



Gewässer
schützen



Ressourcen
schonen



Intelligente
Verpackung



Im Dialog



Zertifizierungen



Nachhaltigkeits-
bericht

WERNER & MERTZ



**GANZHEITLICH-
NACHHALTIG.DE**



Abschlussbericht zum Vorhaben

Flaschenabfüllanlage in Monoblockbauweise mit erstmaliger
Integration eines Explosionsschutzsystems

Werner & Mertz GmbH | Rheinallee 96 | 55120 Mainz



BMUB-UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM

Abschlussbericht zum Vorhaben

„Flaschenabfüllanlage in Monoblockbauweise mit erstmaliger
Integration eines Explosionsschutzsystems“

Nr. des Vorhabens: 3175

Zuwendungsempfänger

Werner & Mertz GmbH

Umweltbereich

Ressourceneffizienz und Energieeinsparung

Laufzeit des Vorhabens

01.08.2016–28.02.2017

Autor

Günther Heinrichs

Datum der Erstellung

03.09.2018

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



Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen des UBA: 90030/53	Projekt-Nr.: 3175
Titel des Vorhabens: „Flaschenabfüllanlage in Monoblockbauweise mit erstmaliger Integration eines Explosionsschutzsystems“	
Autoren: Heinrichs, Günther	Vorhabensbeginn: 01.08.2016
	Vorhabensende: 28.02.2017
Zuwendungsempfänger: Werner & Mertz GmbH Rheinallee 96 55120 Mainz	Veröffentlichungsdatum: 03.09.2018
	Seitenzahl: 22
Gefördert im BMUB-Umweltinnovationsprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.	
Kurzfassung: <p>Als erstes Unternehmen hat die Werner & Mertz GmbH in das Vorhaben einer Monoblockanlage zur Abfüllung von entzündlichen Stoffen investiert. Bislang wurden entzündliche Stoffe ausschließlich in sogenannten Inline-Anlagen abgefüllt, die aus den drei einzelnen Komponenten Flaschenaufsteller sowie Abfüll- und Verschleißmaschine bestehen und über Transportbänder miteinander verbunden sind. Diese Bauart weist, vor allem bei Betrachtung der Explosionsschutzrichtlinien, Nachteile auf. Insbesondere eine deutlich geringere Energieeffizienz, die im Vergleich zu einer konventionellen Anlagentechnik für explosionsgefährliche Stoffe erheblich ist.</p> <p>Um einen wesentlichen Beitrag zur Ressourceneffizienz und Energieeinsparung zu leisten wurde daher zusammen mit der Firma Breitner Anlagenbau GmbH eine derartige hochinnovative Anlage gebaut, mit der erstmals explosionsgefährliche Stoffe abgefüllt werden können.</p>	
Schlagwörter: Flaschenabfüllanlage – Monoblockbauweise – Explosionsschutz	
Anzahl der gelieferten Berichte: Papierform: Elektronischer Datenträger:	Sonstige Medien: Veröffentlichung im Internet geplant auf der Webseite: https://werner-mertz.de/



Report Coversheet

Reference-No. Federal Environmental Agency: 90030/53		Project-No.: 3175
Report Title: "Monoblock bottling system with first-time integration of an explosion protection system"		
Author: Heinrichs, Günther	Start of project: 01/08/2017	End of project: 28/02/2017
	Performing Organisation: Werner & Mertz GmbH Rheinallee 96 55120 Mainz	
Publication Date: 03/09/2018		No. of Pages: 22
Funded in the Environmental Innovation Programme of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety.		
Summary: <p>Werner & Mertz GmbH is the first company to have invested in a project for a monoblock filling system for the bottling of combustible materials. Until now, combustible materials were exclusively bottled in so-called inline systems, comprising three individual components: bottle unscrambler, filling and sealing machines, all connected via conveyor belts. This construction design has disadvantages, particularly with reference to explosion protection guidelines. Primarily, a far lower energy efficiency, which is significant in comparison to conventional system technology for explosive materials.</p> <p>Werner & Mertz therefore worked together with the company Breitner Anlagenbau GmbH to build such a highly innovative system with which explosive materials could be bottled for the first time. The company is making a significant contribution to resource efficiency and energy savings with this system.</p>		
Keywords: Bottle filling plant – monoblock construction – explosion protection		



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Kurzbeschreibung des Unternehmens.....	1
1.2	Ausgangssituation.....	2
2	Vorhabensumsetzung	4
2.1	Ziel des Vorhabens	4
2.2	Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)	4
2.3	Umsetzung des Vorhabens.....	9
2.4	Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)	9
2.5	Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten	9
3	Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung	10
3.1	Bewertung der Vorhabensdurchführung	10
3.2	Stoff- und Energiebilanz.....	11
3.3	Umweltbilanz.....	13
3.4	Wirtschaftlichkeitsanalyse	15
3.5	Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren	16
4	Übertragbarkeit	16
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung	16
4.2	Modellcharakter und Übertragbarkeit.....	17
5	Zusammenfassung/Summary	17
5.1	Zusammenfassung.....	17
5.2	Summary.....	20
6	Literatur	20



1 Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Antragssteller

Antragsteller: **Werner & Mertz GmbH**

Anschrift (Geschäftsführer): Rheinallee 96

55120 Mainz

Eckdaten des Antragstellers

Branche: Produktion von Haushaltschemikalien

Rechtsform: GmbH

Umsatz: 144.368 T€ (2016); 121.751 T€ (2015)

Bilanzgewinn: 41.969 T€ (2016); 30.176 T€ (2015)

Mitarbeiter: 950 (Konzern)

Projektleitung

Projektleitung: Günther Heinrichs

Tel: +49 (0) 61 31 - 9 64 - 27 04

E-Mail: GHeinrichs@werner-mertz.com

Ansprechpartner: Günther Heinrichs

Tel: +49 (0) 61 31 - 9 64 - 27 04

E-Mail: GHeinrichs@werner-mertz.com

Kurzprofil des Unternehmens

Die Werner & Mertz GmbH ist ein mittelständischer Hersteller von haushaltschemischen Produkten mit Hauptsitz in Mainz. Das traditionsreiche Familienunternehmen mit Marken wie Erdal, Frosch und Tana ist auf dem europäischen Markt bestens etabliert. Standorttreue und Innovationsfreude bilden die exzellente Basis von Werner & Mertz für neue Impulse, die das Unternehmen mit ihren Produkten und Initiativen immer wieder gibt.

Durch eine konsequent vorangetriebene Nachhaltigkeitsausrichtung des gesamten Unternehmens gelingt es der Werner & Mertz GmbH, sich von anderen Herstellern im Bereich der



Haushaltschemikalien insbesondere mit der Marke Frosch hinsichtlich Umweltschutz positiv abzugrenzen. Für die vorbildliche Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens wurde dem Unternehmen 2009 der renommierte deutsche Nachhaltigkeitspreis in der Hauptkategorie „Deutschlands nachhaltigste Marke“ verliehen.

Die Geschichte des Unternehmens beginnt im Jahr 1867 als Wachswarenfabrik „Gebrüder Werner“. Im Jahr 1878 folgte mit Georg Mertz der zweite Namensgeber, sodass die Wachswarenfabrik noch im selben Jahr unter dem Namen „Werner & Mertz“ firmierte. Ab 1887 übernahm Philipp Adam Schneider die Leitung des Unternehmens, der ein Schwager von Georg Mertz war. Dies stellte insofern einen Meilenstein der Unternehmensgeschichte dar, als dass unter der Führung Philipp Adam Schneider die noch heute weltweit bekannte Schuhcreme der Marke Erdal entwickelt wurde. Aufbauend auf der Markteinführung konnte sich das Unternehmen bis zu den Jahren des zweiten Weltkriegs erfolgreich entwickeln. In der Nachkriegszeit baute das Unternehmen weiterhin auf die eigene Innovationskraft und begann, die Chancen die der Wiederaufbau mit seinen unzähligen Bauvorhaben brachten zu nutzen. So wurde neben der Schuhcreme ein zweites Standbein etabliert, dass sich mit der Reinigung und Pflege von Innenräumen beschäftigte. In der Folge wurden für verschiedene Anwendungsgebiete eine Vielzahl von Produkten unter bekannten Marken, wie REX oder tofix WC-Reiniger, entwickelt.

Im Jahr 1986 begann dann eine neue Ära für das Unternehmen. Der grüne Frosch wurde als Marke etabliert und steht bis heute als Markenzeichen für ökologisch hochwertige und nachhaltige Reinigungsmittel. Beweis für diese Entwicklung ist die Tatsache, dass die Marke Frosch im Jahr 2013 zum 12. Mal in Folge den Most trusted Brand Award als die vertrauenswürdigste Marke unter den Haushaltsreinigern gewann. Um den Nachhaltigkeitsgedanken zu untermauern, hat Werner & Mertz im Jahr 2007 das Umweltmanagement zu einem Nachhaltigkeitsmanagement ausgebaut und 2008 erschien der erste Nachhaltigkeitsbericht des Unternehmens. Ein Bekenntnis des Unternehmens, stets ökologisch konsequent, ökonomisch wertschöpfend und sozial verantwortlich zu handeln. Dieser Anspruch soll auch bei einer Abfüllanlage umsetzbar sein. Daher entschied sich die Werner & Mertz GmbH für das Vorhaben einer eigenen Monoblockanlage mit integrierten Explosionsschutzsystem.

1.2 Ausgangssituation

Abfüllanlagen bestehen in der Regel aus den Komponenten Flaschenaufsteller, Abfüllmaschine, Verschleißmaschine sowie verbindenden Transportbändern und sind in zwei Ausführungen am Markt erhältlich: Anlagen, in denen die Flaschen in separaten Maschinen befüllt



und verschlossen werden (sogenannte Inline-Anlagen) und Anlagen, die Befüllung und Verschluss in einer Maschine ermöglichen (sogenannte Monoblockanlagen). Der Vorteil der Monoblockanlagen ist eine deutliche höhere Energieeffizienz im Vergleich zu Inline-Anlagen, da insgesamt nur ein Antrieb benötigt wird. Zudem können durch die wesentlich kompaktere Bauweise kürzere Wegstrecken des Füllguts – und damit ein wesentlich geringerer Energiebedarf beim Transport – realisiert werden.

Werden Flüssigkeiten abgefüllt, die eine explosionsfähige Atmosphäre erzeugen können, muss die Abfüllanlage über einen Explosionsschutz verfügen. Unter einer explosionsfähigen Atmosphäre ist ein Gemisch von Luft unter atmosphärischen Bedingungen mit brennbaren Stoffen zu verstehen. Diese Stoffe liegen in Form von Gas, Dampf oder Schwebstoffen vor und können nach einer Zündung eine sich selbst erhaltende Flammenausbreitung ermöglichen. Um die Entzündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern, ist es notwendig, alle möglicherweise auftretenden Zündquellen zu kennen und durch den Explosionsschutz sicherzustellen, dass diese Zündquellen nicht wirksam werden können. Unter einem explosionsgefährdeten Bereich versteht man einen dreidimensionalen Raum, der gemäß der relevanten Richtlinie in sechs Zonen eingeteilt wird. Die Einteilung richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, dass eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftritt. Insbesondere im Bereich der Herstellung von Haushaltschemikalien entstehen durch die Verwendung hoch entzündlicher Rohstoffe, wie beispielsweise Wasserstoff, potenzielle Gefahren, die durch einen Explosionsschutz beherrscht werden müssen. Relevant in diesem Zusammenhang sind hier unter anderem die sogenannte ATEX-Richtlinie sowie das Produktsicherheitsgesetz.

Bislang konnten explosionsgefährliche Stoffe, wie beispielsweise Alkohole, nur in den oben genannten Inline-Anlagen abgefüllt werden. Dies brachte zahlreiche Nachteile mit sich, wie etwa eine deutlich niedrigere Energieeffizienz, ein schlechteres Produkthandling, die Möglichkeit der Produktkontamination zwischen Abfüll- und Verschleißmaschine sowie eine höhere Lärmbelastung.

Die nachfolgende Übersicht stellt die möglichen Bauformen mit und ohne Explosionsschutz dar. Bislang war keine explosionsgeschützte Monoblockanlage auf dem Markt verfügbar, weshalb die fertiggestellte Flaschenabfüllanlage in explosionsgeschützter Bauweise völlig einzigartig ist, die bisherige Anlagentechnik weit hinter sich lässt und dabei neue Maßstäbe setzt, sowohl hinsichtlich Energieeffizienz als auch Umweltschutz.



	Explosionsschutz	Kein Explosionsschutz
Inline-Anlage	verfügbar	verfügbar
Monoblockanlage	Deutschlandneuheit	verfügbar

Tabelle 1: Gegenüberstellung vorhandener Abfüllanlagentechnologien mit und ohne Explosionsschutz

2 Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Ausgangslage entstand bei Werner & Mertz die Idee, explosionsgefährliche Stoffe ebenfalls in einer Monoblockanlage abzufüllen. Daher wurde in enger Zusammenarbeit mit der Firma Breitner Abfüllanlagen eine innovative explosionsgeschützte Monoblockabfüllanlage entwickelt, die deutschlandweit einmalig ist und erstmals im Unternehmen großtechnisch Anwendung findet.

Neben der Integration des Explosionsschutzes, der erhebliche Entwicklungsleistungen sowie innovativer Lösungen bedurfte, weist eine Anlage dieser Form zudem eine höhere Produktivität (Anzahl der abgefüllten Einheiten pro Zeit) im Vergleich zu einer neuartigen Inlineanlage auf. Daher konnte die Kapazität der Monoblockanlage auf 30 Mio. Stück pro Jahr gesteigert werden, wodurch die Möglichkeit besteht auf Marktschwankungen zu reagieren und die Ausbringungsmenge bei Bedarf entsprechend anzupassen.

2.2 Technische Lösung (Auslegung und Leistungsdaten)

Diese innovative Abfüllanlage besteht aus den Komponenten Flaschenaufsteller, Abfüllmaschine, Rundverschleißmaschine sowie dem dazugehörigen Flaschenhandling bzw. deren Übergabe. Nachfolgende Abbildung stellt den Prozessablauf schematisch dar:

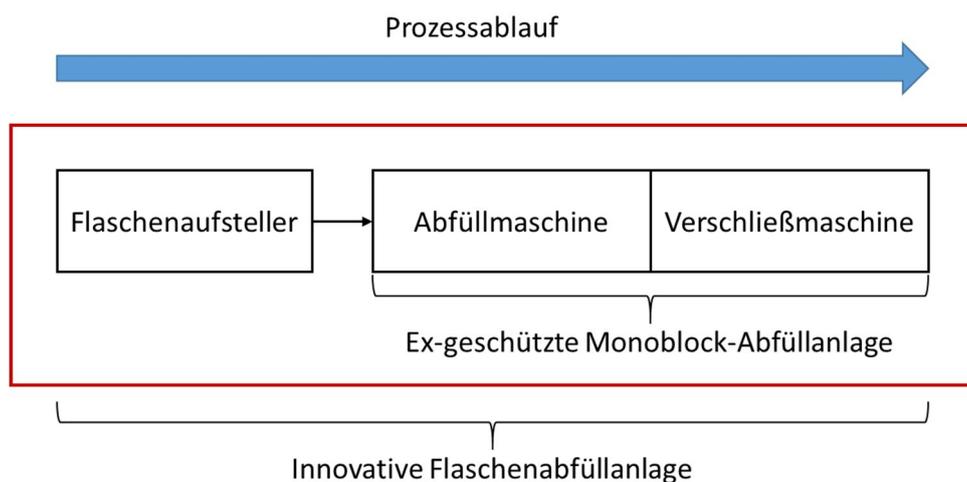


Abbildung 1 Schematische Darstellung der Flaschenabfüllanlage

Im Flaschenaufsteller werden die zu befüllenden Flaschen durch ein neuartiges und hocheffizientes Verfahren aufgestellt und in eine definierte Position gebracht. Anschließend werden die Flaschen zur Monoblockanlage, bestehend aus Abfüll- und Verschließmaschine, befördert und dort befüllt sowie verschlossen. Dies findet erstmals in einer explosionsgeschützten Umgebung statt. Im Folgenden wird die technische Funktionsweise der einzelnen Flaschenabfüllanlagenkomponenten in explosionsgeschützter Monoblockbauweise modulweise skizziert.

Flaschenaufsteller

Der Flaschenaufsteller der Firma Breitner Abfüllanlagen GmbH (s. Abbildung 2) bietet ein leistungsstarkes und schonendes Handling zum vollautomatischen Aufstellen von Kunststoffflaschen unterschiedlichster Formgebung.

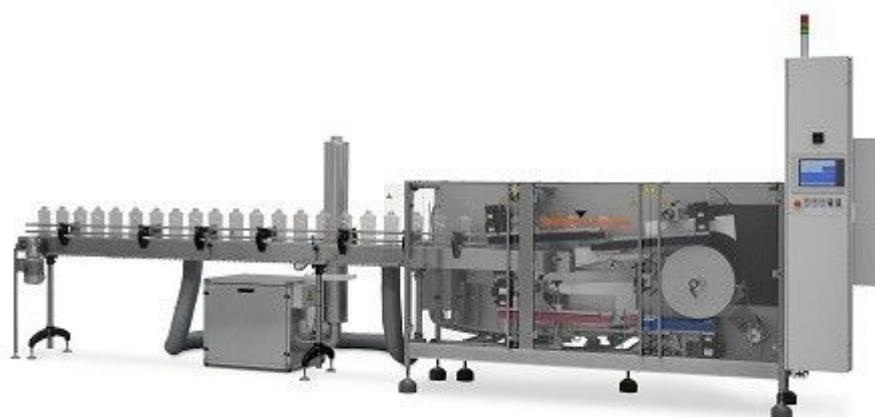


Abbildung 2 Flaschenaufsteller der Firma Breitner Abfüllanlagen GmbH



Schon bei der Versorgung der Anlage wurden neue Wege beschritten: Zur Sortierung der Flaschen kann innerhalb des Unternehmens erstmals völlig auf Druckluft verzichtet werden. Druckluft weist prinzipiell einen sehr geringen Wirkungsgrad mit Blick auf die eingesetzte Energie auf, weshalb die Nutzung der innovativen Gebläsetechnologie einen enormen energetischen Vorteil darstellt.

Dieses hochinnovative Sortierverfahren basiert auf dem Einsatz eines Seitenkanalverdichters, der den für die Sortierung der Flaschen benötigten Luftstrom erzeugt. Ein Seitenkanalverdichter nutzt einen Lüfter bzw. ein Gebläse, um Raumluft anzusaugen. Diese Luft wird durch speziell entwickelte Austrittsdüsen gestaut und anschließend mit 0,5 bar in die Flaschensortierung eingeleitet. Diese bewegte Luft reicht aus, um die Gebinde prozesssicher sortieren zu können.



Abbildung 3 (1) Seitenkanalverdichter | (2) Anschluss an die Gebläsedüse

Vergleicht man den Einsatz des Seitenkanalverdichters mit dem von Druckluft, lassen sich eindeutige energetische Vorteile hervorheben. So wird der Seitenkanalverdichter lediglich mit einer Anschlussleistung von 1,4 kW betrieben, wohingegen die sonst übliche Erzeugung von Druckluft für die Flaschensortierung mit 1.800 mm Düsen einen Energieeinsatz von 6 kW erfordert. Darüber hinaus besteht der allgemeine Nachteil der Druckluft, dass diese in Puffern vorgehalten werden muss und somit permanent Energie benötigt wird (Luftdruckzentrale). Der Seitenkanalverdichter ist direkt an der Anlage angebracht und kann bei Wartungs-, Rüst- und Stillstandphasen abgeschaltet werden.



Diese Verfahrensweise ist bisher einzigartig und wird erstmals bei Werner & Mertz verwendet. Das Sortierverfahren stellt eine der wesentlichen Innovationen in dieser Maschinentechologie dar und trägt zur Energieeffizienz der Gesamtanlage maßgeblich bei. Die Anlage erreicht eine maximale mechanische Leistung von 250 Gebinden pro Minute (z. B. Weichspüler à 750 ml pro Gebinde). Um mittels konventioneller Anlagentechnik eine derartige Ausbringungsmenge realisieren zu können, müssten zwei Abfüllanlagen im Parallelbetrieb eingesetzt werden. Dies führt zu einem nochmals deutlich erhöhten Energiebedarf verglichen mit einer Monoblockanlage.

Explosionssgeschützte Monoblockabfüllanlage

Die Monoblockabfüllanlage bildet zusammen mit dem vorgeschalteten Flaschenaufsteller die innovative Gesamtanlage zur Flaschenabfüllung. Die Monoblockanlage selbst wiederum besteht aus einer Abfüll- sowie einer Verschließanlage (vgl. Abbildung 4). Die Abfüllanlage zur Befüllung der im vorangehenden Prozessschritt aufgestellten Flaschen ist hierfür mit 24 Füllstellen ausgerüstet und leistet abhängig vom Produkt eine maximale Abfüllleistung von bis zu 250 Gebinden pro Minute (z. B. Weichspüler à 750 ml pro Gebinde).



Abbildung 4 Abfüll- und Verschließanlage in Monoblockbauweise der Breitner Abfüllanlagen GmbH

Die abgefüllten Flaschen werden anschließend in der Rundverschließmaschine (vgl. Abbildung 5) im kontinuierlichen Durchlauf verschlossen. Diese ist mit 12 Verschließstationen ausgestattet und ermöglicht die Verwendung von Aufdrück- und Schraubverschlüssen.



Abbildung 5 Rundverschließmaschine der Breitner Abfüllanlagen GmbH

Durch eine innovative Geometrie wird ein Optimum aus ruckfreier Durchleitung und maximaler Verschließgeschwindigkeit erreicht, wodurch zusätzlich eine elektrostatische Aufladung der Flaschen aufgrund von Reibung bestmöglich verhindert werden kann. Eine weitere Innovation der Anlage besteht darin, dass zum Transport der Verschlüsse erstmalig ein von einem Seitenkanalverdichter erzeugter Luftstrom verwendet wird (vgl. oben). Somit kann auf die Verwendung energieintensiver Druckluft verzichtet werden. Dies steigert zum einen die Effizienz und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage nachhaltig und trägt zum anderen maßgeblich zur Erreichung der Umweltschutzziele des Unternehmens bei. Nachdem das Gebinde verschlossen ist, wird es wieder vom Transportband übernommen. Damit endet der hochinnovative explosionsgeschützte Abfüll- und Verschließprozess; das Produkt kann nun verpackt werden.

Die zentrale Innovation der Monoblockanlage ist deren Ausrüstung entsprechend der relevanten Explosionsschutz-Richtlinie. Dies umfasst weitere Ausstattungsmerkmale der Maschine im Vergleich zu konventionellen Anlagen, die nachfolgend aufgelistet werden:

- Ausrüstung der Maschine mit Massenstromdurchflussmesser anstelle induktiver Durchflussmesser,
- Ausrüstung der Sensoren und Aktoren der Anlage mit Ex-Schutz,
- Überwachung des Maschinengestells und des Innenbereichs des Maschinenschutzes mit einem Gassensor,
- bauseitige Fremdbelüftung des Maschinenschutzes der Verschließmaschine,
- Überdruckkapselung des Füllrechners,
- Abtrennung der Abfüll- und Verschließmaschine mittels Sicherheitsglas,



- Schaltschrank und Bedienterminal befinden sich außerhalb des Ex-Bereichs,
- Komplette Schutzeinhausung des Turms der Abfüll- und Verschleißmaschine,
- Anschluss der Anlage an das hochinnovative Reinigungssystem der Firma Werner & Mertz, wodurch der Einsatz von Reinigungsmedien drastisch gesenkt werden kann.

2.3 Umsetzung des Vorhabens

Das Vorhaben wurde am 01.08.2016 begonnen. Geliefert wurde die Anlage Anfang Dezember 2016, anschließend wurde sie montiert und in Betrieb genommen. Die Abnahme der Anlage erfolgte Anfang Januar 2017. Während dieses Probetriebs traten keine technischen Probleme auf. Daraufhin fand die Leistungsabnahme im Januar und Februar 2017 statt. Abgesehen von kleinen Anpassungen mit der Firma Breitner konnte die Leistungsabnahme erfolgreich abgeschlossen werden. Das Vorhaben endete somit planmäßig und erfolgreich am 28.02.2017. Seitdem befindet sich die Anlage im regulären Betrieb.

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Die Einrichtung und der Betrieb der Anlage bedurften keiner behördlichen Genehmigung, Zulassung oder Planfeststellung.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Alle Betriebsdaten der Monoblockanlage werden mittels geeigneter Sensortechnik erfasst und dienen als wesentlicher Faktor zur Qualitätssicherung. Relevante Betriebsdaten stellen dabei die folgenden dar:

- Produktionsmenge,
- Anzahl der Gebinde,
- Auslastung,
- Betriebsstunden,
- Laufzeit,
- Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit,
- Maschinenzustand (Hauptzeit, Nebenzeit, Störung, Instandhaltung),
- Energieverbrauch,
- Druckluftverbrauch.

3 Ergebnisdarstellung zum Nachweis der Zielerreichung

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Wie bereits dargestellt, konnte das Projekt ohne Zeitverzug im Februar 2017 abgeschlossen werden. Die Monoblockanlage ist in Abbildung 6 und Abbildung 7 zu sehen und weist im Jahr 2017 im Vergleich zum Stand der Technik (Datenbasis aus den Jahren 2015 und 2016) eine Einsparung des Energieverbrauchs von 60,2 % und eine Einsparung des Druckluftverbrauchs von 82,0 % auf, bei einer Anlagenverfügbarkeit von 98,4 %.



Abbildung 6 Monoblockanlage (gesamt)



Abbildung 7 Befüllsystem der Monoblockanlage

3.2 Stoff- und Energiebilanz

Durch die neue Monoblockanlage konnten bedeutende Energie- und Drucklufteinsparungen erreicht werden. Nachfolgende Tabelle 2 stellt diese Einsparungen dar. Dabei werden die Werte des Stands der Technik (Inline) mit denen der Innovation (Monoblock) verglichen. In der mittleren Spalte sind die Werte des Stands der Technik aus den Jahren 2015 und 2016 dargestellt, in der rechten Spalte die Werte der neuen Monoblockanlage aus dem Jahr 2017.



	Inline (Stand der Technik)	Monoblockanlage
Kapazität pro Anlage (p. a.)	20 Mio.	30 Mio.
Produktionsmenge (p. a.)	20 Mio. ¹	20,5 Mio. ²
Anschlussleistung	35 kW	14,15 kW
Betriebsstunden (p. a.)	6.000 h	5.904 h
<u>Daten Druckluft:</u>		
Druckluftverbrauch (Gesamt p.a.)	1.400.000 m ³	258.667 m ³
Drucklufteinsparung (Gesamt p.a.)		1.143.333 m³
Energieverbrauch für Druckluft (p.a.)	140.000 kWh	25.867 kWh
Energieeinsparung Druckluft (p.a.)		114.133 kWh
<u>Daten Energie:</u>		
Energieverbrauch (gesamt p.a.)	210.000 kWh	83.572 kWh
Energieverbrauch pro Gebinde (p.a.)	0,0105 kWh	0,00408 kWh
Energieeinsparung pro Gebinde		0,0064 kWh
Energieeinsparung (p.a.)		126.428 kWh

Tabelle 2 Energie- und Drucklufteinsparungen (Stand der Technik/Innovation)

Insgesamt fiel bei der bisher genutzten Inline-Anlage (Stand der Technik) ein Energieverbrauch von 210.000 kWh und ein Druckluftverbrauch von 1,4 Mio. m³ an. Zu den 210.000 kWh Energieverbrauch zählen ebenfalls die Energieverbräuche für die Nutzung der Druckluft. Der Energieaufwand für die Nutzung von Druckluft beträgt dabei 140.000 kWh und macht damit zwei Drittel des Energieaufwands aus.

Insgesamt wurden 83.572 kWh eingespart, davon entfallen 25.867 kWh auf die Druckluft. Die Einsparungen beim Druckluftverbrauch betragen 1.140.000 m³.

¹ Abgefüllte Menge in den Jahren 2015 und 2016 (in Stück).

² Abgefüllte Menge im Jahr 2017 (in Stück).



3.3 Umweltbilanz

Durch die Umsetzung des Vorhabens können zum aktuellen Zeitpunkt durch die Verminderung des Energiebedarfs jährlich mindestens 75.857 kg CO₂ eingespart werden (Tabelle 3). Dies entspricht einem Anteil von 60,2 % und ergibt sich aus der Verrechnung des CO₂-Emissionsfaktors mit dem gesamten Energieverbrauch.

	Inline (Stand der Technik)	Monoblockanlage
Anschlussleistung	35 kW	14,15 kW
Betriebsstunden (h/a)	6000	5904
CO₂ Emissionsfaktor	0,6 kg/kWh	0,6 kg/kWh
CO₂ Ausstoß (p.a.)	126.000 kg CO ₂	50.143 kg CO ₂
CO₂ Einsparung (p.a.)		75.857 kg CO₂

Tabelle 3 Umweltbilanz Energieverbrauch

Der Druckluftverbrauch kann mit der neuen Monoblockanlage um 82% verringert werden, was einer CO₂-Reduzierung von 40 % bzw. 85.942 kg CO₂ entspricht (Tabelle 4). Insgesamt konnte der Druckluftverbrauch im Jahr 2017 von 1.400.000 m³ auf 258.667 m³ reduziert werden.

	Inline (Stand der Technik)	Monoblockanlage
Druckluftverbrauch (p.a.)	1.400.000 m ³	258.667 m ³
CO₂ Emissionsfaktor	0,0753 kg/m ³	0,0753 kg/m ³
CO₂ Ausstoß (p.a.)	105.420 kg CO ₂	19.478 kg CO ₂
CO₂ Einsparung (p.a.)		85.942 kg CO₂

Tabelle 4 Umweltbilanz Druckluftverbrauch

Durch das Vorhaben können somit jährlich insgesamt 161.799 kg CO₂ im Vergleich zum bisherigen Stand der Technik eingespart werden.

Über die erheblichen stofflichen und energetischen Einsparungen hinaus, sind mit der innovativen Monoblockanlage weitere qualitative Umwelteffekte verbunden, die das ohnehin sehr hohe ökologische Niveau der Anlage nochmals verbessern. So wurde die Anlage an das



innovative Reinigungssystem der Firma Werner & Mertz angeschlossen. Durch die Verwendung einer hochkomplexen Steuereinheit ermöglicht das System eine gezielte Reinigung aller daran angeschlossener Anlagen. Mittels ausgefeilter Sensortechnik arbeitet die Flaschenabfüllanlage aufgrund der Möglichkeit, Reinigungsmedien gezielt einzusetzen, nochmals deutlich ressourcenschonender als vergleichbare am Markt verfügbare Anlagen.

Weiterhin wurde durch die Monoblockbauweise die Lärmemission der Anlage signifikant reduziert. Durch die komplette Einhausung sowie der kompakten Bauweise verursacht die hoch innovative Monoblockanlage deutlich geringere Lärmemissionen als eine ähnliche Inlinetechnologie. Dies stellt eine substantielle Entlastung für die Mitarbeiter dar.

Ein weiterer Vorteil ist der deutlich geringere Platzbedarf, der mit der Monoblockbauweise verbunden ist, wodurch eine enorme Raumeffizienz erzielt wird. Durch die Platzersparnis können die vorhandenen Flächen besser genutzt und somit Neu- oder Anbauten mit dem entsprechenden Verbrauch von naturbelassenen Flächen vermieden werden.

Zudem ermöglicht die Monoblockanlage, durch ihre kompakte Bauweise, insbesondere den Verzicht von energieintensiven Transportbändern und beide Einheiten (Abfüllung und Verschließen) können dadurch mit einem gemeinsamen Antriebsaggregat betrieben werden, weshalb sich der Einsatz eines zweiten Aggregats erübrigt. Infolge dessen ist die Anschlussleistung der Monoblockanlage gegenüber einer konventionellen Inline-Anlage deutlich reduziert. Im Vergleich zu einer konventionellen Anlage in Inline-Bauweise können je nach Betrachtungsweise (absolute Anschlussleistung und Betrachtung pro Gebinde) durch die beschriebene hochinnovative Abfülltechnik Energieeinsparungen von bis zu 60,2 % realisiert werden. Beeinflusst wird der Energiebedarf von der Häufigkeit der benötigten Chargenwechsel sowie den damit verbundenen Rüstzeiten.

Ein weiterer, wesentlicher Beitrag zu der erheblichen Steigerung der Energieeffizienz, stellt der Einsatz der innovativen Flaschenaufstelltechnologie der Firma Breitner dar. Durch die überwiegende Verwendung von Gebläsen anstatt der branchenüblichen, energieintensiven Druckluft bei der Flaschenaufstellung sowie der Verschließung können weitere Energieeinsparungen erreicht werden. Gebläse haben den Vorteil, dass diese einen deutlich höheren Wirkungsgrad als Druckluft erzielen.



3.4 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Um im Wettbewerb bestehen zu können, mussten ungeachtet des aus energetischer und umweltpolitischer Sicht herausragenden Investitionsvorhabens auch betriebswirtschaftliche Aspekte in der Investitionsplanung und in der Ausführung Berücksichtigung finden. Daher musste ein Ausgleich zwischen wirtschaftlichen Notwendigkeiten und den ökologischen Vorteilen gefunden werden.

Dazu wurde eine Amortisationsrechnung durchgeführt. Die Berechnung fand für eine Investition ohne Förderzuschuss sowie für eine Investition mit Förderzuschuss statt, um die wirtschaftlichen Auswirkungen der Förderung betrachten zu können.

Wie in Tabelle 5 dargestellt, wurden die Anschaffungskosten von 1,876 Mio. Euro mit Förderzuschuss auf 1,313 Mio. Euro reduziert. Bei einem kalkulatorischen Zinssatz von 5 % konnten Kapitalkosten von 93,8 T€ ohne Förderzuschuss und 65,65 T€ mit Förderzuschuss ermittelt werden. Die Herstellungskosten pro Jahr wurden aufgrund der vorliegenden Einzel- und Gemeinkosten ermittelt, woraus sich eine jährliche Abschreibung von 67,74 T€ bzw. 95,89 T€ ergab.

Die Amortisationszeit der Investition wurde mithilfe der kalkulatorischen Nutzungsdauer von acht Jahren ermittelt und beträgt ohne Förderzuschuss 27,7 Jahre bzw. mit Förderzuschuss 13,7 Jahre. **Der Förderzuschuss verkürzt somit die Amortisationszeit um 14 Jahre.**

	Einheit	ohne Zuschuss	mit Zuschuss
Anschaffungskosten	T€	1.876	1.876
Förderzuschuss	T€	-	563
Anschaffungskosten II	T€	1.876	1.313
Kalkulatorische Nutzungsdauer	Jahre	8	8
Kalkulatorischer Zins	%	5	5
Kapitalkosten	T€	93,8	65,65
Einsparung Herstellungskosten	T€	161,54	161,54
Jährliche Einsparung vor AFA	T€	67,74	95,89
Amortisationszeit	Jahre	27,7	13,7

Tabelle 5 Amortisationsrechnung



3.5 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Es gilt an dieser Stelle zunächst festzuhalten, dass weder Werner & Mertz noch der Firma Breitner eine Anlagentechnologie bekannt ist, die ein prozesssicheres und maximal reproduzierbares Abfüllen von explosionsgefährdeten Stoffen in Monoblockbauweise ermöglicht und gleichzeitig die hohen wirtschaftlichen Anforderungen (hohe Ausbringungsmenge) solcher Anlagen erfüllt. Aus der Sicht des Unternehmens wurde mit dieser Investition erstmalig in Deutschland die Möglichkeit geschaffen, explosionsgefährdete Stoffe in einem nachhaltigen, energieeffizienten und produktiven Verfahren abzufüllen, wie es in der Ausgangslage in Punkt 1.2 dieses Abschlussberichts beschrieben ist. Bisher wurden explosionsgefährdete Stoffe lediglich in Inline-Anlagen abgefüllt. Gerade die komplexe Technologie zur Sicherstellung des Explosionsschutzes hat bisher verhindert, dass die zu bevorzugende Monoblockbauweise eingesetzt wird.

Mit dem hier vorgestellten Vorhaben leisteten die beiden Projektpartner Pionierarbeit im Bereich der Abfüllung von explosionsgefährdeten Medien. Die innovativen Teilaspekte stellen eine klare Neuheit für die Branche dar und zeigen, dass die nachhaltige und energieeffiziente Abfüllung innerhalb der Monoblockanlage der bisher eingesetzten Inline-Technologie deutlich überlegen ist.

4 Übertragbarkeit

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

Die Anlage ist mittlerweile vollständig in den Produktionsprozess integriert. Die dabei erzielten Ergebnisse im Bereich des Druckluft- und Energieverbrauchs sind zufriedenstellend, da ein hohes Einsparpotential generiert wurde, wodurch die Druckluft-, Energie- und CO₂-Einsparungen erheblich sind.

Weiter konnte die Produktivität der Anlage gesteigert werden und bereits eine Erhöhung der Produktionsmenge von 500.000 Stück erzielt werden.

In den zurückliegenden Monaten wurden weitere technische Optimierungen an der Anlage durchgeführt, um die Prozessstabilität zu erhöhen und die Qualität am Produkt zu verbessern.



4.2 Modellcharakter und Übertragbarkeit

Wie in den vorstehenden Gliederungspunkten ausgeführt, existierte bisher keine Anlagentechnologie mit der es gelingt explosionsgefährliche Stoffe in einer Monoblockanlage prozesssicher, reproduzierbar und wirtschaftlich abzufüllen sowie zu verschließen.

Angesichts der Tatsache, dass explosionsgefährliche Stoffe in unterschiedlichsten Branchen hergestellt und abgefüllt werden, besteht branchenübergreifend ein sehr großes Interesse an einer erprobten und auf den großtechnischen Einsatz ausgelegten Anlagen- und Verfahrenstechnologie. Die Breitner Abfüllanlagen GmbH bietet hierfür kundenspezifische Abfüllanlagen für flüssige Lebensmittel, kosmetische, chemische und pharmazeutische Produkte an. Aufgrund dessen ist eine Übertragbarkeit auf andere Branchen – und damit eine Multiplikatorwirkung – problemlos möglich. Beispielsweise könnten folgende Branchen für eine Abfüllung explosionsgefährlicher Stoffe mit einer Monoblockabfüllanlage in Frage kommen:

- **Kosmetikbranche**

Abfüllung nieder- und hochviskoser Produkte, Sprühpumpen und Dispenser, wie beispielsweise Conditioner, Haarwasser, Deodorant, Nagellackentferner, Gesichtswasser etc.

- **Chemiebranche**

Abfüllung beispielsweise von Motorenöl, Schmierstoffen, Autopflege, Petroleum, Felgenreinigern, Pflanzenschutzmitteln, Desinfektionsmitteln, WC-Reinigern, Klebstoffen etc.

- **Pharmaziebranche**

Abfüllung aller flüssigen Produkte der nicht sterilen Pharmazie, wie beispielsweise Desinfektionsmittel, Sprays, Tropfen etc.

5 Zusammenfassung/Summary

5.1 Zusammenfassung

Einleitung

Die Werner & Mertz GmbH ist ein mittelständischer Hersteller von haushaltschemischen Produkten mit Hauptsitz in Mainz. Das traditionsreiche Familienunternehmen mit Marken wie Erdal, Frosch und Tana ist auf dem europäischen Markt bestens etabliert. Standorttreue und Innovationsfreude bilden die exzellente Basis von Werner & Mertz für neue Impulse, die das Unternehmen mit ihren Produkten und Initiativen immer wieder geben.



Angesichts der Tatsache, dass explosive Stoffe in zahlreichen Anwendungsbereichen (z. B. Kosmetikbranche, Chemiebranche, Pharmaziebranche) eingesetzt werden, bislang auf dem Markt allerdings keine Anlagentechnologie existierte, mit der es gelingt, explosive Stoffe in einer Monoblockanlage in Flaschen abzufüllen, nahm sich Werner & Mertz diesem Projekt an. Ziel des Vorhabens war somit die erstmalige Abfüllung explosionsgefährlicher Stoffe in einer Monoblockanlage.

Vorhabensumsetzung

Dabei verlief die Vorhabensdurchführung wie geplant. Das Projekt konnte, beginnend im August 2016, Ende Februar 2017 erfolgreich abgeschlossen werden. Die Abfüllanlage wurde dabei von der Firma Breitner Anlagenbau GmbH konzipiert, gebaut und in Betrieb genommen.

Ergebnisse

Im Verlauf des Projektes konnte Werner & Mertz demonstrieren, dass mit einer Monoblockanlage mit Explosionsschutz qualitativ hochwertig und in einem industriellen Maßstab Flaschen abgefüllt werden können und somit die energie- und ressourcenintensive Inline-Anlage vollständig abgelöst werden kann. Angesichts der Tatsache, dass die Technologie nach Einschätzung des Unternehmens in zahlreichen Anwendungsbereichen übertragen werden kann und sogar auf andere Materialien adaptierbar ist, ist eine branchenübergreifende Multiplikatorwirkung sichergestellt. Die Ergebnisse der Energie- und Druckluftersparungen sind in der folgenden Abbildung 8 abgebildet. Dabei sind für die Monoblockanlage gesamte Energieersparungen in Höhe von 126.428 kWh und Druckluftersparungen von 1,14 Mio. m³ ersichtlich. Diese Zahlen entsprechen im Vergleich zum Stand der Technik einer Energieersparung von 60,2 % und einer Druckluftersparung von 80,0 %.



	Inline (Stand der Technik)	Monoblockanlage
Kapazität pro Anlage (p. a.)	20 Mio.	20,5 Mio.
Anschlussleistung	35 kW	14,15 kW
Betriebsstunden (p.a.)	6000 h	5904 h
<u>Daten Druckluft:</u>		
Druckluftverbrauch (Gesamt p.a.)	1,4 Mio. m ³	0,258 Mio. m ³
Drucklufteinsparung (Gesamt p.a.)		1,14 Mio. m³
Energieverbrauch für Druckluft (p.a.)	140.000 kWh	25.867 kWh
Energieeinsparung Druckluft (Gesamt p.a.)		114.133 kWh
<u>Daten Energie:</u>		
Energieverbrauch (Gesamt p.a.)	210.000 kWh	83.572 kWh
Energieeinsparung (p.a.)		126.428 kWh

Abbildung 8 Ergebnisse Stoff- und Energiebilanz

Umweltentlastungen

Die durch die neue Monoblockanlage erzielten Umweltentlastungen sind in Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellt. Dabei entstanden insgesamt CO₂-Einsparungen von 75.857 kg CO₂ beim Energieverbrauch und 85.942 kg CO₂ beim Druckluftverbrauch.

	Inline (Stand der Technik)	Monoblockanlage
Verbrauch (p.a.)	210.000 kWh	83.572 kWh
CO₂ Emissionsfaktor	0,6 kg/kWh	0,6 kg/kWh
CO₂ Ausstoß (p. a.)	126.000 kg CO ₂	50.143 kg CO ₂
CO₂ Einsparung (p. a.)		75.857 kg CO₂

Abbildung 9 Umweltentlastungen Energieverbrauch



	Inline (Stand der Technik)	Monoblockanlage
Kapazität pro Anlage (p. a.)	1.400.000 m ³	258.667 m ³
CO₂ Emissionsfaktor	0,0753 kg/m ³	0,0753 kg/m ³
CO₂ Ausstoß (p.a.)	105.420 kg CO ₂	19.478 kg CO ₂
CO₂ Einsparung (p.a.)		85.942 kg CO₂

Abbildung 10 Umweltentlastungen Druckluftverbrauch

Wirtschaftlichkeit

Die Anschaffungskosten der Monoblockanlage beliefen sich auf 1.876.000 Euro. Durch den Förderzuschuss von 563.000 Euro konnten die Anschaffungskosten auf 1.313.000 Euro gesenkt werden. Bei einer kalkulatorischen Nutzungsdauer von acht Jahren und jährlichen Einsparungen von 95.890 Euro (vor AfA) beträgt die Amortisationszeit 13,7 Jahre. Durch den Förderzuschuss konnte diese Amortisationszeit um 14 Jahre verkürzt werden.

5.2 Summary

Introduction

Werner & Mertz GmbH is a medium-sized manufacturer of household chemical products and is headquartered in Mainz. With brands such as Erdal, Frosch and Tana, Werner & Mertz is well established on the European market as a family-run business rich in tradition. Location loyalty and an innovative spirit form the excellent basis of Werner & Mertz for the fresh impetus this company repeatedly brings with its products and initiatives.

Werner & Mertz took this project on owing to the fact that, although explosive substances are used in numerous application areas (e.g. in the cosmetics and chemicals industry, the pharmaceutical sector), the market does not have any system technology for bottling explosive substances in a monoblock bottling system. The objective of the project was therefore to bottle explosive substances using a monoblock filling system.

Project implementation

The project execution went as planned. It began in August 2016 and was successfully completed by the end of February 2017. The bottling system was designed, constructed and commissioned by the company Breitner Anlagenbau GmbH.



Results

During this project, Werner & Mertz demonstrated that it is possible to fill bottles on an industrial scale level and with high quality in a monoblock bottling system with explosion protection, and that energy and resource-intensive inline systems can be fully replaced. A cross-industry multiplier effect is ensured, owing to the fact that this technology, according to company evaluations, can be transferred to numerous application areas and can even be adapted for other materials. The results showing the energy and compressed air savings can be seen in Abbildung 81. The monoblock bottling system demonstrated total energy savings of 126,428 kWh and compressed air savings of 1.14 million m³. These figures represent energy savings of 60.2% and compressed air savings of 80.0%, compared to state of the art technology.

	Inline (State of the art technology)	Monoblock bottling system
Capacity per system (p.a.)	20 million	20.5 million
Connected load	35 kW	14.15 kW
Operating hours (p.a.)	6000 h	5904 h
<u>Compressed air data:</u>		
Compressed air consumption (total p.a.)	1.4 million m ³	0.258 million m ³
Compressed air savings (total p.a.)		1.14 million m³
Energy consumption for compressed air (p.a.)	140,000 kWh	25,867 kWh
Energy savings for compressed air (total p.a.)		114,133 kWh
<u>Energy data:</u>		
Energy consumption (total p.a.)	210,000 kWh	83,572 kWh
Energy savings (p.a.)		126,428 kWh

Figure 111 Material and energy balance results

Environmental benefits

The environmental benefits derived from the new monoblock bottling system are shown in Abbildung 9 and Abbildung 10. CO₂ savings of 75,857 kg CO₂ for energy consumption and 85,942 kg CO₂ for compressed air consumption were achieved.



	Inline (State of the art technology)	Monoblock bottling system
Consumption (p.a.)	210,000 kWh	83,572 kWh
CO₂ emission factor	0.6 kg/kWh	0.6 kg/kWh
CO₂ emissions (p.a.)	126,000 kg CO ₂	50,143 kg CO ₂
CO₂ savings (p.a.)		75,857 kg CO₂

Figure 112 Environmental benefits – energy consumption

	Inline (State of the art technology)	Monoblock bottling system
Capacity per system (p.a.)	1,400,000 m ³	258,667 m ³
CO₂ emission factor	0.0753 kg/m ³	0.0753 kg/m ³
CO₂ emissions (p.a.)	105,420 kg CO ₂	19,478 kg CO ₂
CO₂ savings (p.a.)		85,942 kg CO₂

Figure 113 Environmental benefits – compressed air consumption

Cost-effectiveness

The acquisition costs of the monoblock bottling system amounted to 1,876,000 Euro. A grant of 563,000 Euro reduced these costs to 1,313,000 Euro. The amortisation period is 13.7 years, based on a calculated service life of 8 years and annual savings of 95,890 Euro (before depreciation). The grant shortened the amortisation period by 14 years.

6 Literatur

Für die Erstellung des vorliegenden Abschlussberichts wurden ausschließlich eigene Daten und Aufzeichnungen der Firma Werner & Mertz verwendet.