Abschlußbericht

zum Vorhaben:

Effizientes Halbwarmumformen von Spezialprofilen
20170

Fördernehmer/-in:

Walzwerke Einsal GmbH

Umweltbereich

(Klimaschutz, Energie, integrierter Umweltschutz)

Laufzeit des Vorhabens

05.11.2009 – 31.10.2011

Autoren

Dr. Klaus Braag,
Marcus Lodde und Matthias Graf

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung

November 2011

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA	**Vorhaben-Nr.** 20170
Titel des Vorhabens / Report Title Effizientes Halbwarmumformen von Spezialprofilen / Efficient semi-hot drawing of specially shaped profiles	
Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dr. Klaus Braag, Walzwerke Einsal GmbH Marcus Lodde, Effizienz-Agentur NRW Matthias Graf, Effizienz-Agentur NRW	**Vorhabensbeginn** 05.11.2009 **Vorhabenende (Abschlussdatum):** 31.10.2011
Fördernehmer / -in (Name, Anschrift) Walzwerke Einsal GmbH Altenaer Str. 85 58769 Nachrodt-Wibblinwerde	**Veröffentlichungsdatum** 30.11.2011 **Seitenzahl** 48
Gefördet (aus Klimaschutzinitiative) im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	

Kurzfassung / Summary

Um den hohen Kundenanforderungen an die Passgenauigkeit von Stahlprofilen zu genügen, hat der Ziehprozess im Bereich der Kaltumformung eine große Bedeutung. Eine hohe Variantenvielfalt von Werkstoffen und Geometrien in der Produktion der Walzwerke Einsal GmbH haben dazu geführt, daß das Handling mit dem alten Ziehprozess immer aufwändiger und komplexer wurde. Durch die erstmalige Kombination von induktiver Materialerwärmung mit einer Durchlaufbeschichtungslinie und einer mit einer speziellen angepassten Einstoßvorrichtung ausgestatteten Ziehbank mit hoher Steifigkeit sollte zum einen energie- und ressourceneffizienter gefertigt werden, zum anderen auch noch positive Effekte auf die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften der eingesetzten Werkstoffe erzielt werden.

Die wesentlichen Umwelteffekte ergeben sich aus der Einsparung

1. von Primärenergie in Höhe von 126.572 m^3/a Erdgas im Beschichtungsprozess,
2. von Beschichtungsmitteln Kalk und Salz in Höhe von 3.504 kg/a (90 %),
3. von Spülwasser des Beschichtungsbeckens in Höhe von 2.688 m^3/a (99%),
4. aus der Vermeidung von mechanischen Vorbearbeitungsschritten (Materialeinsparung 124 t/a) und der damit verbundene Energieeinsparung von 59.824 kWh/a Strom durch die entfallene Zerspanung der Ziehangel,
5. aus der Einsparung von Primärenergie 14.011 m^3/a Erdgas durch die Vermeidung von kleinlosiger Wärmebehandlung,
6. aus dem Einsatz umweltfreundlicher boraxfreier Beschichtungsmittel,
7. aus der jährlichen Einsparung von 454 Tonnen CO_2 –Äquivalenten.

In order to meet the high demands of the customer regarding the custom fitting of steel forms, the the coldforming process plays a major role. A wide variety of materials and geometric shapes in Walzwerke Einsal GmbH's production have resulted in overly complex and laborious handling activities in the old coldforming process. Through the initial combination of inductive material heating via a flow-coating line and a drawing bench equipped with a specially pushing device and high rigidity,two positive results should be achieved: Energy and resource efficient production as well as positive effects on the processing and the useful properties of the applied materials.

The most significant environmental effects result from the savings:

1. on primary energy to the amount of 126,572 m^3/p.a. of natural gas in the coating process,
2. on lime and salt coating agents to the amount of 3,504 kg/p.a. (90 %),
3. on rinsing water in the coating basins to the amount of 2,688 m^3/a (99%),
4. from the avoidance of mechanical pre-processing steps (material savings of 124 tonnes/p.a.) and the ensuing energy savings of 59,824 kWh/p.a. of electricity through the omitted machining of the drawing point,
5. from the savings of primary energy amounting to 14,011 m^3/p.a. of natural gas through the avoidance of small batches heat treatment,
6. from the application of environmentally-friendly borax-free coating agents,
7. from the annual savings of 454 tones of CO_2 –equivalents.

Schlagwörter / Keywords

Ziehanlage, Induktion, Beschichtung, Kaltumformung; thermoforming plant, induction, coating, cold-forging.

Anzahl der gelieferten Berichte **Papierform: 10** **Elektronischer Datenträger: 1**	**Sonstige Medien** **Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.walzwerke-einsal.de**

Kurzfassung

Ausgangsituation

Walzwerke Einsal produziert am Standort Nachrodt u. a. kaltgezogene Profile in unterschiedlichsten Geometrien (Rechteck-, Vierkant-, Sechskant-, Rundprofile und eine Vielzahl von zeichnungsgebundenen Sonderprofilen).

Die Prozesskette „kaltgezogene Profile“ setzt sich vor Projekbeginn aus folgenden Prozessschritten zusammen: Das warmgewalztes Rohprofil wird einer Wärmebehandlung zugeführt, der ein Strahlprozess nachgeschaltet ist. Anschließend erfolgt eine Mechanische Endenbearbeitung (Ziehangel anwalzen bzw. anfräsen). Die Profile werden gebeizt und in einem gasbeheizten Beschichtungsbecken ausgerüstet. Die beschichteten Profile werden gezogen und anschließend gereinigt. Ergebnis dieses Prozesschrittes sind zum einen Zwischenprofile, die über eine zweite Wärmebandlung geführt und anschließen gereinigt werden oder fertige Endprofile.

Die nachfolgende Abbildung 1 beschreibt diesen Prozess schematisch:

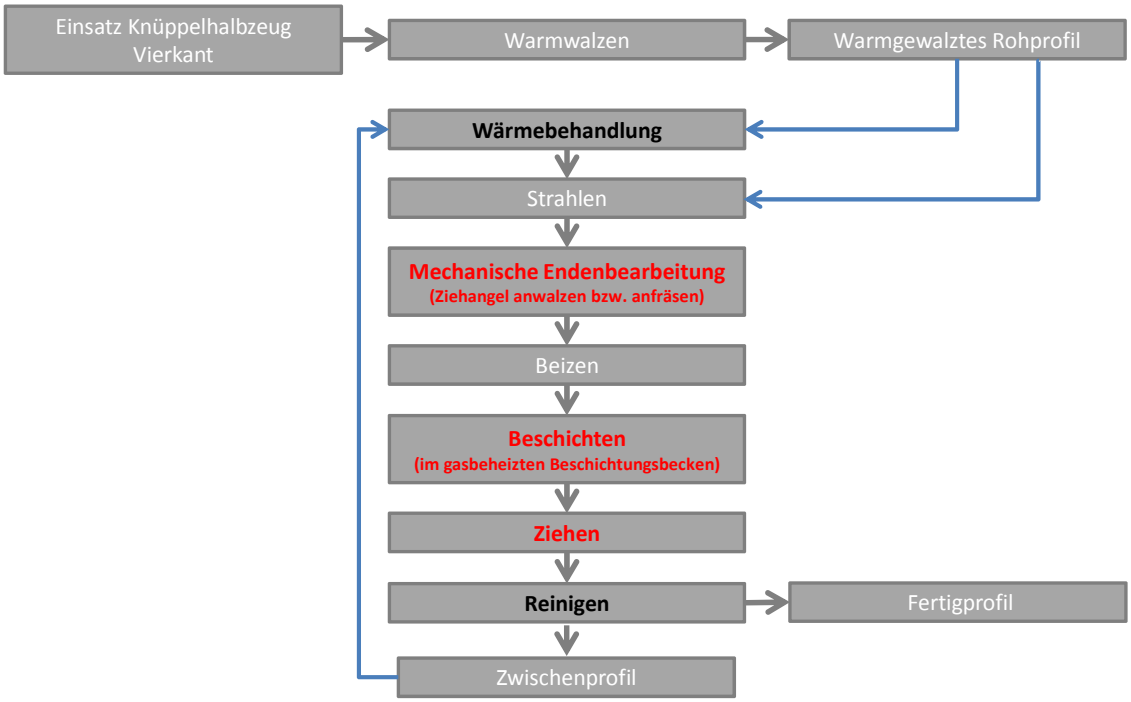

Abbildung 1: Schematische Darstellung des alten Handlingkonzeptes „Kaltgezogene Profile“

Ziel des Vorhabens

An kalt umgeformte Profile werden immer höhere Anforderungen gestellt. Hierbei ist mit unterschiedlichsten Entwicklungsrichtungen zu rechnen:

- komplexere Geometrie- und Toleranzanforderungen
- höchste Qualitätsansprüche
- modifizierte Werkstoffkonzepte mit unterschiedlichsten Legierungsvarianten zur Festigkeitssteigerung (Leichtbautechnik)
- Einsatz von schwer kaltumformbaren Werkstoffen

Diesen Anforderungen kann nur mit neuer und bisher in dieser Kombination nicht eingesetzter Verfahrenstechnik begegnet werden. Vor diesem Hintergrund sollte eine energieeffiziente, ressourcenschonende Umformtechnologie in Form einer innovativen Ziehlinie zur großtechnischen Anwendung kommen.

Der grundsätzlich neue Gedankenansatz unserer Idee besteht darin, bekannte Einzelverfahren so miteinander zu kombinieren, dass nicht nur energieeffizienter gefertigt werden kann, sondern auch noch positive Effekte auf die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften der eingesetzten Werkstoffe erzielt werden.

Technische Lösung

Die warmgewalzten Rohprofile werden nach dem Beizen im ersten Arbeitsschritt vom Anlagenbediener als kompaktes Bündel an der Materialaufgabe auf die Maschine aufgelegt. Mehrere Querförderketten sorgen für eine Stabvereinzelung, bevor der Stab durch mehrere angetriebene Rollen in die Erwärmungseinheit eingeführt wird. Die in der Erwärmungseinheit eingesetzten Induktoren sind dem aktuell zu verarbeitendem Abmessungsspektrum angepasst, um die abgerufene Heizleistung auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Der so vorgewärmte Stab läuft unmittelbar im Anschluss in die Beschichtungskammer ein. Es ist gewährleistet, dass der im Eingriff befindliche Stab einen allseitig gleichmäßig dünnen Ziehmittelträgerauftrag erhält, was zu verbesserten Werkstückoberflächen und Einsparungen beim Beschichtungsmittelverbrauch führt. Überschüssiges Beschichtungsmedium wird zum größten Teil in den Beschichtungskreislauf zurückgeführt. Eine in die Beschichtungseinheit integrierte Absaugung verhindert den unkontrollierten Austritt des Beschichtungsmediums in die Umgebung. Nach dem Verlassen der Beschichtungskammer wird der Stab nun in das Ziehwerkzeug eingeführt und unmittelbar von der Ziehzange gefasst und mit gleichbleibender Geschwindigkeit durch das Ziehwerkzeug gezogen. Die konstruktive Lösung von Ziehbankeinlauf und –auslauf sowie den eingesetzten Ziehschlitten gewährleistet einen minimalen Materialverlust an den Stabanfängen.

Die nachfolgende Abbildung 2 beschreibt das neue Anlagenkonzept:

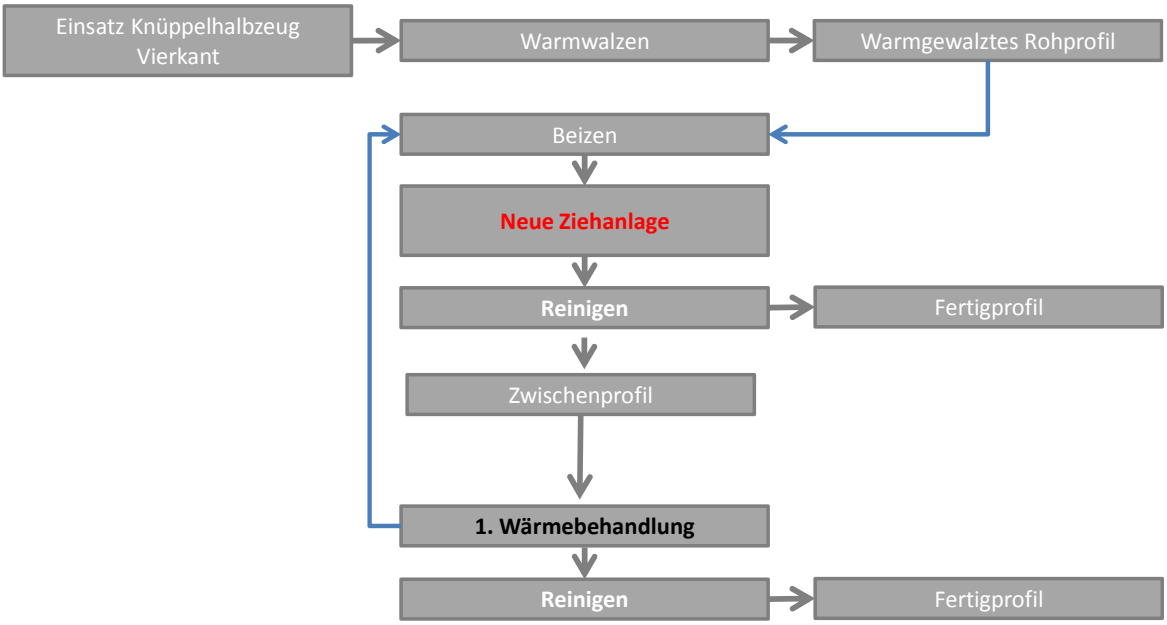

Abbildung 2: Neues Anlagenkonzept

Ergebnisse aus technischer und wirtschaftlicher Sicht und hinsichtlich Umweltentlastung

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden über ein jeweils dreimonatiges Messprogramm ermittelt, welches ressourcenrelevanten Daten im bestehenden Fertigungsprozess und im neuen Verfahren erhoben hat.

Die neue Ziehanlage steigert die Produktivität und die Verarbeitungsvarianten (neue Werkstoffe, kleinere Geometrien) deutlich. Dies hat zur Folge, dass in der zunehmend flexibleren Auftragsfertigung alle Mitarbeiter einen höheres Qualifizierungsniveau erreichen werden und damit die Arbeitsplätze an Attraktivität gewinnen. Darüber hinaus wurde durch die Abschaffung der ressourcenintensiven Beschichtung die Luft- und Lärmbelastung am Arbeitsplatz erheblich reduziert.

Die tatsächlichen Kosten für das Vorhaben betrugen 2.497.290,39 €. Die Wartungs- und Betriebskosten können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zuverlässig angegeben werden.

Bei einer Energieeinsparung von 27.831 €/a, einem reduzierten Materialentfall in Höhe von 229.400 € und einem Produktivitätsgewinn von ca. 190.000 € ergibt bei statischer Berechnung ein Kapitalrückfluss nach 6,5 Jahren.

Die wesentlichen Umwelteffekte ergeben sich aus der Einsparung

1. von Primärenergie in Höhe von 126.572 m^3/a Erdgas im Beschichtungsprozess,
2. von Beschichtungsmitteln Kalk und Salz in Höhe von 3.504 kg/a (90 %),
3. von Spülwasser des Beschichtungsbeckens in Höhe von 2.688 m^3/a (99 %),
4. aus der Vermeidung von mechanischen Vorbearbeitungsschritten (Materialeinsparung 124 t/a) und der damit verbundene Energieeinsparung von 59.824 kWh/a Strom durch die entfallene Zerspanung der Ziehangel.
5. aus der Einsparung von Primärenergie 14.011 m^3/a Erdgas durch die Vermeidung von kleinlosiger Wärmebehandlung,
6. aus dem Einsatz umweltfreundlicher boraxfreier Beschichtungsmittel
7. aus der jährlichen Einsparung von 264,6 Tonnen CO_2 -Äquivalenten

Übertragbarkeit / Maßnahmen zur Verbreitung der Projektergebnisse

Der Modellcharakter ist darin begründet, dass das Anlagenkonzept auf diverse Ziehprozesse übertragen werden kann. Produktspezifische Anlagenmodifikationen müssen im Einzelfall vom jeweiligen Anwender entwickelt und angepasst werden.

Nachdem die Anlage mittlerweile in den Regelbetrieb übergegangen ist, gilt es nun die mit Standardprodukten erarbeiteten Ergebnisse (Energieeffizienz, Minimaleinsatz von Ziehhilfsmitteln, höhere Kaltumformgrade verbesserte Umformung schwer umformbarer Werkstoffe) auf ein breites Produktspektrum zu übertragen.

Die branchenspezifische Kommunikation dieses erfolgreichen Vorhabens soll zum einen über unsere Kunden erfolgen. Wir beabsichtigen darüber hinaus eine Ansprache des Verbandes (Edelstahl-Handels-Vereinigung) sowie der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Zudem ist geplant, einen Beitrag in den Fachzeitschriften Umformtechnik, Draht und der englischsprachigen Wire des Meisenbach Verlags zu berichten. Zugleich wollen wir dieses Beispiel zusammen mit der Effizienz-Agentur NRW in der Loseblattsammlung veröffentlichen.

Gerade die Kommunikation einer umweltfreundlichen Technologie ist geeignet, die Standards innerhalb der Branche zugunsten energieeffizienter Verfahren zu verbessern.

Summary

Initial Situation

At its site in Nachrodt, Walzwerke Einsal produces, amongst other things, cold-drawn sections in various geometric shapes (rectangular, square, hexagonal, circular and a wide variety of special forms made according to the customer's specifications).

The "cold-drawn shapes process chain was made up of the following process steps before the start of the project: the hot-rolled shape form is subjected to heat treatment and an ensuing abrasive blasting process. This is followed by a mechanical treatment of the bar ends (the drawing point is rolled or milled off). The shapes are pickled and finished in a gas heated coating basin. The coated forms are drawn and then cleaned. The result of this process step is either an intermediate form, which is subjected to a second heat treatment and then cleaned, or the final profile section.

The following diagram 3 illustrates this process:

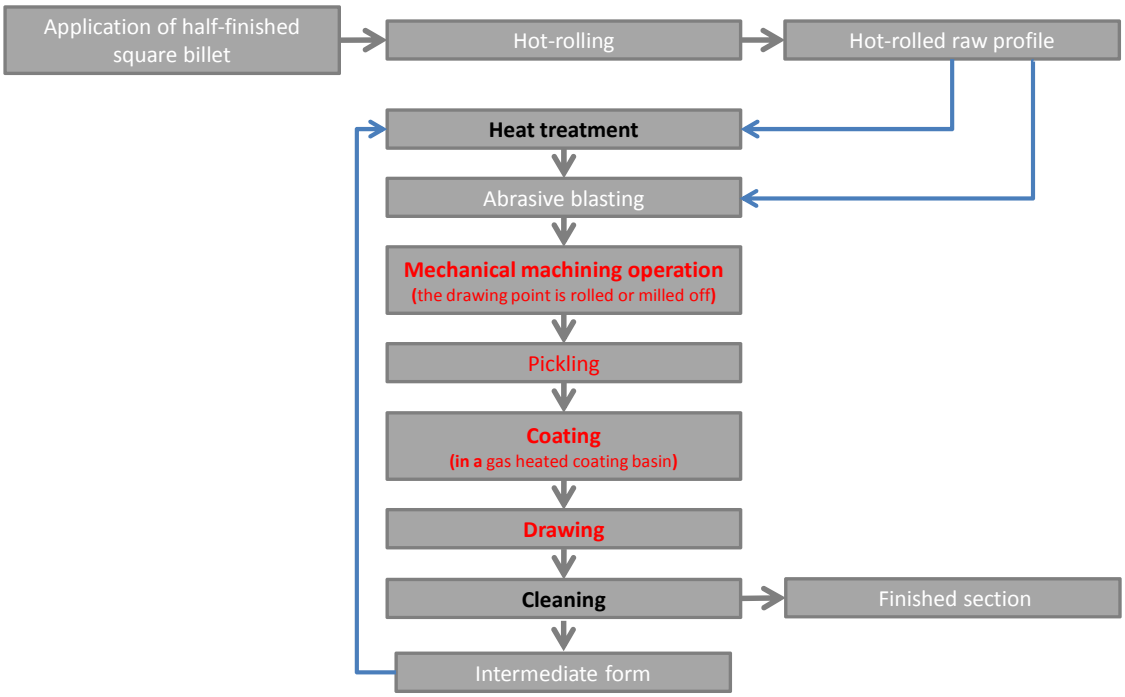

Diagram 3: Illustration of the old handling concept „cold-drawn form"

Project Aim

Increasingly high demands are being placed on cold- drawn forms. Widely varying development directions can be expected here:

- more complex geometric and tolerance requirements
- highest quality standards
- modified material concepts with varying alloy types for strengthening purposes (lightweight construction technology)
- Application of heavy, cold-forgeable materials

These requirements can only be met with new, previously unused (in this combination), procedural techniques. Against the backdrop of this, an energy efficient, resource saving forming technology in the form of an innovative drawing line should witness large-scale application.

The essentially new way of thinking about this concept is that well-known, separate methods can be combined with each other so that not only energy-efficient production can be achieved, but also positive effects on the processing and usage properties of the applied materials can be accomplished.

Technical Solution

After the initial work stage - the pickling process, the hot-rolled raw form, in a compact bundle, is placed on the machine's material charge by the operator. Several transverse conveyor chains ensure the rods are kept apart before they are introduced into the heating unit by a series of rollers. The inductors in the heating unit are adapted to match the measurement range being used in order to limit the heat setting to a minimal level.

The pre-heated rod is then fed directly into the coating chamber. The procedure ensures that the rod receives an evenly thinned drawing agent coating which results in an enhanced work surface and savings on coating agent consumption. The majority of the surplus coating agents is channeled back into the coating cycle. An integrated extraction system in the coating unit prevents the uncontrolled escape of the coating agent into the environment. After leaving the coating chamber, the rod is fed into the drawing die and immediately gripped by the drawing tongs and pulled through the drawing instrument at a constant speed. The constructive solution to the entry into and exit from the drawing bench as well as the applied drawing slides ensures that material loss from the original rod remains minimal.

The following diagram 4 illustrates the new system concept:

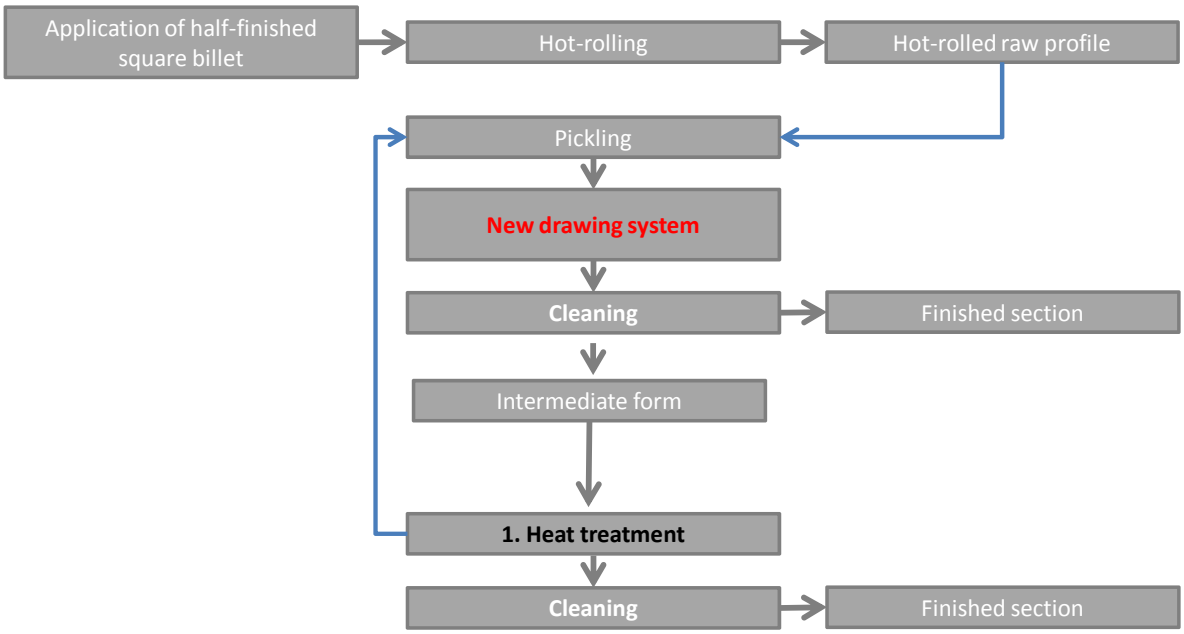

Diagram 4: new system concept

Results from a technical and economic perspective and the environmental benefit

The results of the project were examined over a three month period via a measuring programme which collected resource relevant data in the existing production process and in the new procedure.
The new drawing system significantly increases productivity and the number of processing options (new materials, smaller geometric shapes). This will mean that the staff will achieve improved qualifications and, therefore, the workplace will gain in appeal as a result of the increasingly flexible order processing. Furthermore, the air and noise pollution levels in the workplace will be considerably reduced due to the removal of the resource-intensive coating procedure.

The actual costs for the project amounted to € 2,497,290.39. The maintenance and operating costs cannot yet be accurately calculated.

With energy savings of € 27,831 p.a., reduced material loss amounting to € 229,400 and an increase in productivity of approximately € 190,000, a statistical calculation has determined a capital reflux within 6.5 years.

The most significant environmental effects result from savings

1. on primary energy to the amount of 126,572 m^3/p.a. of natural gas in the coating process,
2. on lime and salt coating agents to the amount of 3.504 kg/p.a. (90 %),
3. on rinsing water in the coating basin to the amount of 2,688 m^3/p.a. (99 %),
4. from the avoidance of mechanical pre-processing steps (material savings 124 tonnes/p.a.) and the resulting energy savings of 59,824 kWh/p.a. of electricity through the removal of the machining of the drawing point,
5. from the saving of primary energy of 14,011 m^3/p.a. of natural gas through the avoidance of small batches heat treatment,
6. from the application of environmentally-friendly, borax-free coating agents,
7. from the annual savings of 264,6 tones of CO_2 -equivalent

Transferability / Measures to distribute the project's results

The system's characteristics have been set up in a manner which enables the transferability to a number of diverse drawing processes. Product specific system modifications have to be developed and adapted by the individual users.
After the system has commenced its normal operation, the acquired effects on the standard products (energy efficiency, minimal application of drawing auxiliary materials, a higher degree of cold work, improved forming of heavy, un-shapeable materials) can be extended to a much wider product range.

The industry-specific communication of this successful project should occur through our clients. Furthermore, we intend to address the association (the stainless steel trading association) as well as the information agency for stainless steel. In addition to this, articles to be published in the "Umformtechnik", "Draht" and the English language "Wire" (Meisenbach publishing house) trade magazines are being planned. At the same time, we wish to publish this example in cooperation with "der Effizienz-Agentur NRW" in their reference sheet archive.

Particularly at the moment, the communication of environmentally-friendly technology is a valid tool in improving industry standards regarding energy efficient procedures.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **13**
Tabellenverzeichnis **13**
1. Einleitung **14**
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens 14
1.2 Ausgangssituation 15
2. Vorhabensumsetzung **17**
2.1 Ziel des Vorhabens 17
2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten) 18
2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens 20
2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen) 26
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten 26
3. Ergebnisse **28**
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung 28
3.2 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms 28
3.2.1 Analyse der Ressourcenverbräuche der alten Ziehbänke (16t & 30 t) 28
3.2.2 Analyse der Ressourcenverbräuche der neue Ziehanlage (90t): 29
3.2.3 REM-Untersuchung an zwei unterschiedlichen Ziehmittelträger-Systemen 31
3.3 Umweltbilanz 41
3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse 44
3.5 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren 46
4. Empfehlungen **46**
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung 46
4.2 Modellcharakter 46
4.3 Zusammenfassung 47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung des alten Handlingkonzeptes „Kaltgezogene Profile“ 4
Abbildung 2: Neues Anlagenkonzept 6
Diagram 3: Illustration of the old handling concept „cold-drawn form“ 8
Diagram 4: new system concept 10
Abbildung 5: Luftbild des Produktionsstandortes 14
Abbildung 6: Schematische Darstellung des Handlingkonzeptes „Kaltgezogene Profile“ Alt-Prozess..... 15
Abbildung 7: Mechanische Anarbeitung der Ziehangel. Mehr als 20 cm Entfall durch Fräsabfall..... 16
Abbildung 8: Bearbeitete Stabenden mit angefräster Ziehangel. Mehr als 20 cm Entfall durch Fräsabfall16
Abbildung 9: Beschichtungsbecken mit Beschickungskorb 17
Abbildung 10: Schematische Darstellung des neuen Ziehprozesses 18
Abbildung 11: „Einlauf Ziehbank“ 19
Abbildung 12: „Auslauf Ziehbank“ 20
Abbildung 13: Einblick in die ehemalige Ofenhalle vor bzw. während der ersten Sanierungsarbeiten 21
Abbildung 14: Einblick in die ehemalige Ofenhalle vor bzw. während der ersten Sanierungsarbeiten 22
Abbildung 15: Anlage in der Halle von Fa. Haginger (Übersichtsaufnahme)..... 22
Abbildung 16: Detailaufnahme Materialeinlauf..... 23
Abbildung 17: Detailaufnahme Materialauslauf..... 23
Abbildung 18: Übersichtsaufnahme der installierten Gesamtanlage in der grundsanierten ehemaligen Ofenhalle 24
Abbildung 19: Übersicht Materialeinlaufseite 24
Abbildung 20: Seitenansicht Nebenaggregate mit Hauptbedienpult..... 25
Abbildung 21: Übersichtsaufnahme Materialauslaufseite mit Schutzeinrichtung..... 25
Abbildung 22: spez. Energieverbrauch neue Ziehbank – 90t 29
Abbildung 23: Ausbringung der neue Ziehbank 30
Abbildung 24: Beschichtungskeime an den ausgebeizten Korngrenzen 32
Abbildung 25: kompakte Beschichtungskörner und feingliedrige „Seeanemonen“-ähnliche Struklturen .. 33
Abbildung 26: Regellose Verteilung der Bechichtungskeime..... 33
Abbildung 27: Ausbildung grober Keimstrukturen 34
Abbildung 28: Deutlicher Anstieg der Keimdichte 35
Abbildung 29: Keine Änderung der Feinstruktur 35
Abbildung 30: Ausbidlung grober Feinstrukturen mit Morphologiewandel..... 36
Abbildung 31: Beginnende Vernetzung der Einzelkeime 36
Abbildung 32: 100 % vernezte Beschichtungsschicht..... 37
Abbildung 33: Keine Einzelkeime erkennbar..... 38
Abbildung 34: Morphologiewandel im Vergeleich zur Tauchbeschichtung..... 38
Abbildung 35: Ausbildung einer kompakten, geschlossenen Schicht..... 39
Abbildung 36: Ausbildung einer kompakten, gesschlossenen Schicht mit Feinwabenstruktur 40
Abbildung 37: Ausbildung einer kompakten, gesschlossenen Schicht mit Feinwabenstruktur 40
Abbildung 38: Unbearbeitetes Stabende/ Einstoßende nach dem Ziehen. ca. 5cm Entfall durch Zangenbiss 42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projektfahrplan..... 20
Tabelle 2: Messprogramm in der tabellarischen Übersicht..... 27
Tabelle 3: Endkonservierung Ressourcenverbräuche - alte Ziehbänke (16t & 30t) 29
Tabelle 4: Ressourcenverbräuche - neue Ziehbank 31
Tabelle 5: Ressourceneinsparung Beschichtung..... 41
Tabelle 6: Materialeinsparung neue versus alte Ziehanlage..... 41
Tabelle 7: Gesamte Energieeinsparung ALT - NEU 43
Tabelle 8: CO_2-Bilanz 43
Tabelle 9: Vergleichende Übersicht Amortisationszeiten..... 45

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Walzwerke Einsal GmbH ist ein mittelständisches Familienunternehmen mit einer über 330-jährigen Geschichte. Kompetente und engagierte Mitarbeiter stellen einen ganz wesentlichen Teil des Erfolges dar. Kreativität, Dynamik und die Bereitschaft Neues zu wagen hat Walzwerke Einsal zu einem führenden Unternehmen für innovative Lösungen in der Umformung von Edelstählen werden lassen. Die Einsatzzwecke der warmgewalzten und kaltumgeformten Profilstähle für anspruchsvolle Anwendungen sind sehr vielfältig, so z.B. im Kraftwerksbau, Automobilindustrie, Umweltschutz, Medizintechnik oder Bauindustrie.

Abbildung 5: Luftbild des Produktionsstandortes

Walzwerke Einsal produziert in drei unterschiedlichen Betrieben. Es handelt sich hierbei um einen Warmwalzkomplex mit zwei Warmwalzstraßen. Flach- und Vierkantabmessungen werden auf der vollautomatischen, prozessgesteuerten Straße gefertigt. Auf der zweiten, integrierten Anlage werden Sonderprofile gewalzt. Im Bereich Kaltumformung, d. h. in den Abteilungen Stabzieherei und Profil-Drahtzieherei fertigt Walzwerke Einsal blankgezogenes Flach- und Vierkantmaterial sowie Sonderprofile nach Zeichnung, sowohl aus Walzdraht wie auch aus Stabstahl.

Die Produktionsanlagen werden im 3-Schichtbetrieb betrieben. Die Produktion wird nur für Stillstände unterbrochen. In 2010 wurden am Standort insgesamt 26.110 Tonnen warmgewalzte und kaltumgeformte Profilstähle hergestellt und ausgeliefert. Der Exportanteil beträgt mehr als 35 %.

Im Werk sind zur Zeit (Stand 01.07.2011) 300 Mitarbeiter (incl. 21 Auszubildende) beschäftigt.

1.2 Ausgangssituation

Walzwerke Einsal produziert am Standort Nachrodt u. a. kaltgezogene Profile in unterschiedlichsten Geometrien (Rechteck-, Vierkant-, Sechskant-, Rundprofile und eine Vielzahl von zeichnungsgebundenen Sonderprofilen).

Die Prozesskette setzt sich vor Projekbeginn aus den klassischen Prozessschritten für „kaltgezogene Profile“ zusammen: Das warmgewalzte Rohprofil wird einer Wärmebehandlung zugeführt, der ein Strahlprozess nachgeschaltet ist. Anschließend erfolgt eine mechanische Endenbearbeitung (Ziehangel anwalzen bzw. anfräsen). Die Profile werden gebeizt und in einem gasbeheizten Beschichtungsbecken mit einem Ziehmittelträger beschichtet. Die beschichteten Profile werden auf einer Ziehbank kalt umgeformt (Ziehen) und anschließend gereinigt. Ergebnis dieses Prozesschrittes sind zum einen Zwischenprofile, die über eine zweite Wärmebandlung geführt und anschließen gereinigt werden oder fertige Endprofile.

Der Handlingsprozess „Kaltgezogene Profile“ an unserem Standort stellt sich vor Durchführung der Maßnahme (Alt-Prozess) grob wie folgt dar:

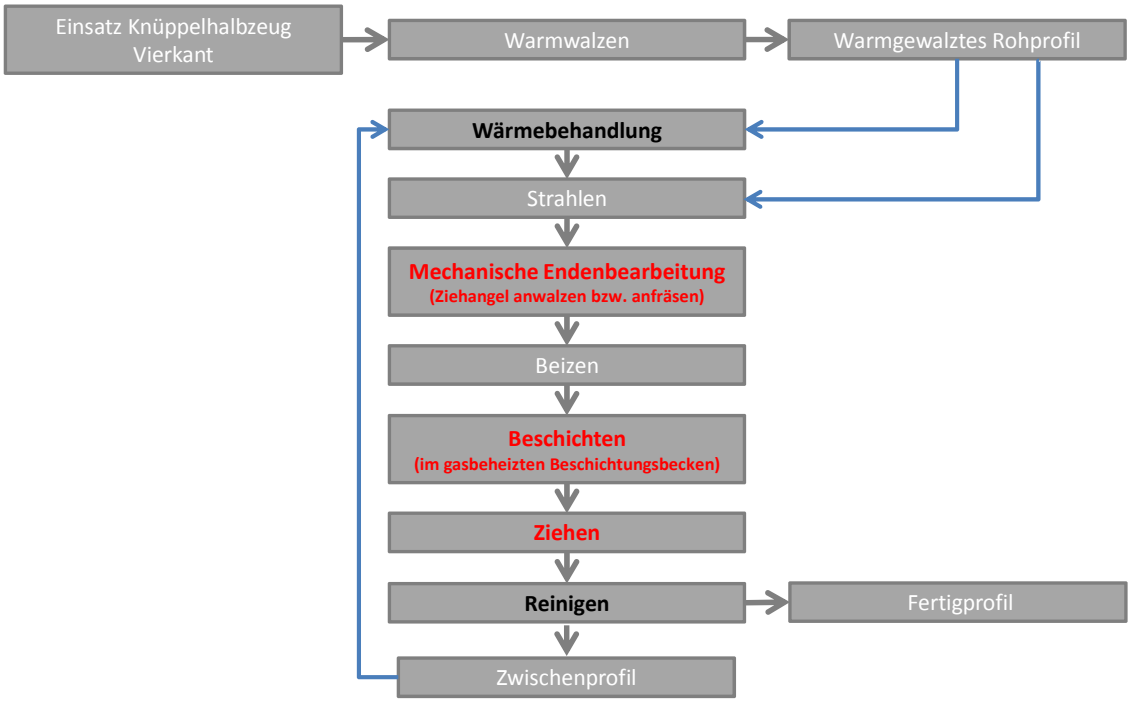

Abbildung 6: Schematische Darstellung des Handlingkonzeptes „Kaltgezogene Profile“ Alt-Prozess

Die mechanische Endenbearbeitung (Abb. 7-8) und der Beschichtungsprozess (Abb. 9) sind beide sehr ressourcenrelevante Teilprozesse in der Halbzeugfertigung des Unternehmens. Die Materialverluste der Endenbearbeitung (Abb. 7-8) und die intensiven Ziehmittelträger- und Wassereinsätze (Abb. 9) werden in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 7: Mechanische Anarbeitung der Ziehangel. Mehr als 20 cm Entfall durch Fräsabfall

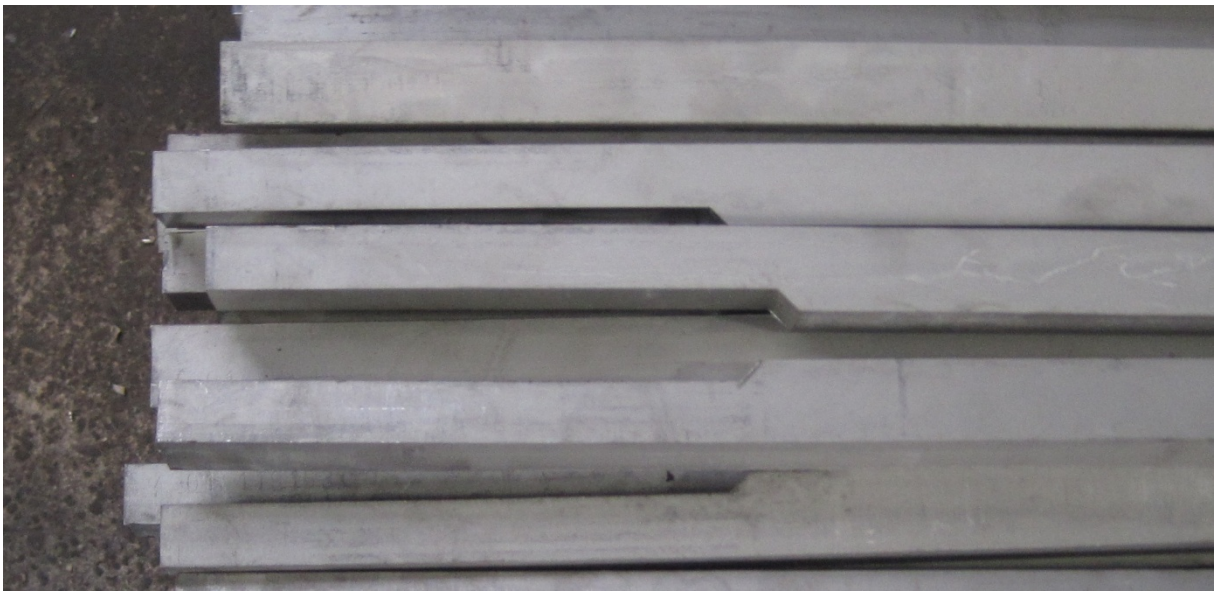

Abbildung 8: Bearbeitete Stabenden mit angefräster Ziehangel. Mehr als 20 cm Entfall durch Fräsabfall

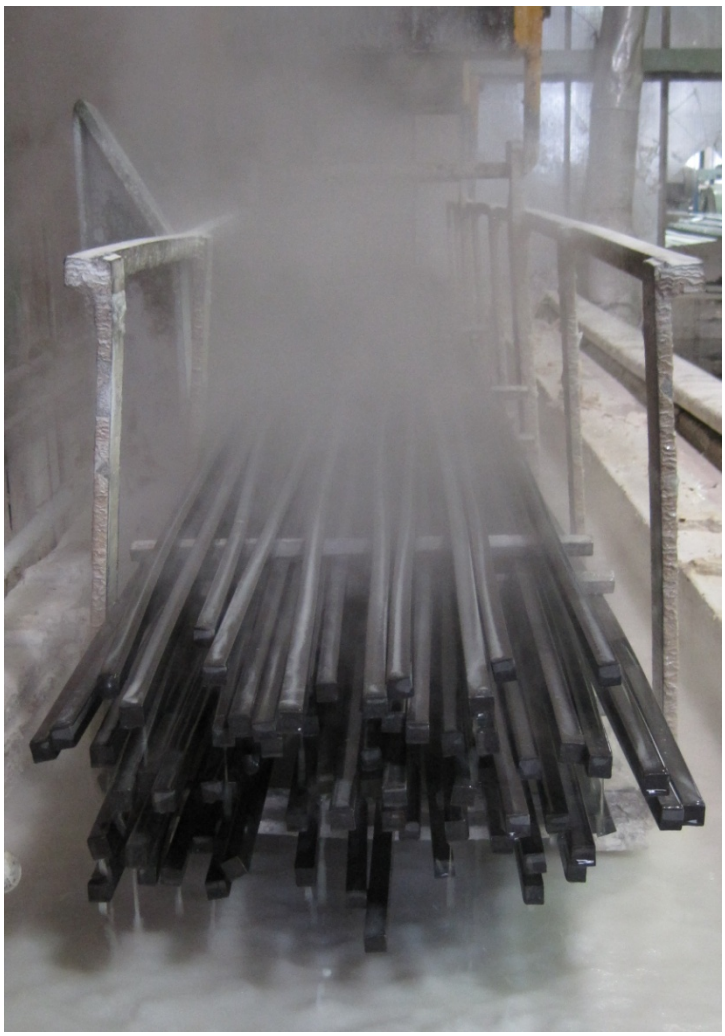

Abbildung 9: Beschichtungsbecken mit Beschickungskorb

2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Der grundsätzlich neue Gedankenansatz unserer Idee besteht darin, bekannte Einzelverfahren so miteinander zu kombinieren, dass nicht nur energieeffizienter gefertigt werden kann, sondern auch deutliche Einsparungen bei den Materialverbräuchen und positive Effekte auf die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften der eingesetzten Werkstoffe erzielt werden.

Dies soll durch die Kombination von induktiver Materialerwärmung mit einer Durchlaufbeschichtungslinie und einer mit einer speziellen angepassten Einstoßvorrichtung ausgestatteten Ziehbank mit hoher Steifigkeit erreicht werden.

Die wesentlichen Umweltentlastungaspekte wurden vor der Durchführung der Maßnahme wie folgt in Aussicht gestellt:

- Einsparung von Primärenergie 125.289 m^3/a Erdgas im Beschichtungsprozess,
- Einsatz umweltfreundlicher Beschichtungsmittel,
- Einsparung von Primärenergie 9.000 m^3/a Erdgas durch die Vermeidung von kleinlosiger Wärmebehandlung,
- Vermeidung von mechanischen Vorbearbeitungsschritten (Materialentfall (150 t/a)) und die damit verbundene Energieeinsparung (55.250 kWh/a Strom).

2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Zur Erreichung der beschriebenen Ziele ist ein Anlagenkonzept erarbeitet worden, das in dieser Form bisher industriell noch nicht zur Anwendung gekommen ist, wie nachfolgende Abbildung 10 verdeutlichen soll:

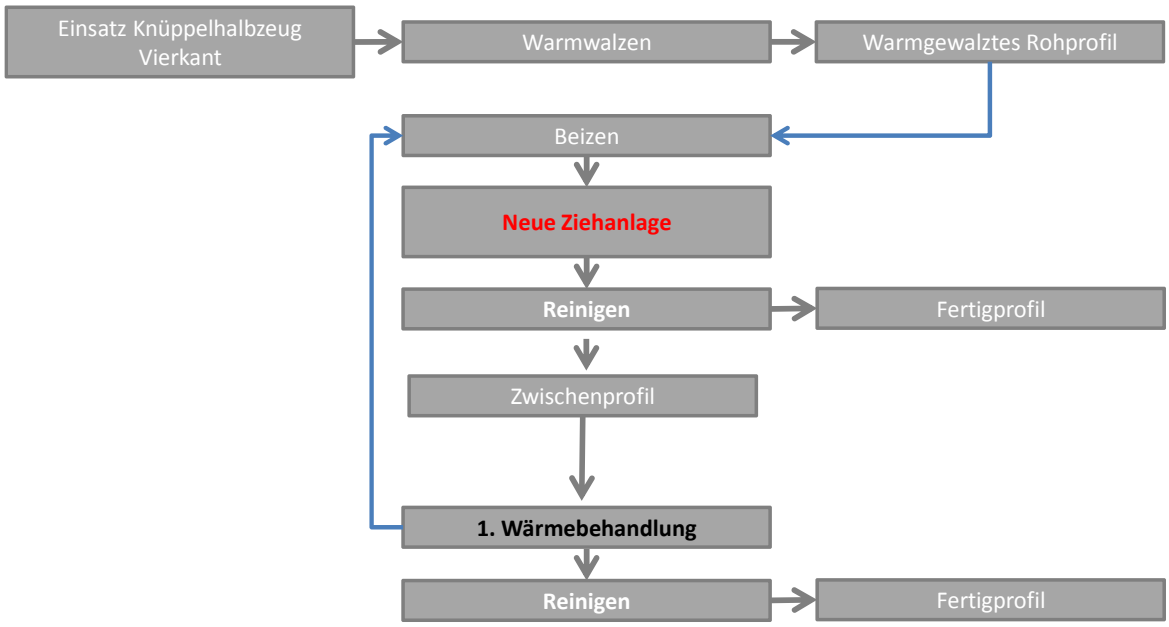

Abbildung 10: Schematische Darstellung des neuen Ziehprozesses

Gegenüber den Alt-Anlagen mit Ziehkräften von 16t & 30 t hat die Neu-Anlage eine Ziehkraft von 90 t. Die neue Ziehlinie untergliedert sich im Wesentlichen in die Anlagenteile (Abb. 11 und 12).

- Materialaufgabe und –vereinzelung
- Induktive Erwärmung und Beschichtung
- Ziehbank
- Ziehschlitten mit Ziehzange
- Querförderer
- Bundbildestation

Mit dieser Anordnung lässt sich ein nahezu vollautomatischer Ziehablauf realisieren.

Die warmgewalzten Rohprofile werden nach dem Beizen im ersten Arbeitsschritt vom Anlagenbediener als kompaktes Bündel an der Materialaufgabe auf die Maschine aufgelegt. Mehrere Querförderketten sorgen für eine Stabvereinzelung, bevor der Stab durch mehrere angetriebene Rollen in die Erwärmungseinheit eingeführt wird. Die in der Erwärmungseinheit eingesetzten Induktoren sind dem aktuell zu verarbeitendem Abmessungsspektrum angepasst, um die abgerufene Heizleistung auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Der so vorgewärmte Stab läuft unmittelbar im Anschluss in die Beschichtungskammer ein. Es ist gewährleistet, dass der im Eingriff befindliche Stab einen allseitig gleichmäßig dünnen Ziehmittelträgerauftrag erhält, was zu verbesserten Werkstückoberflächen und Einsparungen beim Beschichtungsmittelverbrauch führt. Überschüssiges Beschichtungsmedium wird zum größten Teil in den Beschichtungskreislauf zurückgeführt. Eine in die Beschichtungseinheit integrierte Absaugung verhindert den unkontrollierten Austritt des Beschichtungsmediums in die Umgebung. Nach dem Verlassen der Beschichtungskammer wird der Stab nun in das Ziehwerkzeug eingeführt und unmittelbar von der Ziehzange gefasst und mit gleichbleibender Geschwindigkeit durch das Ziehwerkzeug gezogen. Die konstruktive Lösung von Ziehbankeinlauf und –auslauf sowie den eingesetzten Ziehschlitten gewährleistet einen minimalen Materialverlust an den Stabanfängen.

Durch den „Halbwarmumformprozess“ können höhere Umformgrade in den einzelnen Umformfolgen eingestellt werden und zudem größere Querschnitte ohne eine aufwändige materialintensive Vorbearbeitung der Stabenden in das Ziehwerkzeug eingestoßen werden.

Die nachfolgenden Abbildungen 11 und 12 zeigen den Aufbau der Ziehanlage.

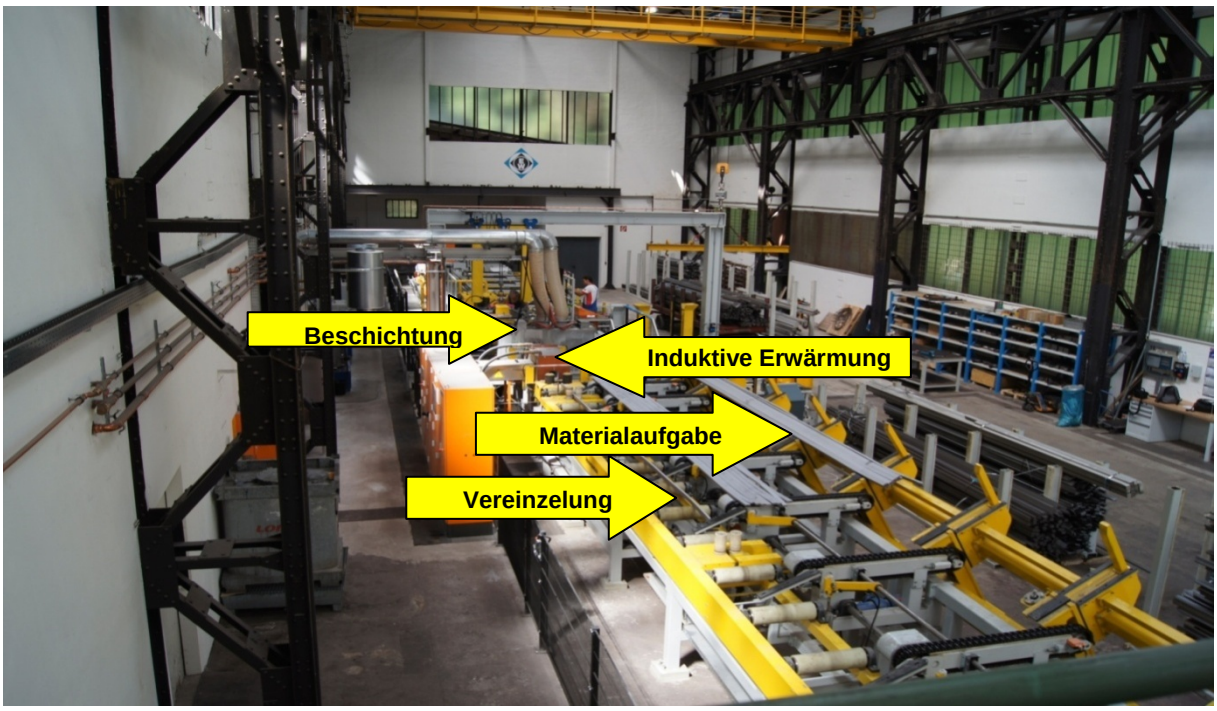

Abbildung 11: „Einlauf Ziehbank“

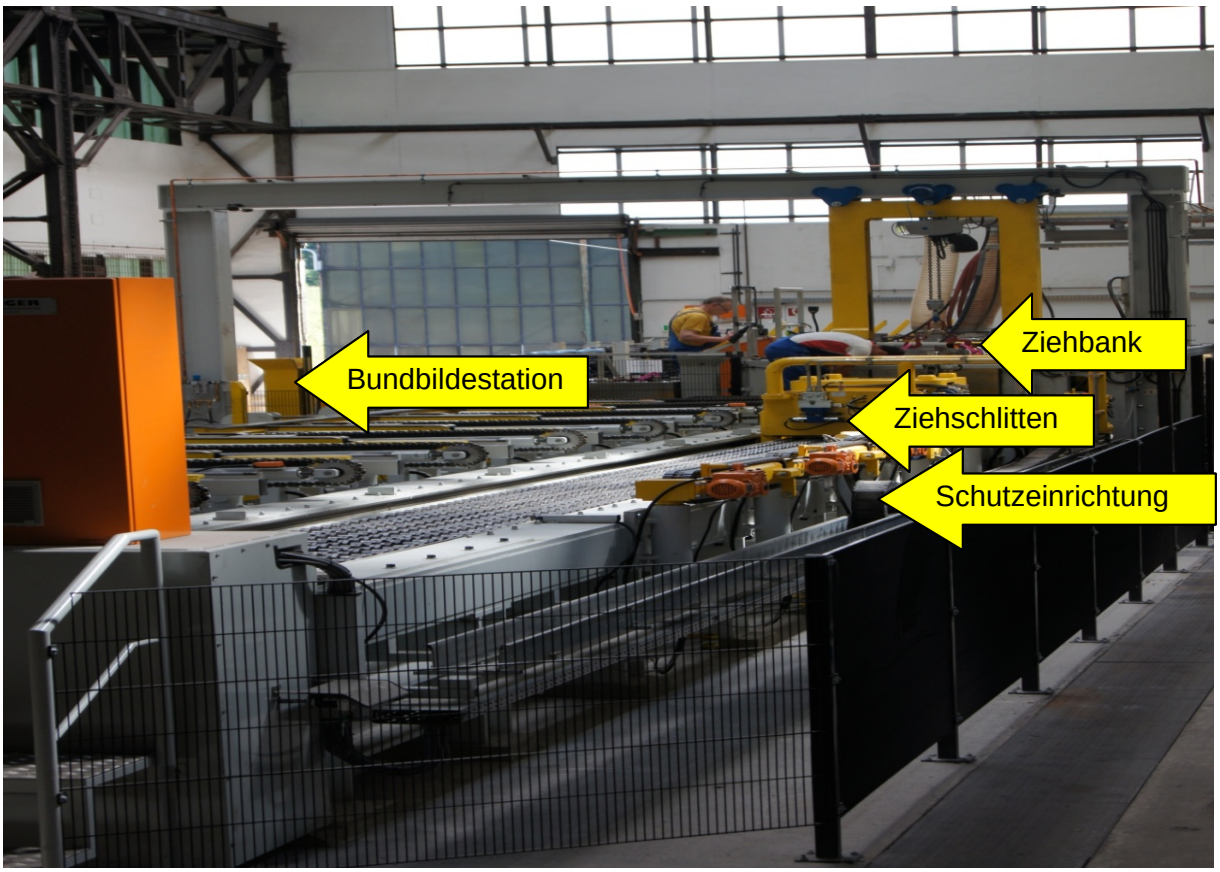

Abbildung 12: „Auslauf Ziehbank“

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Die Tabelle 1 beschreibt den Projektfahrplan für die Umsetzung des Projektes.

Bezeichnung	**Projektquartal**								
	4. Q. 2009	**1. Q. 2010**	**2. Q. 2010**	**3. Q. 2010**	**4. Q. 2010**	**1. Q. 2011**	**2. Q. 2011**	**3. Q. 2011**	**4. Q. 2011**
Bestellung									
Messprogramm Ist									
Lieferzeit									
Aufbau Anlage									
Inbetriebnahme									
Produktion									
Messprogramm / Abschlussbericht									

Tabelle 1: Projektfahrplan

Nachfolgend sollen die einzelnen Schritte im Projektablauf kurz beschrieben werden:

a) Nach der Erteilung des förderunschädlichen Vorhabensbeginns zum 5. November 2009 wurden die Gespräche mit unseren Anlagenlieferanten intensiviert.

Mit der Lieferung wurden beauftragt:

- Haginger Maschinenbau GmbH & Co KG für die Ziehbank (18.12.2009)
- Jerko Sprühsysteme für die Beschichtung (30.3.2010)
- SMS Elotherm GmbH für die Induktive Erwärmung (20.4.2010)

Wesentliche noch abzuklärende Punkte waren:

- Risikoanalyse (Gefahrenquellen beseitigen)
- Konzeption der Einzelaggregate unter Berücksichtigung der Produkt- und Werkstoffvielfalt bei Walzwerke Einsal
- Abstimmung der Einzelaggregate aufeinander, sodass ein reibungsloser, verketteter Ablauf (Automatikbetrieb) möglich ist.
- Einbindung der Hilfsaggregate (=induktive Erwärmung und Beschichtung) in die Steuerung des Hauptaggregates (= Ziehbank)
- Wartungsmöglichkeiten

Im Rahmen der Bestellung wurde die Montage der Anlage für August 2010, die Inbetriebnahme für September 2010 vereinbart.

Die Umbauarbeiten an den Energieversorungsanlagen (Verlegung von Gasleitungen, Um- und Ausbau elektrischer Schaltanlagen) konnten auf Basis der Genehmigung zum vorzeitigen förderungsunschädlichen Vorhabensbeginn planmäßig während unserer Stillstandzeit an den Weihnachtsfeiertagen durchgeführt werden.

Daran schlossen sich nahtlos erste Hallensanierungsarbeiten an. Die nachfolgenden Abbildungen 13 und 14 zeigen die Ofenhalle vor und während der Sanierungsarbeiten.

Abbildung 13: Einblick in die ehemalige Ofenhalle vor bzw. während der ersten Sanierungsarbeiten

Abbildung 14: Einblick in die ehemalige Ofenhalle vor bzw. während der ersten Sanierungsarbeiten

b) Bereits in einem frühen Stadium der Realisierungsphase wurde vom Lieferanten des Hauptaggregates signalisiert, dass aufgrund von Lieferverzögerungen bei wichtigen Anlagenkomponenten (z.B. Ziehkette) der ursprünglich für Juni 2010 geplante Termin für den Aufbau der Ziehbank nicht gehalten werden kann. Bei einem Besuch vor Ort (21.6./22.6.2010) wurde der aktuelle Baufortschritt bewertet und erste Anlagenteile besichtigt. Bei dieser Gelegenheit konnten noch einige Detailanpassungen , z.B.

- Steuerungs- und Ablauffunktionalitäten
- Anlagenlayout und Aufstellungspläne

geklärt werden. Eine Fertigstellung der Anlage vor dem Herbst 2010 konnte nicht garantiert werden.

c) Die Anlagenfertigstellung konnte bis zur 37. KW 2010 realisiert werden.

d) Die Abnahme der Anlage, durch Walzwerke Einsal erfolgte am 21.09.2010, in Gmunden.

Abbildung 15: Anlage in der Halle von Fa. Haginger (Übersichtsaufnahme)

Abbildung 16: Detailaufnahme Materialeinlauf

Abbildung 17: Detailaufnahme Materialauslauf

Eine Überprüfung der Grundfunktionalitäten der Ziehbank mit vorab beschichtetem Versuchsmaterial wurde durchgeführt.

e) Anlieferung und Aufbau der Anlage von KW 40 – KW 43 2010

In den Wochen 40-43 wurde die Ziehanlage komplett angeliefert und zusammengebaut. Parallel hierzu fand die Einbindung der Nebenaggregate statt.

Am 28. und 29.10.2010 wurden die Einzelaggregate zunächst unabhängig voneinander auf ihre Grundfunktionalitäten hin getestet.

Abbildung 18: Übersichtsaufnahme der installierten Gesamtanlage in der grundsanierten ehemaligen Ofenhalle

Abbildung 19: Übersicht Materialeinlaufseite

Abbildung 20: Seitenansicht Nebenaggregate mit Hauptbedienpult

Abbildung 21: Übersichtsaufnahme Materialauslaufseite mit Schutzeinrichtung

In dem Zeitraum KW 44 – KW 46 2010 erfolgte ein erweiterter Testbetrieb und die Unterweisung der Walzwerke-Mitarbeiter. Die Feinabstimmung der Steuerungs- und Anlagenkomponenten, der Aufbau und die Inbetriebnahme von Personenschutzeinrichtungen wurden durchgeführt. Im Zeitraum KW 47-48 2010 wurden erste Produktionsschichten mit Begleitung durch den Hersteller gefahren. Erste eigenverantwortliche Produktionsschichten

durch Walzwerke-Mitarbeiter wurden in den KW 49-50 2010 getätigt. In der KW 50 2010 wurde die Gesamtanlage vorläufig abgenommen. Ein Mängelprotokoll für noch zu erledigende Restarbeiten wurde erstellt.

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Zur Errichtung der Anlage waren keine behördlichen Genehmigungen erforderlich. Die für den Betrieb der Anlage erforderlichen Konformitätserklärungen der Hersteller liegen vor. Sicherheitstechnisch ist die Anlage abgenommen.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Im Vorfeld der Durchführung des Messprogrammes für den Alt–Zustand bzw. Neu-Zustand wurden im Februar 2010 die Messstellen und Messparameter überprüft und endgültig zwischen EFA und Walzwerke Einsal abgestimmt. Die nachfolgende Tabelle 2 gibt einen aktualisierten Überblick:

Nr.	Bezeichnung Messstelle	Medium	Mess-para-meter	Häufigkeit	Bemerkung
1.	Beize	Säure Wasser Strom	Liter, kWh	monatlich	Erste Abschätzung: alle 6-10 Wochen ca. 10.000 l HCL (16-25%)
2.1	Beschichtungs-becken	Ziehmittel-träger (ZMT)	kg	wöchentlich	Kalk als ZMT für Ferrite, Salz als ZMT für Austenite Verbrauchserfassung am Materiallager und am Prozessbad
2.2	Beschichtungs-becken	Gas	m³	wöchentlich	1. Dampferzeugung (DE) für Kalk & Entfettungs-becken 2. Salzbecken hat eigenen Gasbrenner
2.3	Beschichtungs-becken	Wasser	m³	wöchentlich	1. Im wesentlichen Verdunstungsverluste Becken 2. Verluste DE Wasseruhren installiert
3.1	Ziehanlage	Ziehmittel (Öl)	kg	14-tägig	Visuelle Überprüfung der Qualität; Indikator - Starke Verunreinigung;
3.2	Zähler Ziehanlage	Elektro-Energie	kWh	wöchentlich	1. 16 Tonnen Ziehbank 2. 30 Tonnen Ziehbank separate Zähler sind installiert
3.3	Ziehwerkzeug	Werkzeug-verschleiß	µm	Fertigungs-auftrag	Aufschweisseffekte, Maßverluste; Verschleißeffekte werden dokumentiert (Werkzeug und Werkstück)
4.	Ausbringen Stahl	Material-verbrauch	kg	Fertigungs-auftrag	Vorher und nachher Wiegen; Produktionsmenge in der internen Auftragsdatenbank erfassen

Nr.	Bezeichnung Messstelle	Medium	Mess-para-meter	Häufigkeit	Bemerkung
5.1	Endkonser-vierung	Konservie-rungsmittel (Rostschutzöl)	kg	monatlich	Verbrauchserfassung am Materiallager und am Prozessbad; erste Abschätzung 400 kg/a
5.2.	Reinigung /Entfettung (kundenspez.)	Reinigungs-mittel	Liter od. kg	monatlich	Verbrauchserfassung am Materiallager und am Prozessbad ; Abhängig vom Werkstoff und Umformgrad
6.	Wärme-behandlung	Gas	m³	monatlich	1. Spez. Energieverbrauch erfassen (kWh/t) 2. (Vor dem Ziehen, Zwischenglühen, Endglühen); 3. Ofenreisen zw. 6-144 h bei 580-860 °C 4. Spezifizierung der Energieverbräuche über komplette Ziehmaterialien

Tabelle 2: Messprogramm in der tabellarischen Übersicht

Das Messprogramm für den Alt-Zustand wurde im Zeitraum 1. März – 31. Mai 2010 durchgeführt, das Messprogramm für den Neu-Zustand wurde mit dem Probebetrieb am 31. Januar 2011 gestartet und am 30. April 2011 beendet.

3. Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Aufgrund der konsequenten und ergebnisorientierten Arbeitsweise der am Gesamtprojekt beteiligten Unternehmen war es möglich, das Vorhaben im zeitlichen Rahmen zu realisieren. Hierbei kam der Koordination zwischen den Beteiligten entscheidende Bedeutung zu. Während der Vorhabensdurchführung kam es zu kleinen Verzögerungen, die den Projekterfolg aber nicht beeinflusst haben.

3.2 Wärmebehandlung Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Die Einführung einer neuen Ziehanlage unter Umweltgesichtspunkten zu beurteilen, setzt eine ganzheitliche Betrachtung des Alt-Zustandes voraus. Im Mittelpunkt bei der Einführung einer neuen Technologie steht eine höhere Produktqualität verknüpft mit einer höheren Ressourceneffizienz, die einen hohen Umwelteffekt hat.

Aus diesem Grund wurde im Messprogramm (Kap.2.5) darauf geachtet, alle prozessualen Ressourcenverbräuche der Material-, Betriebs- und Hilfsstoffe der Alt-Anlagen (16 t & 30 t) der Neu-Anlage (90 t) gegenüber zu stellen.

3.2.1 Analyse der Ressourcenverbräuche der alten Ziehbänke (16t & 30 t)

Im Zentrum der Überlegung des Messprogramms (März-Mai 2010) stand der gesamte Wertschöpfungsprozess des Ziehens innerhalb des Unternehmens. Dies bindet die

- Vorbehandlung (Beizen & Beschichtung),
- den Kernprozess des Ziehens und
- die Nachbereitung (Endkonservierung, Reinigung und Wärmebehandlung) ein.

Die damit einhergehenden Ressourcenverbräuche wurden auf die jeweiligen spezifischen Materialdurchsätze bezogen. Hier wird deutlich, daß innerhalb der komplexen Auftragsfertigung in der Regel nur ca. 70 % (977 t) der gebeizten Stahlprofile in den Ziehprozess gelangen. Von diesen wurde auch nur 40 % (402,9 t) einer nachfolgenden Wärmebehandlung unterzogen. Unter diesen sich stetig ändernden Rahmenbedingungen wurde die Entwicklung eines spezifischen Kennzahlensystems für die alte und neue Ziehanlage entwickelt. Dieses basiert auf die jeweilige Ausbringung (Tonnage) des Teilprozesses.

In der tabellarischen Übersicht (Tabelle 3) ist die Alt-Situation der alten 16 t und 30 t Ziehbänke zusammenfassend dargestellt.

Messstelle	Medium	Durchsatz [kg]	Verbrauch		Messprogramm ALT (März-Mai 2010) spezifischer Verbrauch
Beize	Säure	1.410.000	9,0	*[m³]*	0,006 *[m³/t]*
	Wasser	1.410.000	164,3	*[m³]*	0,117 *[m³/t]*
	Elektroenergie	1.410.000	45632,6	*[kWh]*	32,364 *[kWh/t]*
Beschichtung	Ziehmittelträger				
	- Kalk	977.005	100	*[kg]*	0,10 *[kg/t]*
	- Salz	977.005	875	*[kg]*	0,90 *[kg/t]*
	Gas	977.005	31.643	*[m³]*	32,39 *[m³/t]*
	Wasser	977.005	675	*[m³]*	0,69 *[m³/t]*
Ziehanlagen	Ziehöl	977.005	138	*[l]*	0,141 *[l/t]*
	Elektroenergie	977.005	26.200	*[kWh]*	26,817 *[kWh/t]*
	Werkzeugverschleiß	977.005	863		0,883 *[Stück/t]*
Ausbringen	Material	977.005	82.555	*[kg]*	91,6 *[%]*
Endkonservierung	Rostschutzöl	977.005	52	*[l]*	0,05 *[l/t]*
Reinigung/Entfettung	Reinigungsmittel	31.633	100	*[kg]*	3,2 *[kg/t]*
Wärmebehandlung	Gas	402.902	17.616	*[m³]*	43,7 *[m³/t]*
	Elektroenergie	402.902	6.120	*[kWh]*	15,2 *[kWh/t]*

Tabelle 3: Endkonservierung Ressourcenverbräuche - alte Ziehbänke (16t & 30t)

3.2.2 Analyse der Ressourcenverbräuche der neue Ziehanlage (90t):

Im Mittelpunkt der Umweltbetrachtung stand auch hier der Ziehprozess, der in der Anfahrphase erfahrungsgemäß stark schwankende Verbräuche durch nicht geplante Stillstände hatte (Anpassung der Steuerung und Prozesslandschaft an die Produktanforderungen). Am Beispiel des Elektroenergieverbrauches der neuen 90t - Ziehbank über alle Teilprozesse (Induktionserwärmung, Rückkühlung, Beschichtung & Kühlturm) soll dies in Abbildung 22 verdeutlicht werden:

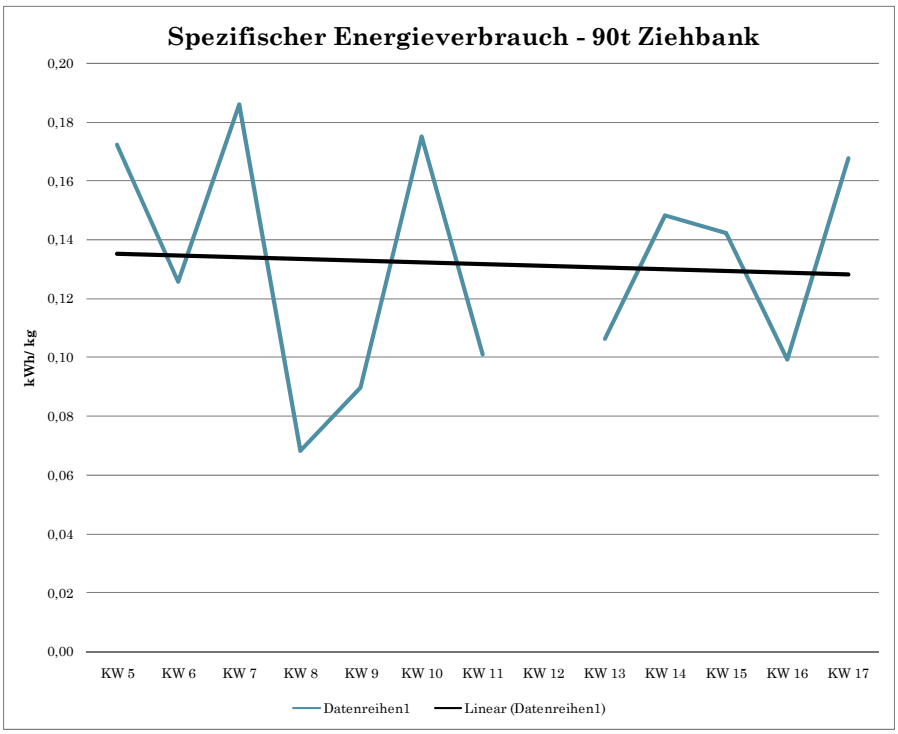

Abbildung 22: spez. Energieverbrauch neue Ziehbank – 90t

Die Schwankungen in den Verbräuchen bewegen sich in einer Breite von bis zu 50 %. Aber aus der Trendlinie läßt sich erkennen, dass der Ziehprozess zunehmend energieeffizienzter und damit stabiler wird. Dies ist ein positiver Trend, der gleichzeitig durch eine steigende Ausbringung belegt werden kann (Abbildung 23). Eine Produktivität somit von mehr als 94 % ist realistisch und damit wird der Schrottanteil weiter veringert.

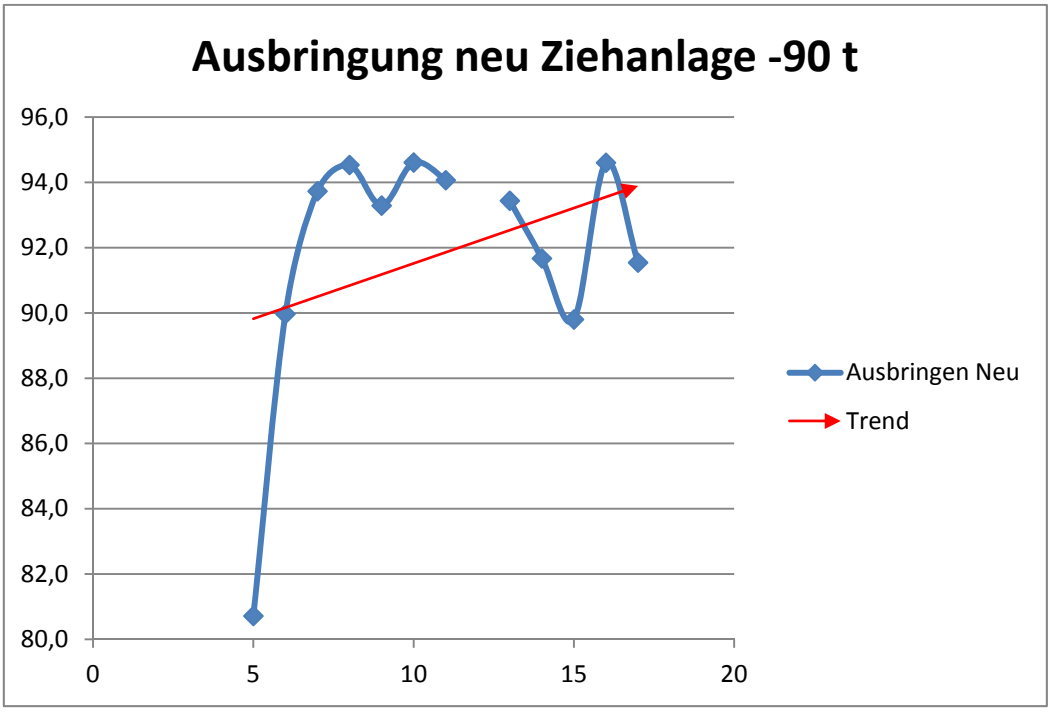

Abbildung 23: Ausbringung der neue Ziehbank

Anmerkung.: In der KW 12 wurde durch ein Getriebeschaden nicht produziert.

Zusammengefasst sind alle prozessualen Ressourcenverbräche der Neu-Anlage – 90 t in der Tabelle 4 dargestellt.

Messstelle	Medium	Durchsatz [kg]	Verbrauch		Messprogramm NEU (Februar-April 2011) spezifischer Verbrauch
Beize	Säure	1.159.000	9,0	*[m³]*	0,008 *[m³/t]*
	Wasser	1.159.000	294,5	*[m³]*	0,254 *[m³/t]*
	Elektroenergie	1.159.000	36242,5	*[kWh]*	31,270 *[kWh/t]*
Beschichtung	Ziehmittelträger				
	- Kalk	407.024	45	*[kg]*	0,111 *[kg/t]*
	- Salz	407.024	54	*[kg]*	0,133 *[kg/t]*
	Gas	407.024	0	*[m³]*	0,000 *[m³/t]*
	Wasser	407.024	3	*[m³]*	0,007 *[m³/t]*
Ziehanlagen	Ziehöl	407.024	40	*[l]*	0,098 *[l/t]*
	Elektroenergie	407.024	49.236	*[kWh]*	120,966 *[kWh/t]*
	Werkzeugverschleiß	407.024	68		0,167 *[Stück/t]*
Ausbringen	Material	407.024	31.579	*[t]*	92,2 *[%]*
Endkonservierung	Rostschutzöl	Verfahren wurde eingestellt		*[l]*	0 *[l/t]*
Reinigung/Entfettung	Reinigungsmittel	Verfahren wurde eingestellt		*[kg]*	0 *[kg/t]*
Wärmebehandlung	Gas	492.426	21.938	*[m³]*	44,6 *[m³/t]*
	Elektroenergie	492.426	6.408	*[kWh]*	13,0 *[kWh/t]*

Tabelle 4: Ressourcenverbräuche - neue Ziehbank

Insgesamt konnte eine Reduzierung des spezifischen Energieverbrauchs von 361,2 kWh/t (74,9 %), eine Reduzierung der Beschichtungsmittel in Höhe von 3.504 kg/a (90 %) (Kalk & Salz) realisiert und eine Wassermenge von 2.688 m³/a (99 %) eingespart werden.

Aufgrund der wesentlich besseren Oberflächenausbildung aufgrund der stark reduzierten Beschichtungsdicke kann zukünftig auf einen zusätzlichen Reinigungsschritt in Kombination mit einer Endkonservierung verzichtet werden.

3.2.3 REM-Untersuchung an zwei unterschiedlichen Ziehmittelträger-Systemen

Für den Ziehprozess metallischer Werkstoffe ist es erforderlich, den direkten Reibkontakt zwischen Werkstück und Werkzeug (Ziehstein, Ziehmaterial) zu verhindern. Dies geschieht zum Beispiel dadurch, dass das Werkstück vor dem Einlaufen in das Ziehwerkzeug mit einem Ölfilm benetzt wird. Um den Ölfilm an der metallischen Oberfläche des umzuformenden Werkstückes zu fixieren, bedarf es einer Trägerschicht, die mit der metallischen Oberfläche des Werkstückes eine Bindung eingeht. Je nachdem, wie porös die Trägerschicht ist, kann mehr oder weniger Öl eingelagert werden.

In der Inbetriebnahme- und Einfahrphase der Ziehbank kam ein bisher im Tauchverfahren bzw. Durchziehtauchverfahren eingesetztes und bewährtes Beschichtungsmittel (Ziehmittelträger) zum Einsatz.

Für vergleichende Untersuchungen konventionell im Tauchverfahren beschichteter Oberflächen mit im Durchlauf über die neue Beschichtungsanlage beschichteten Oberflächen wurden spezielle Probenkörper entwickelt. Diese können auf einem Trägerstab aufgeschraubt und so unter Echtbedingungen durch die Beschichtungsanlage durchgefahren werden.

Die Probenkörper können aber auch unter Laborbedingungen tauchbeschichtet werden.

Ergebnisse der laborbeschichteten Proben:

Beschichtungsmittel:	1
Beschichtungszeit:	**2 Minuten**
Oberflächenzustand:	a) gebeizt b) gebeizt und mit Schleifpapier mit 1000er Körnung leicht übergeschliffen

Die nachfolgenden vier Abbildungen beziehen sich auf eine Beschichtungszeit von 2 Minuten.

Auf der gebeizten Probe (Abbildung 24 und 25) bilden sich Beschichtungskeime bevorzugt an den ausgebeizten Korngrenzen (Abbildung 24).

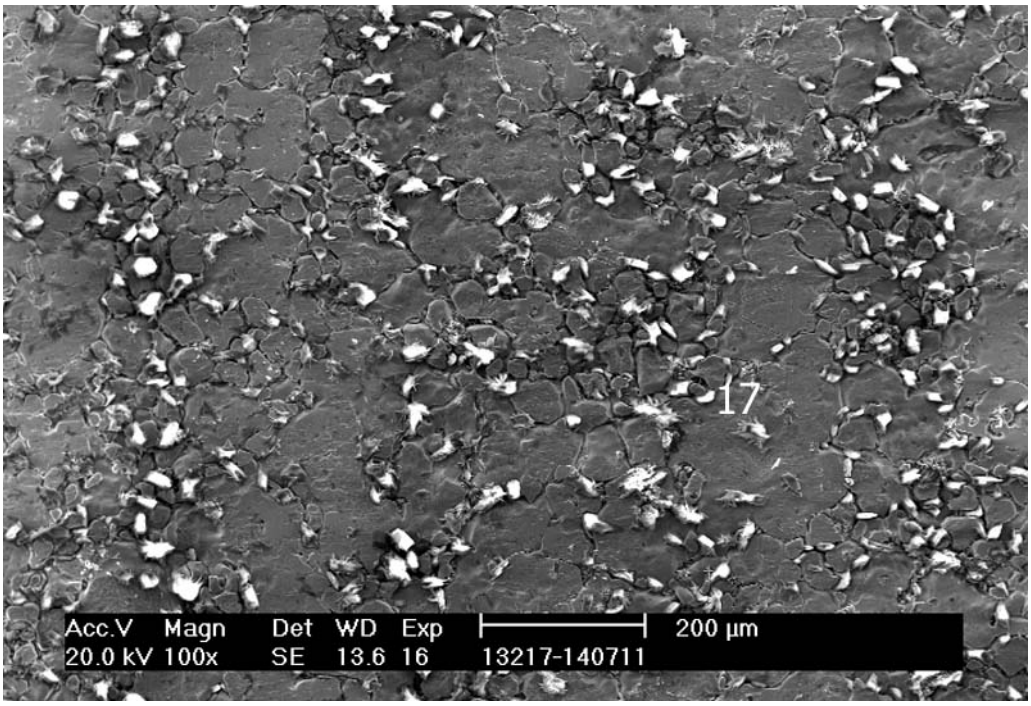

Abbildung 24: Beschichtungskeime an den ausgebeizten Korngrenzen

Neben kompakten „Beschichtungskörnern“ bilden sich feingliedrige „Seeanemonen“-ähnliche Strukturen aus (Abbidlung 25).

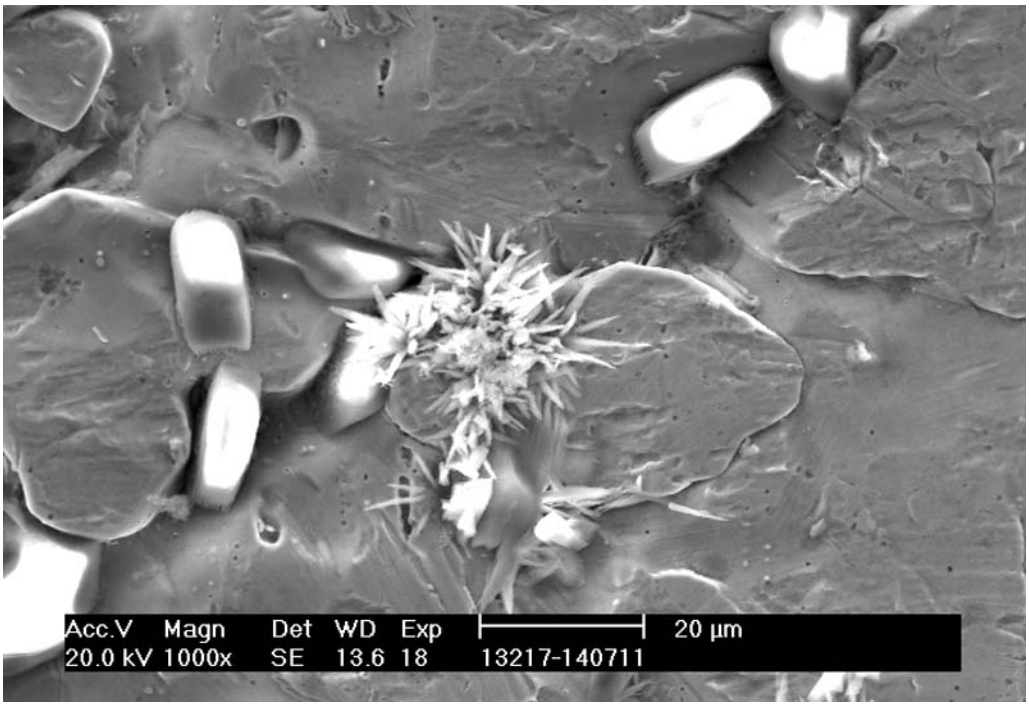

Abbildung 25: kompakte Beschichtungskörner und feingliedrige „Seeanemonen“-ähnliche Struklturen

.

Auf der gebeitzten + geschliffenen Probe (Abbildung 26 und 27) sind die Beschichtungskeime regellos angeordnet (Abbildung 26).

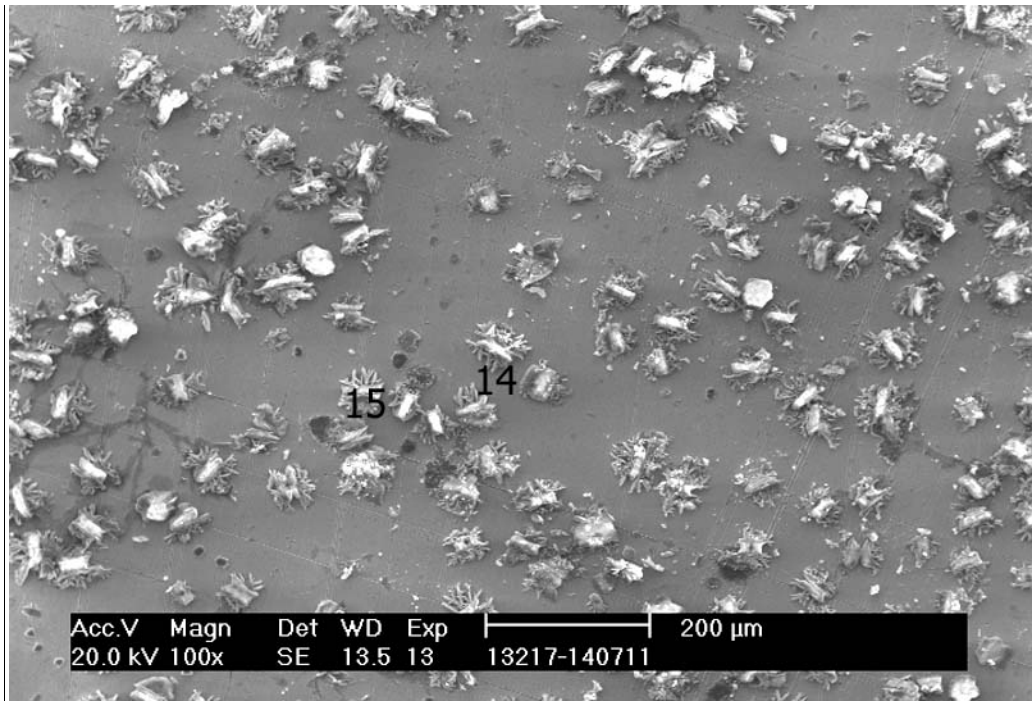

Abbildung 26: Regellose Verteilung der Bechichtungskeime

Die einzelnen Beschichtungskeime sind deutlich größer (bei gleicher Beschichtungszeit), als die der gebeizten Probe (Abbildung 27).

Abbildung 27: Ausbildung grober Keimstrukturen

Die „Seeanemonen“-Grundstruktur ist ansatzweise noch zu erkennen und bildet wohl die Ankeimstruktur für die kompakteren Beschichtungspartikel.

Beschichtungszeit: **10 Minuten**

Die nachfolgenden vier Abbildungen beziehen sich auf eine Beschichtungszeit von 10 Minuten.

Die gebeizte Probe zeigt eine höhere Keimdichte im Vergleich zur 2-Minuten-Probe bei vergleichbarer Keimgröße (Abbidlung 28).

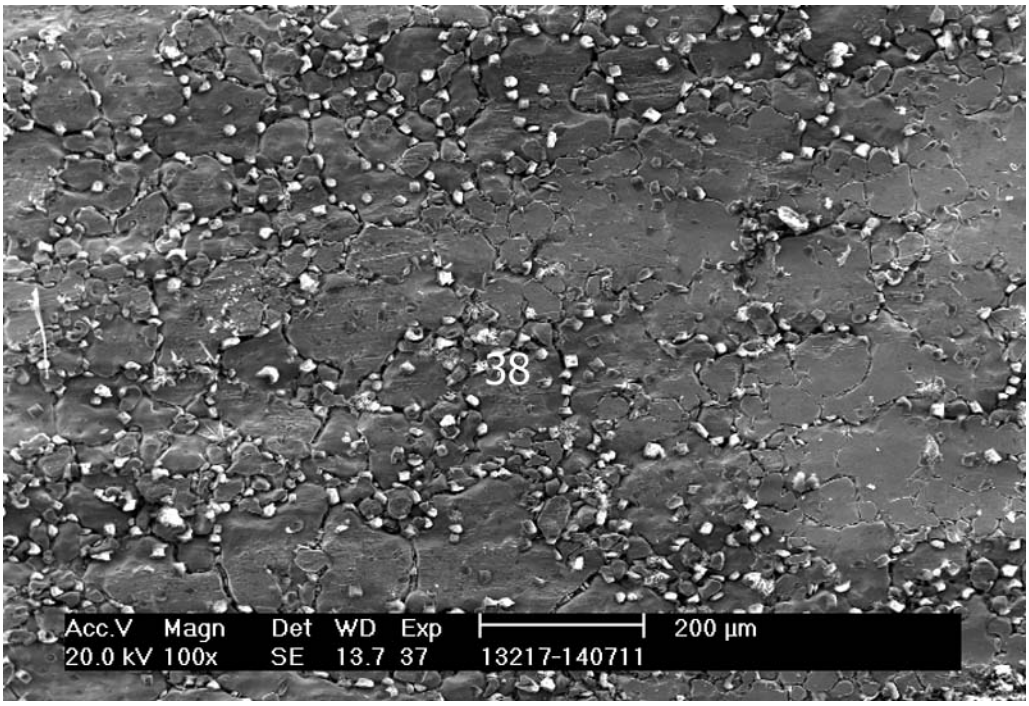

Abbildung 28: Deutlicher Anstieg der Keimdichte

Die Feinstruktur der gebeizten Probe ist ähnlich ausgebildet (Abbildung 29) wie auf der 2-Minuten-Probe.

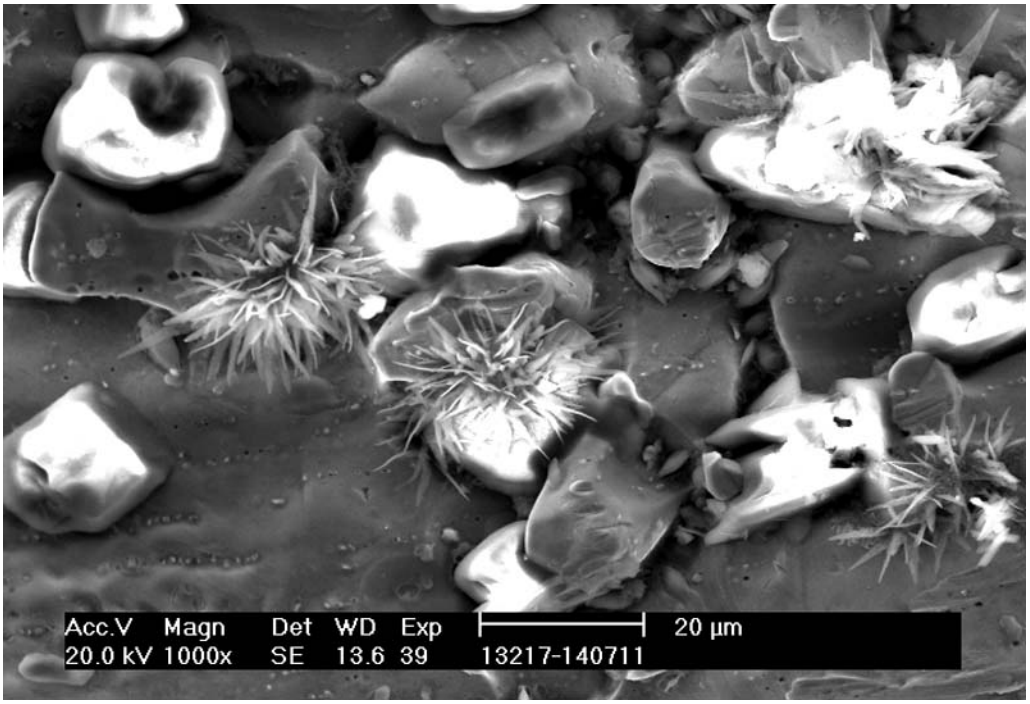

Abbildung 29: Keine Änderung der Feinstruktur

Bei der geschliffenen Probe lässt sich nach 10-Minuten-Beschichtungszeit ein Morphologiewandel feststellen (Abbildung 30).

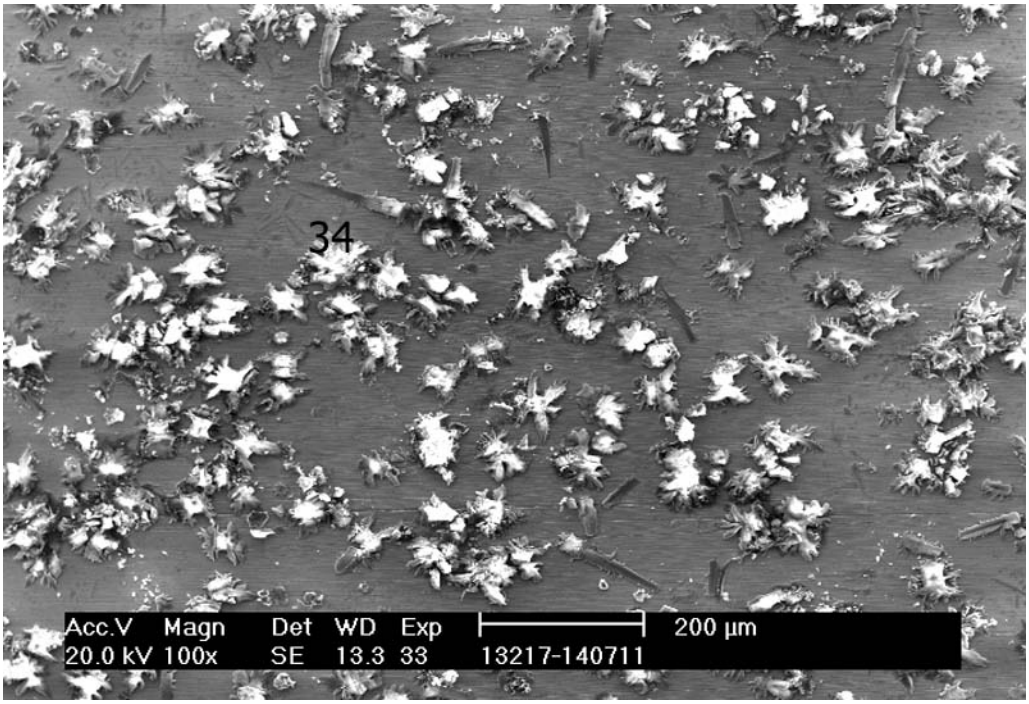

Abbildung 30: Ausbidlung grober Feinstrukturen mit Morphologiewandel

Der Bedeckungsgrad der Oberfläche ist höher und die einzelnen Beschichtungskeime fangen an, sich untereinander zu vernetzen (Abbildung 31).

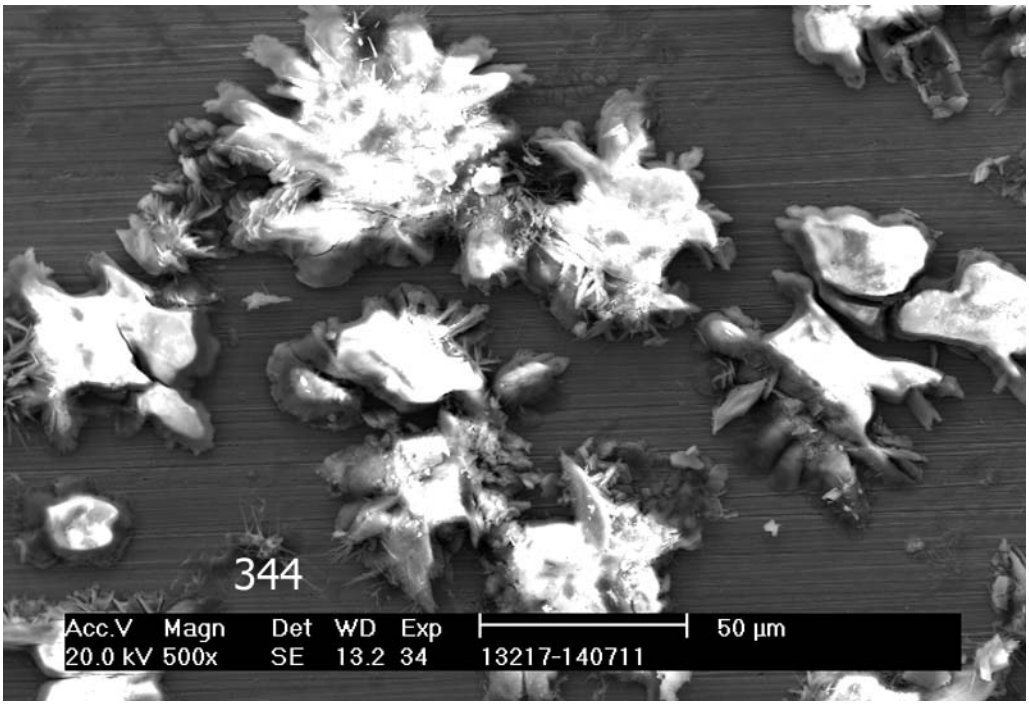

Abbildung 31: Beginnende Vernetzung der Einzelkeime

Ergebnisse der In-Line-Sprühbeschichtung mit Beschichtungsmittel 1

ca.10%ige Lösung; Verweildauer in der Sprühkammer ca. 2 Sekunden; Stabtemp. ca. 60° C.

Es wurden mehrere Proben über die Stablänge untersucht. Die Abbildungen 32 – 34 beschreiben den sich einstellnden Zusatand bei den zuvor genannten Parametern.

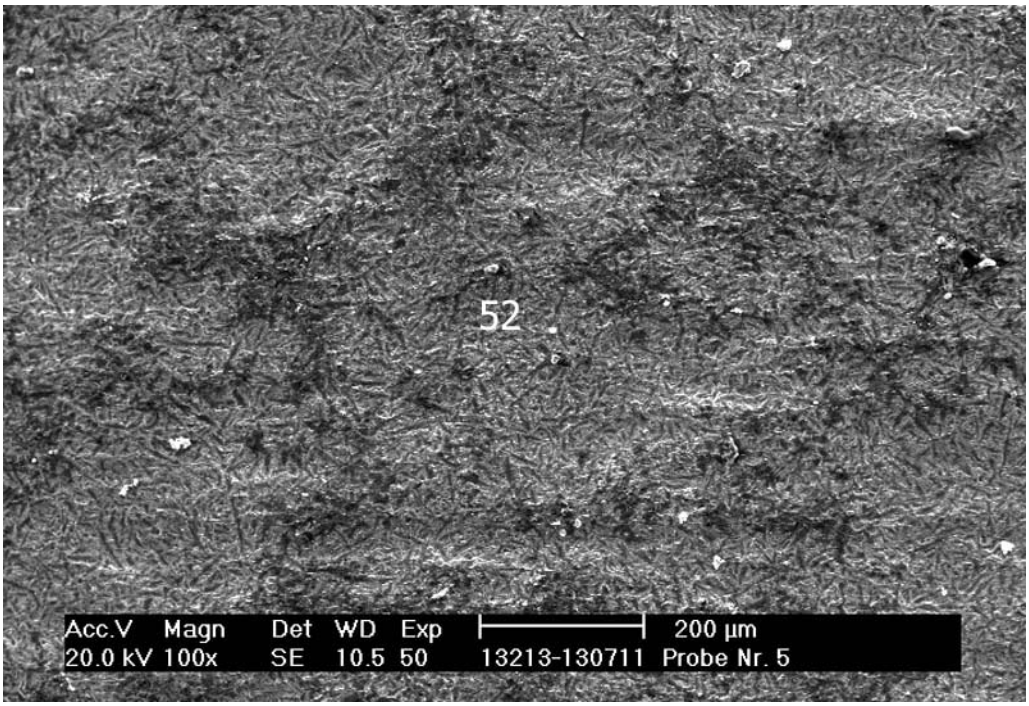

Abbildung 32: 100 % vernezte Beschichtungsschicht

Abbildung 32 zeigt in der Übersicht einen komplett anderen Oberflächenzustand im Vergleich zur tauchbeschichteten, gebeizten Referenzprobe (Abildung. 25 und 30). Trotz der wesentlich kürzeren Beschichtungszeit ist an der durchlaufbeschichteten Probe ein 100%iger Bedeckungsgrad erzielt worden und Einzelkeime sind nicht erkennbar (Abbildung 33)

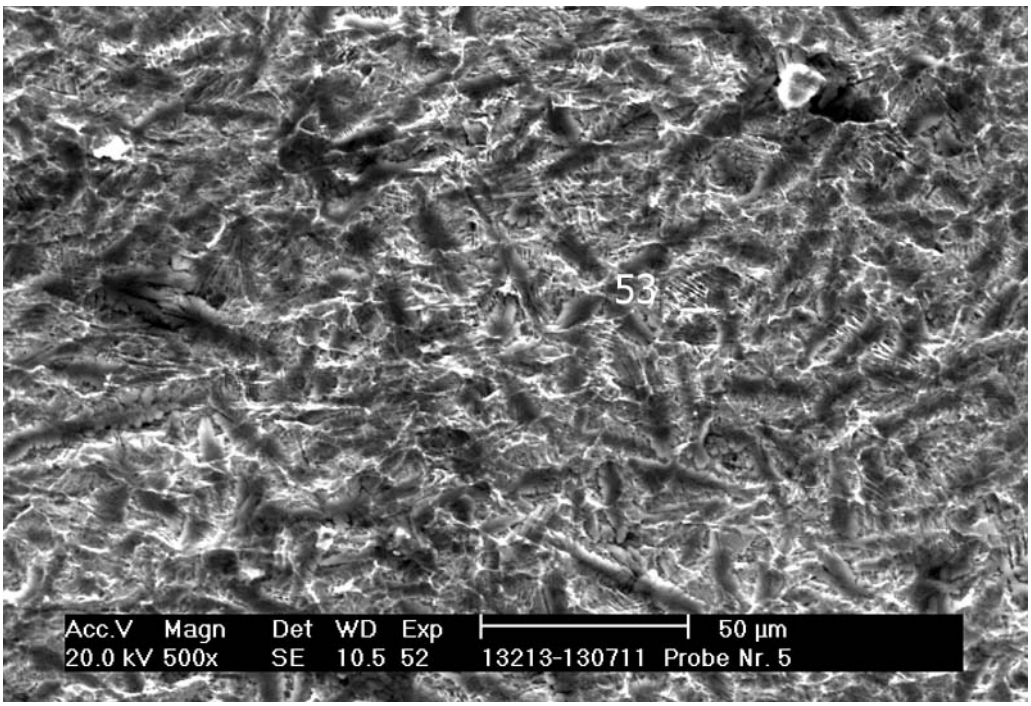

Abbildung 33: Keine Einzelkeime erkennbar

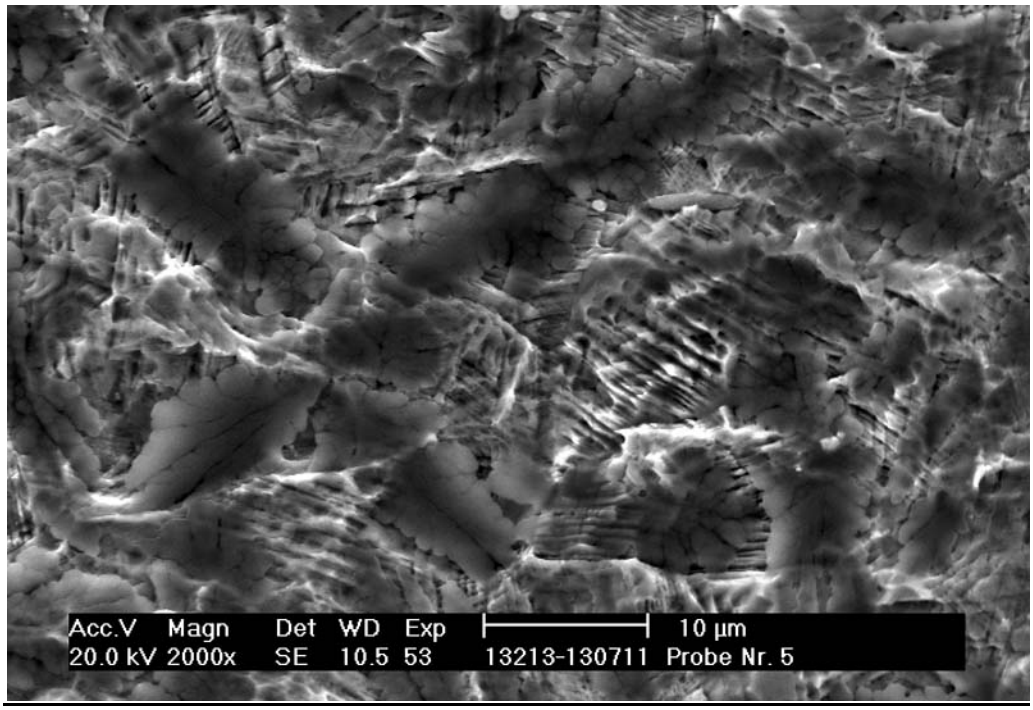

Abbildung 34: Morphologiewandel im Vergeleich zur Tauchbeschichtung

Abbildung 34 lässt erkennen, dass die Morphologie der Durchlaufbeschichtung sich deutlich von der Tauchbeschichtung unterscheidet. Neben einer dendritenförmigen Struktur findet man eine „Stapelstruktur“.

Diese beiden Grundstrukturen bilden ein dicht verwobenes Netzwerk aus, in das sich das Ziehöl gut einlagern lässt.

Bemerkenswert ist der kompakte, dichte Schichtaufbau, der sich innerhalb kürzester Zeit ausbildet. Ein derartiges Verhalten war nach den Laborversuchen (Tauchbeschichtung) nicht zu erwarten.

Die Schichtdicke selbst konnte nicht ermittelt werden, da die Schicht selbst für eine metallografische Präparation zu empfindlich ist.

Beschichtungsmittel 2 Laborversuch

Um die Verwendbarkeit umweltfreundlicherer Beschichtungen zu erproben, wurde ein boraxfreier Beschichtungsträger eingesetzt und erste Proben im Labor(tauch)versuch beschichtet.

Ergebnisse der laborbeschichteten Proben:

Beschichtungsmittel:	2
Beschichtungszeit:	**2 Minuten**
Oberflächenzustand:	gebeizt

Die Ergebnisse aus dem Laborversuch zeigen ein gänzlich unterschiedliches Abscheidungs(aufwachs)verhalten im Vergleich zur ersten boraxhaltigen Beschichtung.

Die Abbildung 35 zeigt in der Übersicht eine in sich gänzlich geschlossene Schicht, die abgesehen von einigen Schrumpfrissen die Oberfläche vollständig bedeckt.

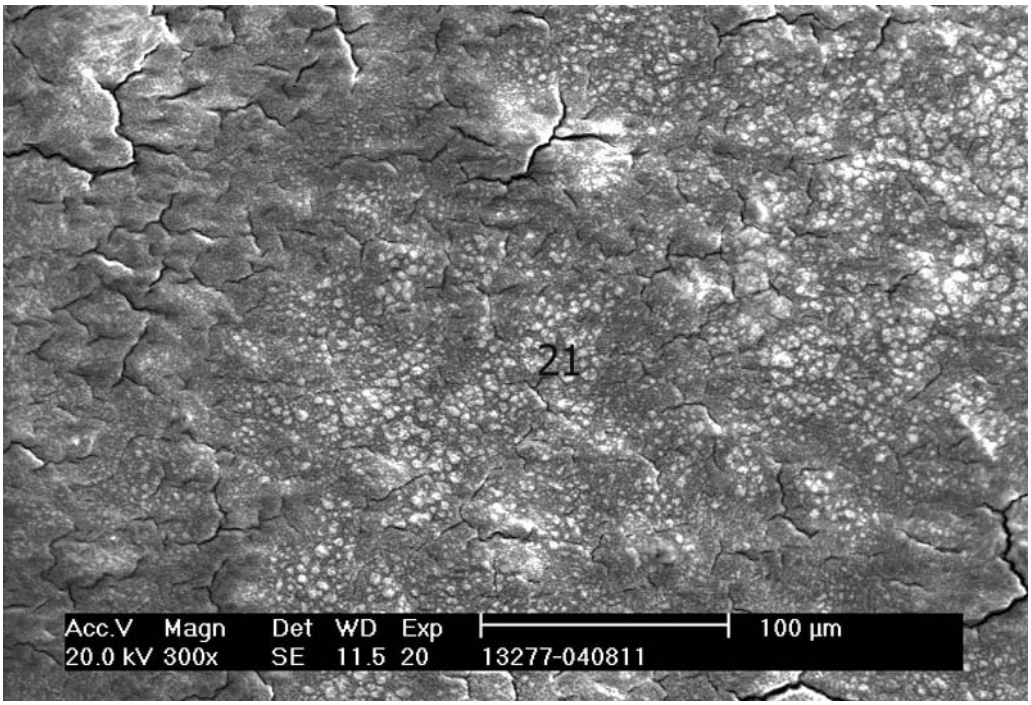

Abbildung 35: Ausbildung einer kompakten, geschlossenen Schicht

Bei höherer Vergrößerung erkennt man, dass die zunächst dicht erscheinende Schicht von einem Wabennetzwerk durchzogen ist (Abbildung 36 und 37).

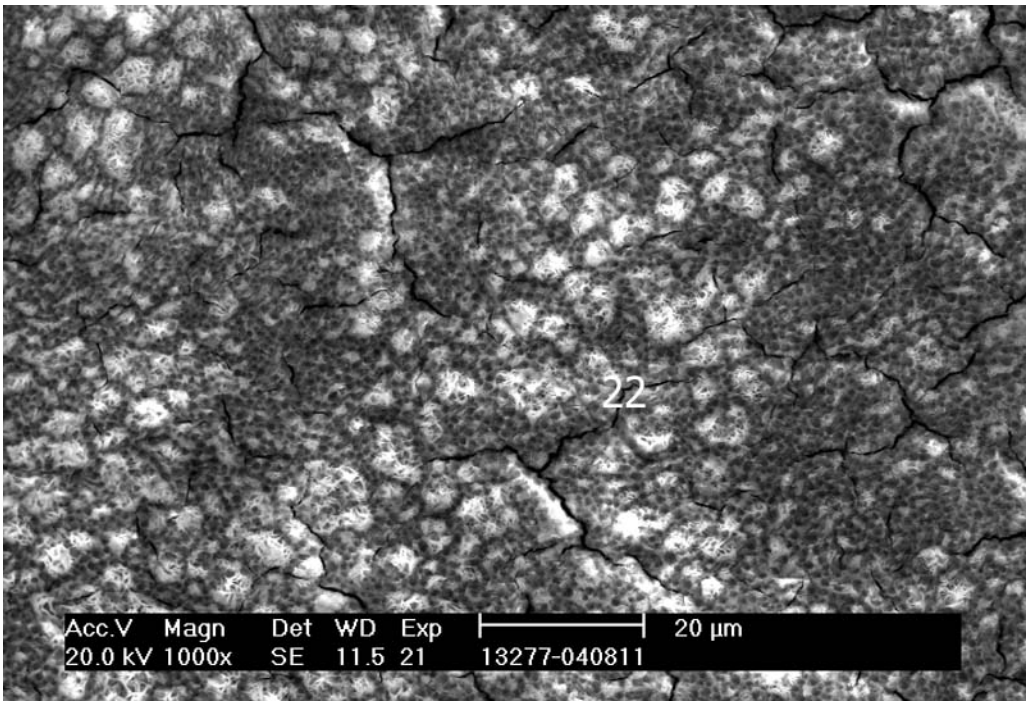

Abbildung 36: Ausbildung einer kompakten, gesschlossenen Schicht mit Feinwabenstruktur

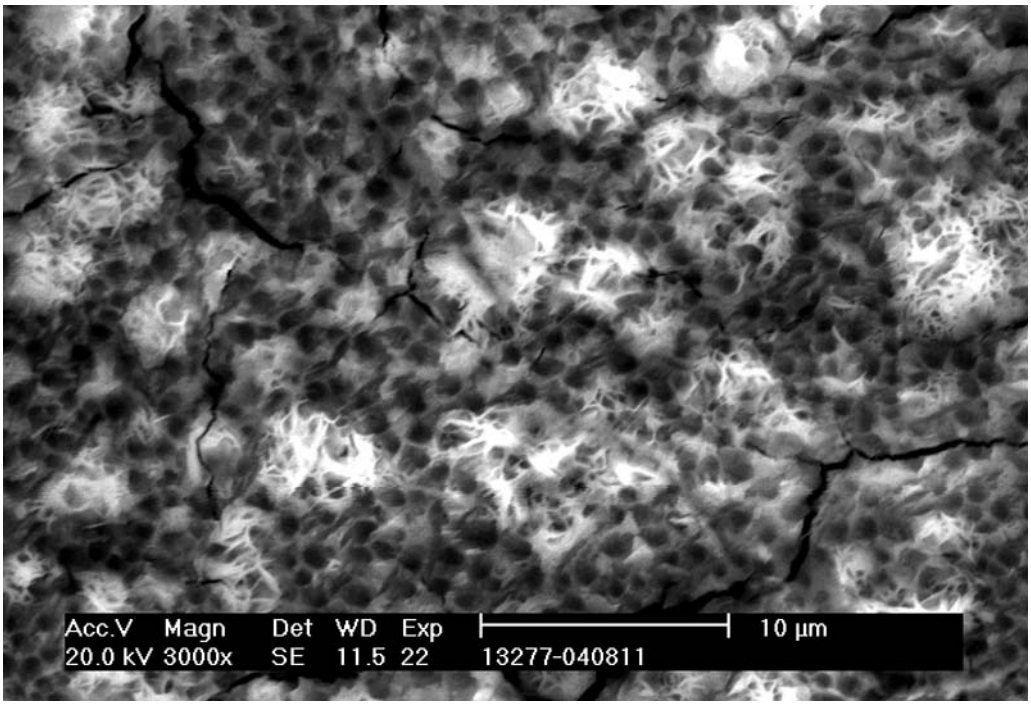

Abbildung 37: Ausbildung einer kompakten, gesschlossenen Schicht mit Feinwabenstruktur

Diese unzähligen Kavernen sollten ein idealer Auffangbehälter für das eingesetzte Ziehöl sein und zu einem noch besseren Ziehverhalten bei der Umformung führen. Um dies zu bestätigen sind jedoch noch eingehende Betriebserprobungen erforderlich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit der Sprühbeschichtungstechnik wesentlich gleichmäßigere und dünnere Beschichtungen realisiert werden können.

Dies hat einen wesentlich positiveren Einfluß auf die Oberfläche des umgeformten Materials als im Vorfeld der Projektrealisierung erwartet wurde.

Hieraus ergeben sich für den Weiterverarbeiter zusätzliche positive Effekte (keine oder wesentlich geringere Nacharbeiten durch Zerspanung).

3.3 Umweltbilanz

1. Die Umweltbilanz wird im wesentlichen geprägt von einer deutlichen Energie- und Ressourceneinsparung im Beschichtungsprozess. In der Tabelle 5 sind die Planwerte bei Antragstellung und die tatsächlich gemessenen Einsparungen zusammengefasst:

	Plan-Werte lt. Antrag	Tatsächlich gemessene Einsparung
Primärenergieeinsparung (Erdgas)	125.289 m³/a	126.572 m³/a (1.720 MWh/a)
Ziehmittelträger (Kalk & Salz)	Prognose war nicht möglich	3.504 kg/a
Spülwasser des Beschichtungsbeckens	Prognose war nicht möglich	2.688 m³/a

Tabelle 5: Ressourceneinsparung Beschichtung

2. Die neue Ziehanlage reduziert den verfahrensbedingten Ausschuss auf ein Minimum. Hierdurch kann eine wesentlich höhere Ausbringung erzielt werden. Zusätzlich werden mechanische Vorbearbeitungsschritte eingespart. Hier konnte schon in der sehr ausschussintensiven Anlaufphase der neuen Ziehanlage die Ausbringung auf 92,2 % zum Materialinput gesteigert werden. Eine kontinuierliche Ausbringung von anvisierten 94,5 % erscheint damit sehr realistisch. Damit können folgende Materialeinsparungen in 2011 erreicht werden: Die Tabelle 6 fasst die Ergebnisse zusammen:

		Messprogramm	**aktueller Stand**	**Prognose**
	Alt	**Neu**	**Neu**	**Neu**
Durchsatzmenge der Ziehbank:	4.200 t/a	4.200 t/a	4.200 t/a	4200t/a
Gutanteil:	3.845 t/a	3.872,4 t/a	3.948 t/a	3969t/a
Ausbringungsgrad	**91,6 %**	**92,2 %**	94 %	94,5%*
Schrottanfall:	355 t/a	327,6 t/a	252 t/a	231t/a
Materialeinsparung:		**-28,4 t/a**	**-103 t/a**	**-124t/a**

Tabelle 6: Materialeinsparung neue versus alte Ziehanlage

*Anmerkung:

Die angestrebte Ausbringung von 94,5 % konnte zum Zeitpunkt Messprogramm SOLL noch nicht durchgängig erreicht werden. Grund dafür waren einzelne technische und technologische

Unzulänglichkeiten, die unvorhergesehenerweise in den Zeitraum der Messperiode fielen. Eine nennenswerte größere Störung war ein Getriebedefekt in KW 12/2011 das Getriebe wurde wieder instandgesetzt.Es ist nicht davon auszugehen,dass sich ein derartiger Schaden kurzfristig wiederholt. Die volle Auslastung der Ziehbank mit einem monatlichen Durchsatz von 350 t soll erstmalig im 4. Quartal 2011 erreicht werden.

3. Die alte Ziehanlage machte die mechanische Vorbehandlung der Stahlprofile notwendig, insbesondere bei Geometrien deren Dicke unter 16 mm lag. Hierbei wurden die Enden der Profile an das Ziehwerkzeug durch Warm-Anwalzen der Ziehspitze/ Ziehangel oder spanende Bearbeitung der Ziehangel (Abb. 5 und 6) angepasst. Dieser Vorgang beinhaltet vier metallbearbeitenden Schritte und ist das sogenannte „Anspitzen“:
   - einen Fräsprozess
   - eine lokale Energieeinbringung
   - einen Walzprozess
   - und einen Schneidprozess

   Insgesamt haben alle Teilprozesse im Durchschnitt eine Leistungsaufnahme von 22,5 kW (Messprogramm). Auf Basis der Bearbeitungsmengen während des Messprogramms wurden 45 Tonnen Material bei einer Bearbeitungszeit von 181 Stunden angespitzt. Dies entspricht einem Energieeinsatz von 4.074 kWh über die vier Teilprozesse. Extrapoliert auf die Jahrestonnage von 4.200 Tonnen bedeutet dies bei einem Anteil von 11,1 % des dünnen Materials (<16 mm) eine Energieeinsparung von 42.037 kWh. Dazu müssen diese Enden auch nicht mehr gebeizt und wärmebehandelt werden. Hieraus ergibt sich zudem eine weitere Energieeinsparung von 17.787 kWh. Damit insgesamt bei der Vermeidung von allen Vorbearbeitungsschritten eine Energieeinsparung von 42.037 + 17.787 = **59.824 kWh.**

   Wie die nachfolgende Abbildung 38 zeigt, kann das Werkstück ohne mechanische Vorbearbeitung mit einem auf ein Minimum reduzierten Zangenbiss gezogen werden. Dies führt zu einer deutlichen Verbesserung des Materialausbringens. Auch bei Abmessungen größer 16 mm wirkt sich daher der verkürzte Zangenbiss positiv auf das Ausbringen aus.

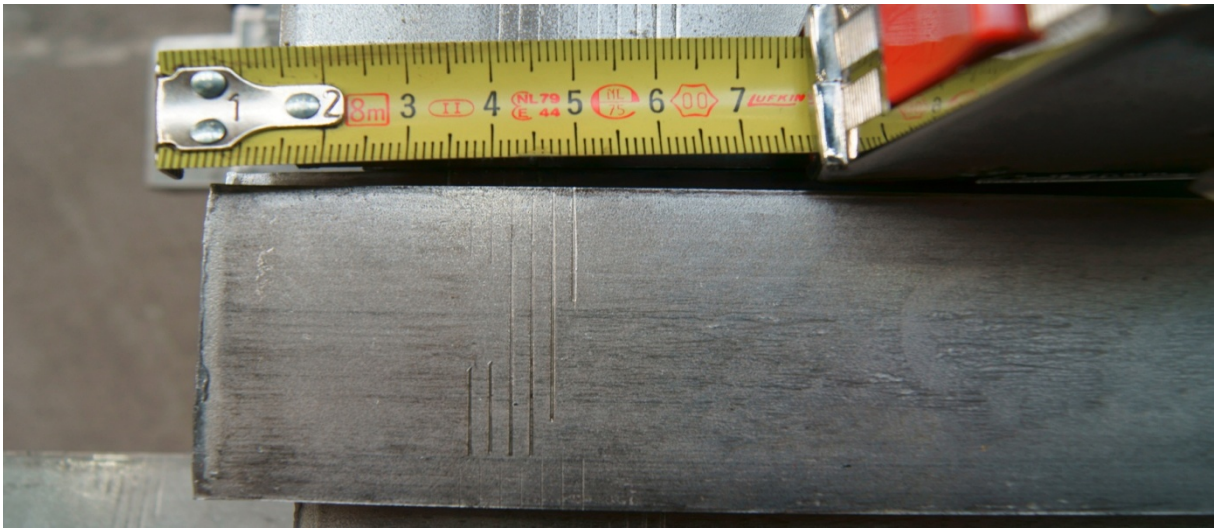

Abbildung 38: Unbearbeitetes Stabende/ Einstoßende nach dem Ziehen. ca. 5cm Entfall durch Zangenbiss

4. Die Energieeinsparung durch die Vermeidung von Wärmebehandlungen kleinlosiger Ware wurde mit **14.011 m³/a** Erdgas berechnet. Dies ist im wesentlichen ein ablauforganisatorischer Effekt: Durch den neuen effizienteren und effektiveren Ziehprozess mit höherer Ausbringung und damit kürzeren Durchlaufzeiten konnte die durchschnittliche Glühcharge der nachfolgenden Wärmebehandlung von 9.194 kg auf 10.233 kg um 1.040 kg

erhöht werden. Die Ausnutzung des Ofenvolumens konnte somit um mehr als 10 % gesteigert werden, was automatisch weniger Wärmebehandlungen auf Basis der Jahrestonnage notwendig macht.

5. Sonstige Effekte: Durch die Einführung eines umweltfreundlichen und boraxfreien Ziehöls konnten die Anforderungen der EU-Gefahrstoffverordnung übertroffen werden.

Prozessenergie:

Die Einsparung der Prozessenergie prägt den Gesamterfolg des Projektes, der bei 3/4 des früheren Energieaufwandes liegt und sich folgendermaßen dargestellt. Hier wird noch einmal deutlich, wieviel Einsparpotenziale in industriellen Prozessen vorhanden sind. Der Kalkulation liegt ein Brennwert des Erdgases von 13,59 kWh/m³ zugrunde:

	Spez. Energieverbauch [kWh/t]
Beschichtung – ALT, Erdgas	440,06
Endenbearbeitung – ALT, Strom	15,31
Ziehanlage – ALT, Strom	26,8
Energieverbrauch Ziehprozess– Alt, gesamt	**482,17**

Energieverbrauch Ziehprozess – NEU, Strom gesamt	**120,97**

Energieeinsparung	**74,9 %**

Tabelle 7: Gesamte Energieeinsparung ALT - NEU

Damit ergibt sich folgendes CO_2- Jahreseinsparpotenzial:

	Messprogramm: Ausbringung 92,2 % Neu-Anlage	Aktuelle Ausbringung der Neu-Anlage: 94%	Prognose der Ausbringung der Neu-Anlage: 94,5 %
	CO_2 – Äquivalent [kg]	**CO_2 – Äquivalent [kg]**	**CO_2 – Äquivalent [kg]**
Primärenergieeinsparung: (Erdgas, 126.572 m³/a bei 13,59 kWh/m³ und 202 g CO_2/ kWh)	-347.462,9	-347.462,9	-347.462,9
Materialeinsparung: Stahl (28,4 t, 103 t, 124 t) ,Probas mit 0,537 kg CO_2/kg Stahl)	-15.250,8	-55.311	-66.588
Ziehmittelträgereinsparung: (3.504 kg/a, Probas: 616 g CO_2/kg anorg.Chemikalien)	-2.158,5	-2.158,5	-2.158,5
Vermeidung vom „Anspitzprozess“ dadurch Stromeinsparung von 59.824 kWh/a, Strom, 617 g CO_2/kWh)	-36.911,4	-36.911,4	-36.911,4
Einsparung kleinlosige Wärmebehandlung (Erdgas, 14.011 m³/a bei 13,59 kWh/m³ und 202 g CO_2/ kWh)	-38.462,7	-38.462,7	-38.462,7
Zusatzenergieaufwand der neuen Ziehanlage (367.938 kWh, Strom, 617 g CO_2/kWh) s.o.	+227.017,7	+227.017,7	+227.017,7
Ersparnis:	**213.228,60**	**253.288,80**	**264.565,80**

Tabelle 8: CO_2-Bilanz

Bei den Walzwerken Einsal wird der eingesetzte Strom mit 15 – 20 % aus der eigenen Wasserkraftanlage und mit 80 – 85 % aus dem Bezug von Grünstrom von der Clean Energy Sourcing GmbH, Leipzig gedeckt. Unter diesen Voraussetzungen können bei einer Ausbringung von 94,5 % insgesamt 454,3 t/a CO_2 eingespart werden.

3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Für die Wirtschaftlichkeitsanalyse wurden vor Start des Projekts folgende Einsparpotentiale prognostiziert:

Energieeinsparung:	52.000 €/a
Einsparung Instandhaltungskosten	50.000 €/a
Einsparung Personalkosten	140.000 €/a
Einsparung Materialentfall	150.000 €/a
Summe	**392.000 €/a**

Nach Durchführung des Projektes haben sich tatsächlich, unter Berücksichtigung der durchgesetzten Tonage 977 t/Quartal bei der Ist-Messung, nachfolgende Werte ergeben:

Energieeinsparung:		27.831 €/a
Einsparung Instandhaltungskosten		50.000 €/a
Einsparung Personalkosten		140.000 €/a
Einsparung Material	bei Ausbringung 92,2 %	52.540 €/a
	bei Ausbringung 94,0 %	190.500 €/a
	bei Ausbringung 94,5 %	229.400 €/a
Summe	bei Ausbringung 92,2 %	**270.371 €/a**
	bei Ausbringung 94,0 %	**408.331 €/a**
	bei Ausbringung 94,5 %	**447.231 €/a**

Der berechneten Energieeinsparung liegen nachfolgende Preise zugrunde:

Strompreis 2011nach Erstattung der Stromsteuer:	10,5 ct/kWh
Erdgas 2011 nach Erstattung der Energiesteuer:	3,5 ct/kWh

Den Energiekosten im Alt-Zustand in Höhe von:

977 t/Quartal x 4 Quartale x 440,06 kWh/t Erdgas x 3,5 ct/kWh =	60.191,41 €
977 t/Quartal X 4 Quartale x 26,8 kWh/t Strom x 10,5 ct/kWh =	10.997,11 €
977 t/Quartal X 4 Quartale x 15,31 kWh/t Strom x 10,5 ct/kWh=	6.281,52 €
Summe:	77.470,04 €

stehen Energiekosten im Neu-Zustand in Höhe von:

977 t/Quartal X 4 Quartale x 120,97 kWh/t Strom x 10,5 ct/kWh = 49.638,83 €

gegenüber.

Zu den aktuellen Marktpreisen errechnet sich eine Einsparung von 27.831,21 €

Bei den Personal- und Instandhaltungskosten lassen sich gegenwärtig keine Kostenverschiebungen feststellen.

Der Stahlpreis für die Bewertung des geringeren Entfalls in Höhe von 28,4 t/a, 103 t/a und 124 t/a ist ein Durchschnittswert aus verschiedenen Güten und Bearbeitungszuständen. Unsere Standardgüte könnte aufgrund der großen Mengenanteile und einer „mittleren“ Preislage diesem Durchschnitt in etwa entsprechen.

Ø-Preis Rohmaterial	2,70 €/kg
Ø-Anarbeitungskosten (Warmwalzen; Beizen usw.)	0,60 €/kg
	3,30 €/kg
./. Ø-Schrotterlös	1,45 €/kg
	1,85 €/kg

Die Materialkosteneinsparung berechnet sich wie folgt:

Ausbringung (92.2 %): 28.400 kg/a x 1,85 €/kg=	52.540 €/a
Ausbringung (94,0 %): 103.000 kg/a x 1,85 €/kg=	190.500 €/a
Ausbringung (94,5 %): 124.000 kg/a x 1,85 €/kg =	229.400 €/a

Im Bereich Instandhaltung und Personal stellt sich insgesamt ein Produktivitätsgewinn in Höhe von 190.000 € ein

Anschaffungskosten:

Die geplanten Anschaffungskosten wurden geringfügig um 3.741 € überschritten und betragen 2.497.290 €

Unter der Berücksichtigung dieser Werte stellt sich die Amortisationsrechnung für das Projekt im Vorher-/Nachher-Vergleich wie folgt dar:

Amortisationsrechnung (Kapitalrückfluss-, Pay back Methode)

	Planwerte lt. Antrag-stellung	Neu (Ausbringung 92, 7 %)	Neu (Ausbringung 94,0 %)	Neu (Ausbringung 94,5 %)
Anschaffungskosten [€]:	2.493.549	2.497.290	2.497.290	2.497.290
Restwert [€]:	24.930	24.973	24.973	24.973
Nutzungsdauer [a]:	10	10	10	10
Kalkulatorischer Zins [%]:	5	5	5	5
Kalkulatorische Abschreibung [€]:	246.862	247.232	247.232	247.232
Jährliche Betriebsstoffeinsparung [€]:	52.000	27.831	27.831	27.831
Saldo Instandhaltung [€]:	-50.000	-50.000	-50.000	-50.000
Saldo Personal [€]:	-140.000	-140.000	-140.000	-140.000
Saldo Material [€]:	-150.000	-52.540	-190.500	-229.400
Kapitalkosten [€]:	**309.824**	**310.288**	**310.288**	**310.288**
Jährliche Kosteneinsparung:	82.176	-39.917	98.043	136.943
Amortisationszeit [a]:	**7,6**	**12,0**	**7,2**	**6,5**

Tabelle 9: Vergleichende Übersicht Amortisationszeiten

Die Amortisationszeit berechnet sich jeweils wie folgt:

Ausbringung 92,7 %: (2.497.290 € - 24.973 €) / (-39.917 € + 247.232 €) = 12 Jahre
Ausbringung 94,0 %: (2.497.290 € - 24.973 €) / (98.043 € + 247.232 €) = 7,2 Jahre
Ausbringung 94,5 %: (2.497.290 € - 24.973 €) / (136.343 € + 247.232 €) = 6,5 Jahre

3.5 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

Konventionelle Verfahren arbeiten nicht mit einer Kombination aus induktiver Materialerwärmung mit einer Durchlaufbeschichtungslinie und einer mit einer speziellen angepassten Einstoßvorrichtung ausgestatteten Ziehbank mit hoher Steifigkeit. Mit dieser Anordnung lässt sich, im Vergleich zu dem konventionellen Prozessablauf, ein nahezu vollautomatischer Ziehablauf realisieren.

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Bei der Inbetriebnahme der Anlagentechnik wurde deutlich, dass Änderungen im Bereich Mechanik und Steuerung vorgenommen werden mussten.

- Zum sicheren automatisierten Einleiten der Ziehprodukte in die Ziehmatritze musste ein Zentriervorrichtung konstruiert, gefertigt, in die Anlage eingebaut und in die Anlagensteuerung integriert werden.
- Die Rücklaufleitung für das Ziehöl musste geändert werden. Hier mussten Entlüftungsleitungen nachgerüstet werden.
- Die Werkzeugwechsel – Vorrichtung hatte einen konstruktiven Mangel, der eine Nachbesserung erforderlich machte.
- Die Anlagensteuerung wurde vor Ort entsprechend den technologischen Anforderungen entwickelt, angepasst und optimiert.
- Bei der Lieferung der Sicherheitstechnik (Sicherheitszäune, Verriegelungen, Lichtschranken, Schaltern etc.) kam es zu Verzögerungen.
- Eingebaute Sensorik arbeitete unzuverlässig, dadurch kam es zu Unzulänglichkeiten bei der Bedienung der Anlage und der automatischen Steuerung der miteinander verketteten Einzelkomponenten der Gesamtanlage.

Durch regelmäßige Besprechungen der beteiligten Firmen konnten o.g. Probleme beseitigt werden.

4.2 Modellcharakter

Der Modellcharakter ist darin begründet, dass das Anlagenkonzept auf diverse Ziehprozesse übertragen werden kann. Produktspezifische Anlagenmodifikationen müssen im Einzelfall vom jeweiligen Anwender entwickelt und angepasst werden.

Nachdem die Anlage mittlerweile in den Regelbetrieb übergegangen ist, gilt es nun die mit Standardprodukten erarbeiteten Ergebnisse (Energieeffizienz, Minimaleinsatz von Ziehhilfsmitteln, höhere Kaltumformgrade verbesserte Umformung schwer umformbarer Werkstoffe) auf ein breites Produktspektrum zu übertragen.

Die branchenspezifische Kommunikation dieses erfolgreichen Vorhabens soll zum einen über unsere Kunden erfolgen. Wir beabsichtigen darüber hinaus eine Ansprache des Verbandes (Edelstahl-Handels-Vereinigung) sowie der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei. Zudem ist geplant, einen Beitrag in den Fachzeitschriften Umformtechnik, Draht und der englischsprachigen Wire des Meisenbach Verlags zu berichten. Zugleich wollen wir dieses Beispiel zusammen mit der Effizienz-Agentur NRW in der Loseblattsammlung veröffentlichen.

Gerade die Kommunikation einer umweltfreundlichen Technologie ist geeignet, die Standards innerhalb der Branche zugunsten energieeffizienter Verfahren zu verbessern.

4.3 Zusammenfassung

Durch die erstmalige Kombination von induktiver Materialerwärmung mit einer Durchlaufbeschichtungslinie und einer mit einer speziellen angepassten Einstoßvorrichtung ausgestatteten Ziehbank mit hoher Steifigkeit konnte nachgewiesen werden, dass zum einen deutlich energieeffizienter und ressourceneffizienter gefertigt werden kann.

Zum anderen ist der Nachweis erbracht worden, dass auch noch positive Effekte auf die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften der eingesetzten Werkstoffe erzielt werden können.

Allein die Möglichkeit, höhere Umformgrade im Einzelumformschritt zu realisieren, eröffnet die Chance, Produktoberflächen zu erzeugen, die eine aufwändige Nachbearbeitung (z. B. Schleifen, Richtpolieren o. ä.) überflüssig machen oder auf ein Minimum reduzieren.

Weiterhin können mit dieser Konzeption Werkstoffe „kalt“ umgeformt werden, die bisher nur zerspanend formgebend bearbeitet werden konnten.

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden über ein jeweils dreimonatiges Messprogramm ermittelt, welches ressourcenrelevanten Daten im bestehenden Fertigungsprozess und im neuen Verfahren erhoben hat.

Die neue Ziehanlage steigert die Produktivität und die Verarbeitungsvarianten (neue Werkstoffe, kleinere Geometrien) deutlich. Dies hat zur Folge, dass in der zunehmend flexibleren Auftragsfertigung alle Mitarbeiter einen höheres Qualifizierungsniveau erreichen werden und damit die Arbeitsplätze an Attraktivität gewinnen. Darüber hinaus wurde durch die Abschaffung der ressourcenintensiven Beschichtung die Luft- und Lärmbelastung am Arbeitsplatz erheblich reduziert.

Die wesentlichen Umwelteffekte ergeben sich aus der Einsparung

- von Primärenergie in Höhe von 126.572 m^3/a Erdgas im Beschichtungsprozess,
- von Beschichtungsmitteln Kalk und Salz in Höhe von 3.504 kg/a (90 %),
- von Spülwasser des Beschichtungsbeckens in Höhe von 2.688 m^3/a (99 %),
- aus der Vermeidung von mechanischen Vorbearbeitungsschritten (Materialeinsparung 124 t/a) und der damit verbundene Energieeinsparung von 59.824 kWh/a Strom durch die entfallene Zerspanung der Ziehangel.
- aus der Einsparung von Primärenergie 14.011 m^3/a Erdgas durch die Vermeidung von kleinlosiger Wärmebehandlung,
- aus dem Einsatz umweltfreundlicher boraxfreier Beschichtungsmittel
- aus der jährlichen Einsparung von 264,6 Tonnen CO_2 -Äquivalenten

Der ursprünglich budgetierte Investitionsansatz in Höhe von 2.493.549,00 € wurde für das Projekt nur unwesentlich durch die tatsächlichen Kosten in Höhe von 2.497.290,39 € überschritten. Die im Bericht dargestellten über der Planung liegenden Einsparmöglichkeiten (55.231 €) stehen dieser Überschreitung aber positiv entgegen.

Die von uns errechnete Amortisationszeit für die innovative Technik konnte von 7,6 Jahren bei der Planung auf aktuell 7,2 Jahre (Ausbringung 94,0 %) reduziert werden. Bei Erreichen des Prognosewertes (Ausbringung 94,5 %) reduziert diese sich weiter auf 6,5 Jahre. Dieses Ergebnis untermauert die Sinnhaftigkeit dieser Zukunftsinvestition für unser Unternehmen.

Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme der innovativen Ziehanlage ist der erstmalige großtechnische Einsatz dieser Technik in der Bundesrepublik Deutschland realisiert worden. Das Anlagenkonzept ist auf die Mehrzahl aller Umformbetriebe weltweit übertragbar.

Die neue Anlagentechnik kann, selbstverständlich nach vorheriger Terminvereinbarung, bei uns in Nachrodt besichtigt werden. Die Anspechpartner sind Herr Dr. Klaus Braag und Herr Gudra.