

Wässrige Reiniger für metallische Oberflächen

Um eine optimale Reinigung zu gewährleisten, muss das Reinigungsmittel auf den Reinigungsprozess, die Verschmutzung und das entsprechende Veredelungsverfahren abgestimmt werden.

Unser Beitrag zeigt, wie Stahl, Aluminium und Kupfer sowie deren Legierungen maßgeschneidert gereinigt werden können – und zwar auch in Hinblick auf die Kosten.

Eine hohe Reinigungsqualität und eine konstante Reinigungsleistung sind unerlässlich für viele Nachfolgeprozesse wie Galvanisieren, Lackieren oder Konversion. Um möglichst gute Ergebnisse zu erzielen, muss das Reinigungsmittel optimal auf den Reinigungsprozess sowie die Verschmutzung abgestimmt sein.

So fordert ein Spritzprozess eine andere Reinigerzusammensetzung als ein Tauchprozess. Auch sind einige Reinigungsverfahren, wie das Bürsten in der Bandreinigung, von erheblicher Bedeutung, während Bürsten in der Stückgutreinigung aufgrund der komplizierteren Geometrie nicht eingesetzt werden kann. Im Folgenden werden die einzelnen Reinigungsaspekte anhand der Bandreinigung erläutert. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich aber auch gut auf die Stückgutreinigung übertragen.

Klassifizierung der Verschmutzungen

In der Bandreinigung besteht die Verschmutzung zum Großteil aus dem Walzöl. Aus diesem Grund gehen heutzutage viele Entfettungsmittelhersteller Kooperationen mit Ölherstellern ein, um einen auf das Öl zugeschnittenen optimalen Reiniger bieten zu können. Die Foster Chemicals GmbH kooperiert zum Beispiel mit der Firma Houghton, einem Lieferanten für Walz-, Korrosions- und Abschreckölen.

Neben den Walz- und Emulsionsölen, die auf Mineralöl- oder nativer Basis hergestellt sein können, ist der Metallabrieb eine große Verschmutzungsquelle, die mittels Reiniger entfernt werden muss: Beim Walzen wirken hohe mechanische Kräfte auf das Band, so dass sich Metallpartikel aus

der Oberfläche lösen. Diese Metallpartikel setzen sich als Staub (Dimension: $\ll 0,1 \mu\text{m}$) auf der Oberfläche ab. Weitere Verunreinigungen sind Metalloxide, Metallsalze organischer Säuren, Crackverbindungen oder anorganischer Kohlenstoff.

Die Verschmutzungen an kohlenstoffhaltigen Produkten, das heißt an Fetten und Ölen, können durch einen Thermoanalysator bestimmt werden. Hierbei werden die Blechproben langsam in einen Ofen eingefahren. Dort werden die Fette und Öle zunächst im Sauerstoffstrom thermisch zu CO_2 oxidiert. Zwar vom Blech desorbierte, aber noch nicht oxidierte Fette und Öle werden anschließend katalytisch zu CO_2 nachoxidiert. Das gebildete CO_2 wird mittels eines IR-Integrators gemessen. Ein quantitativer Nachweis des CO_2 erfolgt über das Flächenintegral.

Zusätzlich zum quantitativen Nachweis des gesamten Öles kann über eine temperaturabhängige Desorption auch der Anteil der verschiedenen Öle bestimmt werden: Wird die Probe in den Ofen zunächst hereingefahren und anschließend in einer Rampe aufgeheizt, so lassen sich anhand der Peakposition die Öle unterscheiden. So kann zum Beispiel das Hydrauliköl

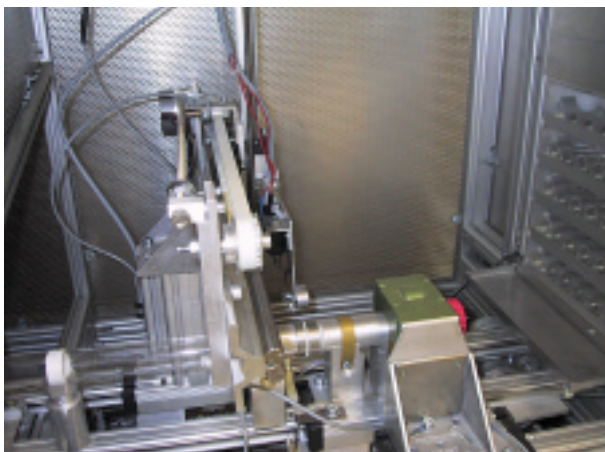


Bild 1: Mit einem Thermoanalysator lassen sich die Verschmutzungen an kohlenstoffhaltigen Produkten bestimmen

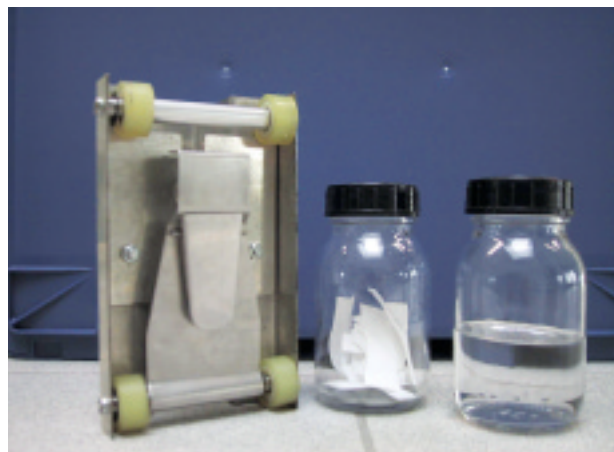


Bild 2: Mit dem Abriebswagen können auch bei laufendem Band Analysen durchgeführt werden

(Peak 2), das meistens mineralischer Natur ist und daher früher desorbiert, getrennt vom Walzöl (Peak 1), das in diesem Fall nativ ist und daher später desorbiert, nachgewiesen werden (siehe Bild 3).

Verschmutzungen an Metallabrieben werden photometrisch analysiert. Hierzu werden die Metallbleche mit in Aceton getränkten Faserstreifen abgerieben. Die aufgenommene Metallverschmutzung wird aufgeschlossen und anschließend als Farbkomplex photometrisch analysiert. Nach dem Lambert-Beerschen Gesetz ist die Farbinintensität proportional zur Metallkonzentration in der Lösung beziehungsweise zum Metallabrieb auf dem Blech.

Viele Betriebe können keine gereinigten Bleche zur Verfügung stellen, da ein Stoppen des Bandes zu verfahrenstechnischen Problemen führen würde. Um in solchen Fällen trotzdem Analysen auf Kohlenstoff und/oder Metallabrieb vornehmen zu können, hat Foster Chemicals einen Abriebswagen entwickelt. Unter den Wagen wird ein in Aceton getränkter Faserstreifen geklemmt. Anschließend wird der Wagen auf das Band gesetzt, dessen Verschmutzung der Faserstreifen aufnimmt.

Der optimale Reiniger

Ein Entfettungsprodukt ist aus folgenden Grundkomponenten aufgebaut:

- ◆ Alkalität
- ◆ Builder
- ◆ Weiche Chelatbildner
- ◆ Tenside.

Die Alkalität wird zur Erzielung hoher pH-Werte benötigt. In Elektrolysen erreicht man durch eine hohe Alkalität eine hohe Leitfähigkeit. Durch Verseifung (Esterspaltung) der Öle und Fette werden emulgierbare Moleküle gebildet. Aufgrund der Seifenbildung tritt durch die Esterspaltung manchmal sogar innerhalb gewisser Grenzen mit höherer Ölbelastung eine Reinigungsverbesserung auf. Mineralöle, die unpolar aufgebaut sind, können hingegen nicht durch die Alka-



Bild 3: Temperaturprofile verschiedener Öle

linität entfernt werden. Bei Aluminium, Zink oder Messing führt eine hohe Alkalität allerdings zu einer Auflösung des Metalls durch Oxidation und Bildung der entsprechenden Hydroxide.

Builder sind für die Wasserenthärtung wichtig. Außerdem zeichnen sie sich durch ein gutes Schmutztragevermögen, besonders von Metallabrieben aus. Mit dem Metallabrieb wird auch Öl von der Oberfläche des Bleches abgesprengt, so dass die Builder auch einen Einfluss auf die Restverschmutzung an Öl haben. Häufig werden Phosphate als Builder eingesetzt, da sie insbesondere die Restverschmutzung an Metallabrieb effektiv entfernen können. Besonders Silikate sorgen für eine gute Entfettungsleistung, weshalb diese auch als die besten Builder gelten.

Des Weiteren verhindern Silikate in der Haubenglühe die Verklebung des Stahlbandes. Speziell für Aluminium inhibieren einige Builder den Metallangriff. So kann durch Silikat der Aluminiumangriff aufgrund der Alkalität annähernd unterbunden werden. Solche Silikate müssen jedoch für eine weitere Verarbeitung der Oberfläche vorher entfernt werden. Daher werden sie selten in kontinuierlichen Prozessen eingebaut.

Harte Komplexbildner werden kaum noch eingesetzt

Auch weiche Chelatbuilder tragen zur Wasserenthärtung bei. Außerdem werden sie für die Bindung und den

Abtransport von Metallteilchen benötigt. Wichtig ist, dass nur weiche Chelatbildner eingesetzt werden. Harte Komplexbildner (zum Beispiel EDTA) haben eine derart hohe Affinität zum Schwermetallion, dass die entsprechenden Komplexe selbst in der Abwasserbehandlung nicht zerstört werden können. Die Folge ist, dass die entsprechenden Schwermetallionen nicht als Hydroxid ausgefällt werden können, sondern sich stattdessen im Filtrat anreichern und daher die Grenzwerte für die Schwermetallkonzentrationen überstiegen werden. Harte Komplexbildner werden daher nur noch selten in der Reinigung eingesetzt.

Bei den Tensiden kann zwischen den kationischen, anionischen und nichtionischen unterschieden werden. Sie setzen die Oberflächenspannung einer Lösung herab. Tenside bestehen allgemein aus einem polaren sowie einem unpolaren Teil. An der Oberfläche zeigt der polare Anteil zum Wasser, während der unpolare Anteil zur Luft zeigt. Befindet sich das Tensid in der Reinigungslösung, so bilden sich Mizellen. Hierbei zeigen die unpolaren Anteile nach innen, während die polaren Anteile nach außen zum Wasser zeigen, so dass sich Dipol-Dipol-Wechselwirkungen ausbilden können.

Tenside reduzieren die Oberflächenspannung des Wassers. Der Tensid-Einsatz ist sehr wichtig für eine effektive Reinigung. Tenside sorgen für eine gute Benetzung der Oberfläche, so dass das Entfettungsmittel an allen Stellen des zu reinigenden Gutes wirken kann. Vergleichsuntersu-

chungen eines mildalkalischen, tensidhaltigen Produktes und eines hochalkalischen, tensidfreien Pulverproduktes haben ergeben, dass mit dem tensidhaltigen Produkt an jeder Stelle des Bandes eine optimale Reinigung erzielt wurde, während beim tensidfreien Produkt sehr hohe punktuelle Restverschmutzungen auftraten. An diesen Stellen könnten später Probleme in der Veredelung entstehen.

Schaumprobleme bei Reinigungsbädern

Starker Schaum in Reinigungsbädern kann die Prozesssicherheit stören

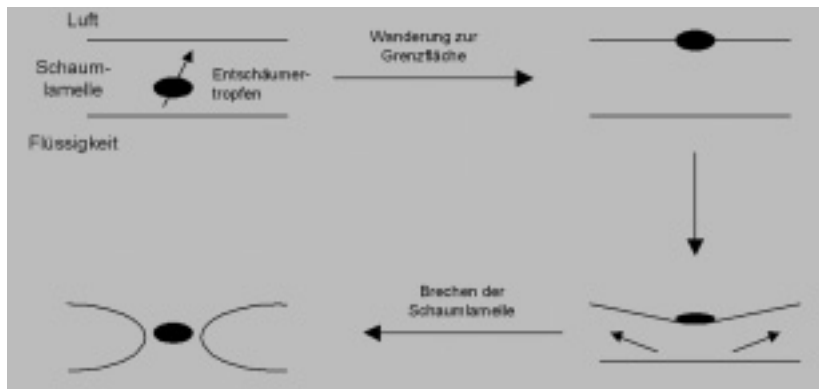


Bild 4: Mechanismus der Schaumzerstörung beim Einsatz von Entschäumern

und sogar zum Produktionsstopp führen. Daher ist es unerlässlich, die Schaumentstehung im Reinigungsbad zu begrenzen. Schaum ist allgemein ein heterogenes Gemisch aus Gasen und Flüssigkeit, wobei 90% des Schaumes Gas ist. Die Schaumentwicklung wird durch oberflächenaktive Substanzen aufgrund der Herabsetzung der Oberflächenspannung begünstigt. Verantwortlich für den Schaum können daher zum einen die Tenside des Reinigers sein, zum anderen das Öl auf den zu reinigenden Teilen.

Um die Schaumentwicklung zu unterdrücken, können Entschäumer zugesetzt werden. Entschäumer besitzen eine höhere Oberflächenaktivität als das schaumverursachende Tensid. Die Tröpfchengröße der Entschäumer sollte ungefähr der Größe der Schaum-

bläschen entsprechen, um eine maximale Effektivität zu erreichen.

Bild 4 zeigt die Wirkungsweise von Entschäumern: Der Entschäumer zerstört die Schaumlamelle, und das Gas entweicht. Eine hohe Löslichkeit des Entschäumers im Bad bewirkt eine schlechte Entschäumerwirkung. Der Entschäumer kann sowohl zum Reinigungskonzentrat als auch direkt zum Bad zudosiert werden. Bei Zugabe zum Bad kann mit einem schlecht löslichen Entschäumer die höchste Wirkung erreicht werden, allerdings auf Kosten einer einfachen Dosierung der Reinigungsprodukte, wie es beim Einbau des Entschäumers in das Entfettungsmittel der Fall ist.

erreicht. Effektiver ist es, reinigende Tenside mit schaumreduzierenden Tensiden zu kombinieren. Das sorgt für optimale Reinigungsergebnisse bei minimaler Schaumentwicklung.

Die Effizienz der verschiedenen Reinigungsprozesse

Die Schmutzentfernung ist stark von dem Reinigungsprozess abhängig. Allgemein kann eine Tauch-, Spritz-, Bürst-, Ultraschall- oder elektrolytische Reinigung eingesetzt werden. Abbildung 5 verdeutlicht die Effizienz verschiedener Prozesse anhand der Stahlbandreinigung. Die untersuchten Parameter sind die Restverschmutzung an Öl und Eisenabrieb. Eine Tauchreinigung ist zwar technisch sehr einfach zu realisieren und auch für jede Geometrie des zu reinigenden Gutes geeignet, jedoch ist die Reinigungseffizienz sehr gering. Sobald ein mechanischer Angriff auf das zu untersuchende Gut stattfindet, kann die Reinigungsleistung allerdings erheblich vergrößert werden. So bewirkt bereits eine Umwälzung eine Reinigungsverbesserung.

Beim Band wird die nötige Turbulenz für den mechanischen Angriff teilweise schon aufgrund der Coil-

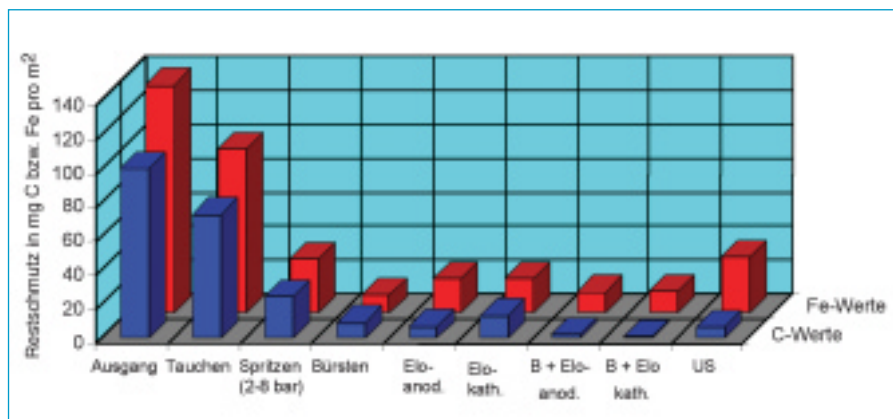


Bild 5: Verfahrenstechnischer Einfluss auf die Öl- und Metallabrieb-Entfernung

Eine zweite Möglichkeit, den Schaum zu minimieren, ist, die Tensidkombination zu optimieren. Hierbei können zum einen Tenside mit einer engen Verteilungsfunktion verwendet werden. Allerdings wird dabei nur eine geringe Senkung des Schaums

Geschwindigkeit erreicht. Eine weitere Möglichkeit, einen mechanischen Angriff in einem Tauchverfahren zu gewährleisten, ist die Einführung des Ultraschalls. Hierbei ergibt sich allerdings ein deutlicher Unterschied in der Restverschmutzung zwischen der dem



Bild 6: Der Reinigungsprozess wird zunächst im Labormaßstab simuliert



Bild 7: Danach folgt der Test in der Technikumsanlage

Ultraschall zugewandten und der dem Ultraschall abgewandten Seite.

Auch der mechanische Angriff aufgrund des Spritzverfahrens erhöht die Reinigungsleistung gegenüber dem Tauchverfahren. Bei einem Spritzdruck kleiner 1 bar ist die Reinigungsverbesserung noch minimal. Die mechanische Wirkung ist sehr gering, aufgrund des Spritzdrucks erwärmt sich das Band minimal. Bei einem Spritzdruck von 2 bis 8 bar tritt hingegen eine erhöhte Reinigungswirkung ein. Wie eine interne Untersuchung ergeben hat, sinkt die Restverschmutzung bei Erhöhung des Spritzdruckes auf 4 bis 5 bar, bei weiterer Erhöhung des Spritzdruckes bleibt sie konstant.

Heutzutage werden auch Hochdruckspritzanlagen ohne Reinigungsmittel angeboten. Die Hochdruckspritzanlagen auf reiner Wasserbasis können speziell Metallabriebe nur sehr schlecht entfernen. In Bezug auf Öl werden selbst bei einem Druck von 100 bar nur selten Restverschmutzungen kleiner als 20 mg/m^2 erreicht.

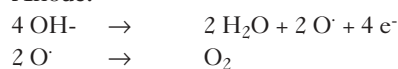
Durch den Einsatz von Bürsten können die Restverschmutzungen weiter reduziert werden. Besonders die Metallabriebe können durch Bürsten effektiv entfernt werden. Ein hoher Bürstdruck verschlechtert die Reinigungswirkung, während eine hohe Rotationsfrequenz der Bürsten einen eher positiven Einfluss auf die Reinigungseffizienz hat. Allerdings haben Bürsten die unangenehme Begleiterscheinung, dass sie Borsten während

des Bürstens verlieren und somit den Produktionsprozess stören können. Außerdem können sich bei zu hohem Bürstdruck Riefen auf dem Metall bilden.

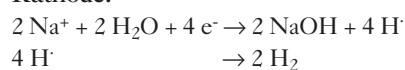
Die beste Reinigung in Bezug auf Kohlenstoff kann mit der elektrolytischen Reinigung erzielt werden. Wie interne Untersuchungen ergeben haben, steigt der Reinigungsgrad mit der Stromdichte bis zu einem Sättigungswert. Zu beachten ist ferner, dass die elektrolytische Reinigung nicht zur Reinigung von Aluminium oder Zink eingesetzt werden darf, da die elektrolytische Reinigung mit einer hohen Leitfähigkeit in einem wässrig-alkalischen Medium durchgeführt wird und sich diese Materialien hierin auflösen.

Im Betrieb fährt das Band zwischen den Elektroden, die kathodisch beziehungsweise anodisch geschaltet sind. Das Band übernimmt hierbei jeweils die entgegengesetzte Polung. Im Labor kann die kathodische und die anodische Polung getrennt untersucht werden, um abzuschätzen, welche Polung den Restschmutz effektiver entfernt. Ist das Band kathodisch gepolt, so entsteht am Band Wasserstoff, ist es anodisch gepolt, so entsteht dort Sauerstoff entsprechend folgender Reaktionen:

Anode:



Kathode:



Aufgrund der Stöchiometrie entstehen doppelt so viele Wasserstoffmoleküle wie Sauerstoffmoleküle. Da das entstehende Gas den Schmutz von der Oberfläche des Bandes absprengt, ist häufig aufgrund der größeren Gasmenge die kathodische Reinigung besser als die anodische Reinigung. Teilweise erweist sich jedoch auch die anodische Reinigung als effektiver. Der Grund dafür ist, dass die intermediär bildenden Sauerstoffradikale (vergleiche die Reaktion an der Anode) sehr reaktiv sind und die Fette und Öle durch Oxidation gut spalten können. Die Spaltprodukte lassen sich anschließend leichter vom Band entfernen als die langkettige Verbindung.

Wie aus Bild 5 hervorgeht, kann durch eine Kombination von verschiedenen Reinigungsprozessen die Gesamtverschmutzung vermindert werden. So wurden die geringsten Restverschmutzungen, je nach Oberflächenbeschaffenheit, Art des Öles und des Metallabriebs, bei einer Kombination aus verschiedenen Reinigungssystemen erreicht. Daher werden in vielen Betrieben Kombinationen zur Reinigung von Metallbändern eingesetzt.

Die Aussagekraft chemischer Experimente

Soll eine Reinigung analysiert werden, so werden die entsprechenden Experimente zunächst im Becherglas-

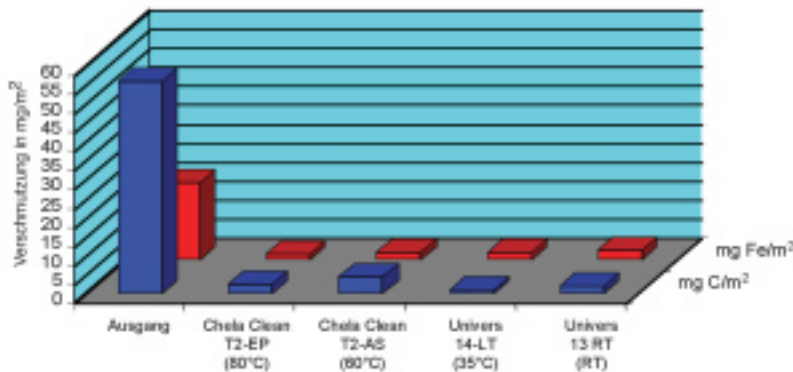


Bild 8: Niedrigtemperatur-Entfettung: Vergleich der Restverschmutzungen an Kohlenstoff und Eisen in einer Stahlbandreinigung

maßstab durchgeführt. Jedoch treten bei einigen Kunden Probleme beim Scale-up auf und sie messen bis zu vierfach höhere Restverschmutzungen nach der Reinigung.

Um die Verhältnisse im Betrieb besser zu simulieren und Scale-up-Probleme zu vermindern, ist es unerlässlich, ein im Labor entwickeltes Produkt auch im Technikum auszutesten. Daher verfügt Foster Chemicals über ein Technikum, in dem die in den Betrieben verwendeten Reinigungsverfahren simuliert werden.

Die einzelnen Parameter, zum Beispiel Temperatur, Reinigungszeit, der Spritzdruck in der Spritzkammer, die Rotationsfrequenz bei der Bürstenreinigung oder die Stromdichte bei der elektrolytischen Reinigung können

unabhängig voneinander eingestellt werden.

Hier gibt es noch Einspar-Potenziale

Viele Anlagenbetreiber bevorzugen Einkomponentensysteme für die Reinigung, da diese am einfachsten zu dosieren sind. Ein alkalischer, flüssiger Reiniger kann automatisch über die Leitfähigkeit des Bades dosiert werden. Damit dieses Reinigerkonzentrat stabil ist, das heißt dass weder Aussparungen noch Ausfällungen auftreten, müssen Lösevermittler zugesetzt werden. Die Lösevermittler, welche Hilfsstoffe darstellen, aber keinen Reinigungseffekt haben, nehmen in Preis

und Menge mit der Alkalität des Entfettungsmittels zu. Dementsprechend erfordert ein stark alkalisches Entfettungsmittel teure Lösevermittler, die dazu noch in großer Menge eingesetzt werden müssen. Die Kosten für den Lösevermittlerverbrauch können durch Teilen des Produktes in zwei Komponenten reduziert werden. Hierbei wird eine stark alkalische Basis nach der Leitfähigkeit dosiert, das Additiv wird in einem bestimmten Verhältnis an die Basis gekoppelt.

Durch eine Badpflege kann die Standzeit des Bades verlängert werden. So können Ultra- und Mikrofiltrationen oder Umkehrososen für die Schmutzabtrennung eingesetzt werden. Bei einem deemulgierenden Reiniger kann das Öl einfach von der Oberfläche abgescimmt werden beziehungsweise durch eine Zentrifuge vom Reiniger getrennt werden. Bei einem emulgierenden Reiniger wird teilweise durch eine chemische Spaltung das Öl vom Reiniger getrennt.

Besonders durch die Ultrafiltration werden aber nicht nur die Öle vom Bad abgetrennt, sondern auch Wirkstoffkomponenten wie Tenside und Pufferkomponenten aus dem Bad mit abgezogen. So wird nach eigenen Untersuchungen durch die Ultrafiltration der Tensidgehalt auf ein Drittel bis ein Viertel gedrückt. Daher bieten einige Hersteller von Reinigungsmitteln an, die Tenside getrennt vom Reinigungsmittel zu dosieren.

Viele Systeme beruhen auf der Messung der Oberflächenspannung, da Tenside diese herabsetzen. Nach den Erfahrungen von Foster Chemicals muss dabei jedoch besonders das Öl berücksichtigt werden. Einige Ölsorten, besonders im Bandbereich, wirken nach Verseifung tensidisch und setzen damit die Oberflächenspannung wie die Tenside herab. Eine niedrige Oberflächenspannung kann daher sowohl von einem hohen Anteil an Reinigungsmittel als auch von einem hohen Anteil an Öl verursacht werden.

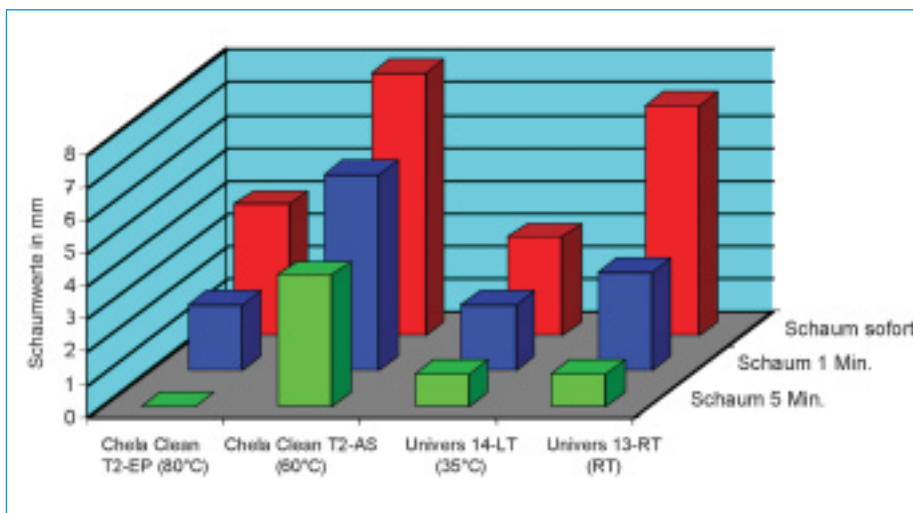


Bild 9: Niedrigtemperatur-Entfettung: Vergleich der Schaumwerte in einer Stahlbandreinigung

Ein weiterer Ansatz, Kosten in der Anlage zu reduzieren, ist die Einsparung von Heizenergie. So verfolgen gegenwärtige Forschungsarbeiten bei Foster Chemicals das Ziel, die Temperatur um 15 bis 30 °C zu drücken. Neuere Forschungsarbeiten gehen sogar davon aus, ganz ohne Heizung, das heißt bei Raumtemperatur beziehungsweise bei 35 °C bis 40 °C, zu fahren, wenn beispielsweise bei einer elektrolytischen Reinigung aufgrund der Energie der Elektrolyse das Bad aufgewärmt wird. Wird die Temperatur gesenkt, so müssen spezielle Niedrigtemperatur-Reiniger entwickelt werden, da jedes Tensid bei einer bestimmten Temperatur die maximale Wirkung entfaltet.

Wie Bild 8 zeigt, kann die Temperatur mit diesen Niedrigtemperatur-Reinigern gesenkt werden, ohne dass die Metall- oder Restkohlenstoffverschmutzungen zunehmen, das heißt die Absenkung der Temperatur erfolgt ohne Reinigungseinbußen. Wird die Temperatur gesenkt, neigen viele Bäder zu erhöhtem Aufschäumen. Daher müssen in den Entfettungsprodukten für die Niedrigtemperatur-Reinigung spezielle schwachschäumende Tenside enthalten sein.

Das Schaumverhalten der Bäder wird in folgendem Test geprüft: Die Badlösung wird bei der angegebenen Temperatur aufgeschäumt, anschließend wird der Initialschaum sowie der Schaum nach einer und fünf nach Minuten gemessen. Wie interne Untersuchungen ergeben haben, müssen bei elektrolytischen, Spritz- und Bürst-Prozessen, die sehr zum Schäumen neigen, die Initialschaumwerte unter 10 mm liegen, um keine Schaumprobleme in der Anlage zu erhalten. Wie Bild 9 zeigt, erfüllen alle Entfettungsmittel diese Bedingung, so dass sie alle bei der jeweiligen Temperatur eingesetzt werden könnten. ■

**Der Autor: Dr. Guido Piehl, Leiter
Forschung und Entwicklung bei Foster
Chemicals GmbH, Jüchen,
Tel. 021 65/91 49 28, e-mail:
dr.piehl@foster-chemicals.de**

Produkte und Know how von Zeller+Gmelin bilden die optimale Basis für zuverlässige und wirtschaftliche Fertigungsprozesse:

Saubere Oberflächen bringen reine Vorteile



Sauberkeit von Teilen zur Lackierung und Vorbehandlung der Oberfläche von Kunststoffen für eine gute Haftfestigkeit sind die zentralen Anforderungen in diesem Fertigungsschritt.

In unseren Technikumsanlagen simulieren wir Ihr System und können damit Prozess-Chemikalien und -Parameter außerhalb Ihrer Produktion testen, optimieren und festlegen.

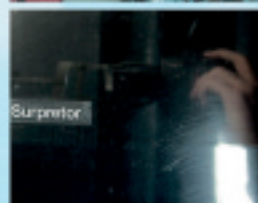


Wegweisende Produkte und Verfahren haben wir entwickelt

- z.B. für Automobil-, Kunststoff- und Teileproduzenten
- für Kunststoffe, z.B. PPEDM, PC/PBT, PURIM, ABS, TPU
- für Metalloberflächen.



Viele unserer Systemlösungen haben die Freigaben führender Hersteller.



Wir sehen unsere Kunden als Partner welche alle Vorteile unseres Konzepts nutzen:

- Optimal abgestimmte Produkte
- Ausgereifte Technologien und Systeme
- Perfekte Einsatzmethoden
- Unterstützung bei Planung, Schulung und Betreuung
- Service und Überwachung von Anlagen sowie Störfall-Behebung.



Sprechen Sie mit uns - Reinigung und Oberflächenbehandlung von Produktionsteilen ist dabei nur eines der möglichen Themen.



Zeller+Gmelin
Mineralöle · Druckfarben · Chemie

Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG
Schlossstraße 20 · D 73054 Eisingen / Fils
Telefon 07161/802-0 · Telefax 07161/802-460
www.zeller-gmelin.de · chemie@zeller-gmelin.de