

Nachhaltigkeit durch Energiecontrolling

Stephan Niggemann

econ solutions GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 25
75334 Straubenhardt
Stephan.Niggemann@econ-solutions.de

Abstract: Nachhaltigkeit in ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension kann durch unterschiedliche Maßnahmen erreicht werden. Maßnahmen zur Energieeffizienz sind ein wesentlicher Bestandteil, dessen Potentiale von ausgewiesenen Experten als überdurchschnittlich eingestuft werden. Um Maßnahmen ergreifen zu können, bedarf es jedoch der Transparenz bei energierelevanten Größen. Auch wenn der Return on Investment für ein IT-System zum Energiecontrolling im Vorhinein schwer zu berechnen ist, zeigt das Fallbeispiel, wie sich mit geringem Aufwand signifikante Effizienzpotentiale heben lassen.

1 Nachhaltigkeit und Energiemanagement - nur Trends?

Der Begriff der Nachhaltigkeit (engl. Sustainability) ist seit geraumer Zeit in aller Munde. Nachhaltiges Handeln ist dabei immer durch das Gleichgewicht bzw. die Berücksichtigung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen geprägt. Gesellschaftlich genießt nachhaltiges Wirtschaften den höchsten Stellenwert, da die Umwelt und Ressourcen geschont werden, Arbeitsplätze erhalten bleiben und gleichzeitig wirtschaftliches Wachstum erzielt wird. Eberhard Jochem vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ist der Meinung, dass Klima- und Umweltschutz mit wirtschaftlichem Wachstum sich nicht widersprechen, sondern mit entsprechendem Einsatz und Know-How möglich ist.

Der Informations- und Kommunikationstechnik kommt in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle zu. Dem Begriff des Informationssystems folgend (vgl. [FS06], S. 1, [HN04], S. 84) stellt ein IT-System für das Thema „Energie“ Funktionen zur Erfassung, Übertragung, Transformation, Speicherung und Bereitstellung von kontextbezogenen Daten bereit. Da Energie in nahezu allen Unternehmensprozessen eine Rolle spielt, ist eine integrierende Funktion eines solchen Informationssystems für den zunehmend zum Wettbewerbsfaktor werdenden Themenbereichs „Energie“ notwendig. Die nachfolgende Abbildung enthält einen Überblick der energierelevanten Aspekte in Anlehnung an die grundlegenden Unternehmensprozesse nach Porters Definition der Wertschöpfungs- bzw. Wertkette (vgl. [Po85]).

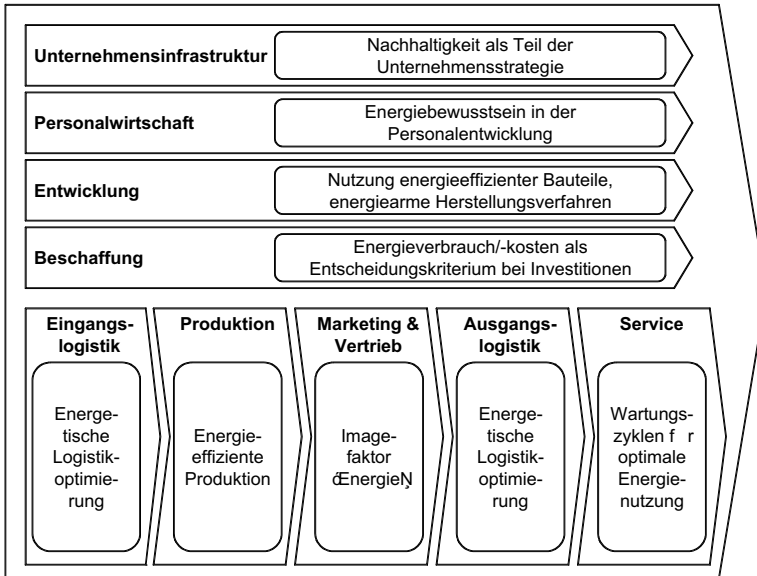


Abbildung 1 Energieaspekte am Beispiel der Wertschöpfungskette

Aufgrund des noch jungen Fokus in der Anwendung lässt sich aktuell noch keine allgemein gebräuchliche Definition zu Begriffen wie Energiemanagement und Energiecontrolling finden. Die im Jahr 2009 verabschiedete Norm DIN EN 16001:2009 versucht sich in der Definition des Begriffs „Energiemanagementsystem“ mit folgendem Wortlaut: „Gesamtheit von miteinander zusammenhängenden oder in Wechselwirkung zueinander stehenden Elementen einer Organisation zur Erstellung einer Energiepolitik sowie strategischer Ziele und zur Erreichung dieser Ziele“ [DIN09]. Dem Energiecontrolling kommt in diesem Zusammenhang die Rolle des Überwachens und Monitorings zu. In Anlehnung an die Feststellung von Horváth zu den anwendungsbezogenen Aufgaben des Controllings (vgl. [Ho09], S. 130) stellt Energiecontrolling die „Ausrichtung an den energetischen Unternehmenszielen durch Koordination von Planung und Informationsversorgung mittels Kennzahlen im gesamten Energiemanagementsystem unter Sicherstellung der Rationalität“ dar.

Die Bedeutung des Themas „Energie“ spiegelt sich auf politischer und gesellschaftlicher Ebene wieder. Die Vorgabe der EU mit der EU-Richtlinie 2006/32/EG, die in nationales Recht überführt werden muss, mündet in den aktuellen Entwurf des Energie-Dienstleistungs-Gesetzes [EDLG10]. Des Weiteren lässt sich auf Ebene der Parteien feststellen, dass Umweltbewusstsein und Ressourcenschonung, in früheren Jahren das politische Betätigungsfeld der Partei Bündnis90/Die Grünen, mittlerweile in allen Parteiprogrammen einen wesentlichen Stellenwert einnimmt. Damit wird, ähnlich wie in der Wirtschaft, dem Imagefaktor dieses Themas Rechnung getragen. Dieser stark wachsende und von unterschiedlichen Seiten und mit unterschiedlichen Intentionen behandelte Interessenbereich verlangt eine schnelle, strukturierte Einführung von IT-Systemen zur Beherrschung. Hierbei ist besonders interessant, dass sowohl Datenmaterial als auch notwendige technische Infrastruktur, um sich mit dem Thema Energie eingehender zu beschäftigen in der Industrie zwar vorliegt, jedoch aufgrund der geringen Beachtung brach lag. Nachfolgend wird aufgezeigt, wie eine Integration dieser Aspekte mit dem Ziel des Energiecontrollings im ersten Schritt und dem Ausbau zu einem ganzheitlichen Energiemanagement im zweiten Schritt gestaltet werden kann sowie welche Erfolge hieraus bereits in kurzer Zeit realisiert werden können.

2 Rahmenbedingungen und Defizite in der Industrie

Energiemanagement ganzheitlich zu betreiben wird zunehmend von äußeren Einflussfaktoren bestimmt oder auch gefordert. Nachhaltigkeit als expliziter Bestandteil der Unternehmensstrategie haben sich viele Unternehmen unter teilweise anders lautenden Begriffen wie Klima- und Umweltschutz oder Verantwortung schon lange auf die Fahnen geschrieben. Der Hauptantrieb war und ist das Image des Unternehmens. Gesetzliche Regelungen wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz ([EEG08]) oder der Entwurf des Energie-Dienstleistungs-Gesetzes ([EDL10]) sowie damit verbundene politische Anreize erhöhen die Notwendigkeit zur verstärkten Behandlung dieses Themas in Unternehmen. Weitere Aspekte in diesem Zusammenhang sind branchenspezifische Auflagen wie der angedachte CO₂-Footprint in der Automobilindustrie¹, aber auch technische Neu- und Weiterentwicklungen durch den Fokus auf optimierte Energieausnutzung, z.B. im Bereich von energieeffizienten Elektromotoren oder der Wärmerückgewinnung.

¹ Mit dem CO₂-Footprint sollen zukünftig alle Neuwagen versehen werden. Diese Kennzahl soll darstellen, wie viel CO₂ bei der Produktion des Fahrzeugs ausgestoßen wurde.

Gerade im Bereich der Energieeffizienz in der Industrie sind staatliche Fördertöpfe sowohl für Investitionen als auch für Beratungsleistungen vorhanden. Die durch die KfW geförderte Energieeffizienzberatung, die sich aus den Bestandteilen der Initial- und der Detailberatung zusammensetzt, soll Unternehmen bei der Identifikation von Einsparpotentialen unterstützen. Im Rahmen dieser Beratung mangelt es jedoch vielfach an einer belastbaren Datenbasis sowie einem signifikanten Detailgrad der Messwerte. Empfehlungen können oftmals nur auf dieser Basis von Schätzung und Berechnung durch die Berater abgegeben werden. Dieses Defizit ist gleich doppelt nachteilig, da einerseits, der berechnete energetische Sachverhalt durch Messwerte nicht bestätigt und andererseits die Wirksamkeit der Maßnahme nicht validiert und verifiziert werden kann. Die notwendige Transparenz über den Energieverbrauch, um die eigene Erwartungshaltung zum Energieverbrauch zu überprüfen sowie Maßnahmen zu definieren, ist in der Regel nicht gegeben. Dafür stand das Thema Energie und dessen Einsatz aus unterschiedlichen Gründen² nicht im Fokus der Industrie.

Das Potential, das durch Energieeffizienzmaßnahmen gehoben werden kann, wird von Studien des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung ([SWB09]) und McKinsey ([Mc09]) auf 15-35% branchenabhängig geschätzt. Die Internationale Energieagentur weist den notwendigen Beitrag durch Energieeffizienzmaßnahmen bis zum Jahr 2030 mit 57% als größten notwendigen Bestandteil aus, um damit der Erderwärmung durch Reduzierung des CO₂-Ausstosses Einhalt zu gebieten ([IEA08]).

Energiecontrollingsysteme sind für dieses Gebiet kein neues Produkt. Die Anbieter weisen sehr unterschiedliche Hintergründe auf, so dass das Spektrum der Produkte vielfältig ist. Angefangen bei reinen Software-Produkten finden sich Hersteller von Energiezählern, die durch weitere Hardwarekomponenten wie Datenlogger und entsprechende Software ihre Produktpalette erweitern.

3 Konzept eines IT-Systems für Energiecontrolling

Auf Basis der aufgeführten Rahmenbedingungen und Defizite wurde bei der econ solutions GmbH ein Konzept für ein ganzheitliches (IT-)System zum Energiecontrolling entwickelt. Unter Energiecontrolling wurde bei der Entwicklung die oben aufgeführte Definition zu Grunde gelegt. Ein Energiecontrollingsystem stellt darauf aufbauend ein Informationssystem dar, das die energierelevanten Aspekte des Unternehmens umfasst. Der Anforderungskatalog für die Entwicklung wies die nachfolgend dargestellten Aspekte auf.

² Hierzu zählen einerseits ökonomische Aspekte wie niedrige Preise für den Energieverbrauch sowie der geringe gesellschaftliche Fokus auf Themen wie Ressourcenschonung und Umweltbewusstsein.

Die Einführung eines neuen IT-Systems erfordert oftmals die Anschaffung von Hardware. Bei einem Energiecontrolling-System ist gemäß der oben aufgeführten Definition eine Infrastruktur zur Erfassung der Messwerte notwendig, ein Messsystem. Vorhandene Zähler oder Sensoren sollten in das System über entsprechende Schnittstellen eingebunden werden können. Als Schnittstellen-Standards für Messpunkte sind die folgenden in Europa am meisten verbreitet. Der Impulsausgang nach DIN 43864 ist eine gängige Schnittstelle für Verbrauchszähler, z.B. bei Gas, Wasser, Strom oder Fernwärme. Analoge Sensoren mit integrierten Wandlerelektroniken messen Zustände wie Temperaturen, Drücke oder auch Konzentrationen und geben analoge Strom- (z.B. 4 bis 20 mA) oder Spannungssignale (z.B. 0 bis 10V) aus, die zur proportionalen Umrechnung in die entsprechenden Einheiten verwendet werden können. Als relevante Standards aus dem Bereich der Gebäudeleittechnik sind LON³, EIB⁴ oder KNX⁵ zu nennen. Der M-Bus ist als ebenfalls genormtes Kommunikationsprotokoll nach DIN 13757 für die Übermittlung von Zählerständen relevant [DIN05]. Eine RS485- und RS232-Schnittstelle zur Übermittlung von Daten in einem leistungsfähigen Bus-System gehörte ebenfalls zu den Anforderungen.

Zur Kommunikation von Daten oberhalb der Erfassungsebene stellte das TCP/IP-Protokoll den einzig sinnvollen Ansatz dar. Die Verarbeitung von zu erwartenden Datenmengen sowie der hohe Verbreitungsgrad von IP-basierten Netzwerken an nahezu allen Orten im Unternehmen weisen hier den Weg. Ein weiterer Vorteil dieses Protokolls stellt der vielfältig gestaltbare Zugriff auf das System dar, einerseits im Netzwerk selbst (Intranet) als auch von außen für Partner (Extranet) oder die Öffentlichkeit (Internet) (vgl. [LLS10], S. 341).

Da Sicherheitsaspekte in Unternehmen im Bereich der IT an Bedeutung gewinnen, werden die Konfigurationsmöglichkeiten der Arbeitsplatzrechner durch die Nutzer zunehmend eingeschränkt. Dies hat zur Folge, dass proprietäre Software nur durch Administratoren eingerichtet werden kann. Proprietäre Software ist oftmals auch Betriebssystem bezogen, so dass eine einwandfreie Integration auf unterschiedlichen Einsatzrechnern nicht zwingend möglich ist. Web-Anwendungen stellen hier eine adäquate Lösung bereit, so dass dieser Aspekt für die Entwicklung wesentlich war. Durch die Lauffähigkeit der Anwendung im Browser ist keine Installation auf den Clients erforderlich. Zudem werden die Wartungsarbeiten durch nur ein einmaliges Update auf dem Server minimiert.

Neben den auf Hardwareseite zu implementierenden Schnittstellen ist der Zugriff auf Datenbanken zur Extraktion von energierelevanten Daten ebenfalls notwendig. Der Einsatz einer relationalen Datenbank zur Nutzung von SQL sowohl zum Import von Daten als auch ggf. zum Export in andere Anwendungen stellt hier den verwendeten Standard dar.

³ Das Local Operating Network, kurz LON, ist ein Feldbus und findet vornehmlich in der Gebäudeautomation Anwendung.

⁴ Der Europäische Installationsbus (EIB) ist nach EN 50090 standardisiert und wird in der Gebäudeautomation eingesetzt.

⁵ KNX ist der Nachfolger diverser Feldbusse, wie z.B. EIB, BatiBus. Er ist nach ISO 14543-3 standardisiert.

Energierrelevante Daten werden nicht nur in einem Messsystem erhoben. Je nach Anwendungs- und Verarbeitungszweck ist die Anreicherung der Messdaten durch Daten aus anderen Unternehmenssystemen sinnvoll oder notwendig. In umgekehrter Richtung können andere Systeme auch Werte aus einem Energiecontrolling-System für die eigene Verarbeitung integrieren. In ERP-Systemen können beispielsweise die verrechneten Werte des Energieverbrauchs auf Kostenstellen automatisiert geladen werden. In Systemen der Leittechnik (z.B. Gebäudeleittechnik, Prozessleittechnik) werden teilweise auch energierelevante Daten erhoben, die jedoch oftmals ungenutzt bleiben oder nur Ausschnitte des Unternehmens abbilden. Für das Energiecontrolling sind jeweils die Daten relevant, die in unmittelbarem Zusammenhang zum Themenfeld Energie stehen. Diese galt es über entsprechende Softwareschnittstellen zu integrieren. Die Betriebsdatenerfassung weist Informationen zu Stückzahlen, Laufzeiten usw. auf. Durch die Integration dieser Daten sind Aussagen zu Energiekosten pro Stück oder energiekostenoptimalen Herstellungsverfahren möglich.

Das auf dieser Basis entwickelte IT-System übernimmt die komplette Konfiguration der Systemkomponenten zur Erfassung von Messdaten sowie die Bereitstellung der Daten für Auswertungen und Berichte in Form einer Webanwendung. Als Hardware-Komponenten kommen dezentrale Datenlogger zum Einsatz, die mit einem zentralen Server über das TCP/IP-Protokoll für die Konfiguration und den Datenaustausch kommunizieren. Vergleiche von Messdaten können ex post durchgeführt werden. Eine Simulation von potentiellen Verbrauchseinsparungen ist aufgrund der oftmals komplexen Stellhebel der Maschinen- und Anlagensteuerungen zum aktuellen Zeitpunkt nicht integriert.

4 Anwendungsbeispiel bei einem mittelständischen Unternehmen

Der Einsatz des Energiecontrolling-Systems der econ solutions GmbH wurde im Rahmen einer Installation bei einem mittelständischen Unternehmen aus dem Bereich des Kunststoffspritzgießens über vier Monate untersucht. (andere Systeme, Innovation, Neuentwicklung) Die Rahmenbedingungen, die bei diesem Unternehmen vorgefunden wurden, sowie die Erkenntnisse aus der Nutzung des Systems werden nachfolgend dargestellt.

Neben den Produktionsprozessen von Kunststoffbauteilen sind Querschnittsprozesse, deren Output in allen Produktionsprozessen notwendig ist, wesentlicher Bestandteil. Ein wesentliches Charakteristikum der Querschnittsprozesse ist die Erwartungshaltung der Mitarbeiter zur entsprechenden Performance dieser. Eine direkte Verantwortung und Betreuung dieser Prozesse lag nicht vor. Deshalb wurde im Untersuchungszeitraum eine detaillierte Erfassung der Prozesse „Druckluft“ und „Kunststoffgranulat-Trocknung“ vorgenommen. Besonderes Interesse galt den Verbrauchs- und Lastprofilen in Produktions- und produktionsfreien Zeiten.

Die Druckluft-Anlage verfügte über zwei Kompressoren mit einer maximalen Leistungsaufnahme von jeweils 25 kW. Die Analyse der Leistungsaufnahme sowie des Verbrauchs gerade in produktionsfreien Zeiten (in diesem Fall an einem Wochenende) zeigte eine regelmäßige Leistungsaufnahme von ca. 11 kW, was mehr als 40% der maximal möglichen Leistungsaufnahme beträgt. Eine vollständige Abschaltung des Druckluftkreislaufs während dieser Zeit war nicht möglich, da andere Querschnittsfunktionen wie z.B. eine Kühlungsanlage über Druckluft ihre Ventile öffnen und schließen ließ. Die Abbildung unten zeigt das Leistungsprofil des Druckluftsystems an einem produktionsfreien Tag.

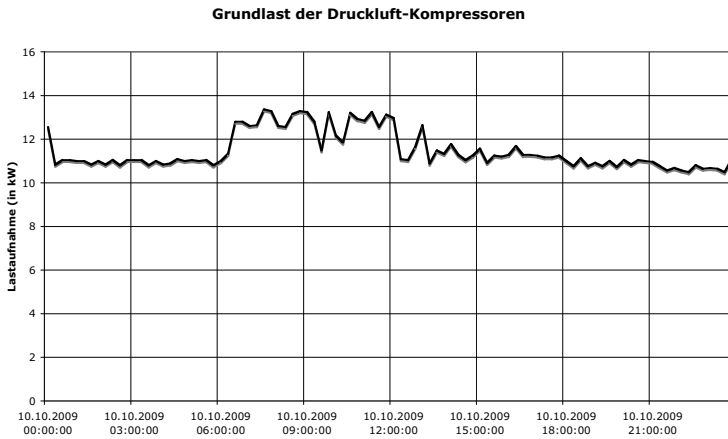


Abbildung 2 Lastaufnahme der Druckluft-Kompressoren in produktionsfreier Zeit (1 Tag)

Bevor eine Investitionsentscheidung zur Optimierung des Systems getroffen wurde, konnten in Zusammenarbeit mit dem Wartungspartner Versuche im Bereich der Netzoptimierung durchgeführt werden. Dazu zählte unter anderem die Simulation einer Teilabschaltung im Druckluftnetz, wodurch das Einsparpotential durch Vermeidung von Leckageverlusten offensichtlich wurde. Die Abbildung unten zeigt die Simulation dieser Teilabschaltung.

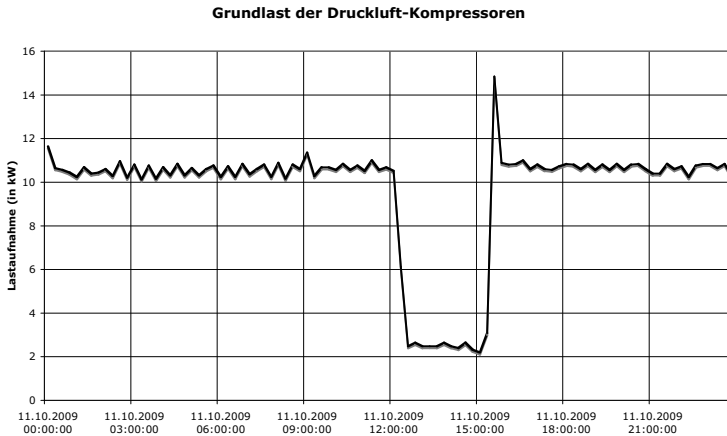


Abbildung 3 Simulation einer Teilabschaltung in produktionsfreier Zeit

Weitere Maßnahmen in Bezug auf die Steuerung sowie die Auslegung des Druckluftnetzes wurden ergriffen. Die Investitionen beliefen sich inkl. Montage- und Umbauaufwand auf ca. €5.000. Die monatlichen Einsparungen liegen aktuell bei knapp €800, so dass mit einer Amortisationszeit von etwas mehr als 6 Monaten gerechnet werden kann.

Im Bereich der Trocknungsanlage für Kunststoffgranulat wurden Analysen im Produktionsbetrieb gefahren. Die ersten Auswertungen offenbarten, dass die Steuerung der Trocknungsanlage nicht im energieeffizienten Modus der taupunktgesteuerten Trocknung gefahren wurde. Die Umstellung der Steuerung war mit einem Zeitaufwand von knapp fünf Minuten realisiert. Im Rahmen der Fehlersuche zu dieser Fehlkonfiguration wurde deutlich, dass die Verantwortung hierfür nicht beim Unternehmen selbst, sondern beim Wartungspartner der Anlage zu suchen war. Dieser hatte im Rahmen der Wartung technisch bedingt eine Umstellung auf eine zeitgesteuerte Trocknung in regelmäßigen Intervallen vorgenommen. Die Abbildung unten zeigt die signifikanten Unterschiede bei den Leistungskurven sowie den Tagesverbrauchsdaten. Die Einsparungen aus der Maßnahme beliefen sich auf ca. 10% pro Tag. Neben den reinen Verbrauchseinsparungen durch die energieeffiziente Steuerung verlängern sich die Wartungsintervalle, da sich die Betriebsstunden im Volllastbereich reduzieren.

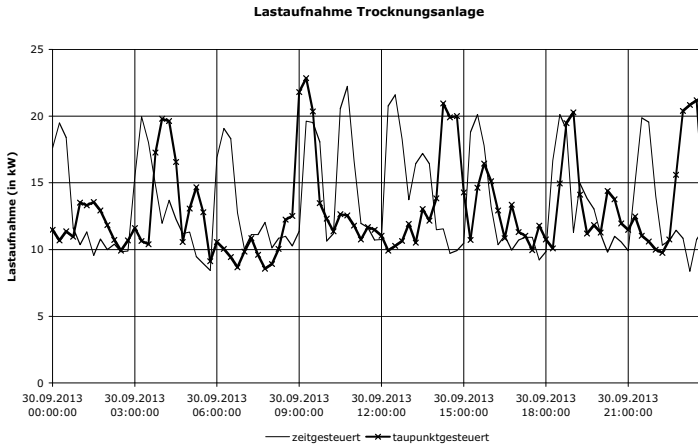


Abbildung 4 Lastaufnahme der Trocknungsanlage - zeit- und taupunktgesteuert

Die dargestellten Eingriffe in diese beiden Unterstützungsprozesse wurden erst durch die transparente Darstellung der Lastaufnahmen erkennbar und für die Verantwortlichen für notwendig erachtet. Die Erwartungshaltung der Verantwortlichen vor Durchführung der Maßnahmen entsprach hingegen stets dem bereits optimierten Zustand. Durch das Aufzeigen dieser signifikanten Unterschiede zwischen der Erwartungshaltung und der Realität wurde das Bewusstsein dahin gehend geschärft, dass nun weitere Messungen durchgeführt werden und die kontinuierliche Überwachung der Maschinen, Anlagen und Prozesse Einzug erhält.

5 Fazit und Ausblick

Die Fallstudie zeigt beispielhaft, wie durch gewonnene Transparenz beim Energieverbrauch Maßnahmen ergriffen werden können, die zu signifikanten Steigerungen der Energieeffizienz führen. Hierfür war die Einführung eines Energiemesssystems notwendig, das die Daten für ein durchgängiges Energiecontrolling zur Verfügung gestellt und die Planung, Steuerung und Kontrolle des Energieverbrauchs ermöglicht hat. Um unternehmensweit Energiemanagement betreiben zu können, stellt das Energiecontrolling einen wesentlichen Bestandteil des Energiemanagementsystems dar, da zur Optimierung des Energieverbrauchs die kontinuierliche Überwachung und Verbesserung unabdingbar ist. Energieeffizienzmaßnahmen liefern auf den ersten Blick in jedem Fall Einsparungen im Bereich der Kosten durch die Verbrauchsreduzierungen. Gerade für KMUs werden Emissionen zukünftig jedoch auch eine entscheidende Rolle spielen, sobald der Emissionshandel auch auf sie ausgeweitet wird. Die erreichten Emissionseinsparungen spielen dann neben ihrem ohnehin vorhandenen ökologischen Beitrag auch eine weitere ökonomische Rolle. Durch optimierte Prozessauslegung, wie in der Fallstudie anhand von zwei Prozessen gezeigt, reduzieren sich weitere Kostenbestandteile wie Wartungs- und Verschleißkosten. Energieeffizienzmaßnahmen können somit als einzige sozialverträgliche Kostensparmaßnahme benannt werden, die Nachhaltigkeit in der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension entsprechen.

Das dargestellte Fallbeispiel zeigt, dass in Unternehmen Potentiale aufgrund von nicht vorhandenem Wissen über die Produktions- und Querschnittsprozesse brach liegen. Transparenz spielt in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle, da durch sie das Wissen über die eigenen Prozesse wie auch die Verschwendung erweitert wird. Die neu gewonnene Transparenz bietet zudem Einblicke in die Querschnitts- und Unterstützungstechnologien, denen es oftmals an der Zuteilung eines Verantwortlichen mangelt und die deshalb nicht im Fokus der Betrachtung stehen. Die Produktionsprozesse werden als die reinen wertschöpfenden Prozesse angesehen, so dass der Fokus der Betrachtung, sei es in Bezug auf Qualität oder auch Energie, sich dort konzentriert. Es ist jedoch nicht selten, dass die Unterstützungsprozesse der Produktion einen wesentlichen Anteil an den Energiekosten aufweisen, da diese im Dauerbetrieb laufen.

Zu Beginn einer jeden Investition in ein neues IT-System stellt sich die Frage nach dem Return on Investment. Dieser ist in der Regel bei IT-Systemen schwer zu beziffern und auch zu messen. Energiecontrolling-Systeme haben es in diesem Zusammenhang leichter, da sie anhand von belastbarem Datenmaterial ihre Wirksamkeit unter Beweis stellen können. Die Energieagentur NRW rechnet im Bereich der Kommunen vor, dass sich der Einsatz solcher Systeme innerhalb kurzer Zeit rechnet und sogar gegebenenfalls neu aufgebaute Humanressourcen mitfinanziert (vgl. [EA07]). Trotz dieser Erfolgsaussichten bleibt festzuhalten, dass die Anfangshürde immer die Erstinvestition in ein neues System ist. Diese ist verbunden mit Kompetenzzuteilungen und teilweise auch organisatorischen Änderungen. Bei der Systemauswahl kommt es dabei auf eine modulare Struktur an, die einen kontinuierlichen Ausbau ermöglicht und diesen bestenfalls aus den realisierten Einsparungen stemmen kann.

Literaturverzeichnis

- [DIN05] Deutsches Institut für Normung: DIN EN 13575, Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung, 2005.
- [DIN09] Deutsches Institut für Normung: DIN EN 16001, Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, 2009.
- [EA07] EnergieAgentur.NRW: Kommunales Energiemanagement - Grundlagen und Organisation, 2007.
- [EDL10] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, 2010.
- [EEG08] Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG), Ausfertigungsdatum: 25.10.2008, 2008.
- [FS06] Ferstl, K.; Sinz, J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, Oldenbourg Verlag, München, 2006.
- [HN04] Hansen, H. R.; Neumann, G.: Wirtschaftsinformatik 1, Lucius & Lucius, Stuttgart, 2004.
- [Ho09] Horváth, P.: Controlling. Vahlen Verlag, München, 2009.
- [IEA09] International Energy Agency: World Energy Outlook 2009, 2009.
- [LLS10] Laudon, K. C.; Laudon, J. P.; Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik, Eine Einführung, Pearson Studium, München, 2010.
- [Mc09] McKinsey & Company, Inc.: Wettbewerbsfaktor Energie - Neue Chancen für die deutsche Wirtschaft, Frankfurt, 2010.
- [Po85] Porter, M. E.: Competitive Advantage: creating and sustaining superior performance. The Free Press, New York, 1985.
- [SWB09] Schröter, M.; Weißfloch, U.; Buschak, D.: Energieeffizienz in der Produktion - Wunsch oder Wirklichkeit? Mitteilung aus der ISI-Erhebung. PI-Mitteilung Nr. 51, 2009.