

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Projekt:

„Reduzierung des Ressourceneinsatzes beim Feuerverzinken
durch Kombination eines neuen Flussmittels mit einer innovativen
Flussmittelaufbereitungsanlage“

von

Dipl.-Ing Herwig GmbH
Wasserloses Tal 47
D-58093 Hagen

Juni 2009

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Projekt:

„Reduzierung des Ressourceneinsatzes beim Feuerverzinken
durch Kombination eines neuen Flussmittels mit einer innovativen
Flussmittelaufbereitungsanlage“

von:

Dipl.-Ing Herwig GmbH
Wasserloses Tal 47
D-58093 Hagen

Juni 2009

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	26521-21/0	Referat	Fördersumme	28.800,-€
Antragstitel		Reduzierung des Ressourceneinsatzes beim Feuerverzinken durch Kombination eines neuen Flussmittels mit einer innovativen Flussmittelaufbereitungsanlage		
Stichworte		Flussmittel, Verzinken		
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)	
8 Monate	August 2008	April 2009	4	
Zwischenberichte				
Bewilligungsempfänger		Dipl.-Ing. Herwig GmbH Wasserloses Tal 47 58093 Hagen		Tel 02331 91555 Fax 02331 15504 Projektleitung Dipl.-Ing. H.Herwig Bearbeiter
Kooperationspartner				

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Während des Verzinkungsprozesses fallen Zinkasche und Hartzink als Abfallstoffe aus. Diese entstehen vor allem durch Verunreinigungen des Flussmittels, in welches die zu verzinkenden Teile vor dem eigentlichen Zinkbad eingetaucht werden. Daher muss das Flussmittel in regelmäßigen Abständen aufbereitet werden. Dies geschieht heute noch überwiegend in externen Aufbereitungsanlagen, was jedoch Produktionsstillstände während des Flussmittelwechsels, als auch Flussmitteltransporte auf der Straße nach sich zieht. Eine interne Aufbereitung in Verzinkereien ist zwar schon möglich, jedoch technisch und chemisch sehr aufwendig. Dieses Projekt soll nun eine kontinuierliche interne Aufbereitung vereinfachen und großtechnisch möglich machen.

Dadurch können neben Chemikalien zur Aufbereitung und Transporten, durch kontrollierte Reinhaltung des Flussmittels, auch Rohstoffe wie Zink eingespart werden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Es besteht zwar bereits eine Versuchsanlage, jedoch haben sich hier auch erkennbare Probleme ergeben, die nun im weiteren Verlauf bis zur Marktreife in den Griff bekommen werden müssen.

Ein sehr dringendes Problem stellt die Pumpentechnik dar. Die bisher verwendeten Pumpen, und auch andere Anlagenteile, kommen mit Dauerbetrieb nicht zurecht. Oft setzen sich diese Anlagenteile mit dem Schlamm zu oder bringen nicht die benötigte Kraft auf, das Flussmittel kontinuierlich in den Absatzbehälter oder aus diesem wieder heraus zu pumpen. Das führt unter anderem zu einer weiteren Fragestellung, die es gilt zu beantworten. Diese wird die Frage sein, auf welche Art und Weise eine dauerhafte und effiziente Filtration erreicht wird. Weiterhin müssen Untersuchungen zu Menge und Zusammensetzung des Abfalles, also des Schlammes, gemacht werden. Auch die bisher gemachten Ergebnisse zum KCl-Gehalt im Flux müssen über längere Zeit überprüft werden. Es wird sich zeigen, ob durch Optimierung der eingesetzten Techniken auch die Menge der Einsatz- bzw. Abfallstoffe und die Einsparungen weiter optimiert werden können. Der Zinkeinsatz soll weiterhin um 1 kg/t Durchsatz reduziert, also auf eine Ersparnis von insgesamt 5 kg Zink pro Tonne Durchsatz erhöht werden.

Ergebnisse und Diskussion

1. Während des Versuches traten in erster Linie Probleme bei den Pumpen auf. Die eingesetzten Membranpumpen waren zu klein und mussten gegen größere Pumpen ausgetauscht werden. Ein weiteres Problem stellte sich bei der Pressluft ein. Die Pressluft war nicht, wie zugesagt, getrocknet. Dies hatte zur Folge, dass die Pumpen vereist sind und hierbei die Membranen zerstört wurden. Nach der Behebung dieses Problems traten keine weiteren Pumpenstörungen mehr auf.
2. Die Zuführung der Ferrokilllösung musste ebenfalls verändert werden. Ursprünglich war eine Mischeinrichtung in der Zuführungsleitung für das Ferrokill vorgesehen. Es stellte sich jedoch heraus, dass das Ferrokill zu spontan reagiert und die Mischeinrichtung mit dem ausgefallenen Eisenhydroxid verstopft hat. Nach der Demontage des Mixers trat diese Problem nicht mehr auf.
3. Eine weitere Erkenntnis war die Umpumpmenge des zu behandelten Flussmittels. Hier war die erste Menge von 1000 l/h zu hoch angesetzt. Im Laufe des Versuches wurde die Menge auf 400 l/h reduziert. Letztendlich ist die Umpumpmenge vom Durchsatz und dem Fe-Gehalt in der Spüle abhängig.
4. Ein weiteres Problem waren die Pneumatik für die Membranpumpen. Es traten starke Erschütterungen auf, die die Rohrverbindungen beschädigt haben. Nach Einbau von Druckausgleichsbehältern wurde dieses Problem gelöst.
5. Das Gesamtkonzept des in Serie gehenden Fluxomaten hat sich auf Grund der Versuchsdurchführung erheblich verändert, so dass, wie ursprünglich vorgesehen, keine der in der Versuchsanlage eingesetzten Teile wieder verwendet werden.
6. Die Menge der Abfallstoffe (Schlamm) und des Ferrokillverbrauches wurde während des Großversuches bestimmt. Der Schlammfall beträgt 0,363 kg/to Durchsatz und der Ferrokillverbrauch 1 kg/to. Aus der Schlammmenge errechnet sich, dass das Ferrokill ca. 80 g Fe pro kg Ferrokill ausfällt.
7. Es soll auch bei längerem und dauerhaftem Einsatz keine Anreicherung bestimmter Stoffe erfolgen. Das Ergebnis zeigt, dass nur eine im ppm liegende Anreicherung von Mangan in der Fluxlösung erfolgt ist. Das Kaliumchlorid und Zinkchlorid ist in Lösung im Flux. Die Analysen zeigen, dass auch nach längerem Gebrauch keine merkbare Erhöhung des KCl-Gehaltes im Flux festgestellt wurde.
8. Die Zinkeinsparung wurde am Ende des Großversuches mit 4,26 kg Zink pro to Durchsatz festgestellt. Aus den Kennzahlen ist zu ersehen, dass die Reduzierung der Zinkasche und des Hartzinks eine Einsparung des Zinkverbrauches von ca. 2 kg pro to Durchsatz ergeben hat.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Vorstellung anlässlich nationaler und internationaler Fachtagungen (z.B. Intergalva 2009, Madrid); Werbung auf der Homepage.

Fazit

In den über 8 Monate laufenden Versuch wurden die angestrebten Werte bezüglich Zinkasche und Hartzink erreicht bzw. unterschritten. Die in diesen Betrieb vorhandenen Betriebsdaten sind in der Relation zu der Mehrheit der Verzinker schon vor dem Versuch mit dem Fluxomaten sehr gut gewesen. Deshalb ist die Einsparung um so höher einzuschätzen. Bei dem Großteil der Verzinkereien liegen der Zinkverbrauch bei 55-75 kg/to und der Hartzinkanfall bei 5-9 kg/to und Zinkasche bei 6-10 kg/to

Inhaltsverzeichnis

1. Angaben zum Unternehmen
2. Einleitung
3. Umweltschutz
4. Projektverlauf
5. Großversuch (Hauptteil)
6. Fazit
7. Literaturverzeichnis
8. Anlagen
9. Fotos
10. Fließbild

1. Angaben zum Unternehmen

Die Dipl.-Ing. Herwig GmbH wurde 1989 durch Helmut Herwig gegründet. Sie berät und beliefert die feuerverzinkende Industrie seitdem unter anderem mit Entfettungs- und Flussmitteln, Zinklegierungen und Zinkreinigungsmitteln. Seit 1994 ist auch Flussmittelrecycling ein Teil des Angebotes.

Das Unternehmen ist weltweit tätig, neben Deutschland u.a. in der Schweiz, Süd- und Osteuropa, Russland, USA, Südamerika, Mexiko, Mittlerer Osten, Afrika und Südostasien.

Dipl.-Ing. Herwig GmbH hat in Deutschland einen Marktanteil von ca. 75 %. Ca. 2/3 des Umsatzes werden durch Exporte ins Ausland erzielt.

Das Unternehmen beschäftigt neben den beiden Geschäftsführern, Helmut Herwig und Oliver Herwig, 4 Mitarbeiter.

Jahresumsatz: 7,5 Mill. €

Ansprechpartner ist Herr Helmut Herwig

Dipl.-Ing. Herwig GmbH

Wasserloses Tal 47

D-58093 Hagen

2. Einleitung

Während des Verzinkungsprozesses fallen Zinkasche und Hartzink als Abfallstoffe an. Diese entstehen vor allem durch Verunreinigungen des Flussmittels, in welches die zu verzinkenden Teile vor dem eigentlichen Zinkbad eingetaucht werden.

Das Flussmittel hat folgende Aufgaben:

- Schutz des Verzinkungsgutes gegen Reoxidation.
- Lösen der restlichen aus dem Spülbad an dem Verzinkungsgutes haftendem Eisensalze.
- Nachreinigen des Verzinkungsgutes während des Eintauchen in das Zinkbad.
- Umwandlung des sich bildenden Zinkoxides während des Verzinkungsvorganges, in das besser abkochende Zinkchlorid und Auflösen des sich an der Zinkbadoberfläche gebildeten Zinkoxydes

Damit vorgenannte Aufgaben übernommen werden können müssen neben der richtigen Flussmittelkonzentration auch möglichst saubere Flussmittellösungen zur Verfügung stehen.

Die Flussmittel sollen möglichst frei von Eisen sein (max. 10 g/l).

Hohe Eisengehalte haben folgende Nachteile:

- a) Schlechtere Trocknungseigenschaften
- b) Erhöhten Ascheanfall
- c) Erhöhter Hartzinkanfall
- c) Schlechtere Abkocheigenschaften

Dipl.-Ing. H. Herwig von der Dipl.-Ing. HERWIG GmbH hat ein Verfahren entwickelt, mit dem der Anteil des beim Feuerverzinken benötigten Zink und der anfallenden Abfallstoffe Zinkasche und Hartzink wesentlich reduziert werden kann.

Die Verzinkungsqualität ist von einer einwandfreien Oberflächenvorbehandlung vor dem Verzinkungsprozeß abhängig.

Zu einer optimalen Behandlung der Stahloberfläche gehören folgende Verfahrensschritte:

Entfetten - Spülen - Beizen - Spülen - Fluxen - Trocknen

Zunächst müssen die zu verzinkenden Stahlteile von Fetten und Ölen befreit werden. Dies geschieht in einem Entfettungsbad.

Das anschließende Spülbad vermindert das Verschleppen von Entfettungsmitteln in das Beizbad.

Im Beizbad werden die Stahlteile von Rost und Zunder befreit. Dies geschieht durch verdünnte Salzsäure (HCl).

Auch hieran ist ein Spülbad angeschlossen.

Das Spülwasser reichert sich durch Einschleppung mit Säure und Eisensalzen an. Diese Bestandteile sind unerwünscht, weil sie im Endeffekt auch im nachgeschalteten Flussmittelbad zu finden sind

Wird das Flussmittel durch den Eintrag von Eisen (Eisenchlorid) zunehmend verunreinigt, so kann ein Teil des Eisens auch in das Zinkbad gelangen und die bereits erwähnten Nachteile erzeugen. (Lit1)

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Beim Feuerverzinken entstehen beim Tauchen der Stahlteile in einer Zinkschmelze von ca. 450°C infolge Legierungsbildung zwischen Stahl und der Schmelze festhaftende Schichten mit unterschiedlichem metallurgischem Aufbau.

Direkt auf dem Stahlteil entsteht durch chemische Reaktion die δ_1 -Phase (sehr hoher Fe-Anteil). Darüber lagert die ξ -Phase die in die η -Phase (Reinzinkschicht) übergeht. (Lit2)

Ziel des Verzinkens ist eine möglichst dünne gut haftende Zinkschicht zu erzielen, da Zink ein teurer Rohstoff ist, der effizient eingesetzt werden sollte. .

Wird nun zusätzliches Eisen aus dem Flussmittel in das Zinkbad eingeschleppt, so entstehen vermehrt Zinkasche, Hartzink und dickere Zinkschichten (Lit1, Lit3).

Da dickere Schichtdicke aus wirtschaftlichen- und Qualitätsgründen vermieden werden sollten und Hartzink- bzw. Zinkascheanfall mit Zinkverlust einhergehen, muss das Flussmittel in regelmäßigen Abständen ausgetauscht und extern aufbereitet werden.

Da die externe Aufbereitung mit Produktionsstillständen, Transporten und somit mit Kosten verbunden ist, weiterhin die Zinkasche und das ausfallende Hartzink als Materialverlust angesehen werden muss, soll in diesem Projekt das Flussmittel besonders betrachtet werden.

Laut Vorschrift seitens des Stahlbaus sollen nicht mehr als 10 g Eisen in einem Liter Flussmittel enthalten sein. Bei erhöhtem Eisengehalt ist das Flussmittel auszutauschen. Das alte Flussmittel wird per Tanklastzug zu einer Aufbereitungsanlage gefahren, neues oder aufbereitetes Flussmittel wird von dieser Anlage ebenfalls per Tanklastzug angeliefert und in das Flussmittelbecken gegeben.

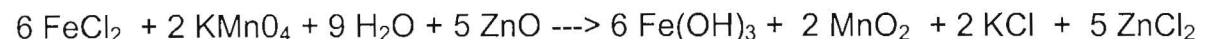
Da ein Austausch für die externe Aufbereitung mit Produktionsausfall und Kosten für Transport und Aufbereitung verbunden ist, wird dieser nicht regelmäßig, sondern nur bei Bedarf durchgeführt. Das heißt, dass das neue bzw. aufbereitete Flussmittel direkt nach dem Wechsel eine gute Qualität besitzt und kaum Eisen enthält. Mit zunehmendem Gebrauch verschlechtert sich jedoch die Qualität und die Eisenkonzentration im Flussmittel steigt an. Das wirkt sich natürlich unmittelbar auf den Zinkverbrauch aus.

Das von Dipl.-Ing. HERWIG GmbH entwickelte, innovative Verfahren besteht aus der Kombination des Flussmittels „Hegaflux Ferrokill“ und der Flussmittelaufbereitungsanlage „Fluxomat“.

Das neue Ferrokill basiert auf einer Permanganatmischung, die es ermöglicht das in das Flussmittel eingeschleppte Eisen direkt auszufällen. Das Flussmittel wird ständig von Flussmittelbad zu Absetzbecken und zurück gepumpt. Der Hegaflux Ferrokill wird im Absetzbecken dem Flussmittel zugesetzt, so dass das enthaltene Eisen als Schlamm ausfällt. Dieser Schlamm muss deponiert werden.

Eine Schemazeichnung des Fluxomat liegt im Anhang bei.

Die Eisenfällung erfolgt nach folgender Reaktion:



Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Die Reaktion erfolgt über Mangan-II-chlorid als Zwischenprodukt.

Für einen groß-technischen Einsatz wurde eine Mischung mit 2% Kaliumpermanganat gewählt.

Dadurch sollen die Eisenwerte im Verlauf der Betriebsdauer gegen Null gedrückt werden, um dann mit Kaliumpermanganatüberschuß eine Entmanganisierung des Fluxbades zu erreichen.

Durch die Oxidation wird Eisenhydroxid und Mangandioxid, sowie Kaliumchlorid gebildet. Außerdem bildet sich $ZnCl_2$ durch die Reaktion der bei der Eisenoxidation frei werdende Säure (HCl) mit dem im Flux enthaltenden ZnO. Das ZnO verhindert damit auch eine Chlorgasbildung.

Das Mangandioxid (Braunstein) findet man im Eisenhydroxidschlamm.

Das Kaliumchlorid und Zinkchlorid ist in Lösung im Flux.

Durch die kontinuierliche Eisenfällung wird der Eisengehalt des Flussmittels niedrig gehalten und somit weniger Eisen in das Zinkbad eingeschleppt, was zur Folge hat, das weniger Abfälle wie Hartzink und Zinkasche entstehen.

Das üblicherweise in den Verzinkereien bevorzugte Verfahren der pH-Einstellung mit Ammoniakwasser und der Oxidation mit Wasserstoffperoxid wird vereinfacht.

Die neue Technik unter Verwendung des Fluxomaten hat folgende Vorteile:

- einfache Anwendung ohne zusätzlichen Chemikalieneinsatz. Es entfällt die Verwendung von Ammoniak (NH_3) und Superwasserstoffperoxyd (H_2O_2)
- kontinuierlich Eisenausfällung aus dem Flussmittel.
- Austausch des Flussmittels und der damit verbundenen Produktionsunterbrechung entfällt.
- konstante Führung der Fluxbadparameter wie z.B.:
 - den pH-Wert
 - die Flussmitteldichte
 - das Verhältnis $ZnCl_2 : NH_4Cl$
- Verringerung der Zinkschichten, des Zinkasche- und Hartzinkanfalls und den damit verbundenen Zinkverbrauch.
- keine Produktionsunterbrechung durch die Zugabe des Flussmittels, da Zudosierung über die Flüssigphase erfolgt.
- bei Verwendung des Fluxomaten wird das Flussmittel kontinuierlich gefiltert und das schädliche Eisenhydroxid entfernt. Dadurch bessere Trocknungseigenschaften des Flussmittels.
- gute Eignung für Ni-, Al-Zinklegierung.
- keine Gefahrguttransporte.

3. Umweltrelevanz

Das Umweltbundesamt ist Herausgeber der Internet-Datenbank „Probas“ und der Broschüre „KEA-Mehr als eine Zahl“. Die Inhalte dieser beiden Quellen liegen, unter anderem, nachfolgenden Berechnungen zugrunde.

1. Durch den Wegfall der Flussmitteltransporte zur Aufbereitungsanlage und wieder zurück können insgesamt 60.000 km Fahrtstrecke (200 Transporte á 300 km) eingespart werden. Die KEA-Zahl der LKW-Transporte (durchschnitt aus LKW nah und LKW fern) wird mit 1,1 MJ/t*km angegeben. Dies bedeutet bei 2.400 t transportiertes Flussmittel im Jahr und 60.000 km 158,4 TJ/a oder 44.000 MWh/a. Diese Energieaufwendung und die damit verbundene Freisetzung von Emissionen können durch die interne Aufbereitung des Flussmittels unnötig werden. Geht man von einer CO₂-Freisetzung von nur 0,2 kg pro kWh aus, so können hierdurch die Emissionen dieses Klimagases um **8.800 t/a** reduziert werden.
2. Durch die Einsparung des Rohstoffes Zink werden weiterhin Energie und Emissionen erübrigt. Direkt ist dies die Energie, welche in der Verzinkerei zum Einschmelzen des Zinks benötigt wird. Nach den ersten Versuchen können ca. 4 kg Zink pro Tonne Verzinkungsgut eingespart werden. Weitere Versuche und Modifikationen der Anlagentechnik sollen ein Potential von bis zu 5 kg Zink pro Tonne Verzinkungsgut bringen. In Deutschland werden momentan jährlich 1,5 Millionen Tonnen Stahl verzinkt. Nimmt man 4 kg Zinkersparnis pro Tonne, so liegt das Gesamtpotential in Deutschland bei 6.000 kg Zink pro Jahr. Der Energiebedarf für das Einschmelzen des Zinks kann mit rund 90 kWh/t Zink angegeben werden. Somit können im Jahr 540.000 kWh und mindestens **108** Tonnen CO₂ gespart werden.
3. Weiterhin benötigt man für die Zinkgewinnung und –herstellung sehr viel Energie. Bei effizientem Umgang mit dem Rohstoff Zink kann auch hier der Energieaufwand reduziert werden. Die KEA-Zahl für die Zinkherstellung wird mit 70,6 MJ/kg angegeben. Auf 6.000 kg Zink hochgerechnet entspricht das 423.600 MJ oder 117.667 kWh. Mit der Vorkette über Rohstoffgewinnung und Aufbereitung von Zink werden, neben vielen anderen umweltrelevanten Stoffen, 4,67 kg CO₂ pro kg Zink frei. In Deutschland gesamt sind dies rund **28** Tonnen pro Jahr.
4. Auch die für die bisherige Flussmittelaufbereitung eingesetzten Chemikalien können reduziert werden. Besonderes Augenmerk soll hier auf H₂O₂ und NH₃ gelegt werden, da diese Stoffe komplett wegfallen können. Exklusive Vorkette werden durch die Herstellung von Wasserstoffperoxid 5,46 kg CO₂ pro kg H₂O₂ freigesetzt. Insgesamt sind dies für den Verbrauch an H₂O₂ für Flussmittelaufbereitung in Deutschland rund **386** Tonnen pro Jahr. Für die Herstellung von Ammoniak werden direkt, also ohne Vorkette, 1,24 kg CO₂ pro kg NH₃ emittiert. Dies entspricht, hochgerechnet auf den Verbrauch für die Flussmittelaufbereitung in ganz Deutschland, rund **175 t/a**.
5. Die Menge des entstehenden Schlammes kann um ca. 1/3 reduziert werden. Dies entlastet die Deponien.

Insgesamt ist also ein Einsparpotential von **9.497 Tonnen CO₂** pro Jahr allein in Deutschland vorhanden.

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Diese Technik kann durchaus auch in das Ausland exportiert werden, da die verfahrensweise des Verzinkens ähnlich ist.

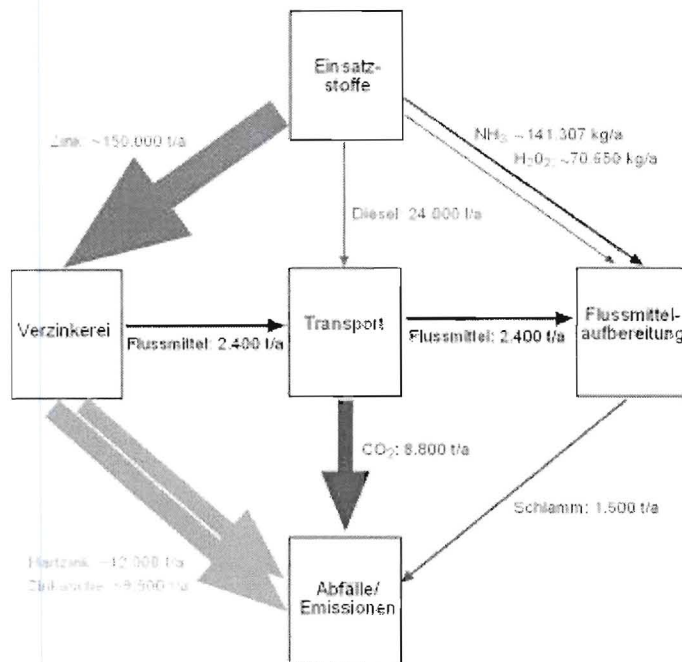


Abbildung 1: IST-Zustand

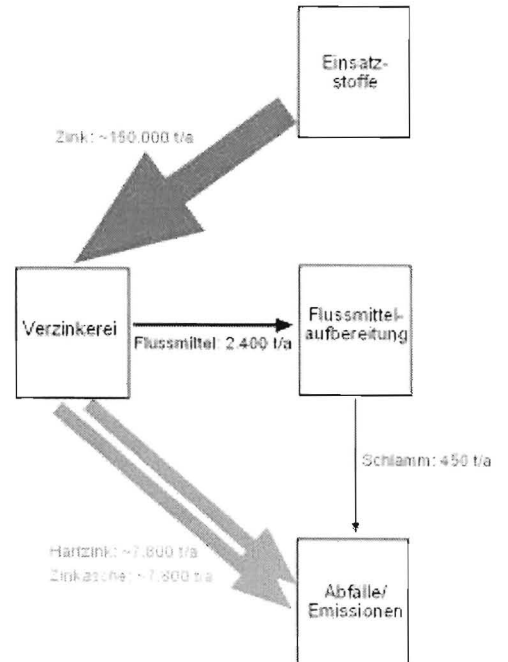


Abbildung 2: Soll-Zustand

4. Projektverlauf

1. Die Planung inklusive der Werkstattzeichnungen Stücklisten.
Dauer ca. 4 Wochen.
2. Die Erstellung der Originalgröße, wie sie später in Verzinkereien im Einsatz sein soll. **(Siehe Fotos und Fließbild)**
Dauer 5 Wochen
3. Die Funktion der, Steuerung, Pumpen, Ventile ect. wurde während eines Probelaufes geprüft.
- 3.1 Hierbei wurde festgestellt, dass eine Durchlaufmessung des zu behandelnden Flussmittels fehlte. Wurde nachträglich installiert.
Dauer 2 Woche
4. Großversuch
Dauer ca.7 Monate

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

5. Großversuch (Hauptteil)

1. Da unter authentischen Bedingungen geprüft werden muss, wurde uns von einem Verzinkungsbetrieb Platz für einen Großversuch zur Verfügung gestellt. Der Betrieb hat keine Kosten übernommen, stellt jedoch seine Kapazitäten (Produktion, Raum, ect.) zur Verfügung (**siehe beiliegende Fotos**). Während dieser Zeit wurden ca. 12.000 to Materialien verzinkt und ca. 12.000 kg Ferrokill über den Fluxomaten zu dosiert.
Die Dauer des Versuches betrug ca. 7 Monate.
2. Während des Versuches traten in erster Linie Probleme bei den Pumpen auf. Die eingesetzten Membranenpumpen waren zu klein und mussten gegen größere Pumpen ausgetauscht werden. Ein weiteres Problem stellte sich bei der Pressluft ein. Die Pressluft war nicht, wie zugesagt, getrocknet. Dies hatte zur Folge, dass die Pumpen vereist sind und hierbei die Membranen zerstört wurden. Nach der Behebung dieses Problems traten keine weiteren Pumpenstörungen mehr auf.
3. Die Zuführung der Ferrokilllösung musste ebenfalls verändert werden. Ursprünglich war eine Mischeinrichtung in der Zuführungsleitung für das Ferrokill vorgesehen. Es stellte sich jedoch heraus, dass das Ferrokill zu spontan reagiert und die Mischeinrichtung mit dem ausgefallenen Eisenhydroxid verstopft hat. Nach der Demontage des Mischers trat diese Problem nicht mehr auf.
4. Eine weitere Erkenntnis war die Umpumpmenge des zu behandelten Flussmittels. Hier war die erste Menge von 1000 l/h zu hoch angesetzt. Im Laufe des Versuches wurde die Menge auf 400 l/h reduziert. Letztendlich ist die Umpumpmenge vom Durchsatz und dem Fe-Gehalt in der Spüle abhängig.
5. Ein weiteres Problem waren die Pneumatik für die Membranenpumpen. Es traten starke Erschütterungen auf, die die Rohrverbindungen beschädigt haben. Nach Einbau von Druckausgleichsbehältern wurde dieses Problem gelöst.
6. Das Gesamtkonzept des in Serie gehenden Fluxomaten hat sich auf Grund der Versuchsdurchführung erheblich verändert, so dass, wie ursprünglich vorgesehen, keine der in der Versuchsanlage eingesetzten Teile wieder verwendet werden.
Der neue Fluxomat stellte eine sehr kompakte Anlage dar. Durch die zwischenzeitliche Änderung der Wassergefährdungsklasse des Flussmittels von 2 auf 3 ist die Anlage so konzipiert, dass im Notfall das gesamte in dem Fluxomaten befindliche Volumen aufgefangen werden kann. Alle Anlagenteile (Pumpen, Ventile ect.), die kontrolliert und gewartet werden, sind übersichtlich und gut erreichbar angeordnet. (**Anlage 5**)
7. Die Menge der Abfallstoffe (Schlamm) und des Ferrokillverbrauches wurde während des Großversuches bestimmt. Der Schlammanfall beträgt 0,363 kg/to Durchsatz und der Ferrokillverbrauch 1 kg/to (**Siehe Anlage 3**).
Aus der Schlammmenge errechnet sich, dass das Ferrokill ca. 80 g Fe pro kg Ferrokill ausfällt.

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

8. Laboruntersuchung der Zusammensetzung des entstandenen Schlammes.
(siehe Anlage 4)

Wie aus der Schlammanalyse zu ersehen ist befindet sich ein erheblicher Anteil Mangan im Schlamm. Dies ist die Bestätigung, dass das Mangan als Manganoxid im Schlamm verbleibt. Voraussetzung hierfür ist die ordnungsgemäße Einstellung der Parameter für den Fluxomaten.

Dauer: ca. 2 Wochen.

9. Überprüfung der Flussmittelchemie.

Es soll auch bei längerem und dauerhaftem Einsatz keine Anreicherung bestimmter Stoffe erfolgen. Dafür wurden im Laufe des Großversuches immer wieder Proben durch ein beauftragtes Labor untersucht. (siehe Anlage 2). Das Ergebnis zeigt, dass nur eine im ppm liegende Anreicherung von Mangan im der Fluxlösung erfolgt ist. Das Mangan findet sich wieder im Schlamm als Manganoxid (Braunstein) (siehe Anlage 4)

Das Kaliumchlorid und Zinkchlorid ist in Lösung im Flux.

Die Analysen zeigen, dass auch nach längerem Gebrauch keine merkbare Erhöhung des KCl-Gehaltes im Flux festgestellt wurde.

Das Zinkchlorid ist ein Bestandteil des Flussmittels. Der sich bei der Reaktion bildende Zinkchloridanteil wurde bei der Flussmittelherstellung berücksichtigt, so dass keine Verschiebung des $ZnCl_2/NH_4Cl$ Verhältnis erfolgt

Der KCl-Gehalt in den normalen Flussmitteln liegt bei ca 1% und um diesen Betrag bewegt sich auch der gemessene Wert.

Die während des Großversuches gemachten Erfahrungen und Messungen haben die theoretischen Annahmen bestätigt.

Dauer: im Laufe des Gesamtprojektes.

10. Die Zinkeinsparung wurde am Ende des Großversuches mit 4,26 kg Zink pro to Durchsatz festgestellt. (siehe Anlage 1)

Aus den Kennzahlen ist zu ersehen, dass die Reduzierung der Zinkasche und des Hartzinks eine Einsparung des Zinkverbrauches von ca. 2 kg pro to Durchsatz ergeben hat.

Die Gesamtersparnis liegt jedoch bei 4,26 kg/to. Die Differenz von ca 2,26 kg/to lässt sich nur mit kürzeren Tauchzeiten im Zinkbad erklären. Kürzere Tauchzeiten bedeuten geringere Zinkschichten. Kürzere Tauchzeiten sind jedoch nur möglich, wenn das Flussmittel schneller abkocht.

Flussmittel kochen erfahrungsgemäß schneller ab, wenn ein geringer Eisengehalt vorhanden ist. Der Grund ist darin zu suchen, dass das Eisenchlorid sehr hygroskopisch ist und somit mehr Wasser in das Zinkbad einschleppt. Dies führt zu einer verstärkten ZnO -Bildung und damit zu einer schlechteren Abkocheigenschaft. Außerdem werden durch niedrigere Eisengehalte die Trocknungseigenschaften des Flussmittels verbessert.

Dauer: im Laufe des Gesamtobjektes.

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

6. Fazit

In den über 7 Monate laufenden Versuch wurden die angestrebten Werte bezüglich Zinkasche und Hartzink erreicht bzw. unterschritten. Der Zinkverbrauch wurde von 56,26 auf 52,0 kg/to reduziert (**siehe Anlage1**).

Die in diesen Betrieb vorhandenen Betriebsdaten sind in der Relation zu der Mehrheit der Verzinker schon vor dem Versuch mit dem Fluxomaten sehr gut gewesen. Deshalb ist die Einsparung um so höher einzuschätzen.. Bei dem Großteil der Verzinkereien liegen der Zinkverbrauch bei 55-75 kg/to und der Hartzinkanfall bei 5-9 kg/to und Zinkasche bei 6-10 kg/to

	IST	Laboranlage bisher	Großversuch
Flussmittel	1 kg/t Durchsatz	1 kg/t Durchsatz	1,0 kg/to
Schlamm	1 kg/t Durchsatz	0,3 kg/t Durchsatz	0,363 kg/to
Zinkasche (82% Zinkanteil)	5,26 kg/t	5,2 kg/t	4,0 kg/t
Hartzink (96% Zinkanteil)	5,44kg/t	5,2 kg/t	4,44 kg/t
Flussmitteltransport	200 Transporte/a = 24.000 l Diesel/a	0	0
NH ₃	141.307 kg/a	0	0
H ₂ O ₂	70.650 kg/a	0	0

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. HERWIG GmbH			
Helmut Herwig	Inhaber	02331 91555	helmut.herwig@herwig-gmbh.com

Hagen, den 5.6.2009

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Literaturverzeichnis

- (Lit1) W.Katzung,R.Ritter: Abhängigkeit der Zinkaschebildung und der Zinkauflage beim Feuerverzinken von den Prozessparametern der Vorbehandlung.
(Sonderdruck aus der Fachzeitschrift „Metall“,52.Jahrgang Nr.5/1998)
- (Lit2) Wolf-Dieter Schulz, Marc Thiele: Feuerverzinken von Stückgut
(Eugen G. Leuze Verlag 1.Auflage,2008)
- (Lit3) Peter Maaß, Peter Peißker: Handbuch Feuerverzinken
(Wily-VCH Verlag GmbH&Co.KGaA 3. Auflage)

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

ANLAGE 1

(Eisengehalt im Flux betrug 2007 30 g/l und während der Versuchszeit 5 g/l)

Bezeichnung	2007	2008/9	Delta kg/to	Delta Zink kg/to
Zinkasche kg/to	5,26	4	1,26	0,94
Hartzink kg/to	5,44	4,44	1,00	0,96
Zinkannahme kg/to	47,1	44,74	2,36	2,36
Zinkeinsatz kg/to	56,26	52		4,26
Ferrokil to	0	11,2		
Normalflux to	45	0		
Flux kg/to	1,21	0,92		
Schlammanfall		4427		
Schlammanfall/kg Flux		0,40		
Fe-Gehalt im Schlamm		19,20%		
H ₂ O-Gehalt im Schlamm		46,50%		
Ø Fe-Gehalt Flux g/l	30	5		
Eisenfällung g Fe/kg Flux		76		
Produktion to	37306	12210		

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter AZ: 26521-21/0

Anlage 2

Fluxbadanalysen

Datum	Dichte kg/l	Dichte °Be	ZnCl2 g/l	NH4Cl g/l	NaCl g/l	KCl g/l	Fe g/l	pH	Flux ges. g/l	ZnCl2 %	NH4Cl %	NaCl %	KCl %	Mangan ppm
18.08.2008	1,285	32	326,9	226,2	6,4	6,4	2,6	3,8	553,10	59,10	40,90	1,16	1,16	
28.08.2008	1,308	34	349,1	240,7	7,8	5,2	2,2	4,0	589,80	59,19	40,81	1,32	0,88	150
09.09.2008	1,274	31	324,0	207,6	7,6	6,4	1,3	4,2	531,60	60,95	39,05	1,43	1,20	150
25.09.2008	1,285	32	182,2	197,9	3,9	1,3	2,6	4,0	380,10	47,93	52,07	1,03	0,34	155
03.10.2008	1,296	33	335,2	233,4	5,2	3,9	6,5	4,2	568,60	58,95	41,05	0,91	0,69	160
17.10.2008	1,296	33	355,2	230,8	6,5	5,2	6,5	4,2	586,00	60,61	39,39	1,11	0,89	158
31.10.2008	1,262	30	300,1	209,6	6,3	1,3	5,0	4,0	509,70	58,88	41,12	1,24	0,26	160
11.11.2008	1,274	32	316,1	226,2	7,7	6,4	6,4	4,5	542,30	58,29	41,71	1,42	1,18	170
25.11.2008	1,308	34	332,8	240,7	6,5	5,2	5,2	3,8	573,50	58,03	41,97	1,13	0,91	165
05.12.2008	1,285	32	337,6	228,7	6,4	3,9	5,1	3,8	566,30	59,62	40,38	1,13	0,69	180
19.12.2008	1,285	32	305,4	219,7	6,4	3,9	5,1	4,5	525,10	58,16	41,84	1,22	0,74	175
05.01.2009	1,296	33	302,8	224,3	6,5	3,9	5,2	4,3	527,10	57,45	42,55	1,23	0,74	180
19.01.2009	1,274	31	313,3	222,9	7,6	5,1	6,4	4,1	536,20	58,43	41,57	1,42	0,95	185
02.02.2009	1,274	31	286,8	203,8	6,4	5,1	5,1	4,2	490,60	58,46	41,54	1,30	1,04	190
16.02.2009	1,285	32	316,1	233,9	7,7	5,1	7,7	4,2	550,00	57,47	42,53	1,40	0,93	195
02.03.2009	1,296	33	308,2	237,3	9,1	7,8	7,8	4,4	545,50	56,50	43,50	1,67	1,43	200
13.03.2009	1,274	31	281,5	222,9	7,6	7,6	7,6	4,8	504,40	55,81	44,19	1,51	1,51	205
23.03.2009	1,285	32	300,1	222,3	6,4	5,1	7,7	4,4	522,40	57,45	42,55	1,23	0,98	210
31.03.2009	1,262	30	279,0	215,9	6,3	3,8	7,6	4,4	494,90	56,38	43,62	1,27	0,77	220
01.04.2009	1,274	31	292,1	222,9	6,4	3,8	8,9	4,5	515,00	56,72	43,28	1,24	0,74	218
14.04.2009	1,262	30	279,0	217,1	6,3	3,8	8,8	4,8	496,10	56,24	43,76	1,27	0,77	225
27.04.2009	1,274	31	265,5	208,3	2,5	2,5	7,6	4,5	473,80	56,04	43,96	0,53	0,53	223

**Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem AZ: 26521-21/0**

Anlage 3

Ferrokillverbrauch und Schlammfall während Versuchsphase

Datum	Fluxbad	Tegoflux	Schlamm	Bemerkung	Produktion
	pH-Wert	kg	kg		to
19.08.2008	4	200	70	o.k.	
25.08.2008	4	200	60	o.k.	
29.08.2008	4	200	65	o.k.	
03.09.2008	4	200	65	o.k.	
08.09.2008	4	200	75	o.k.	
15.09.2008	4	200	73	o.k.	
16.09.2008	4	0	75	o.k.	
19.09.2008	4	200	60	o.k.	
24.09.2008	4	200	60	o.k.	
30.09.2008	4	200	0	o.k.	
01.10.2008	4	0	70	o.k.	
02.10.2008	4	200	0	o.k.	
07.10.2008	4	200	65	o.k.	
10.10.2008	4	200	70	o.k.	
16.10.2008	4	200	0	o.k.	
20.10.2008	4	200	115	o.k.	
24.10.2008	4	0	0	Filterpumpe defekt	
26.10.2008	4	0	0	Pumpe gewechselt	
27.10.2008	4	200	110	o.k.	
29.10.2008	4	0	80	o.k.	
30.10.2008	4	200	0	o.k.	
04.11.2008	4	200	0	o.k.	
07.11.2008	4	200	130	o.k.	
12.11.2008	4	200	110	o.k.	
17.11.2008	4	200	0	o.k.	
21.11.2008	4	400	82	o.k.	
24.11.2008	4	200	0	o.k.	
28.11.2008	4	200	0	o.k.	
02.12.2008	4	400	93	o.k.	
8.12.2008	4	200	86	o.k.	
11.12.2008	4	200	0	o.k.	
15.12.2008	4	200	0	o.k.	
17.12.2008	4	200	109	o.k.	
19.12.2008	4	200	0	o.k.	
23.12.2008	4	200	98	o.k.	
05.01.2009	4	200	132	o.k.	
08.01.2009	4	200	80	o.k.	
12.01.2009	4	200	81	o.k.	
15.01.2009	4	200	110	o.k.	
19.01.2009	4	200	81	o.k.	
22.01.2009	4	200	190	o.k.	
26.01.2009	4	200	108	o.k.	
31.01.2009	4	200	98	o.k.	
04.02.2009	4	200	86	o.k.	
09.02.2009	4	200	84	o.k.	
13.02.2009	4	200	170	o.k.	
18.02.2009	4	200	80	o.k.	
23.02.2009	4	200	110	o.k.	
28.02.2009	4	200	96	o.k.	
03.03.2009	4	200	0	o.k.	
06.03.2009	4	200	82	o.k.	
10.03.2009	4	200	0	o.k.	
13.03.2009	4	200	92	o.k.	
18.03.2009	4	200	86	o.k.	
23.03.2009	4	400	180	o.k.	
27.03.2009	4	200	86	o.k.	
01.04.2009	4	200	82	o.k.	
06.04.2009	4	200	90	o.k.	
09.04.2009	4	200	80	o.k.	
13.04.2009	4	200	78	o.k.	
16.04.2009	4	200	88	o.k.	
20.04.2009	4	200	78	o.k.	
24.04.2009	4	200	78	o.k.	
Summe		12200	4427	0,363 kg Schlamm /kg Flux	12210 to

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt gefördert unter dem AZ: 26521-21/0

Anlage 4

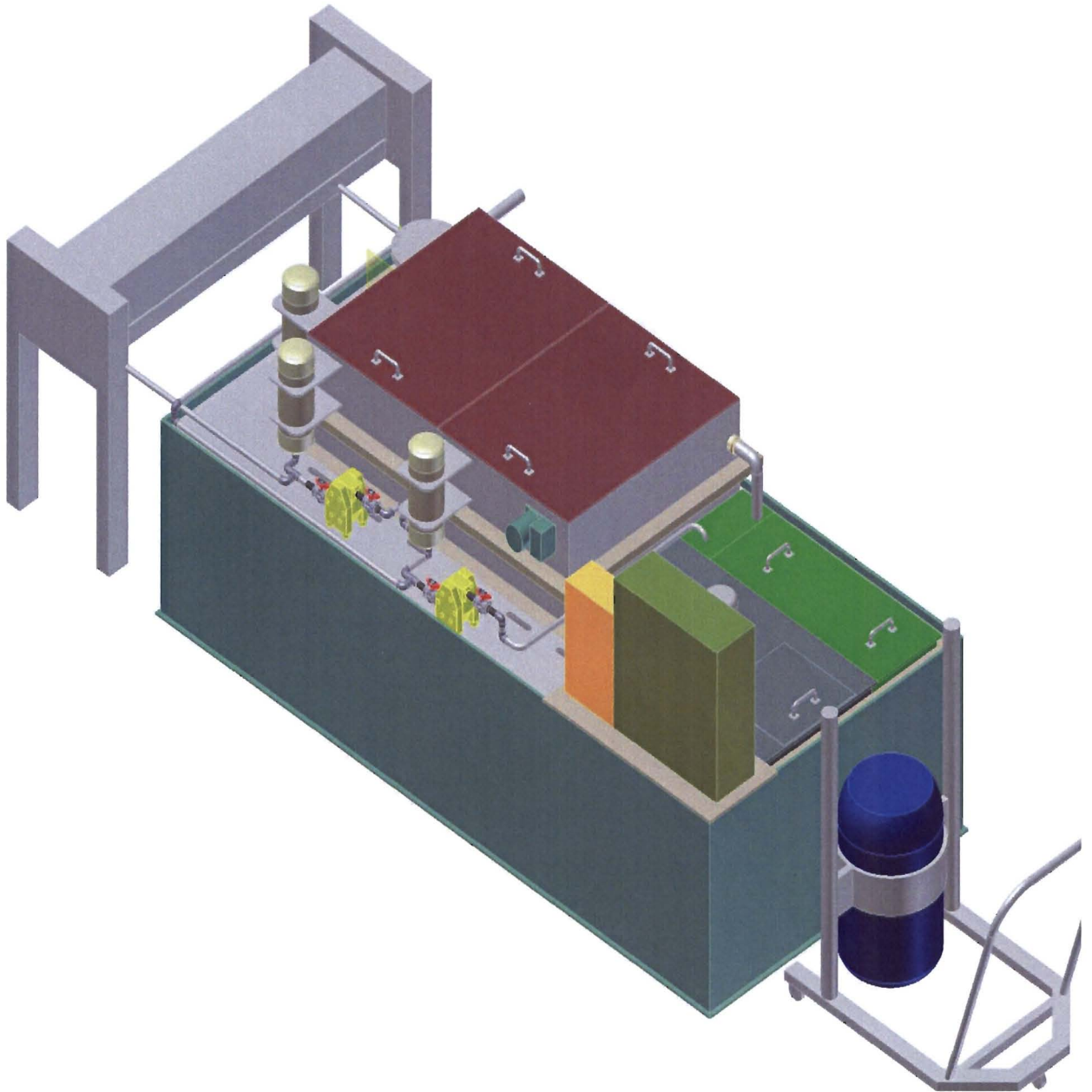
Schlammanalyse Fluxomat

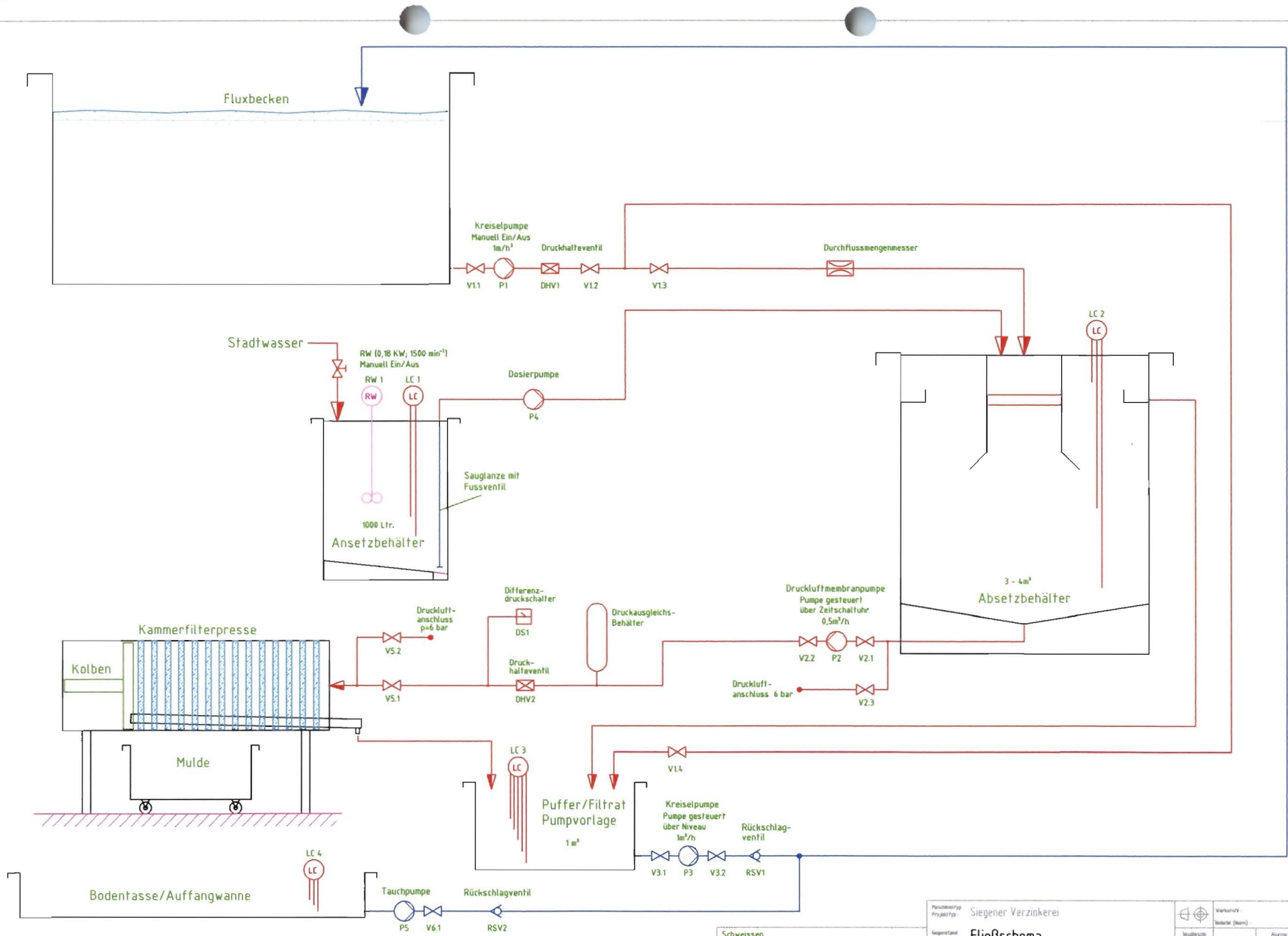
Datum	Fe %	Zn %	Mn%	Cl %	H2O	Organik ppm
07.11.2008	19,2	8,5	9,8	9	46,5	200

**Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem AZ: 26521-21/0**

Anlage 5

Neuer Fluxomaten





Die hier gezeigten Zeichnungen sind nur als Richtlinie zu verstehen. Die Ausführung der Anlagen ist dem Bauherrn überlassen. Die Ausführung der Anlagen ist dem Bauherrn überlassen. Die Ausführung der Anlagen ist dem Bauherrn überlassen.

Schweißen
 Wenn auf der Zeichnung nicht speziell vermerkt,
 - gilt für Schweißverbindungen DIN EN 25817, Bewertungsgruppe C
 - gilt für die Kalknahbezeichnungen DIN EN 22553, Nähtiefe 2

Loseleiste	Profil	Spreizweite		Abstand		Länge		Gewicht	
		mm	mm	mm	mm	kg/m	kg	kg/m	kg
12,5	6,3	1,6	0,8	0,2	0,1	30	120	0,3	2000
	1,6	0,8	0,2	0,1	30	120	0,3	2000	4000
	0,8	0,2	0,1	30	120	0,3	2000	4000	8000

Projekttyp Siegeler Verzinkerei	Zeichnungsart Fließschema	Maßstab 1:5	Blatt FF-002
Projektname Fließschema	Zeichnung Fließschema	Blatt FF-002	Blatt FF-002
Datum 08.10.06	Gezeichnet E. Schüringer	Geprüft E. Schüringer	Freigegeben E. Schüringer
O.K.A.-TECH Lutz Hopfing Industriestraße 1 34123 Kassel Tel. +49 561 8100 Fax. +49 561 8100 Email: info@oka-tech.de	Auftraggeber FF-002a (18.10.06)	Änderung FF-002	Änderung FF-002



