

Grüne Intralogistik und Produktion

Versöhnung von Ökonomie und Ökologie bedeutet, dass der Schornstein raucht, aber nicht qualmt.

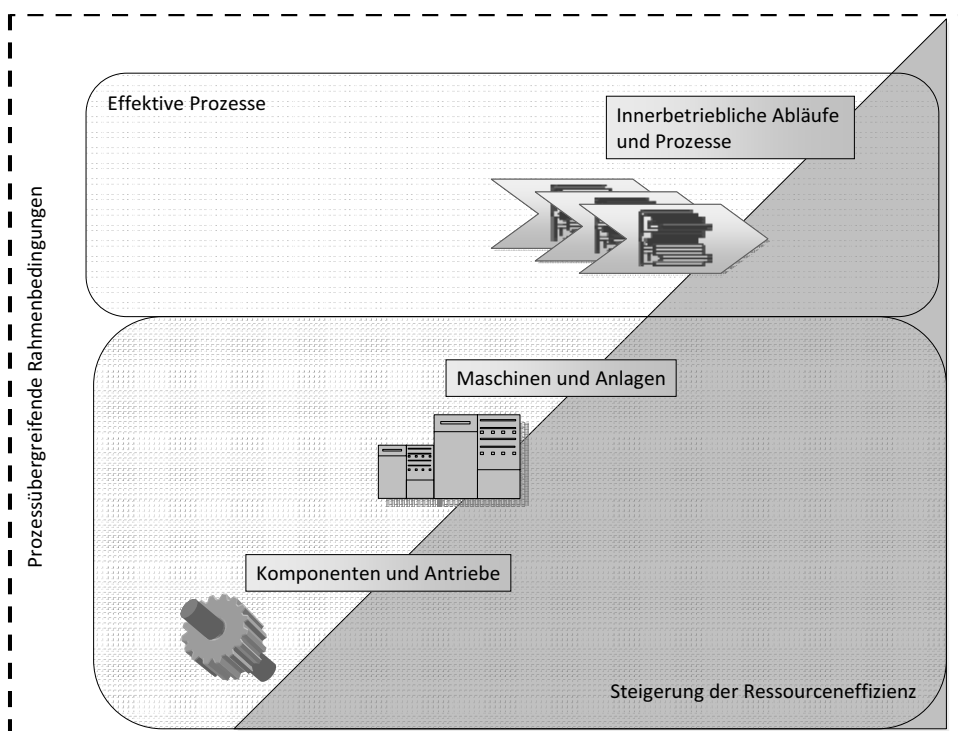
Peter Gillies

Im Gegensatz zu ökologischen Wertschöpfungsnetzwerken befasst sich die grüne Intralogistik mit der Optimierung innerbetrieblicher Prozesse unter ökologischen Gesichtspunkten. Eine grüne Intralogistik hat direkten Einfluss auf den „Grünheitsgrad“ der gesamten Wertschöpfungskette und des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks. Schließlich kann es nicht Ziel sein, sämtliche zwischenbetriebliche Transporte hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß zu optimieren, gleichzeitig aber die Energie- und Emissionseinsparpotenziale in Lagern und Fabriken unberücksichtigt zu lassen. Im produzierenden Gewerbe ist die Intralogistik eng mit der Produktion verknüpft, da sie für den reibungslosen Material- und Informationsfluss innerhalb einzelner Produktionsstätten sorgt. Von den im produzierenden Gewerbe sowie in Anlagen der Intralogistik genutzten Ressourcen steht derzeit vor allem der Energieverbrauch in der Kritik. Die

Dematic GmbH gab im Oktober 2007 ein Weißbuch mit Vorschlägen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Fördertechnik heraus. Die Kernaussage der Broschüre lautet: „With power, less can be more ... more environmental, more money“ [73]. Die gesteigerte Aufmerksamkeit für den „Rohstoff“ Energie fußt in erster Linie auf Prognosen über weiter steigende Energiekosten. So prognostizierte die überwiegende Mehrheit der 200 Energiemarktexperten des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung im August 2008 einen starken Anstieg der realen Stromkosten bis ins Jahr 2020 [74]. Zudem haben die Unternehmen erkannt, dass umweltfreundliche Initiativen das Firmenimage bei Kunden, Aktionären und in der Öffentlichkeit positiv beeinflussen.

Für Produktion und Intralogistik lassen sich, im Gegensatz zur Green Supply Chain, keine allgemeingültigen Basisstrategien für eine umweltverträgliche

*Handlungsebenen
und Stellhebel
für eine grüne
Intralogistik und
Produktion*





Wussten Sie ...

... welche Rolle Effektivität und Effizienz für ressourcenschonendes Handeln spielen – und welche Parallelen in diesem Zusammenhang zum Lean-Gedanken bestehen?

Die Grundthese zum ressourcenschonenden Handeln lautet: Unterlasse konsequent jeden Ressourceneinsatz, der nicht erforderlich ist und sich vermeiden lässt, und reduziere den restlichen Verbrauch auf ein nötiges Mindestmaß!

Positiv formuliert enthält diese These die Forderung nach Effektivität: Nur die wirklich notwendigen Dinge werden getan, jede Verschwendung wird vermieden. Das entspricht der grundlegenden Forderung der Lean-Philosophie, die zur Optimierung der Wertschöpfung sämtliche Verschwendung (japanisch: muda) zu vermeiden sucht.

Für Aktivitäten, die als effektiv (also zielführend und daher notwendig, nach dem Lean-Gedanken wertschöpfend) eingestuft werden, gilt in der Folge die Forderung nach Effizienz. Diese Aktivitäten müssen bei minimalem Input einen maximalen Output realisieren. Ökonomisch betrachtet wird der Input den aufgewandten Kosten entgegen gesetzt, unter ökologischen Gesichtspunkten sollte in erster Linie der Ressourcenaufwand (Material, Energie, Schadstoffemissionen) betrachtet werden. Dieser lässt sich anschließend wieder mit einer Kostenbetrachtung verknüpfen.

Einen positiven Effekt liefern effiziente Anlagen daher erst, wenn zuvor Prozesse und Abläufe effektiv gestaltet wurden, wie auch das Beispiel Überproduktion zeigt (übrigens eine der sieben Arten der Verschwendung, die die Lean-Philosophie kennt). Die Produktion an sich kann noch so effizient in Sachen Energiebedarf und Materialnutzung sein. Solange die produzierten Güter keinen Absatz finden, hat das Gesamtsystem (bestehend aus Prozessen und Betriebsmitteln) das Prädikat „effektiv“ nicht verdient.

Gestaltung aufstellen. Zu unterschiedlich sind Prozesse und Rahmenbedingungen in den verschiedenen Industrie- und Handelssektoren. Allerdings lassen sich vier Handlungsebenen definieren, die Potenziale zur Ressourceneinsparung bieten (vgl. Abb. Seite 60):

Ebene 1: Innerbetriebliche Abläufe und Prozesse

Ebene 2: Komponenten und Antriebe

Ebene 3: Maschinen und Anlagen

Ebene 4: Prozessbegleitende Rahmenbedingungen

Erst durch die Schaffung einer Vergleichsbasis auf Grundlage von Energie- und Ressourcenbilanzen für Maschinen, Anlagen und innerbetriebliche Abläufe wird eine ökologische Bewertung des Gesamtsystems möglich. Diese Bewertung ist Ausgangspunkt für die

Einführung ressourcenschonender Prozesse. Die prozessbegleitenden Rahmenbedingungen definieren Handlungsempfehlungen für eine grüne Infrastruktur. Von der Produktionsstätte bis zur Lagerhalle sind alle Bereiche, in denen sich produktionstechnische und intralogistische Tätigkeiten abspielen, eng an Immobilien geknüpft. Nachhaltige Konzepte für Hallenbeleuchtung oder Raumwärme können zusätzlich zu schlanken Prozessen und effizienterer Förder- und Produktionstechnik die Ökobilanz verbessern.

Beispiele und Möglichkeiten für Verbesserungsmaßnahmen innerhalb der unterschiedlichen Kategorien stellt das nachfolgende Kapitel vor. Wichtig ist vor allem die Erkenntnis, dass nur durch die Kombination von Optimierungen auf sämtlichen Handlungsebenen ein maximales Einsparpotenzial erreichbar wird.

4.1 Effektive Prozesse

Auf politischer Ebene steckt die EU-Direktive EuP die Eckpunkte für einen produktbezogenen Umweltschutz und eine entsprechende Prozessgestaltung in der Produktion ab [75]. Mit den Schwerpunkten Energieeffizienz, Lebenszyklussicht sowie Nachweispflicht über umweltliche Analysen und Handlungen sollen Umwelteffekte demnach auch über den reinen Energieverbrauch eines jeden Produktes quantitativ in allen Lebenszyklen bekannt und dokumentiert sein. Freiwillige Selbstverpflichtungen sind erlaubt und erwünscht. Diese sollen allerdings mit gesetzlichen Vorgaben zu den zu implementierenden Maßnahmen vereinbar sein. Das Ziel der Direktive 2005/32/EC ist eine ständige ökologische Verbesserung der Akteure.

Bei der Entscheidung, welche Verbesserungsmaßnahmen umzusetzen sind, helfen folgende Fragestellungen:

- Welche Maßnahmen sind mit höchstem Verbesserungspotenzial dominant?
- Welche Änderungen sind einfach durchzuführen?
- Welche Änderungsmaßnahmen sind generell möglich und mit welchem Aufwand sind sie verknüpft?
- Wie weit ist die Wertschöpfungskette mit einzubeziehen?
- Welche Umwelteinflüsse werden selbst verursacht, welche sozusagen „eingekauft“?

Schließlich darf die Wirtschaftlichkeit der gewählten Änderungskonzepte neben ökologischen Aspekten keinesfalls zurückstehen [76]. Als Prämisse für eine gesteigerte Materialeffizienz in der Produktion gilt künftig, mit einem minimalen Ressourceneinsatz eine maximale Wertschöpfung zu generieren. Dies erfordert Effizienz in mechanischen, thermischen und chemischen Fertigungsprozessen und -systemen, erreichbar unter anderem durch eine Steigerung der Prozessstabilität oder geschlossene Ressourcenkreisläufe und -vernetzung in Prozessketten und Systemen.

Gerade die Automobilbranche ist aktuell stark um ein



Wussten Sie ...

... wie vielseitig Recycling wirklich sein kann?

Beim Verbrauch von Gütern entstehen in der Produktion oder in Büros Abfälle und Wertstoffe, deren Rückführung in den Stoffkreislauf durch Verwertung allgemein als Recycling bezeichnet wird. Es sind vier verschiedene Formen zu unterscheiden:

1. Wiederverwertung

Die Wiederverwertung ist die heute am weitesten verbreitete Form des Recyclings. Dabei werden die Wertstoffe zu gleichwertigen Gütern verwertet. Die Güte der Wiederverwertung hängt in starkem Maße davon ab, ob der Wertstoff ohne Verschmutzungen oder Beimischungen rückgeführt werden kann. Dies kann insbesondere durch die Art der Erfassung, zum Beispiel durch getrennte Sammlung, verbessert werden. Durch Wiederverwertung werden Primärrohstoffe (beispielsweise Eisenerz) oder Primärenergie eingespart.

2. Weiterverwertung

Die Weiterverwertung umfasst Verfahren – darunter auch einige thermische Recyclingmethoden wie Müllverbrennung –, durch die Güter zu anderen gleichwertigen Produkten verarbeitet werden, wie beispielsweise die Herstellung von Möbelstücken aus

unsortierten Kunststoffabfällen. Die Weiterverwertung kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn der primäre Einsatzzweck der Produkte nicht wiederhergestellt und die im Abfall enthaltenen Wertstoffe oder Energiepotenziale nur in anderer Form verwertet werden können.

3. Wiederverwendung

Die Wiederverwendung (zum Beispiel die Nutzung von Pfandflaschen, Mehrwegsysteme oder -verpackungen) ist die umweltfreundlichste Form des Recyclings, da sie Abfälle nicht erst entstehen lässt. In diese Kategorie fallen Behälterkreisläufe ebenso wie nachfüllbare Druckerpatronen und vieles mehr.

4. Weiterverwendung

Bei der Weiterverwendung, beispielsweise durch mehrmaligen Gebrauch von Packstoffen oder auch Briefumschlägen, findet keine zusätzliche Aufbereitung der Güter statt. Der Wertstoff wird, meist als leicht minderwertigeres Produkt, weiterverwendet. Diese Form des Recyclings wird meist bei nicht oder nur schwer wiederverwertbaren Wertstoffen eingesetzt, um das letztlich nicht vermeidbare Müllproblem soweit als möglich zu verschieben. Eine Weiterverwendung ist aber umso sinnvoller, wenn das Zweitprodukt verwertbar ist und dadurch ein „Recycling-Zyklus“ eingespарт werden kann.

grünes Image bemüht. Dies gilt sowohl für die Produkt- als auch für die Produktionsseite. So setzt Toyota seit 2001 auf eine nachhaltige Produktionsstrategie und kann dank dieser Initiative erste Erfolge in Sachen Energieeffizienz und Ressourcenschonung nachweisen [77]. Alle acht Toyota-Werke in Europa sind mittlerweile nach ISO 14001 zertifiziert. Im französischen Werk Valenciennes, in dem jährlich 250.000 Toyota Yaris vom Band laufen, ist es demnach gelungen, die Abfälle bei der Produktion von Neuwagen komplett zu recyceln. Von 9,5 Kilogramm Abfall (Öle, Lösungsmittel, Metalle oder Karton), die pro produziertem Fahrzeug anfallen, werden vier wieder genutzt. Der Rest dient als Brennstoff zur Erzeugung industrieller Prozesswärme.

Die Toyota-Umweltstrategie fokussiert vier Bereiche:

- **Abfallvermeidung**
- **Energieverbrauch senken**
- **Wasserverbrauch senken**
- **Lösungsmitteldämpfe vermeiden**

Im französischen Vorzeigewerk werden täglich Öko-Kennzahlen zu Energieverbrauch, Wasseraufbereitung, Emissionen und Abfallwiederverwertung gemessen. Laut Unternehmensangaben ist es Toyota in Europa innerhalb von sechs Jahren gelungen, den durchschnittlichen Energieverbrauch bei der Fahrzeugproduktion um 44 Prozent zu senken [77]. Das ehrgeizige

Ziel bis zum Jahr 2010 ist, den Energieverbrauch um weitere 37 Prozent zu reduzieren. Um solche Werte erreichen zu können, setzt Toyota weiterhin auch für Umweltprobleme auf einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (japanisch: Kaizen). Tetsuo Agata, President R&D and Manufacturing bei Toyota Motor Europe, sieht das Geld für Umweltschutzmaßnahmen sinnvoll eingesetzt: „Die Kosten sehen wir als langfristige Investition, wobei wir uns zum Beispiel durch Reduzierung des Energieverbrauchs auch Kostensenkungen erwarten“ [78].

2008 wurde das Prius-Werk im japanischen Tsutsumi unter ökologischen Gesichtspunkten zur Modellanlage ausgebaut. Ein Photovoltaiksystem mit einer Leistungsfähigkeit von 2.000 Kilowatt unterstützt die Stromversorgung, Gebäudewände mit photokatalytischen Farben bauen so viele Stickoxide und Schwefeloxide ab wie 2.000 Pappeln [78]. Die CO₂-Emissionen des Werkes sollen durch diese Maßnahmen um fünf Prozent sinken, weitere Toyota-Standorte rund um den Globus folgen diesem Vorbild.



Beispiel aus der Praxis: BMW Group: Energiesparen in der Automobilproduktion

Die BMW Group bekennt sich zum schonenden Umgang mit Ressourcen, nachhaltiges Wirtschaften ist fester Bestandteil der Unternehmensphilosophie. Dazu gehört die umweltverträgliche Energieversorgung der Produktion. Zahlreiche Maßnahmen erlauben durch optimale Primärenergieausnutzung hohen Anlagennutzungs- und Wirkungsgrad sowie durch hohe Betriebssicherheit eine gezielte Schonung der Ressourcen und die Reduzierung der Emissionen. Diese sind in der Energiestrategie der BMW Group konkret formuliert.

In allen Produktionswerken der BMW Group hat das Thema Energiesparen angesichts der dramatischen Energiepreissteigerungen, aber auch aufgrund der öffentlichen Debatte um den Klimaschutz, zu zusätzlichen Energiesparmaßnahmen geführt. So auch in der Produktion Fahrwerks- und Antriebskomponenten in Dingolfing.

Zunächst wurde im Rahmen einer Ist-Analyse der Energieverbrauch im Werk gemessen und auf die produzierten Fahrzeuge umgerechnet. Daraus konnten im Anschluss die Energiekosten von Fahrwerks- und Antriebskomponenten pro Fahrzeug im Produktionswerk ermittelt werden.

Aus den Ergebnissen resultierte die Zielsetzung: Mindestens 25 Prozent Kostensenkung beim Energieverbrauch bis 2014. Vorrangig soll dieses Ziel über Verbrauchsreduzierung realisiert werden.

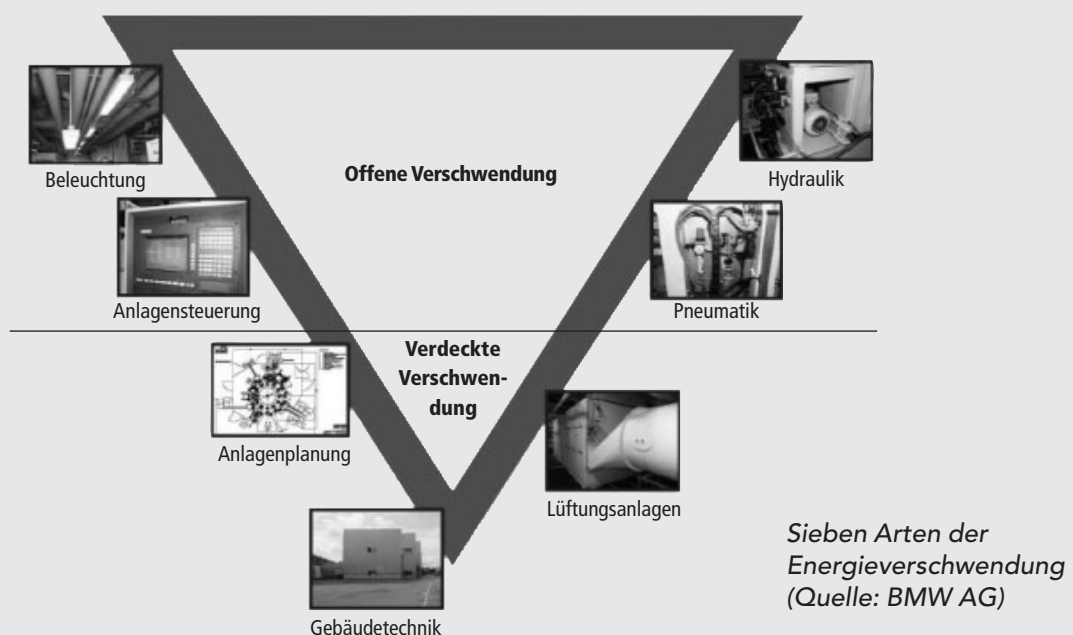
Der Ansatz „Energieverbrauchseinsparung zur Kostenreduzierung“ wird aber nicht als eine neue, zusätzliche Aufgabenstellung angesehen. Die meisten Anforderungen zum Thema Energieeinsparung sind aus verschiedenen Programmen zur Vermeidung von Verschwendung (vor allem bei der Realisierung schlan-

ker Produktions- und Logistiksysteme) und zur Schonung von Ressourcen bereits bekannt. Analog zu den bekannten sieben Arten der Verschwendung wurden sieben Arten der Energieverschwendung definiert (vgl. Abb. unten).

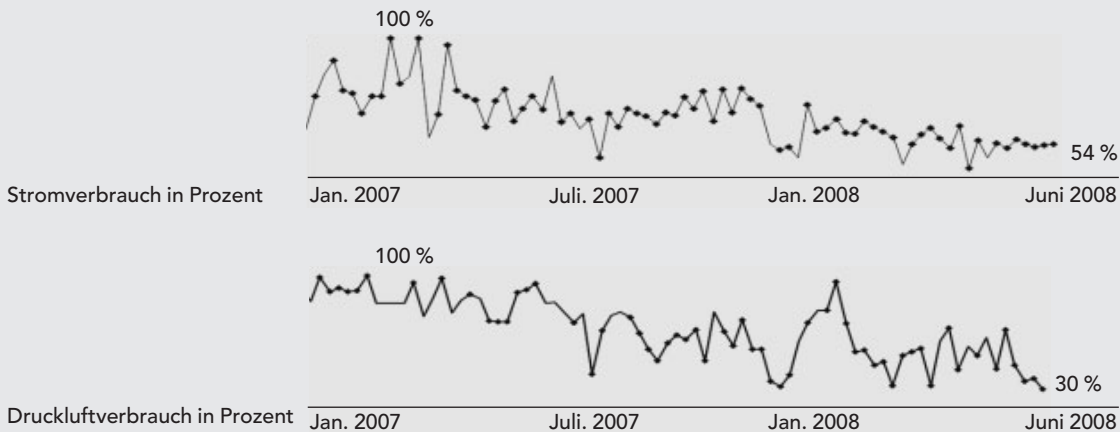
Offene Verschwendungen durch die Beleuchtung von Hallen, Maschinen, Anlagen, Büro- und Besprechungsräumen, durch Anlagensteuerungen sowie durch undichte Hydraulik- und Pneumatiksysteme gilt es demnach zu eliminieren. Verdeckte Verschwendungen bei der Gebäudetechnik (Heizung, Lüftung, Isolierung, Medienversorgung, Türen, Tore), in Lüftungsanlagen (Absaugungen, Hallenlüftung, Klimaanlage in Besprechungsräumen, Büros und Anlagen) oder bereits in der Phase der Anlagenplanung (Neuplanung, Umbauten, Änderungen) müssen minimiert werden.

Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs ergeben sich durch ständiges Hinterfragen aller Energie- und Medienverbräuche bei bestehenden Anlagen, zum Beispiel durch eine sogenannte Energie-Prozessanalyse. Darüber hinaus ist es bei Sanierungen und Neuanschaffungen möglich, Anlagen mit erheblich reduziertem Energiebedarf zu installieren.

Um die Potenziale zur Energieverbrauchsreduzierung erkennen und auch entsprechend nutzen zu können, wurde in Dingolfing ein Energiesteuerkreis aus Mitgliedern aller Produktions- und Fachabteilungen sowie Dienstleistungsbereichen unter Moderation und Koordination eines neu einberufenen Werksenergiekoordinators eingerichtet. Das verfolgte Konzept besteht aus zwei Teilen. Zum einen sollen zielführende Verbesserungsvorschläge zum optimierten Energieeinsatz aus den Reihen der Mitarbeiter über Vorgesetzte oder den Energiesteuerkreis gesammelt und in die Tat umgesetzt werden. Um eine solche Vorschlagskultur zu etablieren, ist es in einem zweiten Schritt notwendig, Instrumente zur Kommunikation



Reduzierung des Strom- und Druckluftverbrauchs in der Produktion Fahrwerk und Antriebskomponenten der BMW Group in Dingolfing



zwischen Energiesteuerkreis, Führungskräften und Mitarbeitern auf allen Ebenen zu ermöglichen. Pro Abteilung gibt es einen Energiepartner aus dem Energiesteuerkreis, der sich aktiv um die Energieeffizienz in seinen Bereichen kümmert.

Im Rahmen von „Energietagen“, organisiert von Mitgliedern des Energiesteuerkreises, sollen die Mitarbeiter für Verschwendungen von Energie und Wasser in ihrem Arbeitsumfeld sensibilisiert werden. Zur Vermeidung solcher Verschwendungen erhalten sie praktische Tipps für eine bewusstere Ressourcennutzung, die im beruflichen ebenso wie im privaten Leben einsetzbar sind und auf diese Weise die „persönliche Betroffenheit“ der Mitarbeiter erhöhen.

Bei der Initiative zur Ressourcenschonung in der Produktion Fahrwerks- und Antriebskomponenten der BMW Group in Dingolfing werden die Energiearten elektrischer Strom, Druckluft (6 bar/12 bar), Raumwärme zur Gebäudebeheizung, Industriewärme für Prozessanlagen, Erdgas, Heizöl, Kaltwasser zur Klimatisierung, Stadtwasser sowie Medien wie Treibstoffe oder technische Gase betrachtet. Regelmäßige Energiebegehungen in allen Fertigungsbereichen der Fahrwerks- und Antriebskomponentenproduktion zur Ist-Aufnahme von Strom- und Luftdruckverbrauch, durchgeführt von Mitarbeitern der Gruppenleiterbereiche, sollen Schwachstellen aufdecken und ein Monitoring ermöglichen. Die erfassten Punkte werden den

jeweiligen Bereichen zur Abarbeitung weitergeleitet bzw. sofort nachhaltig abgestellt.

Die Begehungen finden in der Produktionszeit, aber auch zur produktionsfreien Zeit statt, um Energieverschwendungen durch nicht abgeschaltete Maschinen zu sichten und Druckluftleckagen zu hören. In vielen Fällen ist die Berechnung der Energieeinsparungen sehr schwierig, da sie von verschiedenen Einflussfaktoren wie zum Beispiel der Außentemperatur abhängig sind. Bei elektrischen Verbrauchern hingegen wird von der einfachen Formel

$$\text{Leistung [Watt]} \times \text{Zeit [h]} = \text{Arbeit [kWh]} \\ \times \text{Strompreis [€/kWh]} = \text{Einsparung [€]}$$

ausgegangen. Eingeführt wurde dieses Vorgehen Anfang 2007. Seit diesem Zeitpunkt gelang es mit einem Bündel von Maßnahmen, den Stromverbrauch im Vergleich zu den anfänglichen Spitzenverbräuchen um rund die Hälfte zu reduzieren. Der Druckluftverbrauch konnte gar auf ein Drittel des ursprünglichen Spitzenwertes reduziert werden.

Auf lange Sicht wird ein kontinuierliches Optimieren der Ressourcennutzung für eine maximale Nachhaltigkeit in dem gesamten Produktionsbereich angestrebt. Vor allem ist es notwendig, das Thema Energieeffizienz „nachhaltig in den Köpfen der Mitarbeiter zu verankern“.

4.2 Energieeffiziente Maschinen und Anlagen

2006 gab das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) eine Broschüre mit dem vielsagenden Titel „Energieeffizienz – die intelligente Energiequelle“ heraus [79]. Darin sind Energiespar-Tipps für Industrie und Gewerbe gesammelt. Als Ansporn für deren Umsetzung gibt das Ministerium im Vorwort der Broschüre das ehrgeizige Ziel aus: „Wir wollen Weltmeister in der Energieeffizienz

werden!“ Vorgestellt werden unter anderem die Potenziale in Querschnittstechniken, die in allen Branchen zum Einsatz kommen.

Für Pumpensysteme wird ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von zwölf bis 15 Prozent genannt, für Druckluftsysteme, wie sie unter anderem in pneumatischen Förderanlagen eingesetzt werden, sogar bis zu 50 Prozent. Angeführt wurde das Beispiel eines Automobilherstellers, der sein Druckluftsystem mit einem wassergekühlten Schraubenverdichter und vier wassergekühlten Kolbenverdichtern betrieb. Eine Prüfung