



STRATEGIEN UND MAßNAHMEN

Steigerung der Ressourceneffizienz im Unternehmen

Materialsubstitution von Hilfs- und Betriebsstoffen in der Produktion

1 RESSOURCENEFFIZIENZ, ANWENDUNGSBEREICH, GRENZEN

Ziel und Funktion

Betriebsstoffe werden in den produzierenden Betrieben des verarbeitenden Gewerbes in größeren Mengen in der Produktion eingesetzt und fallen nach Gebrauch oftmals als Abfall an [1, S. 46]. Auch die in den Erzeugnissen eingesetzte Menge an Hilfsstoffen ist in der Regel nicht zu vernachlässigen. Der hohe Materialeinsatz an Hilfs- und Betriebsstoffen motiviert dazu, den Verbrauch und die damit verbundenen Material- und Beseitigungskosten zu reduzieren.

Dies kann durch eine Substitution der eingesetzten Hilfs- und Betriebsmittel mit alternativen Stoffen erreicht werden. Geeignete Substitute verfügen über dieselbe Funktionalität, weisen aber eine deutliche Reduktion im Materialverbrauch, einen geringeren Beseitigungsaufwand, niedrigere Anschaffungskosten oder einen zeitlich stabilen Kostenverlauf auf.

Bezug zur Ressourceneffizienz

Die stoffliche Substitution im Bereich von Hilfs- und Betriebsstoffen eines produzierenden Betriebes kann eines oder mehrere der im Folgenden aufgeführten Ressourceneffizienzpotenziale ermöglichen:

- Verringerter Verbrauch natürlicher Ressourcen bei der Herstellung von Hilfs- und Betriebsstoffen,
- Schonung fossiler Rohstoffe durch Nutzung nachwachsender Rohstoffe bei der Herstellung von Hilfs- und Betriebsstoffen,
- Reduktion der Verbrauchsmenge von Hilfs- und Betriebsstoffen in der Produktion,
- Verringerung des Ressourcen- und Kostenaufwands bei der Entsorgung von Hilfs- und Betriebsstoffen.

Einer Entscheidung zur Substitution von Hilfs- und Betriebsstoffen sollte unbedingt eine Lebensweganalyse des Produkts vorausgehen, denn nur die Betrachtung des gesamten Lebensweges erlaubt eine erfolgreiche Analyse

über die Reduktion von Material- und Rohstoffmenge oder Anschaffungs- und Beseitigungskosten der Hilfs- und Betriebsstoffe.

Anwendungsbereiche und Akteure

Die Umsetzung und die positiven Auswirkungen der Substitution von Hilfs- und Betriebsstoffen entstehen und erfolgen im Produktionsprozess. Werden hohe Verbräuche oder hohe Abfallbeseitigungsaufwände eines oder mehrerer Hilfs- oder Betriebsstoffe in der Produktion festgestellt, können alternative Stoffe in Erwägung gezogen werden.

Einflussnehmende Akteure im Unternehmen, die eine Substitution von Hilfs- und Betriebsstoffen ermöglichen und durchführen, sind Mitarbeiter aus dem Einkauf und der Produktion. Die Einkäufer recherchieren Alternativen zu den bisher eingesetzten Hilfs- und Betriebsstoffen, die gleiche Funktionalitäten aufweisen und die gewünschte Verbesserung (z. B. Mengenreduzierung oder Abfallvermeidung) erfüllen. Die Produktionsverantwortlichen hingegen überprüfen die recherchierten Hilfs- und Betriebsstoffalternativen hinsichtlich des Einsatzes im betreffenden Produktionsprozess. Insbesondere werden dabei die Übereinstimmung der Funktionalität sowie die Anwendbarkeit und der Aufwand einer Integration (Zeit, Personal und Kosten) in das Produkt oder den Produktionsprozess überprüft und bewertet. Gegebenenfalls sind hierfür auch Versuchsreihen notwendig.

Eine gute Zusammenarbeit zwischen den Akteuren ist essentiell für die erfolgreiche Durchführung eines Substitutionsprojektes.

Grenzen der Substitution von Hilfs- und Betriebsstoffen

Nicht jeder Hilfs- oder Betriebsstoff ist mit einem alternativen Stoff substituierbar, welcher günstigere Eigenschaften bezogen auf Materialverbrauch in der Produktion, Abfallbeseitigungsaufwand oder Umwelteigenschaften aufweist. Folgende Gründe gibt es dafür:

- keine Übereinstimmung in der Funktionalität oder nur teilweise Übereinstimmung in einem bestimmten Betriebsparameterbereich,
- der alternative Hilfs- oder Betriebsstoff entwickelt eine ungünstige Wechselwirkung mit dem umgebenden Stoffsystem,

- zu hoher ökonomischer Aufwand - Zeit, Personal und Kosten - für die Implementierung.

Einordnung der Strategie/Maßnahme

Bezug	Produktion
Einflussnehmender Akteur	Einkauf/Beschaffung, Produktion
Lebensphasen mit relevanten Auswirkungen	Rohmaterialherstellung, Produktherstellung
Lebensweganalyse	erforderlich

2 WEGE DER UMSETZUNG

2.1 Nutzung von Hilfs- und Betriebsstoffen aus biobasierten und bioabbaubaren Ressourcen

In der Regel induziert die Substitution konventioneller durch biobasierte Hilfs- und Betriebsstoffe eine Einsparung fossiler Rohstoffmengen. Dadurch ist ihre Herstellung unabhängiger von den Preisschwankungen fossiler Rohstoffe, die beispielsweise durch eine Rohstoffverknappung hervorgerufen werden können.

Die Nutzung biobasierter Hilfs- und Betriebsstoffe kann zu besseren Nutzungseigenschaften wie beispielsweise einem höheren Verschleißschutz führen [2, S. 8]. Des Weiteren kann auch der Ressourcenverbrauch bei der Herstellung biobasierter Hilfs- und Betriebsstoffe geringer ausfallen im Vergleich zu den fossilen Pendanten.

Eine biologische Abbaubarkeit ermöglicht zudem einen unkomplizierten Einsatz in umweltsensiblen Bereichen ohne aufwendige Sicherheitsvorkehrungen und unter Vermeidung aufwendig zu entsorgender Abfälle.

Einsatz von biobasiertem Schmierstoff in der spanenden Bearbeitung

Ein Metallbearbeiter eines kleinen und mittleren Unternehmens (KMU) hat im Rahmen eines Projekts zwölf CNC-Maschinen auf einen Bioschmierstoff umgestellt. Die Motivation für das Vorhaben ist vielseitig: Wissens- und Erfahrungsvorsprung, Unabhängigkeit von schwankenden Ölpreisen, Mitarbeitergesundheit und Beitrag zum Umweltschutz.

Der biobasierte Kühlschmierstoff konnte dem Vergleich zum fossilbasierten Schmierstoff standhalten. Die Standzeiten der beiden Schmierstoffe sind vergleichbar. Zudem müssen die Maschinen seltener gereinigt werden, da beim eingesetzten Bioschmierstoff das Spülvermögen und die Schmutzaufnahmekapazität im Vergleich zum mineralischen Pendant deutlich größer sind. Des Weiteren ist der Bioschmierstoff auf Grund einer rückfettenden Wirkung hautverträglicher als fossil-basierte Produkte.

Während des Projektzeitraums von zwei Jahren wurden jährlich 1.200 kg Bioschmierstoff verbraucht. In diesem Zeitraum war der Bioschmierstoff um ca. einen Euro pro Liter teurer als das mineralische Schmiermittel. Aufgrund der besseren Schmutzaufnahmefähigkeit des Bioschmierstoffs wurden jährliche Einsparungen von rund 700 Euro erzielt [3, S. 23].

Nutzung einer nachhaltigen Beschichtung von Möbelflächen

Ein Oberflächenbehandler aus Österreich beschichtet die Oberflächen von Holzwerkstoff-Platten mit durch Harnstoff-/Melaminharz imprägnierten Papieren. Die dabei jährlich verbrauchten Mengen an Harzen und Additiven belaufen sich auf 40.000 t. Die Herstellung des Melaminharzes aus dem Rohstoff Erdgas über das Zwischenprodukt Harnstoff erfolgt bei hohen Drücken. Um den Druckaufbau zu gewährleisten, ist demzufolge auch ein hoher Energiebedarf notwendig.

Die Entscheidung des Unternehmens, das fossil-basierte Melamin teilweise durch ein biobasiertes Zuckerderivat zu substituieren, wirkt sich güns-

tig auf die CO₂-Bilanz des Produktes aus. Das Substitut basiert auf dem biobasierten Rohstoff Mais- oder Weizenstärke. In einer katalytischen Hydrierungsreaktion wird unter geringem Energieeinsatz aus Stärke ein Zuckerderivat gewonnen, welches wiederum in einem neuartigen Verfahren in das Harzgemisch einkondensiert wird.

Für die Produktion einer Tonne Zuckerderivat wird viel weniger Energie benötigt im Vergleich zu einer Tonne Melamin. Mehrere 100 t Melamin werden durch das Zuckerderivat ersetzt, dadurch entfällt die für diese Produktionsmenge notwendige Energie. Dies führt insgesamt, bezogen auf den Produktionsprozess des Hilfsstoffs, zu einer Reduktion an CO₂-Emissionen [4, S. 16].

2.2 Vermeidung von Hilfs- und Betriebsstoffen mit aufwendig zu entsorgenden Schadstoffen

Enthalten Hilfs- und Betriebsstoffe einen oder mehrere entsorgungspflichtige Schadstoffe, so müssen diese am Ende des Lebensweges oftmals aufwendig unter dem Einsatz weiterer Ressourcen (Energie und Material) entsorgt werden. Sind keine Schadstoffe enthalten, entfällt eine aufwändige Entsorgung.

Verzicht auf Trichlorethylen in der Metallteileherstellung

Bei einem Hersteller von Metallteilen wird das Rohmaterial maschinell gestanzt. Bei der notwendigen Entgratung der Schnittstellen kommt Schmiermittel zum Einsatz. Dabei verbleiben Reste auf dem bearbeiteten Metall, die anschließend mit dem fettlösenden Reinigungsmittel Trichlorethylen entfernt werden. In der Folge waren die entfernten Metallstäube und Schlämme mit Trichlorethylen verunreinigt. Aufgrund der gesundheits- und umweltschädlichen Eigenschaften von Trichlorethylen mussten sämtliche Trichlorethylenabfälle und -verunreinigungen als Sonderabfall entsorgt werden.

Einen Lösungsweg bietet die Substitution des gesundheits- und umweltschädlichen Trichlorethylen mit einem weniger schädlichen Stoff. Als Substitut wurde ein wasserbasiertes, ungiftiges Reinigungsmittel (96 % deionisiertes Wasser) ausgewählt. Neben der Reinigungswirkung weist

dieses ebenfalls Kühlschmiereigenschaften auf. Somit konnten gleich zwei Stoffe mit einem einzigen Stoff substituiert werden. Um die geforderte Funktionalität (Schmier- und Reinigungswirkung) zu gewährleisten, war eine geringere Stoffmenge notwendig.

In den zusätzlich installierten Reinigungsanlagen am Ausgang jeder Entgratungsmaschine wird das wasserbasierte Reinigungsmittel von den Metallspänen und Schleifmittelschlämmen getrennt und rückstandsfrei wiedergewonnen. Dadurch ist eine mehrfache Wiederverwendung des substituierten Reinigungsmittels möglich.

Folgende Vorteile werden erzielt [5]:

- deutliche Senkung der Entsorgungskosten durch den Austausch des Reinigungsmittels Trichlorethylen und des separaten Kühlmittels mit einem ungiftigen Kühlschmierstoff,
- deutliche Verringerung der gesamten Reinigungs- und Schmierstoffmenge aufgrund betriebsinternen Recyclings und Wiederverwendung,
- Minderung des ökologischen Risikos und Verbesserung der Arbeitsbedingungen,
- höhere Produktsicherheit.

2.3 Vermeidung von Hilfs- Und Betriebsstoffen, die versorgungskritische Ressourcen enthalten

Die Gewinnung und Aufbereitung kritischer Rohstoffe können überaus energie- und materialintensiv sein [6]. Eine Substitution von Hilfs- und Betriebsstoffen, die kritische Rohstoffe enthalten, mit jenen, die keine enthalten, kann daher die Produktionskosten senken und den über den gesamten Lebensweg betrachteten Ressourcenverbrauch bei der Produktherstellung deutlich absenken.

Substitution eines Platin-Katalysators mit einem auf Eisen-Stickstoff-Komplexen basierenden Katalysator

Bislang sind die Kosten für die energieeffiziente Strom- und Wärmezeugung mit Brennstoffzellen hoch, da kritische Edelmetalle wie Platin

als Katalysator (Betriebsstoff) benötigt werden. Platinbasierte Katalysatoren tragen etwa 25 % zu den gesamten Systemkosten bei. Zwei unterschiedliche Forschungsgruppen haben einen auf Eisen-Stickstoff-Komplexen basierenden Katalysator entwickelt, dessen katalytische Wirkung an die von Platin herankommt und diese sogar übertrifft. Ihr Einsatz in anderen katalysierten Reaktionssystemen wird derzeit untersucht. Die Verwendung platinfreier Katalysatoren in der Herstellung chemischer Produkte könnte zur deutlichen Reduktion der industriell eingesetzten Menge des kritischen Rohstoffs Platin führen [7].

3 LITERATUR

- [1] **VDI 4800 Blatt 1:2016-02:** Verein Deutscher Ingenieure e.V., Ressourceneffizienz - Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [2] **Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen der RWTH Aachen (2012):** Technische Bioöle - Grundlagen - Produkte - Rahmenbedingungen, Gülzow-Prüzen [abgerufen am: 19.02.2019], verfügbar unter: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/t/e/technische_biooele_dina5_web.pdf
- [3] **K2. agentur für kommunikation (2008):** Erfolgsstoff - Nachwachsende Rohstoffe in Produktion und Produkten, Duisburg [abgerufen am: 19.02.2019], verfügbar unter: https://www.pius-info.de/dokumente/download/0804_efa_erfolgsstoff_1.pdf
- [4] **Ecker, S.; Frühmann, K.; Ottofülling, S. und Manstein, C. und Lamers, G. (kein Datum):** Best Practice Ressourceneffizienz - Erfolgsbeispiele aus Österreich, Wien [abgerufen am: 19.02.2019], verfügbar unter: https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/publicconsulting/Ressourceneffizienzfolder.pdf
- [5] **Substitution Support Portal (2012):** Verzicht auf Trichlorethylen in der Metallteileherstellung [online] [abgerufen am: 19.02.2019], verfügbar unter: <http://www.subsport.eu/case-stories/011-de?lang=de>
- [6] **VDI 4800 Blatt 2:2018-03:** Verein Deutscher Ingenieure e.V., Ressourceneffizienz - Bewertung des Rohstoffaufwandes, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [7] **Energy 4.0 - Energietechnik. Vernetzt. (2016):** Alternativen zu Platin als Katalysator [online]. Neue Materialien [abgerufen am: 19.02.2019], verfügbar unter: <https://www.industr.com/de/alternativen-zu-platin-als-katalysator-842906>