

# **BMU-Umweltinnovationsprogramm**

## **Abschlussbericht**

---

### **zum Vorhaben**

"Umstellung des Aluminium-Schmelz- und Druckgussprozesses zur Ablufferfassung und Einsparung von 30% des Energieeinsatzes"  
NKa3 - 003114

### **Zuwendungsempfänger/-in**

Auto Heinen GmbH

### **Umweltbereich**

(Wasser/Abwasser, Abfall, Ressourcen, Klimaschutz, Luft, Boden, Lärm)

### **Laufzeit des Vorhabens**

23.11.2016 bis 30.06.2020

### **Autor/-en**

Dr. Theodor Scherer  
Tel: 02253/312-228  
Fax: 02253/312-252  
E-Mail: tscherer@autoheinen.de

**Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und  
Reaktorsicherheit**

### **Datum der Erstellung**

19.11.2020

---

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
1.1	Kurzbeschreibung des Unternehmens und ggf. der Projektpartner	3
1.2	Ausgangssituation	6
2.	Vorhabenumsetzung	8
2.1	Ziel des Vorhabens	8
2.2	Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)	8
2.3	Umsetzung des Vorhabens	12
2.4	Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)	20
2.5	Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	21
2.6	Konzeption und Durchführung des Messprogramms	22
3.	Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung	22
3.1	Bewertung der Vorhabendurchführung	22
3.2	Stoff- und Energiebilanz	23
3.3	Umweltbilanz	24
3.4	Wirtschaftlichkeitsanalyse	24
3.5	Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren	24
4.	Übertragbarkeit	25
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung	25
4.2	Modellcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)	25
5.	Zusammenfassung/ Summary	25
6.	Literatur	26
7.	Anhang	26

# 1. Einleitung

## 1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens und ggf. der Projektpartner

1933 gründete der Ingenieur Heinrich Heinen eine Zylinderschleiferei, die später in Auto Heinen umbenannt wurde. Die Erweiterung der Produktpalette um Druckgussteile erfolgte 1969. Schnell und kontinuierlich etablierten sich seitdem die Entwicklungen aus dem Hause Auto Heinen auf dem nationalen sowie internationalen Markt.

Auto Heinen ist spezialisiert auf Komponenten und Teile aus Alu-Druckguss. Seine Erfahrung macht das Unternehmen zu einem anerkannten Ansprechpartner in der druckgusstechnischen Beratung, dem Gießen und Bearbeiten von anspruchsvollem Aluminium-Druckguss und Stahl sowie in der Montage komplett einbaufertiger Baugruppen.

Für spezielle Anforderungen wie Druckdichtigkeit, Fertiggießen, Porenfreiheit, Sauberkeit und Festigkeit hat Auto Heinen eine besondere Kompetenz entwickelt. In Jahrzehnte langer Erfahrung wurden diese Fähigkeiten in verschiedensten Kundenprojekten umgesetzt.

Seit 2010 wird Auto Heinen wieder mit einem familiären Hintergrund geführt. So wird die ursprüngliche Familientradition fortgeführt. Mit der Übernahme des Unternehmens durch die Brüder Meinrad und Theodor Scherer wurde die Auto Heinen GmbH in die erfolgreiche Scherer Gruppe integriert. Zur Gruppe gehören außerdem die Scherer GmbH mit Sitz in Tramin (Südtirol), die Lockweiler Plastik Werke GmbH in Wadern-Lockweiler (Saarland), die MOULDPLAST GmbH in Rovereto (Italien) sowie die SCT TECHNOLOGY GmbH (Italien) und die wez Kunststoffwerk AG (Schweiz). In diesen Werken werden Kunststoffprodukte für verschiedenste Anwendungsbereiche gefertigt.

### Eckdaten/Kennzahlen

- Zwei Produktionsstätten in Bad Münstereifel auf insgesamt 46.182 qm<sup>2</sup>

### Ausstattung:

- Druckguss: 13 vollautomatische Gießzentren mit Schließkräften von 320-1200t
- Mechanische Bearbeitung: vollautomatisierte Montagelinien, 14 CNC-Bearbeitungszentren, 14 CNC-Drehzentren
- Sonderanlagen & Qualitätsprüfung: 9 Montage- und Druckdichtigkeitsprüfanlagen
- 7 Schmelzöfen für Gießen von neun verschiedenen AlSi- und AlMg-Legierungen
- 3D Messmaschinen und Röntgenprüfanlagen
- Qualifiziertes Restschmutzlabor und Sonderprüfstände
- Dynamischer Klimaprüfstand

## Kernkompetenzen

**Entwicklung:** Die erfahrenen Mitarbeiter begleiten den Kunden von der Grundkonzeption eines Produktes, dem Prototyping, über die Versuchs- und Validierungsphase bis zur produktiven Serienumsetzung mit hoher Problemlösungskompetenz und effizientem Projektmanagement. Der Einsatz moderner CAD-Systeme (ProE, Catia V5, IDEAS) und Berechnungstools (Mold-Flow-Simulation, FEM Berechnung) garantiert größtmögliche Flexibilität im Simultaneous Engineering. Der Entwicklungsservice wird vervollständigt durch eine umfangreiche Prüfstandsausstattung zur Verifikation der kundenspezifischen Anforderungsprofile.

**Aluminium-Legierungen:** Die Anforderungsprofile moderner Komponenten und Systeme aus Aluminium sind sehr vielfältig. Um möglichst optimal auf den Bedarf des Kunden eingehen zu können, sind aktuell neun verschiedene Legierungen im Portfolio. Die Werkstoffkompetenz und Flexibilität im Schmelzbetrieb garantieren den Kunden maximale Freiheit bei der Legierungsauswahl. Eine langjährige Expertise besteht in der Verarbeitung von Sonderlegierungen für Bauteile mit höchster Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit gegen chemische Stoffe.

**Druckguss:** Die Druckgusstechnologie basiert auf 13 modernen, automatisierten Fertigungszellen mit Kaltkammer Druckgießmaschinen im Schließkraftbereich von 320-1200to. Bei der Entwicklung innovativer Werkzeugkonzepte werden das unternehmenseigene umfangreiche Know-how mit modernster Software zur Prozesssimulation (MagmaSoft®) und hochqualifizierten Partnern im Formen- und Werkzeugbau kombiniert.

**Zerspanung:** In der mechanischen Bearbeitung ist das richtige Konzept der Schlüssel zum Erfolg. Das umfangreiche Know-how auf dem Gebiet der Aluminium- und Stahl-Zerspannung setzt hier Maßstäbe.

**Baugruppen:** Die Montage von Komponenten zu Bauteilen oder komplexen Montagegruppen vervollständigen den Service. Für komplette Baugruppen werden die notwendigen Druckgussteile produziert, durch zugekaufte Komponenten ergänzt und in verketteten komplexen Fertigungsinseln, Fräszentren mit Waschanlagen, Montageanlagen, Schweißautomaten sowie Prüfeinrichtungen montiert.

## Produktangebot

**Motor:** Komponenten und Baugruppen für motornahe Systeme (Ölpumpen, Wasserpumpen, Zylinderkopf, Nockenwellen, Ventiltrieb, Hauben und Kettentrieb)



*Abbildung 1: Motorkomponenten*

**Getriebe:** Komponenten und Baugruppen für Getriebe und Schaltung (Getriebebauteile aus Aluminium und Verbundstrukturen, Planetenträger, Wählschieber, Schaltbaugruppe).



*Abbildung 1: Getriebekomponenten*

**Kupplung:** Komponenten und Baugruppen für die Kupplungsbetätigung (Gehäuse für Kupplungsgeber, Kolben für Direktschaltgetriebe, Komponenten für die hydraulische Kupplungsbetätigung).



*Abbildung 3: Kupplungskomponenten*

**Lenkung:** Komponenten und Baugruppen für die Lenkung (Lenkgehäuse)



Abbildung 4: Lenkungssysteme

## 1.2 Ausgangssituation

Bei der Firma Auto Heinen werden unterschiedliche Aluminiumschmelzen hergestellt. Das Aluminium wird bei etwa 750°C geschmolzen. Die Schmelze wird dann in Aluminiumdruckgussmaschinen zu Endprodukten verarbeitet. Wie bei vielen historisch gewachsenen Unternehmen, gibt es hier prozessuale Nachteile, die sich auf die Energieeffizienz auswirken.

Im Druckgussprozess wird heißes Aluminium in eine Dauerstahlform unter hohem Druck und hoher Geschwindigkeit eingeschossen. Zwischen jedem Gießzyklus muss danach die Form abgekühlt werden und ein Trennfilm aufgebracht werden. Um diese beiden Effekte zu erhalten, wird ein sogenanntes Formtrennmittel auf die Form gesprüht. Dieses Formtrennmittel besteht zum überwiegenden Teil (98%) aus Wasser und zu 2% aus Siloxanen und Polysiloxanen. Das Formtrennmittel trifft auf die Form und verdampft zum großen Teil. Anschließend wird die Form mit Luft trocken geblasen.

Problemstellungen:

- Absaugung der Gase rudimentär (schlechte Luftqualität, hoher Anteil an Abgasen geht in die Atmosphäre)
- Wenn Absauganlagen vorhanden sind, ziehen diese großflächig auch unbelastet Luft aus der Halle. Entsprechend muss zusätzlich nachgeheizt werden.

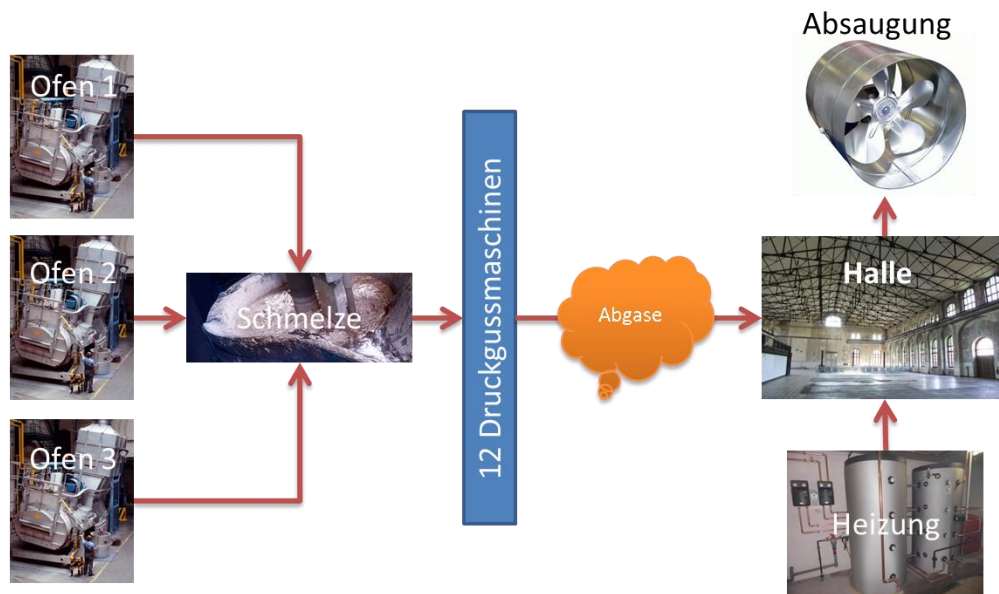


Abbildung 5: Ist- Situation; 3 Öfen erzeugen eine Schmelze für 12 Druckgussmaschinen, deren Abgase in die Halle abgelassen werden. Die Heizung muss nachheizen.

Die Absaugung der Abgase erfolgt großflächig in der Halle. Die Luft ist kontinuierlich belastet und ein hoher zusätzlicher Energieaufwand zur Aufheizung der Halle ist notwendig.

Durch die langjährige, schrittweise Erweiterung und Umgestaltung von Fertigungsanlagen wurden für die großflächige Absaugung und Luftreinigung auch die Filteranlagen erweitert. Bisher waren 3 Filteranlagen á 25.000 m<sup>3</sup> pro Stunde sowie 1 Anlage á 90.000 m<sup>3</sup> pro Stunde erforderlich. Dies entspricht einer Filterleistung von 150.000 m<sup>3</sup> pro Stunde. Diese verursacht einen Energieverbrauch von 1.152 MWh pro Jahr. Zudem kann ein großer Teil der Emissionen nicht erfasst werden.

Zur Effizienzsteigerung der Fertigung werden zunehmend Roboter eingesetzt. Diese benötigen Bewegungsraum sowohl innerhalb der Druckgussmaschine als auch außerhalb der Maschine. Damit ist eine allseitige Einhausung einer Druckgussmaschine nicht möglich.

Bezüglich der Absaugsysteme gab es im Vorfeld ein Entwicklungsprojekt im Hause Auto Heinen. Die Verbesserung der Erfassung der Emissionen unmittelbar am Entstehungsort wurde nachgewiesen.

Die Wirksamkeit wurde auch durch Messungen des ANECO Institut für Umweltschutz, Mönchengladbach die am 25.6.15 bei Auto Heinen durchgeführt wurden, bestätigt.

## **2. Vorhabenumsetzung**

### **2.1 Ziel des Vorhabens**

Auto Heinen verarbeitet jährlich ca. 5.000 Tonnen Aluminium in Aluminiumdruckgussanlagen. Durch das Einbringen von flüssigem Aluminium während des Gießprozesses, bedingt die thermische Belastung der Kokillen, dass die an ihr haftenden Substanzen (Trennmittel auf Silikonölbasis) teilweise als Dampf in die Raumluft emittieren. Die Absaugsysteme sind i.d.R. großflächig ausgelegt, so dass auch unbelastete Luft abgesaugt wird.

In Deutschland werden jährlich etwa 450.000 Tonnen Aluminiumdruckguss hergestellt. Eine Vielzahl von Unternehmen verfügen über gar keine Absaugung. Mensch und Umwelt werden durch die Abgase belastet. Die Anlagenwärme reicht nicht aus, um die Halle zu heizen.

Zielstellung des Projektes ist es, die Druckgussanlagen mit effizienten, selbst entwickelten lokalen Absaugsystemen auszustatten. Damit können Schadstoffe mit einem wesentlich geringeren Energieaufwand lokal erfasst und damit die Luftreinheit in der Halle wesentlich verbessert werden.

Die Lösung ist auf zahlreiche ähnliche Unternehmen übertragbar und daher unmittelbar von ökonomischer/ ökologischer Bedeutung.

### **2.2 Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)**

Gussanlagen und Abzugssysteme beeinflussen sich wechselseitig, so dass zukünftig ganzheitliche Lösungen zur Verbesserung der Luftreinheit und zur Reduktion des Energieaufwandes erforderlich sind. Lösungen am Markt konzentrieren sich meist auf einzelne Komponenten, die eine punktuelle Energieeffizienz erreichen. Daher soll aus einer Kombination aus bekannten und eigenentwickelten Systemen der Prozess in Gänze so verbessert werden, dass eine erhebliche Einsparung erfolgt.

Das Ziel des Vorhabens ist, die oben genannten Nachteile durch die Kombination unterschiedlicher Einsparmaßnahmen auszuschalten und durch die Neugestaltung, eine Reduktion des Energiebedarfes um 62,5 % und eine Verbesserung der Luftreinheit zu erreichen.

Das Konzept der Absaugung der Gießmaschinen besteht darin, dass direkt an der Entstehungsquelle an der Gießmaschine abgesaugt wird (Abbildung 6). Bisher wird in zahlreichen verarbeitenden Unternehmen am Hallendach durch Absaughauben die Luft umgewälzt oder sogar nur über den normalen Luftaustausch in der Halle. Vereinzelt sind große Hauben über einzelnen Maschinen im Einsatz, die in der Summe eine große Menge Luft absaugen, die gleichermaßen wieder erwärmt zugeführt werden müssen.



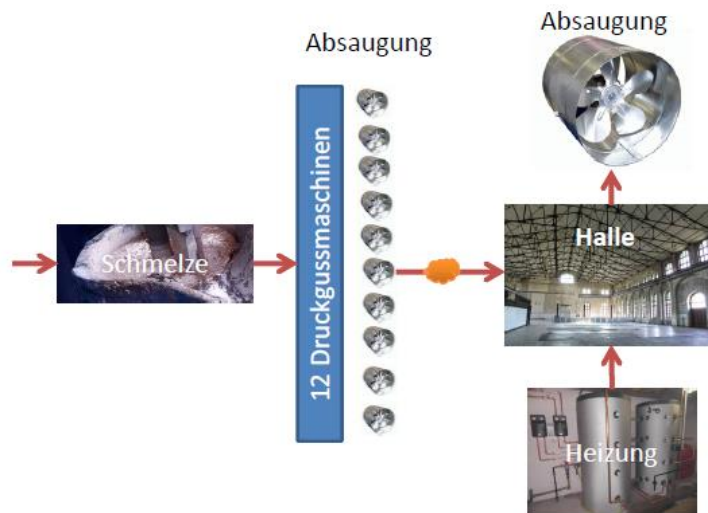


Abbildung 6: Skizzenhafte Neugestaltung des Prozesses

Der neue Lösungsansatz besteht darin, dass über den Formen der Maschinen durch ein eigens entwickeltes Düsensystem ein Luftstrom erzeugt wird der die Abgase quer in einen Absaugkanal bläst. Dadurch werden die entstehenden Abgase durch einen minimalen Luftstrom abgelenkt und direkt in die Absaugung geblasen. Das erhöht die Wirkung um ein Vielfaches. Geschätzt wird, dass bis zu 80% der Abgase direkt erfasst werden können. Diese Art der Absaugung wurde im Hause Heinen entwickelt.

An einer Anlage war versuchsweise eine horizontal arbeitende Erfassungsvorrichtung installiert (Abbildung 7).



Abbildung 7: Teil der horizontalen Emissionserfassungs-Anlage an einer Gießmaschine

Dabei wurden die Emissionen direkt oberhalb der Kokille seitlich erfasst und unbehandelt ins Freie geleitet. Diese selbst entwickelte aktive Absaugung kann auch an Anlagen in denen Roboter zum Bauteilhandling eingesetzt werden angewendet werden.

Die energetischen und luftqualitätsbeeinflussenden Nachteile werden dadurch reduziert, dass das neue System unmittelbar am Entstehungsort abbläst/absaugt und damit einer Verunreinigung der Maschine und der Hallenluft entgegenwirkt. Die Funktionsweise ist wie folgt: eine Blasleiste sorgt für einen bewegten, gerichteten Luftfilm oberhalb des Druckgusswerkzeuges. Die aufsteigende verunreinigte Luft wird dadurch in Richtung Absaugkanal geblasen. Darin besteht der wesentliche Vorteil der geplanten Anlage: Die verunreinigte Luft wird in den Abluftkanal geblasen und dort angesaugt. Damit wird die benötigte Saugleistung wesentlich reduziert und eine Verteilung der Verunreinigung verhindert.

Die derzeit vorhandene Filterleistung von 150.000 m<sup>3</sup> pro Stunde kann auf 60.000 m<sup>3</sup> pro Stunde reduziert werden. Eine komplette derzeit vorhandene, veraltete Filteranlage mit einer Filterleistung von 90.000 m<sup>3</sup> pro Stunde kann damit ersatzlos abgebaut werden. Der Stromverbrauch der Anlagen kann im selben Verhältnis reduziert werden.

Im Juni 2015 wurde eine erste aufgebaute Versuchsanlage getestet. Tabelle 1 zeigt die Messergebnisse im Vergleich zur bisherigen Hallenlüftung. Es werden ca. 60 % mehr Emissionen erfasst.

#### **Versuchsanlage I**

		<b>Ölnebel</b>	<b>Kohlenstoff</b>
Massenkonzentration	[mg/m <sup>3</sup> ]	2,9	7,67
Massenstrom	[kg/h]	0,005	0,013
Abgasvolumen Betriebszustand	[m <sup>3</sup> /h]	1.900	1.900
Querschnitt	[m <sup>3</sup> ]	0,08	0,08

#### **Hallenlüftung II**

		<b>Ölnebel</b>	<b>Kohlenstoff</b>
Massenkonzentration	[mg/m <sup>3</sup> ]	1,267	6,00
Massenstrom	[kg/h]	0,028	0,133
Abgasvolumen Betriebszustand	[m <sup>3</sup> /h]	26.100	26.100
Querschnitt	[m <sup>3</sup> ]	0,397	0,397

#### **Keller Ablufttechnik**

		<b>Dschn. V1</b>	<b>Dschn. V2</b>
Massenkonzentration	[mg/m <sup>3</sup> ]	2,33	14,37
Massenstrom	[kg/h]	0,006	0,037
Abgasvolumen Betriebszustand	[m <sup>3</sup> /h]	2.900	2.900
Querschnitt	[m <sup>3</sup> ]	0,071	0,071

*Tabelle 1: Messergebnisse aus der ersten Versuchsanlage*

Die Messungen „Keller Ablufttechnik“ beziehen sich auf eine Fertigungsanlage mit einer unmittelbar über der Maschine angeordneten Absaugung. Diese Lösung erfasst nahezu 100 % aller Emissionen, verhindert jedoch den Einsatz von Sprührobotern. Ablagerungen im Inneren der Maschine bzw. des Absaugsystems können in den Messungen nicht erfasst werden. Die gemessenen Massenkonzentrationen Kohlenstoff und Ölnebel sind im Vergleich zur Hallenlüftung bei der Lösung „Keller Ablufttechnik“ um das 2,4fache bzw. 1,8fache höher, da wesentlich weniger unbelastete Luft angesaugt wird. Bei der neuen Versuchsanlage werden die 1,3fachen bzw. 2,3fachen Massenkonzentrationen erreicht, da die belastete Luft aktiv in die Absaugung über dem Werkzeug eingeblasen wird. Zur Bewertung der Effektivität der neuen Absaugung werden die Zahlen der Tabelle 1 herangezogen (Massenkonzentration in mg/m<sup>3</sup>). Um den gegenwärtigen Zustand der Erfassung der Schadstoffe (Filterleistung in mg/h) zu gewährleisten wurde in der Tabelle 2 die dafür erforderliche Förderleistung (m<sup>3</sup>/h) ermittelt. Diese ist um 62,5 % geringer.

Mit dem Vorhaben sollte gezeigt werden, dass eine lokale Emissionserfassung auch bei bestehenden Druckgussanlagen nachgerüstet werden kann, ohne Automatisierungsvorhaben (Roboter) zu beeinträchtigen und gleichzeitig eine hohe Energieeinsparung ermöglicht wird. Die Absaugsysteme sind eine Eigenentwicklung und werden so am Markt nicht angeboten.

Tabelle 2 zeigt einen Vergleich der neuen Lösung mit dem bisherigen System. Die Energieeinsparung beträgt 62,5 %, die Verringerung der Schadstoffemission (Ölnebel) in den Versuchsmessungen lag bereits bei 56 %.

		Versuchs AL	Hallen- lüftung	Keller
Massenkonzentration Kohlenstoff	[mg/m <sup>3</sup> ]	7,67	6,00	14,37
Massenkonzentration Ölnebel	[mg/m <sup>3</sup> ]	2,9	1,267	2,333
Notwendige Förderleistung Kohlenstoff	[m <sup>3</sup> /h]	131.000	168.000	70.000
Notwendige Förderleistung Ölnebel	[m <sup>3</sup> /h]	73.000	168.000	90.000
Filterleistung Kohlenstoff	[mg/h]	1.004.333	1.008.000	1.005.667
Filterleistung Ölnebel	[mg/h]	211.700	212.800	210.000
Anschlussleistung (80% von Nennleistung)	[kW]	72	192	72
Betriebsstunden p.a.	[h]	6.000	6.000	6.000
Energieverbrauch Strom	[KWh]	432.000	1.152.000	432.000
Energieeinsparung	[KWh]	720.000		720.000
Kosteneinsparung	[€]	100.800		100.800

*Tabelle 2: Vergleich der Abluftsysteme*

Derzeit beträgt der Stromverbrauch für die Absaugung in Summe 1.152 MWh/p.a. Es werden 720 MWh/p.a. eingespart. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub> Einsparung von 0,519 t/MWh x 720 MWh = 374 Tonnen pro Jahr.

Ein weiterer Effekt wird sein, dass Abgase, welche überwiegend ungefiltert in die Hallenatmosphäre entlassen werden, mind. zu 80% abgesaugt werden und sich der zusätzliche Heizbedarf durch die Absaugung an der Quelle der Entstehung halbiert.

Die Werte ergeben sich aus einer 24h Fertigung bei einer 5-Tage Woche im Dreischichtbetrieb.

## 2.3 Umsetzung des Vorhabens

Der Investitionsort ist am Standort der Auto Heinen GmbH in 53902 Bad Münstereifel. Ursprünglich sollten an 11 Druckgussmaschinen die neuartigen Absaugeinrichtungen installiert werden. Die Realisierung des Vorhabens erfordert neben den Investitionen auch einen eigenen Personaleinsatz (Tabelle 3). Die geplanten Investitionen sind in Tabelle 4 dargestellt.

Funktion	Std-Satz	Aufwand	Kosten
Leiter Instandhaltung Mechanik	40,00 €	150	6.000,00 €
Leiter Instandhaltung Elektrik	40,00 €	150	6.000,00 €
Instandhalter	35,00 €	400	14.000,00 €
Leiter Gießerei	48,00 €	60	2.880,00 €
<b>Summe</b>			<b>28.880,00 €</b>

Tabelle 3: Eigener Personalaufwand

Kostenschätzung	Anzahl	Preis/Stk	Kosten
Hauben	8	12.500 €	100.000 €
Blasstation	3	15.000 €	45.000 €
Zuluft	12	5.000 €	60.000 €
Verrohrung	11	4.000 €	44.000 €
Änderung der Kanäle auf dem Dach	3	25.000 €	75.000 €
Planungsaufwand	1	25.000 €	25.000 €
Montagevorbereitung	1	28.880 €	28.880 €
<b>Summe Netto</b>			<b>377.880,00 €</b>

Tabelle 4: Abschätzung der Kostenblöcke

### Ablufferfassung

Aus technologischen Gesichtspunkten erfolgte im Laufe des Projektes eine Umstellung der Sprühprozesse (Vorbereitung des Werkzeuges vor jedem Zyklus). Dies hatte auch konstruktive Veränderungen an den Maschinen zur Folge. Von den ursprünglich geplanten 11 Maschinen konnten deshalb nur drei mit Schlitzabsaugung ausgerüstet (Abbildung 8) werden.



Abbildung 8: Realisierte Ablufferfassung mit Darstellung der Luftführung.

Durch die neue Ablufferfassung konnte in vielen Bereichen die Abluft schon an der Entstehungsquelle erfasst werden. Diese wurde durch weitere geschlossene Ablufthauben und Hauben über den Gießmaschinen realisiert, an welchen die Schlitzdüsenabsaugung wegen technologischer Änderungen nicht eingesetzt werden konnten. Nach Abschluss dieser Maßnahmen konnte der Volumenstrom der Anlagen um  $90.000\text{m}^3/\text{h}$  reduziert werden.

Damit verbunden war eine Reduzierung des Stromverbrauchs für die Abluftanlagen. Bei einer mittleren elektrischen Leistungsaufnahme des Abluftsystems von  $72\text{ kW}$  und  $6.000$  Betriebsstunden pro Jahr konnte der jährliche Stromverbrauch des Abluftsystems auf  $432\text{ MWh}$ , d.h. um  $62,5\%$  gesenkt werden.

### **Änderungen im Projektverlauf**

Aufgrund der o.g. Änderungen und auf der Grundlage neuer technologischer Erkenntnisse und neuer Lösungsansätze wurde das Konzept der Senkung von Emissionen und Energieverbrauch überarbeitet.

Dies verdeutlicht, dass energetische und emissionsrelevante Innovationen in industriellen Produktionsanlagen nicht nur im Kontext der bestehenden Prozesse und Fertigungsabläufe bewertet werden dürfen. Technische und technologische Optimierungen von Fertigungsabläufen können teilweise ursprüngliche Lösungsansätze einschränken, ermöglichen aber andererseits neue Lösungen die in der Gesamtbetrachtung zu wesentlich größeren Effekten als ursprünglich geplant führen können.

Da nicht immer eine eindeutige quantitative Zuordnung der Effekte zu jeder Maßnahme möglich ist, werden die erreichten Effekte nachfolgend wo erforderlich zusammengefasst.

### Schnellkupplungen

Ein Lösungsansatz zur Energieeinsparung sind Schnellkupplungen. Die durchschnittliche Rüstzeit beträgt zurzeit etwa 20 Stunden. Diese Rüstzeit kommt vor allem dadurch zustande, dass das Rüstteam durch den großen Aufwand für das Anschließen der Form sehr viel Zeit verliert. Durch die Optimierung der Formen mit Schnellspannvorrichtungen wird der Rüstvorgang drastisch verkürzt, im Mittel um ca. 50 %. Während des Rüstvorganges steht die Maschine im Stand-By Modus und auch der Ofen zur Bevorratung des Materials wird auf Temperatur gehalten. Mit Hilfe der Rüstzeitreduzierung können die Maschinenstillstandszeiten reduziert werden, damit sinkt der Energieverbrauch pro Teil. Zudem sinkt durch geringere Medienverluste der Verbrauch an Thermoöl und Hydrauliköl.

Die Maschinen wurden in drei Größen unterteilt, um einen Standard festzulegen. In dem Standard wurden folgendes berücksichtigt:

- Festlegen vom Kupplungstyp (Temperatur / Druck / Medium)
- Festlege der Kupplungsart (Vertauschungssicherheit zwischen den unterschiedlichen Medien)
- Größe der Kupplungen (Passender Durchfluss)
- Ort und Befestigung der Kupplungen an den Maschinen und an den Werkzeugen (Abbildungen 9 und 10).

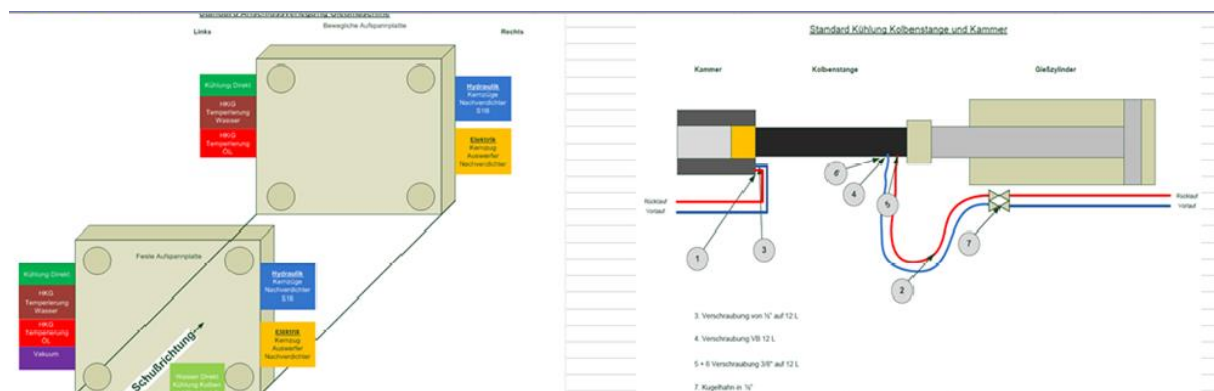


Abbildung 9: Positionen der Schnellkupplungen

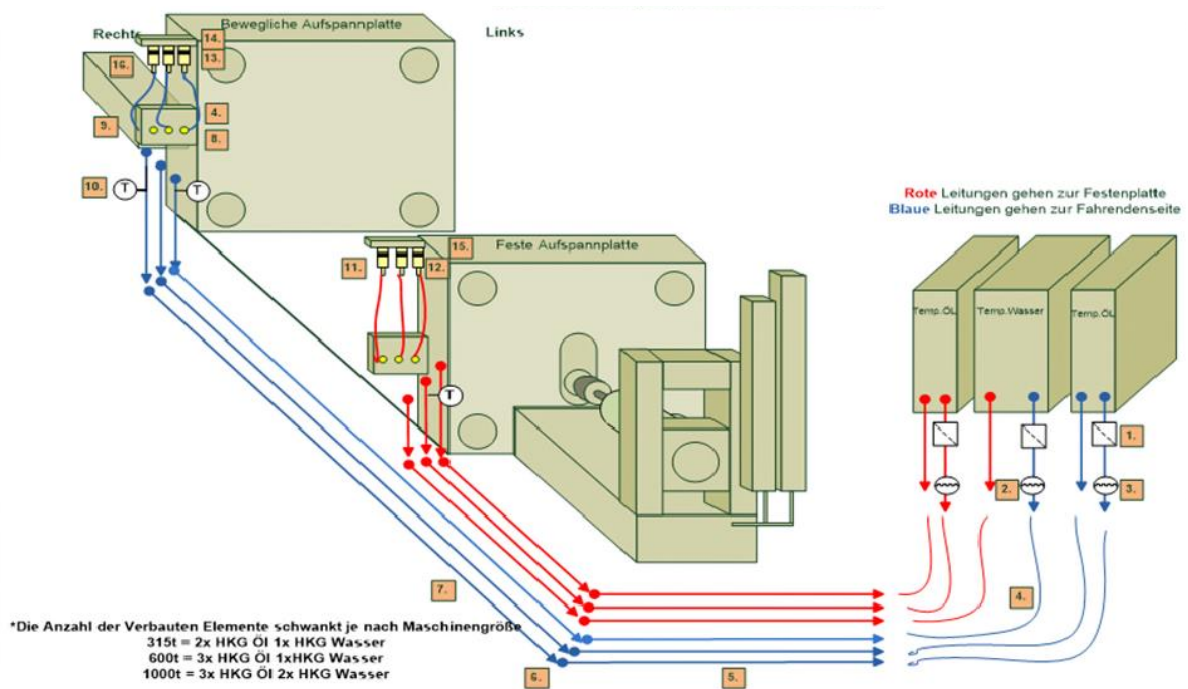


Abbildung 10: Standard Verlegungsplan Wasser, Öl Druckgußmaschine

Beim Auslegen vom Standard an den Maschinen mussten nicht nur sämtliche Gießzellen mit unterschiedlichen Größen betrachtet werden, sondern auch über 200 Druckguss-Werkzeuge. Erschwerend kam noch hinzu, dass die Maschinen teilweise spiegelverkehrt aufgebaut sind. Um den Standard platzsparend umzusetzen, konnten keine Standardartikel vom Markt verwendet werden. Diese mussten erst selbst entwickelt und gefertigt werden. Die Auswahl der geeigneten Dichtungen war sehr komplex, z.B. Dichtstoffe zu finden, die für Temperaturen bis 250°C geeignet sind und die gleichzeitig wasser- und ölresistent sind. Nicht benötigte Anschlüsse können in einer Spezialablage positioniert werden. Abbildung 11 zeigt ein Beispiel der Installation von Schnellkupplungen an einer Gießmaschine.

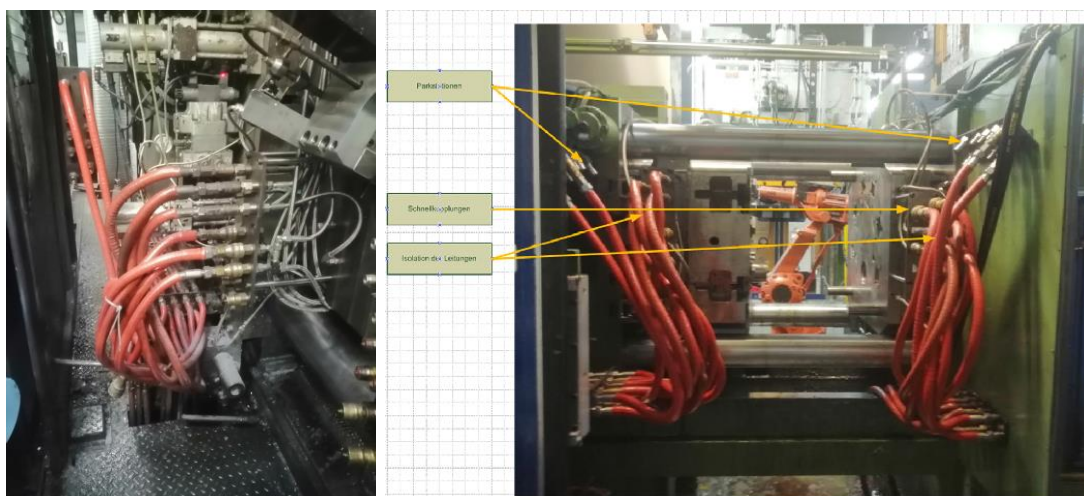


Abbildung 11: Installierte Schnellkupplungen an einer Gießmaschine

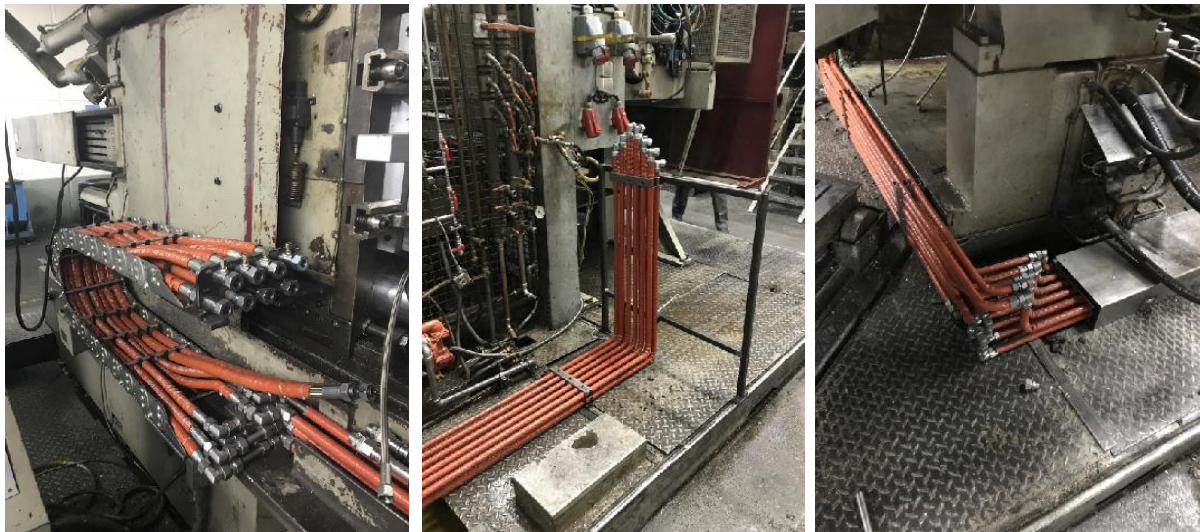
Medien wie Thermoöl und Hydraulikölen können nicht mehr unkontrolliert aus den Werkzeugen laufen. Die Stillstandszeiten der Anlagen (bezgl. hydraulischer Störungen) konnten verringert werden. Es kann kein Schmutz mehr durch offene Hydraulikanschlüsse ins Hydrauliksystem gelangen. Die Arbeitssicherheit konnte verbessert werden. Rutschige Böden wurden vermieden. Es kann nicht mehr zu einem unkontrollierten Ölaustritt kommen, z.B. durch vergessene Leitungen.

Erreicht wurde eine Senkung der Rüstzeiten von durchschnittlich 18 auf 8 Stunden, d.h. um 55 %, bezogen auf einen dreischichtigen Anlagenbetrieb an 5 bis 6 Tagen pro Woche. Am Beispiel einer 1.200 t Maschine für Lenkgehäuse wurden die Rüstzeiten von 28,72 Stunden (2018) auf 9,56 Stunden (2019), d.h. um 67 % verringert, bei ähnlichen Stückzahlen (2018 - 148.869 Stk., 2019 - 143.437 Stk.).

### Verrohrung der HK-Kreisläufe incl. Isolierung

Mit einer optimierten Verlegungsart wird die Länge der heißen Rohrleitungen verringert. In Verbindung mit zusätzlichen Isolierungen sinken die thermischen Verluste zusätzlich.

An jeder Gießmaschine wurden die alten Schlauchverbindungen entfernt und durch eine geeignete feste Verrohrung ersetzt. Zusätzlich wurden die Rohrdurchmesser vergrößert um einen geringeren Druckverlust zu bekommen. Alle Rohre wurden isoliert und vom Boden entfernt in geeigneten Haltesystemen befestigt (Abbildung 12).



*Abbildung 12: Isolierte Rohrleitungssysteme*

Durch die Maßnahme konnte die Wärme nicht mehr in andere Anlagenteile überschlagen oder vom Sprühwasser in der Auffangwanne gekühlt werden.

Problematisch war, den Leitungsweg an den Anlagen so zu definieren, dass keine Sicherheitseinrichtungen außer Kraft gesetzt werden, keine Störkanten oder Quetschstellen zwischen beweglichen Maschinenteilen entstehen und keine Stolperkanten bezüglich der Arbeitssicherheit entstehen. Dieses Konzept musste für jede Anlage einzeln betrachtet und ausgearbeitet werden. Der Temperaturhaushalt der Werkzeuge



konnte deutlich verbessert werden. Dies spiegelt sich in der Qualität der Produkte und in der Standzeit der Werkzeuge wider.

### Mikrosprühtechnologie

Basis zum Zeitpunkt der Förderantragstellung bzw. Genehmigung war, dass die Werkzeuge klassisch mit einem Trennmittel-Gemisch aus Konzentrat und Wasser im Mischungsverhältnis 1:100 gesprüht wurden. Inzwischen gibt es Lösungen, dieses Verfahren durch die Mikrosprühtechnologie zu ersetzen, allerdings nur für bestimmte Geometrien und somit nicht flächendeckend. Mit dem Einsatz der Mikrosprühtechnologie haben wir uns intensiver befasst und Fachleute für die Einführung zur Unterstützung herangezogen. Ergebnis ist, dass wir heute nahezu flächendeckend das Mikrosprühen in unseren Prozessen vorsehen können. Abbildung 13 zeigt eine Standardverlegung für Sprühmittel in 2 Kreisläufen.

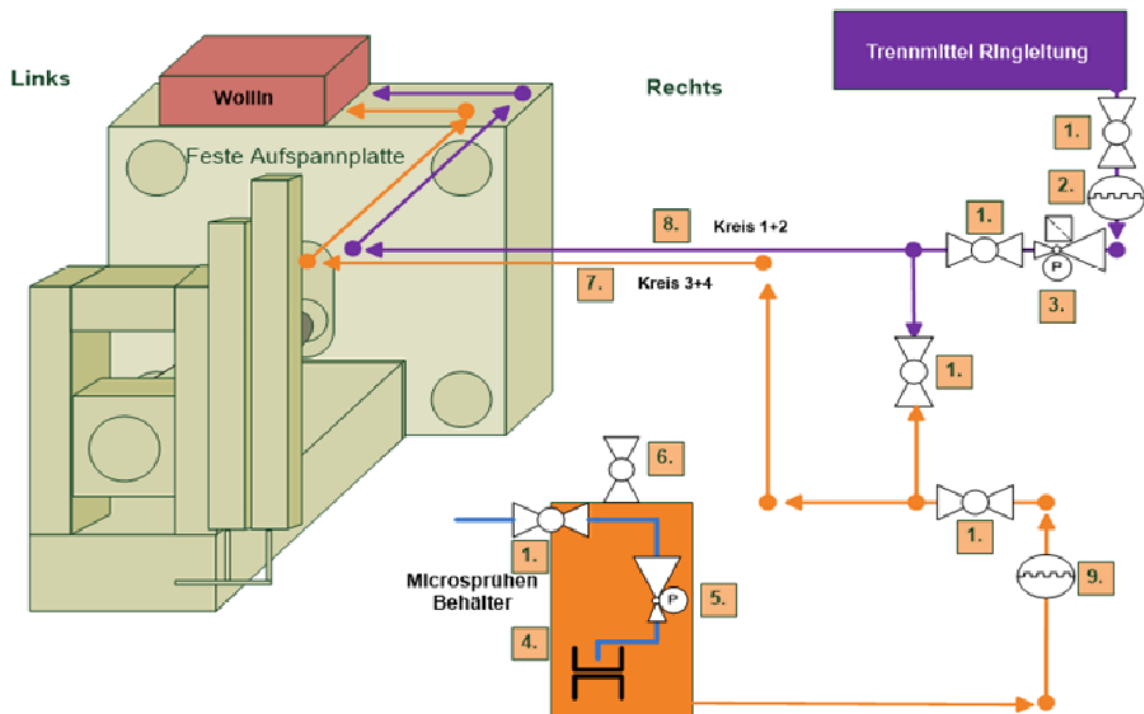


Abbildung 13: Standardverlegung Sprühmittel in 2 Kreisläufen

Damit ergeben sich 2 Umweltvorteile:

- Die Emissionen sind deutlich reduziert durch die Verringerung der Trennmittelmenge
- Die weiteren Vorteile dieser Technologie liegen in der Reduzierung des Energieverbrauches. Z.B. weniger Wärmeverlust in der Form, durch die geringere Sprühmittelmenge. Die Standzeit der Werkzeuge verlängert sich da Thermoschocks vermieden werden.

Im Ergebnis konnte mit der neuen Technologie und mit neuem Sprühmittel eine Senkung des Sprühmittelverbrauchs um 28 % und des Wasserverbrauchs um mehr als 95

% erreicht werden. Die Menge der zu entsorgenden Altemulsionen wurde um 46 % verringert (Abbildung 14).

Kühl-/ Schmierstoff			Jahr	Entsorgung Altemulsion [m³]
SL61023 ChemTrend (neu)	SL7477 ChemTrend (alt)			
2018	0	17	2017	1.040
2019	19	13	2018	837
2020	23	0	2019	618
Hochgerechnet auf Ende 2020			2020	560

alt: Mischungsverhältnis 1:100 (1l Konzentrat auf 100l Wasser)  
neu: Mischungsverhältnis 1:7 (1l Konzentrat auf 7l Wasser)

Abbildung 14: Senkung Sprühmittelverbrauch und der Entsorgungskosten

### Zusammenfassung der Effekte der Maßnahmen Schnellkupplungen, Verrohrung und Mikrosprühen

Die auf den Ergebnissen der Maßnahmen Schnellkupplungen, Verrohrung und Mikrosprühen basierende Senkung des Stromverbrauches im Zeitraum 2017-2019 ist in Abbildung 15 für zwei Gießmaschinen dargestellt (Maschine Frech 3: Senkung um 31 %, Maschine 520to MW: Senkung um 52 %). Die absolute Senkung des Stromverbrauches erfolgte bei einer Stückzahlsteigerung im gleichen Zeitraum von + 16 %.

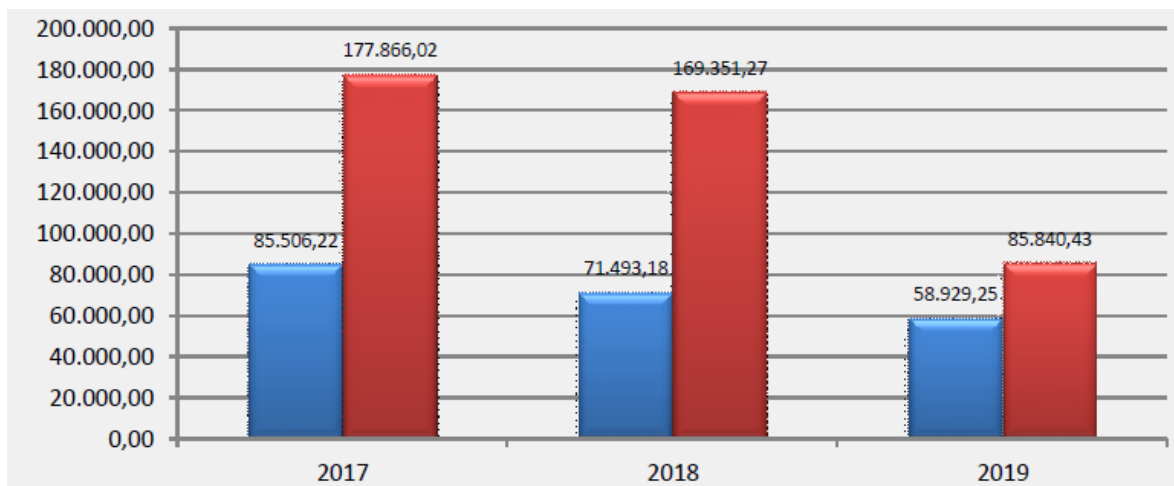


Abbildung 15: Stromverbrauch Heiz-/ Kühlgeräte => Effekt aus Isolierungen, Optimierung Leitungsverlauf, Mikrosprühen  
blau- Stromzähler Westomat Frech 3, rot - Stromzähler 520to MW

Bei einem konservativ geschätzten mittleren absoluten Stromverbrauch von 85 MWh und einer mittleren Einsparung von 29 MWh je Gießmaschine ergibt das für alle 12 Gießmaschinen zusammen eine zusätzliche Stromeinsparung von 312 MWh pro Jahr.

## Keramik-Rinnen

Durch den Einsatz von Keramik-Rinnen könnte die Gießtemperatur von durchschnittlich 730°C um 30°C abgesenkt werden. Auch bedingt durch diese Optimierung kann der Energieverbrauch dauerhaft gesenkt werden.

An allen Anlagen wurden die Stahlrinnen durch Keramik-Rinnen ausgetauscht. Das Haltesystem von den Stahlrinnen konnte nicht benutzt werden. Hier wurde ein eigener Standard entwickelt. Bei den Maschinen der Gruppe 1000t konnte keine Standardrinne verwendet werden. Hier wurde mit dem Hersteller eine eigene Rinne für speziell diese Maschine hergestellt (Abbildung 16).



Abbildung 16: Keramikrinnen

Die Warmhaltetemperatur der Dosieröfen konnte durch diese Maßnahme um 30 °C gesenkt werden. Für den Warmhalteofen der Gießmaschine Westomat Fech 720 to wurde der Stromverbrauch um 2,387 MWh, d.h. um 5 % gesenkt (Abbildung 17).

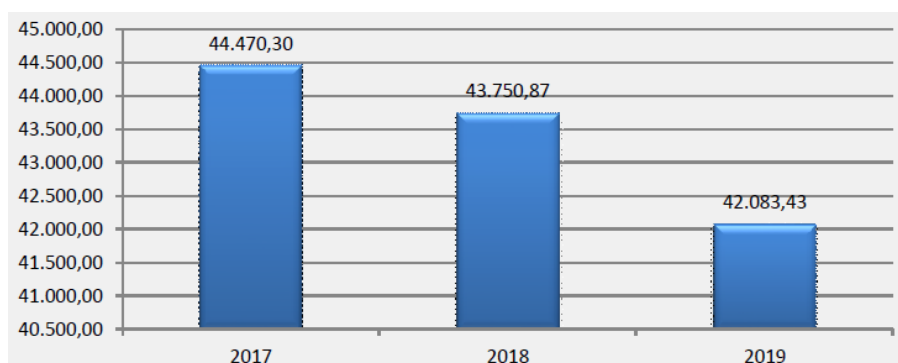


Abbildung 17: Stromverbrauch Warmhalteöfen => Effekt: Keramikrinnen Stromzähler Westomat Fech 720to Verbrauch kWh

Bezogen auf alle 6 Warmhalteöfen entspricht dies einer Elektroenergieeinsparung von 14 MWh pro Jahr.

### Installation von Sensorik an den Anlagen (CastVisu)

Auto Heinen hat ein selbstentwickeltes System (CastVisu) zur Produkt- und Maschinenbezogenen Erfassung von technologischen und energetischen Daten für jeden Zyklus und jedes Teil entwickelt und erweitert dieses kontinuierlich. Die Integration von Material- und Energiedaten erfolgt in Echtzeit. Für dieses System wurden im Rahmen des Projektes zusätzliche Sensoriken zur Erfassung der lokalen Temperaturen installiert (Abbildung 18).



*Abbildung 18: An Rohrleitungen installierte Thermosensoren*

Mit dieser Sensorik werden Defekte an Anlagen und Maschinen frühzeitig erkannt. Durch diese Überwachung des Gießprozesses sinkt der Anteil der N.I.O. Teile und damit der anteilige Energie- und Materialverbrauch pro Teil.

## **2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)**

Es liegt keine behördliche Auflage zur besseren Absaugung/ Erfassung der Abgase in der Halle oder zur Verbesserung der Arbeitsplatzsituation in der Halle vor.

## 2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Das CastVisu dient mit seiner Vielzahl an Daten aller Art der Dokumentation produzierter Teile, für direkte Eingriffsmöglichkeiten bei Prozessänderungen, -Unterbrechungen und Stillständen, um so die Unterbrechungszeiten (Maschinennutzung) so gering wie möglich zu halten und schlussendlich damit unnötigen Energieverbrauch und damit verbundene Emissionen zu reduzieren bzw. zu vermeiden (Abbildungen 19 bis 21).



Abbildung 19: CastVisu Dashboard

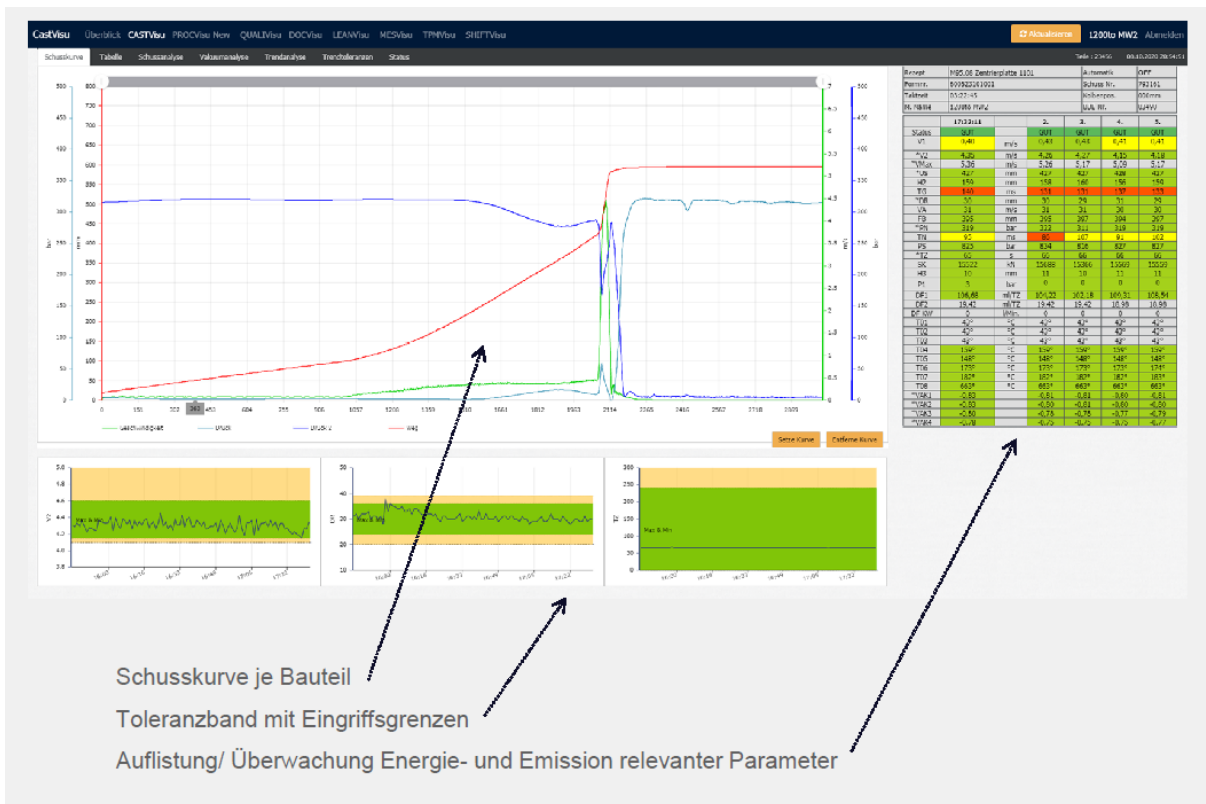


Abbildung 20: Echtzeit-Datenaufzeichnung eines Gießzyklus

Beginn Datum	Beginn Uhrzeit	Ende Datum	Ende Uhrzeit	Dauer	Schicht	Stillstandsgrund
07.11.2020	17:32					Nicht angeschlossen
07.11.2020	14:34	07.11.2020	14:43	00:09:39	Samstag Spät Sh	Nicht angeschlossen
07.11.2020	10:11	07.11.2020	10:22	00:11:20	Samstag Früh Sh	TPM Maschinenn
07.11.2020	06:04	07.11.2020	06:10	00:05:03	Samstag Früh Sh	WKZ Störung
07.11.2020	05:47	07.11.2020	05:57	00:10:08	Samstag Früh Sh	TPM Maschinenn
07.11.2020	02:56	07.11.2020	03:00	00:04:04	Nacht	TPM Maschinenn
06.11.2020	23:15	06.11.2020	23:23	00:03:40	Nacht	Mechanische Störung
06.11.2020	22:36	06.11.2020	22:36	00:00:48	Nacht	TPM Maschinenn
06.11.2020	20:24	06.11.2020	20:29	00:04:27	Spät	TPM Maschinenn
06.11.2020	15:12	06.11.2020	17:40	01:27:35	Spät	WKZ Störung
06.11.2020	14:33	06.11.2020	14:37	00:04:28	Spät	TPM Maschinenn
06.11.2020	12:26	06.11.2020	12:35	00:06:54	Früh	WKZ Störung

Abbildung 21: Überwachung/ Dokumentation Maschinenstillstand, Angabe von Stillstandsgründen zur direkten Reaktion der betroffenen Fachabteilung

Das System CastVisu ist speziell für die Besonderheiten von Fertigungen mit automatischen Gießanlagen ausgelegt und wird auch an Dritte vermarktet.

## 2.6 Konzeption und Durchführung des Messprogramms

Im Projekt war kein spezifisches Messprogramm vorgesehen. Durch die Echtzeiterfassung von energetischen Anlagendaten im System CastVisu ist eine permanente messtechnische Überwachung auch über die Projektlaufzeit hinaus gegeben.

## 3. Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

### 3.1 Bewertung der Vorhabendurchführung

Da alle Maßnahmen im Rahmen einer laufenden Fertigung umgesetzt wurden kam es zu zeitlichen Verzögerungen. Durch das Einführen neuer Technologien zur Senkung des Sprühmittelverbrauches konnten aus technischen Gründen nicht alle ursprünglich geplanten Anlagen umgerüstet werden. Allerdings hatten diese Änderungen auch neue, zusätzliche Möglichkeiten zur Verringerung von Emissionen und Energieverbrauch eröffnet. Damit wurde das Konzept der Senkung von Emissionen und Energieverbrauch überarbeitet.

Mit den neuen Maßnahmen Schnellkupplungen, Verrohrung, Mikroprühtechnologie und Keramik-Rinnen wurden zusätzliche Einsparungen erzielt die in der Gesamtbeurteilung zu wesentlich größeren Effekten als ursprünglich geplant führten.

Mit der Maßnahme wurden ca. 30 Arbeitsplätze gesichert, deren Attraktivität gesteigert und Kosten gespart.

Die Gesamtinvestitionskosten des Projektes liegen in der gleichen Größenordnung der ursprünglich geplanten Kosten (Tabelle 5).

	<b>Summe</b>
<b>Abluffterfassung optimieren</b>	96.130 €
<b>Schnellkupplungen</b>	76.302 €
<b>Verrohrung HK Kreisläufe</b>	34.027 €
<b>Mikrosprühtechnologie</b>	61.297 €
<b>Keramik Rinnen</b>	20.778 €
<b>Installation von Sensorik (CastVisu)</b>	16.719 €
<b>Gesamtsumme</b>	<b>305.255 €</b>

*Tabelle 5: Investitionskosten nach Projektende*

### 3.2 Stoff- und Energiebilanz

Die Stoff- und Energiebilanzen sind in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengestellt.

<b>Maßnahme</b>	<b>Alt</b>	<b>Neu</b>	<b>Einsparung absolut</b>	<b>Einsparung relativ</b>	<b>Zusätzlich zum ursprünglichen Projekt</b>
<b>Energieverbrauch Abluffterfassung, MWh/Jahr</b>	1152	432	720	62,5 %	Nein
<b>Erfassen von Emissionen, mg/m<sup>3</sup></b>	1,27	2,90	1,43	56 %	Nein
<b>Vermeidung von Emissionen durch verminderten Einsatz von Sprühmittel, m<sup>3</sup>/Jahr</b>	32	23	9	28 %	Ja
<b>Energieeinsparungen durch Schnellkupplungen, Verrohrung, Mikrosprühen, MWh/Jahr</b>	1020	708	312	30 %	Ja
<b>Energieeinsparungen durch Keramik-Rinnen, MWh/Jahr</b>	266	252	14	5 %	Ja

*Tabelle 6: Stoff- und Energiebilanzen, einschließlich zusätzlicher Maßnahmen*

### 3.3 Umweltbilanz

Die Umweltbilanz ist in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengestellt. Hierbei wurde die Verminderung der Abwasserbelastung durch Bearbeitungsemulsionen von 1171 t in 2017 auf 776 t in 2019 einbezogen.

	Geplant	Erreicht
Stromeinsparung, MWh/Jahr	720	1046
CO <sub>2</sub> Minderung, t/Jahr	374	543
Emissionssenkung, %	56	56
Emissionsvermeidung, m <sup>3</sup> /Jahr	0	9
Senkung der Abwasserbelastung, t/ Jahr	0	395

*Tabelle 7: Umweltbilanz, einschließlich zusätzlicher Maßnahmen*

### 3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeitsanalyse ist zu berücksichtigen, dass zum einen die Maßnahmen schrittweise über einen Zeitraum von 3,5 Jahre eingeführt wurden und zum anderen dass die Produktionsleistung in diesem Zeitraum (2016 bis 2019) um 22 %, bezogen auf die Menge, gestiegen ist (Tabelle 8).

	2016	2017	2018	2019
Menge, Stück	11,4	12,0	12,5	13,9

*Tabelle 8: Produktionsleistung 2016 bis 2019*

Die mit dem Projekt erzielten wirtschaftlichen Effekte sind in der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengestellt.

	Geplant	Erreicht
Stromkosteneinsparung (140 €/MWh), €/Jahr	100.800	146.440
Abwasserbelastung, €/Jahr	0	22.204
Summe	100.800	168.644

*Tabelle 9: Kosteneinsparungen*

### 3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Eine Vielzahl von Unternehmen im Bereich Aluminiumdruckguss verfügen nicht über lokale Absaugungen. Aufgrund des vergleichsweise hohen Gesamtenergieverbrauchs zur Herstellung einer Produkteinheit werden Maßnahmen zur Einsparung von Energie



bei Nebenaggregaten oft vernachlässigt, da die monetären Einsparungen im Verhältnis zu den gesamten Energiekosten gering sind.

## **4. Übertragbarkeit**

### **4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung**

Da alle Maßnahmen bei laufender Fertigung umgesetzt wurden, kam es zu zeitlichen Verzögerungen. Parallellaufende technische und technologische Veränderungen im Produktionsprozess führten zu umfangreichen Korrekturen der geplanten und zur Konzeption neuer Maßnahmen. Mit einer umfangreichen Datenerfassung an den Anlagen können die Effekte der einzelnen Maßnahmen unmittelbar bewertet werden.

### **4.2 Modelcharakter/Übertragbarkeit (Verbreitung und weitere Anwendung des Verfahrens/der Anlage/des Produkts)**

Die Systemkombination kann in nahezu allen Unternehmen mit Aluminiumdruckgussanlagen eingesetzt werden. Auto Heinen repräsentiert hier etwa 1,1 % der in Deutschland vorhandenen Fertigungskapazitäten. Die Effekte aus der Kombination der unterschiedlichen Technologien wirken sich unmittelbar und in nicht geringem monetärem Umfang auf die Energieeffizienz der relevanten Unternehmen aus.

## **5. Zusammenfassung/ Summary**

Auto Heinen verarbeitet jährlich ca. 5.000 Tonnen Aluminium in Aluminiumdruckgussanlagen. Durch das Einbringen von flüssigem Aluminium während des Gießprozesses, bedingt die thermische Belastung der Kokillen, dass die an ihr haftenden Substanzen (Trennmittel auf Silikonölbasis) teilweise als Dampf in die Raumluft emittieren. Die Absaugsysteme sind i.d.R. großflächig ausgelegt, so dass auch unbelastete Luft abgesaugt wird.

Zielstellung des Projektes war, die Druckgussanlagen mit effizienten, selbst entwickelten lokalen Absaugsystemen auszustatten. Damit können Schadstoffe mit einem wesentlich geringeren Energieaufwand lokal erfasst und damit die Luftreinhaltung in der Halle wesentlich verbessert werden.

Da alle Maßnahmen im Rahmen einer laufenden Fertigung umgesetzt wurden kam es zu zeitlichen Verzögerungen. Durch das Einführen neuer Technologien zur Senkung des Sprühmittelverbrauches konnten aus technischen Gründen nicht alle ursprünglich geplanten Anlagen umgerüstet werden. Allerdings hatten diese Änderungen auch neue, zusätzliche Möglichkeiten zur Verringerung von Emissionen und Energieverbrauch eröffnet. Das Konzept der Senkung von Emissionen und Energieverbrauch

wurde überarbeitet. Mit den neuen Maßnahmen wurden zusätzliche Einsparungen erzielt die in der Gesamtbetrachtung zu wesentlich größeren Effekten als ursprünglich geplant führten.

Die Lösung ist auf zahlreiche ähnliche Unternehmen übertragbar und daher unmittelbar von ökonomisch/ ökologischer Bedeutung.

## **6. Literatur**

keine

## **7. Anhang**

kein