

Sechs Jahre Erfahrungen mit Nickelbadpflege mittels Enviolet®-UV-Oxidation bei Hansgrohe AG

Six Years Experience of Nickel Plating Bath Purification at Hansgrohe AG with Enviolet®-UV-Oxidation Treatment Process

Von Andreas Fath¹, Lothar Jehle¹, Jürgen Weckenmann², Rudy Mathis³ und Martin Sörensen²

1 Einleitung

Im Mai 1998 wurde bei *Hansgrohe AG* im Werk Schiltach eine *Enviolet*®-UV-Oxidationsanlage zur Elektrolytpflege in Betrieb genommen, um die Abscheidungsqualität im Watts'schen Glanznickelelektrolyten zu verbessern. Die bis zu dieser Zeit durchgeführte Reinigung mittels Aktivkohle genügte den hohen Anforderungen nicht mehr. Außerdem lieferte die Aktivkohlereinigung keine befriedigende Reproduzierbarkeit.

Bald nach Inbetriebnahme der UV-Anlage verbesserte sich die Abscheidungsqualität deutlich. Nach sechs Monaten kontinuierlicher Betriebes wies der Elektrolyt permanent das Leistungsprofil eines Neuansatzes mit optimaler Streuung und sehr hoher Einebnung auf. Die Behandlung mittels Aktivkohle konnte stillgelegt werden. 1999 rüstete *Hansgrohe* die Anlage um einen weiteren Reaktor auf.

2 Historie

Im Mai 1997 trat *Hansgrohe* mit der Problemstellung der Badpflege an *a.c.k.* heran, da das bisherige Verfahren als unzuverlässig beurteilt wurde. Ziel sollte eine automatische Behandlungsmethode sein, die einfach und sicher durchzuführen ist. Nach ersten orientierenden Laborversuchen wurde eine Pilotanlage bei *Hansgrohe* aufgestellt, um den eigens dafür entwickelten UV-Reaktor und die gewählte Verfahrenstechnik zu testen. Die bei unterschiedlichsten Prozessbedingungen betriebene Pilotanlage führte zu Erkenntnissen, die eine deutliche Verbesserung im Verfahrensablauf, in der Anlagentechnik und den Prozessparametern nach

1 Introduction

In May 1998 *Hansgrohe AG*, Schiltach, Germany, installed *a.c.k.*'s *Enviolet*® UV-oxidation unit for purification of the Watts bright-nickel plating bath that ultimately improved the nickel-plating quality. The traditional activated carbon treatment process could just no longer sustain the bright nickel bath purification requirements. In addition, activated carbon treatment was not a dependable process and lacked in repeatability. Shortly after startup of the UV-oxidation process the quality of nickel deposition was substantially improved. After six months of continuous bath treatment the bath performance equaled that of a newly prepared plating bath, including optimal throwing power and good leveling. At that moment activated carbon treatment was eliminated. 1999, *Hansgrohe* upgraded the UV-oxidation system with a second UV reactor.

2 Case History

In May 1997 *Hansgrohe* contacted *a.c.k. aqua concept (a.c.k.)* concerning their nickel-plating bath maintenance problem by declaring the existing treatment concept unreliable. The objectives were to develop and design a reliable and user-friendly automated treatment concept. After a few initial tests at *a.c.k.*'s laboratory, a pilot system was setup at *Hansgrohe* for evaluation of the specially developed UV reactor and process technique. By operating the pilot system in various process conditions evolved to several noticeable improvements in process procedure, system design and operating parameters. After this evaluation process, the first

¹ Dr. Andreas Fath, Galvanikgesamtverantwortlicher bei Hansgrohe AG, Werk Schiltach

¹ Lotar Jehle, Projektingenieur Messinggalvanik Werk West Schiltach bei Hansgrohe AG

² Dr.-Ing. Martin Sörensen, GF, Vertrieb und Verfahrensentwicklung bei a.c.k. aqua concept GmbH

² Jürgen Weckenmann, GF, Technik und Produktion bei a.c.k. aqua concept GmbH

³ Rudy Mathis, GF bei Prodecon Inc., a.c.k. Vertretung in den USA

sich zog. Im Mai 1998 konnte dann die erste großtechnische Anlage beim Anwender ihren Dienst aufnehmen.

Das junge Unternehmen *a.c.k.* musste sich aber auch bei seinem ersten Projekt dem Wettbewerb stellen. *Hansgrohe* konfrontierte ebenfalls verschiedene andere Hersteller von UV-Geräten mit diesem Problem und führte vergleichende Pilotversuche durch. Den harten Anforderungen an den Reaktor bzgl. Korrosion, Belegung des Strahlenschutzrohrs bei hohen Energiedichten und das stark UV-absorbierende Medium hielt letztendlich nur der *Enviolet*[®]-UV-Reaktor (Abb. 1) von *a.c.k.* Stand.



Abb. 1: Enviolet[®]-UV-Anlage zur Elektrolytspflege

Fig. 1: Enviolet[®] UV-Unit for Plating Bath Maintenance

industrial size system was implemented at the *Hansgrohe* facility in May 1998.

Since this was *a.c.k.*'s first project of this nature they had to compete with several other UV manufacturing companies that were also invited by *Hansgrohe* and confronted with the same challenge. However, after comparison of the pilot test results from all competing UV-reactor manufacturers, only *a.c.k.*'s designed *Enviolet*[®] UV-reactor would pass the demanding test in regards to corrosion resistance and quartz tube deposition, which was due to the high energy density requirements with such a strong UV-adsorbing media.

3 Qualitätsverbesserung

Neben den Grundchemikalien (Watts'scher Grundansatz [1]) enthalten galvanische Nickelelektrolyte eine organische Rezeptur, die bei definierten Prozessbedingungen eine hochglänzende duktile Abscheidungsqualität der Ware sicherstellen soll. Diese organischen Zusätze (Glanzträger, Glanzbildner, Netzmittel, Einebner, etc.) werden beim Betrieb des Elektrolyten durch eine Vielzahl von elektrochemisch induzierten Reaktionen verändert und müssen daher ersetzt werden [2]. Die Zersetzungsprodukte verbleiben bis auf jenen Teil, der mit der Ware ausgetragen wird, in der Lösung. Damit steigt die Summe der gelösten organischen Inhaltsstoffe, eine Größe, die am besten mit dem sogenannten TOC-Wert (Total Organic Carbon) gemessen wird. Zusätzlich wird ein weiterer und nicht unerheblicher Anteil der besonders schädlich wirkenden Störorganik durch die Ware in den Elektrolyten eingetragen, die die Qualität des Elektrolyten ebenfalls verschlechtern.

Als Folge kommt es zu Beschichtungsfehlern wie spröden Nickelüberzügen, *white washing* und Strukturfehlern in der galvanischen Metallbeschichtung,

3 Plating Quality Improvements

Nickel-plating baths contain, besides the basic Watts electrolyte (Watts [1]), also a combination of organic additives which, under specific process conditions, ensure a high quality of bright, ductile deposition on the plated parts. However, these organic additives (carrier, brightener, wetting agent, etc.) change their properties due to many electrochemically induced reactions [2] during the plating process. These formed breakdown products remain in the bath with exception of the amount that is dragged out with the parts and must be replaced with fresh organic additives. This will cause an increase the total amount of dissolved organic compounds, a value, which is best measured by TOC (Total Organic Carbon). In addition, other undesired organic compounds are carried into the plating bath from preceding treatment baths, due to dragout mechanics and/or lack of rinsing, which ultimately cause plating problems as well.

Accumulation of these organic breakdown products lead ultimately to plating deposition problems such as brittleness, pitting and structural faults, which is an indication that plating bath maintenance is nec-

die ein untrügliches Zeichen dafür sind, dass die Badpflege in Angriff zu nehmen ist, was letztlich heißt, (Stör)Organik zu entfernen. Bei schlechter oder ungenügender Pflege kann der Ausschussanteil der Ware sehr schnell so weit anwachsen, dass die Wirtschaftlichkeit der Produktion erheblich sinkt. Im ungünstigsten Fall bleibt nur die Entsorgung des Elektrolyten und ein anschließender Neuanfang.

Obwohl der *Hansgrohe*, als Hersteller besonders hochwertiger Oberflächen, bereits ein sehr hohes Maß an Elektrolytpflege betrieb, wurde dennoch im Zweischichtbetrieb nach einer Betriebsphase von etwa drei bis vier Monaten ein signifikanter Anstieg der Ausschussrate von ca. 1 % auf bis zu 15 % beobachtet.

Die Analyse der beschichteten Teile durch Schliffbilder (Abb. 2) ergab, dass die Oberflächenfehler während der galvanotechnischen Schichtbildung entstand (Wachstumsfehler) und erst nach der Durchführung weitergehender Elektrolytpflegemaßnahmen behoben werden konnten.

Die wöchentlich vorgenommenen Pflegemaßnahmen bestanden aus einem Durcharbeiten des Elektrolyten mit Stahlblechen bei geringen Stromdichten (Galvanische Reduktion organischer Störstoffe), gefolgt von einer Aktivkohlebehandlung mit anschließender Sorptionsmittelabtrennung durch Feinfiltration in Tiefenfiltern. Diese wurden durch das Anschwemmen von Plattenfiltern mit Kieselgur hergestellt. Als problematisch erwies sich bei dieser Art der Elektrolytpflege der dafür notwendige Zeitaufwand (Anlagenstillstand) sowie ein erheblicher Kapital- und Personalaufwand. Hinzu kommt die mangelnde Verfahrenssicherheit, da kein empirischer Zusammenhang zwischen der Prozessqualität des Elektrolyten und den Pflegearbeiten hergestellt werden konnte.

essary by removal of these breakdown products. Product reject rates increase with poor or insufficient plating bath maintenance and impact production economics. The worst case scenario would be that the plating bath must be disposed of and replaced with a new prepared bath, which is a very costly alternative.

Hansgrohe is demanding a very high standard in metal surface treatment and therefore has dedicated an enormous amount of time for bath maintenance. But in spite of all these efforts, significant reject rate increases were observed. Product reject rates between 1 to 15 % were common during a three to four months production period with two-shift operation.

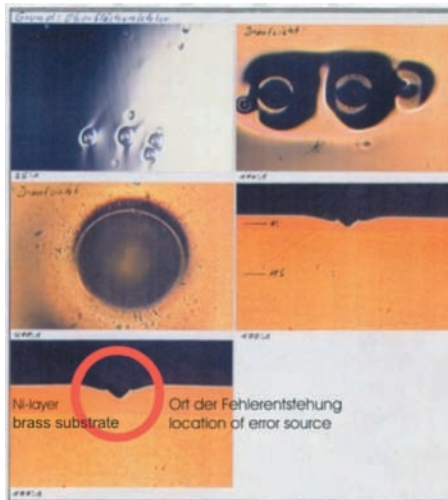


Abb. 2: Schliffbilder zur Analyse der Fehlerentstehung in der galvanischen Vernickelung

Fig. 2: Micro-section view for the analysis of structural faults during the nickel electroplating process

Micro-section analysis (Fig. 2) showed that surface defects occurred during electrolytic deposition (faulty structure) and only with continued time consuming plating bath maintenance could the plating problems be corrected again.

Weekly maintenance consisted of dummy plating by utilizing steel panels at low current density (electrolytic reduction of disturbing organic compounds) and subsequent activated carbon treatment followed by a

filtration process that required pre-coating of filter plates with diatomaceous earth. The problems with this type of bath maintenance are: time consuming, labour intensive, high equipment cost, production shutdown and, worst of all, the questionable results because there was no process stabilization due to poor empirical relations between plating bath quality and maintenance.

Von Mitbewerbern und Fachfirmen wurden die UV-Aktivitäten bei *Hansgrohe* mit viel Skepsis beobachtet. Aussagen gingen dahin, dass sich auch bei diesem Prozess bestimmte Substanzen so stark anreichern und infolgedessen früher oder später doch Qualitätsprobleme einstellen würden. Anfänglich wurden vier bis sechs Monate genannt, danach wurde das Zeitfenster auf ca. 12 Monate erweitert und die ganz großen Skeptiker warten noch heute, nach nunmehr sechs Jahren auf das Eintreten von Problemen bei der Verwendung von solchermaßen gereinigten Elektrolyten. Die Praktiker sind jedoch schon lange überzeugt, denn sobald ein Ausschleppungszyklus des Elektrolyten überschritten ist, hat das System einen dauerhaft stabilen Zustand erreicht.

Nachdem der Erfolg des Verfahrens offenkundig war, wurde die Kapazität der UV-Anlage im September 1999 durch Zukauf eines weiteren UV-Reaktors verdoppelt. Dies war notwendig geworden, weil die Messinggalvanik in der Zwischenzeit einen stärkeren Durchsatz zu bewältigen hatte. Bedingt durch die Modulbauweise von *a.c.k.* war die Aufrüstung schnell und ohne weiteren Platzbedarf möglich.

Worauf beruht nun der wesentliche Unterschied zwischen Aktivkohle-Behandlung und UV-Behandlung? Er wird in der in *Abbildung 3* gezeigten HPLC-Analyse deutlich. Es zeigt, dass sich von fünf Abbauprodukten bei der Aktivkohlebehandlung zwei Komponenten (2 und 3) wegen Ihrer schlechten Adsorbierbarkeit anreichern, während dies im UV-Prozess nicht passiert.

4 Behandlungsprozess

Für den Dauerbetrieb der UV-Technologie in der Elektrolytpflege mussten eine Reihe von Aufgaben gelöst werden:

- Wirtschaftlicher TOC-Abbau;
- Korrosionsfeste Reaktorbauweise;
- Hoher UV-Output bei gegebener elektrischer Leistung;
- Fördern und Beherrschen eines sehr stark schäumenden Mediums;
- Verhinderung der so genannter *Strahlerschutzrohrbelegung*;
- Elimination der Schleif- und Poliermittel.

Many competitors and manufacturing companies have observed the UV-unit performance at *Hansgrohe* with much scepticism. Predictions were made with assertion that also with this treatment process certain organic compounds would accumulate sooner or later and eventually create plating quality problems as well. In the beginning they would give the UV treatment process four to six months and then they said 12 months and the big doubters are still waiting today, even after six years of operation, that something may go wrong with the plating baths using the UV purification system. However, the current users have realized for a long time that with a certain dragout cycle the bath will reach its state of equilibrium.

In September 1999 *Hansgrohe* declared the process successful and purchased a second UV reactor for doubling the UV unit capacity. This step was necessary due to an increase in brass plating production. However, this was a relatively simple procedure since no additional floor space was required with *a.c.k.*'s modular design concept.

Finally, one would ask, what is the essential difference between activated carbon and UV treatment? It is clearly illustrated in *figure 3* by demonstrating the HPLC analysis. It shows that two of five breakdown components (2 and 3) keep accumulating during activated carbon treatment due to poor adsorption, which, in contrary, is not the case with UV treatment.

4 UV Treatment Process

A series of tasks had to be resolved for a successful continuous operation with UV technology in plating bath purification:

- Economical TOC Reduction;
- Corrosion Resistant UV Reactor;
- High UV Output at Existing Power Supply Conditions;
- Handling of Foaming Solution;
- Prevention of Particle Deposition on Quartz Tube;
- Elimination of Buffing Compounds.

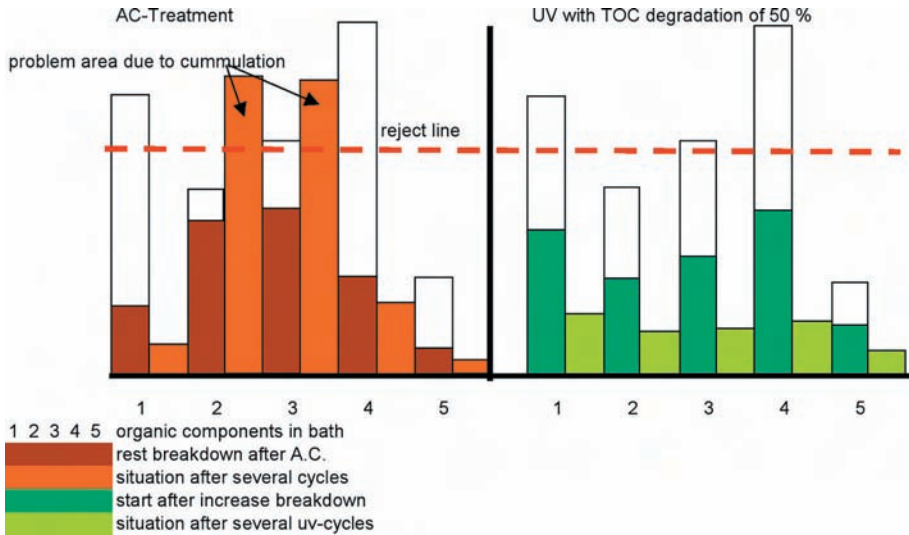


Abb. 3: Der genaue Vergleich von Aktivkohle und UV zeigt den Unterschied im Langzeitverhalten: während sich bei der Aktivkohle insbesondere die schlecht adsorbierbaren Produkte anreichern, können im UV-Verfahren alle Verbindungen kontrolliert unterhalb der „Ausschusslinie“ gefahren werden

Fig. 3: Chart shows precise comparison between activated carbon (AC) and UV-treatment over a prolonged time period. While with AC-treatment the poorly adsorbed organic compounds keep accumulating, they are reduced to a controlled level below the “product reject line” with UV-treatment

Das Behandlungsziel wird durch die kombinierte Oxidation mit anschließender mechanischen Trennung erreicht. Das Verfahren findet *off-line* statt, da das Oxidationsmittel und die Zwischenprodukte nicht in den galvanischen Prozess gelangen dürfen. Dabei werden im ersten Teil der Oxidation die Tenside zerstört. Am Ende dieser Stufe beginnen die im Elektrolyten gelösten Schleif- und Poliermittel zu koagulieren und können mechanisch in der UV-Anlage separiert werden. In den darauf folgenden Behandlungsstufen wird der TOC schrittweise oxidiert und in der letzten Stufe wird sicher gestellt, dass vor der Rückführung in den galvanischen Elektrolyten die Oxidationsmittelrestkonzentration entfernt wird (Tab. 1).

Danach kann der gereinigte Elektrolyt in den galvanischen Prozess zurück geführt werden. Somit befinden sich immer etwa 8 bis 15% des Elektrolyten in Behandlung, um zu verhindern, dass Qualitätsprobleme entstehen.

In Abbildung 4 ist ein typischer TOC-Verlauf während der Behandlung zu erkennen, während Abbildung 5 den Verlauf des TOC als Leitparameter in

The treatment objective is achieved through the combination of oxidation and subsequent mechanical separation. It is important that no oxidizing reagent and by-products are mixed at anytime with the actual plating bath solution, which requires an *off-line* treatment process. The wetting agents are destroyed during the first phase of the oxidation process and towards the end of that phase the buffering compounds begin to coagulate and are separated with a mechanical separation process, which is an integral part of the UV system. During the subsequent treatment phase the TOC is step-by-step oxidized. In the final treatment step the remaining oxidizer reagent concentration is completely removed (Tab. 1).

Now the treated solution is ready for return to the plating process. Typically, 8 to 15% of plating bath volume is weekly in the treatment loop for preventing any plating quality problems.

Figure 4 illustrates how TOC is typically degraded during the UV-oxidation treatment process and figure 5 (left side) demonstrates the TOC increase

Tab. 1: Prozessstufen mit deren Behandlungszielen

Tab. 1: Process steps and their objectives

Stufe / Step	Behandlungsziel	Treatment Objective
Oxi 1	Oxidation leicht abbaubarer Organika, TOC-Reduktion	Oxidation of easy degradable organic compounds, TOC reduction
Oxi 2	Oxidation der Detergentien und Emulgatoren bis Phasenbildung eintritt, TOC-Reduktion	Oxidation of detergents and emulsions until begin of phase change, TOC reduction
Oxi 3	TOC-Reduktion durch Oxidation des gelösten TOC auf Zielwert	TOC reduction by oxidation until target TOC value
End-Oxi	Feinoxidation des TOC und Elimination des Oxidationsmittels und Einstellung der Endqualität durch mechanische Feinreinigung, damit die Zugabe in den Nickelelektrolyten erfolgen kann	TOC reduction and elimination of oxidizer reagent; Mechanical final polishing before return of solution to plating bath

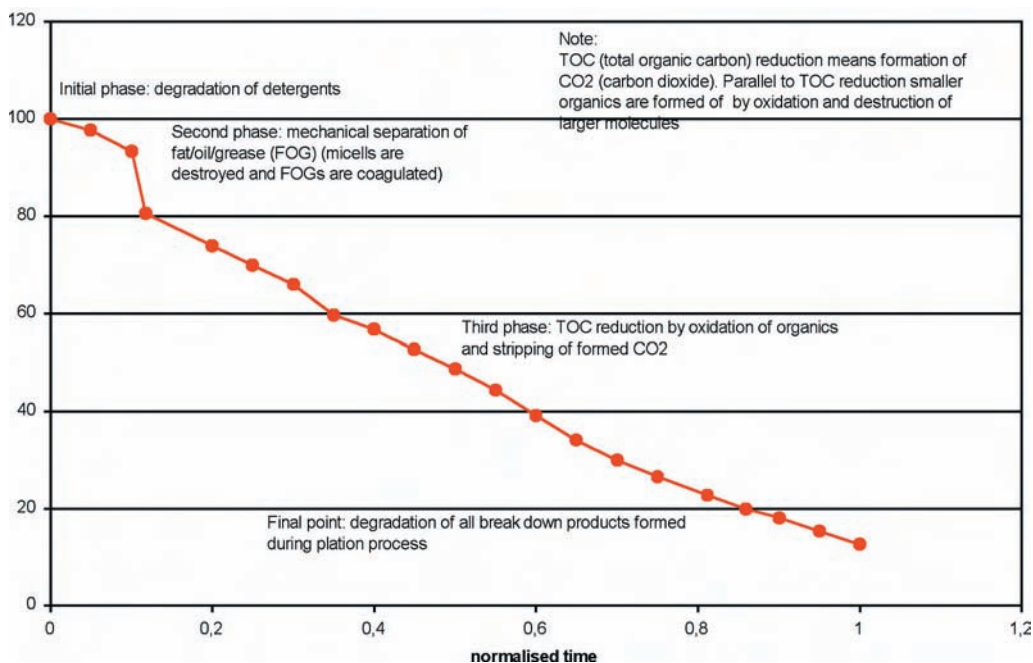


Abb. 4: typischer Verlauf eines Abbaus im Watts'schen Nickelelektrolyten

Fig. 4: Typical TOC degradation chart of a Watts nickel plating bath

der Prozesslösung sechs Monate vor Einführung der UV-Anlage und drei Monate nach Beginn der UV-Pflege zeigt. Dabei konnte bei *Hansgrohe* eine erhebliche Senkung des Ausschusskriteriums im Bereich der Messinggalvanik erreicht werden, was insbesondere auf den geringen Anteil an *schlechter Organik* im Nickelelektrolyten zurückgeführt werden kann (Tab. 2).

during a period of 10 months in spite of AC-treatment. After 10 months, UV treatment began and within 10 weeks the original bath quality was basically re-established again. With that, *Hansgrohe* achieved a substantial decrease in product rejects in brass plating due to reduction of organic breakdown products in the nickel plating bath (Tab. 2).

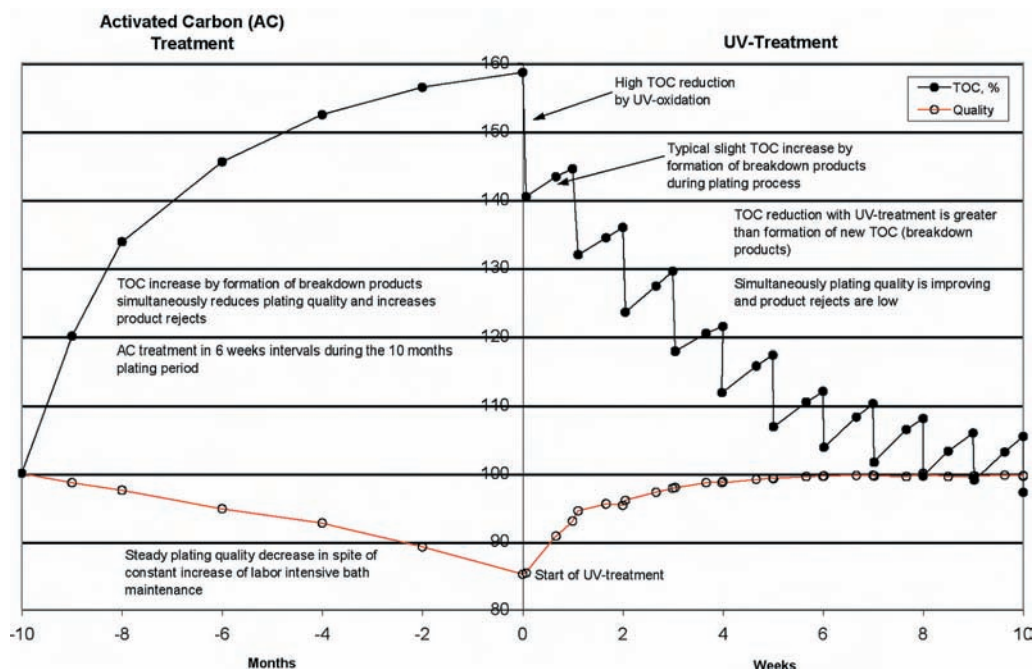


Abb. 5: Zunahme des TOC im Elektrolyten durch so genannte Störorganik (links); Die Qualität sinkt mit zunehmendem TOC (rechts): Sägezahnartige Abnahme des TOC im Elektrolyten durch die „Off line“ sattfindende UV-Behandlung von einem Teil der Lösung, wobei der Anstieg des TOC durch die Beschichtung und der Abfall durch die UV-Reinigung verursacht wird. Abhängig von der Anlagenleistung kann schon nach wenigen UV-Zyklen eine deutliche Qualitätsverbesserung erreicht werden, bis nach mehreren Reinigungen eine konstant hohe Endqualität erreicht wird

Fig. 5: Increase of TOC due to buildup of breakdown products and decreasing plating quality with increasing TOC concentration in plating bath (left); Oscillating TOC decrease due to off-line UV treatment cycles (right). The noticeable TOC increases result from the plating process, whereas the decreases are the result from the UV purification process. Depending on the UV system capacity, noticeable quality improvements are already accomplished after just a few treatment cycles and after multiple purification cycles consistent high plating quality is achieved

Tab. 2: Vergleich von Aktivkohle-Behandlung mit UV-Behandlung

Tab. 2: Comparison of AC Treatment vs. UV Treatment

	<i>Pflege mittels Aktivkohle With AC Treatment</i>	<i>Nach sechs Monaten UV-Badpflege After six Months UV Plating Bath Maintenance</i>
TOC, gesamt TOC, total	9,7 g/L	4,8 g/L
TOC, Nutzorganik TOC, original organic additives	4,5 g/L	4,4 g/L
TOC, Anteil der Abbauprodukte TOC, breakdown products	5,2 g/L	0,4 g/L
Ausschuß Reject Rate, %	3 – 7 %	< 0,3 %

5 Technik mit Potential

Das Ziel eine dauerhaft konstant optimale Qualität in der Glanz-Nickel-Abscheidung zu erreichen wurde erzielt. Das größte Einsparpotential liegt jedoch in einer wesentlich besseren Ausnutzung der glanzbildenden Organikanteile des Elektrolyten (Abb. 6). Deren Konzentration im Nickelelektroly-

5 Technique with Potential

The goal for a lasting and constant plating quality in bright nickel-plating was achieved. However, the biggest savings potential yet is in better utilization of the brightener organic additives (Fig. 6). As demonstrated by the customer the brightener concentration can be significantly increased in the nickel bath

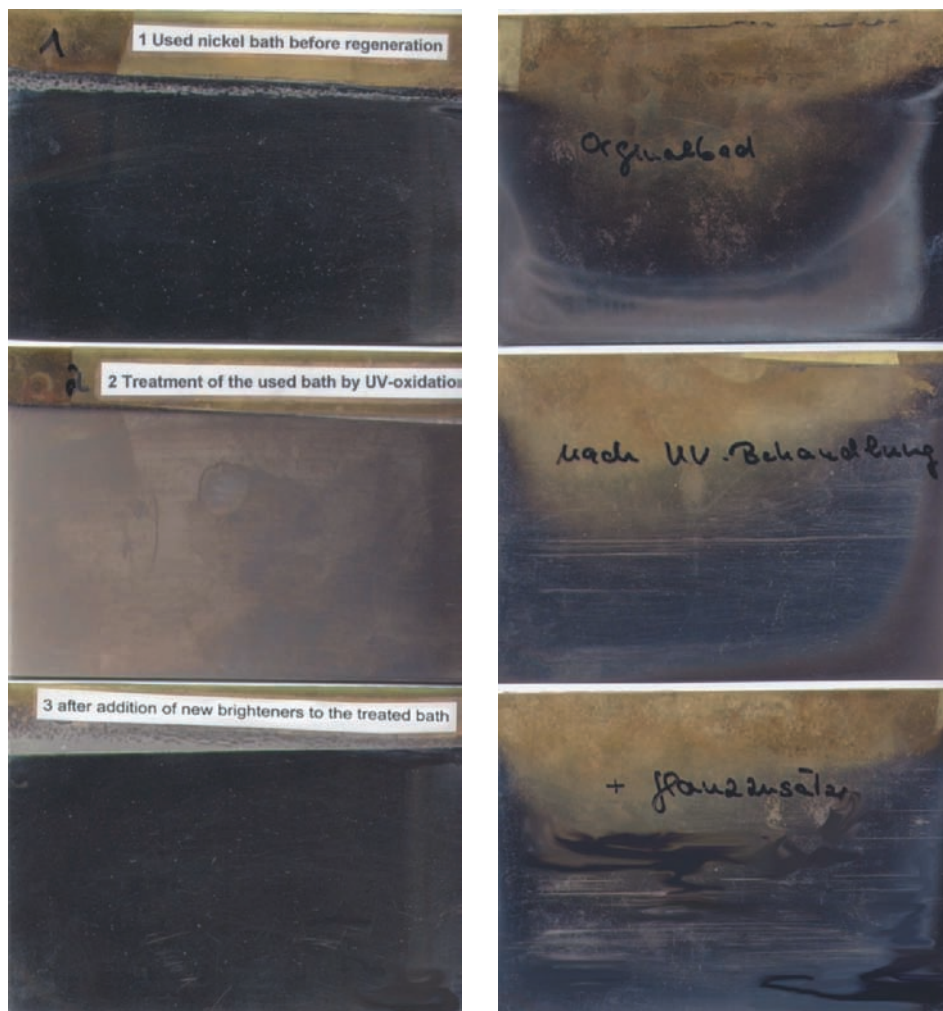


Abb. 6: Darstellung der deutlichen Erhöhung der Streufeldstärke durch die UV-Behandlung mit anschließender Nachdosierung des Glanzzusatzes (links Vorderseite, rechts Rückseite); oben: Hullzellenblech aus dem beanspruchten Elektrolyten, Mitte: nach UV-Behandlung, vor Zugabe der Glanzzusätze, unten: nach UV-Behandlung, nach Zugabe der Glanzzusätze

Fig. 6: Illustration of various Hull-Cell Test Panels Left (Panel Front Side (left) and Panel Rear Side (right)); Significant increase of throwing power can be noticed with UV treated bath and subsequent brightener addition: Top: before UV treatment, used bright nickel bath, Middle: after UV treatment, without brightener addition, Bottom: after UV treatment, with brightener addition

ten kann, wie die Erfahrung beim Anwender zeigt, deutlich erhöht werden, so dass der Aufwand zur mechanischen Vorbehandlung (Schleifen, Polieren) erheblich reduziert werden kann.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Elektrolytreinigung mit UV-Verfahrenstechnik bewähren sich seit vielen Jahren in verschiedenen Betrieben. Insbesondere die nun sechsjährige Anwendung bei *Hansgrohe* belegt dies nachdrücklich. *Hansgrohe* verlässt sich ausschließlich auf diese Pflegemethode für die Elektrolyte und setzte in all den Jahren keine zusätzlichen Reinigungsverfahren ein.

a.c.k. hat die dabei gewonnenen Erfahrungen in UV-Anlagen der neueren Generation einfließen lassen und den Prozess weiter verbessert. Es wurde der so genannte *UV-Verdampfer* entwickelt, der im Bereich der Elektrolytpflege eine noch viel breitere Anwendung gefunden hat. Dabei wird neben dem Elektrolyten auch ein Teil des Spülwassers in den Prozess zurückgeführt, was die Wirtschaftlichkeit nochmals erheblich steigert und ein weiterer Schritt in Richtung abwasserarme Fertigung ist. In der Leiterplattenfertigung hat sich diese Behandlungsmethode bereits weltweit in vielen führenden Unternehmen durchgesetzt [4, 5].

Literatur / Literature:

- [1] Watts, O. P.: Trans. Am. Electrochem. Soc., 29 (1916), S. 295-403
- [2] Leutze, H., Jelinek, W.: Praktische Galvanotechnik, Eugen Leuze Verlag, (1988) S. 267
- [3] M. Sörensen und J. Weckenmann: Nickelbadpflege mit Hilfe der UV/ H_2O_2 -Oxidation in Kombination mit einer mechanischen Trennstufe, Galvanotechnik, 89 (1998)9
- [4] M. Sörensen, J. Weckenmann, R. Hoogenboom, A. Kat: New ways of process recycling of acidic copper plating bath; Galvanotechnik, 93 (2002)9

so that mechanical pre-treatment (grinding, buffing) can be greatly reduced.

6 Summary and Future Outlook

Plating bath purification with the UV process technology is now a proven concept in various companies for many years. In particular the statement of *Hansgrohe*, after six years of experience, confirms that this process is indeed remarkable. *Hansgrohe* is relying exclusively on this bath purification method and has not used any other treatment methods since.

a.c.k. integrated all this experience into the new reactor generation and has now improved the process even further. The UV-evaporator system was developed, which is in particular suitable for plating bath purification applications. Besides the plating bath also the rinse water (dragout tank) can be reclaimed and returned to the plating bath, which not only improves the economics of the operation even further but also serves the purpose of waste minimization. This concept has already been proven by many leading companies worldwide in the printed circuit board industry [4, 5].

- [5] A. Özkök, B. Roelfs: A Method towards Infinite Bath Life for Acid Copper Electrolytes; IPC/HKPCA'S 2003 International Printed Circuit & Electronics Assembly Fair

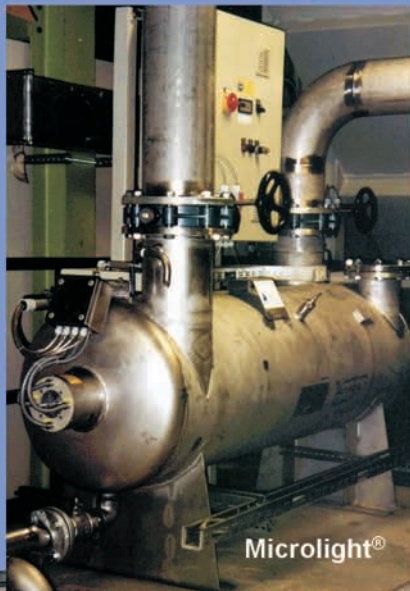
Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Martin Sörensen, a.c.k. aqua concept GmbH,
www.aquaconcept.de

Innovationszentrum UV



Enviolet® UV - Anlage



Microlight®

Enviolet® UV – Anlagen:

Badrecycling mittels Enviolet®-UV-Verdampfer.
vollautomatische Cyanidentgiftung (Cyanomat®)
Entgiftung von ZnNi- Abwässern, harten
Komplexbildnern (EDTA, Polyamine, etc.) und
toxischen Verbindungen.

Microfloat® - UV-Einheiten zur Desinfektion von
Wasser in Lagerbehältern und Kreisläufen.

Microspear® - UV-Einheiten zur Desinfektion von
Wasser und Prozessmedien in Spülprozessen.

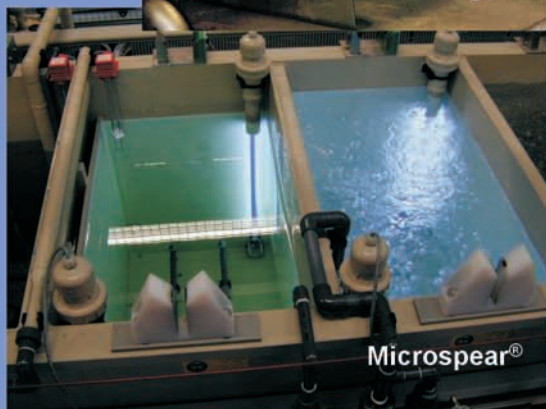
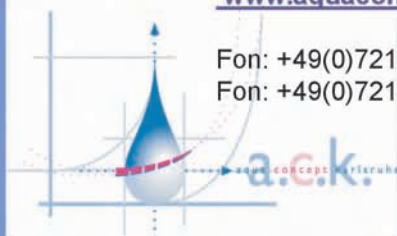
Microlight® - Durchfluss –UV- Reaktor für Trink-,
Prozess- und Abwasser.

Besuchen Sie unsere homepage:

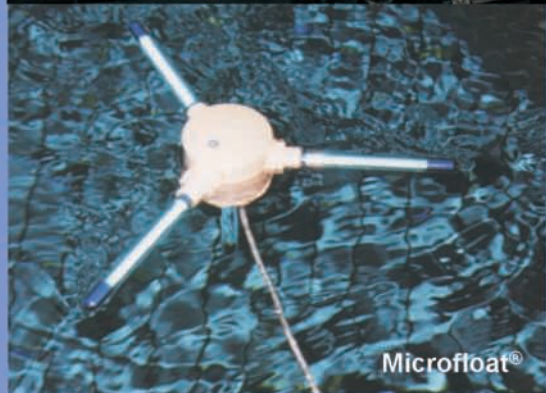
www.aquaconcept.de

Fon: +49(0)721 59 721 – 0

Fon: +49(0)721 59 721 – 21



Microspear®



Microfloat®