The background of the entire page is a blurred photograph of industrial machinery, likely a plastic injection molding machine. The image shows various metal components, pipes, and mechanical parts in shades of grey and blue, with some green and yellow accents. The focus is soft, creating a sense of depth and a professional, technical atmosphere.

Nadine Hagemus-Becker

CO₂-neutrale Kreislaufwirtschaft im Kunststoffspritzguss

Effizienzsteigerung durch Umweltschutz und Mitarbeitermotivation



In diesem Beitrag wird anhand des Beispiels aus dem Kunststoff-spritzguss veranschaulicht, wie mittelständische Produktionsunternehmen durch gezielte Maßnahmen nicht nur ihre CO₂-Emissionen nachhaltig senken und Materialverschwendung vermeiden können, sondern auch eine erhebliche Steigerung ihrer Effizienz erreichen. Dafür wurden sowohl Maßnahmen für Umweltschutz, als auch für die Mitarbeitermotivation erfolgreich in die Betriebsroutinen integriert.



Bild 1: Produktionshalle mit Kunststoffspritzgussanlagen © SB-IT.com

Betritt man die helle, große Produktionshalle in Mittelfranken, ist es erstaunlich ruhig, obwohl die Fertigung von thermoplastischen Kunststoffteilen im Spritzgießverfahren im Dauerbetrieb auf 24 Maschinen parallel läuft. Die Geschäftsführung der Schauenburg Industrietechnik GmbH stellt den Anspruch, so nachhaltig wie möglich zu produzieren. Das Leitbild der nachhaltigen Produktion geht von der Vorstellung aus, dass soziale Verantwortung, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und der Schutz der natürlichen Umwelt untrennbar zusammengehören. Insbesondere vor dem Hintergrund der Klimakrise und dem hohen Potenzial für mögliche Umweltbelastungen beziehungsweise Energieverschwendungen ist es wichtig, als Unternehmen Verantwortung zu übernehmen. Dabei wurde im ersten Schritt der Fokus auf die Reduzierung von Energie und Energieverschwendungen, vor allem aber des CO₂-Ausstoßes und der Abfallbelastung beschlossen. Nichtsdestotrotz wurden für alle drei Aspekte der Nachhaltigkeit Maßnahmen entwickelt und umgesetzt, die in diesem Beitrag vorgestellt werden.

Circular Economy zum Schutz natürlicher Ressourcen

Um den Schutz natürlicher Ressourcen und der Umwelt zu bewahren, kommen vor allem nachhaltige Produktionsverfahren der Circular Economy in Betracht. Sie beschreiben einen Wertstoffkreislauf, der bereits beim Design von Produkten beginnt. Bei der Materialauswahl wird insbesondere die Recyclingfähigkeit berücksichtigt und Abfall nicht nur als Müll, sondern als Ansammlung von Wertstoffen gesehen. Somit wird der Lebenszyklus eines Produktes nicht linear durch

Produktion-Konsum-Abfall, sondern kreisförmig mit Produktion-Konsum-Recycling definiert.

Um einen nachhaltigen Wertstoffkreislauf im Kunststoffspritzguss zu erreichen, wurden einzelne Schritte des Produktionsprozesses analysiert (Bild 2). Dieser untergliedert sich in die Schritte der Lagerung der Roh- und Hilfsstoffe, der Materialvorbereitung, des Spritzgießens, der Montage sowie der Lagerung der Endprodukte beziehungsweise der Sammlung des Materialausschusses und der Reste. Die eingesetzten Thermoplasten werden als Granulat geliefert. Die Weiterverarbeitung in den Spritzgussanlagen erfolgt automatisiert. Gesammelt werden die fertigen Formteile direkt in einer transportfähigen Kartonage. Die Produktionsstätte bearbeitet Schussgewichte (Teilegewichte) von 1 bis 600 Gramm mit einer Schließkraft von 350 bis 2 400 kN.

Umweltgewinne durch Recycling und Prozessoptimierung

Das eingesetzte Material erwies sich als größter Treiber von CO₂-Emissionen und Produktionsabfällen. Um den Anspruch der nachhaltigen Produktion zu erfüllen, mussten hier langjährig etablierte Prozesse angepasst und neue Lieferanten ins Boot geholt werden. Der neue Rohstoffanbieter bietet eine Rücknahme des Materialüberschusses, und seit 2022 wird darüber hinaus Recyclingmaterial in der Fertigung wiederverwendet. Es konnte ein weiterer Lieferant ermittelt werden, der sogar die Anfahrkuchen/Abspritzkuchen für den Spritzguss zu Mahlgut verarbeiten kann. Dies führte zu einer strukturellen Veränderung im Umgang mit den Kunststoffen in der Fertigung. Überschüssiges Material wird

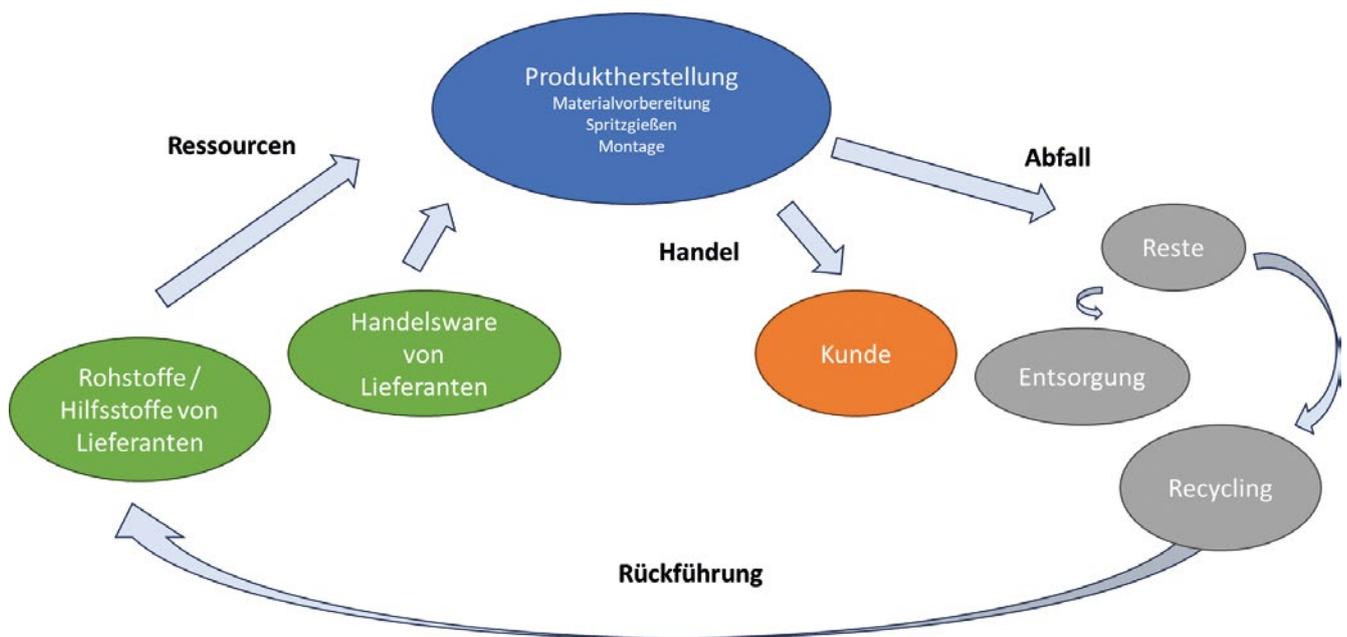


Bild 2: Grafik: Kreislaufwirtschaft im Kunststoffspritzguss © Nadine Hagemus-Becker

nun vollautomatisch zu neuen Produktionsrohstoffen verarbeitet. Dieser Produktkreislauf führt zu einer verbesserten Klimabilanz, während das professionelle Umweltmanagement nun ein fester Bestandteil der Prozesse ist. Auf diese Weise reduzierte sich der Abfall signifikant um 9 000 kg und die Recyclingquote stieg auf 5,6 Prozent beziehungsweise rund 19 500 kg.

Input-Output-Bilanz bewertet Umweltauswirkungen von Produkten

Dieses Verhältnis wird auch durch die Input-Output-Bilanz veranschaulicht. Grundidee der Ökobilanz ist es, die Umweltwirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten darzustellen und zu bewerten. Es handelt sich dementsprechend um eine Analyse der Auswirkungen durch die Entnahme von Stoffen aus der umweltbezogenen Wertschöpfungskette (Input) und die Abgabe von marktfähigen Produkten sowie nicht gewolltem Output an die umweltbezogene Wertschöpfungskette. Grundlage hierfür sind die benötigten Rohstoffe/Kunststoffe und die damit verbundenen Energieverbräuche beziehungsweise CO₂.

Umgerechnet auf die CO₂-Bilanz zeigen sich folgende Werte (Ausgangswert: 93 kg Material/kg CO₂). Insgesamt konnte die Verschwendung um 438 Tonnen CO₂ reduziert werden.

LED-Beleuchtung und elektrische Spritzgussanlagen senken Stromverbrauch

Auch konnte der Stromverbrauch um 7,2 Prozent gesenkt werden, vor allem aufgrund einer Umrüstung der Beleuchtung auf LEDs und der Anschaffung neuer Maschinen. Bei den neuen Maschinen handelt es sich um elektrische anstatt wie bisher üblich hydraulische Spritzgussanlagen. Im Gegensatz zu den hydraulischen Modellen zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie wesentlich weniger Strom verbrauchen, eine höhere Durchlaufgeschwindigkeit der Produkte erzielen und gleichzeitig präziser sind, wodurch wiederum die Quote der Fehlproduktionen und die Gefahr von Werkzeugbeschädigungen gesenkt wird. Auch wenn die Investitionskosten für elektrische Anlagen höher sind als für hydraulische, rentiert sich die Anschaffung durch eine deutlich kürzere Amortisationsdauer und einen durchgängig niedrigeren Ressourceneinsatz von Rohmaterial und Strom.

	Input ohne Lager in kg	Recycling in kg	Abfälle in kg	Output in kg	Diff in %
2021	384 354	15 155	14 500	354 699	92,3 %
		3,9 %	3,8 %		
2022	354 699	19 442	5 500	322 604	92,8 %
		5,6 %	1,6 %		

Tabelle 1: Input-Output-Bilanz des eingesetzten Materials

	Material Input in kg	CO ₂ -Input in kg	Materialausschuss Recycling+Abfälle in kg	CO ₂ -Verschwendung in kg	in to
2021	384 354	357 200	29 655	2 757 915	2757
2022	354 699	329 732	24 942	2 319 606	2319

Tabelle 2: Input-Output-Bilanz des CO₂-Verbrauchs

Dabei ist zu beachten, dass die Stromversorgung der gesamten Produktionsstätte emissionsfrei erfolgt. Von dem jährlichen Strombedarf von bis zu 1 000 000 kWh deckt allein die Photovoltaikanlage mit 648 PV-Modulen gut ein Viertel ab. Die Nutzung der PV-Anlage führt zu einer weiteren CO₂-Ersparnis von rund 158 000 kg/Jahr. Der restliche Strombedarf wird durch einen lokalen Ökostromanbieter bezogen, sodass sichergestellt ist, dass die gesamte Produktion CO₂-neutral mit Energie versorgt wird. Durch den geringeren Energieverbrauch und die reduzierten Treibhausgasemissionen konnten die CO₂-Emissionen insgesamt um 7,7 Prozent gesenkt werden.

Weitere Maßnahmen zur Schaffung eines nachhaltigen, umweltfreundlichen Produktionsbetriebes zeigten sich in der Einleitung des Dachwassers in die Grünbereiche auf der Rückseite des Gebäudes. Zusätzlich sorgte eine Baumbepflanzung auf dem Betriebsgelände für mehr Artenschutz und Biodiversität.

Nachhaltigkeit als soziale Verantwortung

Wie dargestellt, bezieht eine nachhaltige Produktion auch die soziale Verantwortung und die Menschen mit ein, die im Unternehmen tätig sind. Der Anspruch der Geschäftsführung ist es, die Mitarbeitenden einzubinden, aufzuklären und weiterzubilden, wertvolle Ressourcen einzusparen und die Produkte beziehungsweise Produktionsprozesse unter Berücksichtigung umweltrelevanter Aspekte konsequent zu optimieren. Nicht zuletzt bildet die persönliche Überzeugung der Mitarbeiter das Fundament für die Erfolge im nachhaltigen Handeln.

Besonderen Handlungsbedarf gab es beim Thema des sonstigen Abfalls. Eine Analyse hatte ergeben, dass im Jahr 2021 25,4 Tonnen Siedlungsabfälle anfielen – also klassischer Restmüll. Bei genauerem Hinsehen zeigte sich, dass dieser auch andere Rohstoffe beinhaltet wie Folien- oder Materialreste. Daraufhin wurde ein individuelles Abfallkonzept gemeinsam mit einigen Mitarbeitern entwickelt. Diese schulten ihre Kollegen darin, Abfälle als Wertstoffe zu begreifen und diese möglichst einfach wieder dem Recyclingprozess zuzuführen. Es wurden drei Container auf dem Betriebsgelände aufgestellt für Papier-, Folien- und Materialreste, die den

Abfall noch mal klein pressen können (Bild 3). Zusätzlich hat das Unternehmen eine Biotonne bei der Kommune beantragt und entsorgt nun auch Küchenabfälle separat. Somit konnte das Restmüllvolumen im Jahr 2022 auf nur noch 1,8 Tonnen Siedlungsabfälle reduziert werden. Gemeinsam mit den Ersparnissen der Produktionsabfälle ergab sich eine Reduzierung des Gesamtvolumens um 9,7 Tonnen oder um mehr als 20 Prozent der Gesamtabfallmenge in nur einem Jahr.

Der Aspekt der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit in der nachhaltigen Produktion ist eher langfristiger Natur, da die Anschaffung neuer Maschinen oder der Photovoltaikanlage zunächst größere Investitionen bedeutet. Wie bereits dargestellt, hält sich die Amortisationsdauer dieser Investitionen in Grenzen, da der Ertrag beziehungsweise der Output wesentlich höher ist als bei alten Lösungen.

Erfahrungen aus dem Projekt

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es einiger Anstrengung Bedarf, eine langjährig erfolgreiche Produktionsstätte hin zu nachhaltigen Produktionsprozessen umzubauen. Der erste und wichtigste Schritt in Richtung Nachhaltigkeit ist die Entscheidung, dieses Thema konsequent umzusetzen und die damit einhergehende Bereitschaft, etablierte Prozesse und Routinen aufzubrechen und zu verändern. Es müssen Investitionen getätigt, neue Lieferanten gefunden und Mitarbeiter motiviert werden. Insgesamt ist das Unternehmen auf einem guten Weg zu einer umfassenden, nachhaltigen Produktion. Gleichwohl gibt es weiterhin großes Potenzial, mögliche Materialverschwendungen zu reduzieren, insbesondere durch die Vermeidung von Anfahr Ausschuss und fehlerhaften Teilen. Hier sind zukünftig weitere Analysen notwendig, um Anfahr Ausschuss durch die Reduzierung der Prozessstartphase und die Stabilisierung der Prozesse zu vermeiden.

Positive Veränderungen durch die nachhaltige Produktion sind bereits in ökologischer, ökonomischer und sozialer Hinsicht zu spüren, denn die Artenvielfalt hat auf dem Betriebsgelände wieder zugenommen, die Stromversorgung der Produktion erfolgt komplett CO₂-neutral, und durch die Kreislaufwirtschaft konnte die Recyclingquote des Materials gesteigert werden.



Bild 3: Neuer Abfallcontainer mit Verpressung und neue Abfallsortierung im Büro © SB-IT

Insbesondere der Einsatz der Photovoltaikanlage senkt die Stromkosten deutlich. Nicht zuletzt arbeiten die neuen elektrischen Spritzgussmaschinen nahezu

geräuschlos – ein Plus für eine gesunde Arbeitsumgebung. ■

Drei wichtige Schritte auf dem Weg zur Transformation:

1. Bewusstsein für eine nachhaltige Produktion schaffen und Entscheidungen konsequent daraufhin ausrichten
2. Prozesse analysieren und bereit sein, diese zu ändern
3. Die Produktionsstätte auf dem neuesten Stand halten und gegebenenfalls investieren

IMPRESSUM

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau, Universität Potsdam

Redaktionsbeirat

Bernd Balzer, Bosch Rexroth AG, Lohr
Jan Franke, Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Coburg
Heinz-Werner Marx, Daimler AG, Stuttgart
Horst Ziemer, Daimler-Benz, Ludwigsfelde GmbH

Chefredakteurin

Prof. Dr. Hanna Theuer
redaktion@factory-innovation.de
www.factory-innovation.de

Nachrichtenredaktion

nachrichten@gito.de

Anzeigenleitung

Björn Kanig
GITO mbH Verlag, Kaiserdamm 23, 14057 Berlin
Tel.: +49 30 419383-64, Fax: -67

Bezugsbedingungen

Factory Innovation erscheint sechsmal jährlich.

Abonnementpreis 2024

Alle Abonnements finden Sie unter
factory-innovation.de/abonnements

Verlag und Vertrieb

GITO mbH –Verlag für Industrielle
Informationstechnik und Organisation
Kaiserdamm 23, 14057 Berlin
Tel.: +49 30 419383-64, Fax:-67

2023 GITO mbH – Verlag für Industrielle
Informationstechnik und Organisation
3. Jahrgang 2023

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlages strafbar. Der Verlag behält sich eine Nutzung seiner Inhalte für kommerzielles Text- und Data-Mining im Sinne von § 44b UrhG ausdrücklich vor. Für den Erwerb eines entsprechenden Nutzungsrechts wenden Sie sich bitte an service@gito.de.

Layout/Satz/Titlegrafik

Nicole Kappe, E-Mail: satz@gito.de

Druck

Silber Druck oHG

GITO achtet und respektiert Diversität. In unseren Medien wird für Personen- und Berufsbezeichnungen das generische geschlechtsneutrale Maskulinum verwendet. Diese Sprachform schließt werbungsfrei alle Geschlechter ein.

