

BMU-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Errichtung einer innovativen, umweltgerechten Kunststoffgalvanik bei erstmaligem Einsatz Cr⁶⁺-freier Elektrolyten zur Verchromung von hochwertigen Automobil-Komponenten

UBA AZ: 30441-5/55

Vorhaben Nr.: 20094

Fördernehmerin

BIA Kunststoff- und Galvanotechnik GmbH & Co. KG

Umweltbereich

Ressourceneffizienz/Energieeinsparung

Laufzeit des Vorhabens

18.09.2006 – 30.09.2009

Autor

Jörg Püttbach

und

Ullrich Gutgar

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung

30.03.2010

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA 30441 – 5/55	Vorhaben-Nr. 20094
Titel des Vorhabens Errichtung einer innovativen, umweltgerechten Kunststoffgalvanik bei erstmaligem Einsatz Cr ⁶⁺ -freier Elektrolyten zur Verchromung von hochwertigen Automobil-Komponenten.	
Autoren Jörg Püttbach Ullrich Gutgar	Vorhabensbeginn 18.09.2006
	Vorhabenende 30.09.2009
Fördernehmerin BIA Kunststoff- und Galvanotechnik GmbH & Co. KG Untengönrather Str.73 42655 Solingen	Veröffentlichungsdatum 30.03.2010
	Seitenzahl 25
Gefördert im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	
Kurzfassung Die BIA Kunststoff- und Galvanotechnik liefert galvanisierte Kunststoffbauteile, die höchsten Ansprüchen genügen. Die Kernkompetenz liegt im Bereich Galvanik und den damit verbundenen Anforderungen an die vor- und nachgelagerten Prozesse. Zum Ausbau der Position als innovativer, ressourceneffizienter Technologieführer im Zuliefermarkt wurde eine völlig neue Galvanoanlage zur Beschichtung von Kunststoffen errichtet, bei der folgende innovative Verfahrensschritte umgesetzt wurden: Das primäre Ziel des Vorhabens, die Errichtung einer voll funktionsfähigen und prozesssicheren dekorativen Verchromung auf der Basis eines III-wertigen Chromelektrolyten wurde erreicht. Größere Lose von Chrom-III-verchromten Bauteilen wurden hergestellt und befinden sich bei verschiedenen Automobilherstellern in intensiven Eignungstests. Weitere Ziele, wie die Optimierung des gesamten Beschichtungsverfahrens einschließlich der Vorbehandlung, insbesondere die Minimierung der Metallverluste, konnten weitgehend realisiert werden. Beim „Kontinuierlichen Mattnickelverfahren“ brachte die Substitution des ressourcenintensiven Batch-Verfahrens durch eine kontinuierliche Regeneration des Elektrolyten deutliche Einsparungen an Rohstoffen und Energie. Die flexibel eingerichtete Vorbehandlung ermöglicht die simultane Fertigung und Beschichtung von Mehr-Komponenten-Kunststoffteilen. Dadurch kommt es zur Einsparung von kompletten Arbeitsschritten im vor- (Spritzguss) und nachgelagerten (Montage) Prozessen mit den entsprechenden energiesparenden Effekten. Die Umweltentlastung erstreckt sich auf alle Medien; insbesondere wurden eingespart: Energie/Erdgas: 470 MWh/a, Nickel (Metall) 3,3 t, Nickelsulfat (Salz) 35,65 t/a, Kalkmilch zur Neutralisation 45,5 t/a, Galvanischlamm, 52,3 t/a, CO ₂ -Minderung 385 t/a. Außerhalb des Rahmens des geförderten Projektes wurde an der Substitution der bisher eingesetzten perfluorierten Tenside (PFOS) gearbeitet, mit dem Ergebnis, dass Fluorierte Verbindungen sowohl in den Beizbädern als auch beim Chrom-VI-Elektrolyten <u>vollständig</u> ersetzt werden konnten. Der bisherige Verbrauch an PFOS lag bei 500 kg/a.	
Schlagwörter: Kunststoffgalvanik, Chrom-IV-freier Elektrolyt, kontinuierlich Matt-Nickel, Mehr-Komponenten Kunststofftechnik, PFT-freie Tenside, PFOS, Automobilzulieferer	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: 10 Elektronischer Datenträger: 1 (pdf-Datei)	Sonstige Medien Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage:

Kurzfassung

Ziel des Vorhabens war die Errichtung einer innovativen Anlage zur dekorativen Verchromung von Kunststoffen unter Einsatz von Chrom-III-Elektrolyten.

Im Rahmen der Neukonzeption der Anlage wurden weitere umweltbelastende Vorbehandlungsschritte durch umweltfreundlichere Prozesse ersetzt, wobei der vollständige Verzicht auf PFT-haltige Zusätze besonders hervorzuheben ist.

Die neue Anlage zeichnet sich durch innovative umweltfreundliche Techniken aus, wie:

- Erstmaliger Einsatz eines Elektrolyten auf Chrom-III-Basis zur dekorativen Verchromung von Kunststoffen mit dem Ziel der Einhaltung der strengen, in der Automobilindustrie geforderten Qualitätsvorgaben.
- Einsatz eines neuen kontinuierlichen Nickel-Mattverfahrens zur Herstellung von Mattchrom- oder Alulookoberflächen statt des bisher üblichen Batchverfahrens.
- Konsequente Umsetzung der Mehr-Komponenten Kunststofftechnik für dekorativ verchromte Automobilteile; somit die erstmalige seriengerechte Realisierung der selektiven galvanischen Beschichtung einzelner Komponenten.
- Vollständiger Verzicht auf den Einsatz fluorhaltiger Tenside in den Chromelektrolyten und den Cr-VI-haltigen Beizen; diese Innovation war nicht Gegenstand des ursprünglichen Vorhabens, sondern wurde von der Fördernehmerin aus eigenen Mitteln finanziert.

Trotz ausführlicher Vorversuche mit den innovativen Techniken war von vorne herein klar, dass die letztendliche Prozessfähigkeit erst mit der neuen Anlage unter Beweis gestellt werden konnte. Um die in der Automobilindustrie überlebensnotwendige Lieferfähigkeit sicherzustellen, war es erforderlich, zu den innovativen Verfahrensschritten die konventionellen Techniken parallel zu installieren. Geplant war, den Anlagenbetrieb konventionell zu starten, anschließend die innovativen Prozessschritte sukzessive zur Produktionsreife zu führen und langfristig die gesamte Produktion auf die neuen Verfahren zu übertragen.

Nach 15 Monaten Einfahr- und Optimierungsphase der Anlage und umfangreichen Eignungstests der hergestellten Produkte wurden die gesteckten Ziele erreicht. Das Mattnickelverfahren und die 2-Komponenten-Technik sind mittlerweile uneingeschränkt in die Produktion übernommen worden. Die Glanzverchromung aus dem Chrom-III-Elektrolyten wird technisch beherrscht; größere Lose von Chrom-III-verchromten Bauteilen wurden produziert und befinden sich derzeit in Langzeittests bei den unterschiedlichen Kunden; die laufende Produktion wird derzeit noch auf Chrom-VI-Basis gefahren. Die Serienfähigkeit der aus dem dreiwertigen Chromverfahren verchromten Bauteile hängt bei Außenteilen von den Ergebnissen der Korrosionslangzeittests (Feldtests) ab. Bei Innenteilen gilt es, die inzwischen erkannte „Nickellässigkeit“, also das Diffundieren von Nickel durch die Chromschicht nach außen, zu minimieren, um die Gefahr von allergischen Reaktionen bei den Nutzern auszuschließen.

Die wesentlichen Vorteile für die Umwelt werden durch folgende Einsparungen erreicht: Vergleichsbasis ist die jeweils konventionelle Technik, wie sie aus den vorhandenen, konventionellen BIA Anlagen bekannt ist.

Energie:	Erdgas 470 MWh/a (
Metalle/Salze:	Nickel (Metall) 3,3 t, Nickelsulfat (Salz) 35,65 t/a
Hilfsmittel:	PFT-haltige Tenside 500 kg/a (Komplette Substitution)
Fällungsmittel:	Kalkmilch 45,5 t/a,
Abfall:	Minderanfall an Galvanischlamm von 52,3 t/a
CO ₂ Gesamt:	385,5 t

Die Einspareffekte beziehen sich auf die neue Anlage. Die Anlage ist ihrem Modellcharakter schon insoweit gerecht geworden, dass die positiven Erfahrungen zur weitgehenden Übertragung der innovativen Prozesse auf die weiteren BIA-Anlagen und zum Teil auch schon auf die Anlagen der BIA-„Schwestern“ DHR und Biacchessi geführt haben.

Die von BIA entwickelte Technik kann grundsätzlich auf alle Betriebe der galvanischen Kunststoffbeschichtung übertragen werden. Des Weiteren ist die Technik auch für Betriebe geeignet, die sich auf die Verchromung von Metallwerkstoffen konzentrieren. Insbesondere der Erfolg der PFT-freien Fertigung hat Modellcharakter für vergleichbare Betriebe auch wenn die Übertragbarkeit immer von den anlagen- und produktspezifischen Gegebenheiten der jeweiligen Firmen abhängt.

Report Identification

Reference number: UBA 30441-5/55	Project number: 20094
Titel of the project: Building of an innovative, environmentally friendly plating line for high quality injection-moulded parts for the automotive industry with a chroming process free of hexavalent chrome	
Authors Jörg Püttbach Ullrich Gutgar	Start of the project 18.09.2006
	End of the project 30.09.2009
Grantee BIA Kunststoff- und Galvanotechnik GmbH & Co. KG Untengönrather Str.73 42655 Solingen	Publishing date 30.03.2010
	Pages 25
Subsidized in the frame of the environment-innovation-programme of the Federal Environment Ministry	
<p>Summary</p> <p>BIA Kunststoff- und Galvanotechnik supplies plated injection-moulded parts that have to suffice highest expectations. The core competence lies in the plating process and the related requirements for the preceding and subsequent processes. Aiming to expand the position as innovative and resource-efficient technology-leader in the automotive supply a new plating line was built, whereby the following innovative processes were introduced.</p> <p>The prime target of the project, a functioning, process-safe decorative chrome-plating on the basis of trivalent chrome has been achieved. Reasonably sized batches of trivalently chromed parts have been produced and are currently intensively being tested by various OEMs.</p> <p>Other targets such as the optimization of the overall plating process including the pretreatment, particularly the minimization of metall losses, have been achieved to a great extent. Substituting the resource intensive batch process by a continuous electrolyte generation has lead to significant savings of raw-materials and energy in the matt-nickel process. The adjustable pretreatment allows the simultaneous plating of multiple-shot parts. Thus savings of entire process steps including the related savings of energy can be realized either in the preceding process injection moulding or the subsequent assembly.</p> <p>The environmental relief spreads out to all media; in particular: energy / natural gas: 470 MWh/a, nickel (metall) 3.3 t, NI SO (salt) 35.65 t/a, milk of lime for neutralization 45.5 t/a, sludge 52.3 t/a, reduction of CO² 385 t/a.</p> <p>Aside of this project BIA has also worked on the substitution of perfluorid surfactents (PFT). These compounds have completely been abolished from both the edging and the chroming process. Up to this point the use of perfluorid surfactents (PFT) had reached 500 kgs/a.</p>	
Keywords: plating of injection-moulded parts, chroming-process free of hexavalent chrome, continuous matt-nickel, multiple shot injection moulding, surfactents free of perfluorid, PFT, automotive suppliers	
number of reports supplied in hardcopy: 10 electronic data carriers: 1 (pdf-file)	other media: publication in the internet planned, web-site:

Summary

It was the target of the projekt to build an innovative plating line for decorative chrome-plating of injection moulded parts, whereby trivalent chrome electrolytes were to be used.

With the concept of the new line other pre-treatment-processes were modified from pollutive to environmentally friendly processes. The complete abandoning of perfluorid-surfactents is particularly to be highlighted.

The new line stands out for innovative and environmentally friendly techniques such as:

- The first-time usage of a trivalent electrolyte for decorative chrome-plating of injection moulded parts whereby the compliance with the quality standards demanded by the automotive industry had to be granted at all times.
- The usage of a continuous matt-nickel-process for the production of matt-chrome and aluminum-look surfaces as opposed to the common batch-process.
- The consequent execution of the multiple-shot injection moulding technique for decorative chrome-plated parts for the automotive industry; hence the first realization of serial production of selective electro-plating of individual components.
- The complete elimination of surfactents containing fluor in both the chroming process and the hexavalent edging. This innovation has not been part of the original plan, but was financed solely by means of the grantee.

In spite of elaborate trials with the innovative techniques in advance it has been clear from the very beginning that the final process-capability could only be proven by using the new plating-line. In order to secure the ability to supply, which is essential for surviving in the automotive industry, it was necessary to provide for conventional techniques next to the innovative processes. It was planned to start the production in the new plating line with conventional techniques. The innovative processes were to be gradually introduced and brought to maturity for serial production. In the long run the new processes were to be applied to the whole production of the line.

After 15 months of trial and optimization as well as of extensive testing of the products produced with the new processes, the targets were reached. Currently the matt-nickel-process and the 2-component technique are being used in serial production without any limitations. Gloss-chroming with trivalent chrome is technically under control. Large batches of trivalently chromed parts have been produced and are currently being long-term-tested by various customers. Current serial production is still being conducted with hexavalent chrome. The capability for serial production of the trivalent chrome process is dependend on the results of long-term corrosion field tests of exterior parts. For interior parts it is the nickel-leaching, i.e. the diffusion of nickel through the chrome layer, that has to be reduced to a minimum with regard to exclude allergic reactions of users.

The main advantages for the environment are being accomplished by the savings as listed below. The conventional technique as known by the existing BIA plating lines serves as the base for comparison:

energy: natural gas 470 MWh/a

metal / salts: nickel (metall) 3.3t NiSO₄ 35.65 t/a

auxiliaries: perfluorid surfactents 500 kgs/a (complete substitution)

precipitants: milk of lime (Ca OH) 45.5 t/a

waste: sludge reduction of 52.3 t/a

total CO₂: 385.5t

The savings are being referred to the new plating line. The plating line has already lived up to its model character as the positive experience with the innovating processes has led to a transfer of these processes (to a great extent) to the other BIA-lines as well as to those of the sister companies DHR and Biacchessi.

As a matter of principal the technique developed by BIA can be transfered to all companies involved in plating of injection moulded parts. Furthermore the technique is also suitable for companies focused on the plating of metall parts. Particularly the success of the production free of perfluorid- surfactents gives the new line model-character for similar production facilities, even if the ability to transfer the technique is dependent on the individual characteristics of the production- and product-lines in focus.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	10
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens.....	10
1.2 Ausgangssituation.....	10
1.2.1 Verchromung	11
1.2.2 Mattnickel.....	12
1.2.3 Selektive Mehr-Komponentenbeschichtung	12
1.2.4 PFT-haltige Netzmittel	12
2. 2. Vorhabensumsetzung	13
2.1 Ziel des Vorhabens	13
2.1.1 Chrom-III-Glanzverchromung	13
2.1.2 Mattnickel.....	13
2.1.3 Selektive Mehr-Komponentenbeschichtung	13
2.1.4 PFT-haltige Netzmittel	14
2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten).....	15
2.2.1 2.2.1 Schematische Darstellung Alt - Neu	15
2.2.2 Detaillierter Aufstellplan Neuanlage.....	16
2.2.3 Leistungsdaten Neuanlage	17
2.3 2.3.Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	18
2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)	19
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	19
3. 3. Ergebnisse	19
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung	19
3.1.1 Chrom-III- Glanzverchromung	19
3.1.2 Mattnickel.....	20
3.1.3 Selektive Mehr-Komponentenbeschichtung	20
3.1.4 PFT-haltige Netzmittel	21
3.1.5 Fazit	21
3.2 Stoff- und Energiebilanz.....	22
3.3 Umweltbilanz (bei Klimaschutzvorhaben: stets Angabe der CO ₂ -Reduzierung (t/a, t/je t Produkt).....	23
3.4 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms.....	24
3.4.1 Energie in MWh/a	24
3.4.2 Metall Nickel in t/a.....	26
3.4.3 Nickelsulfat in t/a.....	26
3.4.4 Kalkmilch 20 %ig zur Nickel-Fällung in t/a.....	26
3.4.5 PFT in kg	27
3.4.6 Galvanikschlamm in t/a.....	27

3.5	Wirtschaftlichkeitsanalyse	27
3.5.1	Investitionen.....	28
3.5.2	Abschätzung der Einsparungen.....	29
3.5.3	Amortisationszeit	30
3.6	Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren	31
4.	Empfehlungen	33
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung	33
4.2	Modellcharakter (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens.....	33
5.	. Zusammenfassung.....	35
6.	. Literatur	35
7.	Anhang	35

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die BIA Kunststoff- und Galvanotechnik GmbH & Co. KG ist ein mittelständisches Unternehmen der Automobil-Zuliefer-Industrie (90% Umsatzanteil) mit derzeit 570 fest angestellten Mitarbeitern. Unser Jahresumsatz betrug 2008 ca. 34 Mio. Euro. Alleiniger Gesellschafter ist Herr Jörg Püttbach.

Mittels modernster Technik und eines engagierten Teams bietet BIA hochwertige, integrative und wirtschaftliche Lösungen rund um den Spritzguss und die Galvanisierung (Verchromung) von Kunststoffteilen. BIA bietet den kompletten Prozess aus einer Hand an: Konstruktion – Werkzeugbau – Spritzguss – Galvanik – Prüfung und evtl. Montage. Die Kernkompetenz des Unternehmens liegt dabei im galvanischen Prozess. Hier sieht sich BIA als Technologieführer und Trendsetter, wie beispielsweise mit der Entwicklung des innovativen „BIA-Nachtdesigns“. Die komplexen Aufgaben, die sich bei der Planung, Entwicklung und Herstellung galvanisierter Kunststoffteile stellen, löst BIA als zertifizierter Partner der Automobilindustrie.



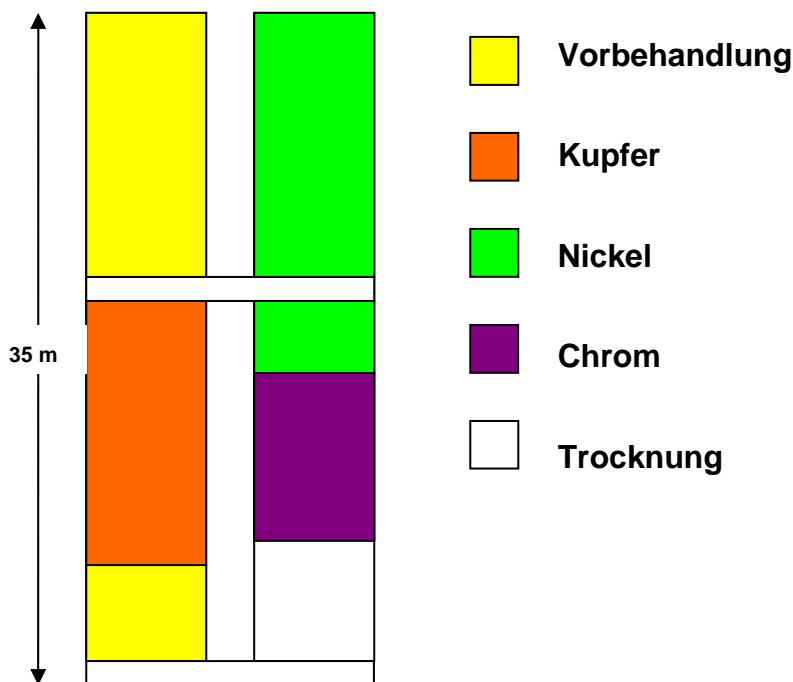
Luftbild: BIA

1.2 Ausgangssituation

BIA fertigt hochwertige Bauteile aus ABS-Kunststoffen unter Einsatz von Werkzeugen aus eigener Konzeption und Fertigung. Diese Kunststoffteile wurden bis zur Inbetriebnahme der neuen Anlage in einer der beiden vorhandenen Galvanoanlagen (2001 und 2003) „verchromt“ und anschließend in Verbindung mit kleineren Montagen geprüft und zur Auslieferung gebracht. Kernkompetenz von BIA ist die Galvanisierung. Die Galvanikanlagen bestehen aus etwa 50 einzelnen Prozessstufen, die miteinander verknüpft sind. Da die Prozessstufen zügig „nass in nass“ nacheinander abgewickelt werden

müssen, ist die Anlage (auch gemäß dem Anlagenbegriff der BImSchV) als Einheit zu verstehen. Die Stufen lassen sich zusammenfassen in die Abschnitte: Vorbehandlung – Kupfer – Nickel/Mattnickel – Chrom.

Schematische Darstellung der vorhandenen Galvanisieranlagen entsprechend dem Stand der Technik



Dazu kommt die zwischen allen Prozessen erforderliche Spültechnik.

Bei BIA waren bisher zwei dieser Anlagen mit einer Kapazität von zusammen 8.000 m²/Woche galvanisierbarer Oberfläche in Betrieb.

Die von der geplanten Maßnahme betroffenen Verfahrensschritte waren bisher wie folgt gestaltet:

1.2.1 Verchromung

Bisher erfolgte **die Verchromung aus konventionellen, chrom-VI-haltigen** Elektrolyten entsprechend dem aktuellen Stand der Technik in der Automobil-Zulieferung. Pro Jahr wurden je Galvaniklinie folgende Prozesschemikalien eingesetzt:

- 6.000 kg Chromsäureanhydrid (CrO₃)
- 24.000 kg an Natriumbisulfidlösung zur Chromatreduktion (Entgiftung)

Bisher waren Chrom VI-haltige Elektrolyte zur Erzeugung dekorativer Chromschichten, die den Ansprüchen der Automobilindustrie genügten, unvermeidlich.

1.2.2 Mattnickel

Die Mattnickel-Elektrolyte mussten bisher nach einer Betriebszeit von 8 Stunden verfahrensbedingt regeneriert werden; der Regenerationsprozess dauerte ebenfalls 8 Stunden. Bei drei Elektrolytbädern je Galvaniklinie mussten neben 10.000 l aktivem Prozessbadvolumen immer gleichzeitig weitere 10.000 l Prozessbad in der Regeneration (3 weitere Badbehälter) vorgehalten und beheizt werden. Ca. 50.000 l/a Nickel-elektrolyt mussten verworfen und in der Abwasseranlage behandelt werden. Dabei gingen 5.000 kg Nickelsulfat verloren, ca. 10.840 kg/a Kalkmilch wurden zur Abwasserbehandlung verbraucht und führten zur Bildung von 13,8 t/a Galvanikschlamm.

1.2.3 Selektive Mehr-Komponentenbeschichtung

In der Automobilindustrie werden zunehmend Bauteile verwendet, die aus zwei verschiedenen Kunststoffsorten (z.B. ABS und Polyethylen) bestehen. Diese Mehr-Komponenten Kunststoffteile, die in einem Arbeitsgang gefertigt werden können, müssen nach Kundenwunsch selektiv beschichtet werden, in dem beispielsweise der dekorative ABS-Teil verchromt wird, während der funktionale Polycarbonat-Teil unbeschichtet bleibt. Bisher war dies technisch in einem Arbeitsschritt in der Automobilbranche nicht möglich, mit der Folge, dass die Einzelkomponenten der Bauteile separat gefertigt, beschichtet und anschließend zusammengebaut werden mussten.

1.2.4 PFT-haltige Netzmittel

Bisher galt der Einsatz von PFT- Netzmitteln in Chrom-VI-haltigen Prozessbädern als unvermeidlich. Nur mit diesen, ökologisch bedenklichen Verbindungen war man in der Lage, die Emission ChromVI-haltiger Aerosole zu vermindern, und so die Anforderungen des Arbeitsschutzes zu erfüllen. Außerdem sorgt ein PFT-haltiges Netzmittel in den Beizen für eine gute und gleichmäßige Benetzbarkeit der Bauteile. Bei BIA wurden bis zur Inbetriebnahme der neuen Anlage ca. 1.000 l PFT haltige Netzmittel/a eingesetzt. Bei der gegebenen Konzentration entspricht dies ungefähr 500 kg PFT.

2. Vorhabensumsetzung

Die neue Galvaniklinie besteht aus einer sehr großen Anzahl einzelner Prozessstufen, die in Kap 2.2.2 näher beschrieben werden. Mit dieser Anlage kann ein weites Spektrum der galvanischen Kunststoffbeschichtung abgedeckt werden. Die gesamte Anlage ist nach dem neuesten Stand der Technik gebaut worden; aus Umweltsicht sind folgende Prozessstufen hervorzuheben:

2.1 Ziel des Vorhabens

Die neue Galvaniklinie zeichnet sich durch folgende wesentliche Merkmale aus:

2.1.1 Chrom-III-Glanzverchromung

Die Prozessstufe Chrom-III-Glanzverchromung zur dekorativen Verchromung unter Serienbedingungen in der Automobilindustrie wurde parallel zur klassischen Chrom-VI-Verchromung in die Anlage integriert.

2.1.2 Mattnickel

Bei dem allgemein gängigen Verfahren (Batchverfahren) kommt es nach ca. 8 Stunden Betriebszeit des Bades zur Agglomeration der Zusätze. So ist es erforderlich, die eingesetzten Zusätze innerhalb weiterer 8 Stunden wieder aus dem Verfahren heraus zu filtrieren. Um eine 100%-ige Filtration sicher zu stellen, wird der Elektrolyt dabei komplett über einen Filter in einen Reservebehälter gepumpt. Dort kühlt er auf nahezu Raumtemperatur ab.

Hingegen werden im neuen Verfahren Standzeiten von bis zu einer Woche erreicht. Diese Stoffe werden im Teilstrom kontinuierlich bei laufendem Betrieb filtriert, das Bad wird online regeneriert. Dabei wird eine spezielle Filtertechnik eingesetzt. Es handelt sich um eine hintereinander geschaltete Kombination aus Plattenfilter und Kerzenfilter mit einer jeweiligen Filterfeinheit von 10 µm. Der Volumenstrom ist auf ca. 30 % des Badvolumens entsprechend 800l/h eingestellt. Tägliche Ausfallzeiten durch Filtration entfallen. Dadurch reduziert sich der Bedarf an vorzuhaltenden Bädern um 50%. Der Aufwand des Komplett-Filterns reduziert sich von 15-mal auf 1-mal je Woche. Entsprechend reduziert wird der Energieeinsatz zur Wiederaufheizung des Bades nach der Filtration. Außerdem muss nur eines statt zwei Bäder auf Temperatur (55°C) gehalten werden.

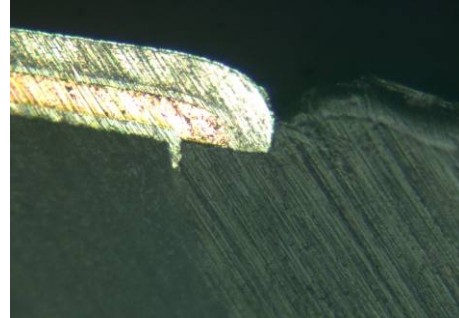
2.1.3 Selektive Mehr-Komponentenbeschichtung

Es wurde die Technik der Mehr-Komponenten Kunststoffbeschichtung für dekorativ verchromte Automobilteile eingeführt. Mit der neuen Technik ist es möglich, ein aus zwei oder drei verschiedenen Kunststoffwerkstoffen bestehendes Bauteil in einem Arbeitsgang im Spritzgussverfahren herzustellen und anschließend selektiv zu beschichten oder unbeschichtet zu lassen. Die selektive Beschichtung wird durch die Abstimmung der galvanischen Vorbehandlung auf die **Mehr-Komponenten Kunststoffteile** ermöglicht, indem die Prozesse: Aktivieren (Palladiumeinlagerung); Beschleunigen (Zinnentfernung) und Chemisch Nickel (Metallisierung) entsprechend modifiziert werden. Die

eingesetzten drei Aktivatoren besitzen unterschiedliche Aktivitäten. Dies wird zum einen durch eine unterschiedliche Größe des Palladium-Zinn-Kolloids und zum anderen durch die Palladiumkonzentration erreicht. Des Weiteren stehen zwei Beschleuniger zur Verfügung, die über Konzentration, Temperatur und chemischer Zusammensetzung unterschiedlich stark Zinn und Palladium wieder abtragen. Aus der Kombination dieser Möglichkeiten lässt sich für nahezu jedes 2K-Bauteil eine optimale Kombination finden, die die Selektivität der Abscheidung garantiert. Komponente 1 wird beschichtet – Komponente 2 nicht.



Mattverchromtes 2-Komponenten-Bauteil



Querschliff zeigt die Grenzfläche zwischen verchromten ABS und unverchromten PC

2.1.4 PFT-haltige Netzmittel

Das Ziel des vollständigen Verzichts auf PFT-haltige Netzmittel bei der neuen Anlage wurde durch folgende Maßnahmen erreicht:

2.1.4.1 Chrom-III-Elektrolyt

Chrom-III-Elektrolyte benötigen keine PFT-haltigen Netzmittel; der vollständige Umstieg von der Chrom-VI-Technik auf die Chrom-III-Technik würde das PFT-Problem nachhaltig lösen

2.1.4.2 Chrom-VI-Elektrolyt

Bisher galt der Einsatz von PFT-Netzmitteln in Chrom-VI-haltigen Prozessbädern als unvermeidlich. Umweltfreundlichere Ersatzstoffe wurden in jüngster Vergangenheit mit Nachdruck gesucht. Nach langen Versuchsreihen wurden für das Verchromungsverfahren ein PFT-freies Ersatzprodukt gefunden und in der neuen Anlage eingesetzt. Es handelt sich dabei um das Produkt „ANKOR Wetting Agent FF“ von der Firma Enthone.

2.1.4.3 Chrom-VI-haltige Kunststoffbeize

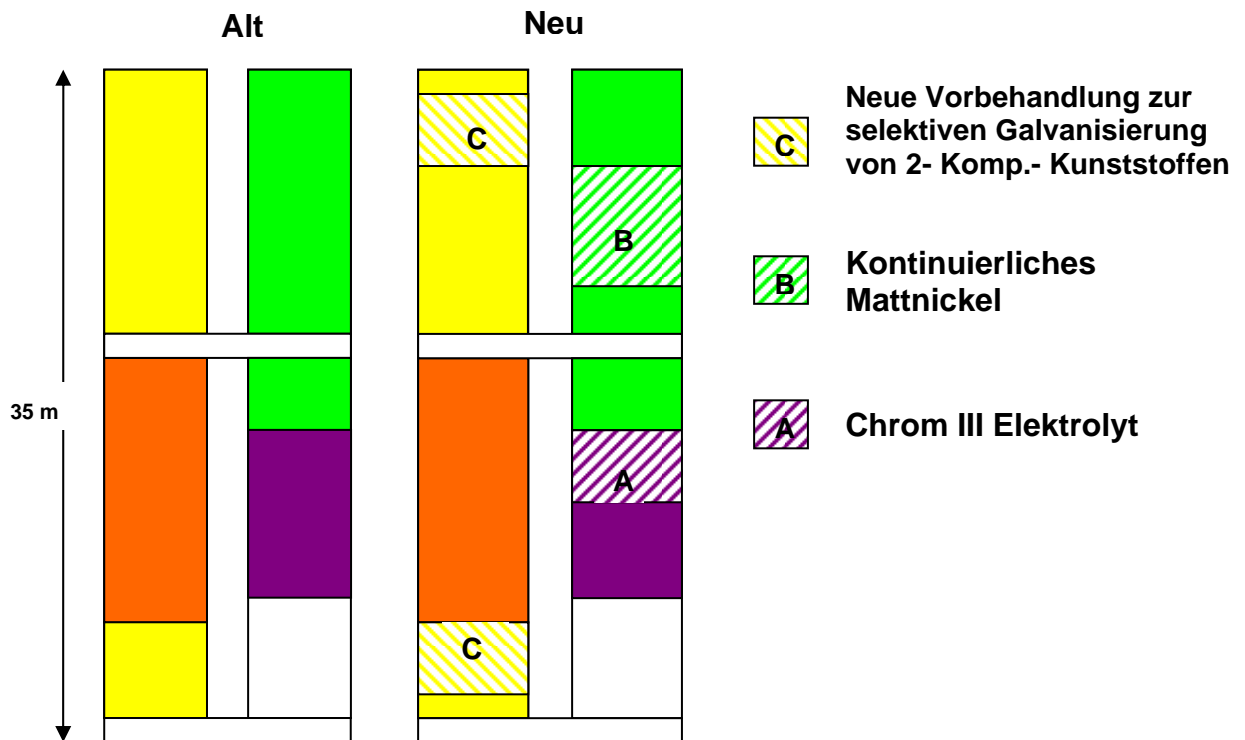
Auch beim Einsatz Chrom-VI-haltiger Beizen zur Aktivierung der Kunststoffoberflächen glaubte man bisher, auf den Zusatz PFT-Netzmittel nicht verzichten zu können. Bei BIA wurde eine Lösung gefunden, die auch in diesem Bereich den Einsatz von PFT-Netzmitteln entbehrlich macht.

Ziel der Versuche war es, die erforderliche Benetzung der Bauteile nicht in der Beize selbst, sondern in einer vorgeschalteten tensidhaltigen Spüle sicherzustellen. Die Anforderungen an das dort eingesetzte Tensid sind weitaus geringer, als in der Beize. Hier

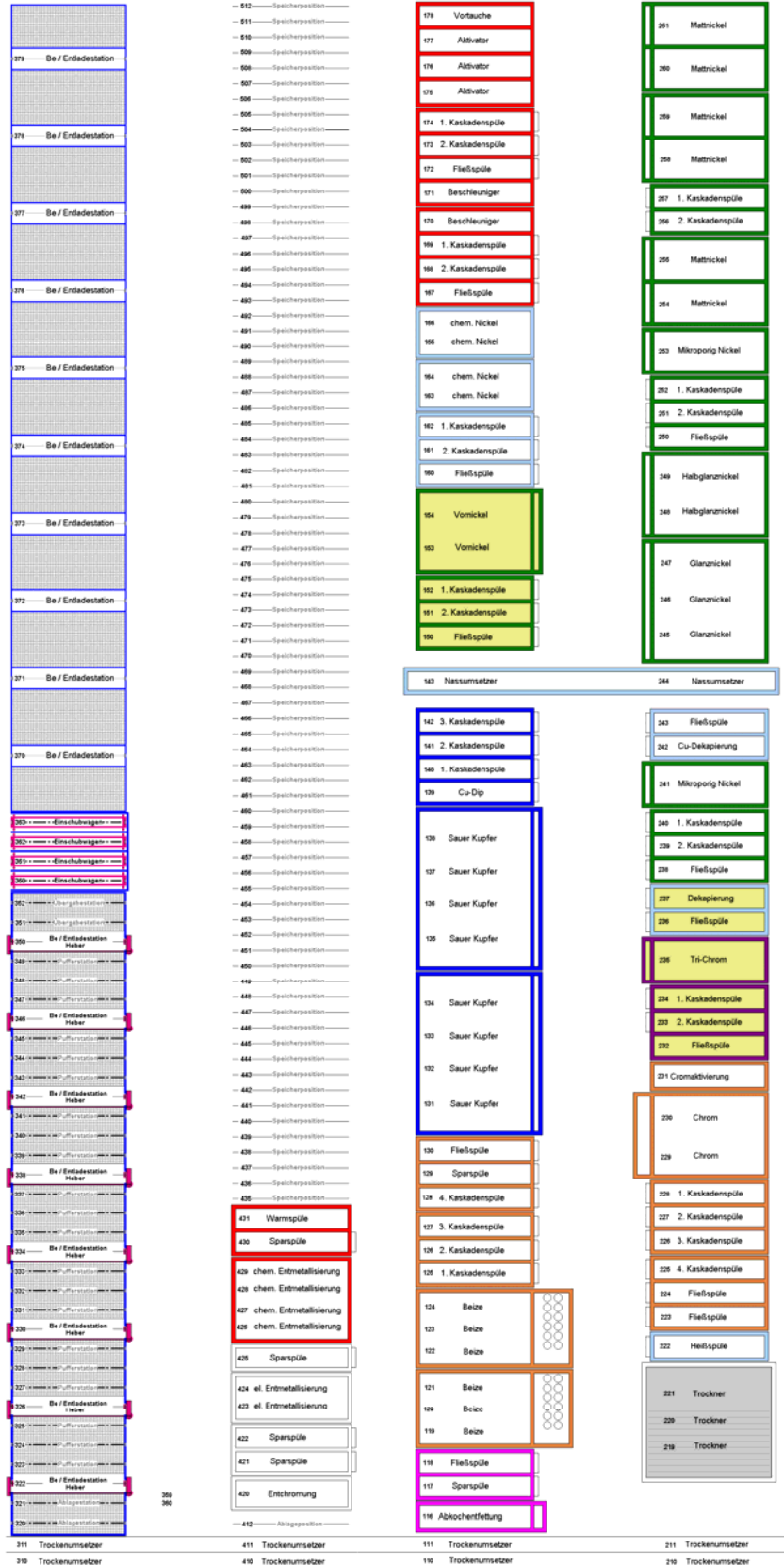
kann ein PFT-freies Netzmittel eingesetzt werden. Die Vortauchung wird angesetzt mit dem Produkt „Entfetter AS“ von der Firma HSO in einer Konzentration von 4ml/l.

2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

2.2.1 Schematische Darstellung Alt - Neu



2.2.2 Detaillierter Aufstellplan Neuanlage





Blick über die Anlage

2.2.3 Leistungsdaten Neuanlage


- Kapazität: 1.100 m²/Tag
- Taktzeit: 5 min
- Arbeitsfenster: 2,30m x 1,00m

Weitere Informationen

- Offene Bauweise über 3 Ebenen, keine Zwischendecke
- 4-reihige Anlage mit separater räumlich getrenntem Auf- und Absteckbereich
- Weltweit erste Anlage mit kabellosen Deckenlaufwagen.
 - Induktive Stromübertragung.
 - Lasergesteuerte Positionierung
 - Datenübermittlung per Funk.
 - Leise, wartungsarm, unbegrenzte Wege



Präsentationstafel an der Anlage:







galvanisierte Kunststoffe



SURFACINATION



Vorsprung durch Innovation



Die im Herbst 2007 in Betrieb genommene Anlage wurde von BIA unter Leitung von Galvanomeister Robert Fanciulli in Zusammenarbeit mit folgenden Firmen entwickelt und konzipiert:











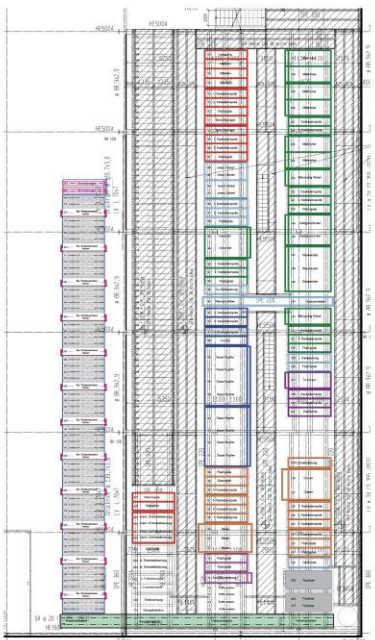








- Induktive (kabellose) Stromübertragung
- Datenübertragung per Funk
- Positionserkennung über Laser
- 100% Mattproduktion oder 100% Glanzproduktion möglich
- Kontinuierliches Mattnickel-Verfahren
- Mikroporiger nickel: separat für glanz und für matt
- Kolloidales System mit EC-Kupfer
- Vorbehandlung für Ein- und für Mehrkomponententeile
- 3-wertige und 6-wertige Verchromung
- Einsparung von Nickel, Energie und Spülwasser
- Wartungsfreundlich und sauber durch den Aufbau über 3 Ebenen



Der Bau dieser Anlage wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des BMU-Programms zur Förderung von Demonstrationsvorhaben - Umweltinnovationsprogramm gefördert.

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

(Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte von der Planungsphase bis zur Inbetriebnahme, Darstellung evtl. Hemmnisse)

Technisch konnte die Anlage weitgehend ohne Probleme wie geplant umgesetzt werden. Die wesentlichen Schritte waren:

- Stahlbau
- Wannen
- Transportwagen plus Steuerung
- Wasseraufbereitungsanlage
- Peripherie (Gleichrichter, Filtrationen, Auffangbehälter, etc.)

Planungsphase: Jan – Aug 2006
Bauphase: Sep 2006 – März 2008
Inbetriebnahme: Mai 2008
Erprobungsphase: Mai 2008 – Mitte 2009

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Für die Anlage liegt eine emissionsrechtlicher Genehmigung gemäß § 16 Abs. 2 Bundesemissionsschutzgesetz vor.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die laut Antrag zu erwartenden Einsparungen liegen im Bereich eingesetzte Rohstoffe, eingesetzte Energie und anfallende Abfälle, bzw. Wertstoffe.

Die Verbrauchswerte für Strom sind zum Teile über Stromzähler ermittelt zum Teil über Anschlusswerte berechnet.

Die eingesetzten Rohstoffe und die angefallenen Abfälle wurden über Zugabeaufschreibungen bzw. über Einkaufsdaten ermittelt.

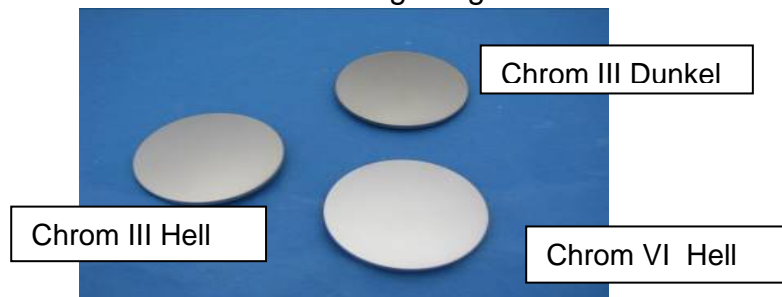
3. Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

3.1.1 Chrom-III- Glanzverchromung

Der Prozessschritt Chrom-III-Glanzverchromung wurde erfolgreich in Betrieb genommen. Inzwischen sind größere Lose von Chrom-III-verchromten Bauteilen produziert und den unterschiedlichen Kunden zur Verfügung gestellt worden; die laufende Produktion wird derzeit noch auf Chrom-VI-Basis gefahren. Da die Chrom-III-Verchromungsstufe bisher nur kurzfristig zum Einsatz gekommen ist, liegen noch keine belastbaren Betriebsergebnisse vor. Das Einsparpotential, das bei vollem Ersatz der Chrom-VI-Technik durch die Chrom-III-Technik anfallen würde, lässt sich aus den kurzen Betriebsphasen mit der Chrom-III-Technik schwer abschätzen.

Die Serienfähigkeit der aus dem dreiwertigen Chromverfahren verchromten Bauteile hängt bei Außenteilen von den Ergebnissen der Korrosionslangzeittests (Feldtests) ab. Derzeit wird von vielen Kunden (Audi, VW) für Außenteile noch die sechswertige Verchromung vorgeschrieben. Außerdem ergeben sich bei der dreiwertigen Verchromung geringe Farbunterschiede der Schichten zur sechswertigen Verchromung (siehe Abbildung). Hier muss abgewartet werden, inwieweit die Kunden diese Abweichung tolerieren (insbesondere der Mischverbau könnte hierbei kritisch sein); andererseits eröffnen sich aber auch die Chancen für neue Gestaltungsmöglichkeiten.



Farbvergleich Chrom III – Chrom VI (Fotografisch schlecht bewertbar – in der Praxis erfolgt die Bewertung anhand von Musterteilen)

Bei Innenteilen gilt es, die inzwischen erkannte „Nickellässigkeit“, also das Diffundieren von Nickel durch die Chromschicht nach außen, zu minimieren, um die Gefahr von allergischen Reaktionen bei den Nutzern auszuschließen und den Automobilherstellern die Sorge vor Regressansprüchen Ihrer Kunden zu nehmen. Aufgrund der - im Vergleich zu aus sechswertigen Chrombädern abgeschiedenen Schichten - erhöhten Nickellässigkeit, schließen einige Automobilfirmen im Innenraum Chromschichten aus Chrom III Bädern aus.

3.1.2 Mattnickel

Anstelle der bisherigen Batchfiltration, mit dem die agglomerierten Badzusätze entfernt werden, wurde eine kontinuierliche Filtration im Teilstrom eingeführt. Im Vergleich zum alten Batchverfahren, bei dem nach ca. 8 Stunden Betriebszeit eine vollständige Filtration des gesamten Bades erforderlich ist, werden im neuen Verfahren Standzeiten von bis zu einer Woche erreicht.

Es handelt sich um eine hintereinander geschaltete Kombination aus Plattenfilter und Kerzenfilter mit einer jeweiligen Filterfeinheit von 10 µm. Der Volumenstrom ist auf ca. 30 % des Badvolumens eingestellt, entsprechend 800l/h.

Tägliche Ausfallzeiten durch Filtration entfallen. Dadurch reduziert sich der Bedarf an verfügbaren Bädern um 50%. Der Aufwand des „Komplett“-Filterns reduziert sich von 15- auf 1-mal je Woche. Entsprechend wird der Energieeinsatz zur Wiederaufheizung des Bades nach Filtration reduziert; zudem muss nur eines statt zwei Bäder auf Temperatur (55°C) gehalten werden, was wiederum Energie einspart.

3.1.3 Selektive Mehr-Komponentenbeschichtung

Die Technik zur selektiven Beschichtung von Bauteilen, die in einem Arbeitsgang aus unterschiedlichen Kunststoffarten per Spritzguss gefertigt werden, wurde erfolgreich eingeführt. Dies bedeutet eine Prozesskettenverkürzung im vorgelagerten Fertigungs-

prozess. Entsprechende Kunststoff- und Maschinenressourcen werden dadurch geschont. Der Energieeinsatz reduziert sich um ca. 242.000 kWh/a.

Die Galvanisierung von Mehr-Komponenten-Teilen bedarf einer Vorbehandlung, die bewirkt, dass ausschließlich nur die ABS-Komponente beschichtet wird, während die anderen Komponenten (i.d.R. PC) nicht beschichtet werden. Diese Zielsetzung wurde durch den Einsatz von drei verschiedenen Aktivatoren und zwei verschiedenen Beschleuniger erreicht. Die installierten drei Aktivatoren besitzen unterschiedliche Aktivitäten. Dies wird zum einen durch eine unterschiedliche Größe des Palladium-Zinn-Kolloids und zum anderen durch die Palladiumkonzentration erreicht. Des Weiteren stehen zwei Beschleuniger zur Verfügung, die über Konzentration, Temperatur und chemischer Zusammensetzung unterschiedlich stark Zinn und Palladium wieder abtragen. Aus der Kombination dieser Möglichkeiten lässt sich für nahezu jedes 2K-Bauteil eine optimale Kombination finden, die die Selektivität der Abscheidung garantiert. Komponente 1 wird beschichtet – Komponente 2 nicht.

3.1.4 PFT-haltige Netzmittel

BIA hat als Technologieführer in der Kunststoffgalvanisierung seine Verantwortung bei der Reduzierung des Einsatzes von PFT-haltigen Netzmitteln wahrgenommen und im Rahmen des Projektes zusätzlich eine PFT-freie Fertigung angestrebt und realisiert. Dabei wurden für das Verchromungsverfahren zwei PFT-freie Ersatzprodukte durch lange Versuchsreihen ermittelt. Bei der Verchromung wird das Netzmittel eingesetzt, um das Austreiben von Chrom-Aerosolen zu vermeiden. Es dient also in erster Linie dem Arbeitsschutz. Diese Funktion erfüllt das Ersatzprodukt vollständig. Es handelt sich dabei um das Produkt „ANKOR Wetting Agent FF“ von der Firma Enthone.

Beim Beizprozess konnte durch die Installation einer Vortauchlösung auf den Einsatz von Netzmitteln komplett verzichtet werden. Im ursprünglichen Beizprozess sorgt das Netzmittel für eine komplette Benetzung und damit für ein gleichmäßiges Beizbild auch in Bauteilbereichen, in die die Beizlösung aufgrund ihrer geringen Viskosität sonst nicht vordringt. Dies ist für eine qualitätsgerechte Beschichtung unabdingbar. Ein fluorfreies Ersatzprodukt erwies sich in dem aggressiven Medium der Beize als zu unbeständig. Es wurde daher komplett auf den Einsatz eines Netzmittels in der Beize verzichtet. Die nötige Benetzung des Bauteils wird nun in einer Vortauche sichergestellt. Hier wird ein fluorfreies, umwelttechnisch unbedenkliches Netzmittel eingesetzt. Die Vortauchung wird angesetzt mit dem Produkt „Entfetter AS“ von der Firma HSO in einer Konzentration von 4ml/l.

3.1.5 Fazit

Die neue Galvaniklinie hat als Gesamtsystem den Beweis erbracht, dass die in der Automobilindustrie geforderte sichere Lieferfähigkeit, gleichmäßig hohe Qualität und kostengünstige Produktion mit umweltfreundlichen Verfahren im industriellen Maßstab realisiert werden kann. Zuverlässige Lieferfähigkeit und gleichmäßig hohe Qualität sind für die Zulieferbetriebe der Automobilindustrie überlebenswichtig. Ferner ist zu erwarten, dass von umweltfreundlichen Herstellungsverfahren auch Design- und Wachstumsimpulse ausgehen, wie dies für die etwas dunklere, edle Optik Chrom-VI-frei hergestellter Glanzchromschichten erwartet wird.

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Effekt/Reduzierung	Werte der innovativen Techniken (neue Anlage)	Werte bei konventioneller Technik (alte Anlagen)	Umgesetzte Einsparung Neue Anlage	Umgesetzte Einsparung bei Umsetzung auf allen Anlagen*
1. Energie in MWh/a	398	848	470	678
Werte aus Mattnickel-system	92	300	208	416
Werte aus der Mehrkomponententechnik	306	548	262	262
2. Metall Nickel in t (einmaliger Effekt)	3,3	6,6	3,3	6,6
3. Nickelsulfat (Salz) in t/a	2,6	38,25	35,65	71,3
4. Kalkmilch 20%-ig zur Nickelfällung in t/a	3,6	49,1	45,5	91,0
5. PFT-Lösung in kg	-	500	500	1500
6. Galvanischlamm in t/a	3,8	56,1	52,3	104,6

* Das kontinuierliche Mattnickel konnte in allen BIA-Anlagen umgesetzt werden, was eine Verdoppelung der Effekte bedeutet. Die PFT freie Fertigung konnte in allen BIA-Anlagen umgesetzt werden, was eine Verdreifachung der Effekte bedeutet.

3.3 Umweltbilanz

Effekt/Reduzierung	Umgesetzte Einsparung Neue Anlage	Umgesetzte Einsparung bei Umsetzung auf allen Anlagen*	Umgesetzte Einsparung CO2 (aus ProBas) t/a	Umgesetzte Einsparung bei Umsetzung auf allen Anlagen CO2 (aus ProBas) t/a
1. Energie in MWh/a	470	678	292	421
Werte aus Mattnickelsystem	208	416		
Werte aus der Mehrkomponententechnik	262	262		
2. Metall Nickel in t (einmaliger Effekt)	3,3	6,6	18,5	37
3. Nickelsulfat (Salz) in t/a	35,65	71,3	75	150
4. Kalkmilch 20%-ig zur Nickelfällung in t/a	45,5	91,0		
5. PFT-Lösung in kg	500	1500		
6. Galvanischlamm in t/a	52,3	104,6		
Summe CO2-Einsparung in t/a			385,5	608

Ni = 5,58 kg/kg CO₂,

NiSO₄ = 58/154 * 5,58 kg/kg CO₂ (nur Massenanteil Ni in der Verbindung)

Strom el. = 0,62 kg/kWh CO₂

Die Summe an jährlicher CO₂ Einsparung beträgt 385 t/a für die neue Anlage bzw. 608 t bei allen BIA-Anlagen.

3.4 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Die Einsparungen, die in der Stoff- und Energiebilanz 3.2 quantifiziert wurden, sind vielschichtig und in der Ermittlung nicht trivial. Der Aufwand, für jeden Bereich eine Messtechnik zu installieren, wäre viel zu aufwändig geworden. So handelt es sich hier nicht um ein klassisches Messprogramm, sondern um eine Mischung aus:

- Messungen, häufig exemplarisch
- Vergleichsbetrachtungen zu den hauseigenen anderen Anlagen
- Aufschreibungen der Stoffzugaben
- Berechnungen

Im Einzelnen (immer nur die „Umgesetzte Einsparung Neue Anlage“):

3.4.1 Energie in MWh/a

Die Energieeinspareffekte werden bei den Innovationen Kontinuierliches Mattnickel und Mehr-Komponententechnik erzielt:

Kontinuierliches Mattnickel

Bis dato mussten zur dreischichtigen Fertigung je Mattnickelverfahren immer 2 Elektrolyte inklusive aller Anlagentechnik (Wanne, Badbewegung, Gleichrichter, Pumpe, Heizung) in Bereitschaft gehalten werden. Ein Elektrolyt befand sich im Prozess, der andere in Regeneration. Alle 8h, also 15-mal je Arbeitswoche musste ein Bad des Zweibad-Systems regeneriert werden. Regeneration bedeutet: Bad in Reservebehälter ablassen, Behälter reinigen, Restmenge (ca. 35l) an Elektrolyt verwerfen. Elektrolyt wieder in den Behälter pumpen, aufheizen, auf Temperatur halten und bis zum Einsatz im Kreislauf filtrieren. Es wird nun der Altbetrieb (Zwei Bäder, davon ein Bad immer in Regeneration, Filter läuft) mit dem Neubetrieb (Ein Bad, Regeneration nur einmal je Woche) verglichen: Für die Energiebilanz bedeutet das folgendes:

Konventionelle Technik:

Filterpumpe: Durchschnittliche Leistung: $3\text{kW} \times 24\text{h/Tag} \times 350\text{ Tage} = 25.200\text{ kWh/a}$

Heizung: Wärmemengenbedarf zum Aufheizen nach Temperaturverlust (10°C) im Reservebehälter: 35 kWh . Aufheizzeit: 1h
Leistungsbedarf zur Erhaltung der Betriebstemperatur: $4,68\text{ kW}$. Je Zyklus (8h) wird von 1h Abkühlen in Reservetank, 1h Aufheizen und 6h Temperaturerhaltung ausgegangen. Die $4,68\text{ kW}$ werden also für dieses Bad 18h/Tag benötigt. Das zweite Bad befindet sich immer im Prozess, also kontinuierlich Energie zur Temperaturerhaltung erforderlich:

Aufheizen:	$35\text{kWh} \times 3/\text{Tag} \times 250\text{ Tage}$	$= 26.250\text{ kWh/a}$
Erhalten Bad 1:	$4,68\text{ kW} \times 18\text{h} \times 250\text{ Tage}$	$= 21.060\text{ kWh/a}$
Erhalten Bad 2:	$4,68\text{ kW} \times 24\text{h} \times 250\text{ Tage}$	$= 28.080\text{ kWh/a}$
Summe:		$= 75.390\text{ kWh/a}$

Summe konventionelle Technik: $25,2\text{ MWh} + 75,39\text{ MWh} = \underline{100,6\text{ MWh}}$

Neue innovative Technik:

Filterpumpe: Durchschnittliche Leistung: $3 \text{ kW} \times 10 \text{ h/w} \times 50 \text{ w} = 1.500 \text{ kWh/a}$

Heizung: Die Aufheizenergie ist nur einmal je Woche erforderlich, ansonsten bleibt für ein Bad die Temperaturerhaltungsenergie:

Aufheizen:	$35 \text{ kWh} \times 1/\text{Woche} \times 50 \text{ Wochen}$	$= 1.750 \text{ kWh/a}$
Erhalten Bad 1:	$4,68 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 250 \text{ Tage}$	$= \underline{28.080 \text{ kWh/a}}$
	Summe:	$= 29.830 \text{ kWh/a}$

Summe innovative Technik: $1,5 \text{ MWh} + 29,8 \text{ MWh} = \underline{31,3 \text{ MWh}}$

Die jährliche Einsparung je Mattnickelsystem berechnet sich also:
 $100,6 \text{ MWh} - 31,3 \text{ MWh} = \underline{69,3 \text{ MWh}}$

Da in der neuen Anlage 3 Mattnickelsysteme installiert sind erhöht sich die Ersparnis auf: $3 \times 69,3 \text{ MWh} = \underline{208 \text{ MWh/Jahr}}$

Übertragen auf die anderen BIA-Anlagen, in denen sich noch weitere 3 Mattnickel Systeme befinden verdoppelt sich der Betrag auf **416 MWh/a.**

Umsetzung 2K Technik

Bei der Berechnung der Energieeinsparung durch Umsetzung der 2K Technik wurde der Energiebedarf zwischen zwei 1K-Spritzgussmaschinen und einer 2K-Spritzgussmaschine getätigt. Es wird angenommen, dass statt der derzeit bei BIA vorhanden vier 2K Maschinen acht 1K Maschinen produzieren müssten. Der Entfall der ohne 2K erforderlichen Montagen kann nicht berechnet werden, auch weil diese Prozesse meist beim Kunden stattfinden, bzw. stattfanden. Hier wird eine Ersparnis von pauschal 100 MWh/a angenommen.

Konventionelle Ein-Komponententechnik:

Messung 100 t 1K-Maschine mit allen Aggregaten:

Durchschnittlicher Leistungsbedarf :10,5 kW

Jahresbedarf: $10,5 \times 24 \times 250 \times 85\%$ (Auslastung) $\times 8$ (Anzahl Maschinen)

= 428 MWh

plus Kühlenergie für 8 1K-Spritzgussmaschinen (geschätzt) = 140 MWh

plus Montage der Ein Komponententartikel (geschätzt) = 100 MWh

Summe konventionelle Technik: 668 MWh

Messung 100 t 2K-Maschine mit allen Aggregaten:

Durchschnittlicher Leistungsbedarf :15 kW

Jahresbedarf: $15 \times 24 \times 250 \times 85\%$ (Auslastung) $\times 4$ (Anzahl Maschinen)

= 306 MWh

plus Kühlenergie für 4 2K-Spritzgussmaschinen (geschätzt) = 100 MWh

Summe innovative Technik: 406 MWh

Die jährliche Einsparung berechnet sich also:

$668 \text{ MWh} - 406 \text{ MWh} = \underline{262 \text{ MWh}}$

3.4.2 Metall Nickel in t/a

Kontinuierliches Mattnickel

Bedingt durch den Wegfall von 3 Mattnickelbädern, konnten die im Bad vorrätigen Nickelanoden anderweitig genutzt werden.

In jedem Bad waren 1,2 t Nickel: $3 \times 1,1 \text{ t} = \mathbf{3,3 \text{ t einmalige Nickeleinsparung}}$

3.4.3 Nickelsulfat in t/a

Kontinuierliches Mattnickel

Wie schon unter 1. Energie erläutert entfällt mit der neuen Technik das 3-mal tägliche Ablassen des Elektrolyten in den Reservebehälter. Dies geschieht mit der neuen Technik satt 15-mal je Woche nun nur noch einmal je Woche. Also werden 14-mal die entsprechenden Stoffverluste eingespart.

Stoffverlust je Ablassen: 35 l Mattnickelelektrolyt (ermittelt durch exemplarische Volumenbestimmung)

NiSO₄ (Nickelsulfat) –Gehalt: 486 g/l

Konventionelle Technik:

$35 \text{ l} \times 15/\text{Woche} \times 50 \text{ Wochen} \times 3 \text{ Systeme in neuer Anlage} = 78.750 \text{ l}$

Entspricht einer Menge von Nickelsulfat: $78.750 \text{ l} \times 486 \text{ g/l} = 38,25 \text{ t NiSO}_4$

Innovative Technik (es wird von einmaligem Ablassen des Bades je Woche ausgegangen):

$35 \text{ l} \times 1/\text{Woche} \times 50 \text{ Wochen} \times 3 \text{ Systeme in neuer Anlage} = 5.250 \text{ l}$

Entspricht einer Menge von Nickelsulfat: $5.250 \text{ l} \times 486 \text{ g/l} = 2,6 \text{ t NiSO}_4$

Die jährliche Einsparung an Nickelsulfat berechnet sich also:

$38,25 \text{ t} - 2,6 \text{ t} = \mathbf{35,65 \text{ t NiSO}_4/\text{a}}$

Übertragen auf die anderen BIA-Anlagen, in denen sich noch weitere 3 Mattnickel Systeme befinden verdoppelt sich der Betrag auf **71,3 t NiSO₄/a**.

3.4.4 Kalkmilch 20 %ig zur Nickel-Fällung in t/a

B: Kontinuierliches Mattnickel

Die Stoffverluste mussten bisher in der eigenen Abwasseranlage entsorgt werden. Dazu war zur Fällung der Nickelmetalle vor allem Kalkmilch (CaOH) erforderlich:

Zur Fällung von 1 kg Nickel sind 6,3 kg Kalkmilch erforderlich.

Konventionelle Technik: 49,1 t CaOH 20%ig

Innovative Technik: 3,6 t CaOH 20%ig

Jährliche Einsparung: **45,5 t CaOH 20%ig**

Übertragen auf die anderen BIA-Anlagen, in denen sich noch weitere 3 Mattnickel Systeme befinden verdoppelt sich der Betrag auf **91 t CaOH 20%ig**

3.4.5 PFT in kg

Aus dem jährlichen Verbrauch der Firma BIA von 500 kg PFT-Lösung je Anlage für die letzten Jahre ist auch für die neue Anlage ein solcher Wert als Einsparung angenommen worden.

Jährliche Einsparung PFT-Lösung: **500 kg**

Übertragen auf die anderen BIA-Anlagen, verdreifacht sich der Betrag auf **1.500kg**

Der Verbrauch der Ersatzprodukte beträgt insgesamt:

Ankor Wetting Agent FF: 2000 l/a

Entfetter AS: 750 kg/a

3.4.6 Galvanikschlamm in t/a

Kontinuierliches Mattnickel

Aus zahlreichen Analysen wissen wir, dass der Nickelanteil im Galvanikschlamm ca. 15% beträgt. Umgerechnet aus der Nickelsulfatberechnung unter 3.4.3 ergeben sich folgende Schlamm-mengen:

Konventionelle Technik: 56,1t Galvanoschlamm

Innovative Technik: 3,8 t Galvanoschlamm

Jährliche Einsparung: **52,3 t Galvanoschlamm**

Übertragen auf die anderen BIA-Anlagen, in denen sich noch weitere 3 Mattnickel Systeme befinden verdoppelt sich der Betrag auf **104,6 t Galvanoschlamm/a**

3.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Der entscheidende Punkt zur Wirtschaftlichkeit war die Frage, in wieweit es BIA gelingt, mit Hilfe der neuen Anlage seine Stellung als Anbieter innovativer Lösungen rund um verchromte Kunststoffteile auszubauen und damit eine hohe Auslastung der Anlage zu garantieren. Aus heutiger Sicht kann diese Frage positiv beantwortet werden. Über die Kompetenz im Mehr-Komponentenbereich, die besondere Erfahrung und Möglichkeiten bei der konstanten Fertigung der verschiedenen Mattnickel-Töne und das Bewusstsein des Kunden mit BIA einen Lieferanten mit modernsten, ressourcenschonenden Anlagen zu haben, hat sich BIA zum Marktführer im Bereich Interieur für verchromte Kunststoffteile entwickelt. An dieser Entwicklung hatte die neue geförderte Galvanoanlage maßgeblichen Anteil.

Unter diesem strategischen Blickwinkel kann man die neue Anlage als wirtschaftlich betrachten.

Den abweichend von der ursprünglichen Planung gestiegen Investitionskosten, dem hohen Preisdruck im Markt (Wirtschaftskrise) und dem erschwerten Marktzugang für die Chrom-VI-frei beschichteten Produkte stehen als positive Effekte

- eine sehr schnelle, sehr gute Auslastung,
- überraschend hohe Kosteneinsparungen beim kontinuierlichen Mattnickel
- und die günstige Entwicklung der Rohstoffpreise gegenüber.

3.5.1 Investitionen

Nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht über geplante und tatsächlich getätigte Investitionen für das Projekt.

Teilvorhaben	geplant [EUR]	tatsächlich [EUR]
Fremdlieferungen	2.970.000,00	3.713.584,82
Fremdleistungen	530.000,00	576.302,57
Personal	165.000,00	158.021,85
förderfähige Ausgaben	3.665.000,00	3.665.000,00
nicht förderfähige Ausgaben	0,00	782.909,24
Gesamtvorhaben	3.665.000,00	4.447.909,24

Finanzierung der geplanten und tatsächlichen Ausgaben:

Finanzierungsform	geplant [EUR]	tatsächlich [EUR]
Zuschuss aus dem BMUProgramm zur Förderung von Demonstrationsvorhaben	1.099.500,00	1.089.500,00
Eigene Mittel	765.000,00	1.709.659,24
ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm	1.648.750,00	1.648.750,00
Sonstige Mittel	151.7580,00	
Gesamt:	3.665.000,00	4.447.909,24

3.5.2 Abschätzung der Einsparungen

Nachstehend werden die erreichten ökonomischen Effekte durch Einsparungen dargestellt. Darüber hinaus wurden und werden durch die neue Anlage erhebliche zusätzliche Deckungsbeiträge erzielt, insbesondere durch Umsatzsteigerung. Diese können jedoch aus wettbewerblichen Gründen nicht veröffentlicht werden, beeinflussen aber die unter 3.5.3 folgende Amortisationsrechnung positiv.

	Menge/a	Kosten/Einheit	Einsparung
Betriebsstoffeinsparungen			
Wasser/Abwasser (m ³)	5000	5,00 €	25.000,00 €
Strom (kWh)	470000	0,12 €	56.400,00 €
Rohstoffe und Entsorgung			
Nickel (kg)	3300	15,00 €	49.500,00 €
NiSO ₄ (kg)	35650	3,60 €	128.340,00 €
CaOH ₂ (kg)	45000	0,20 €	9.000,00 €
PFT (kg)	500	62 €	31.000 €
Ausschussverminderung 3,0%- Punkte (gegenüber Altanlage)			192.000,00 €
Produktivität			
Maschinenkosten je durchgesetztem Warenträger, angegeben als Diffe- renz Neuanlage zu Altanlage	50.000	2,60 €	130.000,00 €
Kontinuierlicher Nickelprozess (ent- fallene Arbeitsstunden für Badaufbe- bereitung)	1450	28,00 €	40.600,00 €
Abwasseranlage (reduzierter Be- handlungsaufwand)	480	28,00 €	13.440,00 €
Instandhaltungskosten geschätzt auf Basis bisheriger Be- triebsdaten (Faktoren wartungsarme und wartungsfreundliche Konstrukti- on)			
			50.000,00 €
Summe Einsparungen p.a.			694.280,00 €

3.5.3 Amortisationszeit

Amortisationsrechnung (Kapitalrückfluss-, Pay back Methode)

Investitionskosten [€]:	4.447.909
Restwert [€]:	0
Nutzungsdauer [a]:	10
Kalkulatorischer Zins [%]:	5
Kalkulatorische Abschreibung [€]:	444.791
Jährliche Betriebsstoffeinsparung [€]:	81.400
Saldo Instandhaltung [€]:	-50.000
Saldo Personal und Maschinenkosten [€]:	-184.040
Saldo Material (Rohstoffe, Entsorgung) [€]:	-378.840
Kapitalkosten [€]:	555.989
Sonstige [€]:	
Jährliche Kosteneinsparung [€]:	138.291
Amortisationszeit [a]:	7,6

Wir weisen darauf hin, dass die bereits oben erwähnten zusätzlichen Deckungsbeiträge durch Mengenwachstum hier nicht berücksichtigt werden können. Dadurch ergibt sich real eine deutlich kürzere Amortisation.

Definitionen

Kalk. Abschreibung = (Anschaffungskosten – Restwert) / Nutzungsdauer (nicht zahlungswirksam)

Jährliche Einsparung = Betriebsstoffeinsparung – (Saldo Instandhaltung + Saldo Personal + Saldo Material + Kapitalkosten + Saldo Sonstiges)

Kapitalkosten = kalk. Abschreibung + kalk. Zinsen

Kalkulatorische Zinsen = (Anschaffungskosten + Restwert) / 2 x Kalkulationszinsfuß (Zahlungswirksam)

Amortisationszeit = Kapitaleinsatz / (Jährliche Kosteneinsparung + Abschreibung)

Saldo X = Kosten SOLL X – Kosten IST X

3.6 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

Das Gesamtvorhaben hat nachgewiesen, dass die Kombination neuartiger Verfahrensschritte für eine innovative und umweltgerechte Kunststoffgalvanik bei der Produktion hochwertiger Automotive-Komponenten marktreif im Sinne der industriellen Einsetzbarkeit ist. Die Umsetzung der einzelnen Verfahrensschritte wurde im Rahmen der Errichtung eines neuartigen Galvanikanlagenkonzeptes realisiert. Wesentliche Innovationen aus der Sicht des Maschinenbaus sind:

1. Kabellose Datenübertragung an die Transportwagen
2. Kabellose induktive Stromübertragung an die Transportwagen
3. Fahrwagenpositionierung über Laser
4. Bauweise auf 3 Ebenen: Dadurch extrem kurze Wege für Versorgungsleitungen (Strom, Heizung, Filtration). Hohe Wartungsfreundlichkeit.
5. Separater Auf- und Absteckbereich.

Die gegenüber konventionellen Verfahren bestehenden, erheblichen verfahrenstechnischen Unterschiede sind nachstehend für die wesentlichen Elemente des Vorhabens dargestellt:

Chrom-III-Glanzverchromung

Bisher waren **chrom-VI-haltige Elektrolyte** zur Erzeugung dekorativer Chromschichten für die Automobilindustrie unentbehrlich. Dieses Gefahrenpotential kann mit dem Einsatz der aus Umweltgesichtspunkten deutlich unkritischeren **III-wertigen Chromverfahren** verringert werden. Wir setzen hierzu erfolgreich den Elektrolyten Trichrome Plus, geliefert von der Firma Enthone ein.

Die Serienfähigkeit der aus dem dreiwertigen Chromverfahren verchromten Bauteile hängt bei Außenteilen von den Ergebnissen der Korrosionslangzeittests (Feldtests) ab. Bei Innenteilen gilt es, die inzwischen erkannte „Nickellässigkeit“, also das Diffundieren von Nickel durch die Chromschicht nach außen, zu minimieren, um die Gefahr von allergischen Reaktionen bei den Nutzern auszuschließen.

Mattnickel

Mattnickel-Elektrolyte müssen nach einer Betriebszeit von 8 Stunden verfahrensbedingt regeneriert werden. Dieser Prozess dauert ebenfalls 8 Stunden.

Durch die erstmalige in der Automobilindustrie zum Einsatz kommenden neuen, **kontinuierlich arbeitenden Mattnickel-Elektrolyten** wird die Anzahl der notwendigen Badbehälter und damit das Badvolumen von ca. 20.000 l auf 10.000 l halbiert. Das besondere Know-how steckt in der Kombination aus Anlagentechnik und eingesetzter Chemie. Beim *konventionellen* Mattnickelelektrolyten der Firma Enthone sorgt ein spezieller Zusatz für den Matteffekt. Dieser Zusatz hat eine begrenzte Standzeit. Er „klumpt“ aus und sorgt nach ca. 8 h Produktionszeit für eine fehlerhafte Abscheidung. Dem wird mit dem neuen Verfahren entgegen gewirkt. Zum einen wurde der Zusatz modifiziert. Zum anderen wird durch eine genau gesteuerte Teilstromfiltration verbunden mit einer gezielten Nachdosierung die Standzeit auf fünf Arbeitstage verlängert. Dadurch, dass nur noch das halbe Volumen auf Betriebstemperatur gehalten werden muss und Filterpumpen wegfallen, erzielen wir erhebliche Energieeinsparungen. Außerdem wird durch

den wegfallenden Regenerationsprozess und die damit verbundene Vermeidung von Elektrolytverlusten über 40 t Nickelsulfat eingespart. Zusätzlich wird die entsprechende Abwasserbehandlung dieser Elektrolyte vermieden.

Selektive 2-Komponentenbeschichtung

Bisher erlaubte die galvanische Vorbehandlung nicht die seriensichere selektive Beschichtung von Einzelkomponenten bei 2-Komponenten Kunststoffteilen. Daher mussten solche Produkte bisher einzeln hergestellt und beschichtet werden. Anschließend muss dann das Fertigteil aus den beiden Einzelteilen montiert werden.

Uns ist es gelungen, durch die Fähigkeit zur Selektivbeschichtung von 2-Komponenten-Kunststoffen, eine erhebliche Senkung des maschinellen und energetischen Aufwandes im vorgeschalteten Kunststoffspritzprozess zu erzielen. Die Abstimmung der galvanischen Vorbehandlung auf die **2-Komponenten Kunststoffteile** garantiert die geforderte Selektivität der Galvanisierung. Bei der „kolloidalen“ Vorbehandlung werden die Prozesse Aktivator (Palladiumeinlagerung) – Beschleuniger (Zinnentfernung) und Chemisch Nickel (Metallisierung) entsprechend modifiziert. Komponente 1 wird beschichtet – Komponente 2 nicht.

PFT-haltige Netzmittel

Zusätzlich erreichte Innovation ist neben der Verwendung von PFT-freien Netzmitteln bei der Verchromung, vor allem die Entwicklung eines Vortauchverfahrens vor der Beize. Durch diesen Prozessschritt kann auf ein Netzmittel (zwangsläufig PFT-haltig) verzichtet werden. Die gewünschte Benetzung wird vor der Beize erzielt

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Bei der Nachfrage der Automobilindustrie spielen viele Faktoren eine Rolle, die nur bedingt planbar sind. Das Design ist der „Mode“ unterworfen und kann ungeahnte Richtungen einschlagen. Umweltaspekte (PFT) können schlagartig in den Vordergrund geraten. Wie unter 3.1 erwähnt, können Befürchtungen vor Regressansprüchen einzelner Kunden ganze Konzepte umwerfen. Dazu kommt der durch die Wirtschaftskrise enorm gestiegene Preisdruck auf alle Automobilzulieferer.

All diesen Einflüssen unterlag auch BIA während der Planungs-, Bau- und Einführungszeit der neuen Anlage. Teilweise konnte bei den innovativen Techniken die Funktionalität bewiesen werden, die Nachfrage war aber nicht mehr vorhanden (Cr III). Dazu kamen aufwändige Versuchsreihen, um die jeweiligen Punkte seriensicher umzusetzen. Insbesondere das kontinuierliche Mattnickelverfahren hat viel Zeit und Einsatz gefordert, bis die erforderlichen Mattchromfarben sicher erzielt wurden. Umso erfreulicher ist es, dass die hier erzielten Effekte die prognostizierten Einsparungen deutlich übertrafen.

4.2 Modellcharakter (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/ Anlage/ Produkt)

Die erfolgreiche Umsetzung des Demonstrationsvorhabens hat im ersten Schritt Modellcharakter für die zwei weiteren Galvanikautomaten am Standort und eine bei der BIA Schwesterfirma DHR stehende Anlage. Eine Vervierfachung der Einsparpotenziale ist damit möglich und zum Teil auch schon umgesetzt. Grundsätzlich sind die meisten Effekte für alle anderen Kunststoffgalvaniken von Interesse. BIA schätzt seinen Marktanteil in Deutschland auf 5-10%. Bei vollständiger Umsetzung einzelner Verfahren ist also eine weitere Verzehnfachung der Umweltentlastungseffekte möglich. Dazu kommen die Verchromungsbetriebe für Metallteile, bei denen sich die Verfahren A (Dreiwertiges Chrom) und B (Kontinuierliches Mattnickel) ebenfalls umsetzen lassen.

Der Vorhabensteil A (Dreiwertiges Chrom) hat gezeigt, dass die Marktakzeptanz der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit im Einzelfall nicht zeitnah folgt. Das Problem der Nickellässigkeit verzögert hier den Einsatz im automobilen Innenraum, langwierige Korrosionsschutznachweise den Einsatz im Außenbereich.

Gerade solche Schwierigkeiten zeigen aber auch die Notwendigkeit der Förderung von risikoreichen Innovationsprojekten im Mittelstand. Verspäteter Marktzugang führt bei ungeforderten Projekten unter Umständen zu Liquiditätsproblemen, die im vorliegenden Projekt nicht eintraten.

Bei vollständiger Umsetzung untere Berücksichtigung gemachter Erfahrungen lassen sich folgende Einsparpotenziale bzw. umweltrelevanten Effekte erzielen:

Effekt/Reduzierung	Umsetzung in der geplanten Anlage bei Dreischicht	Umsetzung in allen Anlagen der BIA-Gruppe (inkl. Schwesterfirmen DHR und Biacchessi)	Umsetzung in allen vergleichbaren Kunststoffgalvaniken in Deutschland
Energie in MWh/a	470	1000	10.000
Metall Nickel in t/a	3,3	9,9	990
Nickelsulfat (Salz) in t/a	35,65	107	1070
Kalkmilch zur Fällung in t/a	45,5	136,5	1365
PFT-Lösung in kg/a	500	2500	25000
Galvanischlamm in t/a	52,3	156,9	1569

5. Zusammenfassung

Mit dem Vorhaben „*Errichtung einer innovativen, umweltgerechten Kunststoffgalvanik bei erstmaligem Einsatz Cr⁶⁺-freier Elektrolyten zur Verchromung von hochwertigen Automotive-Komponenten*“ hat BIA sein Ziel erreicht, sich als innovativer, ressourceneffizienter Technologieführer im Automobil-Zuliefermarkt der galvanisierten Kunststoffteile zu behaupten und zu festigen. Die neue Galvaniklinie ist ein Technologieträger geworden. Dies gilt sowohl aus Sicht des Maschinenbaus, als auch unter den umwelttechnischen Aspekten, die zur Förderung durch das BMU geführt haben. Diese Einschätzung beruht auch auf zahlreichen Rückmeldungen, die wir nach Anlagenbesichtigungen aus der Galvanobranche und besonders auch aus Kundenkreisen erhalten haben.

Die gesteckten Ziele wurden erreicht. Das Mattnickelverfahren und die 2-Komponenten Technik sind mittlerweile uneingeschränkt in die Produktion übernommen worden. Die Glanzverchromung aus dem Chrom-III-Elektrolyten wird technisch beherrscht; größere Lose von Chrom-III-verchromten Bauteilen wurden produziert und befinden sich derzeit in Langzeittests bei den unterschiedlichen Kunden; die laufende Produktion wird derzeit noch auf Chrom-VI-Basis gefahren.

Aus der Sicht des Umweltschutzes ist hervorzuheben, dass die Anlage vollkommen ohne den Einsatz PFT-haltiger Tenside arbeitet; das gilt uneingeschränkt für alle Chrom-VI-haltigen Prozessbäder. Hierbei ist besonders zu erwähnen, dass die hier gefundenen Lösungen nicht nur sehr schnell in den weiteren Galvaniken der BIA-Gruppe umgesetzt wurden, sondern auch über den FGK (Fachverband Galvanisierte Kunststoffe) und den Dachverband ZVO (Zentralverband Oberflächentechnik) der ganzen Branche bereits präsentiert wurden.

Heute präsentiert BIA mit Stolz eine Anlage, die so, ohne Förderung des BMU nicht zustande gekommen wäre.

6. Literatur

keine

7. Anhang

Auszug Kundenpräsentation „Neue Kunststoff- Galvanoanlage“