

Effizient mit Ressourcen umgehen

Materialproduktivität im Handwerk

Wie lassen sich Energie und Materialien noch sparsamer einsetzen? Diese Frage wird angesichts hoher und schwankender Material- und Energiepreise derzeit heiß diskutiert. Auch für viele Handwerksunternehmen ist das ein wichtiges Thema! Denn sie verarbeiten täglich große Mengen hochwertiger Materialien. Den Materialverbrauch zu senken führt deshalb in der Regel zu erheblichen Einsparungen. Materialeffizienz zielt deshalb nicht nur auf die Schonung der natürlichen Ressourcen ab, sondern ist ebenso ein Beitrag zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der produzierenden Wirtschaft, insbesondere des Mittelstandes.

 www.rkw-innovationsportal.de



Beim Material ansetzen lohnt sich! Wie groß die Einsparpotenziale tatsächlich sind zeigt ein Blick auf die Kostenstruktur im Handwerk! Denn die Materialkosten machen hier mit etwa 40 Prozent einen großen Anteil an den Gesamtkosten aus. Relativ kleine Einsparungen können deshalb bereits eine große Wirkung erzielen! Welche Bedeutung Materialeffizienz für den einzelnen Betrieb hat, variiert allerdings stark. In verarbeitenden Branchen, etwa bei Fleischern oder Tischlern, spielen sie eine wesentlich größere Rolle als im Friseurhandwerk oder bei der Gebäudereinigung.

Zudem zeigt die Praxis: Es sind meist noch erhebliche Einsparmöglichkeiten vorhanden! Erfahrungen aus dem Beratungsprogramm VerMat machen die Potenziale deutlich. Mit Hilfe externer Berater konnten die teilnehmenden Unternehmen ein durchschnittliches Einsparpotenzial von immerhin 2,1 Prozent des Jahresumsatzes ermitteln. Und ebenfalls wichtig fürs Handwerk: Je kleiner der Betrieb desto größer die prozentuale Einsparsumme!

Besteht in Ihrem Unternehmen Handlungsbedarf? Erste Hinweise auf unnötige Verschwendungen liefert ein Blick auf

- die Sauberkeit und Ordnung im Unternehmen,
- die Häufigkeit von Retouren und Reklamationen oder
- die Menge und die Sortierung der Abfälle.

Machen Sie sich klar, welche Verluste dadurch für Sie entstehen. Auch scheinbar kleine Materialverluste können sich auf die Dauer zu erheblichen Kosten summieren. Denn nicht nur das verschwendete Material, auch die damit einhergehenden unnötigen Aufwendungen für Abfälle, Energie und Arbeitszeiten kosten Sie bares Geld.

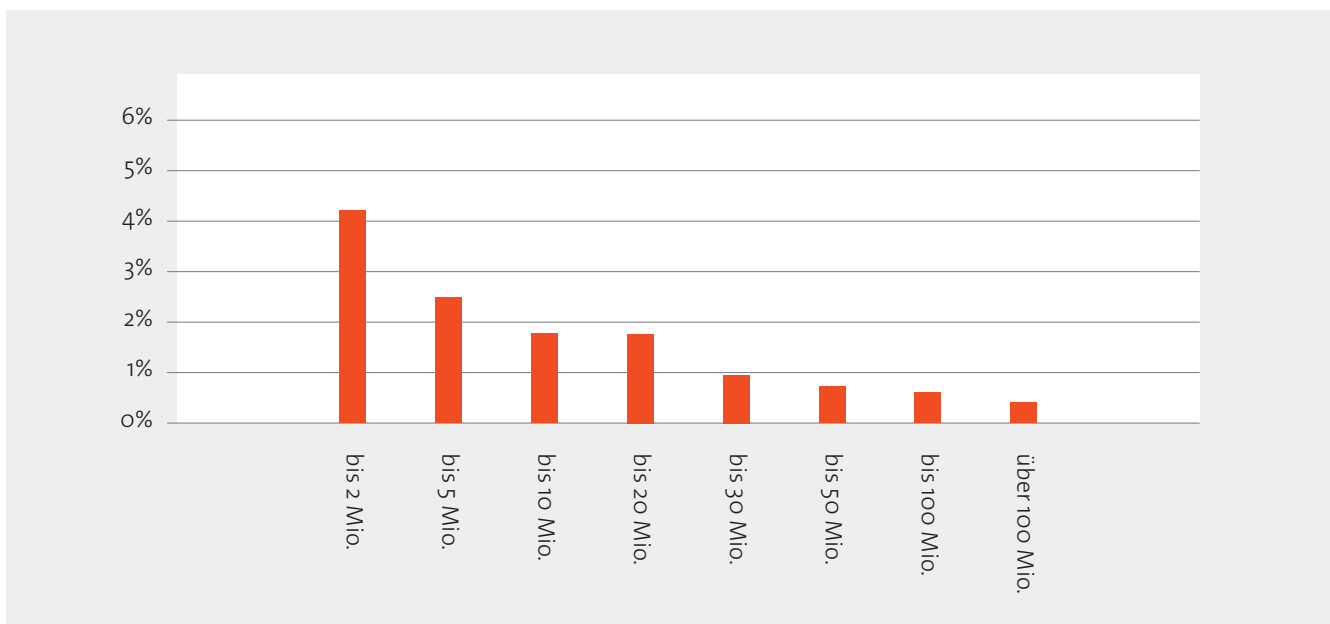


Abb. 1: Einsparpotenziale in % vom Jahresumsatz gestaffelt nach Umsatzgröße

Quelle: Nach Schmidt, M./Schneider, M. (2010)

4M-Checkliste

Ein einfaches Hilfsmittel bei der Suche nach Problemen in Ihrem Betrieb ist die 4M-Checkliste. Sie ist in vier Bereiche – Mensch, Maschine, Material und Methode – gegliedert und bietet zu jedem Bereich zehn Fragestellungen. Anhand dieser Fragen wird analysiert, ob Verbesserungsbedarf vorhanden ist.

Mensch (Maschinenarbeiter)

- Befolgt er die Standards?
- Ist seine Arbeitseffizienz akzeptabel?
- Denkt er problembewusst?
- Hat er Verantwortungsbewusstsein?
- Ist er ausreichend qualifiziert?
- Hat er genügend Erfahrung?
- Ist der Arbeitsplatz für ihn geeignet?
- Ist er verbesserungswillig?
- Bemüht er sich um gute zwischenmenschliche Beziehungen?
- Ist er gesund?

Maschine (Anlagen)

- Erfüllt sie die Anforderungen der Produktion?
- Erfüllt sie die Anforderungen des Prozesses?
- Ist sie richtig geölt (geschmiert)?
- Reicht die Inspektion aus?
- Führen mechanische Probleme häufig zum Maschinenstillstand?
- Arbeitet sie ausreichend genau?
- Verursacht sie irgendwelche ungewöhnlichen Geräusche?
- Ist das Maschinenlayout richtig?
- Reicht die Zahl der Maschinen (Anlagen) aus?
- Ist alles in der richtigen Ordnung?

Material

- Gibt es irgendwelche Abweichungen im Volumen?
- Gibt es irgendwelche Abweichungen in der Qualität?
- Ist es die richtige Marke?
- Weißt es Verunreinigungen auf?
- Ist die Höhe des Umlaufs richtig?
- Wird Material in irgendeiner Form verschwendet?
- Ist der Materialtransport der richtige?
- Wird ausreichend auf den Umlauf geachtet?
- Ist das Materiallayout geeignet?
- Ist der Qualitätsstandard ausreichend?

(Arbeits-) Methode

- Gibt es geeignete Arbeitsstandards?
- Wurde der Arbeitsstandard angehoben?
- Ist die Methode sicher?
- Gewährleistet die Methode ein gutes Produkt?
- Ist die Methode effizient?
- Ist die Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte sinnvoll?
- Ist die Aufstellung richtig?
- Passen Temperatur und Feuchtigkeit?
- Sind Beleuchtung und Ventilation ausreichend?
- Gibt es genügend Kontakte zum vor- und nachgelagerten Prozess?

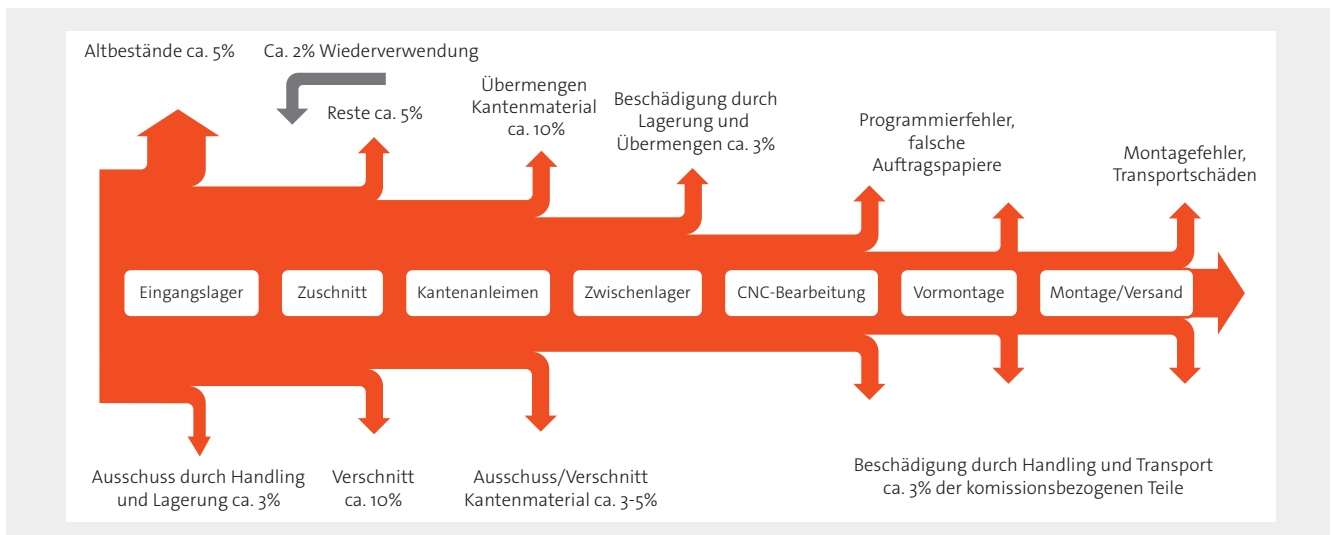


Abb. 2: Materialverluste am Beispiel der Möbelherstellung

Quelle: Eigene Darstellung nach Reuber, M. (2011)

**Materialeffizienz steigern,
eine Aufgabe von der Akquise bis zur Montage!**

Ob überlagerte Waren, Probestücke oder Transportschäden: Materialverluste entstehen im Betrieb vom Auftragseingang bis zur Auslieferung. Material produktiver einsetzen, das heißt, entlang der gesamten Wertschöpfungskette den Ausschuss zu verringern, den Verschnitt zu reduzieren oder den Einsatz von Roh- und Hilfsstoffen zu vermindern. Lohnswerte Ansatzpunkte bieten

- die Produktgestaltung,
- die Fertigung und Montage sowie
- die Organisation der Abläufe.

Produktgestaltung

Bereits während der Gestaltung neuer Produkte lassen sich die späteren Materialverluste effektiv verringern! Denn 80 Prozent der Kosten werden bereits während der Produktgestaltung festgelegt!

Auf die Kunden zuschneiden

Kleine Missverständnisse in der Angebotsphase können schnell zu teuren Fehlern führen. Hier lohnt es sich deshalb besonders, ausreichend Zeit zu investieren. Wer die Kundenwünsche sorgfältig ermittelt und dokumentiert, minimiert die Gefahr von Reklamationen, Nacharbeiten und Ausschuss erheblich.

Klar definierte Kundenanforderungen sind zudem eine gute Richtschnur für Ihre weiteren Entscheidungen. Was ist dem Kunden wichtig? Welche Qualität verlangt und vergütet er tatsächlich? Denn nicht jedes Detail und nicht jede qualitative Verbesserung zahlt sich auch für Sie aus. Deshalb gehören beispielsweise zu wertintensive Rezepturen oder zu komplexe Konstruktionen auf den Prüfstand.

Sparsam gestalten

Je nach Anforderungen besitzen Sie einen mehr oder weniger großen Spielraum, Ihre Produkte zu optimieren. Ein typisches Beispiel ist die Materialstärke. Hier wird häufig mit Erfahrungswerten und Sicherheitszuschlägen gearbeitet. Nach eingehenden Belastungstests verringerte etwa die J.S. Wasikowski GmbH & Co. KG, ein Hersteller von Polstermöbelgestellen, die Dicke der von ihm verarbeiteten Multiplexplatten von bisher 21 auf 18 Millimeter. Das Ergebnis: Deutlich weniger Materialverbrauch ohne Qualitätseinbußen.

Die Produktgestaltung kann zudem erhebliche Auswirkungen auf den späteren Verschnitt haben. Eine Möglichkeit diesen zu reduzieren besteht in der geschickten Abstimmung der Abmessungen auf übliche Handelsmaße.

Auch ein Blick auf die Fertigungstiefe kann sich lohnen. Wo macht die eigene Herstellung Sinn und wann sollte besser auf passende Halbdteile und zugekaufte Güter zurückgegriffen werden?

Durch Standardisierung Fehlern vorbeugen

Bei aller Optimierung im Detail sollten Sie bedenken: Mit der Anzahl der verwendeten Materialien, Rezepten, Bauweisen und Gestaltungsformen steigt auch die Komplexität. Missverständnisse, Verwechslungen und unnötige Fehler sind die Folgen. Die einheitliche Verwendung von Materialien, Farbtönen, Teilen oder Bauweisen hilft, die Komplexität im Betrieb zu senken. Das verringert nicht nur unnötige Fehler, sondern erleichtert auch die Wiederverwendung vorhandener Reste, sorgt für übersichtliche Lager und kann sich sogar im Einkauf lohnen. Denn steigen mit der Standardisierung die Bestellvolumina bei einem Lieferanten, kann dies die Einkaufskonditionen positiv beeinflussen. Davon profitiert zum Beispiel auch die Gerdes Holz-Systembau GmbH aus Wiefelstede. Obwohl teurer, lohnte sich der Wechsel zu neuen Beschlägen dank leichter Verarbeitbarkeit und bessere Konditionen.

Fertigung und Montage

Ob Ausschuss, Verschnitt oder zu hoher Hilfsmiteinsatz: Im Herstellungsprozess entstehen hohe Materialverluste. Jeder ist bemüht verwendete Materialien optimal auszunutzen. Trotzdem sind bei genauem Hinsehen in der Regel noch Verbesserungen möglich.

Eine Möglichkeit den Verschnitt zu minimieren ist die automatisch optimierte Aufteilung von Teilen, Holzwerkstoffplatten, Textilien oder Blechen. Mit Hilfe spezieller Software, die unterschiedliche Teile optimal für den Zuschnitt anordnet, lässt sich die Materialausnutzung je nach Branche und Anwender um bis zu 30 Prozent steigern. Ihr Einsatz lohnt sich insbesondere, wenn die Teile unterschiedlicher Aufträge miteinander verschachtelt werden können. Eine geschickte Auftragsreihung macht sich auch an anderen Stellen bezahlt. Rüstvorgänge und damit zusammenhängende Verluste können dadurch ebenso vermieden werden, wie aufwendige Reinigungsvorgänge.

Neben der Vermeidung von Verschnitt und unnötigen Arbeitsschritten lassen sich Materialien und Hilfsmittel oft noch dosierter einsetzen. Entscheidend hierfür ist die Sensibilisierung und Schulung der eigenen Mitarbeiter. Denn nur wer die Konsequenzen seines Handelns versteht, also beispielsweise den Preis der verwendeten Materialien kennt und weiß, wie er diese einsparen kann, wird sein Verhalten verändern.

Viele Materialreste und Hilfsstoffe, wie Zulagen, Folien oder Schrauben, können zudem wiederverwendet werden. Nichtverkaufte Brötchen lassen sich etwa zu Knödel verarbeiten, Holzspäne werden zu Heizzwecken verbrannt und auch Wasserkreisläufe lassen sich schließen.

Qualitätszirkel – Mitarbeiter einbinden

Eine gute Möglichkeit Ihre Mitarbeiter frühzeitig einzubeziehen sind sogenannte Qualitätszirkel. Dabei handelt es sich um regelmäßig stattfindende innerbetriebliche Arbeitskreise. In diesen Workshops können die Mitarbeiter an der Verbesserung der Betriebsabläufe mitarbeiten. Die Vorteile: Mitarbeiter können ihre Erfahrungen und Ideen einbringen und werden für die anstehenden Veränderungen sensibilisiert und motiviert.

Als Werkzeuge benötigen die Beteiligten ein Vorschlags- oder Ideenblatt und einen Maßnahmenplan. Zur Visualisierung dient eine Metaplanwand mit Stiften, Pins und Karten.

Durchführung eines Workshops:

- Workshop eröffnen, Ablauf vorstellen
- Arbeitssystem analysieren
- Verschwendung ermitteln
- Ergebnisse visualisieren
- Lösungsideen sammeln
- Lösungen bewerten
- Maßnahmenkatalog erarbeiten

Die Ergebnisse werden vor der Unternehmensführung präsentiert, welche die Umsetzung freigibt.

Weniger Ausschuss durch Prozesssicherheit

Ob Fertigungsunterlagen, Wareneingangskontrolle, Bestellvorgänge oder Fertigungs- und Montageabläufe: Klar definierte Abläufe und Checklisten sorgen für Prozesssicherheit und senken Fehler- und Ausschussrisiken. Trotz intensiver Planung und Abstimmung werden sich in der Praxis Fehler nie ganz vermeiden lassen. Wer auf Nummer sicher gehen will, gestaltet Prozesse so, dass diese möglichst ausgeschlossen werden. Auch im Handwerk lassen sich fehlersichere Prozesse umsetzen, beispielsweise durch die Verwendung von eindeutigen Fräs- und Bohrschablonen oder Drehmomentschraubern. Auch bei der Wehling Anlagen- und Maschinenbau GmbH kam es in der Vergangenheit regelmäßig zu Ausschuss durch Verwechslungen verschiedener Werkstoffe. Um das zukünftig auszuschließen, kennzeichnen die Mitarbeiter eingehende Bleche und Stahlteile nun umgehend mittels eindeutiger Farbcodes.

5 A-Methode – Schritt für Schritt zu ordentlichen Arbeitsplätzen

Eine Grundlage für fehlerfreies und produktives Arbeiten sind geeignete, übersichtliche und aufgeräumte Arbeitsplätze. Das gilt für die Werkstatt ebenso wie für die Werkzeugkiste. Die 5-A-Methode ist eine einfache Methode, um die Arbeitsplatzgestaltung Schritt für Schritt nachhaltig zu verbessern. Der Ablauf gliedert sich in fünf Schritte:

1. Aussortieren

Alles was Sie nicht wirklich und regelmäßig brauchen, stört mehr als es nutzt und sollte sich deshalb nicht direkt am Arbeitsplatz befinden. Trennen sie das Notwendige vom Überflüssigen. Was haben Sie länger nicht benutzt? Sind bestimmte Teile unnötigerweise doppelt vorhanden? Sind sie vielleicht sogar unbrauchbar?

2. Aufräumen

Im nächsten Schritt geht es darum, eine sinnvolle Ordnung für die unerlässlichen Gegenstände zu finden. Auch hier ist eine Aufteilung nach Nutzungshäufigkeiten sinnvoll. Was brauchen Sie ständig, was stündlich, täglich, wöchentlich oder nur monatlich?

3. Arbeitsplatz sauber halten

Nach einer Grundreinigung geht es insbesondere darum, Reinigungszyklen festzulegen und diese auch zu dokumentieren.

4. Anordnung zur Regel machen

Damit der erreichte Zustand zur Regel wird, sollte er standardisiert werden. Hierzu ist der Sollzustand in geeigneter Weise zu dokumentieren, zum Beispiel durch Fotos oder Kennzeichnungen.

5. Alle Schritte wiederholt durchlaufen

Irgendwann wird vielleicht dennoch ein neuerliches Ausmisten notwendig werden. Zudem lässt sich immer etwas verbessern. Deshalb sollte der Prozess von Zeit zu Zeit wiederholt durchlaufen werden.

Weniger Verluste durch Wartung und Instandhaltung

Neben dem Verhalten der Mitarbeiter tragen vor allem auch geeignete und voll funktionstüchtige Werkzeuge und Maschinen dazu bei, unnötige Fehler, Ausschüsse und überhöhte Verbräuche zu vermeiden. Auch wenn es am Lackierbild noch nicht erkennbar ist, können die Düsen von Lackierpistolen bereits verschlissen sein. Die Folge: ein bis zu 50 Prozent höherer Lackverbrauch. Das Beispiel zeigt: Die regelmäßige Wartung und Instandhaltung von Werkzeugen und Maschinen ist eine wichtige Stellschraube, um Materialverluste zu verringern.

7 Schritte zur autonomen Instandhaltung

Die Zeit für Instandhaltungsarbeiten lohnt sich! Denn die Kosten durch mangelnde Instandhaltungsarbeiten übertreffen die Instandhaltungskosten oft bei weitem. Dabei hat es sich bewährt, auch die Mitarbeiter in die Wartungsarbeiten einzubeziehen. Sie lernen die Maschinen und Werkzeuge besser zu

verstehen, Unregelmäßigkeiten frühzeitig selber zu erkennen und zu beheben. Das sichert eine durchgehende Verfügbarkeit der Maschinen. Um ihre Mitarbeiter langsam mit den neuen Aufgaben vertraut zu machen, wird die sogenannte autonome Instandhaltung normalerweise in Stufen eingeführt:

1. Grundreinigung mit erster Überprüfung

Hierzu werden die Maschinen zunächst gemeinsam gesäubert sowie geschmiert und geölt.

Gleichzeitig werden alle sichtbaren Mängel behoben.

2. Beseitigung von Fehlerquellen und schwer zugänglichen Bereichen

Anschließend werden die Ursachen für die entstandenen Verschmutzungen ermittelt und wenn möglich beseitigt. Eine leichtere Zugänglichkeit der Anlage oder Maschine schafft die Grundlage für effiziente und effektive Reinigungsarbeiten.

3. Festlegen von vorläufigen Standards für Reinigung und Schmierung

Um den erreichten Zustand in Zukunft leichter gewährleisten zu können, werden vorläufige Wartungspläne erstellt. In diesem Zuge sind Vorgaben und Checklisten zu erarbeiten, wie die Reinigung und Schmierung vorzunehmen sind und Standards für Ordnung und Sauberkeit festzulegen.

4. Gesamtüberprüfung

In diesem Schritt wird den Mitarbeitern das notwendige Wissen zur selbständigen Übernahme von Instandhaltungsaufgaben durch Unterweisungen und Trainings vermittelt.

5. Autonome Anlagenchecks

Sind die Mitarbeiter mit ihren neuen Aufgaben ausreichend vertraut, kann die „autonome Instandhaltung“ beginnen. Erarbeiten Sie standardisierte Prüflisten und Instandhaltungspläne, die Wartungsintervalle und Verantwortlichkeiten festlegen.

6. Ordnung und Sauberkeit

Der gesamte Arbeitsplatz wird im Hinblick auf Sauberkeit, Ordnung und möglichst geringe Verluste optimiert. Hierzu lässt sich die vorher beschriebene 5A-Methode nutzen.

7. Anwendung der autonomen Instandsetzung

Die autonome Instandhaltung ist nunmehr eingeführt. Sie sollten aber auch weiterhin nicht ruhen, denn es gibt immer etwas an den bestehenden Abläufen zu verbessern. Es kann dazu hilfreich sein, die Verlustzeiten aufzuzeichnen und zu analysieren.

Ressourceneffizientere Werkzeuge, Verfahren, Maschinen und Betriebsstoffe

Die technische Entwicklung schreitet laufend voran. Immer leistungsfähigere und effizientere Maschinen, Werkzeuge und Verfahren helfen, Material zu sparen. Beispiele sind etwa endkonturnahe Fertigungsverfahren, alternative Applikationsmethoden, wie die elektrostatische Lackierung, die Minimalmengenschmierung in der Metallbearbeitung oder dünnere Sägeblätter und Abstechmeißel.

Die Firma Pfaffmann Weingelee profitiert etwa von der Umstellung des zur Kühlung von Weingelee eingesetzten Verfahrens. Wurden die Gläser mit heißem Gelee früher in Wasserbädern gekühlt, werden sie jetzt nur noch mit wenig Wasser besprüht. Den Rest erledigt die Verdunstungskälte. Das neu entwickelte Verfahren spart eine große Menge Wasser und amortisiert sich in etwa zwei Jahren.

Zudem kann es sich lohnen, bisher verwendete Hilfsstoffe unter die Lupe zu nehmen. Neue Materialien können oft durch verbesserte Eigenschaften überzeugen. So konnte beispielsweise ein kunststoffverarbeitender Betrieb aus Schleswig-Holstein vom Wechsel auf eine neue Schutzfolie profitieren. Diese sind nötig, um die verarbeiteten Plexiglasscheiben zwischen den einzelnen Arbeitsgängen zu schützen. Im Gegensatz zu den alten Folien hinterlässt das neue Material keinerlei Klebereste. Gut für das Unternehmen, denn die bisher durchgeführten Reinigungsgänge mit Lösemitteln können nun entfallen.

Organisation der Abläufe

Unternehmen verändern sich im Laufe der Zeit. Die Maschinenausstattung und die Abläufe wachsen mit steigenden Mengen und Anforderungen in der Regel „organisch“ mit. Von Zeit zu Zeit ist deshalb eine Optimierung der Abläufe nötig. Bis ein Produkt entsteht, durchläuft es vom Beschaffungsüber den Herstellungsprozess bis zur Übergabe an den Kunden zahlreiche Stationen. Ein reibungsloser und zügiger Materialfluss vermindert unnötige Beschädigungen durch Transporte und Zwischenlagerungen. Dafür müssen alle notwendigen Materialien zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort bereitgestellt werden. Im Idealfall geschieht dies dank überlegter Werkstattorganisation und Maschinenanordnung

- auf dem kürzesten Weg,
- ohne sich überschneidende Transport- und Laufwege,
- ohne Zwischenlagerungen und
- mit geeigneten Transportmitteln.

Lagerung

Auch Lagerschäden können zu nicht unerheblichen Ausschüssen führen. Sie können unter anderem durch Feuchtigkeit, Schädlinge, Hitze, Kälte oder Rost entstehen. Stellen Sie deshalb geeignete Lagerbedingungen sicher.

Die Wiederverwendung von Restteilen vermindert Materialverluste. Übervolle Lager sind allerdings unübersichtlich und verursachen Suchkosten. Deshalb empfiehlt es sich, Lager so klein, aufgeräumt und übersichtlich wie möglich zu halten. Auch die Einführung eines Kommissionslagers kann helfen, Suchkosten zu minimieren und Verwechslungen zu vermeiden.

Fazit

Auch im Handwerk lassen sich Materialien noch sparsamer einsetzen. Ansatzpunkte existieren vom Auftragseingang bis zur Montage. Unternehmen können bei der Produktgestaltung, den Fertigungs- und Montageprozessen oder der Organisation der Abläufe ansetzen. Um dabei systematisch Verbesserungen zu erzielen, stehen zahlreiche Hilfsmittel bereit. In jedem Fall ist ein genaues Abwägen notwendig. Erhöhen Materialeinsparungen die Fehlerquote oder die Fertigungs- und Montagekosten, können die erzielten Ersparnisse schnell dahin sein. Beantworten Sie sich deshalb die Fragen:

- Wo sind die größten Verlustquellen?
- Wie hoch ist das Einsparpotenzial?
- Lohnen umfangreiche Maßnahmen?
- Welche Folgen haben diese auf andere Kosten?
- Wann amortisieren sich die Investitionen?

Insbesondere für Serienproduzenten lohnt es sich, hierfür die eigenen Prozesse genauer zu durchleuchten. Erprobte Werkzeuge wie die Materialflusskostenrechnung helfen, Verlustquellen aufzudecken und Einsparpotenziale zu beziffern. Nähere Informationen zu dieser Methodik erhalten Sie in unserem kostenlosen Faktenblatt (2/2011) „Effizient mit Ressourcen umgehen – Materialflusskostenrechnung“.

Tipp: Fördermöglichkeiten

Die methodische Analyse bestehender Produkte und Prozesse und deren Verbesserung erfordern Erfahrung und Ressourcen. Schon zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen (KMU) haben bereits von der Unterstützung durch erfahrene Berater profitiert. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt im Rahmen des Moduls go-effizient Effizienzberatungen. Im Förderfall übernimmt es 50 Prozent Ihrer Ausgaben für die externen Beratungsleistungen eines autorisierten Beratungsunternehmens. Nähere Informationen hierzu erhalten sie auf der Webseite der Deutschen Materialeffizienzagentur: www.demea.de

Quellen

- Baszenski, N. (2008): Methodensammlung zur Unternehmensprozessoptimierung, herausgegeben vom Institut für angewandte Arbeitswissenschaft. 3. Auflage, Köln: Wirtschaftsverlag Bachem.
- Blaeser-Benfer, A. et al. (2012): Produktivität für kleine und mittelständische Unternehmen, Teil 2: Methoden zur Produktivitätssteigerung, Eschborn: RKW.
- Bullinger H.-J. (2011): Grüne Innovationen für nachhaltiges Wirtschaften, Wettbewerbsvorteile durch Ressourceneffizienz. In: Mehr Raum für Ideen!, RKW Magazin 2/2011, Eschborn: RKW.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009): Impulsprogramm Materialeffizienz - Das Fitness-Programm für Ihr Unternehmen, Berlin.
- Ehrlenspiel, K. et al. (2007): Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren, Berlin: Springer.
- Müller, K. / Reißig, S. (2007): Struktur- und Potenzialanalyse des Handwerks in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen – Kurzfassung.
- Reuber, M. (2011): Materialeffizienz in der Möbelindustrie, Vortrag auf der Konferenz „Rohstoffe erfolgreich für die Zukunft sichern - effizient Material und Rohstoffe nutzen“ am 30.11.2011 in Berlin.
- Rießelmann, J. (2011): Methoden für einen effizienten Materialeinsatz, Eschborn: RKW.
- Schmidt, M. / Schneider, M. (2010): Kosteneinsparungen durch Ressourceneffizienz in produzierenden Unternehmen. In: UmweltWirtschaftsForum, December 2010, Volume 18, Issue 3-4, S. 153-164.
- <http://handwerk.com>
- www.handwerk-magazin.de
- www.hwk-aurich.de

RKW Faktenblätter

- Mario Schmidt (1 / 2011)
Energie- und Stoffstromanalyse
- Mario Schmidt (2 / 2011)
Materialflusskostenrechnung
- Julia Rießelmann (3 / 2011)
Methoden für einen effizienten Materialeinsatz
- Julia Rießelmann (04 / 2011)
Wertstromdesign
- Alexander Sonntag, Dr. Andreas Blaeser-Benfer (3 / 2013)
Ressourceneffizienz – Chancen und Risiken
- Alexander Sonntag, Dr. Andreas Blaeser-Benfer (4 / 2013)
Ressourceneffizienz – Rechte und Pflichten
- Alexander Sonntag (2 / 2013)
Serviceinnovationen im Handwerk: Mit Dienstleistungen zum Erfolg

Impressum

Herausgeber:

RKW Rationalisierungs- und Innovationszentrum
der Deutschen Wirtschaft e. V.
Kompetenzzentrum
Düsseldorfer Straße 40 A, 65760 Eschborn
www.rkw-kompetenzzentrum.de

Autoren: Alexander Sonntag

Layout / Redaktion: Christopher Dürr / Rabena Ahluwalia

Verantwortlich: Dr. Bernd Drapp / Dr. Andreas Blaeser-Benfer

Bildquelle: caimacanul/fotolia.de

September 2013

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages