

Vorbehandlung mit Lösemittel: Warum nicht?

Allen Diskussionen um den Einsatz von Lösemitteln zum Trotz entschied sich die AEG in Konstanz für ein organisches Verfahren zur Reinigung und Phosphatierung von Metallteilen. Die im Vorfeld ermittelten Gründe für dieses Verfahren sind einleuchtend. Das Ergebnis kann sich sehen lassen.

Zahllose metallverarbeitende Industriebetriebe in Deutschland standen Anfang der 90er Jahre vor dem dringenden Problem, ihre CKW-Reinigungsanlagen gemäß den Forderungen der 4. BImSchV umzurüsten oder zu ersetzen. So galt es auch bei der AEG Electrocom GmbH in Konstanz, die vorhandene offene CKW-Dampfentfettung (1,1,1-Trichlorethan) durch eine neue Anlage zu substituieren. Bereits im Jahre 1989 führte das Unternehmen Untersuchungen durch, deren Ziel es war, mögliche Alternativverfahren zu definieren. Völlig freie Wahl in den Verfahren gab es allerdings nicht, denn

von Beginn an war klar, daß eine, wenn auch die gesetzlichen Bestimmungen erfüllende, geschlossene CKW-Anlage als zukünftige Alternative nicht in Frage kommt.

Gründlicher Verfahrensvergleich

Auf der Basis umfangreicher Informationen aus konzerninternem Erfahrungsaustausch, von Fachtagungen, intensiven Gesprächen mit Anlagenanbietern und Begutachtung von Referenzanlagen sowie Diskussionen mit Vertretern der chemischen Industrie wurden verschiedene Verfahren geprüft:

- ┆ wäßrige Entfettung mit Eisenphosphatierung
- ┆ Kaltreinigung
- ┆ organische Phosphatierung.

Die genannten Verfahren wurden im Hinblick auf das Entfettungsmedium und die erforderliche Anlagentechnik untersucht. Die wesentlichen Kriterien waren dabei:

- ┆ Reinigungs-/Entfettungsergebnis
- ┆ Korrosionsschutz
- ┆ Standzeit des Mediums
- ┆ Emissionen/Immissionen

- ┆ Energiebilanz
- ┆ Investitionsbedarf
- ┆ Flächenbedarf

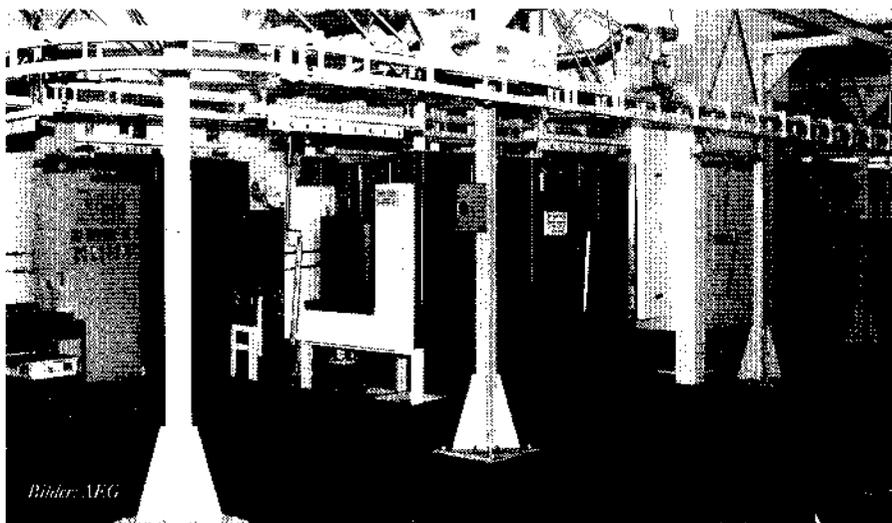
Die neu zu installierende Vorbehandlungsanlage sollte ausschließlich zur Reinigung und Entfettung von zu lackierenden Teilen aus Stahl, verzinktem Stahl und Aluminium für eine anschließende Lackierung mit 1K-Einbrennlacken beziehungsweise 2K-Lacken eingesetzt werden.

Eine Problematik bei der Entscheidungsfindung für ein Anlagensystem war die Tatsache, daß ein erheblicher Teil der zu reinigenden Ware aus schöpfenden Teilen besteht. Tauchverfahren waren daher von Beginn an, auch wegen der Gefahr der Rückbefettung, mit einem großen Fragezeichen behaftet. Erschwerend kam hinzu, daß nur eine verhältnismäßig geringe Grundfläche für eine neue Vorbehandlungsanlage zur Verfügung stand, da die Einbindung der Anlage in den gesamten Fertigungsprozeß ohne Verlagerung umliegender Bereiche erfolgen mußte.

Fernziel: Vorbehandlung ersetzt Primer

Eine weitere Maßgabe: Durch die neue Vorbehandlung sollte zukünftig möglichst auf die bisher notwendige Primer-Schicht im Lackaufbau verzichtet werden können. Die Anforderung an die Lackhaftung war ein Gittersehnittwert von Gt 0 nach DIN 531 51. Vor dem Hintergrund des weltweiten Einsatzes der in Konstanz gefertigten Anlagen, zunehmend auch in klimatisch kritischen Regionen, sollte die Vorbehandlung des Lackiergutes ein wesentliches Element zur Verbesserung des Korrosionsschutzes werden.

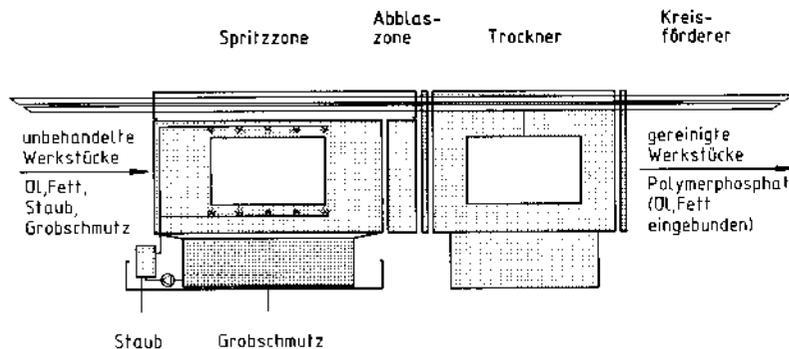
In der CKW-Anlage konnten, wenn auch mit umständlichem Handling, Teile bis zu einer Abmessung von 2000 x 1500 x 1000 mm entfettet werden. Sehr schnell zeigte sich, daß



Bilder: AEG

Die Vorbehandlungsanlage wurde auf engstem Raum realisiert. Die wichtigsten Komponenten (von links): Schaltschrank, Pumpe- und Filtereinheit, Spritzzone mit Grundwasserschutzwanne, Trockner.

Das Anlagenschema im Überblick



jedes betrachtete Alternativsystem bei Vorgabe oben genannter Werkstückdimensionen einen wesentlich höheren Platzbedarf forderte als die bestehende CKW-Anlage. Um ein überdimensioniertes Alternativsystem ausschließen zu können, wurde zur Ermittlung einer optimalen Anlagengröße eine Analyse des Teilespektrums durchgeführt. Hierbei stellte sich heraus, daß zirka 90 Prozent aller Werkstücke in einem Größenfenster von 1000 x 500 x 500 mm liegen. Die verbleibenden 10 Prozent des Teilespektrums, so das Resultat der Analyse, würden eine unverhältnismäßig größere und teurere Anlage erfordern, unabhängig vom gewählten System.

Um die Anforderungen an das Reinigungs- beziehungsweise Entfettungsergebnis definieren zu können, galt es zunächst zu klären, mit welchen Verunreinigungen die zu behandelnden Werkstücke aus vorhergehenden Fertigungsstufen angeliefert werden.

Eine genaue Betrachtung ergab, daß das Spektrum der Kontaminationen von Aluminium- und Stahlspänen aus der mechanischen Vorfertigung über Hilfsstoffe aus der spanlosen Formgebung bis zur üblichen Lagerbefettung und Korrosionsschutzölen reichte.

Aufschlußreiche Vorversuche

In Zusammenarbeit mit Anlagenbauern und Anbietern der Reinigungschemikalien wurden anhand repräsentativer Musterteile, die zum Teil direkt der Fertigung entnommen wurden, Vorversuche im Labor beziehungsweise in Referenzanlagen durchgeführt.

Dabei stellte sich klar heraus, daß die Forderung nach einer Vorbehandlung mit Korrosionsschutz- und Haftgrundkomponente und unter der Prämisse einer Spritzapplikation des Mediums (schöpfende Teile) mit einem Vorbehandlungssystem auf der Basis eines Kaltreinigers nicht oder nur unter Schwierigkeiten zu erfüllen war. Weitere eingehende Betrachtungen galten der konventionellen wäßrigen Vorbehandlung mit Eisenphosphatierung im Spritzverfahren sowie der weniger verbreiteten organischen Phosphatierung. Allerdings war letzteres Verfahren mit einer Sprühapplikation im Hause AEG zu diesem Zeitpunkt unbekannt, zumal nur wenige praktische Anwendungsfälle vorlagen.

Anlagen und Verfahren im Vergleich

Um die geforderte Reinigungs- und Entfettungsqualität zu gewährleisten, bedurfte es bei der Ausle-

gung der wäßrigen Eisenphosphatierung – wie erwartet – nach Aussage aller Anbieter einer mehrstufigen Verfahrensweise:

- Aktivbad mit Eisenphosphatierung
- Spülzone (Kreislauf)
- Spülzone (VE-Wasser)
- Trocknung in einem Haftwassertrockner bei 120°C
- Wasserführung als Kaskade

Die Gesamtlänge einer solchen Anlage hätte bei allen vorliegenden Planungen zirka 9 Meter betragen.

Trotz Kreislaufführung, Kaskadenspülung und insgesamt optimierter Wassernutzung wäre zur Aufbereitung der anfallenden Abwässer eine Abwasseraufbereitungsanlage notwendig gewesen. Dies hätte keine allzu großen technischen Probleme aufgeworfen, da durch den Betrieb einer Galvanik alle wesentlichen, dem Stand der Technik entsprechenden Komponenten für eine Abwasserbehandlung vorhanden sind. Lediglich ein zusätzliches Auffangbecken mit entsprechender Peripherie und Zuleitungen wären nachzurüsten gewesen.

Auch die VE-Wasser-Zone, als abschließender Spülprozeß vor der Haftwassertrocknung, hätte über die in der Galvanik vorhandene VE-Wasser-Anlage versorgt werden können.

Die Betrachtung der zu erwartenden, laufenden Kosten für Abwasseraufbereitung, VE-Wasser-Bereitstellung, Schlammensorgung und Personaleinsatz sowie die stetig

Die technischen Daten der Anlage

Spritzzeit	0,5 min
Abtropfzeit	4,5 min
Trockenzeit	5 min
Temperatur des Mediums	RT
Trocknungstemperatur	130°C
Füllvolumen	1 m ³
Abluftmenge	2000 m ³
Taktzahl	12 Takte/h
max. Teilegröße	1000 x 500 x 500 mm
max. Gehängengewicht	100 kg
max. Flächendurchsatz	48 m ² /h
Länge der Anlage	5,5 m ohne Förderer 12 m mit Förderer
Floßbedarf	13 m ² ohne Förderer 35 m ² mit Förderer
Anlagensteuerung	SPS AEG/MODICON A250

strenger werdenden Auflagen seitens des Wasserwirtschaftsamtes führten jedoch zu der Erkenntnis, daß die Entsorgung der anfallenden Abwässer einen gravierenden Kostenfaktor darstellt. Dies bestätigen auch die praktischen Erfahrungen mit der erforderlichen Abwasserbehandlung in der Galvanik.

Die im Labormaßstab und in Referenzanlagen durchgeführten Versuche erbrachten Reinigungs- und Entfettungsergebnisse, die den gestellten Forderungen voll entsprachen.

Parallel dazu erfolgte die Planung einer Anlage mit organischer Phosphatierung mit folgendem Aufbau:

- Aktivbad mit organischer Phosphatierung
- Trocknung der Teile in einem Kammetrockner bei 160°C.

Die Gesamtlänge dieser Anlage beträgt 5,5 Meter.

Dem Anlagenbetreiber ist bewußt, daß durch anderthalbjährige, eigene praktische Erfahrungen die organische Phosphatierung besser zu beurteilen ist, als eine wäßrige Eisenphosphatierung. Dennoch kann diese Gegenüberstellung als objektiv und realistisch betrachtet werden.

Bezüglich der Emissionen ist anzumerken, daß bei der organischen Phosphatierung Lösemittel-emissionen entstehen, die durch entsprechende Absaugungen erfaßt und über Dach ausgeblasen werden müssen. Ein für den vorgestellten Anwendungsfall erstelltes Gutachten durch ein unabhängiges Institut ergab Emissionswerte, die weit unter den zulässigen Grenzwerten

liegen. Vor dem Hintergrund der oben angeführten Ergebnisse wurde im Februar 1992 die Anlage mit organischer Phosphatierung installiert und in Betrieb genommen. Zusammenfassend sind folgende Beweggründe für diese Entscheidung zu nennen:

- Die geforderten Reinigungs- und Entfettungsergebnisse sowie ein verbesserter Korrosionsschutz sind gewährleistet
- Praktisch unbegrenzte Standzeit des Mediums bei geringem Analyse- und Pflegeaufwand
- Kein Wasserverbrauch und keine Abwasserentsorgung
- Energiearmes Verfahren. Geringste Betriebskosten im Vergleich zu allen anderen schichtbildenden Verfahren
- Verhältnismäßig geringe Investitionskosten
- Geringer Flächenbedarf

DAS VERFAHRENSPRINZIP DER ORGANISCHEN PHOSPHATIERUNG

Die organische Phosphatierung ist, wie auch die wäßrige Phosphatierung, ein schichtbildendes Vorbehandlungsverfahren, jedoch vollkommen wasserfrei.

Das Medium besteht zum überwiegenden Anteil aus Lösemitteln (keine CKW/FCKW, AIII nach VbF), Phosphorsäure und einem Polymer. Der Wirkstoff ist ein organisches Polyphosphat, welches durch seine lipophilen Eigenschaften in der Lage ist, metallische Oberflächen praktisch gleichzeitig zu entfetten und zu phosphatieren. Nach der eigentlichen Behandlung verbleibt auf der metallischen Oberfläche ein dünner Film aus Zink- und Eisenphosphat, überzogen mit einer Polymerschicht. Das Wesentliche der organischen Vorbehandlung nach diesem Verfahren ist das scheinbar spurlose Verschwinden von auf dem Vorbehandlungsgut befindlichen Öl- und Fettrückständen. Mit dem auf den Teilen befindlichen Phosphatpolymer werden ständig begrenzte Mengen an Öl und Fett aus dem Bad ausgetragen.

Wird ein Gleichgewichtszustand eingehalten, das heißt wird nur so viel Öl und Fett in das Bad eingebracht, wie das Polymer austragen kann, ist die Standzeit des Bades praktisch unbegrenzt. Die Grenze der Aufnahmefähigkeit des Bades für Öl und Fett liegt zwischen 4 und 5 Gewichtsprozent. In dem vorliegenden Anwendungsfall ist diese Bedingung problemlos zu erfüllen.

Verfahrensschritte der organischen Phosphatierung:

- Aufbringen der organischen Polyphosphatlösung durch Spritzen
 - die Oberfläche wird gereinigt und entfettet
 - die gereinigte und entfettete Oberfläche wird durch Phosphorsäure gebeizt, anorganische Phosphate werden abgeschieden
 - das Polyphosphat nimmt Fett und Öl auf
- Trocknung
 - Reaktion des Phosphatpolymers mit dem Untergrund
 - Fett- und Ölteile werden eingelagert
 - Polymerschichtbildung

Durchwegs positive Erfahrungen

Nach den bislang vorliegenden praktischen Erfahrungen bei AEG ist der Umgang mit der organischen Phosphatierung absolut beherrschbar und problemlos. Da die entsprechenden Behörden bereits in der Planungsphase mit eingebunden wurden, traten keine Schwierigkeiten bei der Genehmigung oder dem Betrieb der Anlage auf.

Die anfänglich wahrzunehmende Geruchsbelästigung wurde in Zusammenarbeit mit dem Anlagenbauer durch nachträgliche, kleinere Modifikationen behoben.

An dieser Stelle ist anzumerken, daß die Anlage direkt vor der Lackiererei installiert ist und sich im unmittelbaren Umfeld Fertigungsbereiche wie Dreherei, Fräseerei und Revision mit entsprechendem Publikumsverkehr befinden.

Bis dato war keine Aufarbeitung oder Entsorgung des Mediums notwendig. Lediglich die Verdunstungs- und Verschleppungsverluste waren zu ersetzen und vier Filtersäcke (zirka 10 kg) als Sondermüll der geordneten Entsorgung zuzuführen. Für die Badpflege und -überwachung fällt folgender Aufwand an:

- Probenahme im Abstand von zwei Monaten für eine Analyse durch den Lieferanten (Mischungsverhältnis, pH-Wert, Verunreinigungen, Entfettungsvermögen)
- Überprüfung Füllstand (zusätzlich über Schwimmer kontrolliert, Trockenlaufschutz)
- kontinuierliches Filtern des Mediums mittels Filtereinheit während des Betriebes der Anlage
- monatliche Kontrolle/Reinigung der Einstecksiebe.

Um die Verschleppungsverluste, insbesondere bei Teilen mit schöpfenden Elementen, möglichst gering zu halten, ist die Bestückung der Gehänge genauer zu prüfen und gegebenenfalls eine Optimierung erforderlich. Darüber hinaus sind unnötige Verschleppungen weitgehend zu eliminieren, beispielsweise durch Auslaufbohrungen. Auch hat es sich als sinnvoll erwiesen, durch Information der Konstruktionsabteilung bereits im Vorfeld entsprechende Maßnahmen vorzusehen, beziehungsweise Elemente zu vermeiden, die aufgrund ihrer Geometrie Probleme schaffen.

Die ursprünglich geforderte Trocknungstemperatur von 160°C konnte, ohne negativen Einfluß auf die Aushärtung der Polymerschicht beziehungsweise Trocknung der Teile, auf 130°C reduziert werden. ■

Der Autor: Armin Strobel, AEG Electrocom GmbH, Konstanz

Bei einem Vergleich der wäßrigen Eisenphosphatierung mit der organischen Phosphatierung, bezogen auf diesen Anwendungsfall, zeigt sich folgende Gegenüberstellung:

	Wäßrige Eisenphosphatierung	Organische Phosphatierung
Anzahl der Bäder	2 (3)*	1
Reinigungs-/Entfettungsergebnis	100 %	100 %
Korrosionsschutz	100 %	100 %
Standzeit des Mediums	begrenzt	seit 1,5 Jahren im Einsatz
Frischwasser-/VE-Wasserbedarf	regelmäßig	0
Abwasser-/Schlammanfall	regelmäßig	0
Badüberwachung	regelmäßig täglich	regelmäßig 6 x pro Jahr
Ex-Schutz	nicht gefordert	bedingt gefordert
Energiebedarf	Trockner 100 % Bäder 100 %	Trockner 100 % Bad 0 %
Investitionskosten	100 %	60 %
Flächenbedarf	100 %	60 %

* 3 unter Einbeziehung des VE-Wasser-Sprühringes

Partner im Vertrieb von Chemikalien und Anlagen



HUGO HÄFFNER GMBH & CO. KG
Chemikaliengroßhandlung
Friedrichstraße 3 · D-71679 Asperg
Telefon 07141/67-0
Telefax 07141/67-232 · Teletex 7 14 162



PETER A. KNÖDEL GMBH
Hertichstraße 81
D-71229 Leonberg
Telefon 07152/48224
Telefax 07152/73152