

Umweltinnovationsprogramm

(BMUB-Programm zur Förderung von Investitionen mit
Demonstrationscharakter
zur Verminderung von Umweltbelastungen)

Abschlussbericht: Förderung einer innovativen Membranfilterpresse im Rahmen eines energieeffizienten Konzeptes zur Verwertung von Anodenschlämmen

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Einbau einer innovativen Membranfilterpresse im Rahmen eines energieeffizienten Konzeptes zur Verwertung von Anodenschlämmen mit Kupfer, Edelmetallen und Begleitmetallen.

Kfw-Az.: MBc3 – 001867

Fördernehmer/-in:

Aurubis AG Hamburg

Umweltbereich

(Klimaschutz, Ressourceneffizienz, Energie, integrierter Umweltschutz)

Laufzeit des Vorhabens

2011-2015

Autor

Peter Stantke

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung

29.09.2015

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen: UBA	Vorhaben-Nr.: Kfw-Az.: MBc3 – 001867
Titel des Vorhabens: Einbau einer innovativen Membranfilterpresse im Rahmen eines energieeffizienten Konzeptes zur Verwertung von Anodenschlämmen mit Kuper, Edelmetallen und Begleitmetallen.	
Autor : Stantke, Peter	Vorhabensbeginn: 10.02.2011
	Vorhabensende (Abschlussdatum): 2015
Fördernehmer/ -in: Aurubis AG Hovestraße 50 D-20539 Hamburg	Veröffentlichungsdatum: Juli 2015
	Seitenzahl: 12
Gefördert (aus der Klimaschutzinitiative)¹ im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	
Kurzfassung/Summary: Die neu entwickelte beheizbare Membranfilterpresse wurde erstmals im Mai 2013 in Betrieb genommen und wird seit Mitte 2014 im Routinebetrieb eingesetzt. Die gegenüber dem konventionellen Verfahren erzielte Energieeinsparung liegt mit ca. 47 % über den Erwartungen. Durch die kompakte und geschlossene Bauweise, sowie die direkte Anbindung der Filterpresse an die nachgeschaltete Anlage, konnten zu dem bisher erforderliche Umfüllarbeiten und innerbetriebliche Transporte eliminiert werden.	
Schlagwörter: Filterpresse, Energieeffizienz, Anodenschlamm, Trocknung	
Anzahl der gelieferten Berichte Papierform: Elektronischer Datenträger:	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.

Kurzfassung / Summary (diese in deutsch und englisch)

1. Einleitung

Die Aurubis AG ist ein kupferproduzierender und verarbeitender Betrieb. Im Betriebsteil Anodenschlammlaugung (ASL) wird edelmetallhaltiger Anodenschlamm, der bei der Kupferraffinationselektrolyse anfällt, hydrometallurgisch aufgearbeitet. Der letzte Prozessschritt hierbei ist eine Trocknung des gelaugten Anodenschlammes.

Für die vollständige Trocknung des Schlammes waren bisher drei Schritte erforderlich, die durch die Einführung der neuen Filterpresse zu einem Schritt zusammengefasst werden sollten. Ziel des Vorhabens ist eine Reduzierung des Dampfverbrauchst bei der Trocknung und somit eine Reduzierung von CO₂-Emissionen

2. Vorhabensumsetzung

Durch den Einsatz einer beheizbaren, trocknenden Filterpresse soll das bisherige Dreischrittverfahren durch ein effizienteres einstufiges Verfahren ersetzt werden.

3. Ergebnisse

Die innovative, beheiz- und evakuierbare Membranfilterpresse übertrifft die Erwartungen hinsichtlich Energieeinsparung deutlich. Der spezifische Dampfverbrauch für die Trocknung des gelaugten Anodenschlammes konnte von 920 kg/t Schlamm auf 487 kg / t Schlamm reduziert werden, was bei einer angenommenen Jahresproduktion von 6000 t einer CO₂-Einsparung von 371 t CO₂ pro Jahre entspricht.

4. Ausblick

Das Verfahren hat sich in der Praxis, obwohl die hohen Anforderungen – geringer Restfeuchtegehalt bei kurzer Trocknungszeit – nicht in jeder Hinsicht erreicht wurden, bewährt. Die begrenzte Standzeit der Platten führt jedoch zu vergleichsweise hohen Instandhaltungskosten. An dieser Stelle besteht noch erheblicher Optimierungsbedarf.

Für Anwendungen die hinsichtlich Restfeuchtegehalt und / oder Trocknungszeit geringere Ansprüche haben, ist das Verfahren heute schon sehr interessant, da die Haltbarkeit der Platten bei reduzierter Trocknungsleistung deutlich besser sein sollte.

1. Einleitung

1.1. Kurzbeschreibung des Unternehmens Aurubis AG

Aurubis ist der führende integrierte Kupferkonzern und zudem der größte Kupferrecycler weltweit. Wir produzieren jährlich mehr als 1 Mio. t Kupferkathoden und daraus diverse Kupferprodukte. Produktionskompetenz ist unsere Stärke und die Triebfeder unseres Erfolgs.

Aurubis beschäftigt rund 6.500 Mitarbeiter, verfügt über Produktionsstandorte in Europa und den USA sowie über ein ausgedehntes Service- und Vertriebssystem für Kupferprodukte in Europa, Asien und Nordamerika.

Mit unserem Leistungsangebot gehören wir zur Spitzengruppe unserer Branche. Im Kerngeschäft produzieren wir börsenfähige Kupferkathoden aus Kupferkonzentraten, Altkupfer und anderen Recyclingrohstoffen. Diese werden im Konzern zu Gießwalzdraht, Stranggussformaten, Walzprodukten, Bändern sowie Spezialdrähten und Profilen aus Kupfer und Kupferlegierungen weiterverarbeitet. Edelmetalle und eine Reihe anderer Produkte wie Schwefelsäure und Eisensilikat ergänzen unser Produktportfolio.

Zu den Kunden von Aurubis zählen u. a. Unternehmen der Kupferhalbzeugindustrie, der Elektro-, Elektronik- und der Chemieindustrie, sowie Zulieferer für die Branchen Erneuerbare Energien, Bau- und Automobilindustrie.

Aurubis ist auf nachhaltiges Wachstum und Wertsteigerung ausgerichtet: Die wesentlichen Inhalte unserer Strategie sind der Ausbau unserer führenden Marktposition als integrierter Kupferhersteller, die Nutzung von Wachstumschancen und der verantwortliche Umgang mit Menschen, Ressourcen und der Umwelt.

Die Aurubis-Aktie gehört dem Prime Standard-Segment der Deutschen Börse an und ist im MDAX und dem Global Challenges Index (GCX) gelistet.

Weitere Informationen: www.aurubis.com

1.2. Ausgangssituation

Der bei der Kupferelektrolyse anfallende Anodenschlamm enthält Edelmetalle und weitere Begleitelemente. Eine Weiterverarbeitung dieses Zwischenproduktes ist in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit für den Aurubis Konzern unerlässlich. In Hamburg werden heute bis zu 10.000 t/a Anodenschlämme von mehreren Standorten des Aurubis Konzerns verarbeitet. Die Aufarbeitung des Anodenschlammes beginnt mit der Entkupferung, bestehend aus den Schritten:

a.) Anodenschlammlaugung:

Der Anodenschlamm wird in einer schwefelsauren Lösung unter Einleiten von Sauerstoff und ständigem Rühren gelaugt. Ziel ist die Reduzierung des Kupfergehaltes im Anodenschlamm auf <1%.

b.) Filtration, Wäsche, Trocknung:

Die flüssige Suspension aus der Laugung wird mittels Kammerfilterpresse filtriert. Im weiteren Schritt wird der in der Filterpresse verbleibende Rückstand gewaschen. Da der Rückstand zum Einschmelzen eine Restfeuchte von <3,5% besitzen muss, wird dieser anschließend getrocknet.

Die Trocknung wurde in der Vergangenheit durch zwei separate Trocknungen, zunächst im dampfbeheiztem Vakuumtrockner und anschließend im „Gouda-Trockner“, realisiert. Dieses Vorgehen ist hinsichtlich des Dampfverbrauchs sowie der erforderlichen Zwischentransporte ineffizient.

2. Vorhabensumsetzung

2.1. Ziel des Vorhabens:

Ziel des Vorhabens ist die Senkung der CO₂-Emissionen und die Vermeidung von Zwischentransporten und diffusen Emissionen durch Umfüllarbeiten.

Im Zuge des Neubaus der Anodenschlammlaugung am Standort Hamburg sollte ein neues, innovatives Verfahren zur Fest- / Flüssigtrennung und Trocknung der gelaugten Anodenschlämme zur Anwendung kommen.

Die Energieeinsparung wird durch die einstufige, geschlossene und energetisch optimierte beheizbare Filterpresse erreicht.



Abb. : Beheizbare Membranfilterpresse bei der Aurubis AG in Hamburg

2.2. Technische Lösung:

Bei der Filterpresse handelt es sich um konventionelle Membranfilterpresse bei der jede zweite Platte durch eine mit Dampf beheizbare Filterplatte ersetzt wurde. Nach der Filtration, der Wäsche des zurückgehaltenen Feststoffes und dem Ausblasen des Filterkuchens werden die Heizplatten mit Dampf beaufschlagt und dadurch erwärmt. Gleichzeitig wird filtratseitig ein Vakuum angelegt, welches mit einer konventionellen Wasserringpumpe erzeugt wird. Dadurch verdampft das im Schlamm enthaltene Wasser. Die entstehenden Brüden werden in einem Rohrbündelwärmetauscher kondensiert. Die Membranen der Membranplatten sind während der Trocknung mit konstantem Druck beaufschlagt, so dass sichergestellt ist, dass der Filterkuchen immer an den Heizplatten anliegt und ein optimaler Wärmeübergang gewährleistet ist.

Der Verlauf der Trocknung kann anhand des Volumens der kondensierten Brüden verfolgt werden. Das Brüdenkondensat wird als Brauchwasser in der Anlage weiterverwendet.

Nach Abschluss des Prozesses wird die Presse geöffnet und konventionell entleert.

2.3. Umsetzung des Vorhabens

Das geförderte Vorhaben „Einbau einer innovativen Membranfilterpresse“ wurde im Rahmen eines Projektes der Aurubis AG zur Optimierung der Verarbeitung von Anodenschlämmen am Standort Hamburg durchgeführt. Projektstart war Oktober 2010, die behördliche Genehmigung wurde am 27.11.2012 erteilt. Der Versuchsbetrieb der Anlage wurde im Mai 2013 begonnen, der regelmäßige Betrieb wurde im Juli 2013 aufgenommen.

Die Membranfilterpresse erfüllte die Anforderungen zunächst nicht. Die erforderlichen Trocknungszeiten bzw. Trocknungsgrade wurden nicht erreicht. In enger Zusammenarbeit mit dem Hersteller wurden in den nächsten 18 Monaten Optimierungen an den Heiz- und Membranplatten vorgenommen. Gleichzeitig wurden durch den Antragsteller die Abläufe im Prozess verbessert, so dass geforderte Trocknungsleistung annähernd erreicht wurde.

2.4. Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Die behördlichen Genehmigungen liegen vor, alle Anforderungen wurden erfüllt.

2.5. Konzeption und Durchführung des Messprogramms bzw. der Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs sind Abschnitt im Abschnitt 3.2 erläutert.

3. Ergebnisse

3.1. Allgemeine Bewertung der Vorhabensdurchführung:

Die Anlage wurde im Mai 2013 erstmals in Betrieb genommen. Es stellte sich nach einigen Wochen heraus, dass die Filterpresse die Anforderungen nicht erfüllt. Die angestrebte Trocknungszeit von 2,5 Stunden wurde bei weitem nicht erreicht.

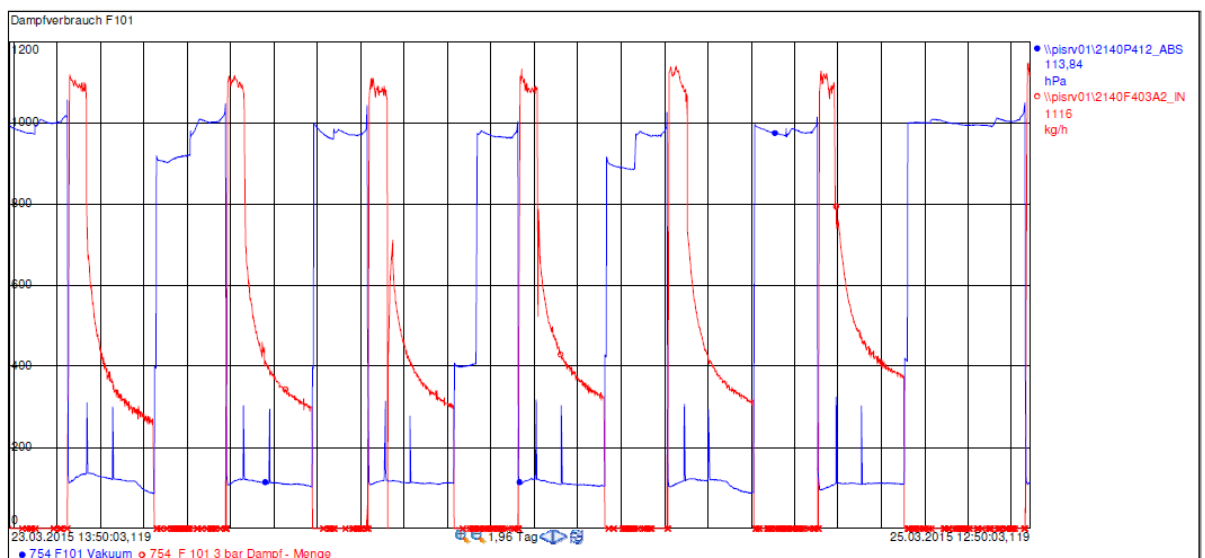
Es war daher eine teilweise Neuentwicklung der Heizplatte erforderlich. Diese umfasste die Optimierung der Dampfverteilung in der Heizplatte sowie den Austausch von nicht säurebeständigen Bauteilen innerhalb derselben.

Nach der Beseitigung von Undichtigkeiten an den Membranplatten und der Umstellung des Membranpressenmediums von Wasser auf Luft konnte die Trocknungszeit auf 3,5 bis 4 Stunden stabilisiert werden.

3.2. Stoff- und Energiebilanz (Ergebnisse des Mess- und Untersuchungsprogramms hinsichtlich Material- und Energieverbrauch; Soll-Ist-Vergleich)

Der Energieverbrauch für die eigentliche Filtration wird nicht betrachtet, da dieser bei beiden Verfahren praktisch gleich ist und ohnehin weniger als 10 % des Energieeinsatzes ausmacht. Es soll daher nur der Dampfverbrauch bei den beiden Trocknungsverfahren herangezogen und verglichen werden.

Der Dampfverbrauch für die Trocknung des Schlammes auf der beheizten Membranfilterpresse mittels Dampfmenge messer ermittelt. Es wurden 6 aufeinander folgende Chargen, bei denen die geforderte maximale Restnässe von 3,5 % erreicht oder unterschritten wurde, ausgewertet.



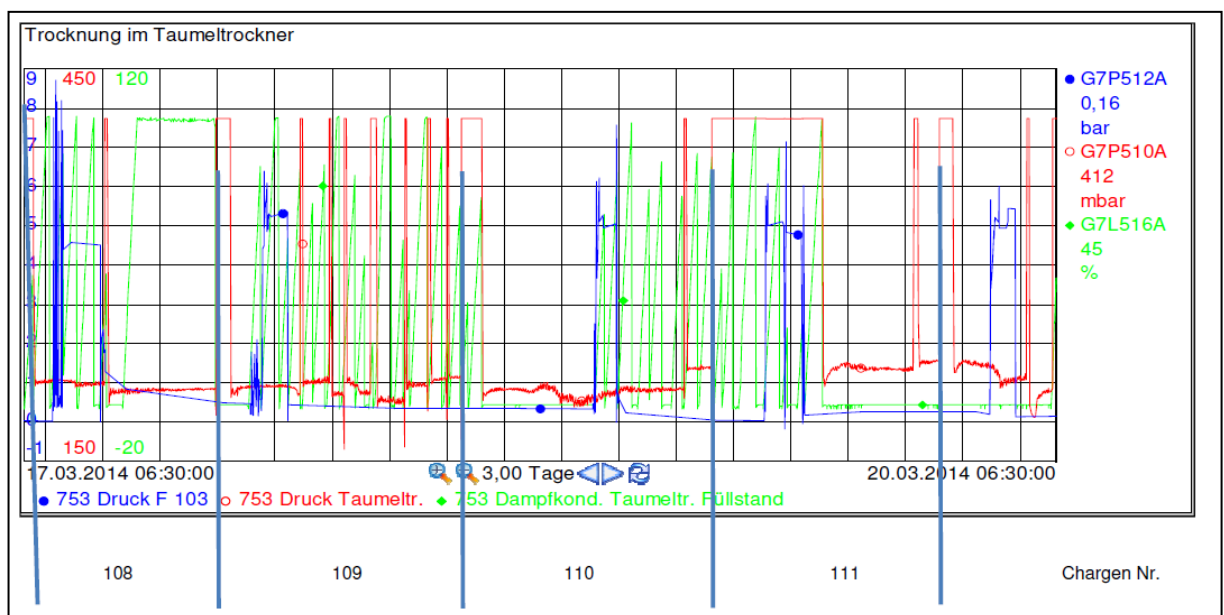
Grafik 1: Dampfverbrauch beheizbare Membranfilterpresse

Grafik 1 zeigt den Verlauf des Dampfverbrauchs in kg/h (rote Kurve). Dieser wurde über die Trocknungsdauer der jeweiligen Charge integriert. In der Tabelle sind die Daten der einzelnen Chargen aufgeführt. Daraus errechnet sich der spezifische Dampfverbrauch für die Trocknung von im Mittel mit 487 kg Dampf pro t Anodenschlamm (< 3,5 % Restnässe).

Charge	Dampfverbrauch [kg/ h]	Dampfverbrauch [kg/ Charge]	Dampfverbrauch [kg / t]
525	341	2049	455
526	356	2134	474
527	357	2143	476
528	372	2234	496
529	373	2236	497
	392	2353	523
		Mittelwert	487

Dem gegenüber gestellt werden soll der Energieverbrauch bei der bisherigen konventionellen Trocknung mittels Vakuumtaumeltrockner (Schritt 1: Teilweise Trocknung des Schlammes von ca. 25 % auf ca. 10 % Feuchte) und Goudatrockner (Schritt 2: Finale Trocknung auf < 3,5 % Feuchte).

Da der Vakuumtaumeltrockner über keine eigene zuverlässige Dampfmenge messung verfügt dient hier ersatzweise das angefallene Dampf kondensat als Maß für die verbrauchte Dampfmenge. Betrachtet wurden 4 aufeinander folgende Chargen. Die grüne Kurve (Grafik 2) zeigt den Füllstand des Dampf kondensatsammelbehälters. 100 % Füllung entsprechen einem Volumen von ca. 289 Liter = 289 kg Dampf.



Grafik 2: Dampfverbrauch Vakuumtaumeltrockner

Während der Teiltrocknung, die zwischen ca. 8 und 20 Stunden in Anspruch nahm, wurden zwischen 1299 und 3465 kg Dampf verbraucht. Bezogen auf die Tonne Anodenschlamm lag dieser im Mittel bei 768 kg Dampf / t Anodenschlamm (teiltrocknet). Der günstigste Wert lag bei 529 kg Dampf pro t Anodenschlamm (teiltrocknet).

Der ausgetragene Schlamm wurde anschließend im 2. Schritt im Gouda Trockner am Treibkonverter Süd auf eine Restnässe von maximal 3,5 % getrocknet. Der mittlere Energieverbrauch wurde mit 152 kg Dampf pro t Anodenschlamm (< 3,5 % Restnässe) ermittelt.

Somit ergeben sich folgende Dampfverbräuche für die beiden Verfahren:

	Konventionelle Trocknung	Beheizbare Membranfilterpresse
Dampfverbrauch Taumeltrockner	768 kg / t Anodenschlamm	-
Dampfverbrauch Gouda- Trockner	152 kg / t Anodenschlamm	-
Dampfverbrauch beheizbare Membranfilterpresse	-	487 kg / t Anodenschlamm
Dampfverbrauch Summe	920 kg / t Anodenschlamm	487 kg / t Anodenschlamm
CO₂ Ausstoß	131 kg / t Anodenschlamm	69 kg / t Anodenschlamm

Tabelle: Vergleich konventionelle Trocknung mit beheizbarer Membranfilterpresse

Der Dampfverbrauch für die eigentliche Trocknung kann somit durch das neue innovative Verfahren um 47 % bzw. 433 kg Dampf / t Anodenschlamm reduziert werden.

3.3. Umweltbilanz

Bei einer Jahresproduktion von ca. 6000 t Anodenschlamm (trocken) ergibt sich eine Einsparung von 2598 t/a Dampf bzw. eine Verminderung des CO₂ Ausstoßes¹ von 371 t / a.

3.4. Weitere (technische, betriebliche) Vorteile des Verfahrens

Durch die Einführung der beheiz- und evakuierbaren Membranfilterpresse wurden folgende Arbeitsschritte eingespart:

1. Entleeren der konventionellen Kammerfilterpresse
2. Befüllen des dampfbeheizten Vakuumtaumeltrockners
3. Entleeren des Vakuumtaumeltrockners nach der Teiltrocknung des Schlammes
4. Transport des teilgetrockneten Schlammes (in Kübeln) zum Gouda Trockner
5. Chargierung des teilgetrockneten Schlammes in den Goudatrockner

Neben der Einsparung der Energiekosten beim Transport zwischen den Anlagen werden durch das einstufige neue Verfahren diffuse Emissionen, die bei den Umfüllvorgängen auftreten, eliminiert.

3.5. Wirtschaftlichkeitsanalyse

Eine seriöse Abschätzung der Betriebskosten der neuen Anlage ist derzeit noch nicht möglich. Grund dafür ist die kurze Standzeit der Heizplatten in der Filterpresse. Diese liegt deutlich unter 18 Monaten und somit bei weniger als 50 % der erwarteten Lebensdauer. Die Kosten für die Ersatzbeschaffung und Reparatur dieser Platten übersteigen die Instandhaltungskosten der alten Anlage bei weitem. Derzeit werden Materialtests durchgeführt. Ziel ist ein Material mit einer längeren Lebensdauer zu finden.

Festzuhalten bleibt, dass die Energieeinsparung durch die innovative Membranfilterpresse nur zu einem geringen Teil zur Wirtschaftlichkeit des Gesamtprozesses beiträgt.

Kennzahlen des Projektes:

Gesamtinvestition:	ca. 50.000.000 €
Investition Innovative Membranfilterpresse	ca. 1.750.000 €
Fördersumme	328.000 €
Realisierte CO ₂ Einsparung pro Jahr	ca. 371 t

¹ Umrechnung der eingesparten Dampfmenge auf CO₂ Ausstoß

Bei der Aurubis wird Dampf durch die Verbrennung von Erdgas erzeugt. Je Tonne Dampf müssen 70 Nm³ Erdgas mit einem Energieäquivalent von 11,3 kWh/Nm³ eingesetzt werden. Daraus errechnet sich ein Energiebedarf von 791 kWh / t Dampf. Gemäß Hamburger Emissionsfaktoren beträgt der CO₂ Emissionsfaktor für die Verbrennung von Erdgas 0,181 kg/kWh. Somit errechnet sich eine CO₂ Einsparung von 371 t/a

4. Ausblick

4.1. Empfehlungen aus der Praxiseinführung

Das Prinzip der innovativen Membranfilterpresse wurde für diesen Einsatzzweck erstmals angewendet. Die Erwartungen an das Verfahren wurden in der Praxis mit Einschränkungen erreicht. Nachteilig sind die Trocknungszeiten, die länger als prognostiziert sind und nicht zufriedenstellende Standzeiten der Heiz- und Membranplatten.

Bei den Platten ist eine Weiterentwicklung dringend erforderlich. Die Ziele hinsichtlich der Energieeinsparung wurden erreicht. Als vorteilhaft hat sich die kompakte und geschlossene Bauweise des Aggregates erwiesen. Dies trägt ebenso wie der Wegfall von Zwischentransporten und Umfüllarbeiten zur Minderung von diffusen Emissionen bei.

4.2. Perspektiven für die weitere Verbreitung des Verfahrens in der Branche (Modellcharakter)

Das Verfahren sollte in der Branche, sofern die oben genannten Probleme gelöst werden, große Beachtung finden.

4.3. Perspektiven für die Übertragung des Verfahrens auf andere Anwendungsbereiche

Für Anwendungen, bei denen der hohe Trocknungsgrad und / oder eine kurze Trocknungszeit weniger kritisch sind, ist das Verfahren heute schon sehr interessant. In diesem Fall kann mit geringeren Trocknungstemperaturen gearbeitet werden, wodurch sich die Standzeit der Platten vermutlich deutlich verlängert.

5. Literatur

Die Aurubis hat am 8. Juni 2013 eine Pressemitteilung zur Inbetriebnahme der neuen Anlage im Beisein des damaligen Bundesumweltministers Peter Altmaier herausgegeben. In dieser Mitteilung wurde auf das neue Trocknungsverfahren eingegangen. Im Anhang befindet sich eine Zeitungsberichte die darauf Bezug nehmen. Weiterhin ist das Verfahren in Fachvorträgen vorzustellen.

Anhang:

Presseveröffentlichungen:

Aurubis

DIE WELT Hamburg vom 17.08.2013, Seite 32

Mehr Edelmetalle für Aurubis

Hamburger Abendblatt vom 17.08.2013, Seite 32

Aurubis schafft mit neuer Anlage zur Gewinnung von Edelmetallen 25 Jobs

dpa-AFX-Line vom 16.08.2013

Aurubis nimmt neue Anlage für Edelmetalle in Betrieb

Bild Hamburg vom 17.08.2013, Seite 10

50 Tonnen Gold-Gewinn bei Aurubis

Frankfurter Rundschau online vom 16.08.2013, Seite Online 16.08.2013, 16:05 Uhr

Aurubis nimmt neue Anlage für Edelmetalle in Betrieb

Harburger Anzeigen und Nachrichten vom 17.08.2013, Seite 9

"Goldene" Zukunft für die Aurubis AG

Stader Tageblatt vom 17.08.2013

Produktion von Gold kann steigen