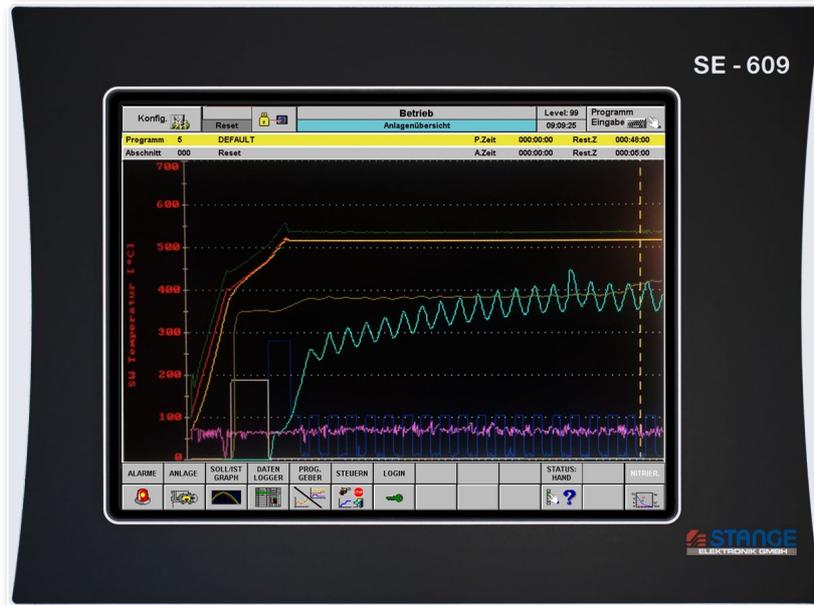
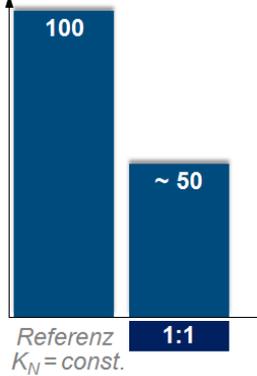


# Ammoniak-Einsparung bis zu 50% durch **NITRO-PULS**®



NH<sub>3</sub>-Verbrauch  
[%]



## NITRO-PULS®

Neu erprobte sensor kontrollierte  
Gasnitrier-Technologie

## STAND DER TECHNIK

Beim Gasnitrieren wird als Stickstoffspender Ammoniak verwendet. Bei der Nitrieretemperatur reagiert der Ammoniak an den katalytisch wirkenden metallischen Oberflächen im Behandlungsraum thermisch bedingt in Stickstoff und Wasserstoff. Der Dissoziationsgrad des Ammoniaks oder der Wasserstoffgehalt in der Ofenatmosphäre bestimmt die Nitrierwirkung des Prozessgases und wird durch die Nitrierkennzahl  $K_N$  beschrieben. Von dem eingesetzten Ammoniak reagieren jedoch nur 5 bis maximal 10% auf den aktiven Oberflächen im Behandlungsraum. Der Rest des Prozessgases ist ungenutzt und wird üblicherweise abgefackelt. In der industriellen Praxis werden klassische Gasnitrierprozesse in der Haltezeit mit konstant eingestellten Gasmengen oder Nitrierkennzahlen gefahren. In der Haltezeit können auch die Sollwerte in mehreren Stufen empirisch verändert werden. Diese Praxis führt vor allem in der An-Nitrierphase bei hohen Nitrierkennzahlen zu einem hohen  $NH_3$ -Verbrauch. Aber auch in den folgenden Abschnitten der Haltezeit ist bei konstanten Sollwerten der Gasverbrauch sehr groß.

## NITRO-PULS© -TECHNOLOGIE

Durch pulsierende bzw. zeitabhängige, zyklische variable Nitrierpotentiale konnte der Ausnutzungsgrad des Ammoniaks deutlich verbessert werden. Die Einstellung des gewünschten Phasenaufbaus der Verbindungsschicht wurde durch die zeitabhängige Variation der Nitrierkennzahl und des Gasdurchsatzes erreicht. Diese neue Gasnitrier-Technologie **NITRO-PULS©** wurde gemeinsam mit dem Institut für Werkstofftechnik TU Bergakademie Freiberg entwickelt.

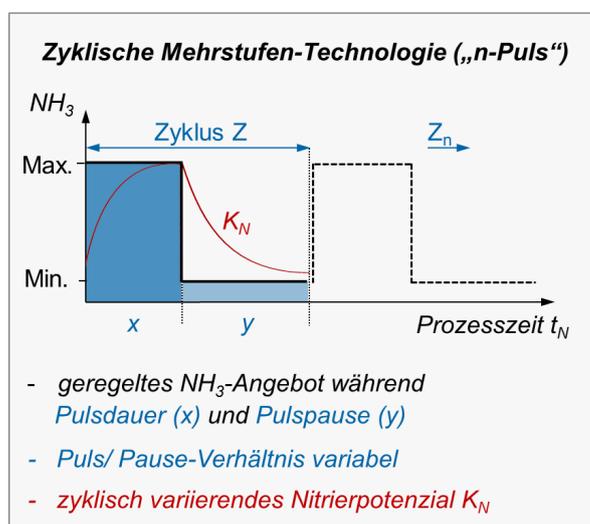
Bei der **NITRO-PULS©** -Technologie wurde ein neues Regelungskonzept eines zeitlich variierenden Nitrierpotentials  $K_N$  auf der Basis der Änderung des  $H_2$ -Sensor-Signals eingeführt. Die zeitliche Variation erfolgt nach der Pulslänge sowie der Pulspause.

Unser Regelungskonzept ist erfolgreich in der Praxis getestet worden. Es wurde der Nachweis erbracht, dass unser Konzept die Praxisanforderungen erfüllt.

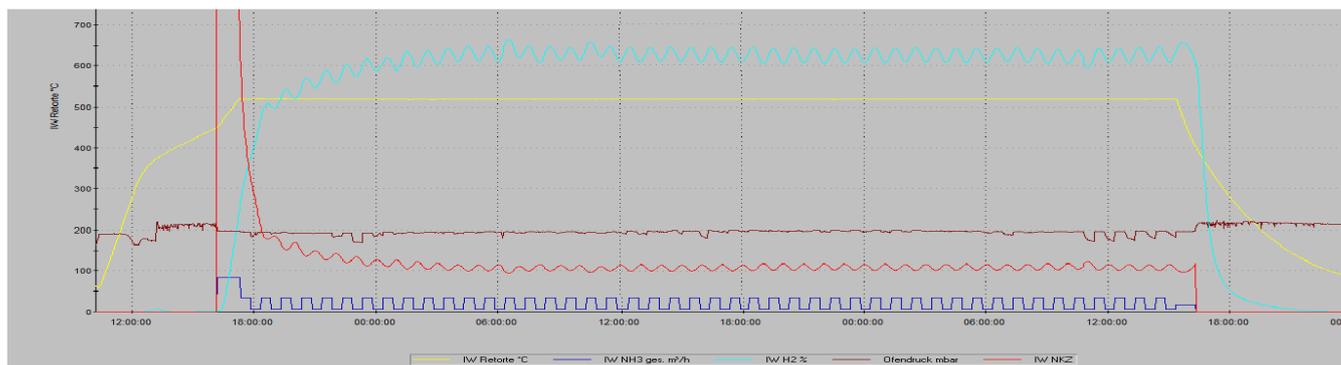
## NITRO-PULS© REGELUNGSKONZEPT

Für die Umsetzung wurde ein modifizierter Regelalgorithmus realisiert, der in Versuchsprogrammen untersucht und weiterentwickelt wurde.

Auf diese Weise wurde eine Optimierung des Umschaltverhaltens zwischen der Festmengenregelung und der NKZ-Regelung in der Haltephase möglich. Die Führungsgröße bei der Nitrierkennzahl-Regelung ist die  $NH_3$ -Menge. Die Umschaltung auf die Haltephase erfolgt dann nach dem  $NH_3$ -Istwert aus der Festmengenregelung. Der Nitrierkennzahl-Regelkreis wird auf die momentan vorhandene Ofenatmosphäre eingestellt und dann gleitend in kürzester Zeit zum Sollwert geführt. Somit wurden ereignisabhängige Chargengrößen, Chargenoberflächen und eine Chargenaktivitäts-Regelung der Nitrieratmosphäre möglich.

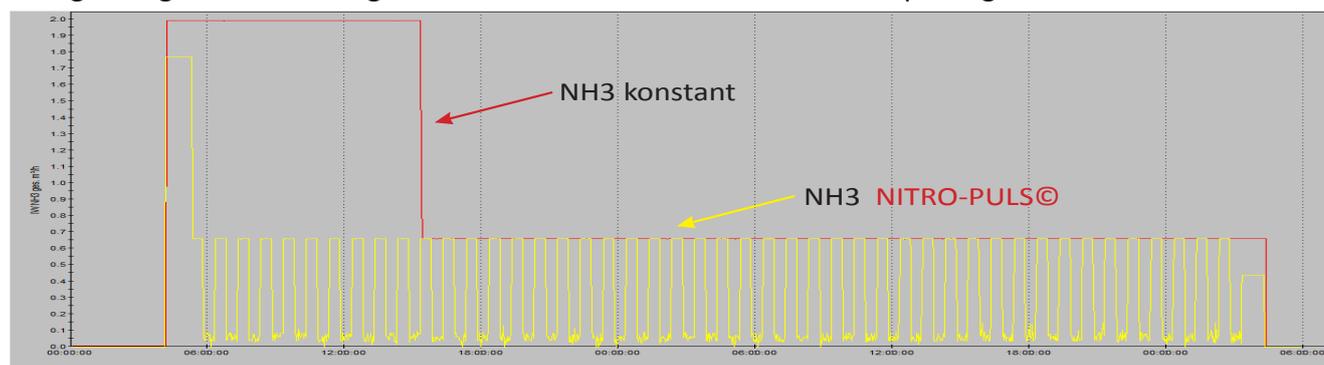


## NITRO-PULS® Technologie im Praxistest: NH<sub>3</sub>-Einsparung 39%



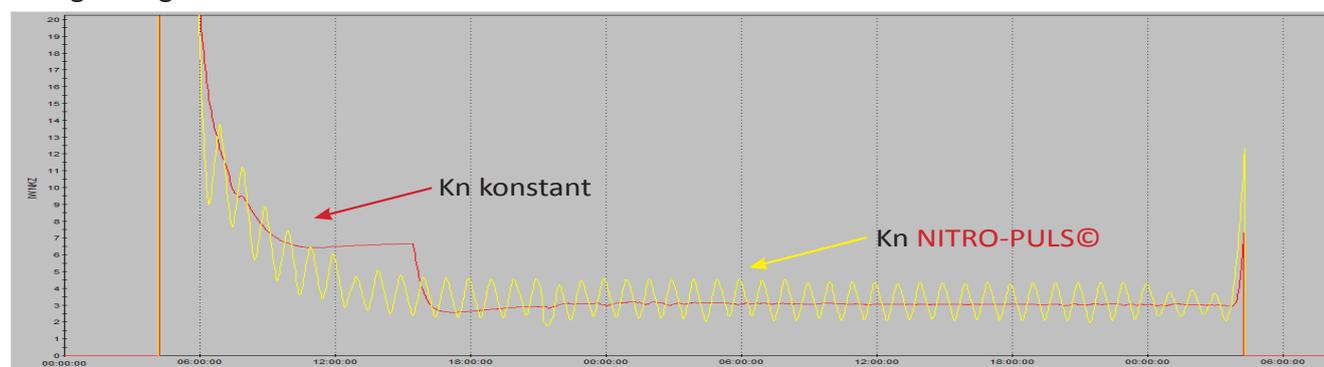
- Praxistest bei einer Haltetemperatur von 515°C, Haltezeit von 48h
- Sichere Nitrierergebnisse erreicht durch Puls/Pausenzeit von 30min
- 2h An-Nitrierung mit einer größeren NH<sub>3</sub>-Menge
- 46h Haltezeit mit einer kleineren Gasmenge gepulst
- Bei Minimierung der NH<sub>3</sub>-Menge in der Pausenzeit weitere 10% Einsparung möglich
- Trotz gepulster Gasmenge ist Ofendruck annähernd konstant

## Chargenvergleich NH<sub>3</sub> Menge konstant und NITRO-PULS®: NH<sub>3</sub>-Einsparung 61%



- Weiterer Praxistest: NH<sub>3</sub> Menge in der Pausenphase deutlich verringert
- NH<sub>3</sub>-Einsparung von 61% im Vergleich zum Referenzprogramm mit konstanten Gasmengen

## Chargenvergleich Nitrierkennzahl konstant und NITRO-PULS®



Es wurde erkannt, dass eine Mengenreduzierung in der ersten Phase (11 Stunden) bei konstanten Gasmengen durchaus erreichbar ist. In diesem Vergleich der Nitrierkennzahlen kann die An-Nitrierungsphase auf 2 Stunden reduziert werden

Bei allen Praxisversuchen wurden die geforderten Parameter wie NHD, CLT und Randhärte eingehalten.



IHR ANSPRECHPARTNER  
Dipl.-Ing.  
Stefan Heineck  
Leiter Verfahrenstechnik

STANGE Elektronik GmbH  
Büro Thüringen  
Wandersleber Str. 1b  
D-99192 Apfelstädt  
Fon: + 49 - 36202 - 75090  
Fax: + 49 - 36202 - 750991  
Email: sheineck@stange-elektronik.de

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

*In Zusammenarbeit mit der  
TU Bergakademie Freiberg  
Institut für Werkstofftechnik*



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**STANGE Elektronik GmbH**  
Rudolf-Diesel-Str. 15-17  
D-51674 Wiehl  
Fon: + 49 - 2261 - 95790  
Fax: + 49 - 2261 - 55212  
Email: info@stange-elektronik.de  
Internet: stange-elektronik.com