

RESSOURCENEFFIZIENZ
Baden-Württemberg



BETRIEBE FÜR RESSOURCEN- EFFIZIENZ

Band 3 – Praxisbeispiele und Klimabilanz

Eine Initiative der Allianz für mehr Ressourceneffizienz der Landesregierung und der führenden Wirtschaftsverbände in Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

100 Betriebe für Ressourceneffizienz

Band 3
Praxisbeispiele und Klimabilanz

Liebe Leserin, lieber Leser,

in der heutigen von gleich mehreren Krisen geprägten Zeit muss unser Augenmerk mehr denn je auf die Einsparung von Ressourcen gerichtet sein. Der effiziente Einsatz von Ressourcen ist ein notwendiger Beitrag zum Klimaschutz und trägt zur Stärkung des Industriestandorts Baden-Württemberg bei. Mit ressourceneffizienten Produkten und Produktionsweisen können die Unternehmen die erforderliche Transformation der Wirtschaft vorantreiben und gleichzeitig ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken. Das Thema Ressourceneffizienz ist eine wichtige gemeinsame Aufgabe von Wirtschaft und Politik. Und das nicht erst, seitdem die Corona-Pandemie und der Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine die Welt auf den Kopf gestellt haben. Bereits 2013 gründeten wir mit den Spitzenverbänden der Industrie im Land die „Allianz für mehr Ressourceneffizienz“ und starteten die Initiative „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“.

Wir suchten 100 Exzellenz-Beispiele aus baden-württembergischen Unternehmen, die ihre Einsparpotenziale im Energie- und Materialbereich in konkreten Projekten erfassen, dokumentieren und veröffentlichen. So wollten wir aufzeigen, wie Ressourceneffizienz konkret umgesetzt werden kann und welcher Nutzen für den Umwelt- und Klimaschutz damit verbunden ist. Und wir wollten Ansätze zeigen, die andere Unternehmen ermuntern, ihrem Beispiel zu folgen. Dies ist uns gelungen und darüber freue ich mich sehr.

Unsere „100 Betriebe“ haben zahlreiche weitere Unternehmen zu eigenen innovativen Maßnahmen und Entwicklungen im Bereich der Ressourceneffizienz inspiriert und als Exzellenzbeispiele auch Strahlkraft weit über das Land hinaus entfaltet. Im Journal of Cleaner Production, einer der wichtigsten Fachzeitschriften innerhalb der Umweltwissenschaften, wurde die Initiative vor einiger Zeit als wegweisend gelobt.

103 ausgezeichnete Beispiele haben wir bereits 2016 und 2019 in Buchform veröffentlicht. Mit dieser Broschüre stellen wir nun zum Abschluss des Projekts 23 weitere innovative Beispiele vor. Lassen Sie sich inspirieren und nehmen Sie auch in Ihrem Unternehmen die Ressourceneffizienz verstärkt in den Blick. Hierfür bietet das Land übrigens entsprechende Unterstützungsangebote an, beispielsweise mit den regionalen Kompetenzstellen für Ressourceneffizienz.

All denen, die in den vergangenen Jahren an dem sehr umfangreichen Vorhaben mitgewirkt haben, danke ich für ihren Einsatz und ihr Engagement.

Thekla Walker MdL
Ministerin für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft des Landes
Baden-Württemberg



Thekla Walker, MdL
Ministerin für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft des
Landes Baden-Württemberg



Die letzte Runde an ausgezeichneten Unternehmen im November 2022 mit Staatssekretär Dr. André Baumann (2. Reihe, Mitte), Dr. Hannes Spieth (2. v.l.) und Prof. Dr. Mario Schmidt (vorne rechts). Bild: Frank Eppler.

Ende für ein „Leuchtturmprojekt“, aber kein Ende für die Umsetzung

Die Zahl 100 ist längst überschritten: 126 Fallbeispiele sind es in dem vom baden-württembergischen Umweltministerium geförderten Projekt geworden. Bei der Überreichung der letzten 14 Urkunden hatte Umweltstaatssekretär Dr. André Baumann darauf hingewiesen, dass die an diesem Projekt beteiligten Unternehmen die Leuchttürme seien, an denen man sich ein Beispiel nehmen kann und dass es jetzt stärker auf die breite Umsetzung ankomme.

Leuchttürme müssen leuchten. Deshalb war die informative und ansprechende Veröffentlichung der Fallbeispiele integraler Bestandteil des Projektes. Nachdem 2016 und 2019 zwei Bücher im Springer-Verlag mit fachlichen Hintergründen und mit insgesamt 103 Beispielen präsentiert wurden, folgen nun noch einmal 23 weitere Fälle. Damit ist die Projektserie „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“, die 2013 mit einer Vereinbarung zwischen der Landesregierung und den wichtigsten Wirtschaftsverbänden im Bundesland begann, abgeschlossen.

Das Projekt hat weit über Baden-Württembergs Grenzen Wellen geschlagen, denn die Stärke lag in der Verbindung von konkreten Praxisbeispielen mit oft nur abstrakt formulierten Maßnahmen, wie sie z. B. in der VDI-Richtlinie 4800 Blatt 1 „Ressourceneffizienz“ dargestellt sind. Deshalb wurden die Beispiele und ebenso die beteiligten Unternehmen auch auf nationaler Ebene als Pioniere wahrgenommen. Sogar die internationale Fachwelt hat sich überschwänglich zur englischsprachigen Ausgabe geäußert. Professor Don Huisingh, der Gründer und Editor-in-Chief Emeritus der renommierten Fachzeitschrift „Journal of Cleaner Production“, schrieb 2021: „It is an excellent text- and casebook for teaching, not only for sustainability, but also for strategy and innovation, as it documents the natural connections among management, strategy, innovation, economy, ecology and sustainable development. ...The book is useful for practitioners, to provide examples and inspirations for their own journey toward more sustainable production of products and provision of services. Finally, the book is a valuable contribution to research, particularly with its comprehensiveness of cases and related considerations.“

So bleibt an dieser Stelle nur noch meine Danksagung an alle Beteiligten. In erster Linie möchte ich hier dem Projektteam danken, das maßgeblich zum Erfolg beigetragen hat, insbesondere: Dr. Hannes Spieth, Dr. Joa Bauer und Dr. Volker Diffenhard von der Landesagentur Umwelttechnik BW, Marlene Preiß, Dr. Christian Haubach, Alexandra Vogt und Pia Heidak von meinem Institut für Industrial Ecology. Dann gilt der Dank auch den beteiligten Verbänden und Verbandsvertretern, die in vielen Jury-Sitzungen und durch aktives Bewerben des Projektes zum Gelingen beigetragen haben, insbesondere: Prof. Dr. Winfried Golla (VCI), Uwe Bechinka (UBW), André Oliveira-Lenz (IHK Südl. Oberrhein) und Dr. Udo Hartmann (ehemals LVI). Ein großer Dank geht an alle Unternehmen und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die ihre Beispiele eingereicht und unsere Fragen und Analysen unterstützt haben. Ein Dankeschön gilt auch dem Projektträger am KIT Karlsruhe für die administrative Unterstützung.

Abschließend danke ich herzlich dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die langjährige Förderung der Projektserie und für die erfolgreiche Zusammenarbeit.

Pforzheim, Dezember 2022
Prof. Dr. Mario Schmidt



Prof. Dr. Mario Schmidt
Gesamtprojektleiter
Initiative „100 Betriebe
für Ressourceneffizienz“

VORWORT

Thekla Walker, MdL Ministerin für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg	5
Prof. Dr. Mario Schmidt Gesamtprojektleiter Initiative „100 Betriebe für Ressourceneffizienz“	7

RESSOURCENEFFIZIENZ UND KLIMABILANZ

Viele Ziele in einer Strategie	14
Carbon Footprinting	15
Bewerten von Maßnahmen	17
Emissionsfaktoren in t CO₂-Äq/t	18
Klimaneutralität und Kompensation	19
Populär: Der Einsatz von grünem Strom	19
Pauschallösung Kompensation	19
Einsatz biogener Materialien	20
Ein Fazit	21
Das Ergebnis in Zahlen	21
Beiträge zur Minderung der CO₂-Emissionen durch alle Fallbeispiele	22
Regionale Verteilung der Fallbeispiele	23

FALLBEISPIELE

Lebensmittelindustrie

Energieeffizienz in der Handwerks-Bäckerei Bäckerei und Konditorei Diefenbach GmbH, Weil der Stadt	26
Ressourceneffizienz in der Getränke-Produktion bei Ensinger Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH, Vaihingen/Enz-Ensing	30

Textilindustrie

Von Verschnitt zum Recyclinggarn – der Mey-Kreislauf Mey GmbH & Co. KG, Albstadt	34
--	----

Papierindustrie

Palm Aalen PM 5 – neue Maßstäbe in der Papiererzeugung Papierfabrik Palm GmbH & Co. KG, Aalen	38
---	----

Holzindustrie

Im Werk wird's warm mit Abwärme SchwörerHaus KG, Hohenstein	42
---	----

Pharmazeutische Industrie

Clever eingetütet – Von der Dose zum Beutel SaluVet GmbH, Bad Waldsee	46
---	----

Gummi- und Kunststoffindustrie

Kunststoffspäne bekommen zweites Leben Albert Handtmann Elteka GmbH & Co. KG, Biberach	50
Aus Alt mach Neu – Post-Consumer-Kunststoffe erobern den heimischen Garten GARDENA GmbH, Ulm	54
Smarteres Re-Design von Anschlussschläuchen Neoperl GmbH, Müllheim	58
SPQ – Beeindruckende Resultate bei der Reduzierung des Ressourcenverbrauchs SÜDPACK Verpackungen GmbH & Co. KG, Ochsenhausen	62
Auf die inneren Werte kommt es an – Einsatz von recyceltem Kunststoff im Drei-Komponenten-Spritzguss Wiha Werkzeuge GmbH, Schonach im Schwarzwald	66

Metallverarbeitende Industrie

AluMotive® – Systematische Ressourceneffizienzsteigerung von Aluminiumleichtbaukomponenten LEIBER Group GmbH & Co. KG, Emmingen-Liptingen	70
Neu erDacht – Membranflachdach für Trinkwasserbehälter halbiert Stahlverbrauch LIPP GmbH, Tannhausen	74
Energieeffiziente Aluminiumgießerei MEGU Metallguss Obermeier GmbH, Schopfheim	78
Cool bleiben – Adsorptionskälteanlage in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung Walter AG, Tübingen	82

Elektroindustrie

Einführung der Kreislaufwirtschaft in Veranstaltungstechnik – Wir machen aus gebraucht neu d&b audiotechnik GmbH & Co. KG, Backnang	86
--	----

Maschinenbau

Digitaler Zwilling ermöglicht virtuelle Inbetriebnahme KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Achern	90
---	----

Medizintechnik

Goldgrube Späneschrott Aesculap AG, Tuttlingen	94
--	----

Herstellung sonstiger Waren

Neo 3R – Ein Seil aus Seilen EDELRID GmbH & Co. KG, Isny im Allgäu	98
--	----

Recyclingindustrie

Abfälle – Eine unterschätzte Ressource KORN Recycling GmbH, Albstadt	102
Recycling flüssiger Medien durch Membrantechnologie RECOSOIL Recycling GmbH, Überlingen und Konradin Druck GmbH, Leinfelden-Echterdingen	106

Bauindustrie

MUDCLEANER – Ressourcenschonendes Bohrschlammrecycling Max Wild GmbH, Berkheim	110
2nd Life Gleisschotter – Nicht(s) für das Abstellgleis! RUZ Mineralik GmbH, Heilbronn	114



RESSOURCENEFFIZIENZ UND KLIMABILANZ

Viele Ziele in einer Strategie

Ressourceneffizienz ist eine Handlungsstrategie, die von der deutschen Bundesregierung im Rahmen ihrer nationalen Nachhaltigkeitsstrategie verfolgt wird und seit 2012 in drei verschiedenen Ressourceneffizienzprogrammen (ProgRes) konkretisiert wurde. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat das Thema 2016 in seiner Richtlinienreihe VDI-4800 aufgegriffen und sieht in der Ressourceneffizienz einen wesentlichen Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung von Unternehmen. Doch jede Zeit hat ihre Modewörter. So hat in den vergangenen Jahren der Begriff der Circular Economy an Popularität gewonnen, nicht zuletzt durch einen Aktionsplan der Europäischen Union von 2015 und schließlich durch den europäischen Green Deal von 2019.

Die Handlungsbereiche von Ressourceneffizienz und Circular Economy überlappen sich in vielen Bereichen und auch die Zielsetzungen sind vergleichbar. Neben das eigentliche

Ziel der Ressourcenschonung treten insbesondere Ziele des Klima- und Umweltschutzes, die meistens auch natürliche Ressourcen im weiteren Sinne betreffen. Ebenso haben die Einhaltung sozialer Standards bei der Gewinnung und Bereitstellung von Rohstoffen oder die wirtschaftliche Rohstoffverfügbarkeit einen hohen Stellenwert. Diesen Leitzielen sind die verschiedenen konkreten Handlungsfelder untergeordnet und sie werden auch mit unterschiedlichen Indikatoren gemessen und bewertet. Bei allen entsprechenden Handlungen ist jedoch wichtig, die Leitzielen im Blick zu haben. Was trägt eine Maßnahme beispielsweise zum Klimaschutz bei? Dafür sind geeignete Indikatoren und Bilanzierungsvorschriften zu wählen. Vor allem muss durch ein umfassendes System an Indikatoren geprüft werden, ob es Zielkonflikte oder Trade-offs gibt. Dies kann letztendlich nur auf der Ebene der Leitzielen bewertet und entschieden werden.

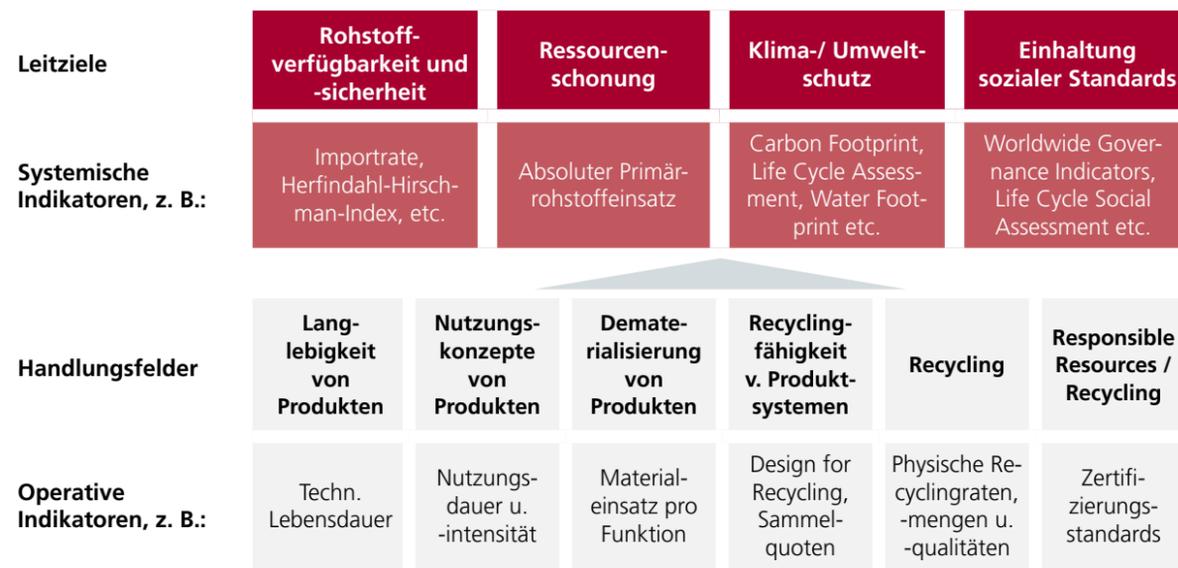


Abb. 1: Leitziele, Handlungsfelder und Indikatoren für die Bereiche der Ressourceneffizienz und Circular Economy.

In der vorliegenden und letzten Etappe des „100 Betriebe“-Projektes wurde speziell auf den Beitrag von Ressourceneffizienzmaßnahmen zu dem Leitziel des Klimaschutzes fokussiert. Das heißt nicht, dass andere Leitziele unwichtig wären. Ressourceneffizienz durch Recycling kann beispielsweise einen Beitrag zur Rohstoffsicherheit leisten. Zudem liegt der besondere Charme von Ressourceneffizienzmaß-

nahmen in dem betriebswirtschaftlichen Anreiz: Der sparsame Umgang mit Ressourcen reduziert oft auch die betrieblichen Kosten und offenbart Ineffizienzen im betrieblichen Ablauf. Doch der Klimaschutz hat sich in den vergangenen Jahren zu einer großen gesellschaftlichen Herausforderung entwickelt und wird auch auf der Unternehmensebene sehr ernst genommen.

Carbon Footprinting

Klimabilanzen werden in Kilogramm CO₂-Äquivalent (CO₂Äq oder CO₂e) gemessen, bei denen auch die anderen Treibhausgase (THG) eingerechnet sind. Doch auf was wird diese Menge bezogen und in welchen Grenzen wird sie ermittelt? Dies ist wichtig für alle weiteren Betrachtungen, denn eine falsche oder willkürliche Wahl des Bilanzraums oder der Bezugsobjekte kann zu Fehlbewertungen

führen. Der Klimawandel ist ein globales Umweltproblem. Deshalb zählen bei einer Maßnahme jene THG-Mengen, die unter dem Strich weltweit freigesetzt oder eingespart werden. Rein lokal bezogene Emissionsangaben sind selten aussagekräftig. Der Bilanzraum muss umfassend gewählt werden. Darum ist die Bilanzierung von THG-Emissionen nur oberflächlich betrachtet trivial.

Bezugsobjekt



Bilanzgrenzen

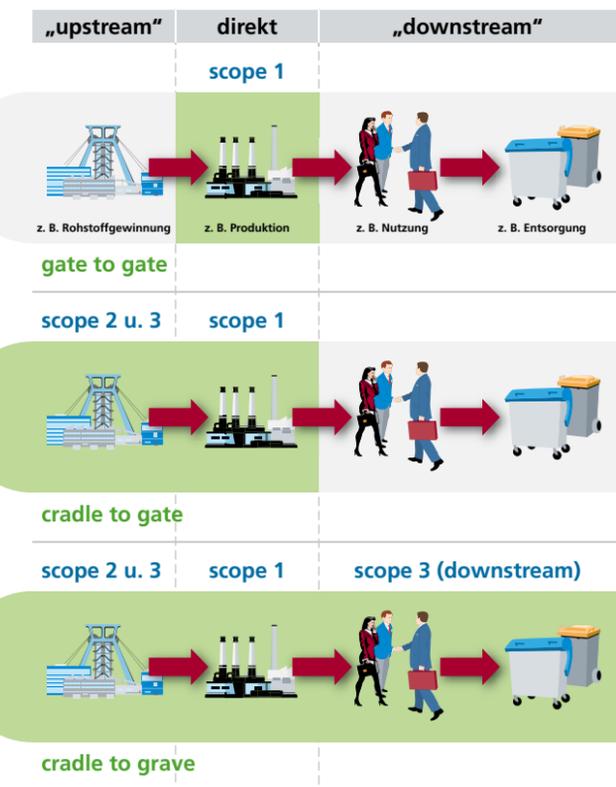


Abb. 2: Bezugsobjekte und Bilanzgrenzen beim Carbon Footprinting. Bei Organisationsbezug wird von Scope 1-2-3-Emissionen gesprochen (in blau), bei Produktbezug in cradle-to-grave etc. (in grün).

Zwei Arten von Bilanzen haben heute eine besondere Bedeutung im Klimaschutz und müssen unterschieden werden: Die organisationale Klimabilanz bezieht sich auf ganze Unternehmen oder Organisationen und ist zeitbezogen, also meistens pro Jahr. Hierzu gibt es insbesondere den Konsortialstandard des sogenannten GHG-Protocol, in dem auch die Begriffe der Scope 1-2-3-Emissionen für verschiedene Bilanzkreise auftauchen (direkte,

mit Energie indirekte bzw. sonstige Emissionen in der Wertschöpfungskette). Solche Organisationsbilanzen lassen sich nur schwer auf einzelne Produkte runterbrechen, insbesondere dann nicht, wenn ein Unternehmen viele verschiedene Produkte herstellt. Aber sie sind ein wichtiges Hilfsmittel, wenn es um die zeitliche Verfolgung der absoluten Emissionen und um Maßnahmenpläne geht, wie die direkten Emissionen z. B. bei der Energieerzeugung im

Unternehmen oder die indirekten Emissionen durch Produktentwicklungs- und Einkaufsstrategien verringert werden können. Deshalb werden solche Bilanzen meistens jährlich nach vergleichbaren Bilanzierungsgrundsätzen erstellt, um Veränderungen messen zu können. Die Internationale Standardisierungsorganisation (ISO) deckt dieses Thema durch seinen Standard 14064-1 ab, der auch als DIN-Standard vorliegt.

Produktbilanzen werden i. d. R. nicht zeitabhängig erstellt, also wann die Emissionen erfolgen. Denn bei langlebigen Gütern kann sich der „Lebensweg“ über Jahre oder Jahrzehnte erstrecken. Sie dienen der Produktentwicklung, um Produkte klimafreundlicher zu gestalten, aber natürlich auch dem Marketing, um Produkte ggf. zu kennzeichnen und im Wettbewerb hervorzuheben.

PCF fußen methodisch auf den jahrzehntelangen Erfahrungen von Ökobilanzen oder Life Cycle Assessments (LCA) nach ISO 14040 und 14044. Für ihre Bilanzierung werden alle Emissionen berücksichtigt, nicht nur jene durch den Energieeinsatz bei der Produktherstellung oder -nutzung und -entsorgung, sondern auch die vorgelagerten Emissionen für die Herstellung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen. Hier gibt es eine Gemeinsamkeit mit den Organisationsbilanzen, nämlich den sogenannten Scope-3-Emissionen, die auch die vorgelagerten (upstream) Emissionen einschließen. Jedes Material und jede Dienstleistung, die für das Produkt oder die Organisation erforderlich sind, tragen quasi einen eigenen Klimarucksack mit sich, der bei der Berechnung der Klimabilanz berücksichtigt werden muss. Die Emissionen dieser Klimarucksäcke können an ganz verschiedenen Orten der Welt freigesetzt worden sein, je nachdem woher die Rohstoffe stammen. So macht es einen großen Unterschied, ob z. B. der Rohstoff Aluminium aus China oder aus Norwegen stammt. In China wird er hauptsächlich mit Kohlestrom hergestellt, in Norwegen mit Elektrizität aus Wasserkraft.

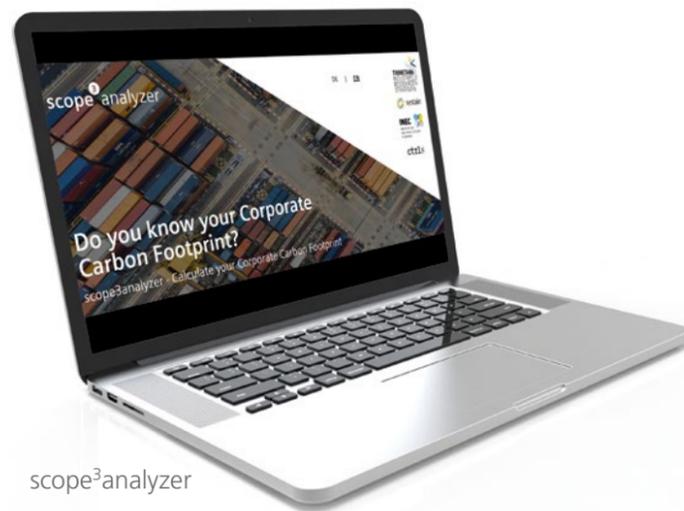
Die Einbeziehung dieser indirekten Emissionen stellt die Bilanzierer immer wieder vor große Herausforderungen. Sie brauchen dazu konkrete Angaben von Lieferanten und Vorlieferanten oder behelfen sich mit generischen Werten aus Datenbanken wie z. B. Ecoinvent oder Gabi. Für die Bilanz von Unternehmen ist das oft aufwendig, wenn Werte für viele Tausend Vorprodukte erhoben werden müssen. Dazu gibt es auch vereinfachte Verfahren, bei denen man mit dem Einkaufswert und unter Zuhilfenahme von Branchendaten und der umweltökonomischen Gesamtrechnung auf die Emissionen in der Lieferkette schlie-

ßen kann. Ein solches Verfahren ist z. B. mit dem scope³analyzer öffentlich und kostenlos verfügbar, der auch vom Land Baden-Württemberg gefördert wurde (<https://scope3analyzer.pulse.cloud/>).

Bewerten von Maßnahmen

Wenn in Unternehmen Maßnahmen ergriffen werden, um effizienter mit Ressourcen umzugehen, dann hat das eine – meistens positive – Auswirkung auf die Klimabilanz: Es wird weniger Energie verbraucht, es werden weniger Rohstoffe eingesetzt, Materialien werden recycelt oder durch andere ersetzt. Ob die Einsparungen insgesamt tatsächlich positiv sind und wie hoch sie ausfallen, muss im Einzelfall erhoben werden. Dazu sind alle Änderungen gegenüber dem Status Quo zu berücksichtigen: Welche Energie- und Materialmengen verändern sich? Werden Energien oder Materialien substituiert?

Die Berechnung erfolgt meistens nach dem Schema „Aktivität x Emissionsfaktor = Emission“. Die Aktivität ist z. B. die Menge an eingespartem Material, der Emissionsfaktor ist der Klimarucksack des Materials, der von der Art des Materials, seiner Herkunft und Bereitstellung abhängt. Daraus errechnen sich die eingesparten Emissionen. Wenn ein Material ersetzt wird, müssen die Emissionen des neu eingesetzten Materials gegengerechnet werden usw. Die Aktivität ergibt sich direkt aus der Maßnahme und ist den Unternehmen bekannt bzw. leicht ermittelbar. Die Emissionsfaktoren sind externe Größen, die meistens aufwendig erhoben oder recherchiert werden müssen. Dafür stehen professionelle Datenbanken wie z. B. Ecoinvent oder Gabi zur Verfügung.



scope³analyzer

Die andere Art von Bilanz bezieht sich auf Produkte oder Dienstleistungen, also z. B. auf ein Stück, ein Kilogramm, einen Transportkilometer (bei Transporten) oder allgemeiner: auf eine Nutzeinheit davon. Solche Bilanzen werden Product Carbon Footprints (PCF) oder Klimafußabdruck von Produkten genannt und ihre Erstellung ist in der DIN EN ISO 14067 standardisiert. Sie beziehen sich immer nur auf ein einzelnes Produkt oder eine einzelne Dienstleistung, bilanzieren aber von der „Wiege bis zur Bahre“ (cradle-to-grave), also von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung und Nutzung des Produkts bis zu seiner Entsorgung.



Im Projekt ESTEM (<http://www.estem-projekt.de/>), das die vereinfachte Bewertung von Materialeffizienzmaßnahmen ermöglicht und neben vier anderen Bundesländern vom baden-württembergischen Umweltministerium mitgefördert wurde, wird ein begrenzter Satz an Emissionsfaktoren verwendet, die vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle aktualisiert, öffentlich und kostenlos bereitgestellt werden. In Tabelle 1 ist ein Auszug abgedruckt.

Emissionsfaktoren in t CO₂-Äq/t

Bezeichnung	CO ₂ -Faktor	Bezeichnung	CO ₂ -Faktor	Bezeichnung	CO ₂ -Faktor	Bezeichnung	CO ₂ -Faktor
1,2-Dichlorethan	0,97	Eisenerz	8,49*10-3	Methan	0,66	Siedesalz	3,92*10-2
1,3-Butadien	1,2	Eisenerzkonzentrat	8,83*10-2	Methan, biogen	0,86	Silber	449,39
1-Butanol	3,26	Epoxidharz	4,78	Methanol	0,66	Silicate	77,61
Acetylen	2,98	Essigsäure	1,63	Molybdän	17,07	Siliciumdioxid	4,34*10-2
Adipinsäure	13,2	Ethan	0,89	Molybdänernz	7,24	Silizium	77,61
Altpapierstoff	0,86	Ethylbenzol	2,27	Naphtha	0,37	Sillimanit	2,9*10-2
Altöl	0,29	Ethen	1,46	Natriumcarbonat	1,25	Spanplatte	0,47
Aluminium, Gusslegierung	5,71	Ethylenoxid	1,85	Natriumhydroxid	1,28	Splitt	2,3*10-3
Aluminium, Knetlegierung	13,92	Fluorpolymere	120,4	Naturkautschuk	2,71	Stahl (Elektrostahl)	0,55
Aluminium, primär	10	Formaldehyd	0,92	Nickel	19,89	Stahl (Konverterstahl)	2,18
Aluminium, sekundär	0,52	Gallium	170,02	Nickel, sekundär	1,04	Stahlblech	2,39
Aluminiumblech, primär	10,65	Gesteinsmehl	6,35*10-2	Nickelerz	0,98	Stahlblech verzinkt	2,49
Aluminiumblech, sekundär	1,17	Glasfaserverstärkte Kunststoffe	8,55	Niobkonzentrate	0,18	Stahl, sekundär	3,4*10-2
Aluminiumhydroxid	1,01	Glas (Behälterglas)	1,03	Palladium	11227,61	Stärke	1,09
Ameisensäure	2,29	Glas (Flachglas)	0,97	Papier	1,38	Salz	0,27
Amin	2,37	Glasfasern	2,42	Pappe Kartonage	0,62	Steinwolle	1,32
Ammoniak	2,73	Glaswolle	2,66	Perlit (Gestein)	4,14*10-2	Stickstoff, flüssig	0,22
Anilin	3,35	Gold	47790,29	Polyethylenterephthalat	2,75	Stroh/Heu	9,02*10-2
Antimon	8,52	Graphit	6,92*10-2	Pflanzliche Öle	1,62	Styrol	3,29
Argon	1,37	Helium	8,56	Phosphate	0,18	Talk	2,94*10-2
Bariumsulfat	9,63*10-2	Holz, unbeh., trocken	0,12	Phosphor, weiß	14,32	Tantal	166,03
Bariumcarbonat	1,15	Holzstoff	1,55	Phthalsäureanhydrid	2,61	Tantalkonzentrate	0,18
Baumwollgewebe	11,1	Hüttensand	0,1	Platin	69410,02	Thallium	331,81
Bauxit	2,69*10-2	Hydrauliköl	0,02	Polyethylen, hohe Dichte	1,92	Tiermehl	2,39*10-2
Bentonit	4,72*10-2	Hydroxybenzol	2,95	Polyethylen, geringe Dichte	1,96	Titan	50,86
Benzen	1,95	Ilmenit	0,13	Polypropylen	1,9	Toluol	1,59
Beton	6,12*10-2	Indium	117,52	Polystyrol	3,78	Torf	1,4*10-2
Bimsstein	8,23*10-3	Isopropylbenzol	2,32	Polystyrol, expandiertes	9,62	Trass	2,92*10-2
Bitumen	0,33	Kalisalz	2,68*10-2	Polyurethane	5,05	VE-/ technisches Wasser	4,4*10-4
Blei	1,36	Kaolin	0,21	Propan	0,86	Vermikulit	0,12
Blei, sekundär	0,5	Kies(Baukies)	4,85*10-3	Propen	1,5	Vinylchlorid	1,53
Borate	1,52	Kieselgur	0,44	Propylenglycol	3,68	Wasserglas	0,77
Borsäure	0,98	Kobalt	47,62	Propylenoxid	4,1	Wasserstoff	12,82
Bronze	7,03	Kohlenstofffaser-verstärkte Kunststoffe	83,64	Polyvinylchlorid	1,9	Wasserstoffperoxid	1,13
Butene	1,62	Koks	0,75	p-Xylol	1,73	Weitere Inertgase	149,58
Calciumcarbonat	5,77*10-3	Kryolith	2,56	Quarz, Quarzite	0,24	Wismut	22,1
Calciumhydroxid	0,89	Kupfer, primär	6,66	Quecksilber	11,55	Wolframerz	5,53
Calciumfluorid	0,21	Kupfer, sekundär	1,73	Recycling-Kunststoff	1,16	Zellstoff (Sulfatzellstoff)	0,35
Calciumsulfat	7,51*10-3	Kupferblech, primär	7,19	Rhodium	80426,88	Zellstoff (Sulfitzellstoff)	1,09
Chlor	0,59	Kupferblech, sekundär	2,27	Ruß	1,87	Zement	0,79
Chlormethan	3,18	Kupferkonzentrate	1,14	Salzsäure	0,58	Zementklinker	0,94
Chrom	27,35	Lack Lösemittelbasis	1,99	Sand (Bausand)	4,85*10-3	Zink	2,72
Chromit	4,65*10-2	Leim / Klebstoffe	5,59	Sauerstoff, flüssig	0,55	Zinkerze	0,51
Cyclohexan	2,49	Lithium	79,29	Schamottstein	0,87	Zinn	10,15
Dichlormethan	3,43	Magnesium	28,81	Schiefer	8,6*10-3	Zucker	0,55
Dolomit	0,07	Magnesiumsulfat	1,04	Schmieröl	1,22		
Edelstahlblech	5,18	Mangan	5,48	Schmirgel	2,9*10-2		
Eisen	1,76	Manganerz	8,69*10-2	Schwefel	0,13		
		Messing	5,55	Schwefelsäure	0,11		
				Selen	3,41		

Tab. 1: Emissionsfaktoren in t CO₂-Äq/t für verschiedene Materialien. Quelle und aktuelle Version unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2022.html

Klimaneutralität und Kompensation

Klimaneutralität im engeren Sinne gibt es heute für keine Organisation und für kein Produkt und wird es auch in Zukunft nicht geben. Denn das hieße, dass es überhaupt keine Auswirkung mehr auf das Klima gibt. Doch selbst eine Photovoltaik-Anlage verändert die Rückstrahlungsfähigkeit der Erdoberfläche. Insofern handelt es sich bei dem Begriff um einen Euphemismus. Gemeint ist vielmehr eine THG-Neutralität, also dass unter dem Strich („netto“) durch ein Unternehmen oder ein Produkt keine zusätzlichen THG-Emissionen freigesetzt werden. Und auch das ist sehr ambitioniert. Denn alles ist irgendwie mit der Außenwelt verknüpft, durch Energie- und Materialbezug, durch Transporte oder externe Dienstleistungen, die ihrerseits immer noch mit THG-Emissionen verbunden sind. Da die Wirtschaftsverflechtungen international sind und weltweit noch viele Jahrzehnte fossile Brennstoffe verbrannt werden, fallen die meisten Klimabilanzen – egal ob für Unternehmen oder für Produkte – numerisch positiv aus, also mit THG-Emissionen. Aber man kann durch entsprechende Maßnahmen versuchen, diese Bilanzen so niedrig wie möglich zu halten. Dazu zählt z. B. die Verringerung oder der Verzicht des fossilen Energieeinsatzes bei der Herstellung, die Verwendung von Materialien mit geringem Carbon Footprint und natürlich die Energie- und Materialeffizienz. Denn je weniger Energie und Material für ein Produkt eingesetzt werden muss, desto geringer fällt meistens auch die Klimabilanz aus. Hier muss der Schwerpunkt der Aktivitäten liegen, wenn ein Unternehmen sich oder seine Produkte klimafreundlich machen will.

Populär: Der Einsatz von grünem Strom

Bei Unternehmen sind Vorprodukte oder Energien mit niedrigem Carbon Footprint besonders attraktiv, wenn auch der Preis noch stimmt. Allerdings muss man genau prüfen, ob solche Angaben gerechtfertigt sind und – wieder global betrachtet – damit wirklich Emissionen eingespart werden. Man stelle sich einen Lieferanten vor, der ein Produkt herstellt und dafür sowohl fossile Energie als auch regenerative Energie einsetzt. Das Produkt teilt er dann in zwei Marken: Die Eine verkauft er als klimaneutral, also THG-Emissionen = Null pro Menge, und der Ande-

ren weist er die kompletten Emissionen aus der Nutzung der fossilen Energie zu. Das passiert beispielsweise bei der Vermarktung von „grünem“ Strom. Der Strom selbst ist immer der gleiche und er kommt aus einem gemeinsamen Netz mit fossilen und regenerativen Energien. Aber er wird unterschiedlich gelabelt und vermarktet. Übergeordnet führt der Bezug von solchen „grünen“ oder klimaneutralen Produkten nur dann wirklich zum Klimaschutz, wenn die Nachfrage so groß ist, dass die klimaneutralen Erzeugungskapazitäten ausgeweitet und die fossilen eingeschränkt werden. Das ist mit Investitionen und Kosten verbunden und muss sich auf die Produktpreise auswirken. Deshalb wird in Fachkreisen die Verwendung von grünem Strom in entsprechenden Klimabilanzen kritisch diskutiert. Da es sich nur um Bilanzierungsvorschriften und keine am Produkt unterscheidbaren Merkmale handelt, besteht die Gefahr, dass mehr emissionsfreie Produkte gehandelt werden als wirklich existieren.

Pauschallösung Kompensation

Selbst mit dem Einsatz grünen Stroms bleibt immer noch ein Rest an Emissionen übrig, bei den Unternehmen und bei den Produkten. Der Weg zur Klimaneutralität oder genauer: zu Netto-Null-THG-Emissionen ließe sich dann nur erreichen, wenn man die verbleibenden Emissionen an anderer Stelle monetär kompensiert. Dazu dienen Projekte, in denen Maßnahmen zur gezielten Emissionsminderung erfolgen oder alternativ CO₂ aus der Atmosphäre dauerhaft gebunden wird, z. B. durch neue Biomasse oder durch Sequestrierung im Erdinneren. Die Projektkosten werden durch die Kompensation finanziert.

Allerdings sind hieran zwei wesentliche Bedingungen geknüpft: Die Maßnahme muss zusätzlich zu den ohnehin schon geplanten Emissionsminderungen erfolgen, sonst hätte man eine Doppelzählung. Außerdem muss die Minderung langfristig erfolgen, d. h. die Bindung von CO₂ aus der Atmosphäre muss über viele Jahrzehnte gewährleistet sein, was gerade bei Aufforstungen aufgrund ökonomischer, politischer und klimatischer Rahmenbedingungen schwierig zu gewährleisten ist. Zusätzliche Projekte zur Emissionsminderung



lassen sich in Europa aufgrund der ambitionierten Klimaziele kaum mehr definieren. Deshalb liegen die meisten angebotenen Kompensationsprojekte in den armen Ländern des Globalen Südens. Ob mit dem Geld dort wirklich und zusätzlich Emissionen eingespart werden, muss von Einzelfall zu Einzelfall entschieden werden und hängt stark von der Vertrauenswürdigkeit der vermittelnden Händler und Consultants ab.

Es gibt allerdings eine Alternative, wenn man sicher gehen will, dass durch eine bestimmte Geldsumme auch wirklich Emissionen eingespart werden: Der europäische Emissionshandel basiert auf Emissionsrechten, die an der Emissionshandelsbörse in Leipzig gehandelt werden. Dort kann man solche Rechte erwerben und nicht nutzen bzw. stilllegen. Damit verringert man im europäischen Handelsraum die Gesamtemissionen. Allerdings sind diese Emissionsrechte pro Tonne deutlich teurer als die derzeit angebotenen Kompensationszertifikate.

Einsatz biogener Materialien

Ein beliebtes Thema beim Klimaschutz ist die Verwendung von Materialien biogenen Ursprungs, also z. B. aus Holz oder anderen Nutzpflanzen. Wenn diese Materialien aus einem nachhaltigen Anbau stammen, also die Biomasse wieder „nachwächst“ und keine anderen Umweltschäden verursacht, dann ist die Kohlenstoffbilanz kurz- bis mittelfristig ausgeglichen: Emissionen (durch Verbrennung) und Bindung aus der Atmosphäre (durch Photosynthese) heben sich auf. So die Theorie. Selbst wenn das im Idealfall gelingt, so muss die Biomasse angebaut (oft mit Dünger, Pestiziden etc.), geerntet (oft mit dieselbetriebenen Maschinen), verarbeitet (mit gewöhnlichen Hilfs- und Betriebsstoffen) und transportiert werden. Solche Materialien schneiden beim Carbon Footprint meistens besser ab als Materialien aus fossilen Rohstoffen, aber emissionsfrei sind sie nicht. Vor allem sollte man aufpassen, hier mit Gutschriften, also negativen Emissionen zu rechnen. Dies führt oft zu nicht mehr nachvollziehbaren Bilanzen, die einer Überprüfung nicht standhalten. Solche Berechnungen sollte man Experten überlassen, die in der Erstellung von Ökobilanzen und Product Carbon Footprints erfahren sind.

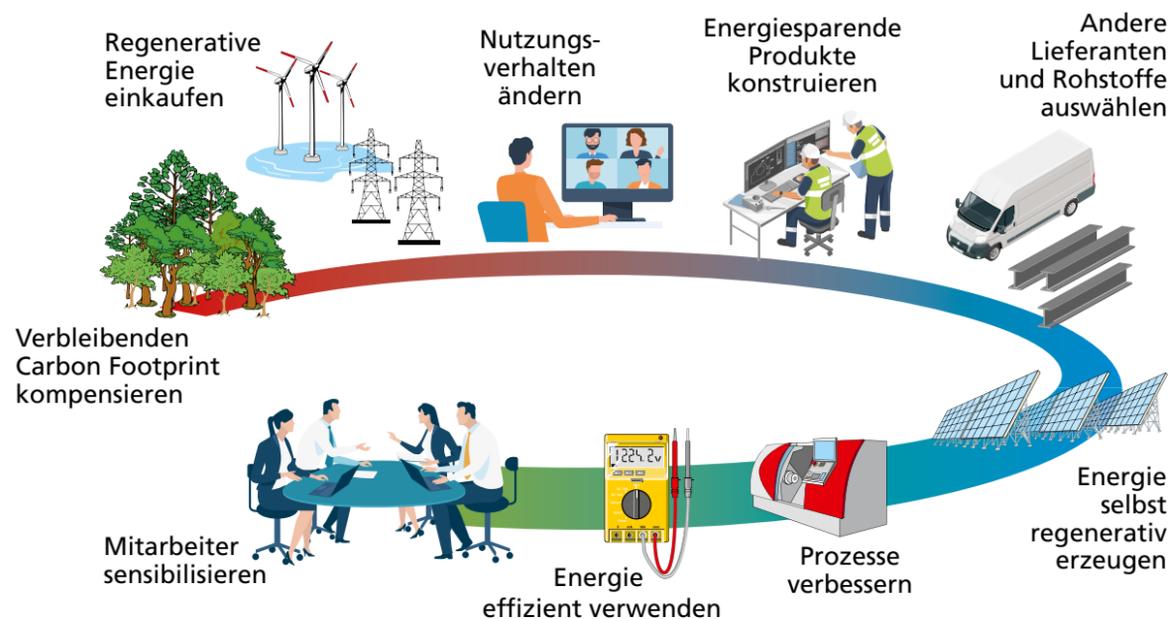


Abb. 3: So kann ein Unternehmen zum Klimaschutz beitragen: Vorrangig in die eigenen Kompetenzen und Strukturen investieren, kompensieren dagegen erst zum Schluss.

Ein Fazit

Das 100-Betriebe-Projekt setzte dort an, wo die Unternehmen selbst etwas bewirken können: sparsam und effizient mit Energie und Material umgehen und dadurch THG-Emissionen einsparen. Statt auf Kompensationsprojekte oder grünen Strom zu setzen, wird das Geld im Unternehmen selbst investiert: für neue und effizientere Produktionstechnik und regenerative Energieanlagen, für Energiesparmaßnahmen, für klimafreundlich entwickelte Produkte und bessere Nutzungssowie Entsorgungs- und Recyclingkonzepte. Deshalb setzen sich alle ernsthaften Standards wie z. B. die ISO 14064-1, die anstehende ISO 14068 zu Carbon Neutrality oder auch Unternehmensinitiativen wie die Science Based Target Initiative damit auseinander, verbindliche Minderungspläne für die THG-Emissionen aufzustellen. Hier muss der Schwerpunkt des betrieblichen Klimaschutzes liegen. Der Carbon Footprint, egal ob für Unternehmen oder für Produkte, ist dafür ein wichtiges Hilfsmittel, um den Fortschritt des Unternehmens zu dokumentieren. Zu beachten ist aber die Priorität in der Reihenfolge der Maßnahmen (Abb. 3).

Das Ergebnis in Zahlen

In der Abbildung 4 sind die Einsparungen aller 126 Beispiele zusammengerechnet. Sie gibt an, wie viel THG-Emissionen pro Jahr durch die im 100-Betriebe-Projekt vorgestellten Beispiele und Maßnahmen eingespart wurden. Es sind 436.000 t CO₂Äq Tonnen, was eine beachtliche Zahl für Maßnahmen ist, die häufig sogar mit einer Reduktion von betrieblichen Kosten einhergehen. Dies unterstreicht die Bedeutung der Ressourceneffizienz auch für den Klimaschutz.

Bei der Darstellung muss folgendes berücksichtigt werden: Die Einsparungen bei den ersten 103 Beispielen wurden nur überschlägig mit den verfügbaren Daten aus den Unternehmen abgeschätzt. Erst in der letzten Tranche von 23 Beispielen wurde die Berechnung der eingesparten THG-Emissionen auf der Basis genau erhobener Energie- oder Materialmengen ermittelt.

Diese Einsparungen werden pro Jahr angegeben, d. h. sie stehen im Vergleich zu dem Zustand vor der Umsetzung der Maßnahme. Hier stellt sich die Frage, wie lang man diese Einsparung annehmen und damit argumentieren kann, denn der Verlauf der Emissionen ohne die Realisierung der Maßnahme ist immer nur hypothetisch. Letztendlich ist die Angabe der eingesparten Emissionen belanglos; entscheidend ist, was immer noch real emittiert wird. Diese Emissionen müssen weiter reduziert werden. Aber die Grafik vermittelt einen Eindruck, wie groß das Einsparpotenzial durch Ressourceneffizienzmaßnahmen ist und welche Energien und Materialien in diesem speziellen Fall einen Beitrag dazu geliefert haben.

Die neu hinzugekommenen 23 Fallbeispiele sparen THG-Emissionen in Höhe von knapp 86.000 t CO₂Äq pro Jahr ein. Bei den ersten 103 Maßnahmen zeigte sich, dass etwa ein Drittel der eingesparten THG-Emissionen materialbedingt ist, dabei stach insbesondere der reduzierte Einsatz von Aluminium und Polyurethan hervor. Dies gestaltet sich bei den neu ausgewählten Beispielen ähnlich. Auch hier stammen 27 % (23.220 t CO₂Äq) der eingesparten THG-Emissionen aus Materialeinsparungen und 73 % (62.780 t CO₂Äq) aus Energieeinsparungen. Bei den Materialeinsparungen haben Metalle mit 68 % den höchsten Anteil, gefolgt von Kunststoffen (24 %) und Gesteinen (3,5 %). Bei den Metallen resultieren die Einsparungen bei den neu hinzugekommenen Beispielen größtenteils aus einem reduzierten Verbrauch von Stahl. Die energiebedingten Einsparungen basieren nahezu gänzlich (98 %) auf einer Maßnahme, mit der enorme Einsparungen an Strom und Dampf realisiert wurden.



Beiträge zur Minderung der CO₂-Emissionen durch alle Fallbeispiele

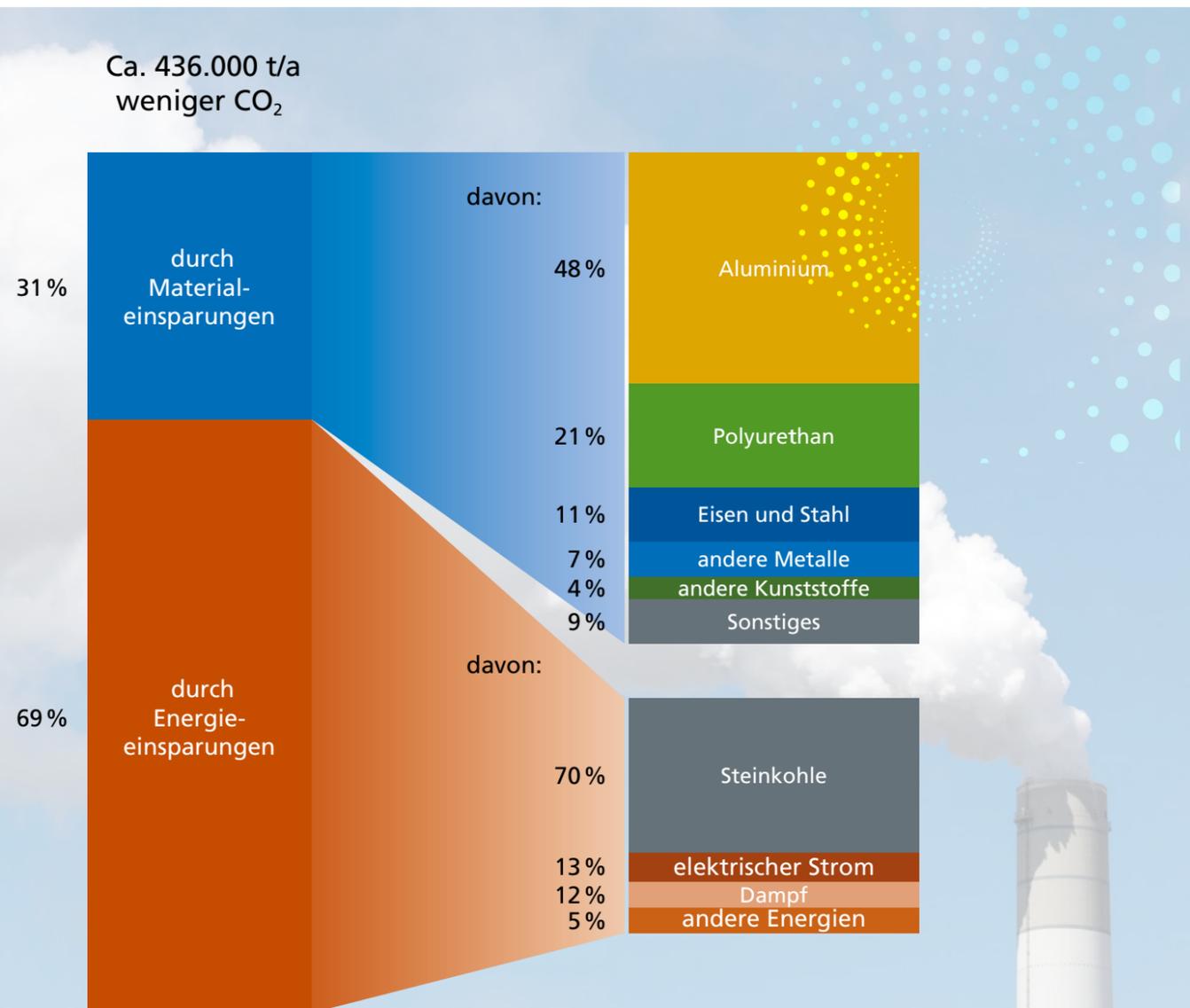


Abb. 4: Eingesparte THG-Emissionen pro Jahr, angegeben in t CO₂-Äquivalent pro Jahr und unterschieden nach eingespartem Energieträger oder Material.

Die Berechnung der eingesparten THG-Emissionen zeigt, dass Unternehmen durch Ressourceneffizienzmaßnahmen einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Tatsache, dass dieser Aspekt von Ressourceneffizienzmaßnahmen neben den ökonomischen Vorteilen an Bedeutung gewinnt, ließ

sich auch im Zuge des Projektes beobachten. Zum einen wurde in der letzten Projektphase ein Schwerpunkt auf die Bilanzierung der eingesparten THG-Emissionen gelegt, zum anderen zeigten auch die ausgewählten Unternehmen großes Interesse an den Beiträgen ihrer Maßnahmen.

Regionale Verteilung der Fallbeispiele

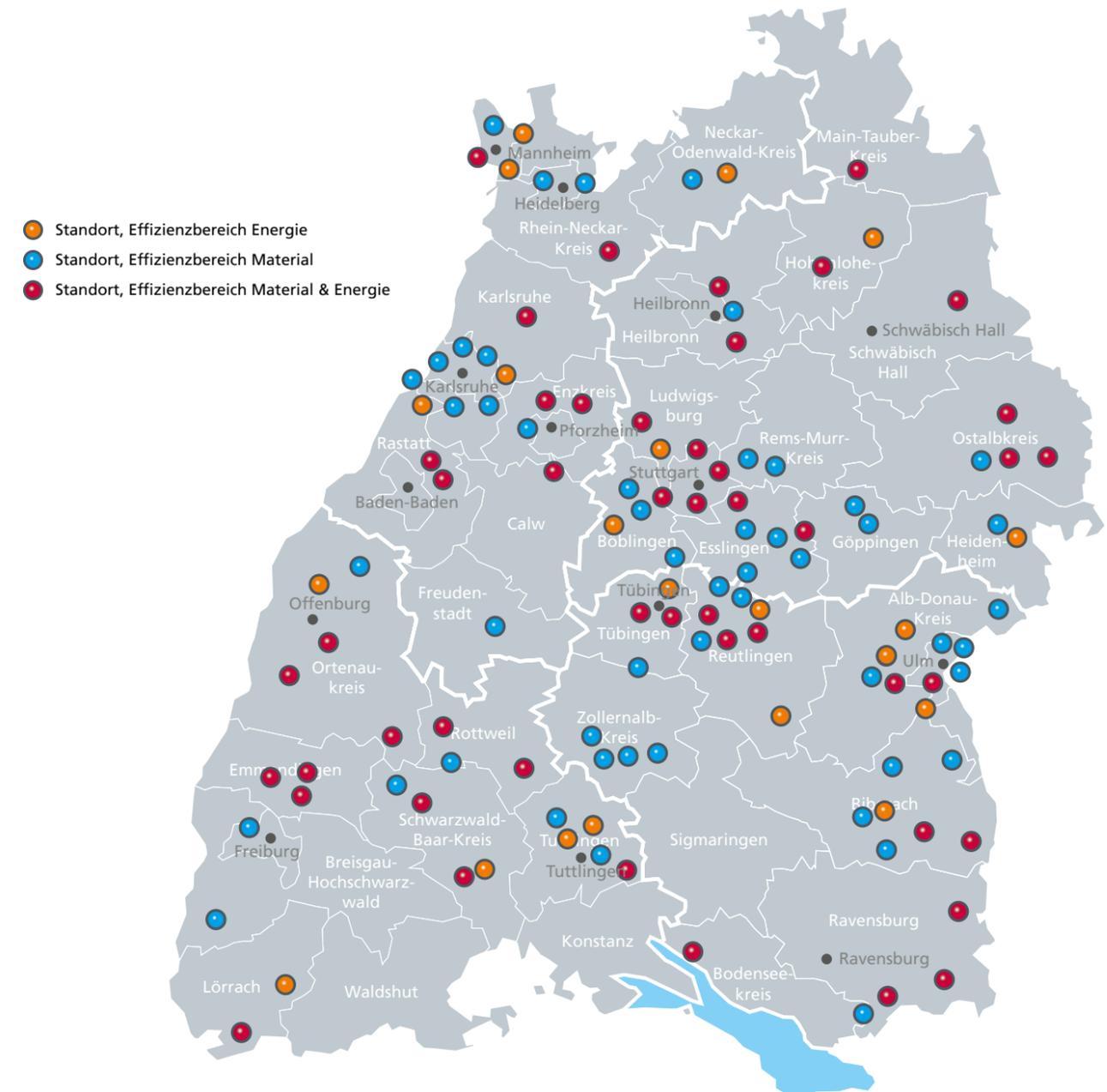


Abb. 5: Regionale Verteilung der Fallbeispiele mit Angabe des Effizienzbereichs der umgesetzten Maßnahme

An den 126 Fallbeispielen waren durch Kooperationsprojekte insgesamt 136 Unternehmen aus Baden-Württemberg beteiligt. Davon sind vier mit zwei Maßnahmen vertreten, ein Unternehmen sogar mit drei. Etwa die Hälfte sind große Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern, rund 30 % mittlere Unternehmen und weitere etwa 20 % kleine Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern. Die Unternehmen decken über 20 Branchen ab, wobei

mit jeweils rund 20 % die metallverarbeitende Industrie und der Maschinenbau den größten Anteil haben, gefolgt von der Gummi- und Kunststoffindustrie mit 7 % und der chemischen Industrie mit 6 %. Nur 16 % der Fallbeispiele beziehen sich ausschließlich auf Energieeffizienz, 44 % beziehen sich auf Materialeffizienz und in 40 % handelt es sich um eine Kombination von Material- und Energieeffizienz.

FALLBEISPIELE



Energieeffizienz in der Handwerks-Bäckerei

Bäckerei und Konditorei Diefenbach GmbH, Weil der Stadt

Technik/Verfahrenstechnologie:

Effizientes Energiemanagement in der Backstube

Maßnahme:

Umsetzung eines Maßnahmenbündels zur Verbesserung der Energieeffizienz

Ausgangslage und Zielsetzung

Schon seit über 20 Jahren betreiben Hermann und Silvia Diefenbach die gleichnamige Bäckerei und Konditorei in Weil der Stadt. Mittlerweile besitzt die Familie Diefenbach mehrere Fachgeschäfte in der Region inklusive einer Gläsernen Produktion in Weil der Stadt, in welcher Kunden und Kundinnen Einblicke in die Produktion bekommen.

Der Bäckerei ist neben der Qualität ihrer Backwaren auch der ökologische Fußabdruck, den sie hinterlassen, wichtig. Um die CO₂-Emissionen des Betriebs zu senken, wurde ein Konzept zur optimierten Abwärmenutzung im Betrieb entwickelt. Das Konzept vereint verschiedene Einzelmaßnahmen, die das Ziel haben, CO₂-Emissionen und Energiekosten zu reduzieren und die Produktqualität zu steigern. Ein Teil der Maßnahmen wurde bereits umgesetzt, andere befinden sich noch in der Planung.

Herausforderung

Alleine konnten die Diefenbachs das gesetzte Ziel nicht erreichen. Daher mussten Fachleute gefunden werden, die sie dabei unterstützen, einen gesamtheitlichen Ansatz zu entwickeln. Für die Backstube und die Fachgeschäfte mussten geeignete Maßnahmen identifiziert, aufeinander abgestimmt und ihre Machbarkeit überprüft werden.

Idee

Gemeinsam mit den Experten der Firma Klima Kontor Planung und Beratung GmbH sollten geeignete Maßnahmen für die Bäckerei definiert und dann sukzessive umgesetzt werden. Ein Schwerpunkt sollte auf die effiziente Nutzung der Abwärme, die an vielen Stellen in der Backstube entsteht, gelegt werden.

Umsetzung

Die Bäckerei und Konditorei Diefenbach hat sich eine ganze Reihe an Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz vorgenommen, deren Umsetzung für die Jahre 2022 und 2023 geplant ist.

Die Vakuumkonditionierung, die den Backprozess vom Fachgeschäft in die Backstube verlagert, wurde bereits umgesetzt. Durch ihre Einführung wurden die Prozesse für das Filialbacken auf halbgebackene und vakuumkonditionierte Ware umgestellt. Dies reduziert den Strombedarf für das Backen in den Filialbacköfen. Zudem wird die Backzeit in den Öfen der Backstube verringert, da die Produkte in der Vakuumkonditionierung fertig ausbacken. Neben monetären Einsparungen und Einsparungen von CO₂-Emissionen ist je nach Produkt zudem eine Qualitätssteigerung beispielsweise in Form von längerer Frische möglich. Außerdem kann die Produktionssteuerung flexibler gestaltet und die Arbeitszeiten in die Tagschicht verlegt werden.

Die im Betrieb anfallende Abwärme soll zukünftig zur Erwärmung des Trinkwarmwassers/Heizungswassers und durch die Nachrüstung einer Glykol-Heizung zur Beheizung der Gärvollautomaten und des Gärraums verwendet werden. Eine weitere Innovation in der Bäckereibranche stellt die geplante Ultraschallvernebelung dar. Im Gegensatz zur konventionellen, elektrisch betriebenen Verdampfung hat die Ultraschallvernebelung einen geringeren spezifischen Energieverbrauch und die Aerosole dringen besser in die Teiglinge ein.

Zusätzlich zu den bereits installierten Abgaswärmetauschern, die aus dem Rauchgas der Öfen Wärme zurückgewinnen, können die



Frisch gebackene Tafelbrötchen dürfen auf dem Frühstückstisch nicht fehlen



Bild rechts: Die beliebten Schneckenbrötchen frisch aus der modernen Vakuum-Anlage

beim Backen entstehenden Schwaden und das durch das Abbacken aus dem Teig ausgedampfte Wasser genutzt werden. Die Schwaden werden über ein Rohr aus dem Backraum abgeführt. Hier können Schwadenkondensatoren eingesetzt werden, die die Kondensationswärme des Wasserdampfs nutzen. Die Abwärme aus den Schwadenkondensatoren kann ebenfalls zur Aufheizung des Trinkwarmwassers verwendet werden.

Des Weiteren wird die Abluft der Druckluftkompressoren, die gewöhnlich ungenutzt in die Umgebung entlassen wird, für die Erwärmung von Trinkwarmwasser/Heizungswasser verwendet werden. Die Abwärme am Druckluftkompressor hat ein Temperaturniveau von ca. 70 °C.

Für die tägliche Reinigung von Dielen, Bäckerkörben, Utensilien und Wägen werden eine



Brezeln schlingen in Perfektion

Haubenspülmaschine und eine Kabinenwaschanlage genutzt, die ans Warmwasser angeschlossen sind. Die Haubenspülmaschine aus dem Jahr 2008, welche zur Reinigung der Utensilien im Konditoreibereich genutzt wird, wurde durch eine modernere, effizientere Haubenspülmaschine ersetzt. Dadurch ergeben sich ein geringerer Wasserverbrauch und eine Reduzierung der elektrischen Wassererwärmung. Die Kabinenwaschanlage wird anstatt mit 60 °C aus dem Trinkwassernetz mit 85 °C warmem Wasser aus einem neu installierten Warmwasserspeicher, der aus Abwärme der Abgaswärmetauscher geheizt wird, versorgt.



Brot und Brötchen jeden Tag heiß und frisch aus dem Backofen

Zusätzlich zu den Einzelmaßnahmen, die Energie einsparen, soll ein Spitzenlastmanagement-System genutzt werden. Hier wird eine Reduzierung der Spitzenlast um 10 kW als realistisch angesehen und somit eine monetäre Einsparung erzielt. Durch die zeitliche Verschiebung der Benutzung einzelner Geräte wird die Gleichzeitigkeit reduziert und die Spitzenleistung, für die der Leistungspreis zu zahlen ist, wird gesenkt.

Um das ganze Energiekonzept abzurunden, plant Diefenbach eine PV-Anlage auf dem Dach zu installieren, deren Ertrag überwiegend direkt selbst genutzt werden soll. Auf der Dachfläche sollen 295 PV-Module installiert werden. Die Anlage wird 84 kWp haben und der Ertrag kann direkt in der Produktion verbraucht werden. Der Eigenverbrauchsanteil soll später bei 98,8 % liegen.

Einsparungen

Nach der Umsetzung der Einzelmaßnahmen kann die Bäckerei und Konditorei Diefenbach voraussichtlich insgesamt 372 MWh Strom und 137 MWh Erdgas pro Jahr einsparen. Dabei erzielt die Umsetzung der Vakuumkonditionierung die höchste Einsparung mit jährlich 273 MWh Strom und 89 MWh Erdgas. Die übrigen 99 MWh Strom und 48 MWh Erdgas werden für die Installation der PV-Anlage, den Austausch der Haubenspülmaschine und die Ultraschallvernebelung sowie die Nutzung der Abwärme prognostiziert.



Croissants rollen ist Handarbeit bei Diefenbach

Betrachtet man das ganzheitliche Energieeffizienz-Konzept ergibt sich eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs. Daraus resultiert eine Reduktion der Energiekosten und der CO₂-Emissionen (185 t CO₂e pro Jahr) bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktivität und Produktqualität.

Lernziel

Eine Fachberatung mit einem ganzheitlichen Ansatz kann Potenziale im gesamten Unternehmen aufdecken und Energiekosten sowie Ressourcen und Emissionen einsparen. Die eingesetzten Technologien sind in Bäckereien noch nicht sehr verbreitet und könnten auch von anderen Bäckereibetrieben genutzt werden.

Unternehmen

Begonnen hat es im Jahr 1884 mit der Bäckerei der Urgroßeltern von Hermann Diefenbach in Ditzingen. Der elterliche Betrieb mit mehreren Filialen wurde von seinem Bruder Hartmut Diefenbach übernommen. Hermann Diefenbach machte sich dagegen in Weil der Stadt selbstständig. 2007 erfolgte der Umzug in den neuen modernen Produktionsbetrieb mit Gläserner Produktion und Café in der Josef-Beyerle-Straße in Weil der Stadt. Aus dem Drei-Mann-Betrieb von 1997 wurde in den letzten 20 Jahren ein mittelständischer Bäckereibetrieb mit heute über 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Hermann und Silvia Diefenbach leiten den Betrieb gemeinsam und legen Wert darauf, dass die handwerkliche Qualität und Tradition trotz der inzwischen erreichten Unternehmensgröße erhalten bleibt. Um die Zukunft der Bäckerei zu sichern, wurde schon 2021 die langfristige Nachfolge durch Herrn Senad Jovonovic vereinbart. Im Jahr 2009 wurde die Bäckerei Diefenbach erstmalig als fünf Sterne Bäckerei ausgezeichnet.



Seit über 100 Jahren arbeitet man bei Diefenbach daran, bestes Brot ressourcenschonend zu backen

Ressourceneffizienz in der Getränke-Produktion bei Ensinger

Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH, Vaihingen/Enz-Ensingen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Reinigung von Glasflaschen und Materialkreislauf von PET-Getränkeflaschen

Maßnahme:

Einbau einer neuen Flaschenreinigungsanlage für Glasflaschen und Erhöhung des Recyclatanteils in PET-Getränkeflaschen

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH hat ihren Sitz in Ensingen nahe der Kreisstadt Vaihingen/Enz. Dort produziert und vertreibt das Familienunternehmen seit sieben Jahrzehnten natürliches Mineralwasser und andere Getränke. Bereits seit seinen Anfängen ist dem Unternehmen ein verantwortungsvoller Umgang mit dem wertvollen Mineralwasser und anderen Ressourcen wichtig, weshalb man stetig auf der Suche nach Möglichkeiten ist, den eigenen Material- und Energieverbrauch zu reduzieren.

Die Produkte von Ensinger werden sowohl in bepfandeten und kistengebundenen Einweg-PET-Flaschen (PETCYCLE) als auch in Mehrweg-Glasflaschen abgefüllt. Beide Systeme zeichnen sich durch unterschiedliche Material- und Energieverbräuche sowie Ansatzpunkte für Effizienzmaßnahmen aus. In den letzten Jahren wurden sowohl im Bereich der PET-Flaschen als auch der Glasflaschen verschiedene Ressourceneffizienzmaßnahmen umgesetzt.

Im Bereich der PET-Flaschen wurde der PET-CYCLE-Kreislauf ausgebaut. Alle bei Ensinger zurückgegebenen PETCYCLE-Flaschen werden ausschließlich zur Herstellung neuer Flaschen verwendet, wodurch ein nahezu geschlossener Wertstoffkreislauf entsteht. Bei diesem Prozess fällt kein Abfall an, nichts wird ins Ausland exportiert, verbrannt oder auf andere Weise entsorgt. Die zurückgegebenen Flaschen werden geschreddert und gereinigt. Das daraus entstandene Recyclat wird an den Preformhersteller geliefert, der daraus wieder neue Preforms produziert. Auch das Design der PET-Flaschen wurde vom Unternehmen überarbeitet, wodurch das Flaschen- und Deckelgewicht reduziert wurde. Neben

einem verringerten Bedarf an Rohmaterialien wirkt sich die Gewichtsreduktion auch positiv auf den Transport und die damit verbundenen CO₂-Emissionen aus.

Im Bereich der Glasflaschen setzt Ensinger seit Jahrzehnten auf ein umweltfreundliches Glas-Mehrwegsystem in Zusammenarbeit mit der Genossenschaft Deutscher Brunnen (GDB). Auch das 2018 neu eingeführte klimaneutrale Gebinde für 0,75 l Glasflaschen kann wie die anderen GDB-Poolgebilde von Ensinger bis zu 50 Mal neu befüllt werden. Pool bedeutet hierbei, dass die Flaschen von vielen Mineralbrunnen genutzt werden, wodurch die Transportwege deutlich geringer sind als bei Individual-Flaschen.

Bei Glas-Mehrwegflaschen ist insbesondere deren Reinigung mit einem hohen Verbrauch von Wasser und Reinigungsmitteln verbunden. Vor die Entscheidung gestellt, die vorhandene Flaschenreinigungsmaschine noch länger zu nutzen und andere Investitionen zu tätigen, entschied sich der Familienbetrieb für den Kauf einer neuen Flaschenreinigungsmaschine. Das wichtigste Kriterium bei dieser Investition war und ist es, diese Verbräuche zu senken. Zudem gehen mit dem Kauf einer neuen Anlage auch zahlreiche technische Verbesserungen einher.

Ebenfalls verfolgte Ensinger das Ziel, den Recyclatanteil der PET-Flaschen-Preforms, der bei 55 % lag, zu erhöhen. Durch die damit verbundene Reduzierung des Bedarfs an Neumaterial sollte dem Prinzip des Materialkreislaufes mehr Rechnung getragen werden. Im Weiteren werden diese beiden Maßnahmen genauer betrachtet.



Klimaneutrales Mehrweg-Glasgebilde



Bild rechts: Neuester Stand der Technik: Die Ensinger Flaschenreinigungsanlage

Herausforderung

Die Herausforderung bei Einbau und Inbetriebnahme der neuen Flaschenreinigungsmaschine war die Einhaltung eines festgelegten Zeitfensters, in dem keine Getränke produziert werden konnten. Die in diesem Zeitraum benötigte Absatzmenge musste vorproduziert werden. Um die Lieferfähigkeit gewährleisten zu können, musste die Inbetriebnahme der neuen Flaschenreinigungsanlage termingerecht erfolgen.



Termingerechter Einbau

Für die Erhöhung des Recyclatanteils lag die wesentliche Herausforderung darin, dass die Flaschen die Anforderungen an Produktqualität und Stabilität weiterhin erfüllen mussten. Zudem musste die Erhöhung technisch machbar sein. Ein Recyclatanteil von 100 % ist dabei unrealistisch, da ein gewisser Anteil im Aufbereitungsprozess verloren geht. Außerdem sollte auch bei steigender Nachfrage nach Produkten in PETCYCLE-Flaschen der festgelegte Recyclatanteil gewährleistet sein. Daher muss stets ein gewisser Anteil Neumaterial miteingebracht werden. Dies ist im Übrigen auch bei Glasflaschen der Fall.

Idee

Für die Planung und Inbetriebnahme der neuen Flaschenreinigungsanlage sollte eng mit einem Maschinen- und Anlagenbauer zusammengearbeitet werden, der den ganzen Prozess begleiten sollte. Die neue Anlage sollte über eine höhere Kapazität verfügen, bislang nicht einsetzbare Flaschengrößen reinigen können und zu einem besseren Reinigungsergebnis bei geringerem Ressourcenverbrauch führen.



Das umweltfreundliche N2-Pool-Gebinde

In Abstimmung mit dem Preformhersteller einigte man sich darauf, den Recyclatanteil bei den PET-Flaschen von bisher 55 % auf 75 % zu erhöhen. Dazu führte die eigene Analytik-Abteilung zahlreiche Qualitätsprüfungen mit unterschiedlichen Recyclatanteilen durch. Die langfristig zu erwartenden Absatzentwicklungen und auch nachhaltige Wirtschaftlichkeit spielten dabei eine große Rolle.

Umsetzung

Im Jahr 2019 wurde die alte Flaschenreinigungsmaschine durch eine neue, effizientere Anlage ersetzt. Bei der Prozessplanung, der Anfertigung, dem Einbau und der Inbetriebnahme wurde Ensinger von der Firma Krones unterstützt. Mit der Maschine können Flaschen mit einem Volumen von 0,25 l bis zu 1,0 l gereinigt werden. Die Kapazität der Anlage liegt bei bis zu 40.000 Flaschen pro Stunde. Durch die intensiveren Filtrationsschritte in der neuen Anlage wird weniger Lauge benötigt und die Flaschen können im Vergleich zur alten Maschine noch sauberer gereinigt werden. Gleichzeitig konnte der Frischwasserverbrauch pro Flasche in etwa halbiert werden.

Im selben Jahr hat Ensinger bei nahezu allen PET-Flaschen den Recyclatanteil von 55 % auf 75 % erhöht. So kann ein wesentlicher Anteil an PET-Neumaterial in den Flaschen eingespart werden. Zum damaligen Zeitpunkt der Umstellung war der Recyclatanteil von 75 % in der Branche noch kaum verbreitet, der Durchschnitt lag unterhalb von 50 %. Die Umsetzung der Maßnahme fand in Zusammenarbeit mit Plastica, dem Preformlieferanten von Ensinger, statt.

Einsparungen

Durch die neue Flaschenreinigungsanlage werden pro Jahr etwa 560 MWh Gas, 26.407 m³ Frischwasser und 87 t Natronlauge eingespart. Die relativen Einsparungen beziehen sich auf den Verbrauch der vorher betriebenen Flaschenreinigungsmaschine. Hier konnte der anteilige Gasverbrauch um 22 %, der Frischwasserverbrauch um knapp 50 % und der Verbrauch an Natronlauge um 32 % reduziert werden. Entsprechend der Menge an Frischwasser reduziert sich das Abwasseraufkommen um ebenfalls 50 % und damit die erforderliche Neutralisation. Monetär können durch den reduzierten Gas-, Wasser- und Laugenverbrauch und das reduzierte Abwasseraufkommen jährlich etwa 139.000 Euro eingespart werden.

In Bezug auf Treibhausgasemissionen können durch die neue Flaschenreinigungsanlage pro Jahr rund 235 t CO₂e vermieden werden.

Durch die Erhöhung des Recyclatanteils in seinen PET-Flaschen konnte Ensinger bezogen auf rund 70 Millionen Flaschen pro Jahr den Einsatz an PET-Neumaterial um 370 t reduzieren. Das entspricht einer Vermeidung von 1.086 t CO₂e.

Lernziel

Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz lassen sich in vielfältiger Weise in jedem Unternehmen finden. Aufgrund der langen Nutzungsdauer von teilweise mehreren Jahrzehnten sollten bei großen Anlagen die Verbrauchswerte genau betrachtet werden. Die zum Teil erheblichen Ressourceneinsparungen und folglich auch eine Reduzierung der Betriebskosten bestärken das schwäbische Familienunternehmen auf seinem Weg zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess, wann immer das wirtschaftlich sinnvoll und möglich ist.



Am Rande des Naturparks Stromberg: Das Firmengelände Ensinger Ost

Unternehmen

Bei Ensinger sind 170 qualifizierte Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen beschäftigt, dabei werden jährlich über 120 Millionen Liter Premium-Getränke mit natürlichem Mineralwasser aus derzeit acht Tiefbrunnen abgefüllt.

Als traditioneller Familienbetrieb ist es für Ensinger darüber hinaus selbstverständlich, soziale Verantwortung zu übernehmen und sich gesellschaftlich zu engagieren. Dazu gehört beispielsweise die fundierte Ausbildung aller Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen in unterschiedlichsten Berufen. Aber auch die Förderung von über 400 Vereinen im Bereich des Breiten- und Leistungssports sowie Umwelt- und Kultursponsoring sind Teil des Engagements.

Drei Familien stehen heute hinter der Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH. Zehn Familienmitglieder sind in der Geschäftsleitung sowie in operativen Funktionen aktiv. Regelmäßige Investitionen in den Abfüllbetrieb und in die Marke sorgen für ein nachhaltiges Unternehmenswachstum.



Ensinger
Die Erfrischung deines Lebens

Ensinger Mineral-Heilquellen GmbH

Horrheimer Straße 28-36
D-71665 Vaihingen/Enz-Ensingen
www.ensinger.de
Stefan Schurr
stefan.schurr@ensinger.de

Von Verschnitt zum Recyclinggarn – der Mey-Kreislauf

Mey GmbH & Co. KG, Albstadt

Technik/Verfahrenstechnologie:

Faser zu Faser Recycling

Maßnahme:

Herstellung von Recyclinggarn aus Produktionsabfall

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Mey GmbH & Co. KG in Albstadt ist ein weltweit tätiges Familienunternehmen, das Loungewear, Tag- und Nachtwäsche sowie Dessous herstellt. Vom Garneinkauf, der Flächenerzeugung in der eigenen Strickerei, über die Veredelung und das Zuschneiden bis hin zum fertig konfektionierten Artikel, produziert Mey noch immer am Standort in Albstadt.

Der Zuschnitt findet in der textilen Fertigung zwischen der Veredelung der Stoffe (Färben, Bleichen oder Bedrucken) und der Konfektion statt. Bei der Positionierung der Schnittteile auf dem Stoff entsteht zwischen benachbarten Schnittteilen oder zwischen einem Schnittteil und einer Stoffkante der sogenannte Verschnitt, für den es in der Produktion keine weitere Verwendung gibt. Eine optimale Positionierung der Schnittteile auf dem Stoff ermöglicht es, den Verschnitt zu minimieren. Anders als beispielsweise bei Metallen muss bei Textilien jedoch zusätzlich auf die Strickrichtung Rücksicht genommen werden. Die Schnittteile können nicht beliebig gedreht werden, sondern müssen entlang der Strickrichtung ausgerichtet werden.

Die Schnittbildlegung wird durch den Einsatz einer CAD-basierten Optimierungs-Software unterstützt, die dem neusten Stand der Technik entspricht. Damit kann der Verschnitt im Vergleich zur Legung ohne Software-Unterstützung um 5 % reduziert werden. Je nach Artikelgruppe entstehen in der Wäscheherstellung trotz modernster Software-Unterstützung noch immer bis zu 30 % Verschnitt. Dieser Produktionsabfall wurde bisher komplett an eine Recyclingfirma übergeben und weiterverarbeitet. Aufgrund bestehender

Prozesse wurden jedoch die hochwertigen Ausgangstextilien meist zu wirtschaftlich minderen Produkten verarbeitet (Downcycling).

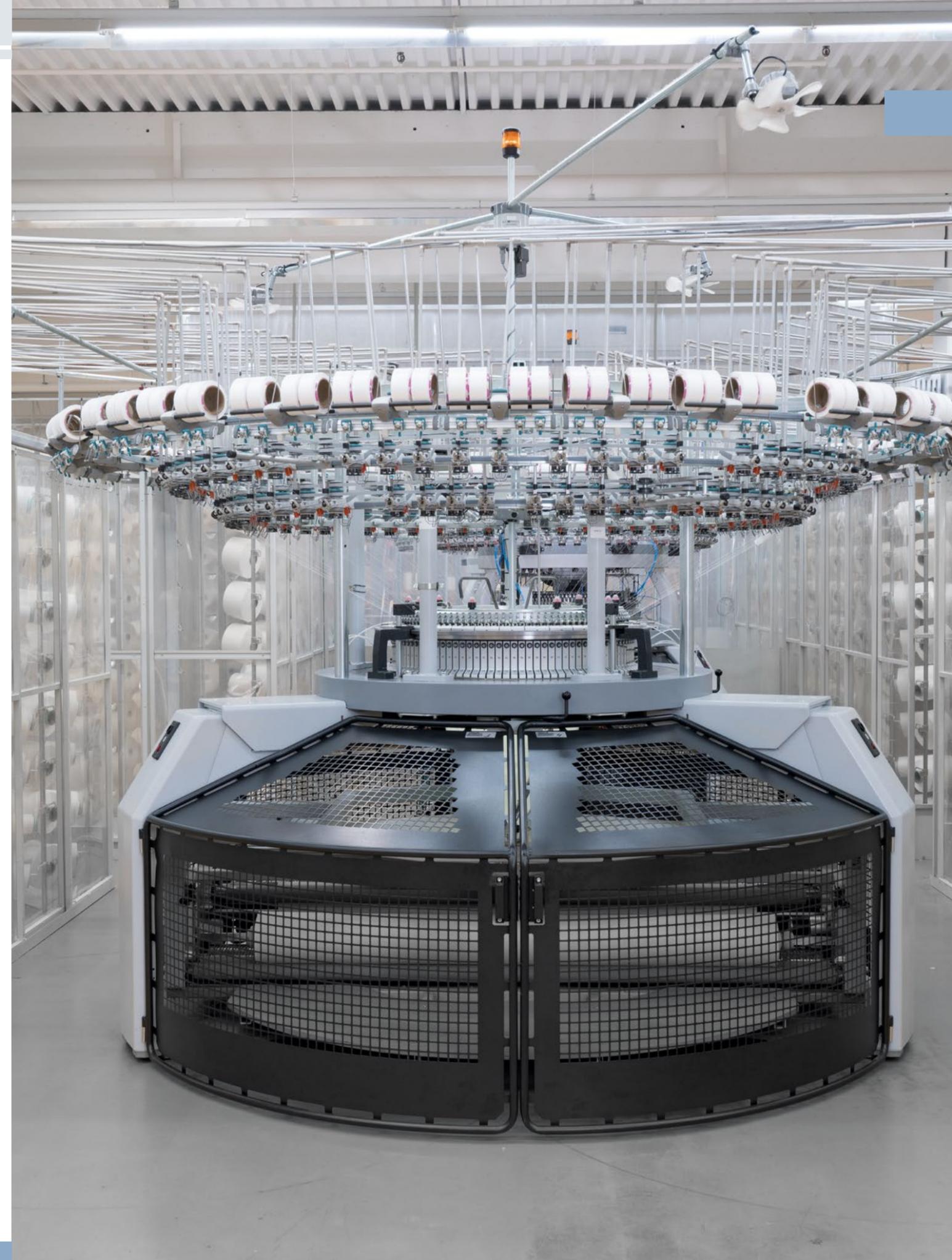
Vor diesem Hintergrund setzte man sich bei Mey das Ziel, aus den Produktionsabfällen hochwertige Fasern zurückzugewinnen, diese wiederum zu Produkten zu verarbeiten und so einen eigenen Kreislauf aufzubauen.

Herausforderung

Für die Rückgewinnung der Fasern mussten neue Prozesse aufgebaut und Partner gefunden werden, die Mey bei der Umsetzung unterstützen konnten. Eine weitere Herausforderung lag darin, dass die zu recycelnde Baumwolle bei Mey erst im verarbeiteten Zustand anfällt und nicht bereits früher in der Wertschöpfungskette. So können beispielsweise unbehandelte Garnabfälle mit deutlich weniger Aufwand bereits wiederaufbereitet werden. Ziel ist es, einen Stoff zu produzieren, der zu 60 % aus Recyclinggarn besteht, sich in Feinheit, Haptik und Durchfärbung jedoch nicht von einem Stoff aus 100 % Primär-/Frischmaterial unterscheidet. Ein so hoher Recyclinganteil wurde bei Verschnitt als Ausgangsstoff innerhalb der Branche bisher noch nicht realisiert.

Idee

In der geplanten Maßnahme wird der Verschnitt in einer Reißerei zu Einfasern zerrissen und anschließend in mehreren Prozessstufen unter Beimischung von Primärfasern aus Baumwolle wieder zu Garn ausgesponnen. Damit besteht das neue Endprodukt zu 100 % aus Baumwolle, was weitere Recyclingzyklen vereinfacht und die Lebensphase des Produkts im Vergleich zum Downcycling deutlich verlängert. Mit diesem Projekt strebt Mey





Mitarbeiter der Zuschneiderei beim Abräumen der Schnittteile

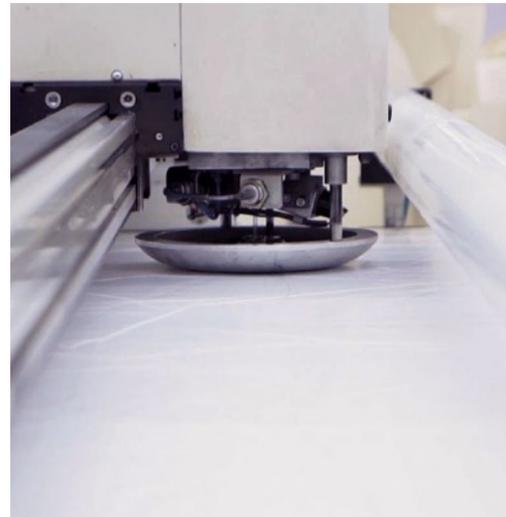
den Aufbau einer neuen Produktlinie an, die zu mindestens 60 % aus Recyclingfasern besteht und aus eigenen Produktionsabfällen gewonnen wurden.

Umsetzung

Damit aus dem anfallenden Verschnitt ein neues Produkt entstehen kann, muss dieser als erster und wichtigster Schritt in der Zuschneiderei sorten- und farbrein sortiert werden. Zunächst konzentriert man sich hierbei auf den Verschnitt von Stoffqualitäten, die zu 100 % aus gebleichter Baumwolle bestehen. Durch eine streng getrennte Sammlung kann einer Verunreinigung durch Fremdfasern frühzeitig vorgebeugt und die Recyclingfähigkeit deutlich verbessert werden.

Anschließend wird der Verschnitt bei einem Partner in einer Reißerei bis zur Einzelfaser mechanisch aufgerissen und für den Transport in die Spinnerei zu Ballen verpresst. Die aufgerissenen und gepressten Baumwollfasern liegen nun in ähnlichem Rohzustand vor wie Frischfasern. Bei der Aufbereitung des Verschnitts fallen ca. 7 % Faseranteile an, die nicht für das Recyclinggarn verwendet werden können, aber für andere Produkte (z. B. Watte pads, Ohrenstäbchen) zum Einsatz kommen.

In der Spinnerei werden nun die Reißfasern mit Baumwollfrischfasern homogenisiert und in weiteren Arbeitsschritten für die Garnherstellung vorbereitet.



CAD-gesteuerter Schneidkopf

Die Beimengung von Frischfasern ist erforderlich, um qualitativ hochwertige Garne zu erhalten, da die Reißfasern durch den Reißprozess verkürzt und die vorangegangenen Veredelungsprozesse für den ursprünglichen Anwendungszweck des Textils die Fasern bereits beansprucht haben. Im nächsten Prozessschritt wird bei meY das gewonnene Garn wieder zu Stoffen verstrickt. Der Stoff wird anschließend bei regionalen Partnern veredelt, bei meY zugeschnitten und zu neuen Artikeln konfektioniert.

Einsparungen

Der Anbau von Baumwolle ist wasserintensiv, so werden für 1 kg Fasern rund 1,5 m³ Wasser benötigt. Darüber hinaus muss der Rohstoff aus den Anbaugebieten über weite Strecken transportiert werden. Seit über 35 Jahren bezieht meY seine Baumwolle aus Peru. Durch die optimierte Verschnittsammlung und -sortierung stehen meY pro Jahr etwa 56 t Baumwollfasern zur Verfügung, die recycelt werden können und Primärrohstoff ersetzen. Unter Berücksichtigung der Kosten, die für das Reißen des Verschnitts anfallen, können gegenüber Baumwollfrischfasern abhängig vom aktuellen Baumwollpreis pro Jahr rund 45.000 Euro eingespart werden. Die Einsparung von 56 t Baumwollfrischfasern führt jährlich zu einer Vermeidung von etwa 254 t CO₂e. Im Reißprozess entstehen energiebedingte Emissionen von etwa 11 t CO₂e pro Jahr, so dass durch die Maßnahme jährlich 243 t CO₂e eingespart werden. Darüber hinaus ist damit eine Einsparung von 84.000 m³ Wasser verbunden.

Lernziel

Das höherwertige Recycling aller sortenreinen Baumwollabfälle zu ermöglichen wird angestrebt. Für die erste Phase des Projekts wurde ausschließlich Produktionsabfall der Serie „Noblesse“ aus 100 % gebleichter Baumwolle verwendet. In Zukunft könnte der komplette Verschnitt der Stoffproduktion aus 100 % Baumwolle berücksichtigt werden. Für den Einsatz von gefärbtem Verschnitt sind allerdings weitere Tests mit den Partnern notwendig. Es soll geprüft werden, ob auch bei anderen Stoffqualitäten die für zahlreiche Produkte von meY eingesetzt werden, ein Anteil der Frischfasern ohne eine merkliche Veränderung des Endprodukts substituierbar ist.

Hierfür eignen sich insbesondere die eigenen Basic-Serien, die in konstanten Mengen bei gleichbleibendem Qualitätsniveau vorliegen und sich durch einen hohen Baumwollanteil auszeichnen.

Zur Produktion der ersten Produkte wird meY nicht die komplette Menge des jährlich anfallenden Verschnitts benötigen. Jedoch ist ein Verkauf der nicht benötigten Menge an Garn an Dritte denkbar. Dadurch ließe sich die komplette Menge an gesammeltem Sekundärmaterial nachhaltig verarbeiten.

Die guten Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit den Partnern in diesem Projekt bestärken meY darin, die Ressourceneffizienz der eignen Prozesse durch Kooperation weiter zu steigern. So könnten beispielsweise weitere Partnerschaften mit regionalen Unternehmen für andere Recyclingarten, wie z. B. chemisches Recycling (Viskose aus Baumwollverschnitt) geschlossen werden.

Unternehmen

Das Unternehmen Mey GmbH & Co. KG ist ein weltweit tätiger Hersteller von Loungewear, Tag- und Nachtwäsche für Damen und Herren sowie Damen-Dessous mit Sitz auf der Schwäbischen Alb in Albstadt-Lautlingen. meY ist ein in 3. und 4. Generation geführtes Familienunternehmen und produziert seit 1928 vom Garneinkauf, über den Stoff und den Zuschnitt bis zum Endprodukt überwiegend in eigenen Werken. Neben Werken in Deutschland unterhält meY eigene Werke in Portugal und Ungarn. meY produziert ausschließlich unter eigenem Namen. Die Produkte werden im Einzelhandel, in eigenen Stores und über den eigenen Online-Shop vertrieben.



meY Standort Albstadt



Nahaufnahme des Aufdrucks auf dem Prototypen

Palm Aalen PM 5 – neue Maßstäbe in der Papiererzeugung

Papierfabrik Palm GmbH & Co. KG, Aalen

Technik/Verfahrenstechnologie:
Herstellung von Wellpappenrohpapier

Maßnahme:

Investition in eine neue Papiermaschine zur Herstellung von Wellpappenrohpapier auf Altpapierbasis

Ausgangslage und Zielsetzung

Vor etwa 150 Jahren begann Adolf Palm in Aalen-Neukochen mit der Herstellung von Verpackungspapier aus Sekundärfasern der Textilindustrie – ein früher Recyclingbetrieb. Mit zuletzt drei Papiermaschinen wurden am Standort jährlich rund 350.000 t Wellpappenrohpapier aus 100 % Altpapier hergestellt. Aufgrund ihres Alters wurde ein Ersatz der drei Maschinen technisch und wirtschaftlich sinnvoll, um die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts zu erhalten.

Die bisherigen drei Maschinen sollten durch eine einzige hochmoderne und ressourceneffiziente Anlage ersetzt werden. Insbesondere sollte die neue Papiermaschine in der Lage sein, Wellpappenrohpapier mit einem geringeren Flächengewicht als bisher üblich herzustellen – bei gleichen Festigkeitseigenschaften. Das minimale Flächengewicht sollte von 70 g/m² auf 60 g/m² sinken. Darüber hinaus wird angestrebt, mit der neuen Papiermaschine PM 5 die Jahresproduktion auf 750.000 t zu erhöhen und damit mehr als zu verdoppeln.

Herausforderung

Aus ökologischen Gründen geht der Trend bei den Wellpappenrohpapieren hin zu leichteren Sorten. Diese ermöglichen Materialeinsparungen und führen zur Reduktion des Gewichts und des Volumens von Verpackungen beim Transport. Die Ökobilanz ohnehin schon nachhaltiger Verpackungen aus Wellpappe verbessert sich dadurch weiter. Außerdem erschließt ultraleichte Wellpappe neue Absatzmärkte, wo bisher vorwiegend Kunststoffe zum Einsatz kamen. Besonders leichtgewichtige Wellpappenroh-papiere werden derzeit nur sehr begrenzt angeboten.

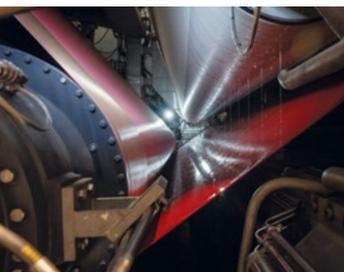
Wellpappenrohpapier aus 100 % Altpapier mit einem Flächengewicht von 60 g/m² stellt hohe technische Anforderungen an die Produktionsanlagen und war daher bisher am Markt nicht verfügbar.

Idee

In der weltweit modernsten und leistungsfähigsten Papierfabrik zur Herstellung von Wellpappenrohpapier auf Altpapierbasis setzt Palm zwei neuartige Technologien ein. Mit der innovativen Altpapier-Auflösetechnologie „Green Pulping“ wird im Recyclingprozess eine verbesserte Faserausbeute bei geringem Energieeintrag ermöglicht. Die Technologie trägt dazu bei, Altpapier mit hohem Frischfaseranteil effizient aufzulösen. Infolge der größeren Faserausbeute verringert sich der Rohstoffeinsatz und die Papierfestigkeit verbessert sich. Darüber hinaus benötigt das „Green Pulping“ deutlich weniger Wasser als die bisher üblichen Auflösungsverfahren. Die neuartige Trocknungstechnologie „OptiDry“ in der Papiermaschine sorgt für eine optimierte thermische Entwässerung der Papierbahnen und ermöglicht dadurch die Herstellung besonders leichtgewichtiger Wellpappenroh-papiere mit hoher Festigkeit bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten und niedrigem spezifischen Energiebedarf. Gegenüber herkömmlicher Trocknung verbessert sich auch die Prozessstabilität. Dadurch werden Leerlaufzeiten der Papiermaschine nach Abrissen der Papierbahn sowie die Ausschussproduktion reduziert.

Umsetzung

Die besondere Herausforderung war der Bau einer komplett neuen Papierfabrik einschließlich aller Nebenanlagen wie Kraftwerk, Prozesswasserreinigungsanlage, Altpapier- und



Transferband zum „OptiDry“



Bild rechts:
Maschinenhalle der PM 5



Blick in die PM 5

Rollenlager auf dem Gelände der alten Papierfabrik, die bis zur Inbetriebnahme der neuen Papiermaschine weiterbetrieben wurde. Da die Papiermaschine über den Stand der Technik hinausgeht, wurden einige Aggregate von den jeweiligen Anlagenbauern eigens für die PM 5 entwickelt und kommen hier erstmals zum Einsatz. In Zusammenarbeit mit der Firma Voith aus Heidenheim, die die gesamte Stoffaufbereitung der neuen Papiermaschine liefert, wurde das „Green Pulping“ entwickelt. Die Firma Valmet aus Finnland, Lieferant der eigentlichen Papiermaschine, entwickelte das „OptiDry“, das ebenfalls erstmalig in Deutschland zum Einsatz kommt. Erst die Kombination der beiden Technologien ermöglicht die Herstellung von besonders leichtgewichtigem Wellpappenrohpaper mit hervorragenden Festigkeitseigenschaften aus 100 % Altpapier.

Einsparungen

Mit der Inbetriebnahme der neuen PM 5 führen drei Aspekte zu Einsparungen gegenüber den alten Maschinen: die Reduktion des Flächengewichts, die neue Auflösetechnologie „Green Pulping“ und das neue Trocknungsverfahren „OptiDry“. Alle drei Maßnahmen sparen materialeitig jährlich insgesamt rund 75.000 t Altpapier, etwa 2,5 Mio. m³ Wasser und rund 6.800 t Chemikalien ein. Die Wassereinsparung entspricht etwa dem Jahresverbrauch einer Stadt mit 60.000 Einwohnern.

Energieseitig werden durch die Maßnahmen pro Jahr ca. 46.000 MWh Strom und 142.000 MWh Prozessdampf eingespart.

Gegenüber den alten Maschinen führt die neue Anlage dazu, dass pro Jahr bezogen auf die Produktion von 750.000 t Wellpappenrohpaper mehr als 62.000 t CO₂e Treibhausgasemissionen vermieden werden können.

Lernziel

Im vorliegenden Fall konnte durch eine auf Ressourceneffizienz ausgerichtete Planung der Anlage die Produktqualität erhöht und mit besonders leichtgewichtigem Wellpappenrohpaper neue Absatzmärkte erschlossen werden. Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz führen insbesondere in energieintensiven Prozessen wie der Papierherstellung auch zu einer Reduktion des Energieverbrauchs. Ressourceneffizienz ist somit bei steigenden Rohstoff- und Energiepreisen ein entscheidender Faktor, um die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit von Unternehmen zu erhalten. Die eingesetzten Technologien sind außerdem auf andere Papierfabriken übertragbar und können in neuen oder umfassend modernisierten Papiermaschinen eingesetzt werden.



Werksgelände Papierfabrik Palm in Aalen

Unternehmen

Palm gliedert sich in die drei Geschäftsbereiche Papier, Verpackung und Recycling. Europaweit beschäftigt das Unternehmen insgesamt rund 4.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und erwirtschaftete im Jahr 2020 einen Umsatz von 1,5 Mrd. Euro. Das Unternehmen umfasst fünf Papierfabriken, 28 Wellpappenwerke und zwei Recyclingunternehmen. Die Bereiche Recycling, Papier und Verpackung werden jeweils eigenständig geführt, arbeiten aber entlang der Wertschöpfungskette vom Altpapier über die Papierherstellung bis hin zur fertigen Verpackung eng zusammen. Die Hauptverwaltung aller Bereiche sitzt in Aalen.

Seit seiner Gründung stellt Palm seine Erzeugnisse ausschließlich aus Sekundärfasern in umweltschonenden Verfahren her. Zum Produktspektrum des Geschäftsbereichs Papier gehören neben Wellpappenrohpaperen auch grafische Papiere für Zeitungen und Prospekte, die ebenfalls aus 100 % Altpapier hergestellt werden.



Rollenversand



Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Papierfabrik Palm GmbH & Co. KG

Palm Allee 1
D-73432 Aalen
www.palm.de
Lukas Steffel
l.steffel@palm.de

Im Werk wird's warm mit Abwärme

SchwörerHaus KG, Hohenstein

Technik/Verfahrenstechnologie:

Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme

Maßnahme:

Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme zur Beheizung des gesamten Werks und als Prozesswärme

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Schwörer Unternehmensgruppe zählt zu den Branchenführern des Fertigbaus. Das Familienunternehmen hat heute rund 1.850 Beschäftigte an bundesweit sieben Standorten. Am Standort in Hohenstein-Oberstetten, wo u. a. Einfamilien-, Doppel- und Mehrfamilienhäuser hergestellt werden, wird seit 1996 ein Biomasseheizkraftwerk zur Stromerzeugung und Wärmeversorgung betrieben.

Bei der Planung einer neuen Produktionshalle wurde entschieden, die Abwärme des Kraftwerks für die Beheizung der Halle zu nutzen. Voraussetzung dafür war der Einbau eines Wärmetauschers in die Abdampfleitung zwischen Turbine und Kühlturm, der 2005 erfolgte. Seitdem wird bei Neubauten darauf geachtet, die Abwärme aus dem Kraftwerk für die Beheizung zu nutzen. Für Bestandsgebäude war die Nutzung der Niedertemperatur-Abwärme bisher nicht ohne weiteres möglich.

Die SchwörerHaus KG setzte sich das Ziel, die Abwärme auch für die Beheizung der Bestandsgebäude nutzen zu können sowie, wenn immer möglich, die Prozesswärme zu substituieren.

Herausforderung

Bei der Nutzung der Niedertemperatur-Abwärme in den Bestandsgebäuden wurde das Unternehmen mit zwei Herausforderungen konfrontiert. Die erste bestand darin, dass die Heizung der Produktionshallen (Luftherhitzer) und die der Bürogebäude (Heizkörper) auf viel höhere Heizungswassertemperaturen ausgelegt worden waren. Ein Austausch der Heizgeräte in den Bestands-

gebäuden mit Auslegung auf eine geringere Vorlauftemperatur von 54 °C wurde von einem Planungsbüro überschlägig mit einer siebenstelligen Summe veranschlagt und war somit unrentabel.

Die zweite Herausforderung war der Umbau des Heizrohrsystems während des Betriebs unter Beachtung des Brandschutzes in einem Holzverarbeitungsbetrieb. Denn ohne den Einbau von Regelventilen vor jedem Luftherhitzer, die den Heizungswasserdurchfluss dem Wärmebedarf entsprechend regeln, war an eine Umstellung auf Niedertemperatur nicht zu denken. Es musste eine Lösung gefunden werden, die einen Einbau der Regelventile ohne Schweißarbeiten an den Hallendecken über Anlagen und Lagerbereichen ermöglicht.

Idee

Die Erfahrung zeigt, dass es bei Heizungsauslegung und -installation in der Vergangenheit üblich war, große Sicherheitszuschläge vorzusehen. Außerdem wurden die Wärmequellen im Gebäude wie Beleuchtung, Maschinen und Anlagen nicht berücksichtigt. Daher sollte die teilweise über 40 Jahre alte Heizung durch ein Planungsbüro überprüft werden. Die Überprüfung kam zu dem Schluss, dass der größte Teil der Bürogebäude nach der Umstellung auf Niedertemperatur weiterhin ausreichend mit Wärme versorgt würde.

Umsetzung

Der Startschuss für die Umstellung auf Niedertemperatur fiel im Jahr 2012. Damals wurde eine genormte (DN300) Nahwärmeleitung vom Kraftwerk bis zur Heizzentrale des Werks verlegt und als erstes die Büro-



Mit Abwärme auf 26 °C beheizte Produktionshalle zur Holzveredelung

Bild rechts: Brennstoff für die Biomassekessel



und Verwaltungsgebäude auf Niedertemperatur umgestellt. Die positiven Erfahrungen aus dem ersten Winter ermutigten dazu, auch die Hallenheizung auf Niedertemperatur umzustellen. Bei der Einbindung wurde darauf geachtet, dass an sehr kalten Wintertagen auf die nach wie vor vorhandene Hochtemperaturheizung umgestellt werden kann.

Es zeigte sich, dass nur in wenigen Hallen wochenweise auf die Hochtemperatur umgestellt werden musste, um eine für die Mitarbeiter angenehme Raumtemperatur halten zu können. Durch weitere Optimierungen, wie die Nutzung von Kompressorabwärme oder eine optimierte Hallenbelüftung, kann inzwischen auf die Hochtemperatur vollständig verzichtet werden. Auch für den problematischen Einbau der Regelventile konnte eine Lösung gefunden werden. Von der Firma Viega wurde dazu im Jahr 2014 ein neues Presssystem auf den Markt gebracht. Damit können dickwandige Stahlrohre mit Hilfe von Pressfittings ohne Schweißen verbunden werden. Mit dem neuen Verfahren konnten an etwa 150 Lufterhitzern die Regelventile brandschutzgerecht und mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand eingebaut werden. Zum Einsatz kommen Regel- und Regulierventile mit differenzdruckunabhängiger Durchflussregulierung, kombiniert mit einer Rücklauftemperaturbegrenzung. Sie arbeiten rein mechanisch ohne Elektroanschluss, was die Installation stark vereinfacht.

Neben der Beheizung von Gebäuden konnten für die Niedertemperatur-Abwärme weitere Nutzungsmöglichkeiten als Prozesswärme

realisiert werden. Im Jahr 2015 wurde ein Trockenregister für verputzte Wände, beheizt mit der Niedertemperatur-Abwärme geplant, gebaut und in Betrieb genommen.

Vier Jahre später wurden unter Teilen der Freifläche an einer neuen Produktionshalle Rohrschlangen verlegt, über die im Winter die Fläche mit überschüssiger Abwärme schnee- und eisfrei gehalten wird.

Die Planungen sowie der Bau bzw. Umbau der Anlage wurden von der werkseigenen Abteilung Heizungsbau-Instandhaltung durchgeführt.

Einsparungen

Heute, im Jahr 2020, werden über 10.000 MWh der anfallenden Abwärme genutzt, anstatt diese Menge ungenutzt in die Atmosphäre abzugeben. Gleichzeitig werden 10.000 MWh an höherwertiger Hochtemperaturwärme mit 120 °C eingespart und stehen für andere Anwendungen wie die Holz Trocknung zur Verfügung.

Durch die Nutzung der Niedertemperatur-Abwärme für die Wärmeversorgung der Gebäude werden dem Biomassekraftwerk jährlich etwa 3.800 t weniger Holz als Brennstoff zugeführt. Damit einhergehend ergibt sich eine Emissionsminderung von 1,4 t CO₂, 0,01 t Staub, 6,6 t NO_x und 125 t Asche pro Jahr. Biomasse, im vorliegenden Fall Holz, weist als regenerativer Energieträger bilanztechnisch keine CO₂-Emissionen auf. Würden die eingesparten 10.000 MWh hingegen mit einer Ölheizung erzeugt, würden etwa 3.100 t CO₂e anfallen.

Als Nebeneffekt verbrauchen die Heizungspumpen durch hydraulische Optimierung jährlich 265 MWh Strom weniger als vor der Maßnahme, wodurch 150 t CO₂e vermieden werden.

Das Beheizen der Freifläche mit Abwärme führt pro Jahr zu einer monetären Einsparung von ca. 5.000 Euro, die bisher für Räumen und Streuen angefallen sind. Ein verringerter Streusalzeinsatz kommt auch der Umwelt zugute.

Lernziel

Die Umsetzung der Maßnahme hat sich trotz des monetären Risikos für SchwörerHaus gelohnt. Da die Anlage zur Abwärmenutzung noch Kapazität hat, sind die Geschäftsleitung und Techniker von SchwörerHaus nach wie vor auf der Suche nach zusätzlichen bzw. neuen Nutzungsmöglichkeiten für die Abwärme. Mit der Abwärme können auch zukünftig noch weitere Gebäude beheizt werden. Außerdem sind weitere Projekte geplant, wie zum Beispiel die Beheizung der Verkehrswege, womit Treibstoff, Arbeitszeit und Streusalz für den Winterdienst eingespart werden können.

Unternehmen

Die Schwörer Unternehmensgruppe zählt zu den Branchenführern des Fertigungsbaus. Das Familienunternehmen hat heute rund 1.850 Beschäftigte an bundesweit sieben Standorten. In seiner über 70-jährigen Firmengeschichte hat SchwörerHaus stets Stabilität und Innovationskraft bewiesen. Zahlreiche Patente und Auszeichnungen in den Bereichen Umweltschutz, Architektur und Service sprechen für sich. Der Fertighaushersteller, der als einer der Ersten der Branche bereits 1997 ein validiertes Umweltmanagement gemäß der europäischen EMAS einführte, versteht sich als Vorreiter und Botschafter einer nachhaltigen Produktions- und Lebensweise.



Firmensitz der SchwörerHaus KG in Hohenstein-Oberstetten auf der Schwäbischen Alb

Im Hauptwerk in Hohenstein-Oberstetten werden seit Ende der 1960er Jahre bis heute hochwertige Einfamilien-, Doppel- und Mehrfamilienhäuser sowie FlyingSpace-Wohnmodule in Holztafelbauweise und mehrgeschossige Wohnhäuser und Hotels in der sogenannten Schwörer Hybridbauweise geplant, individuell bemustert und produziert. Am Firmensitz ist außerdem der Bereich SchwörerHolz mit eigenem Sägewerk und der Herstellung von veredelten Holzprodukten angesiedelt.

SchwörerHaus arbeitet stetig an der Minimierung betriebsbedingter CO₂-Emissionen. Das ambitionierte Ziel, klimaneutral zu werden, konnte dadurch bereits zu Beginn des Jahres 2021 erreicht werden. Nicht vermeidbare Emissionen werden fortlaufend durch Aufforstungsarbeiten in Uruguay kompensiert.



Flächenheizung eignet sich sehr gut zur Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme



Biomassekraftwerk mit Wärmetauscher in der Abdampfleitung

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Schwörer Haus
Hier bin ich daheim

SchwörerHaus KG
Hans Schwörer Straße 8
D-72531 Hohenstein
www.schworererhaus.de
Reinhard Werz
Reinhard.Werz@schworerer.de

Clever eingetütet – Von der Dose zum Beutel

SaluVet GmbH, Bad Waldsee

Technik/Verfahrenstechnologie:

Abfüllen und Verpacken von Ergänzungsfuttermitteln

Maßnahme:

Ersatz einer Abfüll- und Verpackungsanlage in Verbindung mit einem neuen Packmittel

Ausgangslage und Zielsetzung

Die SaluVet GmbH mit Sitz im oberschwäbischen Bad Waldsee produziert unter anderem Ergänzungsfuttermittel in Form von Pulvern. Diese sollen die Gesundheit von Tieren mit wirkungsvollen Substanzen aus der Natur unterstützen und erhalten. Bisher wurden jeweils 600 g Pulver halbautomatisch in Kombidosen, die aus Papier, Aluminium, Kunststoff und Weißblech bestehen, abgefüllt. Die Dosen wurden vom Hersteller leer angeliefert und bei SaluVet befüllt. Nach Verbrauch des Pulvers wurden die Dosen einer thermischen Verwertung zugeführt.

Um künftig ressourcenschonender zu produzieren und dabei auch weniger Abfälle zu erzeugen, sollte die bisher zur Abfüllung eingesetzte Abfüllanlage durch eine neue ersetzt werden. Die Ersatzinvestition sah man bei SaluVet als Chance auf ein anderes Packmittel umzusteigen. Eine ressourceneffizientere Gestaltung der Verpackung führt nicht nur zu einer Reduktion des Rohstoffverbrauchs, sondern birgt auch die Chance, Einsparungen in Logistikprozessen zu realisieren und das Aufkommen an Verpackungsmüll zu verringern.

Herausforderung

Verpackungen haben die Aufgabe, das Produkt vor Schäden und Qualitätsverlusten zu schützen, weshalb auch die neue Verpackung keine negativen Auswirkungen auf das Produkt haben durfte. Die Auswahl des neuen Packmittels wurde dadurch erschwert, dass das Produkt ätherische Öle enthält, denen gegenüber das Packmittel weder reaktiv noch durchlässig sein darf. Andernfalls verliert das Produkt an Wirksamkeit und erfüllt nicht mehr die Ansprüche der Kunden. Aus diesem Grund konnte auch kein Pack-

material aus Papier gewählt werden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist die Innenbeschichtung der Verpackung entscheidend.

Idee

Die bisher eingesetzte Kombidose sollte durch einen Kunststoffbeutel ersetzt werden, der einerseits das Produkt schützt und die Qualität gewährleistet und andererseits als Packmittel von den Kunden angenommen wird. Diese Umstellung sollte Ressourceneinsparungen in mehreren Bereichen ermöglichen.

Die Abkehr von einem Vier-Materialien-Verbund in Dosenform sollte den Verbrauch von Rohstoffen reduzieren und das Abfallaufkommen bei den Kunden reduzieren. Auch das Transportvolumen vom Hersteller der Dosen zu SaluVet und weiter zum Kunden sollte reduziert werden. Darüber hinaus sollte der Abfüllungsprozess durch eine Beutelabfüllmaschine von einer Halbautomatik auf eine automatisierte Abfüllung umgestellt werden, wodurch dieser Produktionsschritt erheblich schneller wird.

Umsetzung

Das Unternehmen beschloss, in eine Beutelabfüllmaschine zu investieren, die in Zusammenarbeit mit der Firma Prewa Verpackungsmaschinenbau GmbH aus Buseck konzipiert wurde. Statt in die bisher verwendete Kombidose, die aus vier Materialien besteht und 76,2 g wiegt, werden die 600 g Pulver nun in einen Kunststoffbeutel mit Papieretikett, der 9 g wiegt, abgefüllt.

Der Kunststoffbeutel wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Nietgen Verpackungssysteme aus Monheim konzipiert. Die Zusammenarbeit



Die bisherige Kombidose im Vergleich zum neuen Kunststoffbeutel

Bild rechts: Die neue Beutelabfüllanlage in Betrieb





Blick in den firmeneigenen Heilpflanzen-Lehrgarten der SaluVet GmbH

ermöglichte es, die besonderen Anforderungen an die Materialauswahl und -dicke zu berücksichtigen und den Materialeinsatz so gering wie möglich zu halten. Der Kunststoffschlauch für die Beutel wird bei SaluVet auf einer Rolle zu je 750 lfm angeliefert.

Durch die Automatisierung des Prozesses konnte die für die Abfüllung des Produkts benötigte Zeit deutlich reduziert werden. Ursprünglich konnten fünf Dosen pro Minute befüllt werden, die neue Anlage schafft nun 35 Beutel pro Minute. Als Folge konnte die Produktionszeit bei gleichbleibender Qualität um das Vierfache reduziert werden. Durch die Modernisierung wurde als Nebeneffekt ein moderner und ergonomischer Arbeitsplatz für die Mitarbeiter geschaffen.

Einsparungen

Bezogen auf die jährliche Abfüllung von 43,2 t Ergänzungsfuttermitteln in 72.000 Kombidosen werden 3 t Papier, 0,2 t Aluminium, 0,5 t Kunststoff und 1,7 t Weißblech eingespart. Für die gleiche Ausbringungsmenge werden für die Herstellung des neuen Packmittels jährlich 0,4 t Kunststoff und 0,2 t Papier benötigt.

Vergleicht man die beiden Verpackungslösungen entlang ihres Lebenswegs ergeben sich durch die neue Verpackungslösung Einsparungen an Treibhausgasemissionen in Höhe von rund 13 t CO₂e.

Als weitere Einsparung stehen in der Logistik der SaluVet deutlich mehr Palettenstellflächen zur Verfügung, da für das Packmittel anstatt 48 Paletten mit Kombidosen nur noch zwei

Paletten mit der Verpackungsfolie gelagert werden müssen. Dies wirkt sich auch auf den Transport vom Lieferanten (Packmittelhersteller) zur SaluVet aus, da im Jahr anstatt vier Lkw-Lieferungen mit je 48 Paletten nur noch eine Anlieferung mit zwei Paletten erfolgt.

Lernziel

Die Maßnahme hat gezeigt, dass eine ressourceneffiziente Gestaltung der Verpackung Einsparpotenziale in verschiedenen Bereichen ermöglicht. Daher soll die Übertragbarkeit auf weitere Produkte geprüft werden. Da die Kreislaufführung der Verpackung aufgrund der eingesetzten Multilayerfolie aktuell beschränkt ist, soll geprüft werden, ob Packmittel aus Monomaterial verfügbar sind, die die gleiche Schutzwirkung erreichen.



Automatische Abfüllung der Beutel in der neuen Anlage



Das 2020 neu errichtete Büro- und Seminargebäude der SaluVet GmbH am Hauptsitz in Bad Waldsee

Unternehmen

Die SaluVet GmbH ist ein mittelständisches pharmazeutisches Unternehmen, das von der Forschung und Entwicklung über die Produktion und den Vertrieb bis zur fachkompetenten Beratung alles aus einer Hand bietet. Die rund 115 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen leben die Unternehmensphilosophie sowie das Thema Nachhaltigkeit mit Leib und Seele. Das zeigt sich nicht nur in den Produkten, sondern auch in der Betriebsführung und im Engagement für Dritte.

Das Unternehmen kann auf eine über 100-jährige Historie zurückblicken und ist der Ansprechpartner für ganzheitliche

Tiergesundheit. Der Anspruch ist es, Tiere natürlich gesund zu erhalten, Erkrankungen oder Störungen der Gesundheit ganzheitlich zu betrachten und Problemlösungen mithilfe natürlicher Präparate anzustreben, welche das Tier in seiner Gesamtheit berücksichtigt.

Im SaluVet Produkt-Portfolio findet sich das ganze Spektrum, das die natürlichen Therapierichtungen Phytotherapie, Homöopathie und Organotherapie uns bieten - und zwar in Form der PlantaVet-Präparate für die Tierarztpraxis und dem Dr. Schaette Produktsortiment sowohl für landwirtschaftliche Betriebe wie auch für Pferde.

SaluVet 

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

SaluVet GmbH

Steinstraße 33
D-88339 Bad Waldsee
www.saluvet.de
Valerie Schneider, Mariusz Suchodolski
valerie.schneider@saluvet.de
mariusz.suchodolski@saluvet.de

Kunststoffspäne bekommen zweites Leben

Albert Handtmann Elteka GmbH & Co. KG, Biberach

Technik/Verfahrenstechnologie:
Kreislaufführung von Kunststoffspänen

Maßnahme:

Verarbeitung von Kunststoffspänen und -reststücken zu neuem Werkstoff

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Albert Handtmann Elteka GmbH hat sich in der Kunststoffbranche auf die Herstellung von Gussbauteilen aus Polyamid 12 (PA12) spezialisiert. Diese Bauteile kommen unter anderem im allgemeinen Maschinenbau, der Automobilindustrie und der Lebensmittelindustrie zum Einsatz.

Bei der mechanischen Verarbeitung des Kunststoffs fallen Späne und Reststücke an. Beim PA12-Guss finden die Polymerisation (Monomer: Laurinlactam) und die Formgebung in einem Prozess statt. Deshalb können die Späne und Reststücke nicht direkt wieder eingeschmolzen werden, um PA12-Gussbauteile herzustellen. Bisher wurden die Späne und Reststücke der thermischen Verwertung zugeführt. Einen hochwertigen Werkstoff zu verbrennen, erschien dem Unternehmen ökologisch und ökonomisch nicht zielführend. Darum setzte man sich das Ziel, die Kunststoffspäne in einem neuen Werkstoff wiederverwenden zu können.

Herausforderung

Bei der Umsetzung der Maßnahme musste eine Lösung für den Umgang mit den unterschiedlichen Recyclingfähigkeiten der Kunststoffabfälle gefunden werden. Seitens der Abfallentsorger bestand kein Interesse, die sortenreinen Späne aufzubereiten und das Regranulat zu vermarkten. Da im eigenen Haus keine Erfahrungswerte bezüglich der Aufbereitung von Kunststoffspänen vorhanden waren, musste externe Unterstützung gefunden werden.

Idee

Aus den Spänen und Reststücken kann zwar kein Material für den PA12-Guss hergestellt werden, jedoch sollte ein PA12-Regranulat daraus entstehen, das für Spritzguss- und Extrusionsverfahren geeignet ist. Die Einführung der Kreislaufführung ermöglicht die Einsparung von Primärrohstoff für die Herstellung von hydrolytischem PA12 für Spritzguss und Extrusion. Mit der Hochschule Aalen wurde ein Partner gefunden, der bereits Erfahrungen mit der Aufbereitung von Kunststoffspänen hatte und über einen entsprechenden Maschinenpark verfügte.

Umsetzung

Im Vorfeld wurden im Technikum der Hochschule Aalen verschiedene Testreihen auf einem Laborextruder gefahren, um PA12-Regranulat in bestmöglicher Qualität zu erhalten.

Nun werden die Kunststoffabfälle nach der getrennten Sammlung und Einordnung in drei Qualitätskategorien weiterverarbeitet. Die Späne und Reststücke der ersten und zweiten Kategorie werden zu Regranulat verarbeitet. Hierfür werden die Späne und Reststücke im ersten Schritt zermahlen. Dieses Mahlgut wird dann über einen Extruder gefahren, um einen Strang herzustellen. Dieser wird nach dem anschließenden Abkühlen zu Granulat geschnitten. So entsteht aus den Kunststoffabfällen ein neuer Werkstoff, der problemlos als Alternative zum hydrolytischen PA12-Primärmaterial eingesetzt werden kann.

Aufgrund der inzwischen gesammelten Erfahrungen bei der Aufbereitung konnte auch ein PA12-Filament für den 3D-Druck entwickelt und auf verschiedenen 3D-Druckern



PA12-Regranulat hergestellt aus PA12-Gussspänen

Bild rechts: Dünneflüssige Laurinlactam-Schmelze (Monomer) an der Gießanlage





In der mechanischen Fertigung anfallende PA12-Guss-späne



Abguss eines PA12-Guss-halbzeugs in der Gießerei



Mechanische Fertigung der Handtmann Elteka



PA12-Filament hergestellt aus PA12-Guss-spänen (oben) Standard PA12-Halbzeugarten (unten)

getestet werden. Hierfür werden ebenfalls Kunststoffabfälle der ersten und zweiten Kategorie verwendet.

Aktuell laufen Versuche wie die dritte Qualitätskategorie, die mit Metallspänen verunreinigt und mit Kühlschmiermittel benetzt ist, ebenfalls in eine Kreislaufführung eingebunden werden kann.

Einsparungen

Die Kreislaufführung der PA12-Guss-späne und Reststücke führt zu einer Reduktion des benötigten Primärmaterials auf dem Markt. Aktuell werden durch die Aufbereitung der Kunststoffabfälle zum neuen Werkstoff Lauramid® bei der Firma Albert Handtmann Elteka jährlich 10,9 t Laurinlactam Monomer (Vorprodukt zu Polyamid 12) weniger verbraucht, wodurch 64 t CO₂e vermieden werden.

Lernziel

Obwohl von Seiten der Aufbereiter kein Interesse an den PA12-Guss-spänen und Reststücken bestand, wollte sich die Albert Handtmann Elteka dadurch nicht entmutigen lassen oder gar das Vorhaben auf sich beru-

hen lassen. Mit der Hochschule Aalen wurde ein Partner gefunden, der diese Einstellung teilte und das Vorhaben unterstützte und voranbrachte. Die erfolgreiche Umsetzung des Projekts führte dazu, dass Entsorgungsunternehmen auf das Unternehmen zukamen und die nicht selbst vermarktete Menge an Spänen und Reststücken abnehmen, um diese ebenfalls zu Regranulat zu verarbeiten. Wie die aktuelle Knappheit an diversen Rohstoffen zeigt, sollte die thermische Verwertung immer nur der letzte Ausweg sein und Verfahren zur stofflichen Verwertung von Abfällen angestrebt werden.

Unternehmen

Die Handtmann Gruppe vereint eine mehr als 140-jährige Tradition mit innovativer

Zukunftsrichtung. Als selbstständiges Unternehmen innerhalb der Handtmann Firmengruppe hat sich die 1968 gegründete Albert Handtmann Elteka GmbH & Co. KG zum Weltmarktführer in der Herstellung und Verarbeitung von PA12-Guss (PA12 C) entwickelt. Die in den firmeninternen Laboren entwickelten Hightech-Werkstoffe Lauramid®, Lauramid Hybrid® und Lauramid Inject® kommen im Maschinenbau als Bauteile oder Komplettsysteme in einer Vielzahl von Branchen zum Einsatz. Namhafte Kunden weltweit setzen auf die gegossenen Bauteillösungen. Handtmann Elteka ist weltweit präsent.



Albert Handtmann Elteka GmbH & Co. KG
 Hubertus-Liebrecht-Straße 21
 D-88400 Biberach
www.handtmann.de
 Marco Baisch
marco.baisch@handtmann.de

Aus Alt mach Neu – Post-Consumer-Kunststoffe erobern den heimischen Garten

GARDENA GmbH, Ulm

Technik/Verfahrenstechnologie:
Materialkreislaufführung von Post-Consumer-Kunststoffen
Maßnahme:
Neue Produktlinie aus Post-Consumer-Kunststoffen

Ausgangslage und Zielsetzung

Die GARDENA GmbH mit Sitz in Ulm ist ein Hersteller intelligenter Produkte und Systeme für die Gartenpflege mit weltweiter Distribution. Das Angebot erstreckt sich über Bewässerung, Rasenpflege, Baum- und Strauchpflege bis hin zur Bodenbearbeitung. Ein Unternehmensziel von GARDENA ist der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen und die Einführung der Kreislaufwirtschaft in ihren Produktionsprozessen.

GARDENA stellt hochwertige Kunststoffprodukte für den Einsatz im Garten und somit in der Natur her. Das Ziel war es, eine neue Produktlinie, die GARDENA EcoLine, auf der Basis bestehender Bestseller einzuführen, die den gewohnten hohen Produkthanforderungen hinsichtlich Qualität, Lebensdauer und Designsprache gerecht wird. Die Referenzprodukte sind mit langen Garantiezeiten von bis zu 25 Jahren ausgestattet, die auch für die neue Produktlinie gelten sollten. Gleichzeitig sollten der Anteil an Recyclingmaterial so hoch wie möglich sein und bereits vorhandene Kunststoffspritzprozesse und Werkzeuge weiterhin genutzt werden.

Herausforderung

Der Einsatz der Produkte im Garten stellt zusätzliche Anforderungen an die eingesetzten Materialien wie UV-Beständigkeit, Temperaturunempfindlichkeit und Langlebigkeit. Die Maßgabe war, keine Kompromisse hinsichtlich Gefahrstoffgehalt, Langlebigkeit, Visualität (vor allem Farbtreue im Hinblick auf UV-Beständigkeit) einzugehen und unter den bestehenden Rahmenbedingungen produzieren zu können, also mit gleichen Maschinen und Werkzeugen. Vor diesem Hintergrund galt es, verschiedene produ-

zierende Werke des Unternehmens einzubinden.

Weitere Herausforderungen zeigen sich bei der Vermarktung des Produkts. Die Kundenanforderungen an das Produkt mussten vorher abgesteckt werden. Die Entscheidung zum Kauf eines nachhaltigeren Produkts ist bei den meisten Kunden höher, wenn das Produkt gleichwertig der herkömmlichen Produktlinie ist und weder in Funktionalität noch in Qualität Kompromisse eingegangen werden müssen.

Mit den auf Rezyklaten spezialisierten Lieferanten der Kunststoffgranulate mussten auf Basis der vorgenannten Maßgaben besondere Vereinbarungen getroffen werden. Deren Materialquellen umfassen hauptsächlich den Gelben Sack (Haushaltsmüll) und Elektro- und Elektronikgeräte-Abfall (Waste of Electrical and Electronic Equipment, WEEE). Hierbei kommt es den Lieferanten auf Kontinuität und Qualität an. Die Schwierigkeit bei der Verwendung von Kunststoffreststoffen aus dem Gelben Sack, liegt im Umgang mit schwankenden Qualitäten und Verschmutzungsgraden. Auch die Farbgestaltung der Produkte sollte beachtet werden.

Idee

GARDENA hat ein eigenständiges Projektteam ins Leben gerufen, welches die Machbarkeit, Herstellbarkeit und Qualitätsansprüche untersuchen sollte. In diesem Prozess wurden ausgewählte Produkte für die neue Linie ausgewählt und derart umgestaltet als wären sie eine komplette Neuentwicklung. Dieser Prozess stellt einen bedeutend höheren Aufwand dar als bei herkömmlichen Produktadaptionen.



Kunststoff-Spritzgießmaschine im GARDENA Werk in Heuchlingen

Bild rechts:
Mit einer langjährigen Expertise in der Kunststofftechnik erschließt sich das Unternehmen neue Möglichkeiten



Das Team setzte sich das Ziel, bereits auf dem Markt vorhandene Kunststoffabfälle in Form von Recycling-Granulaten zu verwenden. Die Verwendung von Post-Consumer-Kunststoffen des Gelben Sacks stellte dabei nicht die einfachste, aber eine ressourceneffiziente und nachhaltige Möglichkeit der Kreislaufführung dar.

Die Maßnahme wird zunächst in einer neuen Produktreihe umgesetzt, wodurch Kunden sich für das nachhaltigere Produkt in gewohnter Qualität und Funktionalität entscheiden können.

Umsetzung

GARDENA hat über zwei Jahre lang an der Produktlinie EcoLine getüftelt. Es waren aufwendige Laboruntersuchungen, Experimente und die Anfertigung von Prototypen notwendig, um den Rohstoff identifizieren zu können, der den Ansprüchen von GARDENA gerecht wird. Hierzu wurden zunächst die am Markt verfügbaren hochwertigen Post-Consumer-Rezyklate gescreent und auf Verwendbarkeit getestet. Diese Testergebnisse wurden mit den Lieferanten immer wieder geteilt und die Ausgangsmaterialien wurden überarbeitet. Ferner haben mehrere externe Prozessexperten das Projekt begleitet. Zu den Herausforderungen, die in der Verarbeitung überwunden werden mussten, zählten beispielsweise Geruchsbelastung oder Ultraschallverschweißung.

Die Kunststoffelemente der neuen Produktlinie bestehen zwischen 65 % und 90 % aus recycelten Post-Consumer-Kunststoffen und Post-Industrial-Kunststoffen. Die Menge variiert je nach Produkt und Einsatz. Nur bei besonders kritischen Bauteilen, die hohen Belastungen ausgesetzt werden, sind Anteile an neuwertigen Kunststoffen beigemischt. GARDENA setzt auf Transparenz bei den Materialien. Die jeweils verarbeiteten Sekundärmaterialanteile können jederzeit eingesehen werden.

Des Weiteren bestehen die eingesetzten Metalle aus bis zu 80 % recyceltem Material. Der rostfreie Edelstahl entspricht dabei der gleichen Qualität und Bruchsicherheit wie das Äquivalent in der herkömmlichen Produktlinie.

Die Schließung des Wertstoffkreises auf der Entsorgungsseite stellt zusätzliche Herausforderungen dar, da es in Deutschland derzeit kein einheitliches Entsorgungssystem für

Produkte gibt, bei denen es sich nicht um Elektroprodukte handelt. Produkte aus einem Metall-Kunststoff-Verbund können grundsätzlich als Altmetall entsorgt werden. Dabei geht der Kunststoffanteil allerdings für die Wiederverwertung verloren. Nach einer garantierten Produktnutzungsdauer von bis zu 25 Jahren ist dieser Kunststoff jedoch in seiner Struktur ohnehin bereits so geschädigt, dass ein Recycling kaum mehr möglich ist. Reine Kunststoffprodukte können je nach Kommune in der gelben Tonne oder einem Wertstoffhof entsorgt werden, wo sie der Wiederverwertung zugeführt werden.

Einsparungen

Bei der Umsetzung der Maßnahme können vor allem Einsparungen im Vergleich zur herkömmlichen Produktreihe in Betracht gezogen werden. Bei den Kunststoffen wird eine Materialsubstitution von bis zu 80 % je eingesetztem Kunststoff erreicht. An Primärkunststoffen können jährlich rund 15 t ABS, 10 t PC/ABS und 15 t PP eingespart werden. Zudem werden jährlich etwa 19 t recyceltes Metall anstelle von Primärmetall eingesetzt.

Die Reduktion der Primärkunststoffe in der neuen Produktlinie ergibt eine jährliche Einsparung an Treibhausgasemissionen in Höhe von 154 t CO₂e. Bezogen auf die einzelnen Kunststoffarten ergeben sich folgende Einsparungen: ABS 64 t CO₂e, PC/ABS 61 t CO₂e, PP 29 t CO₂e.

Lernziel

Es ist nicht einfach, aus Post-Consumer-Kunststoffen neue gleichwertige Produkte herzustellen, aber es ist möglich, wie GARDENA mit ihrem Beispiel zeigt. Große Vorurteile bei den Prozessbeteiligten gegenüber dem Einsatz von Rezyklaten konnten durch umfangreiche Praxiserprobungen ausgeräumt werden. Dennoch bleibt die Erkenntnis, dass nach heutigem Stand der Technik noch nicht alle technisch anspruchsvollen Bauteile aus Rezyklaten hergestellt werden können. Auch Farben sind ein großes Thema bei Rezyklaten, da oftmals nur Schwarz angeboten wird. Dieser Herausforderung muss sich das Produktdesign stellen.

Die Akzeptanz der Produkte beim Verbraucher wird ganz entscheidend davon abhängen, dass die Kunden hinsichtlich der Funktionalität und Langlebigkeit keine Kompromisse im

Vergleich zu konventionell hergestellten Produkten hinnehmen müssen. Daher hat auch Primärkunststoff bei Produkten, die auf eine lange Lebenszeit von vielen Jahren mit einer hohen Beanspruchung ausgelegt sind, seine Daseinsberechtigung. Auf ihn kann derzeit noch nicht komplett verzichtet werden. Aber wer bereit ist, den entsprechenden Aufwand zu betreiben und die richtigen Anbieter auswählt, die Rezyklate liefern können, die dem hohen Qualitätsanspruch gerecht werden, erhält leistungsfähige Materialien, die zu hohen Anteilen in die Produkte einfließen können, ohne funktionale Kompromisse eingehen zu müssen. Denn auch kritische Herstellungsprozesse sind mit einigen Post-Consumer-Rezyklaten durchaus abbildbar. Zu beachten ist, dass derzeit nicht alle benötigten Kunststoffsorten aus Post-Consumer-Quellen verfügbar sind.

Wenn die neue Produktlinie in Zukunft die herkömmliche Produktlinie ablösen kann, kommt es zu erheblichen Primärmaterial-einsparungen. Erste Absatzprognosen auf Basis der Rückmeldung aus dem Handel zeigen bereits eine höhere Nachfrage, als ursprünglich im Rahmen des Projekts geplant. GARDENA möchte in Zukunft weitere Produkte aus Post-Consumer-Kunststoffen entwickeln, um ihrer strategischen Ausrichtung hin zur Kreislaufwirtschaft Rechnung zu tragen.

Unternehmen

Seit der Gründung im Jahre 1961 hat sich GARDENA von einem kleinen Handelsunternehmen für Gartengeräte innerhalb weniger Jahrzehnte zu einem weltweit angesehenen Hersteller intelligenter Produkte und Systeme für die Gartenpflege entwickelt. Seit dem Jahr 2007 ist GARDENA Mitglied der Husqvarna Group. Mit ihrem Sitz in Ulm in Deutschland ist GARDENA die bevorzugte Gartenmarke für Millionen Haus- und

Gartenbesitzer weltweit. GARDENA erreicht dies durch ein komplettes Angebot aller benötigten Produkte, ganz gleich, ob für Bewässerung, Rasenpflege, Baum- und Strauchpflege oder Bodenbearbeitung. All diese Produkte helfen dem passionierten Gärtner seinen Garten zu pflegen. Heute ist GARDENA die führende Marke für hochwertige Gartengeräte in Europa und ist in mehr als 80 Ländern in der ganzen Welt vertreten. In den Werken von GARDENA wird zu 100 % Ökostrom aus erneuerbaren Energiequellen eingesetzt. An den deutschen Standorten bereits seit 2017 und seit diesem Jahr auch weltweit.



GARDENA Werk Heuchlingen



Die neue EcoLine von GARDENA enthält einen hohen Anteil an Recyclingmaterialien



Gartenliebhaber sollen weder auf Funktion noch Qualität verzichten müssen



Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.
Bild Seite 1 und 2: Armin Buhl

GARDENA GmbH

Hans-Lorenser-Straße 40
D-89079 Ulm

www.gardena.com

Heribert Wettels

heribert.wettels@husqvarnagroup.com

Smartes Re-Design von Anschlusschläuchen

Neoperl GmbH, Müllheim

Technik/Verfahrenstechnologie:
Entwicklung und Montage von Anschlusschläuchen
Maßnahme:
Redesign eines Anschlusschlauchs unter ökologischen Gesichtspunkten

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Produkte der Neoperl GmbH sind häufig dort zu finden, wo Wasser fließt. Sie formen den Strahl des Wassers, regeln den Durchfluss, schützen oder verteilen es. Der größte der insgesamt zwölf Produktionsstandorte befindet sich im baden-württembergischen Müllheim, wo Strahlregler, Rückflussverhinderer, Wassermengenregler, Duschschräume und Anschlusschläuche für Armaturen gefertigt werden. Seit jeher steht der verantwortungsvolle Umgang mit der Ressource Trinkwasser im Fokus der Geschäftstätigkeiten von Neoperl.

Anschlusschläuche werden beispielsweise unter dem Waschbecken oder der Spüle verbaut. Aufgrund ihrer Verbindung zum Eckventil sind sie dabei einer permanenten Druckbelastung ausgesetzt und müssen über Jahre hinweg einwandfrei funktionieren. Funktionsausfälle wie etwa eine Leckage am Anschluss oder ein Platzen des Schlauchs können gravierende Schäden an Gebäuden zur Folge haben. Daher handelt es sich bei Anschlusschläuchen um Hochrisikoprodukte, die strenge internationale Zulassungskriterien erfüllen müssen.

Ursprünglich wurde ein individuell geformtes Kupferrohr anstelle eines flexiblen Anschlusschlauchs verwendet. Erst in den 1960er-Jahren erfolgte aus Gründen der Handhabung der Wechsel zum Anschlusschlauch. Die internationalen Zulassungskriterien für Anschlusschläuche orientieren sich bezüglich der Stabilität und Langlebigkeit als Vergleichsgröße an festen Kunststoffrohren. Das hat zur Folge, dass Anschlusschläuche bis heute meist überdimensioniert sind, um Anforderungen garantiert erfüllen zu können.

Aus Untersuchungen wusste man bei Neoperl bereits, dass der größte Teil der verursachten CO₂-Emissionen auf die Vorketten der eingesetzten Materialien zurückzuführen ist. Aufgrund der Tatsache, dass mit der andauernden Überdimensionierung ein unnötiger Materialeinsatz verbunden ist, setzte man sich bei Neoperl das Ziel, das bestehende Design der Anschlusschläuche zu überarbeiten, um Kosten und Materialverbrauch zu reduzieren.

Herausforderung

Entwicklungsseitig bestand die Herausforderung im Wesentlichen in der Notwendigkeit, nationale und internationale Normen zu erfüllen, den Materialeinsatz auf allen Ebenen zu reduzieren und dabei gleichzeitig die Leistungsfähigkeit des Produkts zu erhöhen. Aufgrund der Tatsache, dass sich Design und Materialauswahl über Jahrzehnte hinweg etabliert haben, kommen Änderungen daran einem Paradigmenwechsel gleich, dem auch Kunden vertrauen müssen.

Produktionsseitig lag die Herausforderung darin, die Fertigung des neuen Designs auf den bestehenden Anlagen in der Produktion durchzuführen. Allerdings musste der Prozess angepasst werden, um das neue Design produktionstechnisch realisieren zu können.

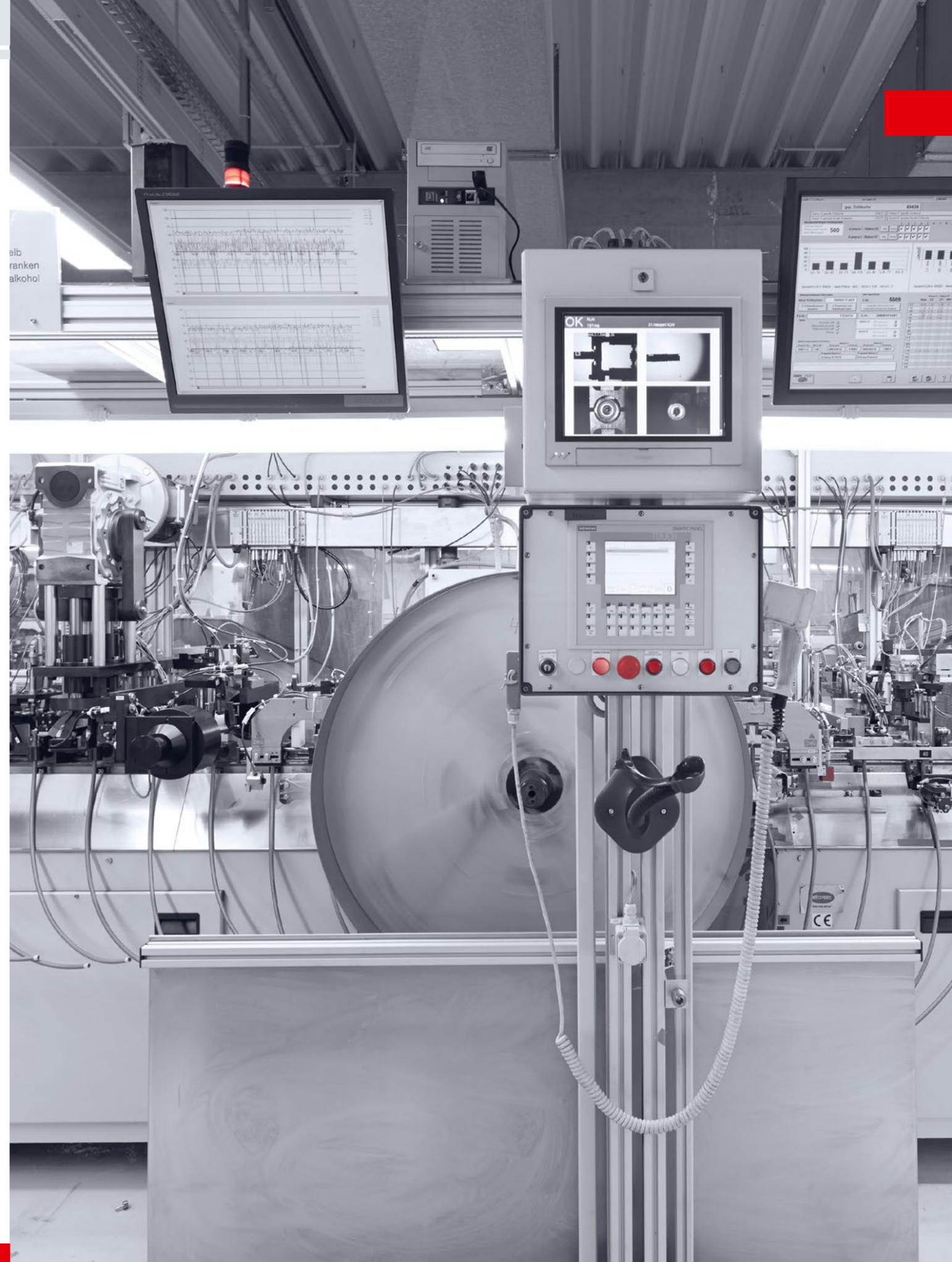
Idee

Im Rahmen einer intensiven und kontinuierlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeit sollte jede Einzelkomponente des Anschlusschlauchs auf den Prüfstand gestellt und optimiert oder ersetzt werden. Dabei war die Zielsetzung für jede Komponente die Realisierung eines ressourcensparenden Designs. Alles, was nicht erwiesenermaßen notwendig ist, sollte zukünftig weggelassen werden. Neoperl



Optimierter Schlauch mit Boostkrümmung

Bild rechts: Schlauchmontage am Automat





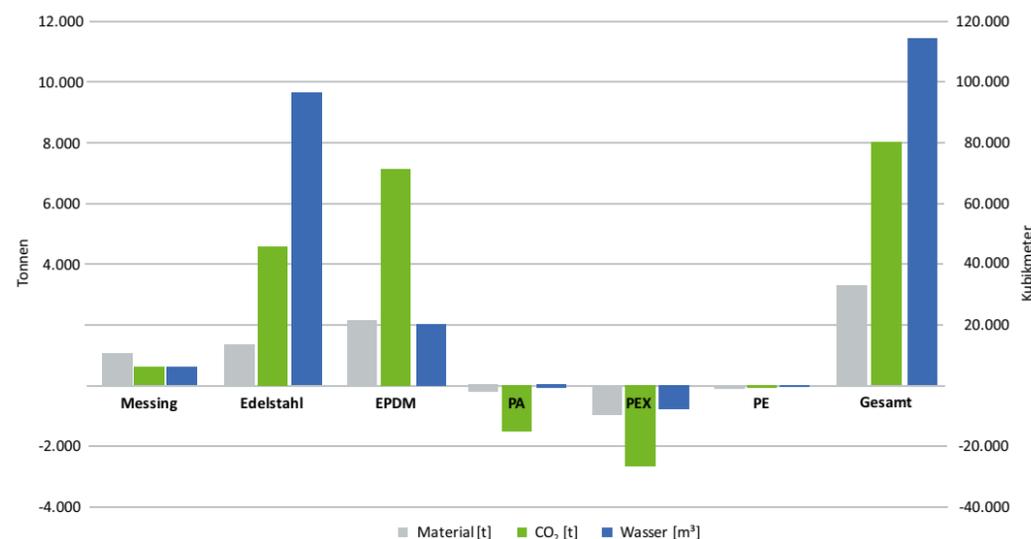
Braiding-Prozess (Ummantelung)

wollte so eine Vorreiterrolle übernehmen und neue Marktstandards setzen.

Umsetzung

Im Zuge der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten rund um den Schlauch wurden verschiedene Optimierungen durchgeführt. Kern der innovativen Schläuche und Basis für alle weiteren Optimierungen ist seit dem Jahr 2014 eine neuartige und patentierte Krimpausformung (Boostkerbe) im Bereich der Hülse. Diese Technologie ermöglicht eine Reduzierung von Tot-Zonen, Verwirbelungen und somit Druckverlusten im Schlauchinneren, was einen gleichen Durchfluss bei kleineren Schlauchquerschnitten ermöglicht. Im Rahmen dieser einzigartigen, strömungsoptimierten Lösung konnten alle weiteren Details des Schlauchs neu gedacht werden.

Übersicht der bisher erreichten Einsparungen



Zusätzlich konnte durch die intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit nachgewiesen werden, dass die herkömmliche Ummantelung von Anschlusschläuchen aus Edelstahl durch Polyamid ersetzt werden kann. Dies war insbesondere auf dem europäischen Markt lange undenkbar, da Kunststoff im Vergleich zu Edelstahl als minderwertig galt. Heute ist bewiesen, dass die Leistung des Schlauchs in Bezug auf die Langlebigkeit und die Fähigkeit höheren Temperaturen und Drücken standhalten zu können, sogar noch gesteigert werden konnte.

Im Jahr 2020 konnte im bisher letzten Entwicklungsschritt der Schlauch innerhalb der Ummantelung, der Inliner, welcher gewöhnlich aus Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)-Kautschuk (EPDM) oder vernetztem Polyethylen (PE-X) besteht, durch aufwendige Forschung durch ein unvernetztes Polyolefin ersetzt werden. Zur Herstellung dieser unvernetzten Inliner wird deutlich weniger Energie benötigt. Zudem können sie von mehr Zulieferern bezogen werden, wodurch für die weltweiten Produktionsstätten zusätzlich erhebliche Transportaufwände entfallen.

Für die Kunden ermöglicht das neue Schlauchdesign mit den verkleinerten Anschlüssen neue, generell kleinere Armaturendesigns und somit potenziell wieder erhebliche Ressourceneinsparungen.

Durch die vielen Anpassungen konnten aber nicht nur Materialien eingespart werden. Es

konnte auch die Robustheit gegenüber höheren Temperaturen und Chemikalien sowie die mechanische Belastbarkeit und die Lebensdauer kontinuierlich gesteigert werden. Dies wurde in umfangreichen Tests, die beispielsweise an die DIN EN 13618 angelehnt sind, deutlich. Die neueste Schlauchgeneration hat alle notwendigen Zertifikate für eine weltweite Zulassung erhalten.

Einsparungen

Durch die kontinuierliche Entwicklung und das neue Schlauchdesign konnten erhebliche Materialeinsparungen realisiert werden. So konnte das Schlauchgewicht über die Jahre von 68 auf 37 g reduziert werden und hat sich damit mehr als halbiert. Als Folge verringerten sich der Wasser- und CO₂-Fußabdruck des Schlauchs um 80 bzw. 60 %. Jährlich werden etwa 100 Millionen Anschlusschläuche verschiedener Generationen verkauft. Im Vergleich zur ersten Schlauchgeneration, die nach wie vor auch auf dem Markt ist, werden durch die neuen Generationen etwa 1.000 t Messing, 1.300 t Edelstahl und 2.200 t EPDM pro Jahr eingespart. Andererseits werden für die neuen Schläuche jährlich 200 t Polyamid, 900 t PEX und 50 t Polyethylen zusätzlich eingesetzt. Insgesamt ergibt sich daraus eine Materialeinsparung von etwa 3.350 t. Unter Berücksichtigung der Emissionen der eingesparten und der neu eingesetzten Materialien werden jährlich etwa 8.000 t CO₂e vermieden. Monetär betragen die jährlichen Einsparungen knapp 10 Mio. Euro.

Dadurch, dass das Re-Design in mehreren Entwicklungsschritten erfolgt ist, werden auch heute noch Anschlusschläuche der vorherigen Generation verkauft. Weiteres Einsparpotenzial würde sich durch die Umstellung aller Schläuche der Produktpalette auf die neueste Generation ergeben. Damit wäre es möglich, weitere 350 t Messing, 1.100 t Edelstahl, 400 t EPDM sowie die gesamten 900 t PEX einzusparen, gleichzeitig wären weitere 200 t Polyamid, und 1.000 t Polyethylen notwendig. In Summe könnten nochmals 1.600 t Material sowie 4.650 t CO₂e vermieden werden und etwa 8 Mio. Euro eingespart werden.

Lernziel

Die Maßnahme zeigt, dass es sich lohnt, seit Jahren bestehende Designs zu hinterfragen und auf Verbesserungspotenziale hin zu untersuchen. Vorhandene Überdimensionierungen an Produkten können dabei als Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Ressourceneffizienz dienen. Der verringerte Materialeinsatz macht sich auch für die Kunden in Form von geringeren Preisen und einer verbesserten Umweltbilanz bemerkbar und kann allgemeinen Kostensteigerungen in anderen Bereichen wie Energie und Transport entgegenwirken. Zudem konnte Neoperl seine Abhängigkeit von Zulieferern und die Anfälligkeit für schwankende Preise auf den Märkten durch die veränderte Materialauswahl reduzieren.



Das Werk der Neoperl GmbH in Müllheim

Unternehmen

Die Neoperl Group ist führender Anbieter innovativer Lösungen rund ums Trinkwasser. Das inhabergeführte deutsch-schweizerische Unternehmen wurde 1959 gegründet und hat seinen Hauptsitz in Reinach-Basel (CH), der Hauptproduktionsstandort sowie das Zentrum für Forschung und Entwicklung sind in Müllheim (DE). Weltweit beschäftigt Neoperl rund 1.900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in 17 Ländern. Neoperl entwickelt und produziert Produkte, die den Wasserstrahl formen und die Durchflussmenge regeln. Diese leisten weltweit einen wertvollen Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource Trinkwasser.



Neoperl GmbH
 Klostersstraße 9-11
 D-79379 Müllheim
www.neoperl.com
 Jannis Klonk
Jannis.Klonk@neoperl.com

SPQ – BeeinDruckende Resultate bei der Reduzierung des Ressourcenverbrauchs

SÜDPACK Verpackungen GmbH & Co. KG, Ochsenhausen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Herstellung und Veredelung von High-Performance-Folien und Verpackungsmaterialien für die Lebensmittel-, Non-Food- und Medizingüterindustrie

Maßnahme:

Implementierung und Optimierung einer neuen, besonders ressourcenschonenden Drucktechnologie für Folien

Ausgangslage und Zielsetzung

Die SÜDPACK Verpackungen GmbH & Co. KG mit Sitz im oberschwäbischen Ochsenhausen ist seit mehr als 50 Jahren auf die Herstellung und Veredelung von High-Performance-Folien für unterschiedliche Branchen spezialisiert. Diese Hochleistungsfolien werden beispielsweise für die Herstellung von Lebensmittelverpackungen verwendet und im Rahmen der Veredelung nach Kundenvorgabe bedruckt.

Durch die Schnellebigkeit in der Lebensmittelindustrie wird die Nachfrage nach kleineren Losgrößen und stärkerer Flexibilität bei gleichbleibend hoher Qualität immer größer. Des Weiteren wird der Markt zunehmend durch einen starken Kostendruck sowie die Forderung nach mehr Nachhaltigkeit bestimmt.

Vor diesem Hintergrund hat sich SÜDPACK das Ziel gesetzt, den Druckprozess zu überarbeiten und eine nachhaltigere Drucktechnologie am Markt zu etablieren.

Herausforderung

Druckvorgänge sind aufgrund von Farbwechseln, Reinigungsprozessen und Andrucken mit einem hohen Material- und Energieverbrauch verbunden. Denn der konventionelle Farbaufbau von Druckbildern basiert auf vier festen Grundfarben und bis zu fünf Sonderfarben, die in der Regel zu jedem Auftrag inklusive Rasterwalzen gewechselt werden müssen. Die Optimierung des Material- und Energieverbrauchs musste dabei so gestaltet werden, dass die Qualität des Drucks keine Beeinträchtigung erfährt. Die Weichen hierfür wurden in der Projektentwicklung gestellt, bei der sich ebenfalls verschiedene Herausforderungen ergaben. Neben der inhaltlichen Projektentwicklung musste eine abteilungs-

übergreifende Standardisierung erarbeitet und aufgebaut werden, da verschiedene Abteilungen in das Projekt involviert waren. Die technologischen Veränderungen wie z. B. die standardisierte Farbpalette mussten in den einzelnen Abteilungen wirtschaftlich sinnvoll implementiert werden.

Idee

Das Fundament der neuen Technologie sollte eine durchgehende Standardisierung der Maschinen- und Prozessparameter sowie ein intelligentes Farbmanagement in Form einer standardisierten Farbpalette bilden. Dadurch sollten Material und Energie eingespart werden, während die Druckqualität weiterhin sehr hoch bleiben sollte.

Umsetzung

Die Entwicklung und Umsetzung erfolgten in den letzten 20 Monaten durch ein abteilungs- und teilweise auch werksübergreifendes Projektteam aus verschiedenen Kompetenzen und Fachleuten der einzelnen Abteilungen. Involviert waren die Abteilungen Vertrieb, SCM, Druckvorstufe, Druckerei und Prozesstechnik. Das Ergebnis ist die neue Sustainable Print Quality-Technologie (SPQ-Technologie).

In der Druckvorstufe werden alle Designs nun über eine standardisierte Farbpalette automatisiert und prozessstabil abgebildet. Die Klischeeherstellung, das bedeutet die Herstellung der Druckplatte, kann bei SPQ auf Wasserbasis anstelle des Einsatzes von Lösemitteln erfolgen. Darüber hinaus reduziert sich der Lösemittelverbrauch bei SPQ auch im Reinigungsprozess.

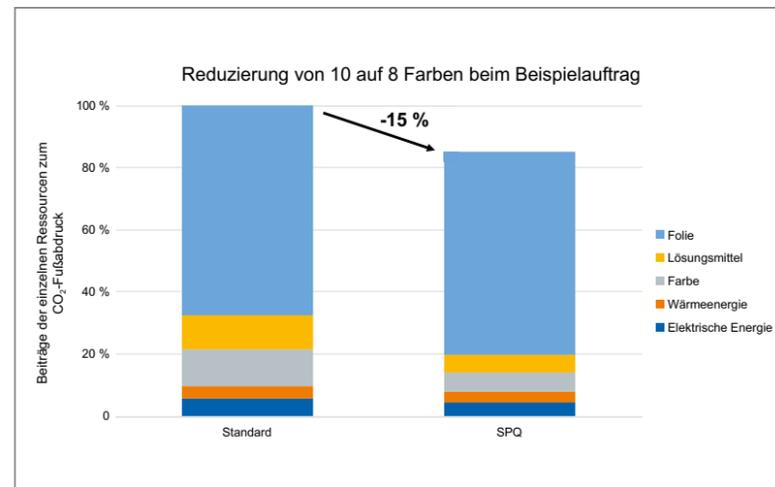
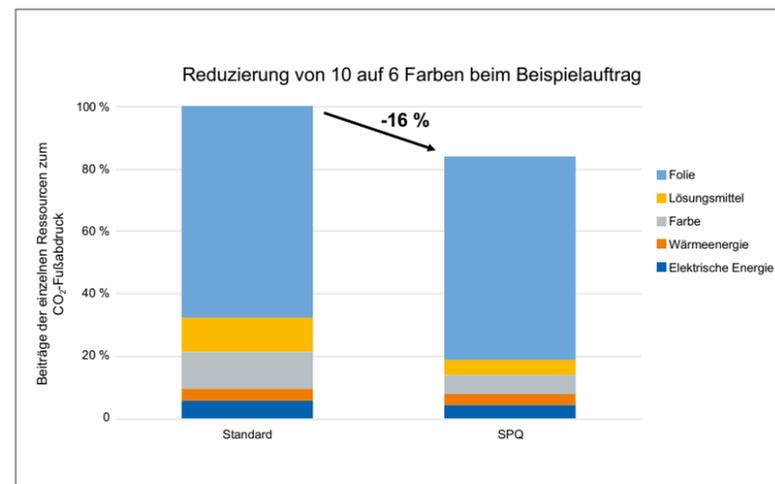
Dank der standardisierten Farbpalette verringert sich die Anzahl an Farbwechseln sowie



SPQ Druckmaschine



Bild rechts: Medientechnologen im Gespräch

CO₂-Einsparungen durch Reduzierung von 10 auf 8 FarbenCO₂-Einsparungen durch Reduzierung von 10 auf 6 Farben

der Farbauftrag, was zu einem reduzierten Farbverlust führt. Die hohe Registergenauigkeit sowie das normierte Farbmanagement entlang der Prozesskette führen zu einer erhöhten Farbkonsistenz und damit zu einer erheblichen Steigerung des Qualitätsniveaus. Die bislang notwendigen Druckanpassungen oder Druckabnahmen vor Ort werden obsolet. Mit der SPQ-Technologie ist es gelungen, Farb- und Lösemittelabfälle bei der Umsetzung mehrerer Druckbilder um mehr als 60 % zu reduzieren.

Da der Farbwechsel sowie der Rasterwalzenwechsel und das Mischen der Farben entfallen, sinkt die Rüstzeit um 25 % gegenüber dem konventionellen Druck, wodurch Energie und Arbeitszeit eingespart werden. Des Weiteren verringert sich der Folienabfall, da beim Umrüsten weniger Material eingesetzt werden muss und auch für die Andrucke we-

niger Abfall entsteht. Durch die Standardfarbpalette müssen die Farben seltener gewechselt und der Farbauftrag kann reduziert werden. Zudem kommen keine Sonderfarben zum Einsatz. Diese werden mittels der fixen Farbpalette aufgebaut und simuliert. Durch die geringeren Farbwerke und einen geringeren Trockenaufwand wird weniger Energie benötigt.

Im Jahr 2021 wurden erste Pilotprojekte durchgeführt. Kundenaufträge laufen seit Januar 2022 und die Nachfrage steigt, weshalb die Umsetzung schrittweise ausgeweitet wird. Dabei erfolgt die Umstellung auf SPQ in enger Absprache mit den Kunden. Sollte SPQ bei einem bestimmten Druckauftrag technisch nicht möglich sein, wird weiterhin im konventionellen Druck gedruckt. Aktuell wird die innovative Drucktechnologie sowohl am Standort in Ochsenhausen als auch am Standort in Kłobuck umgesetzt.

Einsparungen

Die mit der SPQ-Technologie erzielbaren Einsparungen werden an einem Beispielauftrag dargestellt. Bei einem Beispielauftrag, der 20 µm Polypropylenfolie (OPP) verwendet und 20.000 m² bedruckte Folie umfasst, können 46 % Farbe, 61 % Lösemittel und 4 % Folie eingespart werden. Energieseitig können durch die neue Technologie bezogen auf den Beispielauftrag 21 % Strom und 20 % Wärmeenergie eingespart werden.

Die CO₂-Einsparungen betragen im Beispiel 4 % bei der Folie, 46 % bei der Farbe und 57 % bei den beiden für Druck und Druckplatte eingesetzten Lösemitteln. Bei Strom und Wärmeenergie können 21 % bzw. 20 % CO₂ eingespart werden. Das entspricht bei diesem Auftrag CO₂-Emissionen in Höhe von 0,25 t CO₂e.

Das zukünftige Potenzial liegt bei mehreren Millionen Quadratmetern Folie pro Jahr. SÜDPACK geht davon aus, dass die meisten Kundenaufträge umgestellt werden können, die keine Sondereffekte wie beispielsweise Gold- oder Silberlack wünschen.

Lernziel

Die SPQ-Technologie stellt sowohl eine technische Innovation als auch eine Neuerung innerhalb der Branche dar. Das Learning durch das SPQ-Projekt war neben den technischen Neuerungen, das Ziel nicht aus den Augen zu

verlieren, auch wenn die Umsetzung komplexer und schwieriger ist, als es auf den ersten Blick scheint. Aber es lohnt sich, konsequent zu bleiben und weiterzuarbeiten. Denn nur mit dem Mut, Visionen in reale Konzepte umzusetzen und langfristig zu denken, kann eine nachhaltige Zukunft realisiert werden. SÜDPACK plant, die SPQ-Technologie langfristig mehrheitlich für die Herstellung von bedruckten Verpackungsfolien einzusetzen. Außerdem wird die Technologie ständig optimiert und weiterentwickelt, um Qualität und Nachhaltigkeit noch besser in Einklang zu bringen.

Unternehmen

SÜDPACK ist ein führender Hersteller von High-Performance-Folien und Verpackungsmaterialien für die Lebensmittel-, Non-Food- und Medizingüterindustrie. Seit der Gründung im Jahr 1964 durch Alfred Remmele steht SÜDPACK für Top-Qualität, Innovationsstärke und Technologieführerschaft. Die Lösungen gewährleisten einen maximalen Produktschutz sowie weitere wegweisende Funktionalitäten bei minimalem Materialeintrag, was maßgeblich zu einem verbesserten Verbraucher- und Patientenschutz beiträgt. Die Unternehmensgruppe mit Hauptsitz in Ochsenhausen produziert mit etwa 1.700 Beschäftigten an zehn Standorten in Deutschland, Frankreich, Polen, der Schweiz, den Niederlanden, den USA und Indien. Die Produktionsstandorte sind mit modernster Anlagentechnologie ausgestattet und fertigen nach höchsten Standards, unter anderem auch unter Reinraumbedingungen. Das weltweite Vertriebs- und Servicenetz garantiert eine hohe Kundennähe sowie eine umfassende anwendungstechnische Betreuung in mehr als 70 Ländern. Durch umfangreiche Investitionen in neue Technologien, in das Produktportfolio sowie in die kontinuierliche Weiterentwicklung der gesamten Organisation sichert sich SÜDPACK seine Spitzenposition im Markt.



Zentrale von SÜDPACK Ochsenhausen



SÜDPACK Ochsenhausen

SÜDPACK

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

SÜDPACK Verpackungen GmbH & Co. KG
 Jägerstraße 23
 D-88416 Ochsenhausen
www.suedpack.com/de
 Lisa Marie Schmidberger
Lisa-marie.schmidberger@suedpack.com

Auf die inneren Werte kommt es an – Einsatz von recyceltem Kunststoff im Drei-Komponenten-Spritzguss

Wiha Werkzeuge GmbH, Schonach im Schwarzwald

Technik/Verfahrenstechnologie:

Drei-Komponenten-Spritzguss

Maßnahme:

Ersatz von Primärkunststoff durch Regranulat

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Wiha Werkzeuge GmbH ist einer der weltweit führenden Hersteller von Handwerkzeugen für den professionellen Einsatz in Industrie und Handwerk. Die Produktpalette umfasst u. a. Schraubendreher, Hammer, Zangen und Messwerkzeuge.

Ein wesentlicher Prozessschritt während der Schraubendreher-Produktion ist der Spritzguss der Kunststoffgriffe. Bereits seit Ende der 1990er-Jahre werden die im Spritzvorgang entstehenden Angüsse bei Wiha direkt in der Produktion in Angussmühlen gemahlen und wiederum dem Produktionsprozess zugeführt. Beim Angussmaterial handelt es sich entweder um Polypropylen (PP) oder Thermoplastische Elastomere (TPE). Durch die Wiederverwendung der Angüsse konnte der Bedarf an Neumaterial bereits um etwa 40 t pro Jahr reduziert werden. In Europa betreibt Wiha an seinen zwei Produktionsstandorten in Deutschland und dem Standort in Polen an allen Produktionsmaschinen Zerkleinerungsanlagen und entsprechende Vorrichtungen an den Maschinen für die Zuführung des Mahlguts.

Bei Wiha wollte man es jedoch nicht darauf bewenden lassen, Angüsse wiederzuverwenden. Vielmehr sollte der Bedarf an Kunststoff-Neumaterial weiter reduziert werden, weshalb man nach entsprechenden Möglichkeiten suchte. Um die Themen Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz im Unternehmen weiter voranzutreiben, wurden weitere Vorgänge in der Produktion untersucht. Schließlich definierte man das Ziel, den Anteil an recyceltem Kunststoff weiter zu erhöhen. Da das Regranulat aus der eigenen Produktion bereits vollständig wieder in den Produktions-

kreislauf beigefügt wurde, suchte Wiha nach einer externen Lösung um den Anteil an recyceltem Material in den Werkzeugen zu erhöhen.

Herausforderung

Das Vorhaben war mit einer Reihe an Herausforderungen verbunden. Zum einen gestaltete sich die Suche nach einem geeigneten Lieferanten als schwierig. Für einen optimal ablaufenden Prozess und die Aufrechterhaltung der bekannten Wiha Produktqualität musste ein Lieferant gefunden werden, der das Rezyklat garantiert stoffrein mit passender Qualität und vorausgesetzten Materialeigenschaften liefern kann. Dabei müssen z. B. der Schmelzindex (MFI) und die Kerbschlagzähigkeit restriktiv zur Neuware passen. Ein abweichender MFI hätte die aufwendige Anpassung von Maschinenparametern bei jedem neuen Spritzguss zur Folge. Neben den passenden Materialeigenschaften zur Verarbeitung auf den vorhandenen Maschinen, muss das verwendete Kunststoffrezyklat für die Produkte den Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen weiterhin gerecht werden.

Des Weiteren musste die Schwierigkeit der Farbgebung vor der Umsetzung geklärt werden. Das Rezyklat besteht aus einer bunten Mischung aus PP in den verschiedensten, jedoch meist sehr dunklen Farben. Trotz der Tatsache, dass die innere Kunststoffspritzung zwar in der Regel nicht sichtbar ist, musste trotzdem sichergestellt werden, dass die Farbe des Kerns weder durchschimmert noch eine farbliche Vermischung mit dem Kunststoff der äußeren Spritzung stattfindet. Voraussetzung war, dass die Schraubendreher optisch den bisherigen hohen Design-Anforderungen entsprechen.



Mahlgut aus Kunststoffangüssen



Bild rechts: Wiha Schraubendreher und Mahlgut



Polypropylen Rezyklat



Erster Spritzguss mit recyceltem Material



Die inneren Werte: Wiha Schraubendreher im Querschnitt



Fertige Wiha Schraubendreher nach drei Spritzgussvorgängen

Idee

Die Griffe der Schraubendreher werden im Drei-Komponenten-Spritzguss gefertigt. Dies bietet die Möglichkeit für die innere Spritzung buntes Regranulat aus dem eigenen Prozess und das meist dunkelbraune bis schwarze Rezyklat zu nutzen. Dadurch ist die Kern-Farbe des Kunststoffgriffes nicht relevant. Da die äußere Spritzung die innere Spritzung vollständig umschließt, ist der farblich bunte Kern nach der äußeren Spritzung nicht mehr sichtbar. Für die äußere Spritzung der sichtbaren Oberfläche wird folglich weiterhin Neuware verwendet, um die gewünschten Wiha Farben und die gewohnte Optik zu erzielen.

Umsetzung

Insgesamt dauerte die Umsetzung von den ersten Versuchen bis zur Umstellung ein Jahr. Von Beginn stand jedoch die ausführliche Untersuchung der Prozesse an, wobei der Drei-

Komponenten-Spritzguss als verbesserungswürdig im Hinblick auf Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit eingestuft wurde. Im Anschluss folgte die recht aufwendige Suche nach einem geeigneten Lieferanten. Nach mehrmaligen Messebesuchen im Bereich Kunststoffe und Recycling und ausführlicher Materialbemusterung, wurde ein Lieferant ausgesucht. Nach den ersten Tests stellte sich jedoch heraus, dass die Materialeigenschaften nicht den Anforderungen entsprachen. Erst der dritte Lieferant konnte alle Anforderungen an Qualität, Stoffreinheit und Materialeigenschaften erfüllen. Die ausführliche Bemusterung des Materials bestand ebenfalls aus mehreren Rezyklat-Spritzgüssen verschiedener Chargen. So konnten Materialeigenschaften, wie z. B. der MFI (Mold Flow Index) eingehend getestet werden. Bei den Spritzgüssen wurde sowohl auf die Materialeigenschaften, die Farbe als auch eine gleichmäßige, konsistente und nicht poröse Spritzung ohne

unerwünschte Hohlräume (Lunker) geachtet. Da die innere Spritzung maßgeblich beeinflusst, wie gut die Klinge im Griff sitzt, musste sichergestellt werden, dass beim Spitzguss mit dem Rezyklat keine Lunker entstehen. Der Vorgang musste für alle Griffgrößen und alle Farbkombinationen wiederholt werden. Die fertigen Muster wurden im Anschluss strengen Qualitätskontrollen unterzogen, bis es schließlich zur Freigabe durch die Qualitätssicherungsabteilung kam. Das gesamte Projekt wurde von einem Projektteam aus den Fachbereichen Engineering, Produktion, Qualität und Einkauf begleitet. In der Schraubendreherproduktion wird für die innere Spritzung, die etwa zwei Drittel des Gesamtbedarfs ausmacht, nun eine Mischung aus zugekauftem Rezyklat und den eigenen gemahlten Angüssen genutzt. Für die äußere Spritzung, auf die ein Drittel des Gesamtbedarfs entfällt, wird weiterhin Neuware benötigt.

Einsparungen

Durch die Nutzung der anfallenden Angüsse und des angekauften Regranulats reduziert sich der Bedarf an Neuware bei Wiha jährlich um 75 t Polypropylen Copolymer und 7,5 t TPE. Die 7,5 t TPE stammen vollständig aus der Wiederverwendung der Angüsse. Beim Polypropylen Copolymer werden 31,25 t durch die Wiederverwendung der Angüsse und die restlichen 43,75 t durch Regranulat gedeckt. Die Herstellung des ersetzten Neumaterials ist mit ca. 212 t CO₂e verbunden. Für die Herstellung des Regranulats und das Aufbereiten der Angüsse fallen etwa 10 t CO₂e an, sodass rund 202 t CO₂e pro Jahr durch die Maßnahme vermieden werden.

Lernziel

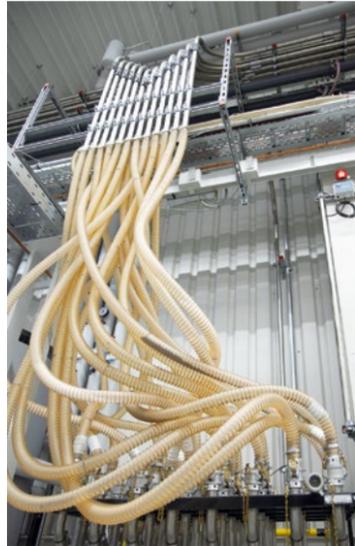
Die umgesetzte Maßnahme zeigt, welches Potenzial mit der Nutzung von Regranulat bzw. Rezyklat in nicht sichtbaren Produktkomponenten verbunden ist. Grundsätzlich ist denkbar, die Maßnahmen an weiteren Produktionsstandorten umzusetzen, auf weitere Produktgruppen auszuweiten und nach Möglichkeit den Anteil an Regranulat und Rezyklat weiter zu erhöhen. Abgesehen da-

von wurden weitere Maßnahmen zur Einsparung von Kunststoff umgesetzt. So werden z. B. die Produkte des Unternehmens seit 2019 in FSC-zertifizierten Kartonagen anstelle von Kunststoffblisten verkauft. Dadurch werden jährlich etwa 20 t Kunststoff eingespart.

Das größte Learning aus dem Projekt ist, die eigenen Prozesse genauer unter die Lupe zu nehmen und immer wieder zu hinterfragen, ob es nicht umweltfreundlichere und ressourcenschonendere Alternativen gibt. Auch wenn man denkt, dass alle Prozesse schon optimiert sind, schlummert immer irgendwo noch mehr Potenzial. In Fällen von Kunststoffteilen, bei denen Optik und Farbe nicht relevant sind, kann man es auf die „inneren Werte ankommen lassen“ und nach neuen Alternativen suchen. Man muss nicht sofort die ganze Produktion umstellen - aber solange man kleine Schritte geht, macht man Fortschritte in Richtung größerer Ressourceneffizienz und mehr Nachhaltigkeit.

Unternehmen

Im Jahr 1939 als kleiner Familienbetrieb gegründet, steht Wiha dem Anwender heute mit rund 10.000 gelisteten Präzisionswerkzeugen weltweit zur Seite und hat sich als Innovationsmotor im Markt positioniert. Dabei profitiert Wiha von der engen Zusammenarbeit mit den eigenen Produktions- und Vertriebsgesellschaften und Partnern in den wichtigen Wirtschaftszonen Europa, USA und Asien. Seit jeher verfolgt Wiha eine leistungsstarke und nachhaltige Wachstumsdevise: Die Konzentration der Ressourcen auf jene Produkt- und Marktsegmente, die ausreichendes Potenzial für beständiges Wachstum bieten. Dieser Gedanke, gepaart mit der Schwarzwälder Leidenschaft für Ideen, Tüftelei und Präzision, stellt den Treiber für vergangene und zukünftige Wachstumschritte dar.



Kunststoffversorgungsanlage in der Wiha Produktion

AluMotive® – Systematische Ressourceneffizienzsteigerung von Aluminiumleichtbaukomponenten

LEIBER Group GmbH & Co. KG, Emmingen-Liptingen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Massivumformung

Maßnahme:

Entwicklung einer neuen Legierung und Untersuchung alternativer Vormaterialherstellungsrouten

Ausgangslage und Zielsetzung

Die LEIBER Group GmbH & Co. KG mit Sitz in Emmingen-Liptingen ist Spezialist für Leichtbauteile aus Aluminium. Das Leistungsspektrum umfasst die gesamte Prozesskette von der Forschung und Entwicklung bis hin zur Serienfertigung und Montage kompletter Baugruppen. Eines der Produkte von LEIBER sind Bremsscheibentöpfe. Diese sind für die Übertragung der Bremsmomente verantwortlich und damit ein elementarer Bestandteil des Bremssystems. Der Reibring kann fest (aus einem Guss) oder durch zusätzliche Verbindungselemente mit dem Bremsscheibentopf verbunden sein. In Hochleistungsbremsanlagen kommen aufgrund der geringen Dichte bei gleichzeitig hohen statischen und dynamischen Festigkeiten geschmiedete Bremsscheibentöpfe aus Aluminium zum Einsatz. Neben den technischen Anforderungen müssen die Bremsscheibentöpfe höchsten optischen Anforderungen entsprechen. Gefordert wird ein Oberflächenbild, das frei von Gefügeunterschieden ist. Diese werden durch Rekristallisation auf der Oberfläche sichtbar und müssen zerspanend entfernt werden, was zur Folge hat, dass sich der Materialbedarf verdreifacht.

Daraus entstand die Zielsetzung, systematisch die komplette Prozesskette zu analysieren und die aus der Hotspotanalyse entstandenen Ergebnisse in zielgerichtete Maßnahmen umzuwandeln. Vor diesem Hintergrund entwickelte LEIBER ein neues Fertigungskonzept, mittels alternativer Vormaterialherstellungsrouten, um von Anfang bis Ende des Herstellungsprozesses Ressourcen einzusparen. Ziel des Projekts war die Reduzierung des Materialeinsatzes und die damit einhergehende Reduzierung des Bearbeitungsaufwands.

Herausforderung

Die Umsetzung von geschmiedeten Bremsscheibentöpfen war zuvor nur durch eine hochfeste Aluminiumlegierung (AluXtrem) mit geringer Neigung zur Rekristallisation möglich. Hierzu waren höchste mechanische Kennwerte, eine sehr hohe Warmfestigkeit, sowie ideale Zerspaneigenschaften notwendig. All diese Anforderungen muss das neue Legierungskonzept ebenfalls abdecken. Eine Änderung an sicherheitsrelevanten Systemen im automobilen Premiumsegment ist für Zulieferer sehr schwierig. Außerdem ist darauf zu achten, dass das Konzept auf die Produktfamilie und auf weitere Produkte angewendet werden kann, sowie internen Anforderungen an Recyclingfähigkeit, Kosten und Verfügbarkeit entspricht.

Idee

Im Jahr 2020 sollten im Rahmen einer internen Forschungs- und Entwicklungsmaßnahme ein neues Legierungskonzept sowie alternative Vormaterialherstellungsrouten untersucht und deren Eignung anhand von Prototypen überprüft werden. Die internen Forschungsmaßnahmen beinhalteten Grundlagenuntersuchungen hinsichtlich der Eignung des Legierungskonzepts als Schmiedevormaterial. Des Weiteren wurde untersucht, ob die technologischen sowie optischen Anforderungen erfüllt werden können. Darüber hinaus wurden Lieferanten aufgebaut, um eine Verfügbarkeit des Materials für künftige Produkte sicherzustellen. Bei Erfolg der internen Maßnahmen sollte das neue Konzept an Kunden herangetragen und diese überzeugt werden.



Bremsscheibentopf im Einbauszustand



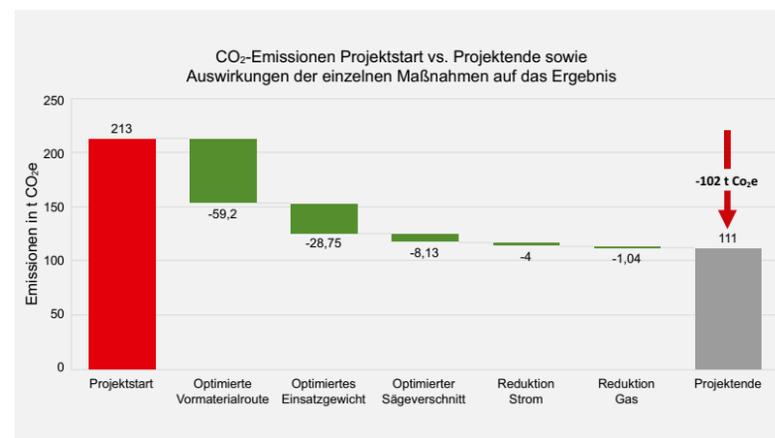
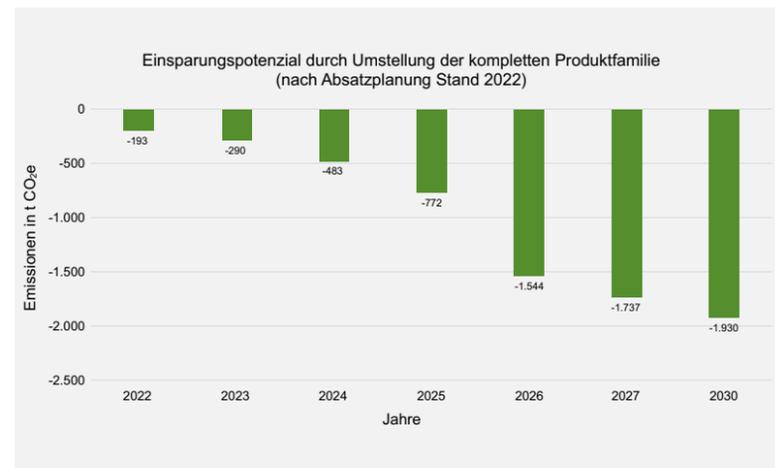
Bremsscheibentopf Schmiedehalbzeug und Fertigteil in Gefügedarstellung in der Schnittansicht

Bild rechts: Automatische Schmiedelinie



Umsetzung

Durch die internen Bemühungen konnte die LEIBER Group unter der Eigenmarke AluMotive® eine neue Legierungsvariante hervorbringen. Hierzu wurde ein Projektteam gegründet, welches aus den Abteilungen Industrial Engineering, Innovation und dem Werkstoffprüflabor bestand. Durch die Teamkombination konnten Maßnahmen analysiert und umgesetzt, sowie die Eignung dieser in Abhängigkeit der Anforderung untersucht werden. Durch AluMotive® lässt sich die Rekristallisation und damit die erforderliche Bearbeitungszugabe (Aufmaß) für die Zerspanung deutlich reduzieren. Zusätzlich hat AluMotive® durch seine hervorragende Umformbarkeit das weitere Potenzial, an verschiedenen Stellen in der Wertschöpfungskette ressourcenschonend Leichtbauprodukte herzustellen.



Durch die Verwendung der neuen Legierungsvariante kann durch den Wegfall eines kompletten Prozessschrittes, welcher eine Erwärmung, Umformung und nachfolgende Bear-

beitungen (Recken, Trennen etc.) beinhaltet, das Schmiedevormaterial ressourcensparender erzeugt werden. Des Weiteren werden für den Einsatz von AluMotive® nur ausgewählte Lieferanten herangezogen, welche einen CO₂-Footprint von weniger als 4 kg CO₂e pro kg Aluminium aufweisen. Laut European Aluminium liegt der globale Durchschnitt bei 16 kg CO₂e.

Bisher kam beim Schmieden der Bremsscheibentöpfe ausschließlich stranggepresstes Vormaterial zum Einsatz, um die hohen statischen und dynamischen Anforderungen zu erfüllen. Seit Kurzem sind jedoch qualitativ höherwertige Stranggussverfahren in der Branche vorhanden, welche die erforderlichen Reinheitsgrade sicherstellen. Üblicherweise wird das Stranggussverfahren verwendet, um Bolzen für den Strangpressprozess zu gießen. Diese Bolzen haben typischerweise Durchmesser von 200-400 mm und sind als Schmiedevormaterial ungeeignet. Durch den Einsatz modernster Kokillentechnologie im Durchmesserbereich von 60-200 mm wird es nun in Kombination mit hohen Reinheitsgraden möglich, stranggegossenes Aluminium direkt als Schmiedevormaterial zu nutzen.

Darüber hinaus konnten in den letzten Jahren durch grundlegende interne Untersuchungen beim Schmieden von gegossenem Vormaterial Umformgrade und Prozessgrenzen für das Schmieden definiert werden, die sicherstellen, dass vergleichbare mechanische Kennwerte wie bei der Verwendung von stranggepresstem Halbzeug erreicht werden.

Weiteres Potenzial zeigt sich bei der Prozessauslegung mit diesen neu definierten Prozessgrenzen. Für das Schmieden ist es möglich, den Vormaterialdurchmesser zu minimieren, was eine Einsparung beim Sägeverschnitt zur Folge hat.

Die Verwendung von AluMotive® ermöglicht es ebenfalls, den Schmiedeprozess dahingehend zu optimieren, dass durch die Verwendung bauteilspezifischer Rohteilgeometrien (near net shape) das Einsatzgewicht bei den Bremsscheibentöpfen um 18 % reduziert werden konnte. Die Optimierung im Schmiedeprozess führte zudem zu Einsparungen in den nachgelagerten Bearbeitungsprozessen, welche sich in einem verringerten Zerspanvolumen und kürzeren Bearbeitungszeiten äußern.

Einsparungen

Durch die umgesetzten Maßnahmen konnte der Aluminiumeinsatz für die Bremsscheibentöpfe um 18 % und der Sägeverschnitt aufgrund des geringen Stangendurchmessers um 36 % reduziert werden. Durch die Reduzierung des Einsatzgewichts muss eine geringere Tonnage an Aluminiumknetlegierung für den Warmumformungsprozess erwärmt werden, wodurch sich der Verbrauch von Strom und Erdgas reduziert. Des Weiteren konnten durch die Reduzierung des Einsatzgewichts und die damit verbundenen geringeren Dimensionen des Schmiedehalbzeugs die Bearbeitungszeiten und das Spanvolumen während der mechanischen Bearbeitung gesenkt werden.

Bezogen auf das bereits umgesetzte Projekt mit 10.500 Bremsscheibentöpfen bedeutet das eine Einsparung von 5,8 t Aluminium, 18 MWh Strom und 5 MWh Gas. Diese Material- und Energieeinsparungen sowie die optimierte Vormaterialroute führen zu CO₂-Einsparungen in Höhe von etwa 102 t CO₂e pro Jahr.

Langfristig können und sollen die Maßnahmen auf die komplette Produktfamilie übertragen werden. Das Gesamtvolumen dieser Produktfamilie beträgt aktuell ca. 120.000 Bauteile pro Jahr und soll bis zum Jahr 2030 auf >200.000 Bauteile steigen, sodass die Einsparungen etwa um den Faktor 20 sukzessive erhöht werden können. Dies entspricht einer jährlichen Einsparung von etwa 115 t Aluminium, 360 MWh Strom, 103 MWh Erdgas und ca. 1.930 t CO₂e.

Lernziel

Durch die Verknüpfung aller Faktoren von Vormaterialherstellungsprozessen bis zu optimierten Schmiede- und Zerspanprozessen ist es dem Unternehmen gelungen, einen bestehenden Prozess durch einen innovativen und ressourceneffizienten zu ersetzen, der auf eine Vielzahl von Produkten der gleichen Produktfamilie übertragen werden kann. Das

stetige Hinterfragen der aktuellen etablierten Prozesse bringt oftmals bislang ungenutzte Potenziale zum Vorschein.

Durch die systematische Analyse der kompletten Wertschöpfungskette wurde ein wichtiger Stellhebel geschaffen, um den Kunden weitere Projekte dieser Art anbieten zu können.

Ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist allerdings der zeitliche Aufwand der Beteiligten an diesem Projekt. Eine ganzheitliche Betrachtung und eine detaillierte Bewertung der Faktoren ist ein zeitaufwändiger Prozess. Aufgrund ausgiebiger Kommunikation der Analyseergebnisse und deren Maßnahmen konnte ein gemeinsames nachhaltiges Bewusstsein geschaffen werden.

Unternehmen

Die LEIBER Group ist ein weltweit anerkannter Spezialist und Impulsgeber für Leitbauteile aus Aluminium und hat ihren Stammsitz im süddeutschen Emmingen, gelegen in der für ihre Wirtschaftsstärke bekannten Region zwischen Tuttlingen und dem Bodensee-Hegau. Darüber hinaus wurde im Jahre 1995 mit der Gründung des Produktionsstandorts in Ruda Slaska in Südpolen ein weiterer Standort für Klein- und Mittelserien sowie einzelne ausge-reifte Produktionsreihen eröffnet.

Die Kunst des Leichtmachens treibt LEIBER seit jeher an. Aber es ist das Fundament aus Werten, das das Familienunternehmen vom ersten Tag an zuverlässig trägt. Diese Werte zu leben, ist Anspruch und Ansporn zugleich.

Diese Werte haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dazu angetrieben dieses Projekt umzusetzen, um für eine enkeltaugliche Welt einzutreten. Nachhaltigkeit bedeutet für LEIBER: wirtschaftliches Handeln unter Berücksichtigung der Menschen, Umwelt und Ressourcen.

Es ist eben so viel leichter, Großes zu erreichen, wenn die Werte stimmen.



Beispiel Schmiedebauteil: Gabelbrücke



Beispiel Schmiedebauteil: Hydraulischer Ventilblock



Beispiel Schmiedebauteil: Bionische Federbeingabel

Neu erDacht – Membranflachdach für Trinkwasserbehälter halbiert Stahlverbrauch

LIPP GmbH, Tannhausen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Bau von Trinkwasserbehältern aus Edelstahl

Maßnahme:

Trinkwasserbehälter mit Membranflachdach statt klassischem Kegeldach

Ausgangslage und Zielsetzung

Die LIPP GmbH in Tannhausen ist auf Behälter und Systemlösungen für feste, flüssige und gasförmige Stoffe spezialisiert, darunter auch Trinkwasserbehälter aus Edelstahl. Diese Trinkwasserbehälter haben für gewöhnlich ein Kegeldach, das ebenfalls aus Edelstahl gefertigt wird. Um die Dachhaut zu tragen, werden Sparren zur Versteifung verwendet. Beim Bau von Trinkwasserbehältern dürfen nur Edelstähle mit hohem Korrosionsschutz verwendet werden, weshalb auch die Versteifungselemente aus Edelstahl bestehen müssen. Bei großen Behälterdimensionen werden die Versteifungselemente aus statischen Gründen immer höher und schwerer. Zusätzlich müssen die Bevorratungsvolumina aufgrund der zunehmenden Wasserknappheit immer höher geplant werden. Beide Faktoren führen zu einem Anstieg des Stahlverbrauchs für Trinkwasserbehälter.

Schon vor Jahren hatte man bei LIPP ein Verfahren entwickelt, um Blechbahnen zu einem Flachdach zusammenzuschweißen. Dieses Know-how wollte man vor dem Hintergrund des steigenden Stahlverbrauchs in Form einer Membrandachvariante auf Trinkwasserbehälter übertragen und weiterentwickeln, um möglichst hohe Materialeinsparungen zu realisieren.

Herausforderung

Aufgrund der Sicherheits- und Hygienevorschriften stehen Trinkwasserbehälter nicht im Freien, sondern sind in geschlossenen Hallen untergebracht, damit jeglicher unbefugte Zugang ausgeschlossen werden kann. Die Herausforderung bestand nun darin, in einer geschlossenen Halle durch das Eingangstor ein vorgefertigtes Flachdach einzubringen und zu montieren. Auch die Befestigung des

Flachdaches am Behälterrand durch einfaches Klemmen ist aufgrund der Hygienevorschriften in der Trinkwasseranwendung nicht erlaubt. Um keinen Lebensraum für Keime zu bieten, müssen alle Fugestellen glatt und ohne Hohlräume gestaltet werden.

Folglich musste es gelingen, ein vorgefertigtes Behälterflachdach durch ein Gebäudotor einzubringen und durch Schweißung mit dem Behältermantel zu verbinden. Zusätzlich erschwert wird das Verschweißen durch die stark unterschiedliche Materialdicke von Behältermantel und Flachdach.

Idee

Bei der neuen Dachvariante sollte komplett auf die Sparren zur Versteifung verzichtet werden. Die Idee bestand darin, den Belastungsfall des Dachmaterials von „Druck“ auf „Zug“ umzukehren. An die Stelle des bisherigen Kegeldachs sollte ein dünnes Edelstahlblech als Flachdach zur Abdeckung der Trinkwasserbehälter treten. Für den Transport kam man auf die Idee, das Flachdach aufzurollen und mit spezieller Hebeteknik auf den Behälterrand zu setzen.

Umsetzung

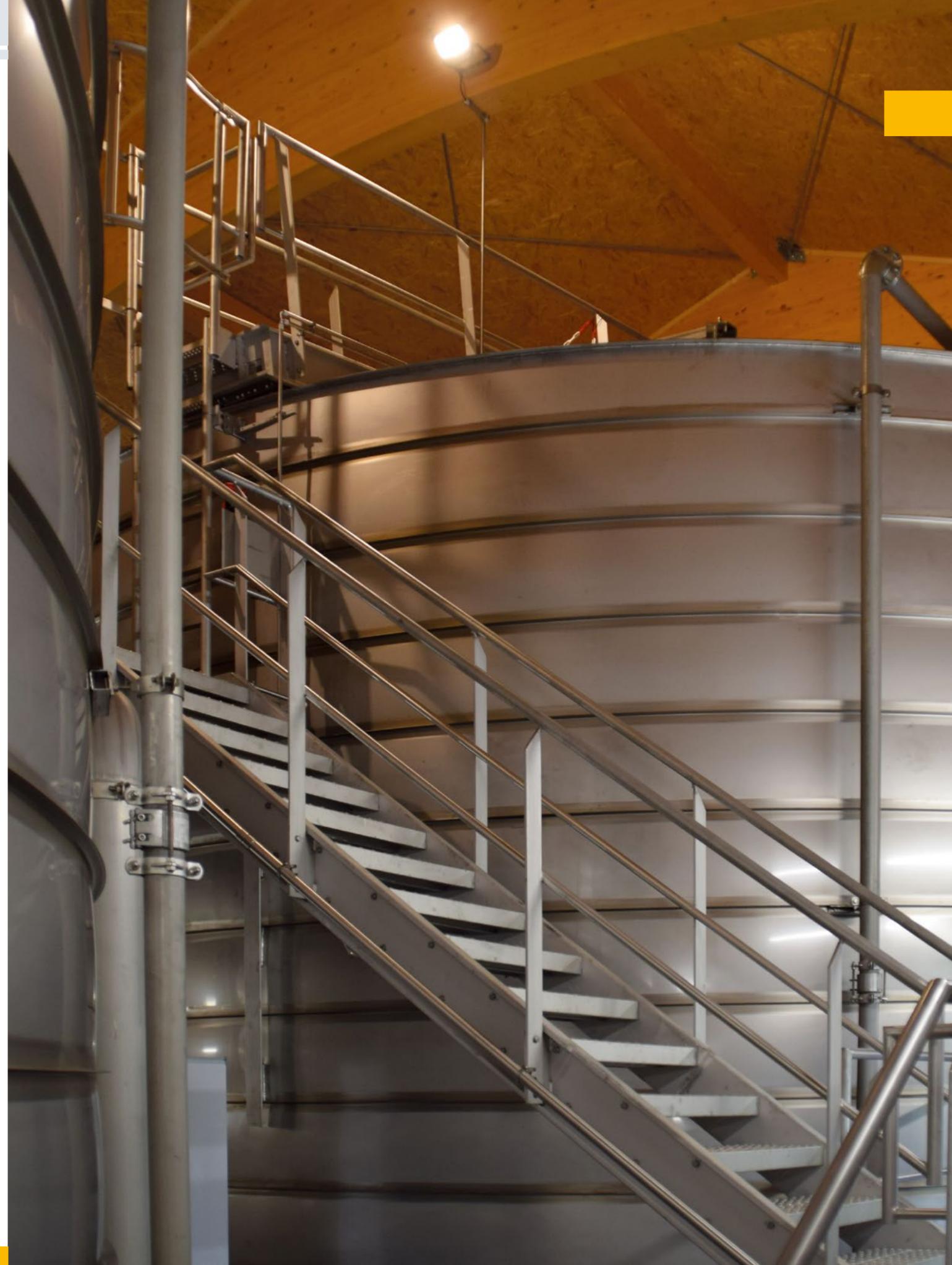
Die Entwicklung des neuen Flachdachs erfolgte intern im Rahmen verschiedener Workshops und Versuche. Ähnlich der TRIZ-Methode (Theorie des erfinderischen Problemlösens) wurde jeweils die Anwendung von Form und Funktion analysiert und hinterfragt. Daran waren mit Vertrieb, Einkauf, Entwicklung, Maschinenbau und Produktion fast alle Abteilungen im Unternehmen beteiligt.

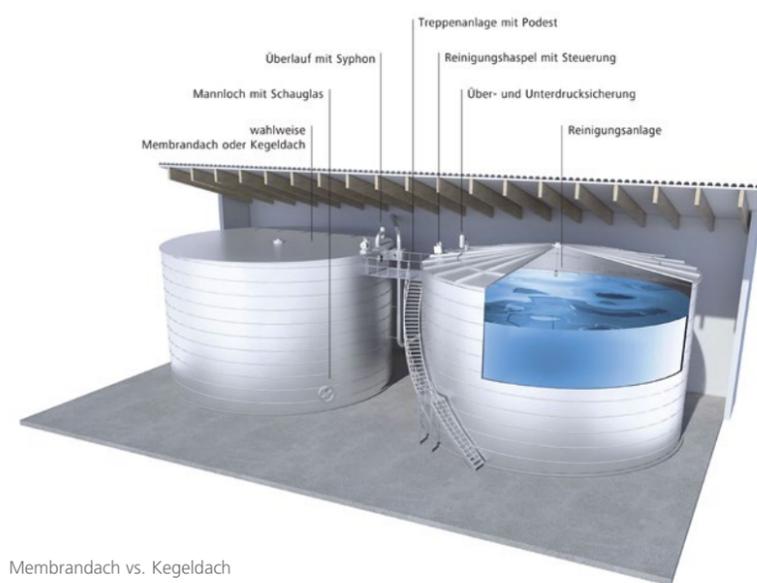
Im Ergebnis werden Bahnen aus Edelstahlcoils zu einem kreisrunden Blechelement



Membrandach beim Verladen

Bild rechts: Behälteransicht mit umlaufenden Verstärkungsrippen (Pat.)





Membrandach vs. Kegeldach

(Stärke ca. 1 mm) zusammenschweißt. Dieses Blechelement wird bis zu einem Durchmesser von 35 m im Werk vorgefertigt und auf einer Transportrolle aufgerollt. Mit einem Spezialtransport erfolgt die Lieferung bis zur Baustelle und per Autokran wird das aufgerollte Flachdach durch das geöffnete Hallentor transportiert. Schließlich wird das aufgerollte Membrandach mit eigens dafür entwickelten Hebewerkzeugen auf den Verstärkungsrand am oberen Ende des Behältermantels gelegt. Anschließend wird die flach ausgeführte Dachhaut nun über den Behälterrand gespannt und danach mit der Randverstärkung verschweißt. Statt der Verwendung von Sparren muss lediglich der



Klassisches Kegeldach mit Dachsparren

Behälterrand verstärkt werden. Die neue Variante ermöglicht es, die Materialdicke der Dachhaut um die Hälfte zu reduzieren. Die Flachdachvariante wurde bereits in einem Projekt erfolgreich realisiert. An der Umsetzung eines weiteren Projekts wird aktuell gearbeitet.

Neben der Reduktion des Rohstoffverbrauchs hat das neue Flachdach dazu geführt, dass die Unfallgefahr bei Begehungen fast vollständig eliminiert wurde. In der Vergangenheit war die Begehung auf dem teils nassen Kegeldach sehr gefährlich und führte trotz umlaufenden Geländers zu Unfällen.

Einsparungen

Die neue Flachdachvariante ermöglicht es, bei einem durchschnittlichen Trinkwasserprojekt etwa 14,8 t Edelstahl einzusparen, was einer monetären Einsparung von 50.000 Euro entspricht. Jährlich realisiert das Unternehmen etwa drei Trinkwasserprojekte mit je zwei Behältern.

Durch die Reduktion des Edelstahlverbrauchs können jährlich 65 t CO₂e vermieden werden. Zusätzlich werden ca. 0,81 t CO₂e durch die Halbierung der Montagezeit eingespart, da weniger Strom und Wärme benötigt werden. Die geringere Montagezeit wirkt sich zudem auf die Anzahl der Fahrten zur Baustelle aus.

Da das Verfahren noch nahezu unbekannt ist und der Markt diese Variante bisher nicht in die öffentlichen Ausschreibungen bringt, wird der Anteil an Membrandächern erst mit der Zeit zunehmen. Es ist mit einem moderaten Anstieg in den nächsten fünf Jahren zu rechnen.

Lernziel

Die Maßnahme zeigt, dass auch seit Jahren bestehende und gewohnte Anlagenkonstruktionen Potenzial für Einsparungen bieten und hinterfragt werden sollten. Jedoch zeigt sich auch, dass es Zeit und einen langen Atem braucht, um neue Konstruktionen am Markt zu etablieren und Kunden zu überzeugen. So werden Trinkwasserbehälter bis heute in Ausschreibungen standardmäßig mit Kegeldach ausgeschrieben. Über Nebenangebote werden künftig Membrandächer als günstige Alternative angeboten.



Verschweißen von Dach und Mantel

Unternehmen

Die LIPP GmbH ist ein familiengeführtes Unternehmen und spezialisiert auf den Behälterbau aus Stahl. Sondermaschinen für den Behälter- und Siloanlagenbau sowie die Blechbearbeitung sind die Schwerpunkte der Firma – von der Bereitstellung von Einzelkomponenten bis zu Gesamtanlagen.

Eine umfangreiche Produktpalette bedient alle Anforderungen der industriellen, landwirtschaftlichen und kommunalen Ver- und Entsorgung sowie der Lagerung und Behandlung von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen.

Das eigene Fertigungsverfahren zur Behältererstellung zeichnet sich durch enorme Variationsmöglichkeiten aus und wird international angewandt. In sechzig Jahren ist ein weltumspannendes Unternehmen entstanden, das sein Handeln in seiner Tradition begründet, auf seine Schaffenskraft und die seiner Partner bauen kann und auch in Zukunft neue Wege gehen will.



Montage des Membrandachs



Werksgelände der LIPP GmbH in Tannhausen

Energieeffiziente Aluminiumgießerei

MEGU Metallguss Obermeier GmbH, Schopfheim

Technik/Verfahrenstechnologie:
Energie- und Materialeinsparung in der Aluminiumgießerei
Maßnahme:
Nutzung von Sonnenenergie für Schmelzvorgang

Ausgangslage und Zielsetzung

Die MEGU Metallguss Obermeier GmbH ist ein kleines Unternehmen aus Schopfheim, das auf Aluminium-Sandguss-Verfahren sowie Magnesiumguss spezialisiert ist.

Gießereiprozesse sind traditionell mit einem hohen Energieverbrauch und entsprechenden Emissionen verbunden, weshalb sich Unternehmen häufig mit dem Image der „dreckigen Gießerei“ konfrontiert sehen. Schon Rolf Obermeier, der Vater des heutigen Geschäftsführers, hatte sich dem Thema Energieeffizienz verschrieben. Bereits in den 1970er-Jahren baute er in seinem Betrieb, der Metallguss KG Rolf Obermeier, eine Wärmerückgewinnung für einen heizölbetriebenen Schmelzofen, die heute noch funktionsfähig ist. Diese Leidenschaft hat er an die nächste Generation weitergegeben, weshalb sich das junge Familienunternehmen weiter kontinuierlich für den schonenden Umgang mit Energie und Material engagiert.

Aus dieser Motivation heraus setzte sich Michael Obermeier mit der MEGU Metallguss Obermeier GmbH das Ziel, eine energieeffiziente Gießerei aufzubauen und ein breites Spektrum an Maßnahmen zur Energieeinsparung, u. a. einen elektrischen Schmelzofen, zu realisieren

Herausforderung

Da der elektrische Schmelzofen und die PV-Anlage neu angeschafft wurden und nicht direkt mit bestehenden Anlagen verknüpft werden mussten, ergaben sich bei der Integration in den bestehenden Produktionsprozess keine Schwierigkeiten. Jedoch verzögerte sich die Montage und Inbetriebnahme der PV-Anlage mehrmals aufgrund von Kapazitäts-

engpässen des Elektrikers. Gerne hätte man die PV-Anlage um einen Stromspeicher ergänzt, was aufgrund der hohen Anschaffungskosten aber nicht realisiert werden konnte.

Idee

Die innerhalb der Gießerei anfallende Abwärme sollte zurückgewonnen und an anderer Stelle im Betrieb genutzt werden, idealerweise zur Stromerzeugung. Darüber hinaus sollte mittels Photovoltaik selbst Strom erzeugt und zum elektrischen Schmelzen genutzt werden. So sollte aus einer Reihe an verfügbaren Einzelmaßnahmen ein ganzheitliches Konzept zur Reduktion des Energieverbrauchs entstehen und umgesetzt werden.

Umsetzung

In den Gebäuden der MEGU wurde als erster Schritt ebenfalls eine Wärmerückgewinnung für die Abwärme der Heizölschmelzöfen von Michael Obermeier selbst entwickelt und installiert. Im nächsten Schritt sollte aus der Abwärme Strom erzeugt werden. Infolgedessen wurde mit einer Firma aus Norddeutschland eng zusammengearbeitet, die sich mit einem neuen Konzept der Stromgewinnung aus Abwärme befasste. Dieses vielversprechende Verfahren konnte allerdings nicht realisiert werden, da es an Investoren fehlte.

Die extrem hohe Abgastemperatur von 1.000 °C sollte aber so schnell wie möglich nutzbar gemacht werden oder erst gar nicht entstehen. Daraufhin folgte die Idee, mithilfe von Photovoltaik selbst Strom zu erzeugen und diesen direkt zum elektrischen Schmelzen zu nutzen. Obwohl Experten Zweifel an der Funktionsfähigkeit des Verfahrens hatten, wurde die Idee so erfolgreich umgesetzt, dass



Abguss eines Formkastens

Bild rechts:
Blick in den Schmelzofen:
flüssiges Aluminium
von ca. 730 °C



auch für andere Verbraucher in der Produktion Eigenstrom genutzt werden konnte.

Um die Sonnenenergie nutzen zu können, wurde ein Schmelzofen mit 60 kW Leistung, neuester Halbleitertechnik (mit Thyristoren) und mehrschichtiger Ofenraumisolierung mit modernsten, hochwertigen Feuerleichtbausteinen

halten werden kann. Mit dem elektrisch betriebenen Schmelzofen ist MEGU in der Lage 350 kg Aluminium bei 740 °C in 2,5 Stunden bei einem Verbrauch von 150 kWh zu schmelzen. Der ebenfalls vorhandene Heizölschmelzofen würde die gleiche Menge zwar in kürzerer Zeit schmelzen, jedoch mit einem Aufwand von 730 kWh.

Neben der PV-Anlage wurden weitere Maßnahmen umgesetzt. So wurde ein frequenzgesteuerter Kompressor mit 20 kW (vorher 22 kW) angeschafft, um Wärme aus dem Ölkühler zurückzugewinnen und direkt ins Heizsystem und die Warmwasseraufbereitung einzuspeisen. Die Abluft der Kompressoranlage wird für die Hallenwärme genutzt. Damit konnte auch der Netzdruck von 8,5 bar auf 6,5 bar reduziert werden. Angefallenes Kondenswasser wird für die Nasswäscher verwendet. An den Schmelzöfen wurde eine frequenzgesteuerte Abluftabsaugung und an den Motoren der Sandaufbereitung eine frequenzgesteuerte Sanft-Anlaufschaltung installiert. Die Wärme aus den heizölbetriebenen Schmelzöfen, die im Bedarfsfall in Betrieb genommen werden, wird zurückgewonnen und für die Brauch- und Warmwasseraufbereitung sowie Raumheizung durch Wasserspeicher genutzt. Ebenso wird das Vorwärmen der Aluminiummasseln im Chargiertrichter durch die Abwärmenutzung der Schmelzöfen geregelt.

Neben den beschriebenen Energieeinsparungen wurden auch Materialeinsparungen in der Produktion realisiert. Bei der Herstellung von Gussteilen kommen zur Schaffung von Hohlräumen sogenannte Sandkerne zum Einsatz. Hierfür wurden früher organische Bindersysteme verwendet, die aus Phenol bestehen und mit CO₂ ausgehärtet werden. Seit 2011 setzt MEGU anorganische Polymerbinder ein, die ebenfalls mit CO₂ ausgehärtet werden, aber phenolfrei sind. Während der Kernherstellung und des Abgießens der Gussteile werden dadurch weniger Emissionen freigesetzt und die besseren Zerfallseigenschaften führen zu kürzeren Entkernzeiten. Etwa 50 %, das entspricht einer Menge von 30 t pro Jahr, des regenerierten Kernsands könnten durch Aufbereitung der Kernherstellung wieder zugeführt werden. Zudem würden sich die Entsorgungskosten reduzieren, da der Kernsand anstatt über Deponieklasse II nun über Deponieklasse I entsorgt werden könnte. Diese Kernsandaufbereitung ist derzeit in Planung.

Neben diesen produktionsbezogenen Maßnahmen wurden die Produktionshallenbeleuchtung, die Bürobeleuchtung sowie die Beleuchtung der Sozialräume auf LED umgestellt.

Einsparungen

Bei der MEGU können durch die Umsetzung der Maßnahmen jährlich 50 MWh Strom und 377 MWh Heizöl eingespart werden. Dies entspricht einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 146 t CO₂e.

Lernziel

Nachdem immer mehr Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit dem Thema Energieeffizienz vertraut gemacht wurden, ist es bei der MEGU mittlerweile für jede(n) selbstverständlich, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Die neuen Ideen gehen dem Unternehmen damit nicht aus. Im Gegenteil, es werden stetig neue Ideen umgesetzt. Eine davon ist die zusätzliche Visualisierung des aktuellen Energieverbrauchs und der zur Verfügung stehenden Energie. So können die Mitarbeitenden ihre Energieverbräuche so zuschalten, wie selbsterzeugte Energie zur Verfügung steht.

Sobald es die Finanzlage des Unternehmens zulässt, ist außerdem ein Stromspeicher geplant, um die Eigenstromnutzung weiter ausbauen zu können. Damit kann der gespeicherte Strom zum Warmhalten der Schmelze über Nacht verwendet werden.

MEGU zieht eine positive Zwischenbilanz auf dem Weg, einen immer größeren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und der Ehrgeiz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist geweckt, neue Ideen auszutüfteln, die zu einem energieeffizienteren Handeln beitragen. Dabei kann es sich zu Beginn auch um einfache, günstige und schnell umsetzbare Maßnahmen wie das Abschalten von Verbrauchern, bei Nichtbenutzung, Beseitigung von Druckluftleckagen oder den Austausch von Leuchtmitteln handeln. Wenn jeder seinen Teil beiträgt, können große Einsparungen realisiert werden.

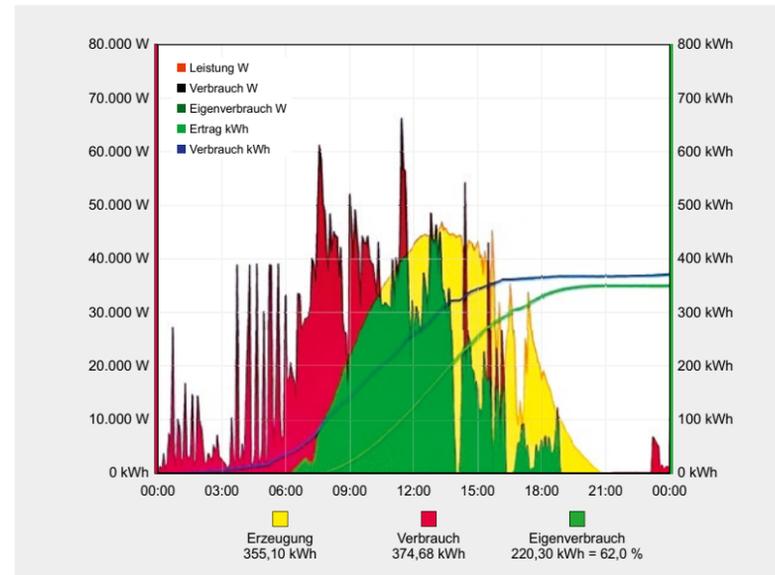
Unternehmen

Die MEGU Metallguss Obermeier GmbH ist ein innovatives Unternehmen und ging aus dem Familienunternehmen Metallguss KG Rolf Obermeier in Schopfheim hervor. Im Jahr 2023 wird die Firma MEGU ihr 25-jähriges Betriebsjubiläum feiern. Das Produktspektrum des Unternehmens reicht von Kleinserien über Mittelserien bis hin zu Einzelanfertigungen von Prototypen. Der große Vorteil von MEGU liegt darin, dass sich durch eine enge Zusammenarbeit mit Modellbauern und interne gießgerechte Konstruktionsänderungen schnelle, gießtechnisch-optimierte und kundenspezifische Projektentwicklungen sehr flexibel und kostengünstig realisieren lassen.

Zum Kundenkreis gehören führende Unternehmen der Maschinen- und Elektroindustrie aus der Region sowie Frankreich, Großbritannien, Rumänien, Spanien, China, der Schweiz, Italien, Bulgarien und Kanada.



Manuelle Formherstellung in der Handformerei

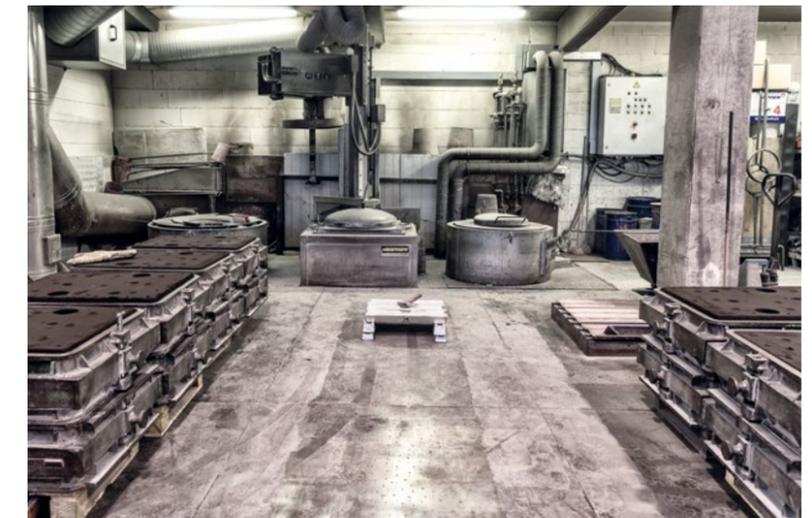


Energiebilanz eines Tages: Eigenverbrauch von 62 %



Maschinelle Formherstellung auf einer Formanlage

beschafft. Der Betrieb des Schmelzofens kann weitgehend durch Eigenstromnutzung aus der PV-Anlage erfolgen. Um die Sonnenenergie beim Schmelzvorgang optimal auszunutzen, wird der Schmelzprozess aufgrund des Sonnenstands 2-3 Stunden später durchgeführt, sodass bereits am Nachmittag die Schmelze für den nächsten Tag vorbereitet und über Nacht mit wenig Energie warmge-



Blick in den Schmelzbereich auf die mit Photovoltaik betriebenen Schmelzöfen



Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

MEGU Metallguss Obermeier GmbH

Hohe Flum Straße 48
D-79650 Schopfheim
www.megu-gmbh.de
Dipl.-Ing. Michael Obermeier
info@megu-gmbh.de

Cool bleiben – Adsorptionskälteanlage in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung

Walter AG, Tübingen

Technik/Verfahrenstechnologie:
Kälteversorgung mittels Adsorptionskältemaschinen
Maßnahme:
Integration von Adsorptionskältemaschinen in bestehenden Kälteverbund und Anschluss an eine KWK-Anlage

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Walter AG fertigt Präzisionswerkzeuge für die Zerspanungsbearbeitung und bietet digitale Lösungen und Dienstleistungen entlang der Prozesskette an. Das Unternehmen ist nach ISO 14001, 9001, 45001 und 50001 zertifiziert, weshalb ein fortwährender Verbesserungsprozess gelebt wird. Folglich sind Verbesserungen im Bereich Umwelt, Energie, Qualität und Soziales ein großes Anliegen des Unternehmens. Eingesetzte Technologien sollen sich positiv auf den Energieverbrauch, die Umwelt und die Arbeitsbedingungen auswirken.

Für hohe Präzision müssen konstante Bedingungen vorliegen. Daher ist für Produktionen die Hallenversorgung mit Kälte notwendig. Bisher wurde die Kälte am Standort durch eine Kompressionskältemaschine bereitgestellt, die zukünftig jedoch stillgelegt werden soll. Zudem ist ein mit Erdgas betriebenes Kraft-Wärme-Kopplungs-Konzept (KWK) vorhanden. In einer KWK-Anlage entsteht neben Strom auch Wärme. Diese kann in Prozessen eingesetzt werden, wodurch der eingesetzte Brennstoff effizienter genutzt wird. Im Winter wird die KWK-Wärme für das Beheizen der Halle und der Büroräume genutzt. Im Sommer konnte die KWK-Wärme bis dato jedoch nicht genutzt werden, weshalb die KWK-Anlage in den Sommermonaten kaum betrieben wurde.

Walter setzte sich daher das Ziel, die bestehende Kälteanlage zu entlasten und zu ergänzen sowie die KWK-Wärme auch im Sommer zu nutzen. Hierfür wurde in drei neue Adsorptionskälteanlagen investiert und diese an die KWK-Anlage angeschlossen. Adsorptionskälteanlagen können Kälte aus Wärme generieren, wobei auch Wärme mit relativ niedrigen

Temperaturen ähnlich dem Heizungsbetrieb eingesetzt werden kann. Dies ermöglicht eine Nutzung der KWK-Wärme und eine höhere Auslastung der Anlage.

Herausforderung

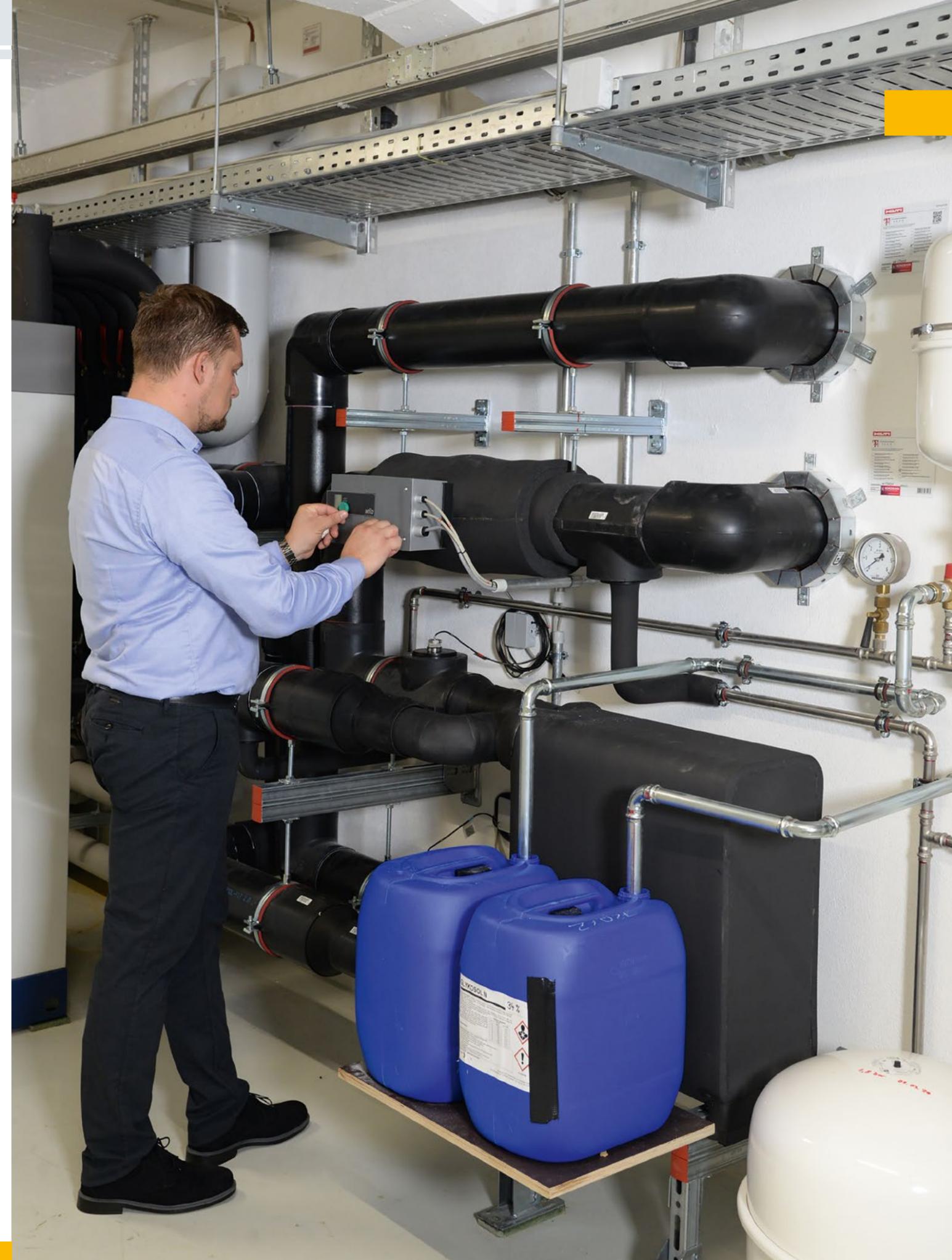
Die drei Adsorptionskälteanlagen konnten zwar problemlos installiert werden. Die Herausforderung ist und bleibt jedoch eine vollständige Integration der Adsorptionskältemaschinen in den bestehenden Kälteverbund. So soll die „alte“ Kompressionskältemaschine zukünftig vollständig ersetzt und der Strom- und Leistungsbezug reduziert werden. Es gilt daher, eine möglichst effiziente Lösung mit kontinuierlichem ganzjährigem Betrieb der KWK- und der Adsorptionsanlage zu etablieren und sicherzustellen.

Idee

Die Grundversorgung der Nutzflächen mit Kälte kann von den neuen Adsorptionskältemaschinen gedeckt werden. Bedarfsspitzen werden aktuell noch von der Kompressionskältemaschine abgedeckt. Ein kontinuierliches Monitoring dient dazu, die Verbrauchs- und Bedarfsdaten aufeinander abzustimmen. Um die Kompressionskältemaschine perspektivisch gänzlich stillzulegen, wird derzeit eine Erweiterung der Kälte- bzw. Wärmespeicherkapazitäten evaluiert.

Umsetzung

Bei der Umsetzung der Maßnahme arbeitete die Walter AG eng mit der InvenSor GmbH zusammen. Die drei neuen Adsorptionskälteanlagen wurden am Standort in Reihe zu den bestehenden Kälteanlagen geschaltet und zusätzlich an das bestehende KWK-Konzept angeschlossen. Bereits im Vorfeld wurde der Kältebedarf mittels einer temperaturgesteu-





Überprüfung der Betriebsdaten vor Ort

erten Anpassung von Lüftung und Kühlung angeglichen. Im Ergebnis erfolgt die Stromerzeugung nun mit einem Wirkungsgrad von über 30 % und für die KWK-Anlage konnte ein Gesamtnutzungsgrad von über 93 % realisiert werden. Das bedeutet, dass durch die Maßnahme eine höhere Energiemenge pro Kubikmeter eingesetztem Erdgas gewonnen wird. Aufgrund der höheren Auslastung der KWK-Anlage durch die Adsorptionskältemaschinen erhöht sich auch der Anteil des selbsterzeugten Stroms vor Ort.

Einsparungen

Vor der Integration der Adsorptionskältemaschinen in den Kälteverbund betrug der jährliche Strombedarf der Kälteanlagen 600 MWh. Durch die Umsetzung der Maßnahme kann eine jährliche Reduktion des Strombedarfs der Kälteanlagen von 30 % erzielt werden. Das entspricht einer Einsparung von 180 MWh, wodurch pro Jahr 104 t CO₂-Emissionen vermieden werden.

Lernziel

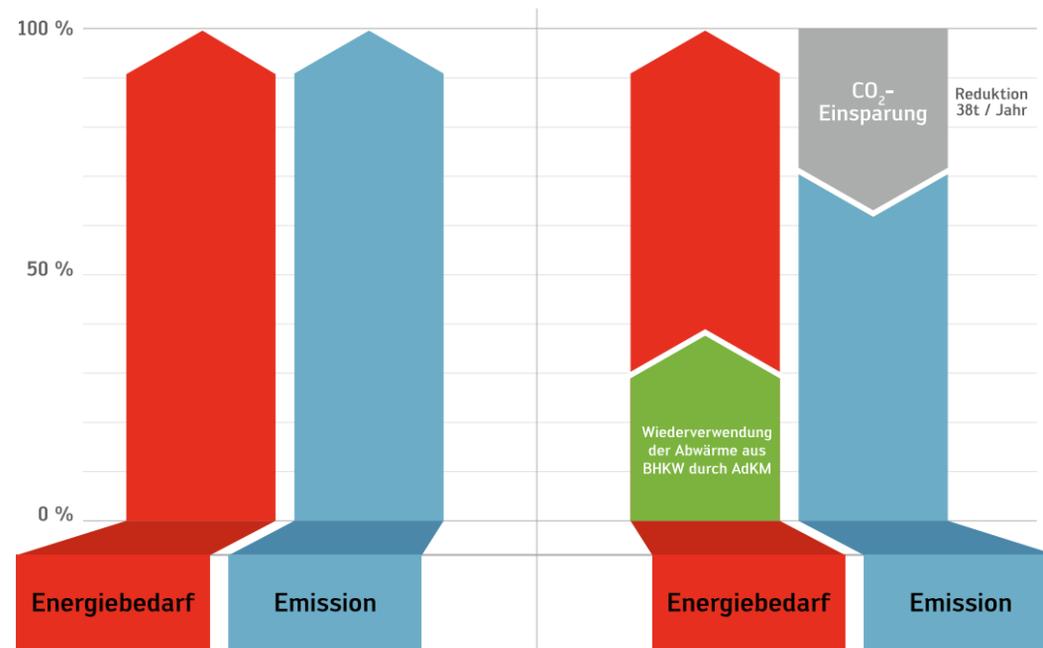
Die Evaluierung des Projekts ist noch nicht ganz abgeschlossen, nichtsdestotrotz sind bereits erste positive Erkenntnisse sichtbar. So steht die Maßnahme beispielhaft für die vorteilhafte Verwendung von KWK-Wärme in der Kälteerzeugung. Damit einher gehen eine höhere Auslastung der KWK-Anlage und eine effizientere Nutzung des eingesetzten Brennstoffs. Die Umsetzung der Maßnahme wurde vor allem durch eine detaillierte Planung im Vorfeld erleichtert. Zukünftig soll weiter auf den vollständigen Ersatz der Kompressionskälteanlage hingearbeitet werden. Darüber hinaus können die Maßnahmen auch an weiteren Produktionsstandorten der Walter AG weltweit umgesetzt werden, abhängig davon, inwieweit Abwärme am jeweiligen Standort verfügbar ist.

Unternehmen

Im Jahr 1919 von Richard Walter in Düsseldorf gegründet und seit 1925 in Tübingen, Baden-Württemberg ansässig, ist Walter heute einer der weltweit führenden Hersteller von Präzisionswerkzeugen für die Metallbearbeitung. Mit international rund 3.300 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen betreut das Unternehmen Kunden in über 80 Ländern der Erde. Zu den Kunden von Walter gehören namhafte Unternehmen aus dem allgemeinen Anlagen- und Maschinenbau, der Automobil- und Raumfahrtindustrie. Dabei überzeugt das traditionsreiche Unternehmen nicht nur mit innovativen Werkzeugen, sondern auch als Anbieter von maßgeschneiderten Lösungen für die Komplettbearbeitung von Bauteilen – und als Prozesspartner für effiziente digitale Lösungen.



Walter AG: Hauptsitz Tübingen



Vergleich der Energienutzung vor und nach Ausführung der Maßnahme

BHKW: Blockheizkraftwerk
AdKM: Adsorptionskältemaschine



Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Walter AG
Derendinger Straße 53
D-72072 Tübingen
www.walter-tools.com
Alexander Neiwert
alexander.neiwert@walter-tools.com

Einführung der Kreislaufwirtschaft in Veranstaltungstechnik – Wir machen aus gebraucht neu

d&b audiotechnik GmbH & Co. KG, Backnang

Technik/Verfahrenstechnologie:
Remanufacturing von Lautsprechersystemen

Maßnahme:

Unterstützung der Kreislaufwirtschaft durch Rücknahme und Aufbereitung von Lautsprechersystemen in ihren ursprünglichen Zustand

Ausgangslage und Zielsetzung

Die d&b audiotechnik GmbH & Co. KG mit Sitz in Backnang ist auf die Produktion von Lautsprechern und der dazugehörigen Elektronik spezialisiert. Die Backnanger Lautsprechersysteme kommen z. B. auf Open-Air-Veranstaltungen, bei weltweiten Tourneen, in Sportstätten, Clubs und Bars zum Einsatz. Daher sind neben den Audioeigenschaften die Langlebigkeit und Robustheit der Produkte besonders wichtig. Große Beschallungssysteme, die aus sehr vielen Lautsprechersystemen bestehen, bringen es nicht selten auf mehr als 10 Tonnen Gewicht und folglich auch Material.

Für die meisten Lautsprechersysteme setzt das Unternehmen extrem dauerhafte, robuste und witterungsbeständige Hybridbauteile aus Holz und Polyurethan-Spritzelastomer ein. Am Ende ihrer Nutzung lässt sich diese Werkstoffkombination allerdings nur schwer recyceln und wird einer thermischen Verwertung zugeführt. Die Produkte von d&b audiotechnik sind jedoch auch nach vielen Jahren der Nutzung noch funktionsfähig und zu gut erhalten, um schlicht entsorgt zu werden. Darüber hinaus haben Organisationen, Veranstalter und Künstler zunehmend Interesse an Lösungen, die dazu beitragen, die Umweltwirkungen ihrer Konzerte und Veranstaltungen zu reduzieren.

Vor diesem Hintergrund entstand bei d&b audiotechnik die Idee, die eigenen Lautsprechersysteme an deren Lebensende vom Kunden zurückzunehmen und in einem eigens entwickelten Remanufacturingprozess wieder aufzubereiten. Dadurch sollte die Lebenszeit der Produkte verlängert werden und der Gedanke der Kreislaufwirtschaft Eingang in die Veranstaltungstechnik finden.

Herausforderung

Da sich d&b audiotechnik als erster Hersteller in der Veranstaltungswirtschaft für ein Remanufacturing der eigenen Produkte entschieden hat, konnte auf keinerlei Erfahrungen oder Beispiele zurückgegriffen werden.

Der Wiederaufbereitungsprozess des Remanufacturings wurde u. a. vom British Standards Institute (BSI) in der Norm BS 8887-2 definiert und steht im Einklang mit dem Aktionsplan des Europäischen Green Deal zur Unterstützung der Kreislaufwirtschaft und der Einführung der Wiederaufbereitung in der europäischen Industrie.

Eine Herausforderung beim Aufbau eines Remanufacturingprozesses bei d&b audiotechnik in Deutschland und Amerika lag in der Erarbeitung von neuen Prozessen, welche Remanufacturing Standards wie den BS 8887-2 einhalten und gleichzeitig sicherstellen, dass die Produktqualität der von Neuprodukten entspricht.

Idee

Mit dem Aufbau eines Remanufacturingprozesses bei d&b audiotechnik sollten mit minimalem Ressourcenverbrauch aus gebrauchten Lautsprechersystemen neue Systeme mit voller Funktionalität, neuwertiger Qualität und Garantie entstehen. Die Entscheidung für ein aufbereitetes Produkt sollte für die Kunden mit keinerlei Einbußen hinsichtlich Soundeigenschaften oder Robustheit verbunden sein. Die aufbereiteten Produkte sollten unter dem Label Certified Pre-Owned (CPO) angeboten werden.

Für die erfolgreiche Markteinführung sollte das neue Geschäftsmodell im Unternehmen

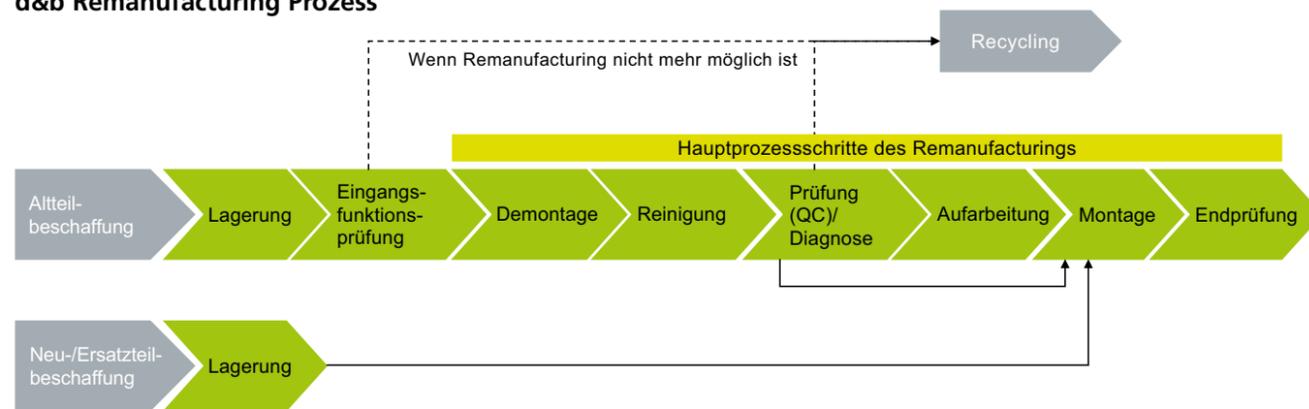


Äußere Prüfung



Bild rechts:
Akustikprüfung

d&b Remanufacturing Prozess



kommuniziert und verantwortliche Personengeschult werden. Für die Außenkommunikation auf internationalen Konferenzen und Messen zur nachhaltigen Eventindustrie sollten verschiedene Marketingmaterialien erarbeitet werden.

Umsetzung

Zunächst wurde ein internationales Mitarbeiterenteam auf die Beine gestellt, welches für die Aufbereitung der Lautsprecher verantwortlich ist. Für den Aufbau des Remanufacturingprozesses griff man auf die Erfahrungen der Mitarbeiter aus der Produktion sowie dem Service zurück. So konnten die Prozesse der CPO-Produkte an die bestehenden Prozesse im Unternehmen angepasst, der

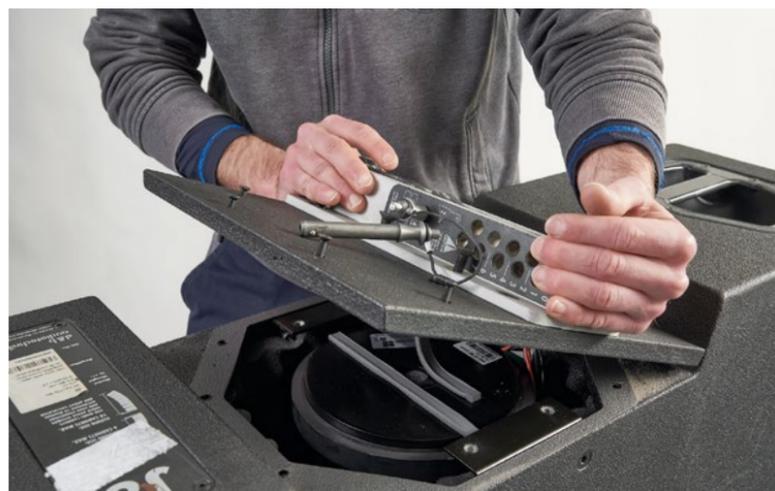
Am Ende ihrer Lebenszeit zeigen Lautsprecher Systeme eine durch den Betrieb und den Transport verursachte mechanische Abnutzung. Hiervon ist das größte Bauteil, das Gehäuse, am stärksten betroffen. Die Beschädigungen am Gehäuse werden im Remanufacturingprozess manuell repariert und die angegriffene Oberflächenbeschichtung partiell erneuert.

Nach der vollständigen Demontage des zurückgenommenen Lautsprechers werden alle Komponenten geprüft und gemessen. In dieser Prüfung müssen die ursprünglichen Werte und Toleranzen der originalen Komponenten erreicht werden. Fehlerhafte Komponenten werden im Anschluss repariert oder durch neuwertige Komponenten ersetzt. Der erneuerte CPO-Lautsprecher wird zum Abschluss in der Qualitätskontrolle erneut gemessen und mit den Spezifikationen eines neuen Produkts verglichen. Abschließend erhält der aufbereitete Lautsprecher eine originale Produktverpackung und eine Garantie von zwei Jahren. Aktuell werden nur Lautsprechersysteme der J-Serie im Remanufacturingprozess aufbereitet.

Einsparungen

Ein Lautsprechersystem der J-Serie hat ein Gewicht von rund 60 kg und besteht neben dem Gehäuse aus einer Vielzahl an elektronischen Bauteilen. Mit den Bestandteilen eines solchen Lautsprechersystems sind Emissionen in Höhe von 0,265 t CO₂e verbunden. Pro Jahr werden etwa 250 Einheiten wiederaufbereitet. Die im Remanufacturingprozess auszutauschenden Komponenten sind durchschnittlich mit etwa 0,008 t CO₂e verbunden. Außerdem werden beim Remanufacturing gegenüber der Produktion eines neuen Lautsprechers etwa 145 kWh Strom weniger benötigt, das entspricht 0,08 t CO₂e. Bezogen

zu erwartende Aufwand gut abgeschätzt und eine zukünftige Skalierbarkeit sowie Wirtschaftlichkeit sichergestellt werden. Im Zuge des Projekts wurde in zusätzliche Arbeitsbereiche, notwendige Werkzeuge sowie ein Lager für die noch nicht aufbereiteten Systeme investiert.



Mechanische Prüfung

auf 250 Einheiten werden so 85,4 t CO₂e pro Jahr vermieden.

Lernziel

Bisher bezieht sich der neue Prozess nur auf die J-Serie. Der Markt zeigt jedoch, dass das Angebot eine zunehmende Nachfrage erfährt und der Aspekt der Nachhaltigkeit für die Kunden immer wichtiger wird. Daher wird das Unternehmen in den Ausbau von CPO investieren und den Remanufacturingprozess zukünftig auf weitere Modelle ausdehnen und so zusätzliche Einsparungen realisieren. Innerhalb des Projekts hat sich insbesondere die Expertise des Unternehmens im Bereich des Service der Lautsprechersysteme als hilfreich erwiesen, da es sich beim Remanufacturing im Grunde genommen um einen erweiterten vollumfänglichen Service des Lautsprechersystems handelt.

Darüber hinaus befasst sich d&b audiotechnik mit der Frage, wie das Remanufacturing zukünftig bereits bei der Entwicklung und Produktion seiner Lautsprechersysteme mitgedacht werden kann, um so optimale Voraussetzungen hierfür zu schaffen. Überlegungen beziehen sich hierbei beispielsweise auf alternative Gehäusematerialien.

Zukünftig ergibt sich für die Veranstaltungsbranche als Ganzes die Herausforderung, die Umweltwirkungen von Veranstaltungen zu erfassen und darzustellen. Außerdem müssen Maßnahmen gefunden und angeboten werden, welche die Umweltwirkungen reduzieren, ohne das Erlebnis für die Besucher zu schmälern.

Unternehmen

Die d&b audiotechnik GmbH & Co. KG wurde 1981 von Jürgen Daubert und Rolf Belz in Korb bei Stuttgart gegründet. Damals tüftelten beide noch in einer Garage. Ende der 1980er-Jahre wurde der Hauptsitz nach Backnang in eine ehemalige Spinnerei verlegt.

Als global führendes Unternehmen liefert d&b seit über 40 Jahren innovative Audiosysteme für mobile Anwendungen und feste Installationen. Mobile Anwendungen kommen z. B. auf Veranstaltungen wie Festivals, Konzerten und Musicals in Theaterhäusern zum Einsatz. Feste Installationen findet man hingegen beispielsweise in Opernhäusern, Konferenzräumen und Sportstätten. In mehr als 80 Ländern sind d&b Vertriebspartner und über 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter präsent, um auf aktuelle Anforderungen zu reagieren. Bei d&b audiotechnik ist man überzeugt, dass Lautsprecher und die dazugehörige Elektronik systematisch und als System zu bauen sind, das heißt, die Produkte werden umfassend aufeinander abgestimmt. So können d&b Lautsprecher nur mit d&b Verstärkern betrieben werden – eine exklusive, aber vorteilhafte Verbindung zugunsten maximaler Effizienz, Konsistenz und Anwendungsfreundlichkeit.



Hauptstandort d&b audiotechnik GmbH & Co. KG in Backnang

Durch diese voll integrierten Abläufe hebt sich d&b von der Masse ab.

d&b audiotechnik unterstützt verschiedene NGO Nachhaltigkeitsgruppierungen der Entertainmentindustrie und ist Mitglied in unterschiedlichen Nachhaltigkeitsgremien der Kulturwirtschaft und Verbänden.



d&b audiotechnik GmbH & Co. KG
 Eugen-Adolff-Straße 134
 D-71522 Backnang
www.dbaudio.com
 Robert Trebus
robert.trebus@dbaudio.com

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Digitaler Zwilling ermöglicht virtuelle Inbetriebnahme

KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG, Achern

Technik/Verfahrenstechnologie:

Virtuelle Inbetriebnahme für automatische Lagersysteme

Maßnahme:

Einsatz einer Software zur Vorab-Testung von Lagersystemen und frühzeitiger Fehlererkennung

Ausgangslage und Zielsetzung

Mit seinen Metallsägemaschinen, halbautomatischen und automatischen Lagersystemen, automatischen Handlingeinrichtungen für Metallstäbe, Bleche und Zuschnitte, sowie der dazugehörigen Software ist KASTO mit Sitz im badischen Achern weltweit führend.

Bislang war die Inbetriebnahme von vollautomatischen Lagersystemen enorm zeit- und energieintensiv. Die einzelnen Anlagenkomponenten müssen beim Kunden vor Ort verbunden und Schnittstellen gekoppelt werden. Dafür sind die KASTO-Techniker täglich vor Ort, was mit hohen Kosten und großer Arbeitsbelastung einhergeht. Zusätzlich ist die Inbetriebnahme mit hohen Umweltbelastungen aufgrund von Energieverbrauch verbunden. Hinzu kommen nachträgliche Anpassungen und Nacharbeiten, die wiederum beim Kunden vor Ort durchgeführt werden müssen.

KASTO vernetzt schon heute seine Produkte und setzte sich daher das Ziel, Industrie-4.0-Lösungen auch bei der Inbetriebnahme von Lagersystemen einzusetzen, um Ressourcen einzusparen und noch wettbewerbsfähiger zu werden. Hierfür sollte eine entsprechende Lösung für die virtuelle Inbetriebnahme entwickelt werden.

Herausforderung

Bisher war die Erprobung des Zusammenspiels aller Komponenten im Gesamten nur vor Ort möglich und führte zu kostspieligen Testreihen sowie langen Außeneinsätzen der Mitarbeiter. Dem soll die virtuelle Inbetriebnahme entgegenwirken – zum Nutzen des Anwenders, des Anbieters und der Umwelt.

Das Projekt war technisch herausfordernd. Zu allererst musste KASTO das Angebot der verschiedenen Anbieter analysieren, eine geeignete virtuelle Inbetriebnahme-Software auswählen und ein Projektteam mit den nötigen Kompetenzen aufbauen. Diesem stellten sich verschiedenste Fragen, unter anderem: Wie lässt sich in CAD-Daten Kinematik anwenden (d. h. Bewegungslehre und deren Gesetze) und was ist überhaupt ein digitaler Zwilling? Welches System passt besser – Hardware-in-the-Loop mit einer echten SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) oder Software-in-the-Loop mit virtueller SPS?

Idee

Bevor ein Lager in Betrieb genommen wird, digitalisiert eine Software die gesamten Prozesse. Mit dem so entstandenen digitalen Zwilling werden reale vollautomatische Lagersysteme vorab digital entwickelt und getestet. Probleme, die bisher erst vor Ort aufgefallen sind, können so frühzeitig erkannt und behoben werden – Nacharbeiten beim Kunden werden sich reduzieren oder ganz entfallen.

Umsetzung

Zusammen mit Siemens und dem Systemhaus BCT verwirklichte KASTO die virtuelle Inbetriebnahme. Während Siemens die Software für die Virtualisierung der Hardware lieferte, unterstützte BCT bei den Themen CAD und digitaler Zwilling. Gemeinsam mit seinen Projektpartnern entwickelte KASTO folgenden Prozess für die virtuelle Inbetriebnahme.

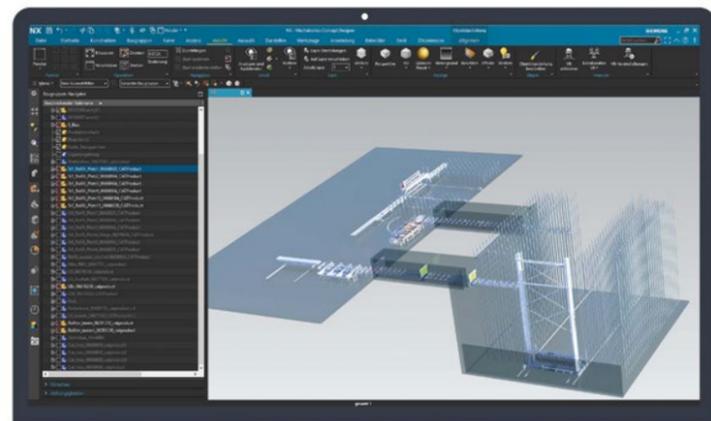
KASTO erstellt mithilfe der entsprechenden CAD-Dateien den digitalen Zwilling der fertigen geplanten Anlage. Es wird eine Software verwendet, die Kinematik auf CAD-Modelle anwendet und so ein dynamisches, mechatronisches



sches 3D-Modell der gesamten Anlage entstehen lässt. Sobald das SPS-Programm und das Lagerverwaltungsprogramm entwickelt wurden, können diese drei Teile über definierte Schnittstellen verbunden und getestet werden. Während der virtuellen Inbetriebnahme wird die komplette Hardware in Form von Steuerungen und deren Peripherie, wie bspw. Sensoren und Aktoren, virtualisiert und mit dem digitalen Zwilling verschaltet. Eine virtuelle Steuerung kontrolliert alle Abläufe des Modells. Über das digital angebundene Lagerverwaltungsprogramm werden verschiedene Aufträge gestartet und die komplette Anlage inklusive der Mechanik, Elektrik und Software in Form des digitalen Zwilling auf die volle Funktionstüchtigkeit geprüft. Auftretende Fehler können so frühzeitig erkannt und direkt behoben werden.



KASTO setzt auch bei der virtuellen Inbetriebnahme auf digitalisierte und vernetzte Systeme



Digitaler Zwilling eines Lager-systems zur Vorabprüfung von Abläufen

Mithilfe der virtuellen Inbetriebnahme verbessert KASTO, noch bevor die Anlage das Haus verlässt, die Softwarequalität und testet vorab ganze Use-Cases. Dies reduziert die notwendige Präsenzzeit beim Anwender. Durch entfallene Hotel- und Fahrtkosten entstehen weitere finanzielle Vorteile. Durch die geringere Anzahl an Fahrten lässt sich CO₂ einsparen und damit die Umwelt entlasten. Die Mitarbeiter profitieren von geringeren und kürzeren Außeneinsätzen.

Auch der Kunde hat durch die virtuelle Inbetriebnahme Vorteile. Die Dauer der Inbetriebnahme verkürzt sich durch die Vorabtests deutlich, dadurch sinken die Kosten und die Anlage ist schneller verfügbar. Darüber hinaus bleibt der vorab erstellte digitale Zwilling für die gesamte Lebensdauer der Anlage erhalten. KASTO könnte damit den Anwender auch im laufenden Betrieb optimal bei der Wartung, Instandhaltung oder Fehlerdiagnose direkt unterstützen.

Einsparungen

Noch steht der erste Praxiseinsatz der virtuellen Inbetriebnahme aus. Auf Basis von Nacharbeitslisten vergangener Projekte kann die Höhe möglicher Einsparungen jedoch abgeschätzt werden. Nach der Auswertung zweier Projekte prognostiziert KASTO ein Einsparpotenzial von mindestens 20 % aller Energieaufwände. So ließe sich mit der virtuellen Inbetriebnahme im Jahr durch die Reduzierung der Arbeitstage auf der Baustelle der Strombedarf um rund 336 MWh verringern und es könnten etwa 4.100 l an Diesel für die Fahrten zur und von der Baustelle entfallen. Das würde jährlich ca. 13 t CO₂e durch die Reduzierung von Diesel und weitere 194 t CO₂e durch die Reduzierung des Strombedarfs einsparen. Der Blick auf die Nacharbeitslisten lässt sogar eine potenziell höhere Einsparung erwarten.



Der KASTO Stammsitz im baden-württembergischen Achern

Lernziel

Prozesse können mit Hilfe der Digitalisierung ressourceneffizienter gestaltet werden. Das Projekt verknüpft zwei wichtige zukunftsfähige Elemente – Digitalisierung und Ressourceneffizienz, die so einen gemeinsamen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Durch Vorabtests der Schnittstellen werden die Techniker viele Fehler im Voraus finden und inhouse beheben können. Die virtuelle Inbetriebnahme kommt Ende des Jahres beim ersten Projekt zur Anwendung und soll zukünftig auch auf die Sägetechnik und Handling-Einrichtungen (Roboter) angewendet werden, um gesamt-einheitlich an Effizienz zu gewinnen.

Unternehmen

KASTO blickt auf mehr als 175 Jahre Tradition zurück. Die Geschichte von KASTO begann im Jahr 1844 als der Zimmermann Karl Stolzer im baden-württembergischen Achern eine Werkstatt eröffnete. Inzwischen wird KASTO von seinem Urenkel Armin Stolzer geleitet und zählt zu den ältesten Familienbetrieben

in ganz Europa. KASTO beschäftigt weltweit über 700 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen und erwirtschaftete in den vergangenen Jahren regelmäßig einen Umsatz im dreistelligen Millionenbereich.

Ein entscheidender Faktor für den anhaltenden Erfolg von KASTO ist der hohe Innovationsgrad der Säge- und Lager-Lösungen. Mehr als 170 Patente und zahlreiche Preise wie der Red Dot Design Award oder die Auszeichnung „100 Orte für Industrie 4.0“ belegen die herausragenden Leistungen in der Produktentwicklung. Neue Trends wie Digitalisierung und Vernetzung, Automatisierung und Robotik, Additive Fertigung oder Augmented Reality werden frühzeitig aufgegriffen und zu Produkten entwickelt, die dem Anwender in der Praxis einen spürbaren Mehrwert verschaffen.



Sägen. Lager. Mehr.

KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG
 Industriestraße 14
 D-77855 Achern
www.kasto.com; www.kastoshop.com
 Petra März
petra.maerz@kasto.com

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Goldgrube Späneschrott

Aesculap AG, Tuttlingen

Technik/Verfahrenstechnologie:

Zerspanung

Maßnahme:

Sortenreine Sortierung von Metallspänen mittels Röntgenfluoreszenzanalyse und Rückführung in den Rohstoffkreislauf

Ausgangslage und Zielsetzung

Am Hauptsitz der Aesculap AG in Tuttlingen produziert das Unternehmen unter anderem chirurgische Instrumente und Implantate. Bei der zerspanenden Herstellung der Produkte fallen verschiedene Metallspäne an. Darunter Aluminium-, Titan-, Edelstahl- und Kobalt-Chrom-Späne. An den anfallenden Spänen haften zudem Kühlschmierstoffe (KSS), die bei der Zerspanung zum Einsatz kommen.

Die Späne wurden bisher zwar an den Anlagen nach Fraktionen getrennt gesammelt, jedoch wurde die Reinheit der Fraktionen nicht kontrolliert. Dies hatte sich negativ auf deren Wiederverkaufswert ausgewirkt, da Fehlwürfe häufiger vorkamen. Außerdem war das Spänevolumen groß und der Platz für weitere Sammelcontainer war begrenzt, sodass das Abholintervall der Container durch den Entsorgungsfachbetrieb entsprechend kurz getaktet war. Dies hatte letztlich Entsorgungskosten zur Folge. Darüber hinaus ist jeder Abfalltransport mit CO₂-Emissionen verbunden.

Ziel war es, die Recyclingfähigkeit der Späne durch die Sicherstellung einer sortenreinen Sortierung in der Fertigung zu erhöhen sowie die Abholungen der vollen Spänecontainer durch den Entsorgungsfachbetrieb zu reduzieren. Dies sollte durch die Reduktion des Spänevolumens erreicht werden.

Herausforderung

Die bestehenden Abläufe mussten angepasst werden. Die Überprüfung der Reinheit der Metallspäne vor ihrer Zerkleinerung kam als neue Aufgabe hinzu. Es musste eine Technologie gefunden werden, mit der Fehlwürfe schnell und effizient identifiziert werden konnten, um die Reinheit der Spänefrak-

tionen sicherzustellen. Hierbei war es wichtig, den Ablauf der Überprüfung für die verantwortliche Person im Betrieb möglichst einfach und effizient zu gestalten.

Idee

Die gesammelten Späne sollten vor ihrer Zerkleinerung einer Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) unterzogen werden. Dabei werden die Späne Röntgenstrahlung ausgesetzt, um dann selbst Fluoreszenzröntgenstrahlung abzugeben. Die emittierte Strahlung ermöglicht Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Späne. Die Aesculap AG hat sich hierbei für ein handgeführtes Röntgenfluoreszenzgerät entschieden, welches schnelle und einfach zu interpretierende Ergebnisse liefert. Es ermöglicht der verantwortlichen Person ein hohes Maß an Flexibilität und wird zur Analyse einfach über die Spänebehälter gehalten. Die verantwortliche Person wird mindestens einmal jährlich im sicheren Umgang mit dem Gerät geschult. Zudem wurde eine Arbeitsanweisung zur sortenreinen Trennung der Metallspäneabfälle erstellt. Alle am Prozess beteiligten Abteilungen und Personen wurden zu dieser Arbeitsanweisung geschult. Die Schulung wird in regelmäßigen Abständen wiederholt.

Umsetzung

Bei der Umsetzung der Optimierungsmaßnahme haben die Abteilungen Zentrale Dienste Umwelt und Zentrale technische Dienste eng mit verschiedenen Unternehmen zusammengearbeitet. Die Späne werden nun in der Fertigung direkt an der Anlage in nach Fraktionen beschriftete Spänekübel befördert. So wird eine sortenreine Trennung schon an der Zerspanungsanlage erreicht. Hierbei wird nach Aluminium, Titan, Kobalt-Chrom und



Metallspäne-Schredderanlage bestehend aus mehreren Einzelanlagen

Bild rechts: Sammlung der Späneabfälle direkt an den Zerspanungsanlagen in beschrifteten Behältern



Edelstahl sortiert. Für die sortenreine Trennung der Spänefraktionen sind die einzelnen Abteilungen verantwortlich. Die Spänekübel werden mittels eines Spänezugs aus der Fertigung an eine zentrale Sammelstelle gebracht. Von dort werden sie mit Staplern zur Schredderanlage, bestehend aus vier Schredder-Einzelanlagen, transportiert.

Dort wird jeder Spänekübel drei Mal mittels RFA überprüft. Werden bei allen drei Überprüfungen keine Fehlwürfe festgestellt, erfolgt die Zerkleinerung auf der entsprechenden Schredderanlage. Bei einem Messergebnis, das auf eine Verunreinigung der Fraktion hindeutet, müssen zehn weitere Messungen durchgeführt werden. Hierzu kann der Inhalt des Spänekübels mit Hilfe eines Trichters in einen neuen Kübel umgefüllt werden. Wenn sich keine weiteren Messergebnisse, die eine Verunreinigung anzeigen, einstellen, dann kann der Inhalt geschreddert werden. Zeigt das Messergebnis weiterhin eine Verunreinigung an, dann wird der Inhalt des Kübels als Mischspäne behandelt.

Die anhaftenden KSS werden mittels Zentrifuge abgetrennt und in einen Tank im Untergeschoss zur Abwasserbehandlungsanlage geleitet. Dort werden KSS und Waschflüssigkeiten aus Reinigungsprozessen durch Verdampfung, Ultrafiltration, Umkehrosmose, eine Ionenaustauschanlage und einen Aktivkohlefilter aufbereitet.

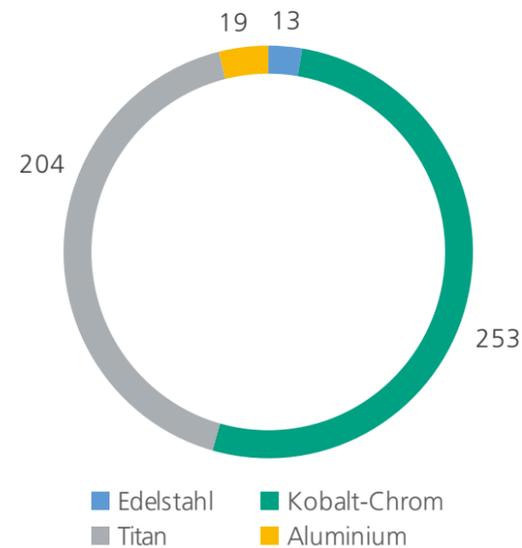
Einsparungen

Die Sammlung der anfallenden Metallspäne und die Sicherstellung ihrer Sortenreinheit ermöglichte es Aesculap im Jahr 2020, rund 230 t Späne dem Recycling zuzuführen. Dabei sind folgende Mengen der einzelnen Fraktionen angefallen: 8 t Edelstahlspäne, 16 t Kobalt-Chrom-Späne, 37 t Titanspäne und 5 t Aluminiumspäne. Zusätzlich fallen 166 t Mischspäne an, die bei der Aesculap AG nicht weiter sortiert werden können und daher bei einem Entsorgungsfachbetrieb so aufbereitet und analysiert werden, sodass sie dennoch zu 100 % einer stofflichen Verwertung zugeführt werden können.

Im Vergleich zur Erzeugung von Primärmaterial werden durch die Rückführung der Späne in den Rohstoffkreislauf unter Berücksichtigung der jeweiligen Recyclingquoten insgesamt 489 t CO₂e Treibhausgasemissionen vermieden. Bezogen auf die einzelnen Fraktionen

können folgende Beiträge zum Klimaschutz realisiert werden: Edelstahl 13 t CO₂e, Kobalt-Chrom 253 t CO₂e, Titan 204 t CO₂e und Aluminium 19 t CO₂e.

Einsparung an THG-Emissionen in t CO₂e pro Spänefraktion



Außerdem konnten die Abholzyklen der Metallspäne durch den Entsorgungsfachbetrieb aufgrund der Zerkleinerung der Späne und die damit verbundene Volumenreduktion reduziert werden.

Lernziel

Durch die Sicherstellung des Reinheitsgrades anfallender Metallspäne in Betrieben kann ein wichtiger Beitrag zur Reduktion des Verbrauchs von Primärmaterial geleistet werden, insbesondere wenn es sich um wirtschaftskritische Rohstoffe, wie etwa Titan, handelt. Essenziell für die sortenreine Trennung der Metallabfälle ist das Zusammenwirken aller am Prozess Beteiligten. Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bei der Aesculap AG werden daher regelmäßig geschult und sind in das betriebliche Vorschlagswesen zur Optimierung bestehender Prozesse eingebunden. Zukünftig sollen sie noch stärker für die Bedeutung der Abfalltrennung für die Umwelt sensibilisiert werden.

Die Aesculap AG selbst kann aufgrund der hohen Anforderungen an Medizinprodukte in Implantaten und chirurgischen Instrumenten keine Sekundärrohstoffe verwenden. Wo es jedoch möglich ist, z. B. bei Sterilcontainern, werden Sekundärrohstoffe eingesetzt.



Schredderanlage mit Zentrifuge zur Abtrennung von KSS



Das Betriebsgelände von Aesculap am Stammsitz in Tuttlingen

Darüber hinaus prüft das Unternehmen verschiedene Optimierungspotenziale der Abwasserbehandlung, wie die Weiterverwendung des Destillats in Produktionsprozessen oder der Gebäudekühlung. Außerdem wird eine Erhöhung der Verdampferkapazität oder die Möglichkeit zur Zwischenspeicherung geprüft, wodurch die überschüssige Menge an KSS und Waschflüssigkeit ebenfalls dem Verdampfer zugeführt wird und die externe Entsorgung durch den Entsorgungsfachbetrieb vollständig entfallen könnte.

Unternehmen

Aesculap ist verlässlicher Partner für alle Behandlungskonzepte in Chirurgie, Orthopädie und interventioneller Gefäßmedizin. Ob chirurgische Instrumente, Nahtmaterial, Implantate oder Sterilcontainer – das Medizintechnikunternehmen strebt nach Innovationen, die medizinischen Fortschritt bringen. Aesculap gehört mit seinen 3.345 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen am Stammsitz in

Tuttlingen und den 12.200 Beschäftigten weltweit zur B. Braun-Gruppe. Seit 1976 ist Aesculap Teil des familiengeführten Konzerns mit über 64.000 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen in 64 Ländern. B. Braun ist einer der führenden Hersteller von Medizintechnik- und Pharma-Produkten und Dienstleistungen weltweit. Durch konstruktiven Austausch entwickelt B. Braun hochwertige Produktsysteme und Serviceleistungen, die weitergehen und weiterführen – und verbessert so die Gesundheit von Menschen auf der ganzen Welt.



Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Aesculap AG

Am Aesculap-Platz
D-78532 Tuttlingen
www.bbraun.com
Isabell Riester
isabell.riester@aesculap.de

Neo 3R – Ein Seil aus Seilen

EDELRID GmbH & Co. KG, Isny im Allgäu

Technik/Verfahrenstechnologie:
Seil aus Pre-Consumer-Seilabfällen

Maßnahme:

Entwicklung und Markteinführung eines dynamischen
Bergseils aus 50 % recycelten Pre-Consumer-Seilabfällen

Ausgangslage und Zielsetzung

Das Ziel der EDELRID GmbH & Co. KG ist es, Ideen zu verwirklichen, die eine freie und unbeschwerte Bewegung in der vertikalen Welt ermöglichen. Ob am Felsen, in der Kletterhalle, bei Höhenarbeiten oder in der Baumpflege, EDELRID kann auf einen über 150-jährigen Erfahrungsschatz zurückblicken. Das Unternehmen mit Sitz im Allgäu produziert von der Kletterausrüstung für Berg- und Hallensport bis zur persönlichen Schutzausrüstung für den gewerblichen Bedarf, Produkte, die das Bewegen und Arbeiten in der Vertikalen sicher gestalten.

EDELRID hat den Anspruch, die eigenen Produkte bis ins letzte Detail zu verstehen und diese so immer weiter zu verbessern – von der Wahl der Materialien, über die Anwendung bis hin zu Haltbar- und Umweltverträglichkeit. Ein Ansatzpunkt ist dabei auch, die Prozesse in der eigenen Produktion am Standort in Isny modern und ressourcenschonend zu gestalten.

Das Recycling von Kunststoffen wie Polyamid ist im Allgemeinen ein etablierter Prozess. Recycling kann dabei sowohl mechanisch, chemisch als auch in Form von thermischer Verwertung stattfinden. Das energieschonendste Verfahren stellt dabei das mechanische Recycling dar. Die Verwendung eines mechanisch recycelten Polyamids in Dynamikseilen ist jedoch eine große Herausforderung, da der Recyclingprozess zu einem minderwertigen Material führt, welches für sehr anspruchsvolle Anwendungen unbrauchbar ist. Bisher war es technisch nicht möglich, aus diesem Material Seile herzustellen, die den hohen Sicherheitsanforderungen nach EN 892 (für dynamische Bergseile) entsprechen.

EDELRID setzte sich das Ziel, genau diese Herausforderung zu lösen.

Herausforderung

Die technische Herausforderung des Projekts bestand darin, dass der Einsatz von Recyclingmaterial in den Seilen keinen negativen Einfluss auf deren Funktion haben durfte. Das fertige Produkt muss die geltenden Sicherheitsanforderungen und Normen weiterhin erfüllen und haptisch gleichwertig zu Neumaterial sein. Weiterhin galt es, viele logistische Herausforderungen zu lösen und die Wertschöpfungskette um das recycelte Seil aufzubauen.

Idee

Im Rahmen eines ZIM-geförderten Forschungsprojekts war es das Ziel, zusammen mit der RWTH Aachen und HOFFMANN + VOSS (Aufbereiter von Kunststoffen) einen Prozess zu entwickeln, der es ermöglicht, die in der Produktion anfallenden Seilabfälle als Rohmaterial wieder der Seilfertigung zuzuführen. Dabei galt es, einen Recyclingprozess für das Material zu definieren, den Spinnprozess zu kontrollieren und im letzten Schritt das Upscaling anzugehen.

Umsetzung

Nach sechs Jahren intensiver Forschung ist es EDELRID mithilfe der externen Partner schließlich gelungen, eine Methode zur Herstellung vollwertig zertifizierter Seile nach EN 892/UIAA aus Pre-Consumer-Seilabfällen zu entwickeln. Dadurch können in der Produktion anfallende Seilabfälle direkt wieder dem Produktionskreislauf zurückgeführt werden.

Hierzu wird von externen Partnern in einem mehrstufigen Prozess das zu recycelnde



Essenzielle Ausrüstung für jeden Kletterer – Das dynamische Kletterseil

Bild rechts: Das NEO 3R im Einsatz





Tanz der Klöppel – Eine Flechtmaschine vereint Seilmantel und -kern

Material zermahlen und zu Agglomerat verarbeitet. Durch Zugabe von Additiven, die das Polymer stabilisieren und UV-Schutz geben, wird das Compound hergestellt und als Granulat dem Schmelzspinnprozess zugeführt. Die Herausforderung besteht darin, spinnbares Material zu erhalten, aus dem hochfeste Multifilament-Garne produziert werden können. Viskosität und Reinheit spielen dabei eine entscheidende Rolle und müssen ständig überwacht werden. Im Dezember 2018 wurde zum ersten Mal ein Seil geflochten, welches die Normprüfung nach EN 892 (Dynamische Bergseile) bestand.

Im Jahr 2020 konnte das Seil dann in die Serienfertigung gehen. Zur Sicherung der Prozessstabilität wird das Recyclinggarn mit Neumaterial gemischt. So werden die hohen Anforderungen an Festigkeit, Dehnung etc., welche am EDELRID-Standort in Isny standardmäßig überprüft werden, stets gewährleistet.



Vollwertig zertifiziert nach EN 892/UIAA



Aus Seilabfällen wird ein neues Seil

Einsparungen

Durch die Rückführung der Produktionsabfälle in den Produktionskreislauf werden Seile mit 50 % Recyclinganteil hergestellt. Dies bedeutet, dass nur die Hälfte an neuwertigem Polyamid verwendet werden muss. Insgesamt wurden in den Jahren 2020 und 2021 6 t des NEO 3R Seils produziert, wodurch 3 t Primärrohstoff substituiert werden konnten. Unter Berücksichtigung der Aufwände des Recyclingprozesses wurden durch diese Maßnahme etwa 31 t CO₂e vermieden.

Lernziel

Die hier vorgestellte Maßnahme ist für EDELRID ein Innovationsprojekt und hat nicht das Ziel, sich in kürzester Zeit zu amortisieren. Edelrid will vielmehr ein Zeichen setzen, dass mechanisches Recycling auch für technisch sehr anspruchsvolle Textilien möglich ist. Langfristiges Ziel dieser Idee ist es, Seile aus Post-Consumer-Seilen herzustellen. Zuerst muss jedoch der aktuelle Prozess stabilisiert und für die breite Serienfertigung optimiert werden. Hieraus gewonnene Erfahrungswerte können dann im Folgenden in die Wiederverwertung gebrauchter Kletterseile einfließen.

Unternehmen

Klettern liegt EDELRID in den Genen, ob am Felsen, in der Halle, in Schnee und Eis, in Bäumen oder an industriellen Strukturen. Seit über 150 Jahren glaubt EDELRID daran, dass es wichtig ist, Grenzen zu verschieben, neugierig zu bleiben und die Freude an der vertikalen Welt zu teilen. Darum entwickelt das Unternehmen seine Produkte und Lösungen stetig weiter, von der Kletterausrüstung im Berg- und Hallensport, bis hin zur persönlichen Schutzausrüstung (PSA) für gewerbliche Anwendungen. Als im Allgäu verwurzelter Hersteller produziert EDELRID in der eigenen Seilerei sein komplettes Portfolio an Bergsportseilen, Statikseilen, Reepschnüren sowie Leinen für Gleitschirme und viele industrielle Anwendungen.



Lebensversicherung Seil: Höchste Sicherheitsanforderungen und mechanisches Recycling müssen kein Paradoxon sein



Bulletproof Karabiner und NEO 3R – Zwei innovative Ansätze für Ressourcenschonung in der Produktentwicklung



EDELRID GmbH & Co. KG
 Achener Weg 66
 D-88316 Isny im Allgäu
www.edelrid.com
 Sarah Lenz
s.lenz@edelrid.de

Abfälle – Eine unterschätzte Ressource

KORN Recycling GmbH, Albstadt

Technik/Verfahrenstechnologie:
Veredelung von Sortierfraktionen
Maßnahme:
Gewinnung von Metall- und mineralischen Fraktionen aus dem Gewerbeabfall

Ausgangslage und Zielsetzung

Die KORN Recycling GmbH ist ein Recyclingunternehmen mit Hauptsitz in Albstadt. KORN ist spezialisiert auf die Entsorgung von Abfällen aus Industrie-, Handels- und Gewerbeunternehmen, Kommunen sowie privaten Haushalten. Seit 20 Jahren produziert KORN Ersatzbrennstoffe für die Energiegewinnung in der Zement- und Energiewirtschaft.

Bei der Firma KORN werden in Form von gemischtem Gewerbeabfall, gemischtem Bau- und Abbruchabfällen sowie dem kommunalen Sperrmüll auch wertvolle Ressourcen angeliefert. Vor allem bei der Separierung von Altmetallfraktionen aus den Abfallgemischen, fällt ein Sammelsurium an Schrotten und Metallen an. Diese Gemische sind zwar sehr werthaltig, die Vermarktung bzw. Wiederverwertung ist aber aufgrund der Zusammensetzung unterschiedlicher Materialien und Fremdanhaftungen problematisch. Ebenso lassen sich bei der automatischen Separierung von mineralischen Fraktionen mittels Röntgentechnik Fehlwürfe und andere Verunreinigungen noch nicht vermeiden, wodurch sich der Abfall zunächst nicht als Sekundärrohstoff eignet.

Um diese Probleme zu lösen, hat KORN eine Aufbereitungslinie errichtet, die mit am Markt erhältlichen Sortieraggregaten sortenreine Materialfraktionen generiert. Ziel war es, die einzelnen Fraktionen den einzelnen Rohstoffkreisläufen wieder sortenrein zuzuführen.

Herausforderung

Aufgrund der Tatsache, dass es sich um inhomogene Wertstofffraktionen aus Schrott/Metall bzw. aus mineralischen Gemischen handelt, bestand die Herausforderung darin,

eine Anlagentechnik zu entwickeln, die die qualitativen Anforderungen an die Separierung sowie die arbeits- und immissionsschutzrechtlichen Vorgaben erfüllt.

Idee

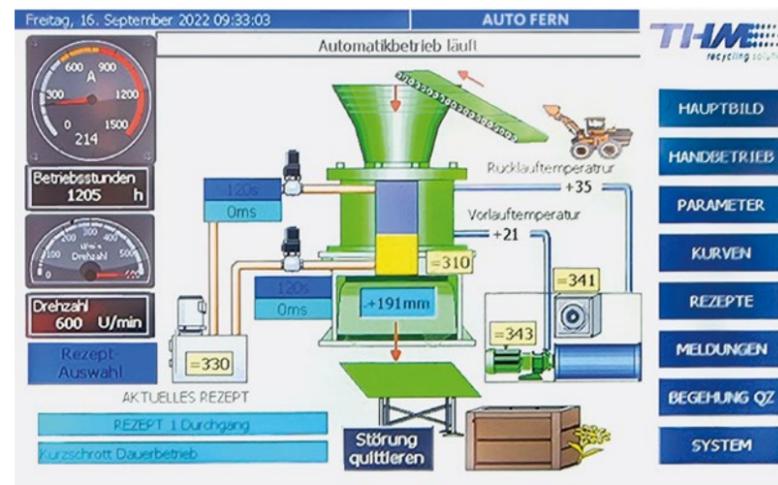
Für die Rückgewinnung von hochwertig recyclebaren Sekundärrohstoffen aus Schrott- und gemischten Metallfraktionen sowie mineralischen Fraktionen aus der Sortierung sollte eine Nachreinigung in die Aufbereitungslinie integriert werden. Dies sollte es ermöglichen, den mineralischen Anteil von den nicht mineralischen Verunreinigungen zu trennen. Die gereinigte Fraktion sollte anschließend als Recyclingmaterial oder Versatzbaustoff verwertet werden. Die Schrott- bzw. Metallanteile sollten sortenrein getrennt und einer rohstofflichen Verwertung zugeführt werden. Die aussortierten Verunreinigungen aus Kunststoffen, Holz, Textilien, Verbundstoffen usw. sollten wieder zur Ersatzbrennstoffaufbereitung eingesetzt werden.

Umsetzung

Bei den aufzubereitenden Eingangsmaterialien handelt es sich entweder um vorsortierte Schrott- und Metallabfälle oder die mineralische Fraktion aus der Vorbehandlungsanlage für gemischte Gewerbe-, Bau- und Abbruchabfälle sowie Sperrmüll. Aufgrund der noch vorhandenen Verunreinigungen bzw. Anhaftungen wie z. B. Folien, Kunststoffbänder, Holzreste oder Textilien, ist im Ausgangszustand bisher noch keine hochwertige Wiederverwertung möglich. Hier setzt die von KORN entwickelte Aufbereitungslinie an. Unterschiedliche, serienmäßig erhältliche Sortieraggregate wie z. B. Querstromzersetzer, Überbandmagnete, Wirbelstromscheider, Windsichter und diverse Siebaggregate

Bild rechts:
Teilansicht der
Aufbereitungsanlage:
Technischer
Querstromzersetzer





Bedienpad des Querstromzerspaners

wurden verfahrenstechnisch sinnvoll zu einer Gesamtanlage verknüpft.

Zu Beginn war eine klare Zielsetzung wichtig, insbesondere hinsichtlich der Beschaffenheit der Abfälle nach der Behandlung. Im mineralischen Bereich ist hierbei nicht nur die Optik der sortierten Abfälle wichtig, vielmehr geht es um die chemischen Parameter, die je nach Verwertung- bzw. Entsorgungsweg eingehalten werden müssen. Deshalb ist eine umfangreiche analytische Begleitung notwendig. Bei den Schrott- bzw. Metallabfällen ist die Sortenreinheit der aufbereiteten Fraktionen wesentlich. Besonders wichtig ist, dass die von den weiteren Aufbereitern, Stahlwerke bzw. Schmelzhütten für Aluminium, Zink oder Kupfer, geforderten Qualitätskriterien verlässlich eingehalten werden. Nur so kann hochwertiges Recycling realisiert und die bestmöglichen Erlöse auf den Sekundärrohstoffmärkten erzielt werden. Beim Recycling darf der wirtschaftliche Aspekt nicht aus den Augen verloren werden.

Bei der Gesamtsteuerung der Anlage, die von hauseigenen Informatikern und Elektronikern konzipiert wurde, lag der Fokus auf einer einfachen Bedienung der Anlage. Ebenso waren die Leistungsfähigkeit sowie die sichere Bedienung und Wartung der Anlage Grundvoraussetzungen für die Umsetzung des Projekts.

Die mineralische als auch die Eisen- und Nichteisen-Metall-Fraktion durchlaufen getrennt voneinander ähnliche Verfahrensschritte, die nachfolgend beschrieben werden. Die Aufgabe der beiden Fraktionen

erfolgt jeweils in einem Bunker. Die mineralische Fraktion wird mithilfe von frequenzgesteuerten Aggregaten wie Bunkerband, höhenverstellbarer Dosiertrommel und Auszugsband aufgeschlossen und in einer kontinuierlichen Schichthöhe weiter transportiert. Danach werden mit einem Überbandmagneten die Eisenfraktionen (FE-Schrott) abgetrennt. Darauf folgt eine Siebung in drei Korngrößen: 0-3 mm, 3-40 mm und >40 mm. Die Eisen- und Nichteisen-Metall Fraktion wird hingegen mit einem Querstromzersetzer aufgeschlossen und zerkleinert. Es erfolgt ebenfalls eine Siebung in die drei genannten Korngrößen. Die sandige 0-3 mm Fraktion wird für beide Fraktionen direkt in einer Lagerbox erfasst.

Die 3-40 mm Fraktion gelangt über eine Vibrorinne in einen ZZ-Windsichter. Dort erfolgt eine Trennung von Schwer- und Leichtgut. Im Falle der mineralischen Fraktion wird das Schwergut in einem Wirbelstromabscheider in eine Nichteisen- (Aluminium und Nichteisen-Gemisch) und eine Mineralik-Fraktion getrennt. Beide Fraktionen werden über separate Förderbänder sortenrein in Boxen transportiert. Das Schwergut der Eisen- und Nichteisen-Metall-Fraktion wird in einem Wirbelstromabscheider in eine Nichteisen- (Aluminium und Nichteisen-Gemisch) und eine Eisen-Fraktion getrennt und anschließend ebenfalls über separate Förderbänder sortenrein in Boxen transportiert.

Das Leichtgut der mineralischen Fraktion wird über den Luftstrom in ein Silo transportiert und anschließend über eine Zellenradschleuse ausgetragen. Es folgt ein Überbandmagnet, um die restlichen kleineren Eisenteile zu entfernen. Somit ist das Endprodukt Leichtgut sortenrein. Für das Leichtgut der Eisen- und Nichteisen-Fraktion wird ebenso verfahren.

Die >40 mm Fraktion durchläuft ein fast identisches Verfahren. Nur wird der ZZ-Windsichter durch einen Windsichter ersetzt, der für größere Fraktionen geeigneter ist. Das Leichtgut, bestehend aus Folien, Papier und Textilresten, wird durch den individuell einstellbaren Luftstrom in einer Box erfasst und wieder der Ersatzbrennstoffaufbereitung zugeführt. Das Schwergut/Mineralik wie Beton, Steine und andere mineralischen Stoffe werden auf einem Sortierband von Hand nochmals kontrolliert und restliches Leichtgut/ Nichteisen-Metalle usw. aussortiert.

Die so sortierten Schrott- bzw. Metallfraktionen können entweder direkt in Schmelzwerke oder über spezialisierte Zwischenhändler vermarktet werden. Der Rest eignet sich als Ersatzbrennstoff für Kraftwerke.

Die Aufbereitungslinie von KORN kann ebenso wertvolle Ressourcen aus mineralischen Fraktionen gewinnen. Am Ende liegen Eisen, Aluminium, Kupfer, Messing, Elektrokabel, Gips und Porenbeton sortenrein vor.

Einsparungen

Mit der Aufbereitungslinie kann KORN jährlich 600 t Nichteisen-Metalle, 4.350 t Stahl und Eisen sowie 5.300 t mineralische Fraktion aus den Gewerbeabfällen zurückgewinnen und dem Rohstoffkreislauf zuführen. Die Gewinnung der Sekundärrohstoffe führt jährlich zu einer Vermeidung von 11.100 t CO₂e.

Lernziel

Unterschiedliche Abfälle können durch entsprechende Behandlung wieder zu wertvollen Ressourcen aufbereitet werden, welche als Sekundärrohstoffe dazu beitragen, den Bedarf an Primärrohstoffen zu reduzieren. Die Maßnahme zeigt, dass es hierfür nicht notwendig ist, neue Technologien zu entwickeln, sondern dass Erfolge durch die geschickte Kombination von vorhandenen Technologien erreicht werden können. Die Aufbereitungslinie beinhaltet zwar bis dato noch eine Handsortieranlage, die zukünftig jedoch sensorgestützt arbeiten soll.

Unternehmen

KORN ist ein zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb mit Hauptsitz in Albstadt. Rohstoffe und Energiegewinnung sind besser als Altlasten. Dieser Grundsatz wird mit innovativen Technologien und der Tatkraft der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen verfolgt, was zur höchsten Präzision in der Mülltrennung führt. So betreibt KORN eine der modernsten Gewerbeabfallsortier- und Ersatz-Brennstoffaufbereitungsanlagen. Die Kernkompetenz des Unternehmens ist die Entsorgung von Abfall von

Industrie-, Gewerbe- und Handelsunternehmen sowie von privaten Haushalten. Ziel ist es, für alle Abfallarten die richtige und umweltgerechte Lösung zu bieten. Ganz besonders das Recycling und die Nutzarmachung von Abfällen stehen im Zentrum ständiger Innovation. So produziert KORN seit 2002 hochwertige Ersatzbrennstoffe für die Energiegewinnung in der Zementindustrie und Energiewirtschaft.



Mineralik-Fraktion, verunreinigt



Mineralik-Fraktion, gereinigt



Eisen-Fraktion, verunreinigt



Eisen-Fraktion, gereinigt



Nichteisen-Fraktion, gereinigt



KORN Recycling GmbH
 Unter dem Malesfelsen 35-45
 D-72458 Albstadt
www.korn-recycling.de
 Wolfgang Kowalczyk
wolfgang.kowalczyk@korn-recycling.de

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.

Recycling flüssiger Medien durch Membrantechnologie

RECOSOIL Recycling GmbH, Überlingen und Konradin Druck GmbH, Leinfelden-Echterdingen

Technik/Verfahrenstechnologie:
Mehrstufige Membrantechnologie

Maßnahme:

Recycling von Lösungsmittel und flüssigen Medien

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Druckindustrie ist zur Reinigung ihrer Maschinen auf große Mengen komplexer technischer Lösungsmittel angewiesen, die mit hohen Kosten verbunden sind. Die nach der Reinigung verschmutzten Lösungsmittel werden im Anschluss oft thermisch verwertet – wodurch sich zwar in begrenztem Maß Energie zurückgewinnen lässt, aber das Medium selbst und die darin enthaltenen wiederverwertbaren Bestandteile verloren gehen. Mit diesem ineffizienten Prozess sah sich Hellmut Funk – schon seit den 1990er-Jahren in der Druckbranche tätig – stetig konfrontiert. Vor diesem Hintergrund gründete er 1996 die RECOSOIL Recycling GmbH mit dem Ziel, ein Recyclingsystem für verschmutzte Lösungsmittel-Wassergemische aus Druckereien mit Bürstendrucktuchwaschanlagen zu schaffen. Das RECOSOIL-Recycling-System hilft Druckereien seither nachhaltig zu handeln und gleichzeitig Kosten zu sparen.

Ein Kunde der RECOSOIL Recycling GmbH ist die Konradin Druck GmbH, die in Leinfelden-Echterdingen Kataloge, Zeitschriften und Akzidenzdrucke im Offsetdruckverfahren produziert. Für den Reinigungsprozess der Maschinen benötigt die Druckerei monatlich 1.000 l Lösungsmittel. Diese werden jedoch nicht thermisch verwertet, sondern wiederaufbereitet und anschließend in den Produktionsprozess zurückgeführt. Je nach Zustand des Lösungsmittels können mindestens 80 % des eingesetzten Lösungsmittels wiederverwendet werden und beachtliche ökonomische und ökologische Vorteile realisiert werden. Neben der Konradin Druck GmbH profitieren auch zahlreiche Druckereien in Deutschland und Österreich vom RECOSOIL-System.

Herausforderung

Bei den eingesetzten Lösungsmitteln handelt es sich um ein mit Inhibitoren und Additiven versetztes Rohölprodukt. Nach dem Reinigen der Maschinen in der Druckerei befinden sich Wasser, Bindemittel, Pigmente und Papierstaub im Lösungsmittel. Diese Rückstände müssen entfernt werden, um das Lösungsmittel wiederverwenden zu können. Für RECOSOIL bestand die Herausforderung bei der Entwicklung eines Verfahrens darin, eine Aufbereitungstechnik zu finden, welche die Funktion des technisch hochwertigen Lösungsmittels erhält und im Gegensatz zu einer Destillation die wichtigen Additive und Inhibitoren nicht zerstört, denn nur dann kann es problemlos in der Produktion wiedeingesetzt werden.

Idee

Anstatt die teuren Lösungsmittel nach einmaliger Nutzung thermisch zu verwerten, wollte Hellmut Funk nach einem nachhaltigeren Verfahren suchen. Zusammen mit einem Partner fand er dieses in der Anwendung einer speziellen Membrantechnologie: Diese ist in der Lage, das genutzte Lösungsmittel von den genannten Rückständen zu befreien ohne die wichtigen Bestandteile zu schädigen, wodurch es anschließend wiederverwendet werden kann.

Umsetzung

Nach der erfolgreichen Entwicklung und Erprobung der Technologie, für die RECOSOIL auch ein Patent angemeldet hat, wurde zunächst eine mobile Lösung auf den Markt gebracht. Dabei wurden die Lösungsmittel direkt vor Ort bei den Kunden aufbereitet. Innerhalb kurzer Zeit nahm das Interesse am Angebot von RECOSOIL stark zu, so dass die



Papierrollenlager

Bild rechts:
Verschmutzter Lösungsmittel-
abfall nach dem Recycling





Leitstand einer Offsetdruckmaschine bei Konradin Druck

Kapazitäten der mobilen Lösung nicht mehr ausreichen, um allen Kundenanfragen nachzukommen. Daher musste ein Partner für einen dauerhaften Produktionsstandort gefunden werden.

Die SÜDÖL GmbH in Eisligen/Fils konnte hierfür als Produktionspartner gewonnen werden und setzt seit nunmehr 19 Jahren das RECOSOIL-Recycling-System technisch um. Die Qualität des recycelten Produkts wird ebenfalls im Labor vom Produktionspartner SÜDÖL überprüft, um sicherzustellen, dass es sich qualitativ auf dem Niveau von unbenutztem Lösungsmittel befindet. Die Bereiche Vertrieb, Entwicklung und Marketing werden seit jeher erfolgreich von Überlingen aus gesteuert.



Heatset-Rotationsdruckmaschine Konradin Druck

Die Konradin Druck GmbH nimmt seit rund fünf Jahren die Recycling-Dienstleistung der RECOSOIL GmbH erfolgreich in Anspruch: Durchschnittlich werden im Monat 1.000 l an verschmutztem Lösungsmittel vor Ort gesammelt und anschließend zur Aufbereitung an den Produktionsstandort in Eisligen gebracht. Bei der nächsten Abholung von verunreinigtem Lösungsmittel wird das recycelte wieder angeliefert.

Einsparungen

Von der Konradin Druck GmbH werden jährlich 12.000 l gebrauchtes Lösungsmittel dem Aufbereitungsprozess zugeführt, daraus entstehen etwa 9.600 l aufbereitetes Lösungsmittel. Im Zuge der Aufbereitung entstehen Treibhausgas-Emissionen durch den Hin- und Rücktransport, die Absaugung, die Ultrafiltration und den Einsatz von Flockungschemikalien. Insgesamt betragen die mit der Aufbereitung verbundenen Emissionen 0,6 t CO₂e pro Jahr. Bei der Produktion von 9.600 l Neuware würden hingegen 5,2 t CO₂e entstehen. So werden durch die Maßnahme jährlich etwa 4,6 t CO₂e vermieden.

Lernziel

Das Recycling des eingesetzten Lösungsmittels leistet einen wichtigen Beitrag zur Realisierung von ökonomischen und ökologischen Einsparungen innerhalb der Druckbranche. Abseits der Druckbranche ist RECOSOIL stetig auf der Suche nach weiteren Anwendungsbereichen für seine Technologie, damit auch andere Branchen davon profitieren können. Hierfür muss noch viel Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit geleistet werden, denn



Ausschnitt der RECOSOIL-Produktion bei Südöl



Werkhof Südöl



Chemisches Prüflabor

trotz der hochwertigen Qualität des Lösungsmittels haben recycelte Produkte oft noch nicht die gleiche Markt- und Kundenakzeptanz wie Neuware.

Unternehmen

Die RECOSOIL Recycling GmbH wurde 1996 von Hellmut Funk in Überlingen gegründet. Seit jeher fühlt sich das Unternehmen dem Ziel verpflichtet, ökologisch orientierte Innovationen zu entwickeln, die sich für den Kunden wirtschaftlich sinnvoll einsetzen lassen. Das war Mitte der 1990er-Jahre noch harte Pionierarbeit. Inzwischen zählen seit vielen Jahren die größten Unternehmen der deutschen Druckbranche zu den Kunden von RECOSOIL. Kundenzufriedenheit hat bei RECOSOIL oberste Priorität.

Unter dem Dach der renommierten Konradin Mediengruppe ist die Druckerei Konradin Druck GmbH am Standort Leinfelden bei Stuttgart heute eine der effizientesten Rollenoffsetdruckereien in Deutschland. Mit einer hochmodernen Produktionsausstattung werden Druckaufträge auf Rollendruckmaschinen mit 16 und 72 Seiten oder Bogendruckmaschinen produziert.

RECOSOIL
Recycling GmbH

**konradin
druck** | intelligent
Medien
produzieren

RECOSOIL Recycling GmbH
Obertorstraße 5
D-88622 Überlingen
www.recosoil.de
Hellmut Funk
funk@recosoil.de

Konradin Druck GmbH
Kohlhammerstraße 1-15
D-70771 Leinfelden-Echterdingen
www.konradin-druck.de
druck@konradin.de

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen

MUDCLEANER – Ressourcenschonendes Bohrschlammrecycling

Max Wild GmbH, Berkheim

Technik/Verfahrenstechnologie:

Horizontalbohrungen

Maßnahme:

Entwicklung eines mobilen und stationären
Aufbereitungsverfahrens von Bohrschlamm

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Max Wild GmbH mit Sitz in Berkheim bietet verschiedene Leistungen im Bereich Abbruch, Bau und Logistik an. Zum Leistungsspektrum des Unternehmens gehört auch das Verlegen von Leitungen für unterschiedliche Zwecke. Wurde früher beim Verlegen von Leitungen stets ein Graben ausgehoben, werden heute zunehmend Horizontalbohrungen durchgeführt.

Mittels der gesteuerten Horizontalbohrtechnik (HDD) können unterirdisch Leitungen für Öl, Gas, Wasser, Abwasser, Strom oder Telekommunikation verlegt werden. Der Aufbruch von Straßen und Aushubarbeiten entfallen bei diesem minimalinvasiven Verfahren. Eine Horizontalbohrung umfasst typischerweise drei Schritte. Im ersten Arbeitsschritt wird die sogenannte Pilotbohrung durchgeführt. Dabei strebt der Bohrkopf auf einer genau berechneten Route durch das Erdreich. Die Ortung erfolgt über eine spezielle Sonde, sodass bestehende Leitungen, Baumwurzeln oder andere Hindernisse gezielt umfahren werden können. Im nächsten Arbeitsschritt, der Räumung, wird das Bohrloch auf den benötigten Durchmesser aufgeweitet. Letzter Arbeitsschritt ist schließlich das Einziehen der gewünschten Leitungen.

Die Kehrseite der Horizontalbohrtechnik ist ihr hoher Wasser- und Bentonitverbrauch. Im Zuge der Bohrung wird in allen drei Schritten eine Bentonit-Bohrspülung (ein Gemisch aus Wasser und Bentonit) zum Bohrkopf gepumpt. Diese dient der Stabilisierung des Bohrkanals, zum Kühlen des Bohrkopfs und als Schmiermittel. Der Rohstoff Bentonit ist eine Mischung verschiedener Tonmineralien, dessen Hauptbestandteil Montmorillonit ist. Der Rohstoff

wird vorwiegend in Griechenland und der Türkei abgebaut und in den Niederlanden verarbeitet, bevor er für HDD-Verfahren in Deutschland eingesetzt wird. Der nach der Bohrung anfallende Bohrschlamm besteht aus der Bohrspülung und dem gelösten Erdreich. Laut Kreislaufwirtschaftsgesetz wird er als Abfall eingestuft und muss ordnungsgemäß recycelt oder kostenpflichtig entsorgt werden. Daher sind die vorgelagerte Vermeidung und Minimierung des zu entsorgenden Bohrschlammes dringend notwendig und wirtschaftlich sinnvoll. Außerdem können damit die Ressourcen Wasser und Bentonit in großen Mengen eingespart werden. Vor diesem Hintergrund setzte man sich bei Max Wild das Ziel, ein geeignetes Verfahren zur Aufbereitung des Bohrschlammes zu entwickeln.

Herausforderung

Zunächst bestand die größte Herausforderung darin, den Bohrschlamm auf der Baustelle so aufzubereiten, dass alle Feststoffe entfernt werden und dieser keinen Sandanteil mehr enthält. Denn ein möglicher Sandanteil im aufbereiteten Bohrschlamm führt zu einer Beschädigung der Pumpen der Bohranlage. Durch die Entfernung aller Feststoffe kann der gereinigte Bohrschlamm wieder in den Bohrkreislauf zurückgeführt und eine Recyclingquote von nahezu 100 % erreicht werden.

Die zweite wesentliche Herausforderung war es, die Aufbereitung des belasteten Bohrschlammes nach Fertigstellung der Bohrung so zu gestalten, dass das daraus erzeugte Wasser den gesetzlichen Vorgaben entspricht. Das Wasser kann anschließend als Prozesswasser wiederverwendet werden. Das Zusammenspiel der einzelnen technischen Komponenten musste genau abgestimmt werden.



Inhouse-Innovation von Max Wild: der MUDCLEANER-Truck



Bild rechts:
Offene Seitenansicht des
MUDCLEANER-Trucks

Idee

Aufgrund des hohen Wasser- und Bentonitbedarfs im Bereich der Horizontalbohrungen sollte eine Lösung entwickelt werden, um diese beiden Ressourcen einzusparen. Zudem sind weitere logistische Vorteile mit dem Recycling verbunden.

Es sollte mithilfe einer mobilen Anlage der Bohrschlamm direkt auf der Baustelle recycelt werden und gleichzeitig eine stationäre Anlage an einem Standort der Max Wild GmbH aufgebaut werden.

Der angedachte Prozess sollte wie folgt ablaufen. Die mobile Anlage recycelt auf der Baustelle den anfallenden Bohrschlamm, wodurch die Bohrspülung auf der Baustelle immer wieder verwendet werden kann. Am Ende der Bohrung verbleiben die sogenannten Cuttings, d. h. Erdreich, welches während des Bohrprozesses gelöst und ausgetragen wird, sowie die zu Beginn angemischte Bohrspülung. Diese Bohrspülung darf aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen nicht auf die nächste Baustelle transportiert und verwendet werden, weshalb diese zur stationären Anlage gebracht und je nach Analytik aufbereitet werden muss. Die Kombination aus stationärer und mobiler Variante soll für einen optimalen Ablauf des Recyclingprozesses sorgen.

Umsetzung

Unter dem Namen MUDCLEANER konzipierte und entwickelte ein Projektteam aus den unterschiedlichen Abteilungen bei Max Wild sowohl die stationäre als auch die mobile Anlage zur Aufbereitung des Bohrschlammes. Die stationäre Anlage steht im Entsorgungszentrum Eichenberg und hat eine Kapazität von ca. 30.000 t Bohrschlamm pro Jahr. Die mobilen Anlagen, die sogenannten MUDCLEANER-Trucks, werden auf Basis eines MAN Lkws in der Firmenzentrale von Max Wild produziert und anschließend verkauft. Die Technologie ist bei Max Wild bereits im täglichen Einsatz.

Der Ablauf des kombinierten Verfahrens gestaltet sich wie folgt: Auf der Baustelle wird zuerst der Bohrschlamm aus der Grube mithilfe von Pumpen in den Lkw gefördert. Mit dem Ziel die Fest- und Flüssigfraktion des Schlammes zu trennen, wird hier über ein Rüttelsieb/Shaker die erste Separation der groben Bestandteile vorgenommen. Anschließend wird der Bohrschlamm zur Feinab-

scheidung in eine Zentrifuge gefördert und dort gereinigt. Nach diesen Aufbereitungsschritten wird der gereinigte Bohrschlamm in Tanks gespeichert und kann für die Bohrung wiederverwendet werden. Der beschriebene Kreislauf wird kontinuierlich wiederholt. Somit kann das eingesetzte Wasser und Bentonit immer wieder verwendet und der Bohrschlamm beinahe zu 100 % recycelt werden. Da durch dieses Verfahren eine ständige Frischwasserversorgung vermieden wird und der Bohrschlamm nicht kontinuierlich abgepumpt werden muss, sind viele Transporte redundant.

Nachdem die Bohrung vor Ort abgeschlossen wurde, wird der Bohrschlamm zur stationären Anlage in Eichenberg transportiert und im Sperrlager aufbewahrt, bis die jeweilige Analytik vorhanden ist. Anschließend wird der Bohrschlamm in den Absetzbecken gespeichert, wo sich die groben Bestandteile des Schlammes absetzen. Daraufhin wird der Bohrschlamm über ein Grobsieb und eine Zentrifuge gereinigt, um erneut eine Trennung der Fest- und Flüssigfraktion zu erhalten. Der gereinigte Bohrschlamm wird in Behältern gesammelt und kann wiederverwendet werden, sofern die Analytik dies zulässt. Im Zuge der Analytik wird geprüft, ob der Bohrschlamm Schadstoffe wie beispielsweise Zink, Nickel oder Kupfer enthält. Falls die Wiederverwendung aufgrund der Analytik ausgeschlossen wird, folgt der zweite Verfahrensschritt.

Durch die Zugabe von Flockungsmitteln, den Einsatz eines Lamellenklärs sowie der Zentrifuge wird der gereinigte Bohrschlamm so aufbereitet, dass der Rohstoff Bentonit herausgefiltert wird. Die feinen Bentonitteilchen werden dabei zu Flocken aggregiert und können abgetragen werden. Schlussendlich bleibt nur noch das Klarwasser und die Cuttings übrig, welche über das Grobsieb und die Zentrifuge abgeschieden werden. Das gewonnene Klarwasser wird als Prozesswasser wiederverwendet. Die Cuttings und das Prozesswasser werden zur Herstellung von Flüssigboden oder Betonblocksteinen vor Ort verwendet.

Einsparungen

Anhand einer Musterbaustelle soll nachfolgend das Einsparungspotenzial aufgezeigt werden. Bei der Musterbaustelle handelt es sich um die Verlegung einer Abwasserdruckleitung in Haßmersheim. Bei der HDD-Bohrung

handelte sich um eine 350 m lange Felsbohrung durch Kalk- und Mergelsteine des unteren Muschelkalks. Insgesamt konnten bei dieser Baustelle ca. 51 t Bentonit und ca. 1,72 Mio. l Frischwasser durch den Einsatz des MUDCLEANERS eingespart werden. Nicht zu vernachlässigen sind die eingesparten Transporte, die ohne eine Aufbereitung für diese Mengen notwendig gewesen wären. Lediglich ca. 81 m³ der Bohrspülung mussten am Ende der Bohrung in der stationären Anlage mithilfe von Flockungsmitteln aufbereitet werden. Im Gegensatz zur konventionellen Bohrentechnik konnten bei dieser Baustelle etwa 207 t CO₂e vermieden werden. Im vergangenen Jahr wurden 34 Bauvorhaben mit Felsbohrung durchgeführt, wobei die Dimensionen der beschriebenen Baustelle eher selten sind.

Weitere positive Umweltaspekte ergeben sich aus der Nichtinanspruchnahme von Deponievolumen sowie der Einsparung von Primärmaterial (Kies, Sand) bei der Herstellung von Flüssigboden oder Betonblocksteinen.

Lernziel

Es hat sich gezeigt, dass durch das Zusammenspiel der unterschiedlichen Unternehmensbereiche der Max Wild GmbH eine herausragende Lösung mit wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilen aus der Praxis heraus entwickelt werden konnte. Vor allem ist es erfreulich, dass die entwickelte Lösung von den eigenen Mitarbeitern sehr gut angenommen und geschätzt wird. Die MUDCLEANER-Technologie wird weiterhin verfolgt und primär in der mobilen, aber auch in der stationären Variante, von der Max Wild GmbH produziert und vertrieben. Die Max Wild GmbH erhofft sich, einen großen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz leisten zu können, indem die Technik flächendeckend zum Einsatz kommt.

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen.



Hauptstandort der Max Wild GmbH in Berkheim

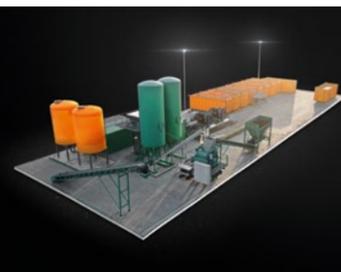
Unternehmen

Der Tradition verpflichtet, der Region verbunden, unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern dankbar. Seit 1955 steht die Max Wild GmbH für diese Werte ein – aus Überzeugung. Das zeigen über 700 hoch motivierte „Profis ohne Grenzen“ und über 50 Auszubildende, die diese Unternehmensphilosophie jeden Tag zum Leben erwecken. Sie machen das Familienunternehmen zu dem, was es ist: ein zuverlässiger, innovativer und leistungsstarker Partner in den Bereichen Abbruch, Flächenrecycling, Tiefbau, Material/Transporte, Logistik, Werkstattservice und Systementwicklung.

Die Zukunftsorientierung ist bei der Max Wild GmbH bereits in der Vision verankert: „Nachhaltige Lebensräume und Infrastrukturen für Generationen“. Hierfür sieht Max Wild das Recycling als zukünftigen Schlüsselfaktor der Baubranche. Die Max Wild GmbH schafft geschlossene Ressourcenkreisläufe von der Beprobung und dem Abbruch über die Aufbereitung bis zur Wiederverwendung aus einer Hand.



Aufbereitungsanlage des MUDCLEANER-Trucks



Die MUDCLEANER-Station ist die Lösung für Recyclingplätze und Deponien



Max Wild GmbH
 Leutkircher Straße 22
 D-88450 Berkheim
www.maxwild.com
 Nino Schwarz
nschwarz@maxwild.com

2nd Life Gleisschotter – Nicht(s) für das Abstellgleis!

RUZ Mineralik GmbH, Heilbronn

Technik/Verfahrenstechnologie:
Aufbereitung mineralischer Produkte und Abfälle

Maßnahme:
Optimierung der Aufbereitung von Gleisschotter und Rückführung in den Rohstoffkreislauf

Ausgangslage und Zielsetzung

Die RUZ Mineralik GmbH aus Heilbronn ist auf die Aufbereitung mineralischer Produkte und Abfälle spezialisiert, um diese anschließend wieder dem Rohstoffkreislauf zuzuführen. Eines dieser Produkte ist Gleisschotter.

Gleisanlagen bestehen aus mehreren Schichten. Die oberste und sichtbare Schicht ist das Schotterbett aus Basalt, einem Hartgestein. Hartgesteinbrüche sind überwiegend in Mitteldeutschland zu finden. Im Gegensatz zu den in Baden-Württemberg angesiedelten Kalksteinbrüchen muss für den Abbau von Hartgestein in tieferliegende Flöze vorgedrungen werden, was einen deutlich höheren Aufwand beim Abbau bedeutet. Entscheidend für das Schotterbett ist die Form der Schottersteine. Diese müssen Bruchkanten aufweisen, damit sie sich verzahnen und ein belastbares und zugleich abfederndes Gefüge entsteht. Zudem ist die Größe der Steine wichtig. Zu kleine Steine würden vom Luftzog der Züge mitgerissen, zu große Steine ließen sich schlecht verarbeiten.

Aufgrund der Belastung durch die Züge nutzt sich der Gleisschotter mit der Zeit ab und verliert seine stützende Funktion, weshalb er regelmäßig ausgetauscht werden muss. Da zur Freihaltung von Bewuchs an Gleisanlagen häufig Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, ist der Schotter damit benetzt. Schwermetallbelastungen sind ebenfalls typisch für Gleisschotter. Aus diesem Grund muss der Gleisschotter vor einer Wiederverwendung fachgerecht aufbereitet werden. In Deutschland fallen jährlich über 3,5 Mio. t abgenutzter Gleisschotter an, die ersetzt werden müssen. Aktuell kommen jährlich etwa 0,5 bis 0,7 Mio. t Gleisschotter aus Recyclinganlagen.

Die RUZ Mineralik hat sich bereits seit dem Jahr 2010 der Gleisschotteraufbereitung verschrieben. Die erste Produktionsanlage, bestehend aus vielen einzelnen Produktionsschritten, bildete jedoch keinen durchgängigen Produktionsprozess ab. Dies hatte beschränkte Produktionskapazitäten zu Folge und führte zu ineffizienten Einzelabläufen in der Aufbereitung. Mit zunehmender Erfahrung und stetigen Optimierungen der bestehenden Anlage setzte sich das Unternehmen das Ziel, ein Konzept für eine Aufbereitungsanlage nach neuestem Stand der Technik zu entwickeln und umzusetzen. Die neue Anlage sollte die Leistungsfähigkeit steigern, Frischwasser einsparen und die zu entsorgende Menge an Reststoffen reduzieren.

Herausforderung

Die ersten Schritte der Gleisschotteraufbereitung führte das Unternehmen auf dem Betriebsgelände in der Austraße durch. Dabei bestanden die Herausforderungen in der Lagerung des Materials und unproduktiven Prozessen aufgrund vieler einzelner Aufbereitungsschritte. Auch lag der Fokus der ersten Produktionsanlage „Marke-Eigenbau“ auf der reinen Aufbereitung des Gleisschotters, wodurch Körnungen kleiner als 31,5 mm keine Verwendung fanden. Für die neue Anlage musste ein Konzept entwickelt werden, das die bisherigen einzelnen Produktionsschritte von der Anlieferung des Eingangsmaterials bis zur Abholung des aufbereiteten Gleisschotters zu einem kontinuierlichen Produktionsprozess zusammenbringt. Zudem sollte es mit der Anlage möglich sein, auch sämtliche Körnungen kleiner 31,5 mm dem Kreislauf als aufbereitetes Sekundärmaterial wieder zuzuführen.



Erhöhte Reinigungsqualität durch Hochdruck-Nachspüleinheit

Bild rechts: Feinsiebung des aufbereiteten RC-Schotters





Förderung in den Schwertwäscher



Gleisschotterwaschanlage RUZ Mineralik GmbH

Idee

Für das neue Anlagenkonzept sollten alle Aufbereitungsschritte als zusammenhängendes System gedacht und geplant werden, wodurch es möglich werden sollte, die jährliche Verarbeitungskapazität von etwa 60.000 auf bis zu 250.000 t pro Jahr zu erhöhen. Um dieses Ziel zu erreichen und auch den Einsatz an Material und Energie zu reduzieren, sollte nicht nur der Aufbereitungsprozess nachhaltig gestaltet werden, sondern auch die Anlieferung und Abfuhr des Materials.

Umsetzung

Die Entwicklung und Konstruktion der Anlagentechnik erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der österreichischen SBM Mineral Processing GmbH. Im Bereich der Wasseraufbereitung kooperierte die RUZ Mineralik mit der schweizerischen Metcam AG und der italienischen Firma Tecnoidea Impianti. Nach erfolgreichem Testbetrieb erfolgte im Sommer 2018 die Abnahme und Inbetriebnahme der Anlage.

Die neue Aufbereitungsanlage zeichnet sich durch einen überwiegend vertikalen Aufbau aus. So wird die Schwerkraft für den Materialtransport durch die verschiedenen Bearbeitungsebenen genutzt, weswegen weniger Förderbänder notwendig sind. Durch die lange Wanne des Schwertwäschers kann die Verweildauer des Materials im Waschbehälter verlängert werden. Dies ergibt bei identischem Durchsatz eine gesteigerte Reinigungsqualität. Zusätzlich wurde eine Hochdruck-Nachspül-Einheit installiert, die alle nach der Schwertwäsche eventuell noch anhaftenden Schmutzpartikel vom Gestein entfernt. An der Nachsortierstation werden vorhandene Störstoffe

aus dem Materialstrom entfernt. Aktuell wird dieser Prozess durch eine optische Druckluft-/Sensorprüfung weiterentwickelt. Ziel ist es, durch die Sensorik den Anteil an Störstoffen maschinell auszusortieren und die Qualität des Recycling-Schotters (RC-Schotter) weiter kontinuierlich zu steigern.

Ein geschlossener Wasserkreislauf mit Wasseraufbereitung und automatisierter Schlamm- und Schlammpressung reduziert die final zu entsorgenden Abfallmengen auf das absolut Notwendigste und spart Frischwasser zur Ergänzung des Kreislaufs ein. Die im Wasserkreislauf vorhandene Flockungsmittelkonzentration wird sensorgesteuert erfasst. Die Sensorik steuert durch eine Infrarotsonde das Absetzverhalten des Schlammanteils im Wasser und fügt dementsprechend Flockungsmittel bedarfsgerecht bei, wodurch der Schlammanteil vom Prozesswasser getrennt wird. Für eine tägliche Fertigungsmenge von ca. 700 t werden 25 kg Flockungsmittel benötigt. In der alten Anlage wurden für die gleiche Fertigungsmenge RC-Schotter 175 kg Flockungsmittel benötigt. Das eingesetzte Flockungsmittel ist ökologisch abbaubar und wird ebenfalls in der Wasseraufbereitung von Kläranlagen verwendet.

Anstelle der üblichen Metallsiebe kommen Kunststoffsiebe zum Einsatz. Metallsiebe führen zu einer Abrundung der Kanten des Gesteins und haben eine kürzere Lebensdauer, da sie in einem Intervall von vier Wochen ausgetauscht werden müssen. Die Kunststoffsiebe hingegen werden nach etwa einem Jahr ausgetauscht, entsorgt und kreislaufgerecht recycelt.

Eine durchgehend parallele Produktion von RC-Gleisschotter und sämtlichen anderen RC-Körnungen erhöht die Prozesseffizienz durch entfallende Umrüstzeiten und höhere Durchsatzmengen. Aufgrund des beschriebenen Anlagenaufbaus ist im Vergleich zu herkömmlichen Aufbereitungsanlagen auch die Verarbeitung von problematischen Materialien wie Altschotter-Boden-Gemisch oder ähnlichen bindigen Stoffen möglich und garantiert eine hohe Verwertungsquote.

Nach der Realisierung der Aufbereitungsanlage wurden weitere Optimierungsmaßnahmen im Bereich der Materialanlieferung und -abfuhr umgesetzt. So wurde 2021 ein Gleisanschluss auf dem Gelände der Gleisschotterwaschanlage in Betrieb genommen, wodurch Materialanlieferungen und Materialabholungen per Bahn abgewickelt werden können. Dadurch entfällt der bisherige Umschlag auf den Lkw zum Teil sowie die damit verbundenen Emissionen, Verkehrsbelastungen und der Anteil an Leerfahrten. Die Rangierarbeiten an der neuen Gleisanlage erfolgen mit einem elektrisch betriebenen Triebfahrzeug.

Einsparungen

Die RUZ Mineralik verarbeitete 2021 rund 140.000 t Gleisschotter. Daraus entstanden in etwa 49.000 t recycelter Gleisschotter, 46.000 t Splitt in unterschiedlicher Körnung, 6.000 t Brechsand, 11.000 t Waschsand, 7.000 t Filterkuchen und 18.000 t Sonderfraktionen. Je nach Qualität des Eingangsmaterials schwankt die Verwertungsquote zwischen 90 % bis 98 %. Die Gesamtkapazität der Anlage liegt bei ca. 250.000 t jährlich. Für die Aufbereitung des Gleisschotters werden jährlich rund 350 MWh Strom, 320.000 l Wasser und 5 t Flockungsmittel benötigt. Das entspricht CO₂-Emissionen in Höhe von rund 218 t CO₂e. Gegenüber der alten Anlage werden pro Jahr etwa 206 t CO₂e weniger emittiert. Durch den Einsatz des elektrisch betriebenen Triebfahrzeugs werden gegenüber der alten Dieselvariante pro Jahr 0,7 t CO₂e vermieden. Bei der Primärgewinnung von

49.000 t Hartgestein für Gleisschotter würden zum Vergleich etwa 772 t CO₂e entstehen also etwa 3,5-mal so viel wie beim Recycling.

Lernziel

Durch die Investition in die neue Anlage konnte die Prozessqualität und -effizienz deutlich erhöht werden. Zudem erweitert sie die Flexibilität des Unternehmens hinsichtlich der verarbeitbaren Eingangsmaterialien. Beides trägt zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei. Die enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Maschinen- und Anlagenbauern hat ein ausgeklügeltes Anlagenkonzept entstehen lassen und zur erfolgreichen Umsetzung des Vorhabens beigetragen. Darüber hinaus wird auch das bestehende Anlagenkonzept durch weitere Maßnahmen wie z. B. die Druckluft-/Sensorprüfung kontinuierlich weiter optimiert.

Unternehmen

Die RUZ Mineralik bildet zusammen mit der Sanierung im Erd- und Rückbau GmbH den Unternehmensverbund SER/RUZ. Bei der RUZ werden mineralische Materialien ressourceneffizient aufgearbeitet, um nach einer qualifizierten Aufbereitung als Recyclingmaterial wiederverwendet werden zu können. Die SER GmbH führt im Unternehmensverbund Erd- und Rückbaumaßnahmen durch, wodurch sich der Kreis zwischen Rückbaumaßnahmen und mineralischer Aufbereitung schließt. Der Unternehmensverbund mit über 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern verfügt über vier eigene Aufbereitungsanlagen und bewältigt an drei Produktionsstandorten einen Massenstrom von jährlich rund 1,5 Mio. t.

Für seine Bemühungen in der Aufbereitung von Altschotter wurde die RUZ 2021 von der Deutschen Bahn zum Lieferanten des Jahres im Bereich Umwelt ausgezeichnet.



Firmensitz der RUZ Mineralik GmbH



Aufbereiteter RC-Gleisschotter

Alle Bildrechte liegen beim Unternehmen, DB Cargo und Chris Schulz

RUZ
...MEHR BEWEGEN

RUZ Mineralik GmbH
Lichtenbergerstraße 26
D-74076 Heilbronn
www.ruz-mineralik.net
Jannik Müller, Markus Salmen
JMuller@ser-gmbh.net
msalmen@ruz-mineralik.net

Impressum

Inhaltliche Bearbeitung des Projektes:

Institut für Industrial Ecology (INEC)
Hochschule Pforzheim
c/o Prof. Dr. Mario Schmidt
Tiefenbronner Straße 65
75175 Pforzheim
www.umwelt.hs-pforzheim.de

Umwelttechnik BW GmbH
Landesagentur für Umwelttechnik und
Ressourceneffizienz Baden-Württemberg
c/o Dr.-Ing. Hannes Spieth
Friedrichstraße 45
70174 Stuttgart
www.umwelttechnik-bw.de

Autorinnen und Autoren dieser Broschüre:

Mario Schmidt
Christian Haubach
Marlene Preiß
Alexandra Vogt

Die Arbeiten zu dieser Broschüre wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „100 Betriebe und mehr für Ressourceneffizienz“ (FZK L75 20116) mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert. Für den Inhalt sind ausschließlich die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Zitierempfehlung: Schmidt, M. et al. (2023): 100 Betriebe für Ressourceneffizienz, Band 3 – Praxisbeispiele und Klimabilanz. Pforzheim.

© Hochschule Pforzheim, 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Hochschule. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Hochschule und die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder die Hochschule, noch die Autorinnen oder Autoren übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Satz: ID Kommunikation Heidelberg
Titelbild: unger+ kreative strategien GmbH Stuttgart
Grafik und Layout: ID Kommunikation Heidelberg, Michael Kleinböhl

Bildnachweise

Seite 5: Staatsministerium BW
Seite 6: Frank Eppler
Seite 7: Hochschule Pforzheim, Karalus
Seite 13: © peshkova–stock.adobe.com
Seite 16: © rod5150–stock.adobe.com
Seite 19: © Negro Elkha–stock.adobe.com
Seite 21: © Yingyaipumi–stock.adobe.com

Seite 22: © Björn Wylezich–stock.adobe.com
Seite 25: © Evgeniy Kalinovskiy–stock.adobe.com

Fallbeispiele

Seite 26 - 117
Bildrechte sind auf den jeweiligen Seiten angegeben

Förderhinweis:

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert (Förderkennzeichen L75 20116).

www.100betriebe.de

GEFÖRDERT DURCH



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT