials werden geprüft. Eine 100%-Messung muss zwingend kundenseitig gefordert werden und wird nach Zeitaufwand extra in Rechnung gestellt.

Die Toleranzen nach dem Härte- und ersten Anlassprozess liegen bei +/-3 HRC. Durch weitere Anlassprozesse können die Toleranzen optimiert werden. Im Regelfall gilt eine Toleranz von +/-2 HRC als erfolgreiche Wärmebehandlung. Engere Toleranzen können nicht garantiert und deshalb als Reklamation nicht akzeptiert werden, auch wenn dies auf mitgelieferten Dokumenten gefordert wird.

Es kann keinerlei Verantwortung für Verzug während der Wärmebehandlung übernommen werden. Die Bauteile werden nach bestem Erfahrungswissen chargiert (gelegt, gestellt, gehangen).

Ein Spannungsarmglühen ist insbesondere empfehlenswert bei großen, komplexen Bauteilen; ebenso mehrmaliges Anlassen (zwei bis vier Mal). Dabei kann die Verzugs- und Rissgefahr minimiert werden.

Eine pauschale Aussage zu Behandlungsaufmaßen für die Nacharbeit kann nicht getroffen werden.

2.2 Vakuumglühen

Wie unter Punkt 5. erläutert, können alle Glühverfahren auch unter Vakuumbedingungen gefahren werden nur mit dem Ergebnis einer blanken, sauberen Werkstückoberfläche. Aufgrund von Mindestlademengen müssen wir diese Behandlungen im Vakuum auftragsbezogen anbieten.

3. Hochtemperatur-Vakuumlöten

Beim Hochtemperatur-Vakuumlöten werden Bauteile miteinander stoffschlüssig verbunden durch das Schmelzen und Erstarren von Lotmaterial an definierten Stellen. Das Verfahren hat sich für das Fügen hochbeanspruchter Konstruktionen aus unterschiedlichsten Materialien technisch bewährt, weil die Lötspalten enger gewählt und hohe Verbindungsfestigkeiten erreicht werden können. Typischerweise findet es z.B. in der Ventilindustrie eine breite Anwendung.

Die Temperaturen und Haltezeiten sind vom Werkstoff, der Bauteilgeometrie und dem zu verwendenden Lotmaterial abhängig. Die Schmelztemperaturen liegen im Regelfall bei ca. 1100°C.

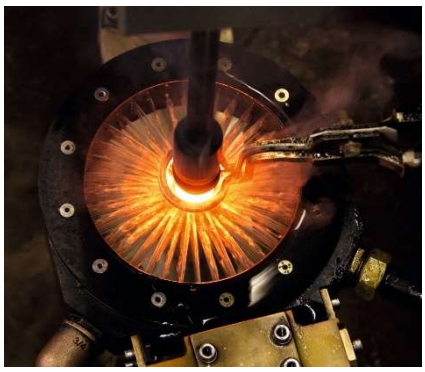
Sprechen Sie uns für eine individuelle Beratung an!

---

4. Induktionshärten (Randschichthärten)

Das Induktionshärten ist ein Randschichthärteverfahren, das auf dem Prinzip der Erhitzung mittels elektromagnetischen Effekts und schneller Abkühlung beruht. Das Bauteil wird an der Randschicht bis zu einer definierten Härtetiefe von wenigen Millimetern aufgehärtet und angelassen und bleibt im Kern weich. Die maximal zu erreichende Härte wird maßgeblich vom Kohlenstoffgehalt des Stahls beeinflusst.

In unserer Induktionsanlage können ausschließlich drehsymmetrische Außendurchmesser gehärtet werden. Unsere Induktoren reichen von Durchmesser ca. 25 bis 180 mm.



Mit unseren technischen Möglichkeiten wird eine Randschichthärtetiefe (Rht) von max. 1,5 - 2 mm erreicht. Nur durch eine zerstörende Werkstoffprüfung kann die tatsächliche Rht ermittelt und dokumentiert werden (Probestück notwendig; separate Rechnung nach Aufwand).

Die Härteprüfung erfolgt in der Maßeinheit HRC an der Oberfläche des Bauteils. Die Messstellen am Bauteil werden frei durch uns bestimmt, wenn nicht anders kundenseitig gefordert. Etwa 5-10% von angelieferten Serien-Bauteilen gleicher Form und gleichen Materials werden geprüft. Eine 100%-Messung muss zwingend kundenseitig gefordert werden und wird nach Zeitaufwand extra in Rechnung gestellt.

Die Härtetoleranzen können verfahrens- und materialbedingt insgesamt um ca. +/-3 HRC ausfallen.

Verfahrensbedingt kann es an scharfen Ecken und Kanten zu Abplatzungen kommen, für die wir keine Gewährleistung übernehmen können. Materialfehler oder Eigenspannungen können ebenfalls zu Schäden am Bauteil durch Wärmeeinfluss führen, die wir nicht verantworten können. An Dimensionsübergängen kann es bauteil- und verfahrensbedingt zu einer verminderten oder auslaufenden Härte kommen. Es wird empfohlen die Bauteile in einem spannungsarmen Zustand anzuliefern.

Die Bauteile müssen zur Aufnahme in der Anlage beidseitig zentriert sein.

Eine pauschale Aussage zu Behandlungsaufmaßen für die Nacharbeit kann nicht getroffen werden.

---

5. Verschiedene Glühverfahren

Glühprozesse dienen dem Ziel eine bestimmte Gefügeausbildung im Stahl/Bauteil zu erreichen oder Materialspannungen zu vermindern.

Spannungsarmglühen

Vermindert innere Spannungen und kann Rissen oder Brüchen vorbeugen. Empfehlenswert vor Härteprozessen, insbesondere bei komplexen und großen Bauteilen.

Weichglühen

Herstellung eines weichen Gefüges zur besseren Umformbarkeit oder Zerspanung.

Lösungsglühen, Rekristallisationsglühen, Normalglühen, u.a.

Sprechen Sie uns an!

---

6. Brünieren

Das Brünieren ist ein nicht schichtbildendes Oberflächenverfahren mittels Tauchbad, bei dem auf (unlegierten und niedriglegierten) Stählen gleichmäßige, schwarze und dekorative Konversionsschichten erzeugt werden, welche im geölten Zustand zusätzlich eine minimale Korrosionsschutzwirkung haben. Die Schicht ist weitestgehend abrieb- und biegefest. Da die Oberfläche nur umgewandelt wird und lediglich ein sehr geringer Auftrag von wenigen µm entsteht, werden die Bauteile durch die Beschichtung auch im Fall von Passungen nicht nennenswert maßlich verändert.

Die Ausprägung der Färbung hängt von der verwendeten Brünierlösung sowie Grundmaterial, Oberflächenbehandlung und Wärmebehandlung des Werkstücks ab. Die Reinigung ist essentiell für die Qualität der Brünierung. Der Anlieferzustand muss einwandfrei sein, d.h. frei von jeglichen Ölen, Fetten, Spänen und sonstigen Verunreinigungen. Eine vorherige Reinigung durch uns (z.B. mechanisch/strahlen oder chemisch/beizen) wird nach Aufwand separat in Rechnung gestellt.

Die Behandlungsteile werden nach dem Brünierprozess gründlich mit Wasser gespült und in ein Ölbad getunkt. Es wird versucht alle Löcher und Bohrungen sorgfältig zu reinigen. Für minimale Rückstände, die offensichtlich nicht erkennbar waren, und im Nachhinein zu Verunreinigungen durch Salze führen können, übernehmen wir keine Reklamationshaftung.

Wir behandeln Bauteile nur nach DIN-Norm 50 938 – FE // A / T4 (Einbadbrünierung mit Ölnachbehandlung).

Für weitere Informationen können Sie uns gerne jederzeit kontaktieren!

Dr.-Ing. Folz Gleitlagertechnik GmbH, Matthias-Nickels-Str. 14-16, 66346 Püttlingen

www.dr-ing-folz.de www.haertetechnik-folz.de

info@dr-ing-folz.de haerten@dr-ing-folz.de

Tel.: 06806-953930 06806-9539315