



## Plasmanitrieren, Plasmanitrocarburieren & Oxidation

Ausgangszustand	Plasmanitrieren	Plasmanitrocarburieren	Oxidation
<b>NHT</b>	+++	+++	
<b>VS</b>	+	++	
<b>Korrosionsschutz</b>	+	++	+++
<b>Maßhaltigkeit</b>	+++	+	+

**Das Plasmanitrieren** ist ein thermochemisches Wärmebehandlungsverfahren, welches mit gepulster Spannung im Vakuum arbeitet. Mit Hilfe elektrischer Energie wird das Behandlungsgas im Rezipienten ionisiert und elektrisch leitfähig, sowie chemisch hochreaktiv.

Ein elektrisch leitfähiges Gas bezeichnet man als Plasma, den vierten Aggregatzustand. Dieses weist eine für den Prozess charakteristische magentafarbene bis violette Leuchterscheinung auf. Im Vergleich zum Gasnitrieren und anderen verwandten Verfahren wird beim Plasmanitrieren ein Anteil thermischer Energie durch die elektrische Energie des Plasmas ersetzt. Aufgrund dieses Umstandes wird die Behandlung bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen (350 - 570 °C) möglich. In Folge dessen ist die Behandlung äußerst verzugsarm. Weiterhin sind sehr niedrig angelassene vergütete Stähle ohne Verlust der Kernfestigkeit behandelbar.

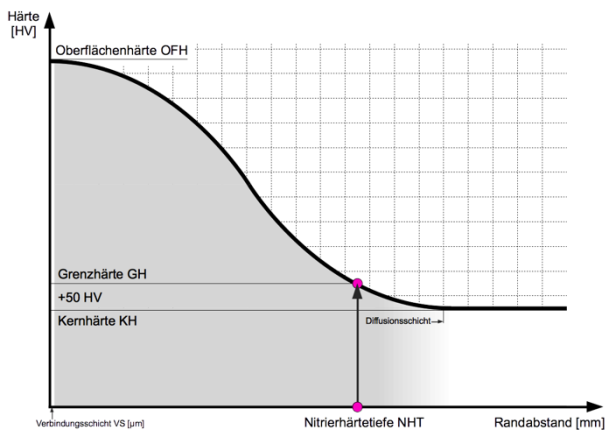


Bild: Härteprofil und Nitrierkennwerte

Der Randbereich der Werkstücke wird vollständig in Eisennitrid umgewandelt. Dieser Verbindungsschicht (VS) genannte Bereich zeichnet sich durch ausgezeichnete Gleit- und Laufeigenschaften. Bei Zahnrädern führt dies beispielsweise zu einer Minimierung des Verschleißes und einer Steigerung der Laufruhe. Niedrig legierte Stähle erhalten durch die Verbindungsschicht verbesserte Korrosionseigenschaften. Abhängig vom Ausgangsmaterial und der Prozessführung lassen sich Verbindungsschichtdicken von bis zu 20 µm erzeugen. Bei speziellen Anwendungen ist auch ein verbundungsschichtfreies Nitrieren möglich.

Die unterhalb der Verbindungsschicht liegende Diffusionsschicht ist durch ausgeschiedene Eisennitride und Nitride der im Grundwerkstoff enthaltenen Legierungselemente gekennzeichnet, welche maßgeblich zur erzielbaren Härtesteigerung beitragen.

Allgemein wird die erzeugte Schichtdicke der plasmanitrierten Oberfläche in Form der Nitrierhärte (NHT) bestimmt. Dabei handelt es sich um den Randabstand, bei dem die Vickershärte (HV) noch 50HV über der Härte des Werkstückkernes liegt.

Weitere Besonderheiten des Plasmanitrierens sind u.A. die Fähigkeiten, Bereiche selektiv zu behandeln und auch hochlegierte („Niro“) Stähle an der Oberfläche härten zu können.

**Das Plasmanitrocarburieren** ist eine Verfahrensvariante des Plasmanitrierens. Dabei diffundiert neben Stickstoff eine begrenzte Menge Kohlenstoff in die Werkstückoberfläche ein. Der Prozess findet bei höheren Temperaturen als das Plasmanitrieren, aber unterhalb der Umwandlungstemperatur statt und ist daher ebenfalls noch sehr maßhaltig. Da der Kohlenstoff die Bildung des  $\epsilon$ -Eisennitrides begünstigt, sind dicke  $\epsilon$ -Nitrid-Verbindungsschichten herstellbar. Diese eignen sich vor allem bei hohen Verschleißbeanspruchungen. Weniger geeignet sind sie bei dynamischen Beanspruchungen. Die behandelten Teile erhalten wie nach dem Plasmanitrieren ein graues, mattes Aussehen. Eine mechanische Bearbeitung nach dem Nitrocarburieren ist nicht sinnvoll, da dadurch die harte Randschicht abgetragen würde.

Zum Plasmanitrocarburieren eignen sich alle Stähle, die im Volumen wenig Kohlenstoff enthalten. Das sind vor allem die Einsatz- und Vergütungsstähle.

Diese erreichen Härten an der Oberfläche von 550 HV bis 800 HV. Auch Baustähle sind prinzipiell behandelbar. Da diese jedoch keine garantierte chemische Zusammensetzung haben, sind die erreichbaren Härten sehr unterschiedlich und bewegen sich zwischen 250 und 550 HV. Bei all diesen Stahlsorten verbessern sich die Korrosionseigenschaften aufgrund der sich bildenden dicken Verbindungsschicht.

**Die Oxidation** dient einer weiteren Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit und kann direkt im Nachgang der Wärmebehandlung in den Prozess integriert erfolgen.

Es bildet sich eine wenige Mikrometer dünne Oxidschicht aus  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Magnetit) durch Umwandlung eines Teiles der zuvor gebildeten Verbindungsschicht.



Die Bauteiloberfläche erhält eine dunkelblaue bis anthrazite Färbung. Die Nachoxidation wird als letzter Verfahrensschritt direkt nach dem nach dem Plasmanitrier- oder Plasmanitrocarburierprozess durchgeführt. Zum Erhalt der Bauteileigenschaften darf keine weitere Bearbeitung des Teiles erfolgen. Zur Unterstützung des Korrosionsschutzes können die Werkstücke zusätzlich geölt oder imprägniert werden. Je nach Gestalt der behandelten Teile ist nach der Oxidation eine Beständigkeit im Salzsprühversuch von bis zu 300 h erreichbar.

Angewendet wird diese Verfahrensvarianten bei Teilen, die sowohl verschleiß- wie korrosionsbeständig sein müssen. Das sind beispielsweise Getriebespindeln, Hydraulikzylinder oder verschiedene Fahrzeugteile.

Bild: Bauteil vor und nach Oxidation

Alle erreichbaren Ergebnisse der Plasmawärmebehandlung hängen vom Ausgangsmaterial, der jeweiligen Werkstückherstellung und der Prozessführung der Wärmebehandlung ab. Unter Betrachtung des jeweiligen Anwendungsfalles existieren für viele Aufgaben Standardprozesse. Bei speziellen Anforderungen sind individuelle Parameter und Verfahrenskombination problemlos umsetzbar. Zu allen Details und Möglichkeiten der plasmagestützten Wärmebehandlung beraten wir Sie gern.