

<b>Projekttitle:</b>	<b>Prognosetool für Plasmanitrierprozesse zur Randschichtbehandlung von Werkzeugen und Bauteilen (ProgPlas)</b>
<b>Starttermin:</b>	01.03.2017
<b>Endtermin:</b>	28.02.2019
<b>Institut/Firma:</b>	Fraunhofer IST Institut für Schicht- und Oberflächentechnik, Braunschweig IWW Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik, Chemnitz
<b>Leiter:</b>	Prof. Dr.-Ing. Günter Bräuer Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Lampke
<b>Telefon:</b>	+49 (0) 531 / 2155-500 +49 (0) 371 / 531-36163
<b>Fax:</b>	+49 (0) 531 / 2155-900 +49 (0) 371 / 23819
<b>E-Mail:</b>	guenter.braeuer@ist.fraunhofer.de thomas.lampke@mb.tu-chemnitz.de
<b>Bearbeiter:</b>	Herr Markus Mejauschek Herr Jörg Pribbenow
<b>Projektbegleitendes Gremium:</b>	Herr Wegerhoff, AWEGA Werkzeugbau Herr Röders, G. A. Röders GmbH Co. KG Herr Dr. Altmüller, Gedore Tool Center GmbH & Co. KG Herr Dr. Weidlich, Goertz Gravurtechnik GRT GmbH & Co. KG Herr Dr. Karlsohn, Härtereier Carl Gommann GmbH Herr Welp, HAZET-WERK Hermann Zerver GmbH & Co. KG Herr Dr. Vetter, Oerlikon Metaplas GmbH Herr Böhm, Plasmanitriertechnik Dr. Böhm Herr Hoppe, PlaTeG (PVA Tepla) Herr Rotthaus, Sona BLW Herr Schuberth, CeWOTec gGmbH Herr Dr. Laufer, Hammerwerk Fridingen GmbH Herr Baumgartner, Hirschvogel Umformtechnik GmbH Herr Zwick, Böhler-Uddeholm Deutschland GmbH
<b>Projektnummer:</b>	IGF 18741 BG

**Projektziel:****Höhere Qualität plasmanitrierter Werkzeuge und Bauteile bei genauere Vorhersage des Nitrierergebnisses**

Durch die Vorhersage optimaler Prozessparameter zur gezielten Einstellung gewünschter Nitrierergebnisse soll eine verbesserte Nutzung der Vorteile des Plasmanitrierens erreicht werden. Basierend auf Künstlichen Neuronalen Netzen wird ein Prognosetool für die Plasmanitrierbehandlung von Werkzeugen und Bauteilen entwickelt. Hierdurch soll das derzeit weitgehend erfahrungsbasierte Wissen über die Zusammenhänge zwischen Werkstoffkennwerten, Nitrierparametern, Nitrierergebnis und späteren Bauteileigenschaften objektiviert werden. Das Prognosetool soll dabei zukünftig nicht nur die vom Anwender gewünschte Nitrierhärte berücksichtigen, sondern auch die geometrischen Einflüsse auf das Nitrierergebnis als auch die Art der Ausbildung einer Verbindungsschicht.

## Projekinhalt:

Plasmanitrieren ist ein etabliertes Verfahren zur Randschichthärtung, um die Verschleiß- und chemische Beständigkeit von Stahlwerkstoffen zu verbessern. Darüber hinaus wird es als Vorbehandlung für nachfolgende Beschichtungen eingesetzt, mit dem Ziel, deren Haftung und Belastbarkeit zu erhöhen. Typische Anwendungen sind Ur- und Umformwerkzeuge wie Druckgusswerkzeuge, Schmiedegesenke und Strangpressmatrizen, aber auch Maschinenelemente wie Zahnräder, Gelenkzapfen und Wellen. Bei diesem Prozess wird atomarer Stickstoff durch ein Plasma bereitgestellt und diffundiert in den Werkstoff, wobei i.d.R. Temperaturen von ca. 450 bis 600 °C angewendet werden. Die Temperatureinstellung erfolgt hierbei über ein gepulstes Plasma. In Abhängigkeit vom Stickstoffangebot, der Temperatur und dem jeweiligen Werkstoff bilden sich Verbindungsschichten und Diffusionszonen unterschiedlicher Zusammensetzung und Dicke aus. Dadurch werden die Ausbildung des Härtetiefenprofils, sowie die chemische Beständigkeit und damit die Bauteileigenschaften maßgeblich beeinflusst. Abbildung 1 stellt den Nitrierprozess schematisch dar.

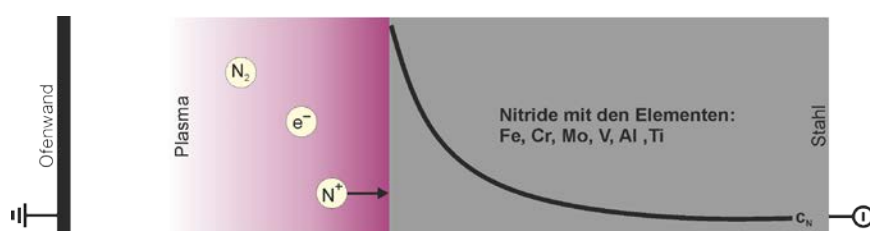


Abbildung 1:  
Schema eines Plasmanitrierprozesses (stark vereinfacht)

Um optimale Ergebnisse zu erzielen, müssen die Prozessparameter auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt sein. Dabei muss die Abhängigkeit des Nitrierergebnisses vom Werkstoff und den darin enthaltenen Legierungselementen berücksichtigt werden. Im Forschungsprojekt sollen deshalb Nitrierergebnisse in Abhängigkeit von den Prozessparametern für eine Auswahl an Werkstoffen simuliert werden. Zeitaufwendige Vorversuche zur Einstellung des gewünschten Nitrierergebnisses werden so zukünftig vermieden. Dafür wird ein datenbankbasiertes Simulationstool entwickelt und validiert. Das Simulationstool basiert auf einem künstlichen neuronalen Netz, das mit Härtetiefenprofilen trainiert wird. Zu diesem Zweck werden eine Vielzahl verschiedener Stähle mit unterschiedlichen Temperaturen, Zeiten und Stickstoffgehalten nitriert. Anschließend erfolgen mehrfache Härtemessungen, um das Training des Netzes statistisch abzusichern. Das neuronale Netz wird mit dem Bayesian Algorithmus unter Variation der Schichten und der darin enthaltenen Neuronen durch überwachtetes Lernen trainiert. Für eine breite Anwendungsverbretung der Simulation der Nitrierergebnisse werden die nötigen Eingaben sowie das trainierte neuronale Netz in ein Prognosetool mit grafischer Benutzeroberfläche überführt. Abbildung 2 zeigt ein aktuelles Zwischenergebnis, das die berechneten resultierenden Nitriertiefen in verschiedenen Stählen für unterschiedliche Stickstoffgehalten im Nitrierprozess wiedergibt.

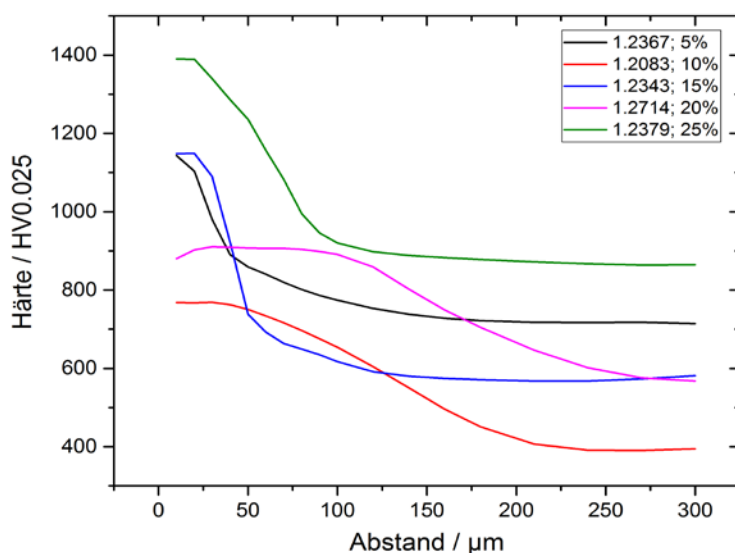


Abbildung 2:  
Simulation von Härteverläufen verschiedener Stähle bei unterschiedlichen Stickstoffgehalten bei einer Nitrierung von 16 h mit 480 °C