

Reiner Grün

## Reinigerbedingte Sperrschichten aussperren

### SurTec setzt neue Maßstäbe bei der Reinigung vor der Wärmebehandlung

*Die Reinigung stellt während der Teilefertigung die optimale Oberflächenbeschaffenheit des Werkstückes vor jeder Weiterverarbeitung, Wärmebehandlung, Montage oder Beschichtung sicher. Dies bedeutet, dass im Reinigungsschritt alle störenden Kontaminationen wie Partikelverunreinigung, Fette, Öle und Emulsionen von der Werkstückoberfläche entfernt werden müssen, um den notwendigen Oberflächenzustand zu erzielen. Eine unfachmännische Reinigung kann zu erheblichen Problemen (Sperrschicht-, Passivschichtbildung) führen. Eine professionelle Lösung bietet das Reinigungssystem SurTec 042 mit dem Tensidbooster SurTec 085.*

Im Bereich der Wärmebehandlung werden Fehler z. B. oft erst nach einem thermochemischen Diffusionsprozess (Gasnitrieren) deutlich und das, obwohl die Teile vorher „optisch“ sauber (späne-, ölfrei, trocken) waren.

Wenn andere Fehlerquellen, wie die Art des Werkstoffes, die Teilegeometrie, die Positionierung im Gestell und im Ofen, die mechanische Bearbeitung sowie der „Ofenzustand und die Ofeneinstellungen“ ausgeschlossen werden können, dann sind diese Fehler in der Regel auf nicht sichtbare, diffusionshemmende Schichten (Passiv-, Sperrschichten) auf der Bauteiloberfläche zurückzuführen.

Diese störenden Schichten können nicht zuletzt durch die Verwendung ungeeigneter Reinigersysteme ausgebildet werden.

Die Nacharbeit der Ausschussteile ist, wie die Praxis zeigt, schwierig, zeitaufwendig, kostenintensiv und nicht immer möglich. Die schadhafte Stellen müssen in diesen Fällen meist mechanisch entfernt werden, z. B. durch Schleifen oder Strahlen (Problem: Maßhaltigkeit, Rautiefe). Die anschließende nochmalige Wärmebehandlung verursacht wiederum Kosten und Zeitverlust.

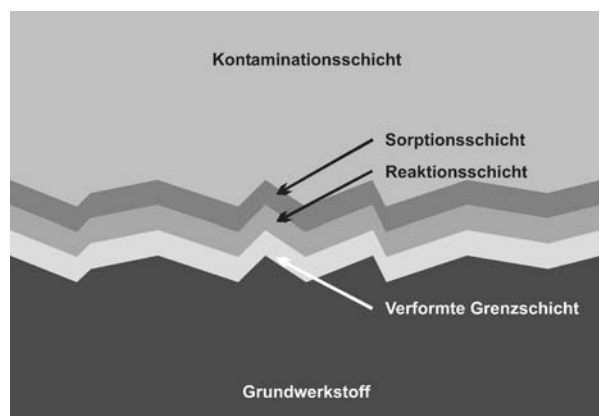
#### Bauteiloberfläche und Kontaminationen

Ein Werkstück hat vor der Wärmebehandlung viele verschiedene Bearbeitungs- und Reinigungsschritte durchlaufen. Dabei wurde die Oberfläche beeinflusst und verändert. Man unter-

scheidet zwei Arten von Veränderungen: zum einen die mechanischen Veränderungen während der Bearbeitung und zum anderen die chemischen Veränderungen durch beispielsweise Bearbeitungshilfsmittel, Reiniger oder Korrosionsschutzmittel.

#### Mechanische Veränderung

Mechanische Veränderungen werden verursacht z. B. durch Verformen (Ziehen, Walzen, sonstige Umformprozesse), Verdichten (Pressen) und Abtragen (Strahlen, Honen, Polieren, Schleifen). Die dabei verwendeten Bearbeitungshilfsmittel sorgen für Kühlung, Schmierung und Korrosionsschutz während der mechanischen Bearbeitung. Die für die Zwischenreinigung verwendeten Reinigungsmittel werden eingesetzt, um den notwendigen Oberflächenzustand (Sauberkeit, Korrosionsschutz) zu erzielen. Bearbeitungs- wie auch Reini-



**Bild 1:**  
Oberfläche nach  
Prof. Dr. Haase  
(Bilder: SurTec)

gungsmittel können zu einer chemischen Veränderung der Teileoberfläche führen.

**Chemische Veränderungen (Adsorptions- und Reaktionsschichten)**

Chemische Veränderungen werden verursacht beispielsweise durch Korrosionsschutzschichten von Wachsen oder Paraffinen aus Passivierungsmitteln, Schichten von Seifen aus Ziehprozessen, Phosphatschichten aus Zink-, Eisen oder Manganphosphatierungen als Ziehhilfsmittel oder als Korrosionsschutz, Brünierschichten, Schichten durch Bearbeitungshilfsmittel (u. a. chlor-, phosphor- und schwefelhaltige), Schichten durch Rissprüflösungen, Schichten von Reinigerinhaltsstoffen (u.a. Phosphate, Silikate, anionische Tenside), Schichten von Wasserinhaltsstoffen (u.a. Chloride, Sulfate, Calcium, Magnesium) aus dem Ansatzwasser der wassermischbaren Kühlschmierstoffe und den Reinigungsbädern.

**Bauteiloberfläche**

Die Bauteiloberfläche vor der Reinigung ist in **Bild 1** schematisch dargestellt. Der Grundwerkstoff wird von der bei der mechanischen Bearbeitung entstandenen verformten Grenzschicht bedeckt. Danach folgt die Reaktionsschicht, die in der Regel aus Metalloxiden besteht. Sie kann aber auch Reaktionsprodukte aus KSS-Additiven (KSS – Kühlschmierstoff) mit dem Metall enthalten (z. B.

**Weiterführende Literatur zu diesem Artikel:**

- [1] Industrieverband Härtetechnik (IHT), Hagen: Infoblatt Bauteilreinigung in Härtereien.
- [2] Internet: [www.iht.wsm-net.de/infoblaetter/bauteilreinigung.htm](http://www.iht.wsm-net.de/infoblaetter/bauteilreinigung.htm)
- [3] SurTec Deutschland GmbH: Technische Briefe und Publikationen. Internet:[www.SurTec.com](http://www.SurTec.com)
- [4] Haase, Brigitte u. a.: Bauteilreinigung-Alternativen zum Einsatz von Halogenkohlenwasserstoffen. Expert Verlag

Metallsulfide oder Phosphorverbindungen). Reaktionsschichten entstehen auch bei der Phosphatierung oder Brünierung von Metalloberflächen; sie sind in der Regel dünn, haften aber sehr fest und können sehr dicht sein. Anschließend folgt eine Sorptionschicht, in der weitere Inhaltsstoffe der KSS und Reinigungsrückstände durch Chemiesorption, bzw. Physisorption gebunden sind. Die Sorptionschicht geht dann über in die dicke Kontaminationsschicht, die Rückstände aus den vorangegangenen Bearbeitungsschritten, z. B. Öle, Fette, Späne, Reinigungsrückstände, Wasserinhaltsstoffe enthält.

**Keine Sperrschichtbildung durch geeignete Reinigersysteme**

Die Inhaltsstoffe wässriger Reinigersysteme kann man in zwei Gruppen unterteilen. Dies sind zum einen die anorganischen oder organischen Gerüststoffe

(Builder) wie Hydroxide, Silikate, Phosphate, Alkanolamin-Fettsäureaddukte und die waschaktiven, organischen Substanzen (Tenside).

**Einfluss von Reinigerinhaltsstoffen auf den Wärmebehandlungsprozess**

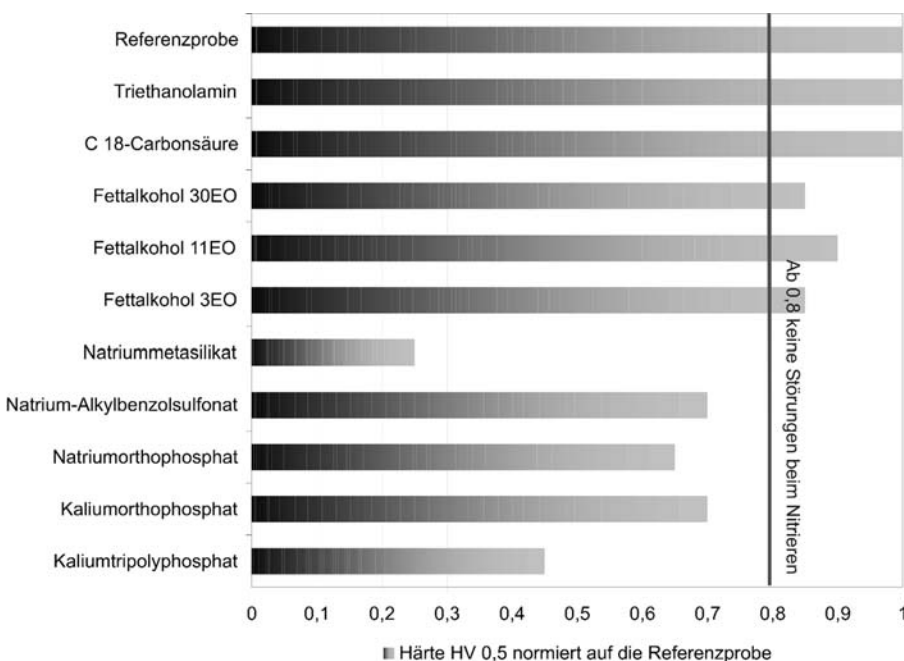
Die verschiedenen Reinigerinhaltsstoffe haben, wenn sie auf der Metalloberfläche verbleiben, einen unterschiedlich starken Effekt auf den nachfolgenden Wärmebehandlungsschritt. **Bild 2** zeigt dies am Beispiel des Nitrierprozesses. Dargestellt werden Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt des Bremer Instituts für Werkstofftechnik (IWT), das sich mit der Problematik der Reinigerinhaltsstoffe in Bezug auf die Wärmebehandlung beschäftigt hat. Werte unter 0,8 indizieren eine Störung des Nitrierprozesses durch Ausbildung von Sperrschichten. Das Material der Proben war der Stahl C-15 und die Werte wurden auf die Referenzprobe (=1) normiert.

**Welche Eigenschaften muss ein ideales Reinigersystem haben?**

Ein Reiniger, der universell ohne Probleme bei der Reinigung vor der Wärmebehandlung eingesetzt werden kann, muss einige wesentliche Eigenschaften aufweisen.

Er muss für die gängigen Verfahren (Tauch-, Spritz-, Ultraschall- und Druckflutverfahren) einsetzbar sein. Für lange Standzeiten der Bäder und ein gleich bleibendes Reinigungsergebnis sind ein demulgierendes Verhalten und eine gute Recyclingfähigkeit Voraussetzung. Der Korrosionsschutz sollte für eine temporäre Zwischenlagerung ausreichen. Für Transparenz und Überprüfbarkeit des Reinigungsverfahrens sind eine eindeutige und einfache Analysierbarkeit und Dosierung wichtig. Grundvoraussetzung ist nicht zuletzt ein unkompliziertes Verhalten im Wärmebehandlungsverfahren, bei dem sich weder Sperrschichten noch Passivschichten bilden.

Die oben genannten Ergebnisse aus dem Forschungsbericht zeigen deutlich, dass bei der Formulierung von Reinigersystemen für die Reinigung vor der Wärmebehandlung, eine Selektion von Rohstoffen getroffen werden muss, die keine Probleme bereiten. Zur Verifizierung einer Formulierung ist neben der Labor- und Technikumsprüfung der genannten Eigenschaften eine Prüfung auf Sperr- und Passivschichtbildung, speziell im Hinblick auf thermochemische Diffusionsprozesse, unabdingbar.



**Bild 2:** Einfluss unterschiedlicher Reinigungsstoffe auf den Nitrierprozess

## Die Problemlösung

Die SurTec GmbH beschäftigt sich mit dem Thema „Reinigen vor der Wärmebehandlung“ schon seit vielen Jahren und ist auch im Verbandsleben und bei Forschungsvorhaben zu diesem Thema aktiv. SurTec hat die Probleme erkannt und entsprechende Systeme entwickelt. Ausgangspunkt dafür waren die Ergebnisse verschiedener Forschungsprojekte und die Erfahrungen aus der Praxis. Aus diesen Erkenntnissen ist das Produkt SurTec 042 entstanden. Zusammen mit dem Tensidbooster SurTec 085 stellt es, in Verbindung mit der entsprechenden Anlagentechnik, die Lösung für diese Reinigungsproblematik dar.

## Reinigungs-, Recycling und Korrosionsschutzvermögen

SurTec 042 ist ein flüssiger, spritzfähiger Tauchreiniger. Durch seine spezielle Tensidkombination ist der Reiniger nicht nur schaumreguliert und ab 40 °C spritzbar, sondern auch für die Reinigung im Ultraschall einsetzbar. Dies hat das Produkt bei ausführlichen Technikums- und Praxisversuchen gezeigt. SurTec 042 wurde speziell für die Reinigung von Eisen- und Stahlwerkstoffen konzipiert. Bei Reinigungsversuchen im Technikum und beim Praxisversuch hat das Produkt gezeigt, dass sein Reinigungsvermögen im oberen Bereich der Skala für diese Produktgruppe liegt. Ergänzt durch die recyclingfähige Tensidkomponente SurTec 085, verbunden mit einer angepassten Badüberwachung und der entsprechenden Badpflege, lassen sich Badstandzeiten, ohne Verlust an Reinigungswirkung, beträchtlich verlängern. Das Ergebnis im Korrosionsschutztest nach DIN 51360 II (Spänetest) liegt bei 1-2. Damit ist der Korrosionsschutz für eine temporäre Zwischenlagerung absolut ausreichend.

## Untersuchung zur Sperr- und Passivschichtbildung

In Zusammenarbeit mit der Stiftung Institut für Werkstofftechnik (IWT) in Bremen wurde der Einfluss des Reinigers SurTec 042 auf eine nachfolgende Wärmebehandlung geprüft. Hintergrund der Untersuchung ist die Tatsache, dass beim Reinigen mit und ohne Spülen oder nach einem unzureichenden Spülprozess, Reinigungsrückstände auf der Bauteiloberfläche verbleiben. Aus diesem Grund sollte SurTec 042 hinsichtlich seiner potenziellen Behinderung (Pas-

siv-, Sperrschichtbildung) eines thermodynamischen Diffusionsprozesses (Gasnitrieren) überprüft werden.

## Versuchsdurchführung

Als Versuchsmaterial wurden Probekörper aus 42CrMo4 verwendet. Zur Gewährleistung eines einheitlichen Ausgangszustands wurden die Proben vor der Weiterbehandlung mit Lösemittel gereinigt. So belassene Probekörper dienten auch als Referenzproben. Die präparierten Proben und die Referenzproben wurden „konventionell“ nitriert.

## Versuchsergebnisse

Bei der Untersuchung durch das IWT, erwies sich der Reiniger als nicht nitrierbehindernd (*Bild 1*), im Gegenteil „der Reiniger SurTec 042 wirkt dem-

nach ein wenig mehr aktivierend“, stellt das IWT in seinem Abschlussbericht fest.

Die Nitrierhärteverläufe der Referenzprobe und der in Reinigerlösung SurTec 042 getauchten Probe sind in *Bild 3* dargestellt. Anhand der Ausschnittvergrößerung lässt sich besser erkennen, dass die Härteverläufe der Referenzprobe sowie der in Reinigerlösung SurTec 042 getauchten Probe nur unwesentlich voneinander abweichen. Alle Härteverläufe liegen bei der Bestimmung der Oberflächenhärte im erwarteten Bereich. Die Härtezunahme der nitrierten Proben wird beim Vergleich mit der Substrathärte deutlich. Die Unterschiede zwischen den Werten lassen sich besser anhand der Ausschnittvergrößerung (*Bild 4*) erkennen. Danach erreichen die Probekörper mit den Reinigerückständen leicht höhere

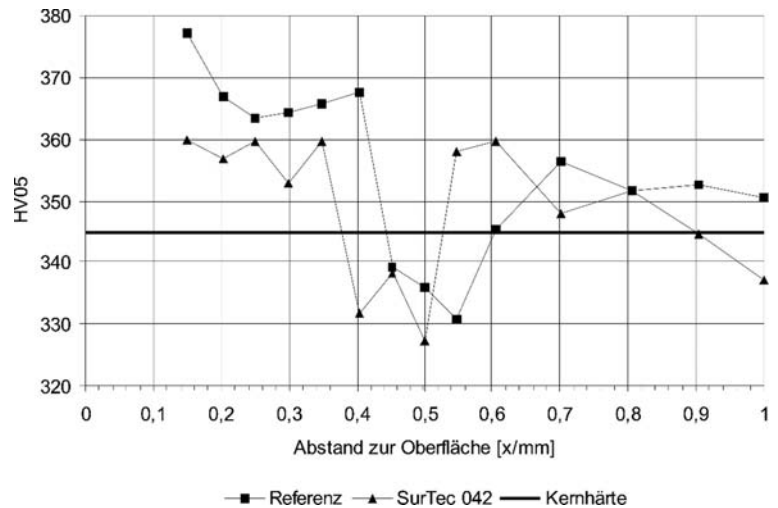


Bild 3: Härteverläufe (Ausschnittvergrößerung)

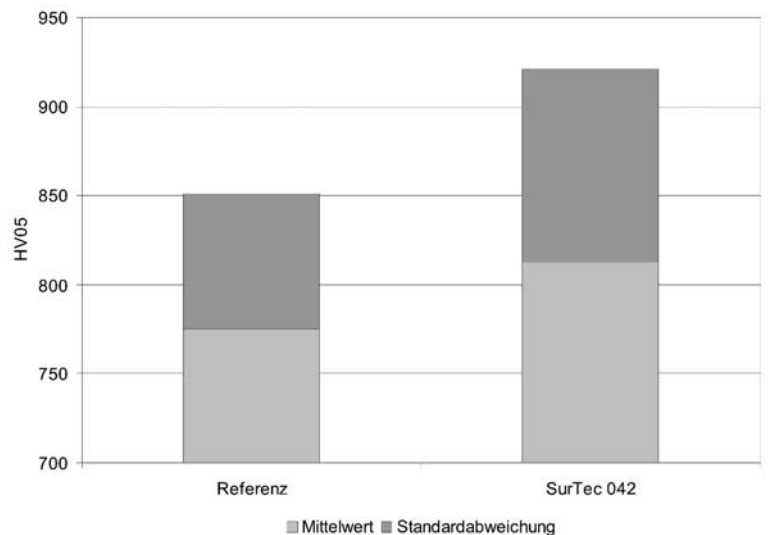


Bild 4: Oberflächenhärte HV0,5 (Ausschnittvergrößerung)

mittlere Härten als die Referenzprobe. Das metallische Gefüge der nitrierten Proben wurde, nach Herstellung von Schliffen, im Elektronenmikroskop (REM) untersucht.

Die Dicke der Verbindungsschicht (VS-Dicke) der nitrierten Proben mit SurTec-042-Rückständen beträgt ( $9 \pm 2 \mu\text{m}$ ). Die Ergebnisse der Oberflächenhärtemessung werden durch die gemessenen VS-Dicken bestätigt. Die Härtezunahme beruht darauf, dass eine Diffusionszone (interstitiell gelöster Stickstoff und Nitridausscheidungen)

existiert, die dicker ist als der Ausschnitt des Schliffbildes.

### **Zusammenfassung**

Der untersuchte Reiniger SurTec 042 wirkt nicht nitrierbehindernd. Die Werte lagen tendenziell höher als die Härte der sauberen Referenzprobe. Härtewerte und metallografische Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Rückstände des Reinigers SurTec 042 hinsichtlich des Aufbaus der Verbindungsschicht „aktivierend“ wirken können.

### ■ Infos+Kontakte

SurTec Deutschland GmbH  
SurTec-Straße 2  
D-64673 Zwingenberg  
Tel.: +49(0)6251/1 71 - 7 00  
Fax: +49(0)6251/1 71 - 8 00  
Internet: [www.SurTec.com](http://www.SurTec.com)