

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Neuartiges Kühlkonzept einer Profilkühlung

20262

Fördernehmer/-in:

Gerhardi Alutechnik GmbH & Co. KG

Umweltbereich

Integrierter Umweltschutz, Klimaschutz, Energie

Laufzeit des Vorhabens

12.07.2013 – 31.05.2015

Autoren

Edgar Arens

Daniela Derißen, Marcus Lodde

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

Datum der Erstellung

16.06.2015

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA	Vorhaben-Nr. 20262
Titel des Vorhabens / Report Title Neuartiges Kühlkonzept einer Profilkühlung Innovative cooling concept in a section cooling system	
Autor(en), Name(n), Vorname(n) Edgar Arens, Gerhardi Alutechnik GmbH & Co. KG Daniela Derißen und Marcus Lodde, prisma consult GmbH / Effizienz-Agentur NRW	Vorhabensbeginn 12.07.2013
	Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.05.2015
Fördernehmer / -in (Name, Anschrift) Gerhardi Alutechnik GmbH & Co. KG Freisenbergstrasse 16 58513 Lüdenscheid	Veröffentlichungsdatum 16.06.2015
	Seitenzahl 33
Gefördert im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	
Kurzfassung / Summary Die Gerhardi Alutechnik GmbH & Co. KG plante den <u>ersten großtechnischen Einsatz</u> einer ressourceneffizienten Profilkühlung hinter einer Strangpresse. Diese Maßnahme sollte zu einer Reduzierung der Kühlwasserkreislaufmenge, des Materialverschnitts und des Energiebedarfs führen. Das Vorhaben wurde erfolgreich umgesetzt. Damit ist es gelungen, ein umweltfreundliches Profilkühlkonzept erstmals in der industriellen Praxis zu realisieren. Im Rahmen des durchgeführten Messprogramms wurden für die Dauer von drei Monaten spezifische Messdaten ermittelt, die mit der geplanten Jahreskapazität von 2.500 t/a Aluminium hochgerechnet wurden. Durch die neue Profilkühlung können 124 t/a Aluminiumverschnitt, 133.525 m ³ /a Kreislaufwasser sowie 46.281 kWh/a elektrische Energie, entsprechend 26,1 t/a CO ₂ eingespart werden. The Gerhardi Alutechnik GmbH & Co. KG planned the first large-scale technical use of a resource-efficient section cooling behind an extrusion press. This measure was supposed to lead to a reduction of the amount of the cooling water circuit as well as the material waste and the energy demand. The project was successfully implemented. Thus, an environmentally friendly section cooling concept could successfully be realized for the very first time. On the basis of the conducted measuring programme, specific measuring data was determined which - for a duration of three months - was projected to the planned annual aluminium capacity of 2,500 tons/a. Through this new section cooling, 124 t/a aluminium waste, 133,525 m ³ /a circuit	

water as well as 46,281 kWh/a electrical energy, corresponding with 26.1 t CO₂/a can be saved.

Schlagwörter / Keywords

Profilkühlung, Kühlwasserkreislaufmenge, Materialverschnitt, Strangpresse

Section cooling, amount of cooling water circuit, material waste, extrusion press

Anzahl der gelieferten Berichte

Papierform: 5

Elektronischer Datenträger: 1

Sonstige Medien

EFA-Loseblattsammlung und Veröffentlichung
im Internet geplant auf der Homepage:
www.ressourceneffizienz.de

Kurzfassung

Ausgangssituation

Gerhardi Alutechnik wurde 1796 gegründet und befindet sich seit fünf Generationen in Familienbesitz. Ein Schwerpunkt des Unternehmens lag immer in der Metallverarbeitung. Gerhardi hat sich von einem Hersteller für Knöpfe und Schnallen zu einem modernen Aluminiumstrangpresswerk entwickelt, das traditionell

- die Bauindustrie 30 %, z.B. Beschattung
- die Automobilindustrie 40 %, z.B. Zierleisten
- den Bereich Industrietechnik 30 %, wie etwa die Leuchtenindustrie und den Maschinenbau, z.B. Kühlkörper und Textilmaschinen,

mit Profilen beliefert.

Neben einer 2.200 t Presse (SMS) verfügt Gerhardi seit 2009 über eine Strangpresse (GIA) mit einer Presskraft von 3.300 t. Jährlich werden ca. 9.000 Tonnen Aluminiumprofile produziert.

An der 3.300 Tonnen GIA-Strangpresse war ein 7 m langer Kühltunnel installiert. Die Wasserkühlung war, technologisch betrachtet, das Bindeglied zwischen der Presse und dem Auslaufrollgang. Die Wasserkühlung direkt hinter der Presse soll möglichst schnell und effektiv die ca. 540°C heißen Profile auf Raumtemperatur runterkühlen. Die Wasserdüsen innerhalb des Tunnels sind starr angeordnet und bis zu 400 mm vom zu kühlendem Profil entfernt. Aus der Konstruktion der bestehenden Kühlhaube lässt sich ableiten, dass mit geringer werdender Profilgröße

- die Wahrscheinlichkeit des Auftreffens des Kühlmittels auf die Profile abnimmt.
- die Aufprallgeschwindigkeit des Wassers abnimmt.

Ziel des Vorhabens

Die ständig steigenden Anforderungen an die Qualität von stranggepressten Aluminiumerzeugnissen, hinsichtlich Festigkeit, Maßhaltigkeit, Geradheit etc. erfordern eine immer genauere Beherrschung der Prozessparameter im Produktionsablauf. Dabei kommt dem Abkühlprozess eine wachsende Bedeutung zu, weil er einen maßgeblichen Einfluss auf die Profileigenschaften hat.

Das hier vorgestellte neuartige, erstmalig großtechnisch zur Anwendung kommende Kühlkonzept einer Profilkühlung (um den Profilkreis werden 12 separat schwenk- als auch radial zustellbare Düsenstränge angeordnet) bietet gegenüber bestehenden Kühlsystemen

- die Möglichkeit, eine gezielte Abkühlung von einzelnen Profilmereichen vorzunehmen. Bei bestehenden Kühlsystemen ist gerade bei asymmetrischen Profilen eine starre Düsenanordnung ungünstig und führt zu unterschiedlichem Abkühlverhalten, was wiederum Einfluss auf die Maßhaltigkeit und Materialeigenschaften der Profile hat und Ausschuss bedingt.
- eine hohe Aufprallgeschwindigkeit des Kühlmittels auf die Profile. Eine hohe Geschwindigkeit ist für eine gute Kühlwirkung und damit für optimale mechanisch-technologische Eigenschaften zwingend notwendig. Bestehende Systeme können diesen Effekt nicht optimal gewährleisten.

Technische Lösung

Die neu zu konzipierende Wasserkühlung soll in die bestehende Kühlhaube (Unterwanne und Haube) integriert werden. Dazu soll die Unterwanne soweit „entkern“ werden, dass die neue Kühlung darin Platz findet und ca. 0,4 m näher am Werkzeug platziert werden kann. Bei Nichtgebrauch wird die neue Kühlung aus der Linie geschwenkt/gehoben und neben der Pressenlinie geparkt. Die neue Kühlung sollte 12 Düsenstöcke erhalten, die

- in ihrer Winkelstellung zum Profil justierbar sind und
- in ihrem Abstand zum Profil radial verschieb- und justierbar sind.

Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt schematisch die neue Profilkühlung.

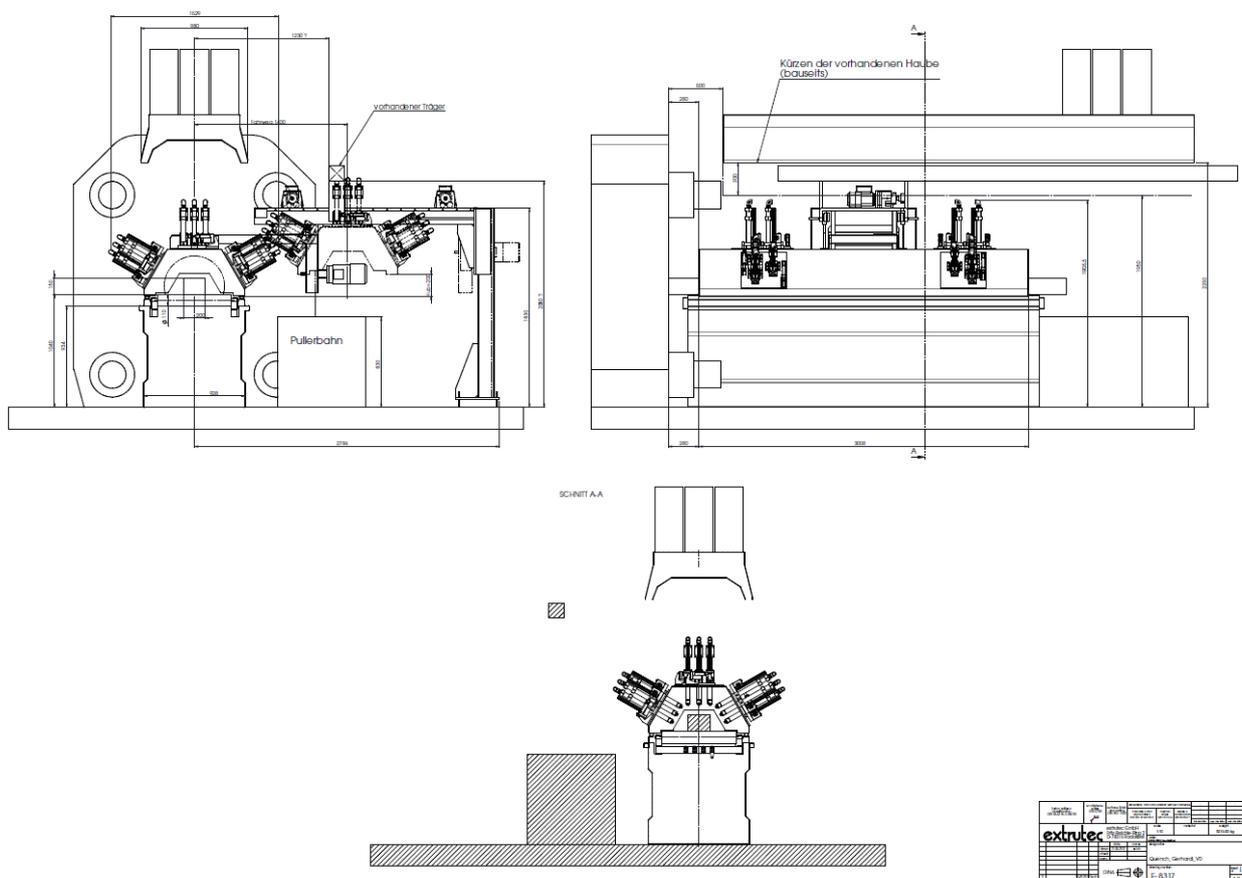


Abbildung 1: Schematische Darstellung der neuen Profilkühlung

Ergebnisse aus technischer und wirtschaftlicher Sicht und hinsichtlich der Umweltentlastung

Die folgende Tabelle 1 zeigt, aufgeteilt nach ursprünglicher Erwartung bei Antragstellung („geplant“) und nach real erreichten Effekten („erreicht“), den Grad der Zielerreichung der spezifischen Verbräuche des Vorhabens. Die Spalte „ Δ geplant - erreicht“ weist die Abweichungen der erreichten Werte von den geplanten Werten nach Durchführung des Projektes aus.

Umweltmedien (Energie, Wasser, Abwasser, Rohstoffe)	Konventionell	Innovativ geplant	Innovativ erreicht	Δ Konventionell - Innovativ erreicht	Δ Innovativ geplant - Innovativ erreicht
Wasser in m ³ /t Aluminium	102,0	57,0	48,6	53,4	8
Endverschnitt in kg/t Aluminium	133,2	102,0	83,6	49,6	18,4
Elektroenergie Pumpen in kWh/t Aluminium	47,0	26,0	28,5	18,5	-2,5

Tabelle 1: Spezifische Medieneinsparung der zwölf Aufträge

Wie man den tatsächlich erreichten Ergebnissen entnehmen kann, wurden die geplanten spezifischen Werte für den Wasserbrauch und den Endverschnitt übererfüllt. Lediglich bei dem spezifischen Elektroenergieverbrauch gab es eine minimale Abweichung nach unten. Insgesamt liegen die erreichten Ergebnisse nah an der Prognose. Das Vorhaben ist diesbezüglich erfolgreich umgesetzt worden.

Bezogen auf einen Jahresdurchsatz der Profilkühlung von 2.500 t/a, der nach unseren derzeitigen Planungen in 2017 erreicht werden soll, ergeben sich die in der Tabelle 2 aufgezeigten absoluten Werte.

Umweltmedien (Energie, Wasser, Abwasser, Rohstoffe)	Konventionell	Innovativ geplant	Innovativ erreicht	Δ Konventionell - Innovativ erreicht	Δ Innovativ geplant - Innovativ erreicht
Kreislaufwasser in m ³ /a	255.000,0	142.500,0	121.475,4	133.524,6	21.024,6
Endverschnitt in t/a	333,0	255,0	208,9	124,1	46,0
Elektroenergie Pumpen in kWh/a	117.500,0	65.000,0	71.218,7	46.281,3	-6.218,7
CO ₂ in t/a (565 g CO ₂ kWh Strom)	66,4	36,7	40,2	26,1	-3,5

Tabelle 2: Absolute Medieneinsparung hochgerechnet auf 2.500 t/a

Durch die neue Profilkühlung können 124 t/a Aluminiumverschnitt, 133.525 m³/a Kreislaufwasser sowie 46.281 kWh/a elektrische Energie, entsprechend 26,1 t/a CO₂ eingespart werden.

Die geplanten Gesamtausgaben wurden um 12.963 € unterschritten und betragen bisher 434.137 €. Wie die nachfolgende Tabelle 3 aufzeigt, ist auf Basis einer dynamischen Amortisationsrechnung ein positiver Zahlungsstrom im vierten Jahr zu erwarten.

Amortisation (Pay back Methode)

Hinweis: Da ein Hochlauf der Effekte erwartet wird, kann nicht mit Durchschnittswerten gerechnet werden!

CF am Ende d. Jahres	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Investition / Instandhaltung [EUR]	-434.137	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Ersparnis p.a. [EUR]	0	38.329	76.659	191.646	268.305	268.305
Zahlung (Summe)	-434.137	28.329	66.659	181.646	258.305	258.305
Finanzierungskosten (7,5%)	0	-32.560	-30.436	-25.436	-11.813	0
Zahlung inkl. Finanzierung	-434.137	-4.231	36.223	156.210	246.492	258.305
Zahlung kumuliert	-434.137	-438.368	-402.145	-245.935	557	258.862



Amortisation im 4. Jahr

Tabelle 3: Dynamische Amortisationsrechnung

Übertragbarkeit / Maßnahmen zur Verbreitung der Projektergebnisse

Gegenüber dem Stand der Technik sind die hier realisierten radial verstellbaren Düsenstöcke der modellhafte Neuheitswert des Projektes. Die Produktivität der jeweiligen Produkte wird erheblich erhöht, da pro Zeiteinheit mehr Kühlwirkung und damit höhere Pressgeschwindigkeiten realisiert werden können. Gleichzeitig ergeben sich die die im Kapitel 3 beschriebenen positiven Umweltwirkungen.

Bei einem Marktanteil der Fa. Gerhards Alutechnik GmbH & CO. KG in Deutschland in Höhe von 1,1 % und einer Jahresproduktion Aluminiumprofile von 9.000 Tonnen werden in der gesamten Branche jährlich 900.000 Tonnen Aluminiumprofile durch Strangpressen hergestellt. Von der Gesamtmenge sind ca. 20 % höherfeste Legierungen, die mit Wasser gekühlt werden müssen. Geht man in der gesamten Branche mittelfristig von einer Umstellung auf dieses Kühlsystem aus, so sind für Aluminiummengen in Höhe von 180.000 Tonnen ca. 15.120 t/a Verschnittmengenreduzierung möglich.

Summary

Initial Situation:

Gerhardi Alutechnik was founded in 1796 and has been a family-owned business for five generations. The company has always focussed on metal processing. From its roots as a manufacturer of buttons and buckles, Gerhardi has evolved into a developer of modern aluminium extrusion presses which traditionally provides

- the construction industry (30%), e.g. shading systems
- the automotive industry (40%), e.g. trims
- the field of industrial engineering (30%), such as the lighting industry and mechanical engineering, e.g. cooling elements and textile machines

with sections.

Besides a 2,200 t press (SMS), Gerhardi has been using an extrusion press (GIA) with an extrusion force of 3,000 tons since 2009. Approximately 9,000 tons of aluminium sections are produced annually.

A seven-metre long cooling tunnel was mounted to the 3,300-ton extrusion press. From the technological point of view, the water cooling was the link between the press and the delivery roller table. The water cooling directly behind the press is supposed to cool down the 540°C hot sections to room temperature as quickly and effectively as possible. The water nozzles inside the tunnel are arranged rigidly and up to 400 mm away from the section which needs to be cooled. Given the construction of the cooling hood, it can be concluded that with a decreasing section size

- the probability of coolant to hit the section decreases.
- the impact velocity of the water decreases.

Project Aim:

Permanently increasing requirements on the quality of extrusion-pressed aluminium products regarding strength, dimensional accuracy, straightness etc. require an even more accurate command of the process parameters during the production process. Here, the cooling process is gaining a growing significance, as it has a substantial influence on the section properties.

As opposed to existing cooling systems, this innovative cooling concept of a section cooling (around the section circle 12 nozzle trains are arranged which are separately swivelling and can also be placed in a radial way) which is introduced here and applied on a large-scale technical basis for the first time provides

- the possibility to carry out a targeted cooling of single section areas. With existing cooling systems and especially with asymmetrical sections a rigid nozzle arrangement is inconvenient and may lead to a different cooling

Results from a technical and economic perspective and the environmental benefit:

The following Table 4 shows to what extent objectives regarding the specific consumptions of the project have been achieved, divided into original expectations at the time of application (“planned”) and into actually achieved effects (“achieved”). The column “ Δ planned – achieved” demonstrates the deviations of the achieved values from the planned ones after completing the project.

Environmental resources (energy, water, waste water, raw materials)	Conventional	Innovative planned	Innovative achieved	Δ Conventional - Innovative achieved	Δ Innovative planned - Innovative achieved
Water m ³ /t Aluminium	102,0	57,0	48,6	53,4	8
End waste in kg/t Aluminium	133,2	102,0	83,6	49,6	18,4
Electrical energy pumps in kWh/t Aluminium	47,0	26,0	28,5	18,5	-2,5

Table 4: Specific savings of resources of the twelve orders

As you can see from the actually achieved results, the planned specific values for the water consumption and the end waste were over-accomplished. It was just the specific electrical energy consumption which showed a minimal downward deviation. As a whole, the achieved results are close to the prognosis. Thus, the project has successfully been implemented.

Given the annual capacity of the section cooling of 2,500 tons/a, which – according to our current planning – is supposed to be achieved in 2017, the following absolute values can be obtained in table 2.

Environmental resources (energy, water, waste water, raw materials)	Conventional	Innovative planned	Innovative achieved	Δ Conventional - Innovative achieved	Δ Innovative planned - Innovative achieved
Water circuit in m ³ /a	255.000,0	142.500,0	121.475,4	133.524,6	21.024,6
End waste in t/a	333,0	255,0	208,9	124,1	46,0
Electrical energy pumps in kWh/a	117.500,0	65.000,0	71.218,7	46.281,3	-6.218,7
CO ₂ in t/a (565 g CO ₂ kWh electrical power)	66,4	36,7	40,2	26,1	-3,5

Table 5: Absolute savings of resources of the twelve orders

Through this new section cooling, 124 t/a aluminium waste, 133,525 m³/a circuit water as well as 46,281 kWh/a electrical energy, corresponding with 26.1 t CO₂/a can be saved.

The planned total expenses were undercut by 12,963 € and are currently at 434,137 €. On the basis of a dynamic amortization calculation, a positive payment flow is to be expected in the fourth year, as it is shown in table 6.

Repayment amortization

Note: as an increase in the effects can be expected, calculations cannot be carried out with average values!

<i>CF the end of the year</i>	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Investment / Maintenance [EUR]	-434.137	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Savings p.a. [EUR]	0	38.329	76.659	191.646	268.305	268.305
Payment (total)	-434.137	28.329	66.659	181.646	258.305	258.305
Finance costs (7,5%)	0	-32.560	-30.436	-25.436	-11.813	0
Payment including financing	-434.137	-4.231	36.223	156.210	246.492	258.305
Payment accumulated	-434.137	-438.368	-402.145	-245.935	557	258.862



Pay-off
4. year

Table 6: Dynamic amortization calculation

Transferability / Measures to distribute the project's results

Given the state-of-the-art technology, the realized radial-adjustable nozzle holders may be regarded as a model-like innovative value of the project. The productivity of the respective products is considerably increased, as greater cooling effects, and thus a higher pressing speed per time unit can be realized, resulting in the positive environmental effects described in chapter 3.

With a market share of the company Gerhardi Alutechnik GmbH & CO. KG in Germany of 1.1 % and an annual aluminium section production of 9,000 tons, 900,000 tons of aluminium sections are produced annually by means of extrusion moulding in the entire industry. 20% of the total quantity is high-strength alloys which need to be water-cooled. Assuming that in the mid-term the entire industry will shift to this cooling system, approx. 15,120 tons of waste reduction for aluminium amounts as large as 180,000 tons is possible.

Inhaltsverzeichnis

Berichts-Kennblatt.....	2
Kurzfassung.....	4
Summary	8
Abbildungsverzeichnis	13
Tabellenverzeichnis	13
1. Einleitung	14
1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens	14
1.2 Ausgangssituation	15
2. Vorhabensumsetzung	16
2.1 Ziel des Vorhabens.....	16
2.2 Darstellung der technischen Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)	18
2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens.....	19
2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen).....	25
2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	25
3. Ergebnisse	26
3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung	26
3.2 Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms	26
3.3 Umweltbilanz	28
3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	29
3.5 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren.....	30
4. Empfehlungen	31
4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung.....	31
4.2 Modellcharakter	31
4.3 Zusammenfassung	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der neuen Profilkühlung.....	5
Figure 2: scheme of the new section cooling.....	9
Abbildung 3: Firmengebäude am Standort in Lüdenscheid	14
Abbildung 4: Kühltunnel an der GIA-Strangpresse (integrierte Luft- und Wasserkühlung)	15
Abbildung 5: Blick in Kühltunnel (starre Wasserdüsen)	15
Abbildung 6: Skizze aktueller Stand Waserkühlung + Planung neue Kühlung	16
Abbildung 7: Schematische Darstellung der neuen Profilkühlung.....	18
Abbildung 8: Projektplan.....	19
Abbildung 9 vom 25.09.2014: Blick auf die Halle mit Presse und alter Wasserkühlung im linken Bildausschnitt	22
Abbildung 10 vom 13.10.2014: Oberwanne mit geschaffenem Einschwenkbereich.....	22
Abbildung 11 vom 13.10.2013: Entkernte Unterwanne.....	23
Abbildung 12: Schematische Darstellung der Einbindung der Profilkühlung hinter der Presse.....	23
Abbildung 13: Vorbereitende Maßnahmen zur Einbindung d. Profikühlung November 2014.....	24
Abbildung 14: Arbeiten an der Profikühlung November 2014	24
Abbildung 15: Installierte Profilkühlung November 2014	24
Abbildung 16: Rückkühlanlage vor der Halle nach Installation im November 2014	25
Abbildung 17: Profiltyp 18971/3 und 18971/4	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Spezifische Medieneinsparung der zwölf Aufträge.....	6
Tabelle 2: Absolute Medieneinsparung hochgerechnet auf 2.500 t/a	6
Tabelle 3: Dynamische Armortisationsrechnung.....	6
Table 4: Specific savings of resources of the twelve orders	10
Table 5: Absolute savings of resources of the twelve orders	10
Table 6: Dynamic amortization calculation.....	11
Tabelle 7: Erwartete Verbräuche und Umweltentlastungen	17
Tabelle 8: Technische Daten Profilkühlung.....	19
Tabelle 9: Gesamtausgaben Stand Juni 2014	20
Tabelle 10: Konstruktionsanpassungen	21
Tabelle 11: Auftragsbezogene Parameter	26
Tabelle 12: Messergebnisse der zwölf Aufträge	27
Tabelle 13: Spezifische Medieneinsparung der zwölf Aufträge.....	28
Tabelle 14: Absolute Medieneinsparung hochgerechnet auf 2.500 t/a	29
Tabelle 15: Ausgabengegenüberstellung.....	29
Tabelle 15: Dynamische Amortisationsrechnung.....	30

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Gerhardi Alutechnik wurde 1796 gegründet und befindet sich seit fünf Generationen in Familienbesitz. Ein Schwerpunkt des Unternehmens lag immer in der Metallverarbeitung. Gerhardi hat sich von einem Hersteller für Knöpfe und Schnallen zu einem modernen Aluminiumstrangpresswerk entwickelt, das traditionell

- die Bauindustrie 30 %, z.B. Beschattung
- die Automobilindustrie 40 %, z.B. Zierleisten
- den Bereich Industrietechnik 30 %, wie etwa die Leuchtenindustrie und den Maschinenbau, z.B. Kühlkörper und Textilmaschinen,

mit Profilen beliefert.

Neben einer 2.200 t Presse (SMS) verfügt Gerhardi seit 2009 über eine Strangpresse (GIA) mit einer Presskraft von 3.300 t. Jährlich werden ca. 9.000 Tonnen Aluminiumprofile produziert.

Die Produktionsanlagen werden im Durchfahrbetrieb 24 Stunden pro Tag (5 Tage die Woche) meist auf unter 100 % Leistung betrieben. Die Produktion wird nur für Stillstände unterbrochen.

Am Standort Lüdenscheid werden derzeit 120 Mitarbeiter beschäftigt. Für diese ist Gerhardi Alutechnik "ihre" Firma, ein mittelständisches Unternehmen, in dem sie mit großer Loyalität arbeiten, um die Erwartungen der vielen langjährigen und auch der neuen Kunden im Hinblick auf Produktqualität, Liefertreue und erstklassigen Service zu erfüllen.



Abbildung 3: Firmengebäude am Standort in Lüdenscheid

1.2 Ausgangssituation

An der 3.300 Tonnen GIA-Strangpresse war ein 7 m langer Kühltunnel installiert. Die Wasserkühlung war technologisch betrachtet das Bindeglied zwischen der Presse und dem Auslaufrollgang. Die Wasserkühlung direkt hinter der Presse soll möglichst schnell und effektiv die ca. 540°C heißen Profile auf Raumtemperatur runterkühlen. Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt den Kühltunnel an der GIA-Pressen.



Abbildung 4: Kühltunnel an der GIA-Strangpresse (integrierte Luft- und Wasserkühlung)

Die Wasserdüsen innerhalb des Tunnels (Abbildung 5) sind starr angeordnet und bis zu 400 mm vom zu kühlendem Profil entfernt.

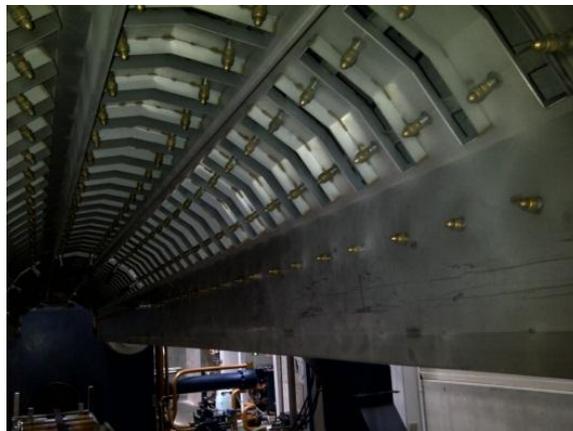


Abbildung 5: Blick in Kühltunnel (starre Wasserdüsen)

Aus der Konstruktion der bestehenden Kühlhaube lässt sich ableiten, dass mit geringer werdender Profilgröße

- die Wahrscheinlichkeit des Auftreffens des Kühlmittels auf die Profile abnimmt.
- die Aufprallgeschwindigkeit des Wassers abnimmt.

Die Wasserkühlung war auf die ersten 3,5 Meter begrenzt. Der Abstand vom Werkzeug zur ersten Düsenreihe (Wasser) beträgt 2,1 Meter, bis Mitte Wasserkühlung 3,85 Meter (Abbildung 6 „aktueller Stand“).

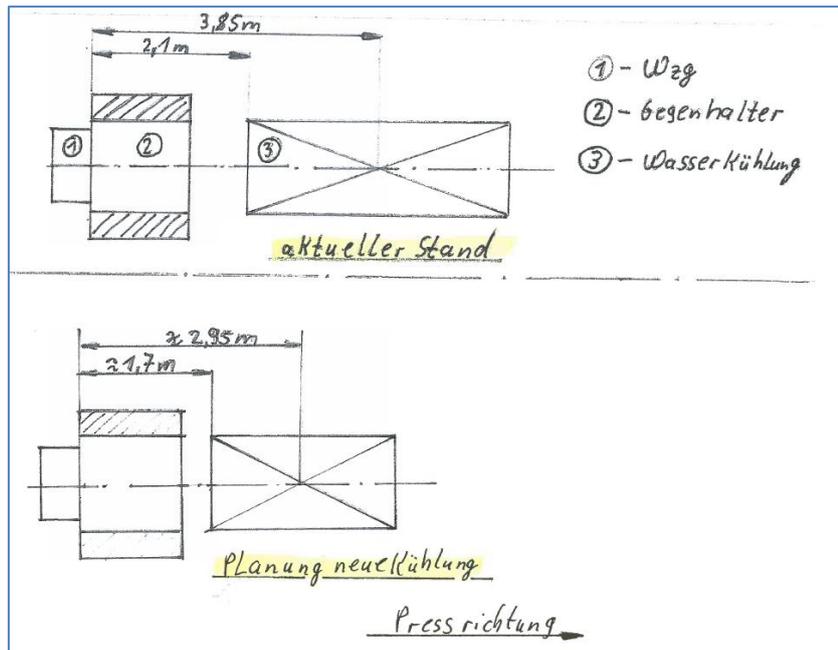


Abbildung 6: Skizze aktueller Stand Wasserkühlung + Planung neue Kühlung

Eine gleichmäßige Kühlung (gleichmäßige, konstante Profildimension und mechanisch-technologische Eigenschaften) sind nur gegeben wenn

- die beaufschlagte Wassermenge,
- die Pressgeschwindigkeit und
- die Lage im Sprühbild

konstant sind.

Beim Blockwechsel (Ende eines Pressvorgangs) sinkt die Pressgeschwindigkeit schlagartig auf Null ab. Aufgrund des nun stehenden Stranges werden die Profilbereiche, die in der Kühlung stehen "anders" abgekühlt als im laufenden Prozess. Der "scharfe" Übergang Luft / Wasser zeichnet sich als Dimensionsverwerfung und - je nach Querschnitt/Legierung - als Gefügeänderung ab.

Dieser Bereich zieht sich, mit abnehmender Auswirkung, in Richtung Kühlstreckenende. Um diese Unwägbarkeiten, incl. Sicherheitszuschlag, im Produkt auszuschließen wird der Endverschnitt bis Mitte Kühlung definiert (siehe Abbildung 6).

Da wir mit der geplanten Kühlung die Kühlstrecke um 90 cm verkürzen können, wird sich auch der Verschnitt aufgrund des beschriebenen Vorgehens reduzieren.

2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Die ständig steigenden Anforderungen an die Qualität von stranggepressten Aluminiumerzeugnissen, hinsichtlich Festigkeit, Maßhaltigkeit, Geradheit etc. erfordern eine immer genauere Beherrschung der Prozessparameter im Produktionsablauf. Dabei kommt dem

Abkühlprozess eine wachsende Bedeutung zu, weil er einen maßgeblichen Einfluss auf die Profileigenschaften hat.

Das geplante neuartige, erstmalig großtechnisch zur Anwendung kommende Kühlkonzept einer Profilkühlung (um den Profilkreis werden 12 separat schwenk- als auch radial zustellbare Düsenstränge angeordnet) bietet gegenüber bestehenden Kühlsystemen

- die Möglichkeit, eine gezielte Abkühlung von einzelnen Profilbereichen vorzunehmen. Bei bestehenden Kühlsystemen ist gerade bei asymmetrischen Profilen eine starre Düsenanordnung ungünstig und führt zu unterschiedlichem Abkühlverhalten, was wiederum Einfluss auf die Maßhaltigkeit und Materialeigenschaften der Profile hat und Ausschuss bedingt.
- Eine hohe Aufprallgeschwindigkeit des Kühlmittels auf die Profile. Eine hohe Geschwindigkeit ist für eine gute Kühlwirkung und damit für optimale mechanisch-technologische Eigenschaften zwingend notwendig. Bestehende Systeme können diesen Effekt nicht optimal gewährleisten.

Die hier geschaffene Möglichkeit, den Abstand zwischen Düse und Profil einstellen zu können, bietet neben einem optimalen Kühlprozess, den Vorteil die eingesetzte Pumpenleistung je t Aluminium zu minimieren. Die optimal eingesetzten Wassermengen in Verbindung mit einer näher am Werkzeug positionierten Kühlkammer ermöglichen des Weiteren eine Verkürzung (um ca. 0,9 m) der Kühlänge und damit eine Verkürzung der Verschnittlängen (Reduzierung des Schrottanteils) um ca. 0,9 Meter.

Sowohl das Schwenken als auch die Zustellung der einzelnen Düsenstöcke sollte mittels Elektrolinearzylinder mit Positionserfassung realisiert werden. Dabei sollte jeder Strang mittels zweier synchron verfahrbarer Schwenk- / Zustelleinheiten positioniert werden. Es ist geplant, die eingestellten Parameter in einer übergeordneten Steuerung unter der jeweiligen Werkzeugnummer abzuspeichern.

Die Düsenstränge im Unterteil sind nur schwenkbar ausgeführt, da die Profilunterkante und somit der Abstand zum Profil, immer gleich bleiben. Für die Wasserversorgung sind je Kühlstrang elektropneumatische Servoventile vorgesehen, die eine Regelung des Wasserdrucks je Kühlstrang ermöglichen. Die eingestellten Drücke sollten ebenfalls in der Rezeptur abgespeichert werden. Um ein Austreten von Wasser aus der Quensch zu verhindern, sind ein- und auslaufseitig Luftvorhänge vorgesehen.

Die sich aus der Anwendung des neuen Verfahrens ergebenden Umwelteffekte sind auf Basis einer Durchsatzleistung von 2.500 t/a nachfolgend in der Tabelle 7 abgeschätzt:

Umweltmedien (Energie, Wasser, Abwasser, Rohstoffe)	Vorher konventionell	Nachher innovativ	Δ konventionell - innovativ
Wasser in m ³ /t Aluminium	102	57	45
Kreislaufwasser in m ³ /a	255.000	142.500	112.500
Endverschnitt in t/a	333	255	78
Elektroenergie Pumpen in kWh/t Aluminium	47	26	21
Elektroenergie Pumpen in kWh/a	117.500	65.000	52.500
CO ₂ in t/a (565 g CO ₂ kWh Strom)	66,4	36,7	29,7

Tabelle 7: Erwartete Verbräuche und Umweltentlastungen

Die technischen Daten der Profilkühlung sind in der nachfolgenden Tabelle 8 aufgeführt:

Technologische Vorgaben	
Max. Profilbreite	250 mm
Max. Profilhöhe	150 mm
Min. Düsenabstand zum Profil	ca. 66 mm
Technische Hauptdaten der Anlagen	
Aktive Kühllänge	2.500 mm
Speisepumpen (bauseits)	offen m ³ /h
Max. Wasserdurchsatz	ca. 150 m ³ /h
Wasserpumpendruck	3 – 9 bar
Wasserdruck an der Düse	3 – 6 bar
Gesamtlänge der Anlage	Ca. 3.000 mm

Tabelle 8: Technische Daten Profilkühlung

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Die nachfolgende Abbildung 8 zeigt den zeitlichen Verlauf des Projektes.

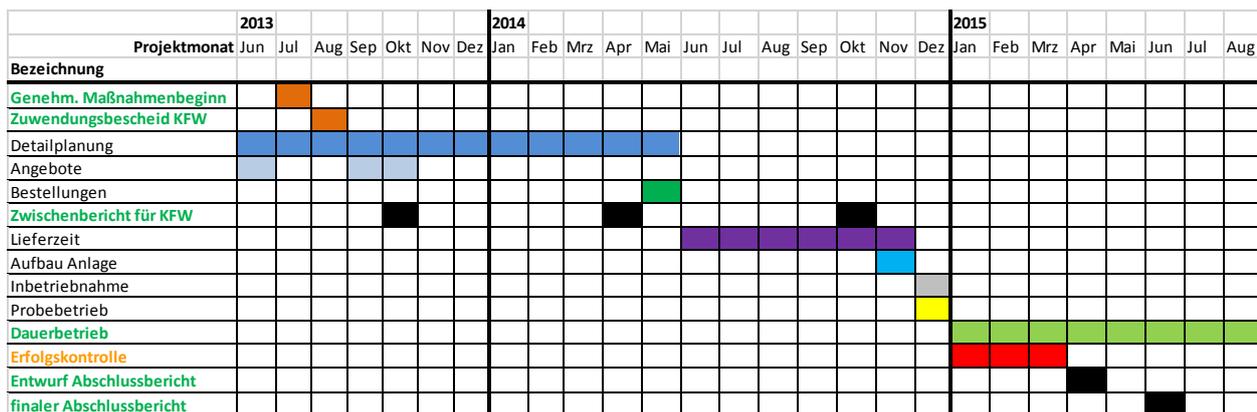


Abbildung 8: Projektplan

Nach Genehmigung des vorzeitigen Maßnahmenbeginns zum 12. Juli 2013 haben wir die Gespräche mit den Anlagelieferanten intensiviert und sind in das Detailengineering des Projektes und der Teilbereiche eingestiegen.

Im Rahmen dieser Detailplanungen mit den möglichen Lieferanten hatten wir leider feststellen müssen, dass unsere eigenen verfahrenstechnischen Auslegungen und Berechnungen sowie die damit verbundenen ersten groben Kostenabschätzungen nicht ganz auf die betrieblichen Gegebenheiten passten.

Um im Vorfeld der Planungen des Projektes den Aufwand so gering wie möglich zu halten, hatten wir uns alleine auf die internen Erfahrungswerte und Kostenabschätzungen verlassen. Das galt besonders für unsere Planungen in Bezug auf die Wärmerückgewinnung, die wir nachträglich auf Anregung des UBA in unser Konzept aufgenommen hatten. Detaillierten Berechnungen zur Wärmerückgewinnung führten dazu, dass wir nachträglich aus wirtschaftlichen Gründen diese nicht realisieren konnten. Dies wurde dem Zuwendungsgeber angezeigt.

Darüber hinaus ergaben sich einige organisatorische Sachverhalte, die wir zunächst nicht berücksichtigt und eingeplant hatten, als auch Kostensteigerungen, die sich aufgrund der Schwierigkeiten in der konkreten Projektumsetzung bei uns vor Ort ergaben.

- Bei einer auf dem Dach installierten Rückkühlung muss das vorhandene (unter dem Hallenboden installierte) Wasserbecken zur Nutzung im Projektvorhaben halbiert werden, damit das Wasser nicht nur im Rahmen der Kreislaufführung abgegeben, sondern auch wieder aufgenommen werden kann. Die Kostenplanungen beliefen sich hier auf ca. 10.000 €.
- Sofern die Rückkühlung als Containervariante beschafft wird, entfallen die zusätzliche Kosten für die Halbierung des Wasserbeckens, aber die Kosten für die Rückkühlung steigen von 76.000 € auf 95.000 €.
- Die von uns veranschlagten Kostenplanungen für die Pumpen mit ca. 10.000 € lagen deutlich unter den aktuellen Angeboten von diversen Anbietern, die zwischen 25.000 € bis 40.000 € lagen.
- Leider war uns nicht aufgefallen dass in keinem der vorliegenden Angebote die Kosten für die Verrohrung aufgeführt waren.

Im April 2014 konnte ein endgültiger Ausgabenplan erstellt werden, der seitens des Zuwendungsgebers am 11. Juni 2014 über ein Teilwiderrufsbescheid (grüne Teilvorhaben förderfähig / rote Teilvorhaben nicht förderfähig) verbindlich erklärt wurde. Dieser ist in der nachfolgenden Tabelle 9 aufgeführt:

Teilvorhaben	Kosten in € (11.06.2014)
Wasserquensch	299.000,00
Personalkosten	18.000,00
Rückkühlung	75.851,71
Pumpe	10.000,00
Zuwendungsfähige Ausgaben	402.851,71
Nicht zuwendungsfähige Ausgaben	44.248,29
Gesamtausgaben	447.100,00

Tabelle 9: Gesamtausgaben Stand Juni 2014

Im Juni 2014 wurden die erforderlichen Bestellungen ausgelöst. Die Planungsarbeiten wurden dabei intensiv vorangetrieben. Im Zuge dieser Arbeiten wurden einige technisch bedingte Konstruktionsanpassungen vorgenommen.

Die erforderlichen Anpassungen werden in der nachfolgenden Tabelle 10 dargestellt und die technisch erforderlichen Änderungen im Vergleich zur Ursprungsplanung erläutert.

Positionen	Planungsstand Juni 2013	Planungsstand August 2014	Begründung für Konstruktionsanpassung
1.	Schwenken und Zustellung der einzelnen Düsenstöcke mittels Elektrolinearzylinder	Schwenken und Zustellen mittels manuellen Hebelgestängen	Einfacheres Handling und Prozesssicherheit
2.	Parameter werden in einer Steuerung unter Werkzeugnummer abgespeichert	Eingestellte Parameter werden in einer Datenbank manuell eingegeben und abgespeichert	Durch den Wegfall der Elektrolinearzylinder ist nur eine manuelle Eingabe möglich
3.	Die eingestellten Drücke werden ebenfalls in einer Rezeptur abgespeichert	Eingestellte Drücke werden in einer Datenbank manuell eingegeben und abgespeichert, wie in Punkt 2	Einheitliche Vorgehensweise zu Punkt 2, ein Teilautomatismus ist nicht zielführend
4.	Um den Profilkreis werden 12 separat ... (3 Düsenstöcke unten)	Um den Profilkreis werden 13 separat... (4 Düsenstöcke unten)	Höheres Wasservolumen von unten möglich, sichert homogene Kühlung des Profils
5.	Um den Profilkreis werden 12 separat schwenk- als auch radial zustellbare Düsenstränge errichtet	Axial jeden Düsenstock separat; radiale Anstellung der Düsenstöcke im Paket zu jeweils 3 Düsenstöcken zustellbar	Kollisionsgefahr der einzelnen Düsenstöcke untereinander wird vermieden

Tabelle 10: Konstruktionsanpassungen

Im weiteren Verlauf des Vorhabens stellte sich heraus, dass es Probleme mit dem Rücklauf der Wasserquench zur Rückkühlanlage geben könnte. Das für den Rücklauf benötigte Gefälle wurde als zu gering eingestuft, da die Presse auf gleichem Niveau der Rückkühlanlage aufgestellt werden wird. Der Rücklauf der Profilkühlung zur Rückkühlanlage wurde gewährleistet, indem aufgewärmtes Wasser im alten Becken zwischengepuffert und dann mittels Pumpenleistung in die Rückkühlanlage gefördert wird. Durch die Pumpenleistung wird ein ggfs. zu geringes Gefälle für einen schwerkraftbedingten Wasserlauf behoben und der Rücklauf zur Rückkühlanlage ermöglicht. Dieses Vorgehen wurde mit der Fa. Extrutech am 8. Oktober 2014 final abgesprochen und abgestimmt.

Die nachfolgende Abbildung 9 gibt einen Gesamtblick auf unsere Produktionshalle mit Presse und nachgeschalteter Wasserkühlung vor dem Umbau (mit rotem Pfeil markiert).



Abbildung 9 vom 25.09.2014: Blick auf die Halle mit Presse und alter Wasserkühlung im linken Bildausschnitt

Am 4. Oktober 2014 wurde die Oberhaube der bestehenden Wasserkühlung hinter der Presse teilweise ausgeklinkt und entfernt. Dadurch wurde ein Einschwenkbereich geschaffen, der ein leichteres Einfahren und Absenken der neuen Oberhaube ermöglicht. Die nachfolgende Abbildung 10 visualisiert die Oberhaube; die Pfeile verweisen auf den neu geschaffenen Einschwenkbereich.



Abbildung 10 vom 13.10.2014: Oberwanne mit geschaffenem Einschwenkbereich

Die Unterwanne wurde ebenfalls entkernt, wie die nachfolgende Abbildung 11 visualisiert. Die Unterwanne selbst bleibt immer konstant in der gleichen Position.



Abbildung 11 vom 13.10.2013: Entkernte Unterwanne

Die nachfolgende Abbildung 12 verdeutlicht schematisch die Einbindung der neuen Profilkühlung hinter der Presse.

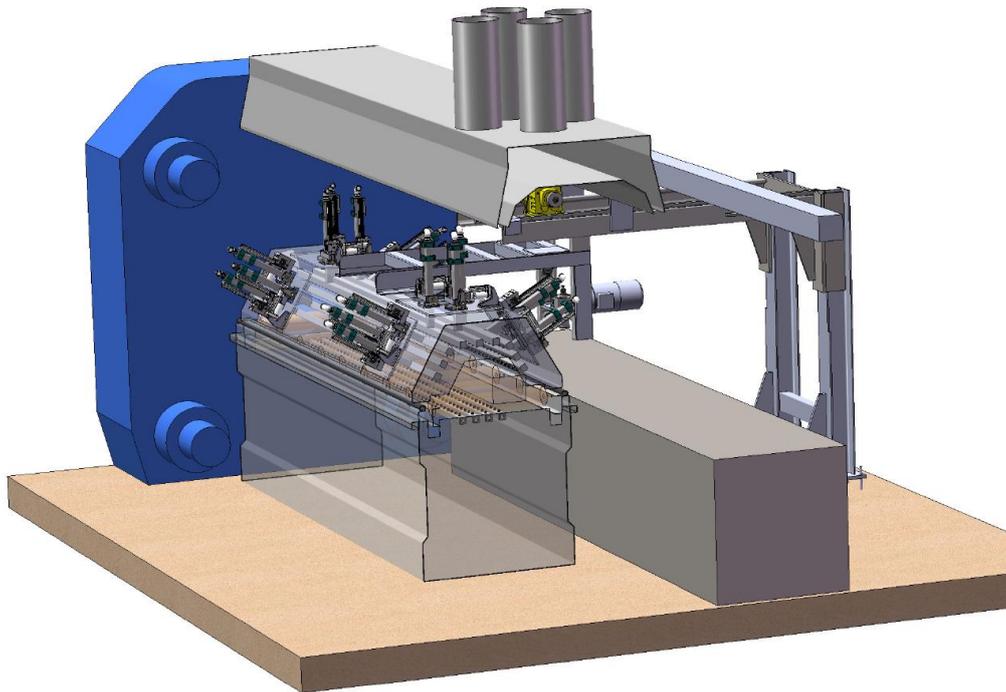


Abbildung 12: Schematische Darstellung der Einbindung der Profilkühlung hinter der Presse

Am 20. November 2014 startete der Aufbau der Profilkühlung. Dazu wurde über 5 Tage täglich 10 Stunden die Presse abgeschaltet, damit die Fa. Extrutec den Aufbau leisten konnte; weitere 14 Stunden wurde produziert, um die Lieferfähigkeit gegenüber den Kunden sicher zu stellen. Ab dem 1. Dezember 2014 ging die Gesamtanlage in den Probebetrieb. Die nachfolgende Abbildungen 13, 14 und 15 dokumentieren die Installation der Profilkühlung an der Presse.



Abbildung 13: Vorbereitende Maßnahmen zur Einbindung d. Profikühlung November 2014



Abbildung 14: Arbeiten an der Profikühlung November 2014

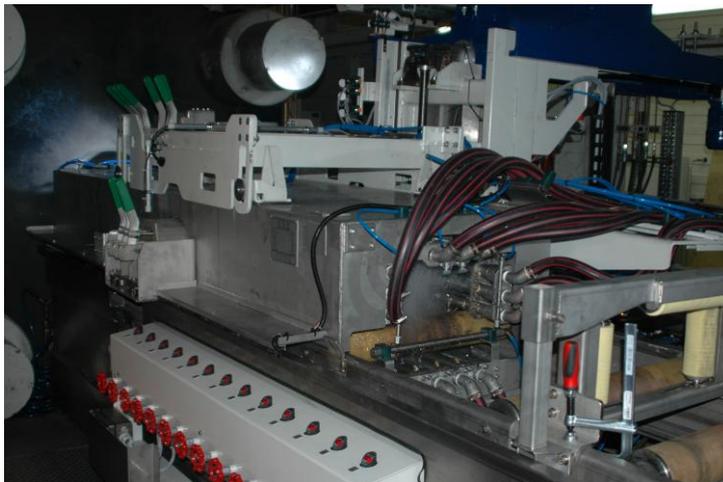


Abbildung 15: Installierte Profikühlung November 2014

Die Fundamentarbeiten für die Containerlösung der Rückkühlanlage (außerhalb der Halle, direkt hinter der Hallenwand der Presse) wurden durchgeführt. Mitte November 2014 wurde das Fundament für die Containerlösung gegossen sowie die Erdungsverschalung und der Wasserablauf angelegt. Die fertig installierte Rückkühlanlage ist auf der nachfolgenden Abbildung 16 zu sehen.



Abbildung 16: Rückkühlanlage vor der Halle nach Installation im November 2014

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Zur Errichtung der Anlagen waren keine behördlichen Genehmigungen erforderlich, es bestanden auch keinerlei Auflagen. Die für den Betrieb der Anlage erforderliche Konformitätserklärung des Herstellers liegt vor. Die Anlage ist sicherheitstechnisch abgenommen.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Die Erfassung der Betriebsdaten erfolgte durch die Fa. Gerhardi. Die Rückkühlanlage und die Förderpumpen an der Profilkühlung wurden mit Stromzählern ausgerüstet. Eine Durchflussmengenmessung wurde an der Profilkühlung installiert. Damit konnten alle notwendigen Ressourcenverbräuche erfasst werden.

Im Zeitraum vom 12. Dezember 2014 – 26. März 2015 wurden alle Profile, die die neue Profilkühlung hinter der GIA-Pressen passierten, auftragsmäßig erfasst. Die nachfolgende Tabelle 11 dokumentiert die auftragsbezogenen Parameter:

Profilart	Bezeichnung
Werkzeugstrangzahl	Stück
Profilmetergewicht	kg/m
Pressgeschwindigkeit	m/min
Auftragslaufzeit	min
Wasserdurchflussmenge	m ³ /h
Anzahl der Bolzen	Stück
Aktive Kühllänge	m
Profiloutput	kg

Der auftragsbezogene Verschnitt an der neuen Profilkühlung wurde nicht verwogen, sondern über die Mitarbeiter der Qualitätssicherung ermittelt. Die auftragsbezogenen Wasserdurchflussmengen und Verbräuche der einzelnen Pumpen wurden entsprechend abgelesen.

3. Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Insgesamt konnte das Vorhaben, nach leichten Verzögerungen zu Beginn des Projektes, erfolgreich durchgeführt werden. Die Zusammenarbeit zwischen Anlagenlieferant und Fördernehmerin war von gegenseitigem Vertrauen und Verlässlichkeit geprägt.

Die durchgeführte Erfolgskontrolle nach Inbetriebnahme der Anlage war sehr hilfreich für die Fördernehmerin, da über die Auswertungen in der Inbetriebnahmephase wesentliche Erkenntnisse hinsichtlich Schulungsbedarf des Bedienpersonals und des erforderlichen technischen Optimierungsbedarfs gewonnen wurden.

3.2 Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Aufgrund der messtechnischen Ausrüstung und der entsprechenden Infrastruktur zur Datenerfassung und -auswertung konnte Gerhards über die Dauer von drei Monaten sämtliche Aufträge erfassen.

Im Messzeitraum wurden insgesamt 12 Aufträge über die neue Profilkühlung gefertigt. Eine Übersicht der Messergebnisse zeigt die nachstehende Tabelle 12 auf der folgenden Seite:

	Auftragsdatum	12.12.2014	09.01.2015	14.01.2015	22.01.2015	01.02.2015	03.02.2015	20.02.2015	05.03.2015	05.03.2015	11.03.2015	18.03.2015	26.03.2015
	Profilart	18971/3	18721	18667/4	18971/3	18901/4	18667/3	18971/4	18971/4	18971/3	18870/3	18870/5	18870/3
Wzgstrangzahl	Stück	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1
Profilmetergewicht	kg/m	1,5	1,458	1,76	1,5	8,238	1,76	1,5	1,5	1,5	1,33	1,33	1,33
Anzahl Bolzen	Stück	28	46	65	60	60	60	51	44	31	27	71	52
E-Verschnitt neue Kühlung	m	2,5	2,5	2,5	2,5	1,8	2,5	1,7	1,8	1,8	2,1	2,1	2,1
Bolzeneinsatz	kg	2.543	4.630	6.576	5.143	4.821	6.162	5.510	4.776	3.386	2.029	5.368	3.920
Profiloutput	kg	2.165	3.760	5.252	4.319	2.929	4.975	4.823	4.096	2.745	1.765	4.589	3.441
spez. Materialeinsparung	kg/t	97,00	89,19	54,46	104,19	303,76	53,07	53,93	58,01	60,98	42,73	43,21	42,21
Energieverbrauch GIA Pumpe	KWh	18	27	40	39	34,2	37	43,37	48,17	27,38	9,37	46,44	14,23
Energieverbrauch Rückkühlung	KWh	23,3	27	75	48	40,29	62	51,69	29,41	25,29	25,9	85,56	50
Energieverbrauch Förderpumpen	KWh	25,9	16	22	61,5	25,7	20	56,23	40,99	24	8,02	37,36	12,62
Energieverbrauch gesamt	KWh	67,2	70	137	148,5	100	119	151	119	77	43	169	77
spez. Energieverbrauch	KWh/t	31	19	26	34	34	24	31	29	28	25	37	22
Wasserdurchflussmenge	m³/h	84	46,6	33	89,5	74	38,5	86,6	104	104	26,4	20,3	17
spez. Wasserverbrauch	m³/t	74	27	31	75	58	36	80	62	68	31	23	19

Tabelle 12: Messergebnisse der zwölf Aufträge

Bei den Profilen mit der Nr. 18971/3 und 18971/4 (gelb markiert) handelt es sich um die gleichen Profile. Nachfolgende Abbildung 17 visualisiert den Profiltypen. Es handelt sich um einen Handlauf, der bei einem Geländer zum Einsatz kommt.

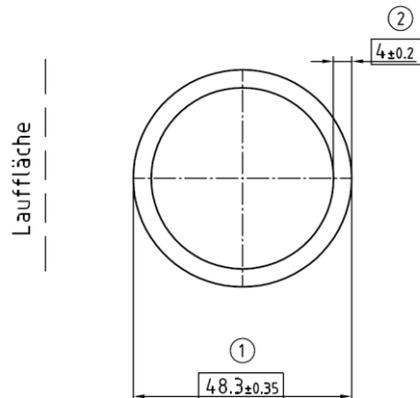


Abbildung 17: Profiltyp 18971/3 und 18971/4

Bei der Betrachtung der Messergebnisse dieses Profiltyps über den Zeitablauf hat sich herausgestellt, dass sich der Verschnitt auf Basis der Messungen durch die Qualitätssicherung von 2,5 m auf 1,7 m reduzieren lässt.

3.3 Umweltbilanz

Nachfolgend wird die Erreichung der Umweltziele (vgl. Kapitel 2.1) und der Medieneinsparungen anhand der Ergebnisse des Messprogramms diskutiert. Grundlage der Verbrauchsangaben sind die Messungen der im Kapitel 3.2 dokumentierten Aufträge.

Die folgende Tabelle 13 zeigt, aufgeteilt nach ursprünglicher Erwartung bei Antragstellung („geplant“) und nach real erreichten Effekten („erreicht“), den Grad der Zielerreichung der spezifischen Verbräuche des Vorhabens. Die Spalte „Δ geplant - erreicht“ weist die Abweichungen der erreichten Werte von den geplanten Werten nach Durchführung des Projektes aus.

Umweltmedien (Energie, Wasser, Abwasser, Rohstoffe)	Konventionell	Innovativ geplant	Innovativ erreicht	Δ Konventionell - Innovativ erreicht	Δ Innovativ geplant - Innovativ erreicht
Wasser in m ³ /t Aluminium	102,0	57,0	48,6	53,4	8
Endverschnitt in kg/t Aluminium	133,2	102,0	83,6	49,6	18,4
Elektroenergie Pumpen in kWh/t Aluminium	47,0	26,0	28,5	18,5	-2,5

Tabelle 13: Spezifische Medieneinsparung der zwölf Aufträge

Wie man den tatsächlich erreichten Ergebnissen entnehmen kann, wurden die geplanten spezifischen Werte für den Wasserbrauch und den Endverschnitt übererfüllt. Lediglich bei dem spezifischen Elektroenergieverbrauch gab es eine minimale Abweichung nach unten. Insgesamt liegen die erreichten Ergebnisse nah an der Prognose. Das Vorhaben ist diesbezüglich erfolgreich umgesetzt worden.

Bezogen auf einen Jahresdurchsatz der Profilkühlung von 2.500 t/a, der nach unseren derzeitigen Planungen in 2017 erreicht werden soll, ergeben sich die in der Tabelle 14 aufgezeigten absoluten Werte.

Umweltmedien (Energie, Wasser, Abwasser, Rohstoffe)	Konventionell	Innovativ geplant	Innovativ erreicht	Δ Konventionell - Innovativ erreicht	Δ Innovativ geplant - Innovativ erreicht
Kreislaufwasser in m ³ /a	255.000,0	142.500,0	121.475,4	133.524,6	21.024,6
Endverschnitt in t/a	333,0	255,0	208,9	124,1	46,0
Elektroenergie Pumpen in kWh/a	117.500,0	65.000,0	71.218,7	46.281,3	-6.218,7
CO ₂ in t/a (565 g CO ₂ kWh Strom)	66,4	36,7	40,2	26,1	-3,5

Tabelle 14: Absolute Medieneinsparung hochgerechnet auf 2.500 t/a

Durch die neue Profilkühlung können 124 t/a Aluminiumverschnitt, 133.525 m³/a Kreislaufwasser sowie 46.281 kWh/a elektrische Energie, entsprechend 26,1 t/a CO₂ eingespart werden.

3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Anschaffungskosten:

In der nachfolgenden Tabelle 15 werden die Ausgaben zum 11. Juni 2014 mit den tatsächlichen Ausgaben gegenübergestellt.

Teilvorhaben	Kosten in € (11.06.2014)	Ist-Kosten in € (29.04.2015)
Wasserquensch	299.000,00	299.000,00
Personalkosten	18.000,00	15.045,00
Rückkühlung	75.851,71	75.851,71
Pumpe	10.000,00	10.000,00
Zuwendungsfähige Ausgaben	402.851,71	399.896,71
Nicht zuwendungsfähige Ausgaben	44.248,29	34.240,29
Gesamtausgaben	447.100,00	434.137,00

Tabelle 15: Ausgabegegenüberstellung

Bei der auf der folgenden Seite in der Tabelle 16 dargelegten dynamischen Amortisationsrechnung haben wir die Gesamtkosten für das Projekt zu Grunde gelegt.

In die Berechnung ist mit eingeflossen, dass die Tonnage für die Profilkühlung sukzessive steigt und ab dem vierten Jahr eine Kapazität von 3.500 t/a zu erwarten ist. Neben den im Kapitel 3.3 aufgezeigten Ressourceneinsparungen fließen in die Betrachtung auch die Effekte für die erhöhte Pressgeschwindigkeit ein, die kostenseitig den größten Einspareffekt ausmachen. Bei der Berechnung der Kosteneinsparung des Kreislaufwassers wurden nur die sich ergebenden Wassernachspeisungen aufgrund der Verdunstungsverluste von 3 % in der Berechnung berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung aller genannten Effekte ergibt sich ein positiver Zahlungsstrom im vierten Jahr des Betriebes.

Gepante Tonnage mit neuen Profilen

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Absatz [Tonnen]	0	500	1.000	2.500	3.500	3.500

Effekt aus erhöhter Pressgeschwindigkeit

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Kosteneffekt [EUR]	0	26.136	52.273	130.682	182.955	182.955

Effekt aus Reduktion Verschnitt (zwischen Werkzeug und Kühlung)

Einsparung	49,6	kg/toAl
Kosten	0,3123	EUR/kg

Gesparter Verschnitt [kg]	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0	24.800	49.600	124.000	173.600	173.600

Kosteneffekt 1 [EUR]	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0	7.745	15.491	38.727	54.217	54.217

Effekt aus Reduktion Pumpenleistung

Einsparung	18,5	KWh/toAl
Kosten	0,105	€/KWh

Kosteneffekt (€)	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0	971	1.943	4.856	6.799	6.799

Effekt aus Reduktion Wasserverbrauch

Einsparung	53,4	m³/toAl
Kosten	4,34	€/m³
Verdunstungsfaktor ca.	3	%

Kosteneffekt (€)	2014	2015	2016	2017	2018	2019
	0	3.476	6.953	17.382	24.334	24.334

Amortisation (Pay back Methode)

Hinweis: Da ein Hochlauf der Effekte erwartet wird, kann nicht mit Durchschnittswerten gerechnet werden!

CF am Ende d. Jahres	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Investition / Instandhaltung [EUR]	-434.137	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000	-10.000
Ersparnis p.a. [EUR]	0	38.329	76.659	191.646	268.305	268.305
Zahlung (Summe)	-434.137	28.329	66.659	181.646	258.305	258.305
Finanzierungskosten (7,5%)	0	-32.560	-30.436	-25.436	-11.813	0
Zahlung inkl. Finanzierung	-434.137	-4.231	36.223	156.210	246.492	258.305
Zahlung kumuliert	-434.137	-438.368	-402.145	-245.935	557	258.862



Amortisation im
4. Jahr

Tabelle 16: Dynamische Amortisationsrechnung

3.5 Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren

Zu konventionellen Verfahren unterscheidet sich diese Profilkühlung insbesondere durch die radial verstellbaren Düsenstöcke. Dadurch kann die Länge des Kühltunnels deutlich reduziert werden.

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Zur erfolgreichen Praxiseinführung hat in diesem Rahmen maßgeblich beigetragen:

Von der Planung bis zur Installation der Anlagenkomponenten war es von entscheidender Bedeutung dass die beteiligten Firmen in sehr engem Kontakt standen und so schnell, sicher und effektiv die Dinge vorantreiben konnten. Die handelnden Personen agierten mit hoher Kompetenz. Sich ergebende Schwierigkeiten wurden direkt vor Ort diskutiert und bestmöglich gelöst.

Die Inbetriebnahme erfolgte nahezu störungsfrei und im zeitlich vorgegebenem Rahmen. Lediglich das Einstuern der Pumpe zur Befüllung des Tanks war zeitlich etwas aufwendiger. Das Pressenpersonal hat die Kühlung sehr schnell und konsequent angenommen und arbeitet seit dem sehr erfolgreich mit der neuen Profikühlung.

4.2 Modellcharakter

Gegenüber dem Stand der Technik sind die hier realisierten radial verstellbaren Düsenstöcke der modellhafte Neuheitswert des Projektes. Die Produktivität der jeweiligen Produkte wird erheblich erhöht, da pro Zeiteinheit mehr Kühlwirkung und damit höhere Pressgeschwindigkeiten realisiert werden können. Gleichzeitig ergeben sich die die im Kapitel 3 beschriebenen positiven Umweltwirkungen.

Bei einem Marktanteil der Fa. Gerhardi Alutechnik GmbH & CO.KG in Deutschland in Höhe von 1,1 % und einer Jahresproduktion Aluminiumprofile von 9.000 Tonnen werden in der gesamten Branche jährlich 900.000 Tonnen Aluminiumprofile durch Strangpressen hergestellt. Von der Gesamtmenge sind ca. 20 % höherfeste Legierungen, die mit Wasser gekühlt werden müssen. Geht man in der gesamten Branche mittelfristig von einer Umstellung auf dieses Kühlsystem aus, so sind für Aluminiummengen in Höhe von 180.000 Tonnen ca. 15.120 t/a Verschnittmengenreduzierung möglich.

Die branchenspezifische Kommunikation dieses erfolgreichen Vorhabens hat bereits in Fachpublikationen (Zeitschrift Aluminium-Praxis 3/2015 und Zeitschrift Aluminium 4/2015) und im Rahmen einer Folienpräsentation auf der Messe Aluminium vom 7. - 9. Oktober 2014 in Düsseldorf stattgefunden. Auch in der Kommunikation mit unseren Kunden hat Gerhardi das Vorhaben herausgestellt und nutzt es auch weiterhin. Eine Veröffentlichung des Projektes in der Loseblattsammlung der Effizienz-Agentur NRW steht unmittelbar bevor.

Die Kommunikation einer umweltfreundlichen Technologie ist besonders geeignet, die Standards innerhalb der Branche zugunsten ressourceneffizienter Verfahren zu verbessern. Dies gilt umso mehr, wenn Wirtschaftlichkeit, Produktivität, Qualität und Umweltschutz so eng miteinander verbunden werden können, wie bei unserem Vorhaben.

4.3 Zusammenfassung

Im Rahmen des Vorhabens sollte nachgewiesen werden, dass mit Umsetzung der innovativen und ressourcenschonenden Profilkühlung die Kühlwasserkreislaufmenge, der Energieeinsatz und der Materialverschleiß im Vergleich zum Stand der Technik wesentlich reduziert werden kann.

Mit Antragstellung wurde, bezogen auf eine Jahreskapazität von 2.500 t/a Aluminium, eine Reduktion des Aluminiumverschleißes von 78 t/a, eine Einsparung des Verbrauchs an elektrischer Energie von 52.500 kWh/a, eine Senkung der Kreislaufwassermenge von 112.500 m³/a erwartet. Die Reduktion des Energieverbrauchs sollte zu einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes um 29,7 t CO₂ pro Jahr gegenüber konventioneller Fertigung führen.

Im Rahmen des durchgeführten Messprogramms wurde für die Dauer von drei Monaten spezifische Messdaten ermittelt, die mit der geplanten Jahreskapazität von 2.500 t/a Aluminium hochgerechnet wurden. Durch die neue Profilkühlung können 124 t/a Aluminiumverschleiß, 133.525 m³/a Kreislaufwasser sowie 46.281 kWh/a elektrische Energie, entsprechend 26,1 t/a CO₂ eingespart werden.

Auf Basis einer dynamischen Amortisationsrechnung ist im vierten Jahr ein positiver Zahlungsstrom zu erwarten. Die geplanten Gesamtausgaben wurden um 12.963 € unterschritten und betragen bisher 434.137 €.

Eine Übertragbarkeit des Konzeptes ist aus technischer Sicht auf alle vergleichbaren Betriebe möglich. Die Anlage kann auf Wunsch, nach vorheriger terminlicher Abstimmung mit Herrn Edgar Arens, gerne besichtigt werden.