

Energiemanagement und Energieoptimierung in der Prozessindustrie

SIEMENS

White Paper

Was nützt es einem Anlagenbetreiber in der Prozessindustrie, dass Siemens eine "Green Company" wird?

September 2011

"Mit unserem Umweltportfolio sind wir weltweit die Nummer eins bei grünen Technologien." (Peter Löscher, Vorsitzender des Vorstands der Siemens AG)

Damit verbindet die Fa. Siemens den Anspruch, maßgeblich zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und des Energieverbrauchs seiner Kunden beizutragen.

Welche Chancen bietet dieser Ansatz für Anlagenbetreiber in der Prozessindustrie?

Welche Siemens-Produkte und Dienstleistungen können dazu beitragen den Energieverbrauch verfahrenstechnischer Anlagen zu erfassen, zu überwachen und zu minimieren?

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
1.1	Bewusstseinswandel.....	3
1.2	Begriffsdefinitionen.....	4
1.3	Effizienzsteigerung als kontinuierlicher Verbesserungsprozess	5
2	Verankerung der Energieeffizienz in gesetzlichen Rahmenbedingungen	6
2.1	Klimakonferenz und Energiekonzept	6
2.2	Transparenz der Verbräuche und Emissionen, CO ₂ -Fußabdruck.....	6
3	Gesamtbild der Energieflussskette	8
3.1	Energieerzeugung	9
3.2	Energieverteilung	9
3.3	Energieverbrauch.....	9
3.3.1	Verbrauch in Produktionsprozessen	10
3.3.2	Verbrauch in Gebäuden	11
4	Automatisierungskomponenten für Energieeffizienz im Produktionsprozess	12
4.1	Management-Ebene.....	13
4.1.1	B.Data: Energiemanagementsystem auf Unternehmensebene	13
4.1.2	Simatic IT: Energiemanagement	13
4.2	Bedien- und Beobachtungs-Ebene (Operation).....	14
4.2.1	SIMATIC powerrate für PCS 7.....	14
4.3	Steuerungs-Ebene (Control).....	15
4.3.1	Advanced Process Control.....	15
4.3.2	Asset Management mechanischer Komponenten.....	15
4.4	Feld-Ebene	16
4.4.1	Messgeräte für elektrische Energieflüsse.....	16
4.4.2	Messgeräte für nicht-elektrische Energieflüsse	16
4.4.3	Leistungselektronik für Motoren.....	17
4.4.4	Energieeffiziente Motoren	18
4.4.5	Geregelte Stromversorgungen.....	18
4.4.6	Energieeffiziente elektropneumatische Stellungsregler	19
5	Dienstleistungen für Energieeffizienz im Produktionsprozess	21
5.1	Professional Services Energy Management	21
5.2	Energy Management for Industry	21
5.3	Consulting zur Energieeinsparung in verfahrenstechnischen Anlagen.....	21
6	Ausblick	24
6.1	Universelle datengetriebene Optimierung	24
6.2	Smart Grid.....	25
6.3	Koordiniertes Abschalten von Verbrauchern mit PROFIenergy	25
6.4	PLM-Software (Product Lifecycle Management)	25
6.5	Restwärmennutzung	25
7	Literatur	27

1 Einführung

Angesichts steigender Energiekosten, begrenzter Rohstoff-Vorkommen und globaler Erwärmung durch CO₂-Emissionen gewinnt der effiziente Umgang mit Energie eine immer größere Bedeutung.

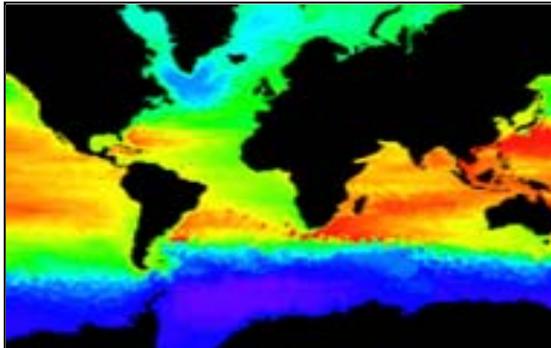


Bild 1-1: Symbol für den Klimawandel - Wassertemperaturen der Weltmeere

Die Anzahl der Menschen auf der Erde wächst stark und mit ihr der Energie- und Ressourcenverbrauch. Ein messbarer Klimawandel ist die Folge. Es besteht sofortiger und dringender Handlungsbedarf in Sachen CO₂-Vermeidung. Um folgenschwere Klimaschäden (globale Erwärmung um mehr als 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau) zu verhindern, müssen die von Menschen verursachten Emissionen schon bis zum Jahr 2020 um mindestens 25 bis 40% (gegenüber dem Basisjahr 1990) gesenkt werden [3.].

Aufgrund versiegender Ölquellen ist das Maximum der globalen Ölförderung mit konventionellen Mitteln möglicherweise bereits überschritten [4.], so dass mit einem weiteren Anstieg der Energiepreise zu rechnen ist.

Ein weiteres Motiv zur Einsparung von Energie kommt aufgrund der aktuellen Ereignisse in Japan hinzu: Energie, die nicht verbraucht wird, muss auch nicht durch Atomkraft erzeugt werden, d.h. alle Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sind auch ein Beitrag zur angestrebten "Energiewende" in Richtung regenerative Energiewirtschaft.

1.1 Bewusstseinswandel

Diese Entwicklung hat zu einem generellen Bewusstseinswandel geführt, der sich im Alltagsleben ebenso widerspiegelt wie in der industriellen

Produktion und der die Stoßrichtung technischer Innovationen prägt. Einige Beispiele:

- **Automobil:** Während die Autowerbung früher von Angaben zu Motorleistung [PS] und Höchstgeschwindigkeit [km/h] geprägt war, spielen heute Kennzahlen wie Verbrauch [l/100km] und CO₂-Emissionen [kg CO₂/100km] eine entscheidende Rolle. Ein PKW aus dem Jahre 1970 (VW Käfer) hatte einen Verbrauch von 12l/100km bei einem Gewicht von nur 750kg. Heute verbraucht ein Mittelklassewagen nur noch die Hälfte davon, trotz doppeltem Gewicht.

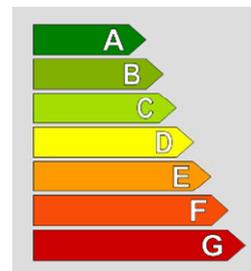


Bild 1-2: Energie-Effizienzklassen gemäß EU-Energielabel für Elektrogeräte

- Haushaltsgeräte werden heute in Energieeffizienzklassen A...G eingeteilt [6.]: Eine moderne Waschmaschine verbraucht 35% weniger Strom und 46% weniger Wasser als eine aus dem Jahre 1993. Eine Energiesparlampe verbraucht 80% weniger Strom als eine Glühlampe vergleichbarer Helligkeit, eine LED bis zu 89% weniger.

Der ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammende Begriff Nachhaltigkeit (Sustainability), ist heute in aller Munde. Nachhaltigkeit der Waldnutzung bezeichnet die Bewirtschaftungsweise eines Waldes, bei welcher immer nur so viel Holz entnommen wird, wie nachwachsen kann, so dass der Wald nie zur Gänze abgeholzt wird, sondern sich immer wieder regenerieren kann. Nachhaltigkeit bedeutet für die Firma Siemens, im Sinne zukünftiger Generationen verantwortungsvoll zu handeln – auf wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Ebene [7.].

"Mit unserem Umweltportfolio sind wir weltweit die Nummer eins bei grünen Technologien." (Peter Löscher, Vorsitzender des Vorstands der Siemens AG)

Damit verbindet die Fa. Siemens den Anspruch, maßgeblich zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und

des Energieverbrauchs seiner Kunden beizutragen.

Mit den bei Siemens-Kunden installierten Produkten und Systemen des Siemens Umweltportfolios wurden der Umwelt im Geschäftsjahr 2010 etwa 270 Millionen Tonnen CO₂ erspart. Bis 2011 will Siemens diese Einsparungen bis auf jährlich 300 Millionen Tonnen steigern.

Welche Chancen bietet dieser Ansatz für Anlagenbetreiber in der Prozessindustrie?

Energie ist in der Prozessindustrie nach den Rohstoffkosten der zweitgrößte Kostenfaktor noch vor den Personalkosten. Dazu kommen zukünftig noch steigende, energieverbrauchsabhängige Kosten für CO₂-Emissionszertifikate. Da seit der Jahrtausendwende bereits ein erheblicher Teil des CO₂-Emissionskontingents bis 2050 verbraucht wurde, werden die finanziellen Anreize zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes verstärkt werden müssen [1.].

Eine Steigerung der Energieeffizienz hat daher einen doppelten Nutzen: davon profitiert die Umwelt und das Klima, aber auch die Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Ökonomische und ökologische Interessen sind hier im Einklang miteinander. Das Potential ist groß [2.] :

- 15% Energieeinsparungen können in industriellen Betrieben durch eine intelligente Prozessautomatisierung erreicht werden.
- 70% des elektrischen Energiebedarfs in Industrieanlagen entfallen auf Antriebe.

Siemens selbst geht diesen Weg bei seinen eigenen Produktionsanlagen voran [7.].

Die Verbesserung der eigenen CO₂-Effizienz um 20 Prozent im Geschäftsjahr 2011, bezogen auf Emissionen aus dem Energieeinsatz, ist für Siemens ein wichtiges Ziel. Auch bei der Wasser-Effizienz der eigenen Produktionsstandorte wird eine Verbesserung von 20% angestrebt.

1.2 Begriffsdefinitionen

Energie-Effizienz

(Definition nach DIN EN 16001 bzw. ISO 50001)

Energie-Effizienz ist das Verhältnis zwischen einer erzielten Leistung, bzw. einem Ertrag an Dienstleistungen, Gütern oder Energie und der dafür eingesetzten Energie.

Energiemanagement

(Begriffe nach DIN 4602)

Energiemanagement ist die vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordinierung von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderung unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzung. Der Begriff beschreibt damit das Handeln zum Zweck des effizienten Umgangs mit Energie.

Energiemanagementsystem

Der Begriff Energiemanagementsystem umfasst die zur Verwirklichung des Energiemanagements erforderlichen Organisations- und Informationsstrukturen einschließlich der hierzu benötigten technischen Hilfsmittel (z. B. Soft- und Hardware).

Im engeren Sinn versteht man darunter ein technisches System zur Erfassung, Analyse, Dokumentation und Visualisierung der Energiedaten sowie zur Regulierung und Kontrolle des Energieverbrauchs in Anlagen und Gebäuden.

Im August 2009 ist die endgültige Version der Europäischen Norm DIN EN 16001 Energiemanagementsysteme in Kraft getreten. Die Anwendung der DIN EN 16001 soll den Aufbau eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses der Energieeffizienz unterstützen. Sie beschreibt grundlegende Bestandteile des EMS (Energiemanagementsystems) im Unternehmen wie die Definition einer Energiepolitik, die Erfassung und Dokumentation der Energieflüsse, die Evaluierung von Energieeinsparpotenzialen und eine zukunftsgerichtete Planung der damit verbundenen Aktivitäten.

Einige Aspekte der DIN EN 16001:

- wesentlichen Energieverbräuche messen, überwachen und aufzeichnen.
- Energieverbräuche planen, Ziele vorgeben und diese überwachen
- Energieeffizienzziele einführen, dokumentieren und umsetzen
- Bereiche mit erheblichem Energieverbrauch oder mit erheblichen Veränderungen identifizieren
- Energieaspekte bei Operativen Zielen berücksichtigen
- Energieverbrauch in Verbindung bringen mit Daten zu Produktionszahlen
- Definition von möglichen Maßnahmen für Energieeinsparungen
- Regelmäßiges Benchmarking der Indikatoren der energetischen Effizienz

1.3 Effizienzsteigerung als kontinuierlicher Verbesserungsprozess

Energiemanagement in einem Produktionsbetrieb ist nicht in erster Linie ein Produkt, sondern ein permanenter Verbesserungsprozess (Arbeitsablauf), vergleichbar zum Qualitätsmanagement.

Bei der Verbesserung von Energieeffizienz und Ressourcenschonung setzt Siemens auf eine ganzheitliche Betrachtung der Anlage sowie der Produktlebenszyklen im Sinne des Energiemanagements (EN 16001). Dabei bietet die intelligente Kombination von durchgängigen Prozessen, zielgerichteten Dienstleistungen und einem integrierten Technologieportfolio große Potenziale in Industrie und Infrastruktur.

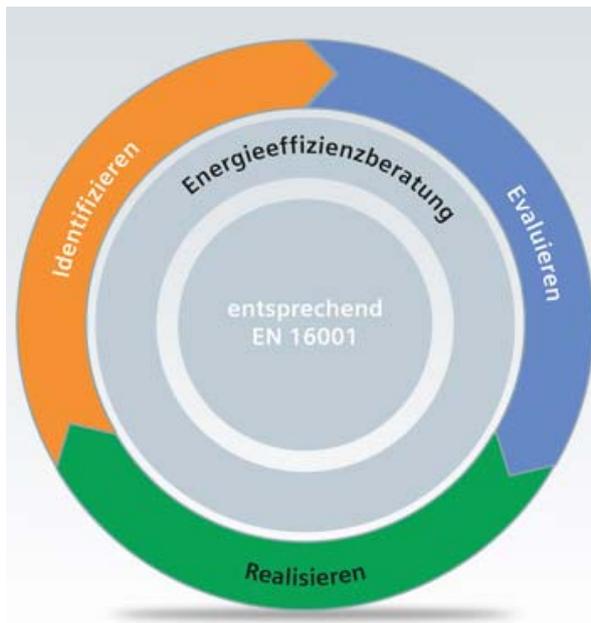


Bild 1-3: Energiemanagement als permanenter Verbesserungsprozess im Unternehmen

Das Konzept von Siemens Industry [2.] beruht auf den drei Phasen „Identifizieren“, „Evaluieren“ und „Realisieren“. In der Phase „Identifizieren“ geht es darum, mit passender Hard- und Software der Automatisierungstechnik (sh. Kapitel 4) die Energieflüsse in der Anlage zu erkennen und die Identifizierung der Energiefresser zu ermöglichen. Dies bedeutet eine gezielte und durchgängige Erfassung der Energiedaten als Prozessparameter angefangen mit den Sensoren und Aktoren über die Steuerungsebene hinweg bis zur Managementleitebene. Beim „Evaluieren“ werden die Einsparpotenziale berechnet. Im dritten

Schritt, „Realisieren“, geht es darum, die vereinbarten Einsparpotenziale durch konkrete Maßnahmen zu heben. Ein besonderes Augenmerk gilt hierbei der Antriebstechnik (siehe Abschnitte 4.4.3 und 4.4.4), die laut [2.] rund zwei Drittel des industriellen elektrischen Energiebedarfs ausmacht.

Kontinuierliches Energiemanagement führt zu einer anhaltenden Produktivitätssteigerung – durch Energiesparen, ein kontinuierliches Lastmanagement, den Ausgleich von Energiebedarfsspitzen durch Lastverschiebungen und die Planung des Energiebedarfs. Denn Produktivitätspotenziale lassen sich heute nicht mehr nur durch effizientere Insellösungen heben. Erforderlich ist vielmehr die nahtlose horizontale und vertikale Integration von Informations-, Kommunikations- und Automatisierungstechnologien in die Betriebsabläufe. Alles aus einer Hand: In Ergänzung zu innovativen Produkten, Systemen und Lösungen bietet Siemens seinen Kunden in Industrie und Infrastruktur maßgeschneiderte Dienstleistungen für das betriebliche Energiemanagement (sh. Kapitel 5).

2 Verankerung der Energieeffizienz in gesetzlichen Rahmenbedingungen

2.1 Klimakonferenz und Energiekonzept

Im Dezember 2010 trafen sich Vertreter von fast 200 Staaten zur UN-Klimakonferenz in Cancun. Das vereinbarte Gesamtziel ist es zu verhindern, dass der Temperaturanstieg durch die Globale Erwärmung bis 2020 den Wert von 2 Grad gegenüber dem Niveau vor der Industrialisierung überschreiten wird.

Die Mitglieder des Kyoto-Protokolls werden die CO₂ Emissionen um 25% bis 40 % unter den Stand von 1990 senken. Darüber hinaus konnte man sich darauf einigen, die Emissionen der Treibhausgase bis 2050 weiter erheblich zu reduzieren. Optional wird man auch das Gesamtziel maximal 2 Grad Erwärmung auf 1,5 Grad reduzieren. Allerdings sind diese Vereinbarungen nicht verbindlich. Ende 2011 soll auf der nächsten Klimakonferenz in Durban, Südafrika ein neues Klimaschutzabkommen oder zumindest die verbindliche Reduzierung von Emissionen verhandelt werden.

Im Energiekonzept der Bundesregierung wurden im September 2010 umfangreiche Maßnahmen zur Erreichung von Klimaschutzziele bis zum Jahre 2050 definiert. Diese beinhalten u.a. die Nutzung erneuerbarer Energien, und die Sektoren intelligente Netze, Gebäude und Verkehr. Die Steigerung der Energieeffizienz in der Industrie wird hier als ein Schlüsselthema bezeichnet. Die Energieeffizienz über den gesamten Lebenszyklus soll ein wichtiges Kriterium bei der Vergabe von öffentlichen Aufträgen werden. Nach wissenschaftlichen Studien beläuft sich das Einsparpotenzial in der deutschen Industrie auf 10 Mrd Euro pro Jahr. Um diese zu identifizieren und zu heben, sollen die Unternehmen verpflichtet werden Energiemanagementsysteme nach internationale Normen (EN 16001, ISO 50001) einzuführen. Steuervergünstigungen werden zukünftig enger an Energieeinsparungen der Unternehmen geknüpft, die mit Hilfe der in Energiemanagementsystem erfassten Daten nachgewiesen werden können. Beispielsweise wird die Ausgleichsregelung für stromintensive Unternehmen zur Senkung der Stromkosten im EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) nur noch gewährt wenn nachgewiesen wird, dass der

Energieverbrauch und die Potenziale zur Verminderung des Energieverbrauchs erhoben und bewertet worden sind. Der Gesetzentwurf der Bundesregierung vom 6.6.2011 beinhaltet eine stufenweise Begrenzung der EEG-Umlage für begünstigte Unternehmen. Für den Verbrauch von 1 – 10 Gigawattstunden wird die Abgabe auf 10 % der Umlage reduziert. Für den Verbrauch zwischen 10 und 100 Gigawattstunden werden nur 1% der Umlage fällig. Für den Verbrauch über 100 Gigawattstunden hinaus wird die EEG Umlage auf 0,05ct/kWh begrenzt. Die EEG Umlage ist stetig gestiegen (2008 1,2 ct/kWh / 2009 1,2 ct/kWh / 2010 2,047 ct/kWh / 2011 3,530 ct/kWh). Die Prognose der deutschen Übertragungsnetzbetreiber für die Bandbreite der zu erwartenden Werte für die EEG-Umlage für 2012 liegt zwischen 3,4 und 4,4 ct/kWh.

Im Februar 2011 hat die Bundesregierung den Entwurf zur Erneuerung des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes (TEHG) verabschiedet. Unter anderem wird ab der Handelsperiode 2013 die Emissionshandelspflicht auf allgemeine Anlagen mit einer Gesamtfeuerleistungswärmeleistung von mehr als 20 MW ausgeweitet, die der Verbrennung von Brennstoffen dienen. Davon sind hauptsächlich die vorher nicht erfassten Prozessfeuerungen betroffen. Ab 2013 wird die Menge der ausgegebenen Zertifikate kontinuierlich um 1,74% pro Jahr reduziert. Entsprechend wird die Gesamtmenge der Emissionen sinken und damit einen erheblich zur Reduzierung der Treibhausgase in Europa beitragen.

2.2 Transparenz der Verbräuche und Emissionen, CO₂-Fußabdruck

Prinzipiell ist es für ein Unternehmen sinnvoll möglichst genaue Kenntnisse über die eingesetzten Ressourcen und verbrauchten Energien zu haben. Im Rahmen der aktuellen Diskussionen um den Klimawandel wird auf die Erfassung der erzeugten Emissionen besonderen Wert gelegt. Um die Situation beeinflussen zu können, ist Transparenz über die Entstehung der Emissionen erforderlich. Die Klimafreundlichkeit von Produkten wird ein immer wichtigerer Faktor werden, der auch die Kaufentscheidung der Kundschaft maßgeblich beeinflussen kann. Bei vielen Pro-

dukten gibt es bestimmte Schwerpunkte bei der Betrachtung der Emissionen. Bei manchen betrifft es mehr die Herstellung, bei anderen den Energieverbrauch im Betrieb. Doch Emissionen entstehen über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes: Von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und die Handelskette bis zur finalen Entsorgung oder Recycling. Der Hersteller hat eine Vielzahl von Möglichkeiten dies zu beeinflussen. Doch dazu ist es notwendig, die eingesetzten Materialien und die benötigten Energiemengen verursachergerecht zuzuordnen. Diese Informationen werden dann auch vom Lieferanten von Rohstoffen oder Zwischenprodukten an den produzierenden Betrieb weitergegeben.

Für den umweltbewussten Endverbraucher gibt es heute schon verschiedene Labels zur Einstufung der Umweltverträglichkeit von Produkten, z.B. Energieeffizienzklassen von Haushaltsgeräten oder CO₂-Emissionen von PKWs oder verschiedene Umweltzertifikate. Allerdings besteht bei den heute ausgewiesenen Labels noch eine gewisse Varianz in Bezug auf die berücksichtigten Emissionen und Lebenszyklusphasen. Eine einheitliche Klassifizierung könnte zukünftig eine noch wichtigere Hilfe bei der Kaufentscheidung sein. Damit würde der Markt in Richtung nachhaltigere Produkte in Bewegung gesetzt. Unternehmen, die nachhaltige Produkte und Lösungen anbieten, hätten daraus Wettbewerbsvorteile. Für den Verbraucher sollten diese Produkte doppelt attraktiv sein, da sie die Umwelt schonen und durch den sparsamen Umgang mit Ressourcen auch preiswert sind.

Eine Methode zur Darstellung einer Ökobilanz ist die Erfassung des sogenannten Product Carbon Footprint.

„Der Product Carbon Footprint bezeichnet die Menge der Treibhausgasemissionen entlang des gesamten Lebenszyklus eines Produkts in einer definierten Anwendung und bezogen auf eine definierte Nutzeinheit.“ (Definition aus dem Entwurf der ISO 14067 „Carbon Footprint of Products“.)

Dabei werden die gasförmigen klimabelastenden Stoffe, die über den gesamten Lebenszyklus und die ganze Wertschöpfungskette eines Produktes entstehen, auf CO₂-Äquivalente umgerechnet und erfasst. Über sog. Emissionsfaktoren kann z.B. der Stromverbrauch auf CO₂-Äquivalente umgerechnet werden. Dabei werden alle sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase berücksichtigt: Kohlendioxid, Methan (CH₄), Schwefelhexafluorid (SF₆), Lachgas (N₂O), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCs und PFCs). Diese Treibhausgase, deren Emissionsmengen

zwar insgesamt deutlich niedriger liegen als die von CO₂, zeichnen sich dadurch aus, dass ihr sog. Treibhausgaspotential oder „Global Warming Potential“ (GWP) um Größenordnungen höher liegt als das von CO₂. Die GWP reicht von z.B. 25 bei Methan, über 298 bei Lachgas, bis in Größenordnungen von 1.000 bis über 14.800 bei den fluorierten Gasen. Spitzenreiter ist Schwefelhexafluorid. (SF₆) mit einem GWP von 23.900, dies bedeutet, eine Tonne SF₆ hat die gleiche Treibhauswirkung wie 23.900 Tonnen CO₂.

CO ₂ -Äquivalente	Quelle	GWP
Kohlendioxid (CO ₂)	Verbrennung fossiler Energieträger und von Biomasse	1
Methan (CH ₄)	Reisanbau, Viehzucht, Kläranlagen, Mülldeponien, Grubengas, Erdgas- und Erdölproduktion	25
Distickstoffoxid (NO ₂) (Lachgas)	Stickstoffdünger, Verbrennung von Biomasse	298
Fluorchlorkohlenwasserstoffe	Treibgase, Kältemittel, Füllgase in Schaumstoffen	124 - 14800
Schwefelhexafluorid (SF ₆)	Isoliertgas in Hochspannungsschaltanlagen	23900

Tabelle 1-1: Treibhausgase und CO₂-Äquivalente (Quelle: Wikipedia)

Der Product Carbon Footprint hat bisher allerdings nur eine eingeschränkte Aussagefähigkeit. Damit die Daten nachvollziehbar und vergleichbar werden müssten einheitliche Regeln für die Erfassung gelten. Außerdem ist die Emission von Treibhausgasen nur ein relevanter Indikator für die Umweltverträglichkeit eines Produktes. Möglicherweise wird diese Betrachtungsweise in der Zukunft auf weitere Ressourcen erweitert. Seltene Rohstoffe, der Wasserverbrauch, oder die Menge und die Giftigkeit von Abfällen bei der Herstellung könnten ebenfalls berücksichtigt werden um eine umfassende Kenngröße über die Umweltverträglichkeit und die Nachhaltigkeit eines Produktes zu beschreiben. Darüber hinaus könnten sogar soziale und ethische Gesichtspunkte wie z.B. der Einsatz von Kinderarbeit mit einfließen.

3 Gesamtbild der Energieflusskette

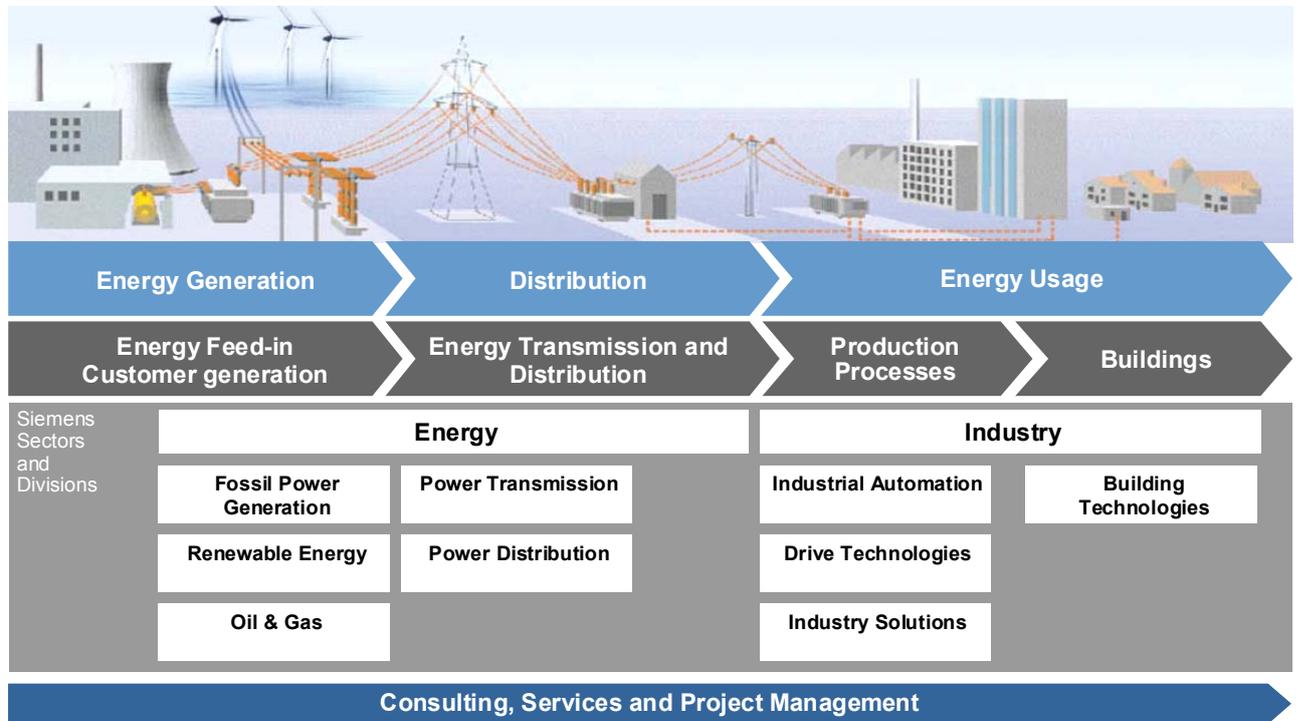


Bild 3-1: Siemens Angebote entlang der gesamten Energieflusskette

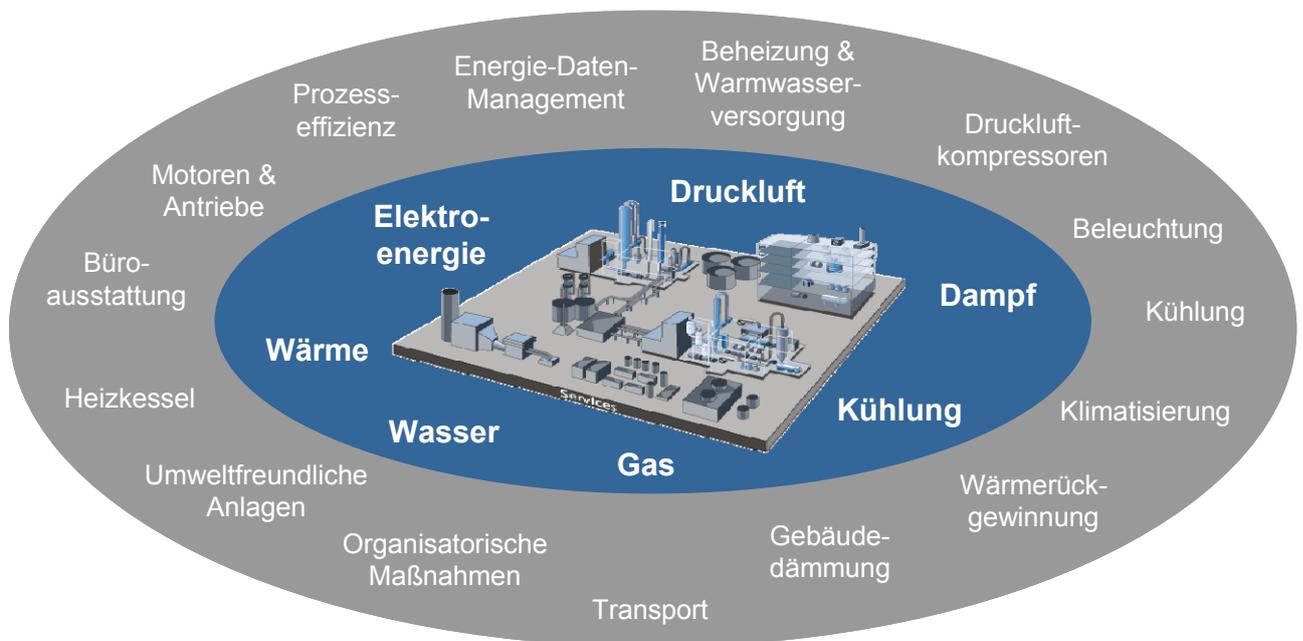


Bild 3-2: Energieformen und Energie-Management-Themen in einer verfahrenstechnischen Produktionsanlage

Als einziges Unternehmen weltweit bietet Siemens AG seinen Kunden entlang der gesamten Energieumwandlungskette effiziente Produkte und Lösungen aus eigener Fertigung und mit eigenem Know-how – von der Öl & Gas-Förderung über die Erzeugung bis hin zur Übertragung und Verteilung elektrischer Energie.

Die Aktivitäten der verschiedenen Divisionen der Siemens Sektoren Energy und Industry sind im obigen Bild entlang der gesamten Energieflusskette eingeordnet.

3.1 Energieerzeugung

Der Siemens Sektor Energy [9.] liefert Gesamtlösungen für

- Industriekraftwerke und Kombikraftwerke
- Gasturbinen und Dampfturbinen
- Generatoren und Verdichter

Im Bereich erneuerbare Energien werden Lösungen angeboten für:

- Kleine Wasserkraftwerke
- Windenergieanlagen
- Solarthermie sowie Photovoltaik-Anlagen und -Wechselrichter
- Dampfturbosätze für Geothermie-Kraftwerke

Außerdem liefert der Sektor Industry Automatisierungslösungen für Anlagen zur Erzeugung von Biokraftstoffen (z.B. Biogas, Bioethanol).

3.2 Energieverteilung

Im Bereich der Stromübertragung werden angeboten:

- Hochspannungs-Schaltanlagen
- Hochspannungs-Produkte
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsanlage (HGÜ)
- Flexible AC Transmission Systeme (FACTS)
- Netzzugangslösungen
- Gasisolierte Übertragungsleitungen
- Transformatoren

Im Bereich der Stromverteilung werden angeboten:

- Mittelspannungs-Schaltanlagen und Geräte
- Landstromversorgungen

- Freiluft-Vakuum-Leistungsschalter u.v.m.
- Infrastruktur für Elektromobilität

3.3 Energieverbrauch

Aufgrund von Umwandlungsverlusten und Eigenverbrauch des Energiesektors kommen in der Bundesrepublik Deutschland nur 65% des Primärenergieverbrauchs tatsächlich beim Endverbraucher an.

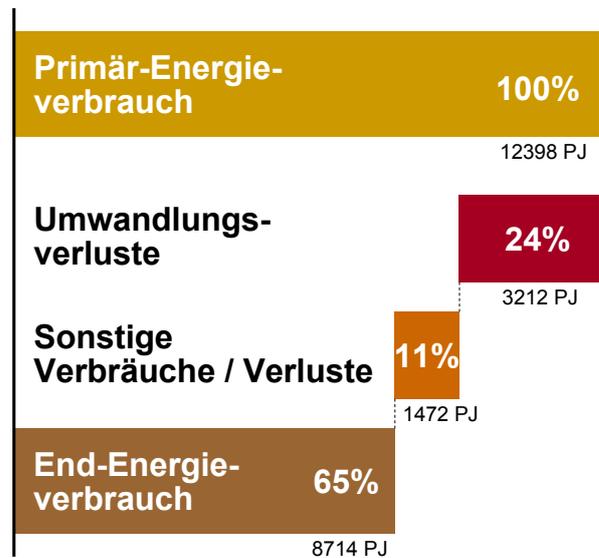


Bild 3-3: Energiefluss in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2009 in der Einheit PetaJoule [PJ], 29,308 PJ = 1 Mio. t SKE (Stein-Kohle-Äquivalente). Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 07/2010

Der End-Energieverbrauch verteilt sich zu etwa gleichen Teilen auf Verkehr, Haushalte und Industrie. Im Kontext der Prozessautomatisierung steht natürlich der Energieverbrauch in der Industrie im Fokus.

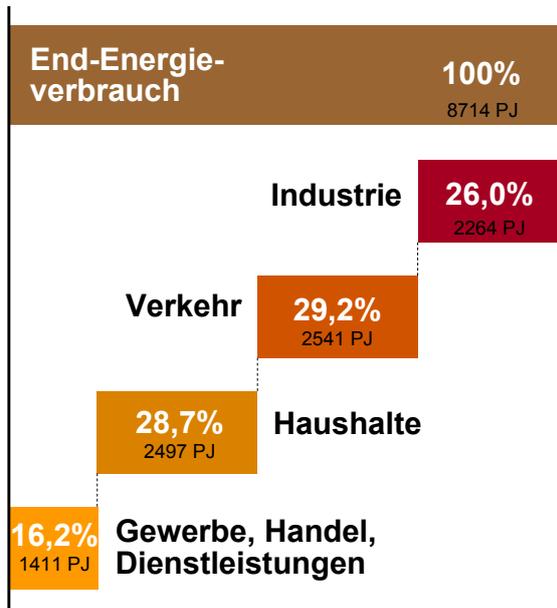


Bild 3-4: Verteilung des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2009. Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 07/2010

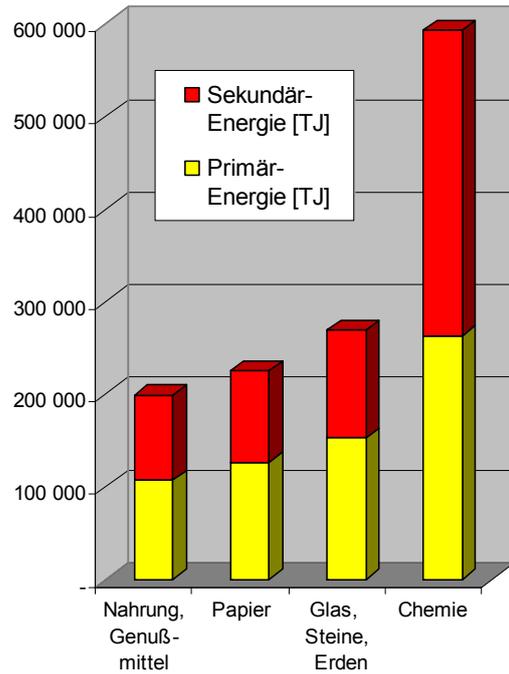


Bild 3-5: Energieverbrauch verschiedener Branchen der Prozessindustrie in Deutschland

3.3.1 Verbrauch in Produktionsprozessen

Die Vielfalt unterschiedlicher Produkte und Methoden, die bei der Produktion zum Einsatz kommen, und die teilweise hoch empfindlichen Produktionsprozesse, machen eine verlässliche und effiziente Versorgung mit Energie und Rohstoffen notwendig. In einer verfahrenstechnischen Anlage spielen bis zu sieben verschiedene Energieträger eine Rolle: Bild 3-2.

Die Erfassung, Überwachung und Minimierung des Energieverbrauchs in Produktionsprozessen der Prozessindustrie sowie die optimierte Energiebeschaffung ist der Schwerpunkt dieses Whitepapers, und wird in den Kapiteln 4 und 5 genauer beschrieben.

Aus dem Vergleich der verschiedenen Branchen der Prozessindustrie in Bild 3-5 wird deutlich, dass die Chemiebranche den höchsten Energieverbrauch und daher auch die höchsten Einsparpotentiale hat.

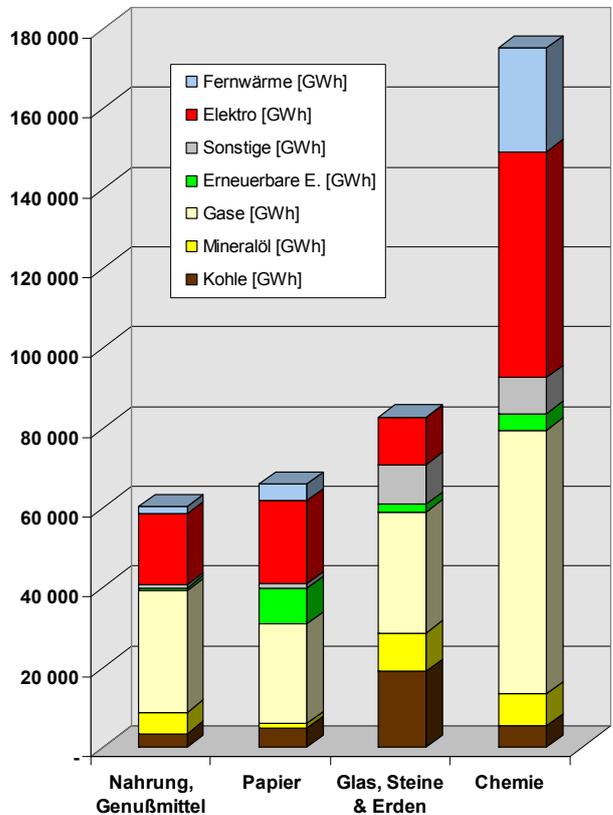


Bild 3-6: Energie-Mix in der Prozessindustrie

Wie wird dieser Energiebedarf gedeckt? Bild 3-6 zeigt, dass elektrische Energie und Gas hierbei eine besonders große Rolle spielen.

Der Vollständigkeit halber – weil in verschiedenen Prozessindustrien wichtig - wird auch der Energieverbrauch in Gebäuden kurz diskutiert.

3.3.2 Verbrauch in Gebäuden

Die Division Siemens Building Technologies bietet ein komplettes technisches Infrastrukturportfolio für Komfort, Energieeffizienz und Sicherheit von Gebäuden und öffentlichen Einrichtungen. Speziell im Bereich der Gebäudeautomation spielt die Energieeffizienz eine wichtige Rolle: [10.]. 40% des weltweiten Energieverbrauchs entfallen auf Gebäude, und mit Hilfe der Gebäudeautomation können Energieeinsparungen bis zu 30% erreicht werden.

Innovative Lösungen, Systeme, Produkte und Dienstleistungen zielen auf eine optimale Balance von Gebäude-Leistungsvermögen, Komfort und Nachhaltigkeit um die Effizienz zu maximieren, entsprechend der Euro-Norm EN 15232 Klasse A.



Bild 3-7: Energie-Klassifizierung von Gebäuden nach EN 15232

Klasse	Thermische Energie				Elektrische Energie			
	D	C	B	A	D	C	B	A
Büros	1,51	1	0,80	0,70	1,10	1	0,93	0,87
Hörsaal	1,24	1	0,75	0,50	1,06	1	0,94	0,89
Schulen	1,20	1	0,88	0,80	1,07	1	0,93	0,86
Krankenhäuser	1,31	1	0,91	0,86	1,05	1	0,98	0,96

Bild 3-8: Energieverbrauch von Gebäuden verschiedener Klassen, bezogen auf den Standard (Klasse C)

Beispiele für Produkte von Siemens Building Technologies, die zur Energieeffizienz beitragen:

- Symaro Sensoren zur Bestimmung der Luft-Qualität (z.B. CO₂-Konzentration in der Raumluft) sind die Basis für eine bedarfsgesteuerte Belüftung, die für eine konstante Luft-Qualität bei unterschiedlicher Raumben-

legung und Raumbenutzung sorgt und dadurch Energie-Einsparungen von 20 bis 70% ermöglicht.

- Drehzahlvariable Antriebe wie z.B. SED2 für Gebläse und Pumpen sparen bis zu 50% Energie.
- OpenAir Drosselklappenantriebe ermöglichen eine präzise Positionierung bei geringem Eigenenergieverbrauch dank einer driftfreien Messung mit automatischer Nullpunktkorrektur.
- Energiespar-Contracting: Notwendige Investitionen in Modernisierungsmaßnahmen mittels eingesparter Energie- und Betriebskosten finanzieren; das ist die Erfolgsformel des Energiespar-Contractings von Siemens. Die Siemens Garantie sichert dabei die Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen, die Maximierung der Energieeffizienz, die Erhöhung von Komfort und Produktivität. Die Maßnahmen entlasten nachhaltig die Umwelt.

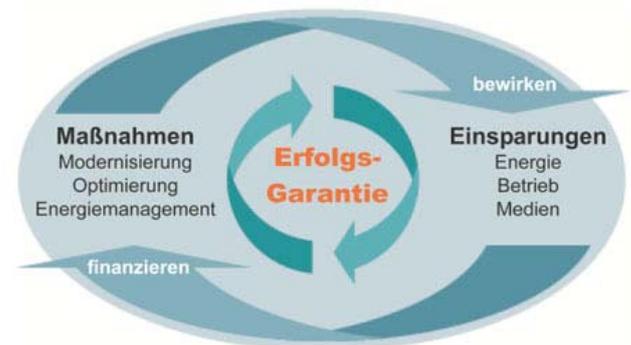


Bild 3-9: Siemens Energiespar-Contracting

4 Automatisierungskomponenten für Energieeffizienz im Produktionsprozess

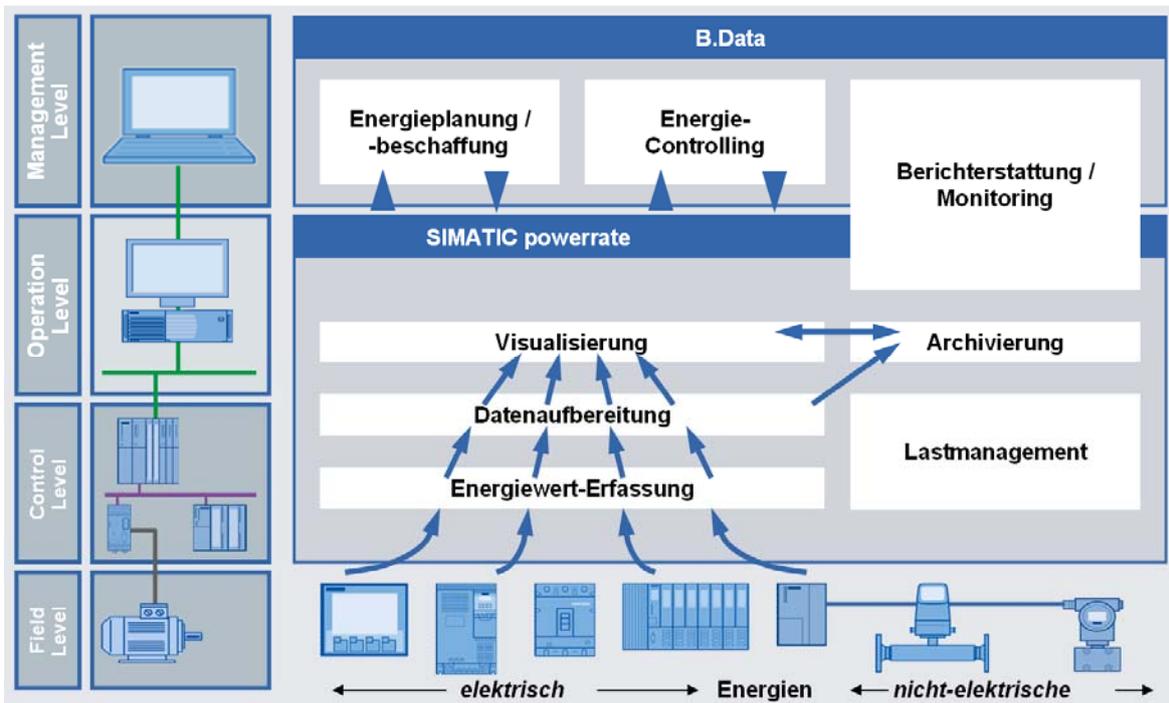


Bild 4-1: Standard-Komponenten für Energie-Effizienz und Energie-Management

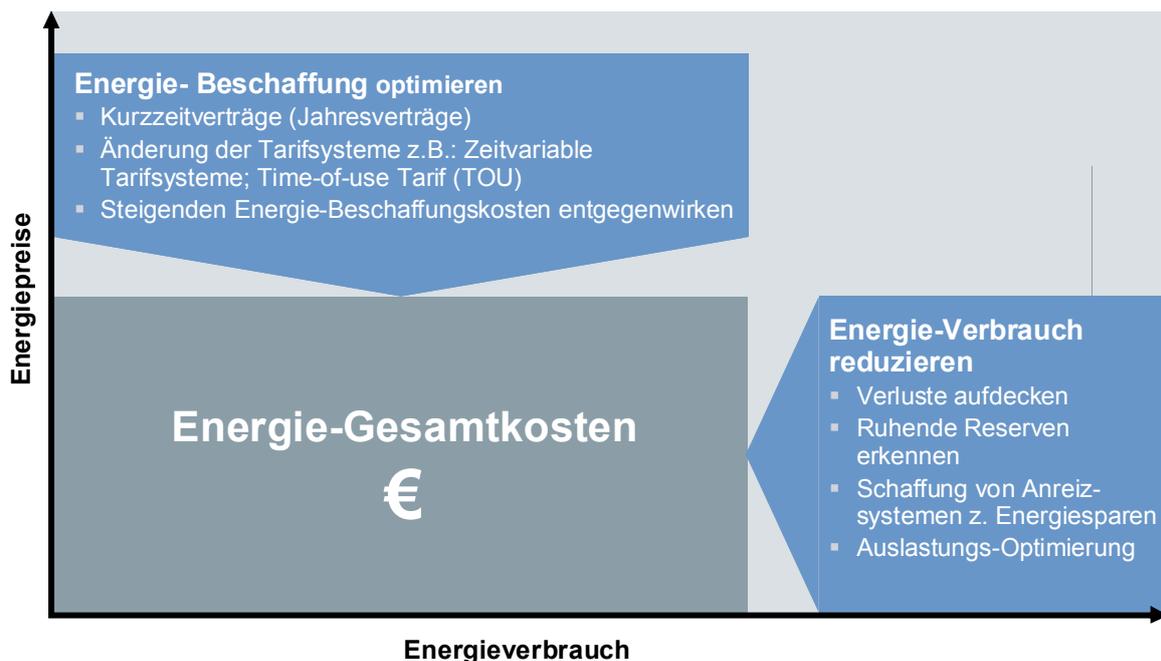


Bild 4-2: Minimierung der Energiekosten über zwei wesentliche Hebel: die Energiemenge und die vertraglichen Randbedingungen

Welche Produkte des Siemens Sektors Industry kann ein Anlagenbetreiber der Prozessindustrie einsetzen, um die Energieeffizienz seiner Anlage zu optimieren [8.]?

Diese Frage wird über alle Ebenen der Automatisierungspyramide hinweg betrachtet. Totally Integrated Automation - die durchgängige Basis zur Realisierung kundenspezifischer Automatisierungslösungen - sorgt mit reduziertem Schnittstellenaufwand für höchste Transparenz über alle Ebenen, von der Feldebene über die Produktionsleitebene bis zur Unternehmensleitebene. Mit Totally Integrated Power (TIP) bietet Siemens aufeinander abgestimmte Produkte und Systeme und damit durchgängige Lösungen für die Energieverteilung in der Industrie – von der Mittelspannung bis zur Steckdose.

Auf der Feld-Ebene geht es einerseits um die Erfassung von Energieverbräuchen, wobei sowohl elektrische als auch nichtelektrische Energieformen zu berücksichtigen sind, andererseits um die Minimierung von Energieverbräuchen durch Einsatz energieeffizienter Geräte wie z.B. Motoren, Frequenzumrichter, Sanftstarter, Schalt- und Schutzgeräte sowie Stromversorgungen.

Auf der Steuerungsebene geht es einerseits um die Sammlung, Aggregation und Aufbereitung der Energie-Verbrauchsdaten aus der Feldebene, andererseits um die Minimierung des Energieverbrauchs durch Optimierung der Prozessführung mit Hilfe von Advanced Process Control und Asset Management Funktionen.

Auf der Bedien- und Beobachtungsebene geht es einerseits um die Visualisierung von Verbrauchsdaten mit Kennwerten, Ganglinien und anderen grafischen Darstellungen, andererseits um die Archivierung von Energiedaten und die Erstellung von Berichten (nach Units, Chargen, Teillagen, ...).

Auf der Management-Ebene geht es schließlich um die Energie-Planung und -Beschaffung, um das Energie-Controlling bzw. Monitoring, wobei durch eine geschickte Kombination von Lastmanagement und zeit- bzw. lastabhängigen Tarifsystemen die Beschaffungskosten minimiert werden können: Bild 4-2.

4.1 Management-Ebene

Mit Management-Ebene ist die in Bild 4-1 als "Management-Level" bezeichnete Ebene oberhalb des Prozessleitsystems gemeint, die oft auch als MES-Ebene bezeichnet wird.

4.1.1 B.Data: Energiemanagementsystem auf Unternehmensebene

B.Data [11.] ermöglicht eine optimierte und wirtschaftliche Energiebetriebsführung in den Bereichen Controlling, Planung und Energieeinkauf. B.Data schafft Transparenz durch lückenlose Energie- und Stoffbilanzierung, ermöglicht so eine verursachergerechte Energiekostenaufteilung und schafft eine Überleitung ins Abrechnungssystem. Die gebildeten Kennwerte erlauben fundierte Aussagen zur Effizienzsteigerung.

- Energiecontrolling: B.Data bietet eine lückenlose Datenerfassung- und Aufbereitung. Das sorgt für eine transparente Energiebilanz und erleichtert die Einhaltung gesetzlicher Auflagen, z.B. die Überwachung und Berichterstattung von Treibhausgasemission. Die spezifische Kennwertermittlung (KPI-Berechnung) und Einbeziehung von Produktionsdaten erlaubt eine fundierte Aussage zur Effizienzsteigerung.
- Energiekostenermittlung: durch die flexible Modellierung und Tarifierung von Energie- und Stoffströmen wird im B.Data eine verursachergerechte Energiekostenermittlung und Abrechnung auf Kostenträger ermöglicht und die Überleitung der Energiemengen / Kosten ins ERP-System (z. B. SAP R/3 CO) sichergestellt.
- Energieplanung: B.Data ermöglicht eine exakte Prognose von Energiebedarf und Lastverlauf. Das optimiert die Budgetplanung und erlaubt es, die laufende Produktion bei Bedarf jederzeit schnell anzupassen – bei höchster Entscheidungssicherheit.
- Energieeinkauf: B.Data liefert jederzeit aktuell alle relevanten Informationen über die benötigte Energiemenge im Jahres- und Tageszeitenverlauf: die Basis für optimale Konditionen beim Energieeinkauf.

4.1.2 Simatic IT: Energiemanagement

Im Rahmen der MES Funktionalitäten von Simatic IT können ebenfalls Energiedaten verarbeitet werden z.B. zur auftragsorientierten Bilanzierung von Energieverbräuchen.

4.2 Bedien- und Beobachtungs-Ebene (Operation)

4.2.1 SIMATIC powerrate für PCS 7

SIMATIC powerrate [12.] ist als AddOn für SIMATIC WinCC und SIMATIC PCS 7 verfügbar und dient zur Normierung, Visualisierung und Archivierung von Energie- und Leistungsmittelwerten mit Zeitstempeln. Die Verbrauchsdaten der Anlage werden über den Feldbus eingesammelt und in der SIMATIC S7-CPU komprimiert und zwischengespeichert. Die Transparenz der Energieverbräuche ist Grundvoraussetzung für eine Optimierung. Das Energiemanagement wird damit neben der Operator Station und der Maintenance Station als dritte Säule im Prozessleitsystem verankert.

Das Softwarepaket beinhaltet PCS 7 Funktionsbausteine (→ Steuerungsebene) für folgende Aufgaben:

- Erfassung und Normierung von Energiedaten beliebiger Medien über Impulse, Arbeitswerte oder Leistungswerte.
- Berechnung der Leistungsmittelwerte und der Arbeitswerte bezogen auf frei definierbare Periodenzeiten.
- Ermittlung eines hochgerechneten Arbeits-/Leistungswertes bezogen auf das Perioden-Ende (lineares Hochrechnen der Arbeit für die jeweilige Periode).
- Zeitsynchronisation oder Synchronisation mit EVU-Takt.
- Zwischenpufferung der Mittelwerte auf der SIMATIC S7-CPU im Umlaufpuffer.
- Einbindung der Multifunktions-Messgeräte Sentron PAC 3200 / PAC 4200 (siehe Abschnitt 4.4.1.1)

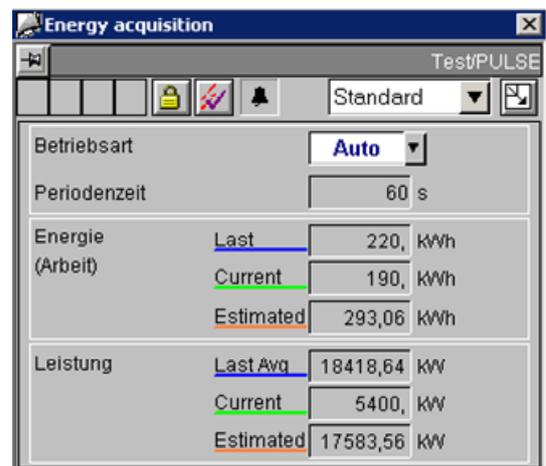


Bild 4-3: PCS 7 Bildbaustein von SIMATIC powerrate für einen Stromverbraucher

Zur Visualisierung werden spezielle Bildbausteine bereitgestellt und im Übrigen alle standardmäßigen Mittel des Prozessleitsystems für Grenzwertüberwachung, Trenddarstellungen, Archivierung etc. genutzt.

The screenshot shows a 'Chargen-Bericht (zeitlich sortiert)' for 16.08.2008. It includes a 'Zeiteinstellungen' section with start and end times, and a table of energy consumption data:

Zeiteinstellungen		Startzeit	Endezeit
		15.08.2008 00:00:00	16.08.2008 00:00:00
Zeitraum	Strom	15.08.2008 08:31	15.08.2008 12:10
Charge_x	Energie	720,00 kWh	8.740,00 kWh
	Wasser		44,00 l
Zeitraum	Strom	15.08.2008 12:20	15.08.2008 15:33
Charge_a	Energie	1.020,00 kWh	9.945,00 kWh
	Wasser		87,00 l
Zeitraum	Strom	15.08.2008 15:45	15.08.2008 18:05
Charge_f	Energie	502,00 kWh	6.346,00 kWh
	Wasser		34,00 l

Bild 4-4: Protokoll zum Energieverbrauch von Chargen

Zusätzliche stehen Funktionen zur konfigurierbaren Erstellung von Energie-Berichten in MS-Excel zur Verfügung.

- Standard-Formulare für Zuordnung von Messstellen zu den zugehörigen Kostenstellen und Vergleich
- Konfigurierbare Tarife (Hoch-, Nieder- & Feiertagstarife)
- Kostenstellenberichte mit Verbrauchswerten und Kosten (tabellarisch und als Balkendiagramm)

Das Lastmanagement in SIMATIC powerrate hilft bei der Vermeidung von Limitüberschreitungen

mit der Zeit verschlechtern und dadurch den Energieverbrauch erhöhen. Beispiele:

- Fouling (Belagsbildung) an Wärmetauschern reduziert den Wärmeübergang und steigert dadurch den Verbrauch an Servicemedium (z.B. Heißdampf, Kühlmittel).
- Spaltverschleiß oder Kavitations-Schäden reduzieren die Förderhöhe von Kreiselpumpen und steigern den Energieverbrauch des Pumpen-Antriebs.
- Anbackungen an Ventilkörpern oder Verschmutzung von Filtern vergrößern den Strömungswiderstand und steigern den Energieverbrauch der zugeordneten Pumpen.

Durch eine Online-Überwachung von Performance und Zustand mechanischer Assets lassen sich solche Phänomene frühzeitig erkennen und bei der Instandhaltungsplanung berücksichtigen. Das trägt nicht nur zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Anlage, sondern auch zur Vermeidung "heimlicher" Energieverschwendung bei.

Durch die Visualisierung des aktuellen Arbeitspunktes im Kennlinienfeld der Komponente und durch eine statistische Auswertung der Betriebsdauer in verschiedenen Lastbereichen kann der Anwender erkennen, ob die Komponente im laufenden Betrieb effizient eingesetzt wird.

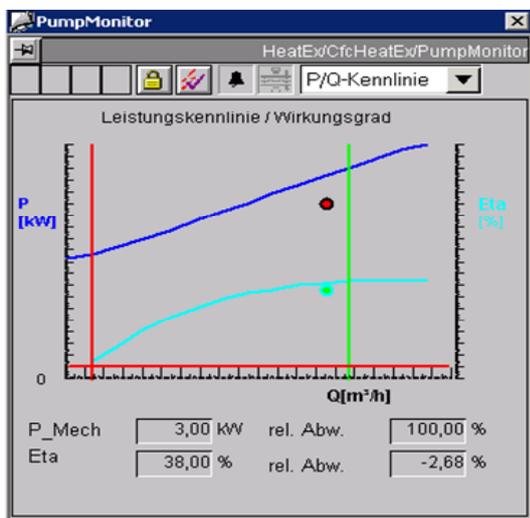


Bild 4-7: Bildbaustein des PCS 7 PumpMon mit Kennlinien für mechanische Wellenleistung und hydraulischen Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Durchfluss

Für folgende mechanischen Assets stellt Siemens (entweder als AddOn-Produkt oder als Prototyp für Piloterprobungen) spezielle Überwachungsfunktionsbausteine in PCS 7 zur Verfügung [14.]:

- Kreiselpumpen: PumpMon
- Wärmetauscher: HeatXchMon
- Stetig-Ventile: ValveMon
- Filter und andere Strömungswiderstände: PressDropMon
- Turbo-Kompressoren: CompMon

Die Überwachung mechanischer Komponenten ist in die SIMATIC PCS 7 Maintenance Station integriert, in der auch die automatisierungstechnischen Komponenten (Prozessleitsystem, Sensoren, Aktoren) überwacht werden.

4.4 Feld-Ebene

4.4.1 Messgeräte für elektrische Energieflüsse

4.4.1.1 SENTRON PAC Multifunktionsmessgeräte und E-Zähler

Die Multifunktionsmessgeräte SENTRON PAC3100 / 3200 / 4200 und E-Zähler SENTRON PAC1500 [15.] erfassen präzise und zuverlässig die Energiewerte für elektrische Abzweige oder einzelne Verbraucher. Darüber hinaus liefern sie wichtige Messwerte zur Beurteilung der Netzqualität. Zur weiteren Verarbeitung der Messdaten lassen sich die Geräte dank ihrer vielfältigen Kommunikationsmöglichkeiten sehr einfach in übergeordnete Automatisierungs- und Energiemanagementsysteme wie SIMATIC PCS 7 und SIMATIC powerrate einbinden.

4.4.1.2 Leistungselektronik für Motoren als intelligentes Feldgerät

In vielen Fällen wird die eingespeiste elektrische Wirkleistung in der zu einem elektrischen Antrieb gehörenden Leistungselektronik (Umrichter, Sanftstarter, Motor-Steuergeräte, sh. Abschnitt 17) bereits erfasst. Wenn diese Geräte als intelligente Feldgeräte in ein Prozessleitsystem eingebunden werden, können die ermittelten Energie-Verbrauchsdaten im Rahmen des Energiemanagement-Systems direkt ausgewertet werden.

4.4.2 Messgeräte für nicht-elektrische Energieflüsse

4.4.2.1 Fossile Energieträger

Zur Messung der Durchflussmengen fossiler Energieträger wie Erdgas und Erdöl können

standardmäßige Durchflussmessgeräte eingesetzt werden, z.B. aus der Geräteklasse SITRANS F: [25.]. Zur Umrechnung auf Energiemengen muss der Brennwert oder Heizwert bekannt sein. Der Brennwert ist ein Maß für in einem Stoff enthaltene thermische Energie, bezogen auf die Stoffmenge. Der Heizwert ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare Wärmemenge, bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes kommt, bezogen auf die Menge des eingesetzten Brennstoffs.

4.4.2.2 Heizdampf

Heizdampf wird typischerweise an einer zentralen Stelle erzeugt und über ein anlagenweites Netz an einzelne Verbraucher verteilt. Der Heizdampf wird einer Dampf-Versorgungsschiene mit definiertem Druck (z.B. "20 bar Schiene") entnommen. Da es sich um Satttdampf im unterkritischen Bereich handelt, kann über die Taupunktlinie die zugeordnete Temperatur berechnet werden. Der (Volumen-)Durchfluss des Heizdampfes wird normalerweise (beispielsweise mit SITRANS F Geräten) gemessen, damit er geregelt werden kann. Aus Druck und Temperatur kann die Dichte und damit der Dampf-Massenstrom berechnet werden. Aus spezifischer Enthalpie [kJ/kg] und Massenstrom [kg/s] wird der Energiestrom in [kJ/s], d.h. in [kW] berechnet.

4.4.3 Leistungselektronik für Motoren

4.4.3.1 SINAMICS Frequenzumrichter

Insbesondere bei Pumpensystemen mit häufig schwankendem oder teillastigem Betrieb lohnt sich eine bedarfsgerechte Drehzahlregelung mit Hilfe von Frequenzumrichtern anstelle einer mechanischen Durchflussregelung über Drosselventile.

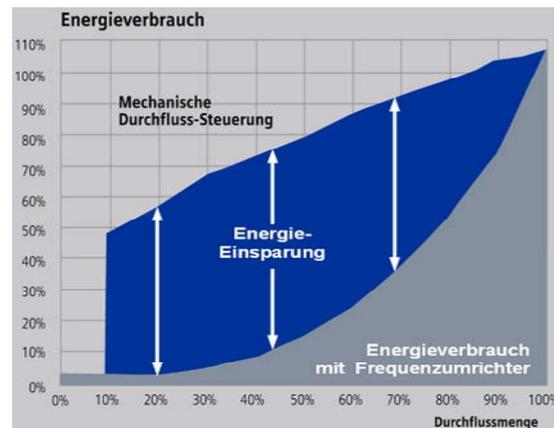


Bild 4-8: Energieeinsparung durch drehzahlgeregelte Pumpen statt Drosselventilen

SINAMICS Umrichter [16.] sind verfügbar für energieeffiziente Antriebe in der Niederspannung:

- SINAMICS G110, G120, G130, G150
- SIMATIC ET200S FC und ET200pro FC
- SINAMICS S120, S150
- DYNAVERT T

und der Mittelspannung:

- SINAMICS GM150, GL150
- ROBICON Perfect Harmony

Manche der Antriebe wie z.B. SINAMICS G120, S120 und S510 verfügen über integrierte Funktionen zur Energierückspeisung bei Bremsvorgängen, so dass wertvolle kinetische Energie beim Bremsen nicht "verheizt" wird, sondern ins Netz zurückgespeist.

4.4.3.2 SIRIUS Sanftstarter

SIRIUS Sanftstarter [17.] tragen zur Reduzierung von mechanischen und elektrischen Spitzenbelastungen von bis zu 60% bei und weisen eine extrem geringe Eigenverlustleistung auf. Dank ihrer Mess- und Kommunikationsfähigkeit können Sanftstarter "3RW44" und Motorstarter "High Feature" Energiemessdaten an übergeordnete Energiemanagementsysteme liefern.

4.4.3.3 Motormanagement-System SIMOCODE pro

Eingebaut in der Niederspannungs-Schaltanlage ist SIMOCODE pro [18.] für Motoren mit konstanten Drehzahlen im Niederspannungsbereich die intelligente Verbindung zwischen übergeordnetem Automatisierungssystem und dem Motorabzweig – und sorgt für einen komfortablen, sicheren und störungsfreien Betrieb. Die im SIMOCO-

DE integrierte Messfunktionalität liefert die erforderlichen Energiemessdaten für das Energiemanagement ohne zusätzliche Verkabelung.

4.4.4 Energieeffiziente Motoren

Wie erwähnt entfallen rund 70% des elektrischen Energiebedarfs industrieller Anlagen auf Antriebe. Siemens bietet ein umfassendes Spektrum an Energiesparmotoren in Aluminium- und Grauguss-Ausführung: [19.]. Das Portfolio deckt Spannungen von 230 V bis 13,2 kV sowie Leistungen von 0,09 kW bis 100 MW ab und umfasst Ausführungen in unterschiedlichen internationalen Wirkungsgradklassen. Durch konstruktive Maßnahmen und den Einsatz spezieller Materialien weisen sie im Vergleich zu Standard-Motoren einen bis zu 7 % höheren Wirkungsgrad auf.

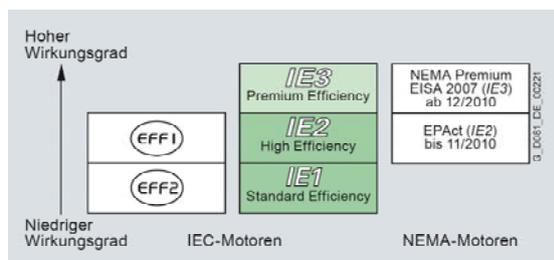


Bild 4-9: Neue Effizienzklassen für Elektromotoren nach IEC 60034-30

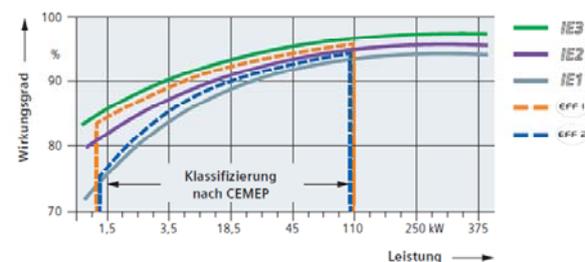


Bild 4-10: Wirkungsgrade von Elektromotoren, Quelle: [20.]

Das Angebot an Energiesparmotoren gemäß der neuen internationalen Wirkungsgradnorm IEC 60034-30 ist durchgängig von 0,75 kW bis zur normierten Grenze der Klassifikation bei 375 kW in den Wirkungsgradklassen IE1 bis IE3 – für den nordamerikanischen Markt gemäß EPAAct und NEMA Premium.

Siemens bietet hocheffiziente Motoren bis 690 V, sowohl für den Netz- als auch den Umrichterbetrieb. Zusammen mit der Tochterfirma Loher GmbH bietet Siemens über den gesamten Leistungsbereich - von 0,75 bis 375 kW - ein durchgängiges Spektrum an explosionsgeschützten Motoren in der hohen Wirkungsgradklasse IE2

an, für Zone 2 und 1, in allen gängigen Zündschutzarten.

4.4.4.1 SinaSave-Software zur Berechnung von Einsparpotentialen in der Antriebstechnik

Die Energieeffizienz-Software SinaSave [21.] berechnet auf Basis von Anlagenkennwerten wie hoch das mögliche Einsparpotential in einer konkreten Antriebsanwendung ist. SinaSave informiert darüber, wie schnell sich die Investition in einen energieeffizienten Motor bei Netzbetrieb oder einen Frequenzumrichter für drehzahlvariablen Betrieb auszahlt. Bei Netzbetrieb errechnet die SinaSave die Kostenersparnis und Amortisationszeit von Energiesparmotoren der hohen Effizienzklasse IE2 oder NEMA Premium – im Vergleich zu Motoren der Standard-Effizienzklasse IE1 oder EPAAct, individuell ausgewählten oder bekannten Motoren innerhalb einer kompletten Anlagenbetrachtung. Bei Umrichterbetrieb berücksichtigt SinaSave alle notwendigen anlagenspezifischen Parameter sowie die für den Prozess erforderlichen Werte. SinaSave steht zum kostenlosen Download bereit.

4.4.4.2 MOTOX Getriebemotoren

MOTOX Getriebemotoren [22.] im Leistungsbereich von 0,09 bis 200 kW mit allen gängigen Getriebearten zeichnen sich durch hohe Getriebebenennmomente und Wirkungsgrade aus. Der Wirkungsgrad der 1-stufigen Stirnrad-, Flach- und Kegelstirnradgetriebe liegt bei 98 %, der 2-stufigen bei 96 % und der 3-stufigen bei 94 %.

Für eine positive Energiebilanz bietet Siemens hocheffiziente Getriebemotoren in IE2 gemäß EU/CEMPEP. 4-polige Getriebemotoren sind standardmäßig in IE2 ausgeführt. MOTOX Getriebemotoren bis 15 kW (4-polig) erreichen IE1.

4.4.5 Geregelter Stromversorgungen

Stromversorgungen in industriellen Anwendungen sind meist auf deren maximale Belastung ausgelegt, wie dem Einschalten kapazitiver Verbraucher. Im Betrieb werden sie überwiegend in einem Lastbereich von 30 bis 70 % der Nennleistung betrieben – abhängig vom Prozess wie dem Schalten von Motoren, Sensoren oder Aktoren.

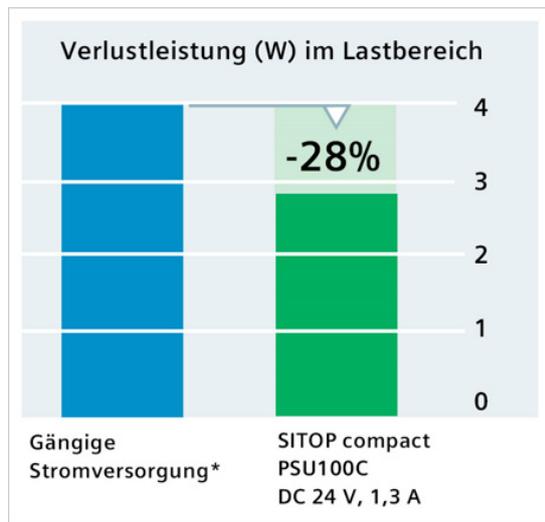


Bild 4-11: Der hohe Wirkungsgrad der SITOP PSU100C über den gesamten Lastbereich spart bis zu 28% Energie gegenüber dem Durchschnittswert vergleichbarer Geräte am Markt

Geregelte Stromversorgungen wie z.B. SITOP [23.] bieten im Gegensatz zu unregulierten Stromversorgungen zahlreiche Vorteile: neben einer exakteren Ausgangsspannung und der effizienteren Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom, überzeugt die primär getaktete Stromversorgung SITOP durch einen wesentlich höheren Wirkungsgrad.

4.4.6 Energieeffiziente elektropneumatische Stellungsregler

Viele Regelkreise in verfahrenstechnischen Anlagen, v.a. Durchfluss- und Druckregelkreise verwenden Stetigventile als Aktoren, die von einem elektropneumatischen Stellantrieb bewegt werden. Druckluft gehört jedoch zu den teuersten Energieträgern in einer solchen Anlage. Luft aus der Umgebung muss dazu mittels Kompressoren verdichtet und anschließend von Öl und Partikeln gereinigt werden, um eine möglichst hohe Lebensdauer der zu versorgenden Komponenten sicherzustellen. Damit wird die Druckluft zu einem relevanten Kostenfaktor: Die Studie „Save II“ der Europäischen Union [36.] besagt, dass etwa 18 Prozent der Gesamtenergie aller Industriemotoren für die Druckluftherzeugung genutzt werden und der größte Kostenanteil dabei mit etwa 65 Prozent auf die Energieversorgung der Kompressoren selbst entfällt.

Unter Rücksichtnahme der laut Analysen vorhandenen marktgewichteten Anteile der Stellungsregler lässt sich für verschiedene Typen der

durchschnittliche Eigenluftverbrauch annehmen [35.]:

- Pneumatische Stellungsregler: ungefähr 1,18 Nm³/h (bei 90 psig, ca. 6bar)
- Analoge elektropneumatische Stellungsregler: etwa 0,69 Nm³/h (bei 90 psig).
- Digitale elektropneumatische Stellungsregler sind tendenziell noch sparsamer, im marktgewichteten Mittel ungefähr 0,45 Nm³/h (bei 90 psig), Bandbreite von 0,02 bis hin zu 1,5 Nm³/h.

Diese Einsparpotenziale an Druckluftverbrauch sind unmittelbar mit den Kosten für Energie und damit auch direkt mit den zusammenhängenden CO₂-Emissionen für deren Stromerzeugung verknüpft. Mit Berücksichtigung des gemittelten spezifischen Energiebedarfs für den Kompressor von 6,38 kW•min/m³ über verschiedenste Wirtschaftszweige hinweg, einer angenommenen spezifischen CO₂-Emission von 631 CO₂ g/kWh, und einen angenommenen Strompreis von 6 Ct/kWh lässt sich über ein Jahr hinweg für einen durchschnittlichen Stellungsregler

- ein Energieverbrauch für die Druckluftherzeugung allein von etwa 560 kWh,
- die nur für die Druckluftherzeugung anfallenden Kosten von etwa 34 Euro,
- und ein dabei anfallender CO₂-Ausstoß von etwa 354 Kilogramm ableiten.

Das gesamte Einsparpotenzial an Total Cost of Ownership wird jedoch erst ersichtlich, wenn man anstatt einem einzelnen Gerät eine Anlage betrachtet, in der mehrere 100 bis zu 1000 Stellungsregler über Jahrzehnte betrieben werden. So erzeugen 1000 Durchschnitts-Stellungsregler über zehn Jahre hinweg 3500 Tonnen CO₂. Will man diese Einsparpotenziale ausschöpfen, so führt kein Weg an Stellungsreglern vorbei, die sich durch einen geringen Luftverbrauch auszeichnen.

Siemens hat das Stellungsregler-Portfolio mit dem geringsten Luftverbrauch. Ein Sipart PS2 zeichnet sich durch einen Eigenverbrauch von nur 0,036 Nm³/h aus. Das bedeutet hochgerechnet auf ein Jahr folgende Werte:

- Energieverbrauch für die Druckluftherzeugung von etwa 33 kWh,
- für die Druckluftherzeugung anfallende Kosten von etwa zwei Euro,
- und ein dabei anfallender CO₂-Ausstoß von etwa 21 Kilogramm.

Außerdem hängt der Druckluftverbrauch im laufenden Betrieb entscheidend von der Einstellung des überlagerten PID Durchfluss- oder Druckreglers ab, der das Ventil ansteuert: Je aggressiver die Reglereinstellung und je größer das Messrauschen, desto größer werden die Arbeitsbewegungen der Regler-Stellgröße und damit die per Druckluft zurückgelegten Verfahrwege des Ventils. Der Druckluftverbrauch kann sich bei unterschiedlichen Einstellungen der Reglerparameter um Faktor 2 bis 5 unterscheiden. In jedem Fall lohnt sich daher eine sorgfältige Inbetriebnahme jedes einzelnen PID-Reglers, z.B. mit Hilfe des Simatic PCS 7 PID-Tuners.

5 Dienstleistungen für Energieeffizienz im Produktionsprozess

5.1 Professional Services Energy Management

Zentraler Ansprechpartner für Dienstleistungen zur Energieeffizienz im Produktionsprozess in der Division "Industrial Automation" ist die Abteilung "Professional Services Energy Management" in Nürnberg.

Es wird ein Produkt-unabhängiges Consulting angeboten, und der Einsatz von Produkten unterstützt, die auf Standardtechnologien aufsetzen. So basiert z. B. die Visualisierung von Energiedaten auf der Prozessvisualisierung. Damit lassen sich Investitionen gering halten und Zukunftssicherheit ist gewährleistet. Im speziellen wird der Einsatz von SIMATIC powerrate und B.Data durch Beratungstätigkeiten unterstützt.

Bei Bedarf kann von dieser zentralen Anlaufstelle der Kontakt zu zahlreichen Branchen-Experten aus dem Siemens-Konzern hergestellt werden, wie beispielsweise zu Experten für die Energieoptimierung in verfahrenstechnischen Anlagen, sh. Abschnitt 5.3.

5.2 Energy Management for Industry

Die Siemens Division "Industry Solutions" bietet unter der Überschrift "Energy Management for Industry" [26.] ein Paket skalierbarer Systemlösungen, die nach Anwender-Anforderungen kombiniert und in Anlagen integriert werden. Damit werden Maßnahmen von Anlagen-Betreibern zur kontinuierlichen Verbesserung und zur Steigerung der Energieeffizienz systematisch unterstützt.

Im Rahmen der SIMAIN Energieoptimierung wird die gesamte Energiebilanz des Unternehmens analysiert und alle Energieformen, unter anderem elektrische, mechanische und thermische Energie, sowie alle eingesetzten Energieressourcen, wie beispielsweise Öl, Gas und Wasser betrachtet. Dabei teilt sich SIMAIN Energieoptimierung in vier Phasen auf: Mit einem Energy-Health-Check werden Optimierungspotenziale identifiziert, indem ein computergestütztes zweistündiges Interview mit Schlüsselpersonen

im Betrieb geführt wird, dessen Auswertung anschließend ein Benchmarking mit anderen Unternehmen derselben Branche erlaubt. Im Anschluss erfolgt eine technische Analyse zur Abschätzung der tatsächlichen Energieeinsparmöglichkeiten. Ein typischer erster Ansatzpunkt ist die Bereitstellung von Hilfsenergien wie Druckluft und Prozessdampf in Nebenaggregaten. Hier kann optimiert werden, ohne den eigentlichen Produktionsprozess zu beeinflussen. Eine weitere, häufig erfolversprechende Idee ist die Nutzung von Abwärme an anderer Stelle im Prozess.

Unter Berücksichtigung von ROI und Machbarkeit wird im dritten Schritt ein individuelles Konzept entwickelt. Am Ende steht die Betreuung der nachhaltigen Implementierung der Maßnahmen.

Die Beratung kann sich auch auf die Energiebeschaffung (Verträge mit Lieferanten), die Einwerbung öffentlicher Fördermittel für Energiesparmaßnahmen und den Handel mit CO₂-Zertifikaten erstrecken.

5.3 Consulting zur Energieeinsparung in verfahrenstechnischen Anlagen

In verfahrenstechnischen Anlagen dominiert der Energieverbrauch zur Prozesswärmerzeugung bzw. -Kühlung gegenüber anderen, insbesondere elektrischen Energieverbrauchern, so dass Maßnahmen zur Optimierung des verfahrenstechnischen Kernprozesses die größten Einsparpotenziale bieten.

Im Rahmen einer verfahrenstechnischen Energieoptimierung von Chemie- und Pharmaanlagen mit ihren Kolonnen, Reaktoren, Pumpen und Wärmeübertragern wird eine Energiestudie [27.] erstellt.

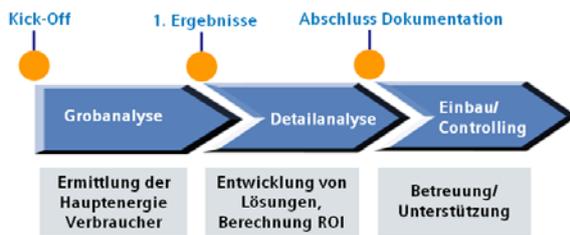


Bild 5-1: Typischer Ablauf einer verfahrenstechnischen Energieoptimierung

Eine Energiestudie besteht aus drei Schritten: Die Grobanalyse liefert erste Ergebnisse in Form von Ideen zu Einsparpotenzialen. Bei der Detailanalyse entwickeln die Experten aus diesen Ideen konkrete Optimierungsmaßnahmen und berechnen deren "Return on Investment" (ROI). Alle Ergebnisse erhält der Kunde als umfassende Abschlussdokumentation. Hat sich der Kunde für eines oder mehrere Projekte entschieden, erfolgt im letzten Schritt der Einbau bzw. das Controlling, das die Consultants betreuen und unterstützen.

Die Grobanalyse beginnt mit Vorarbeiten und dem Kick-off. Dazu gehört ein intensives Gespräch mit dem Kunden, in dem sich das Team von Siemens anhand von Plänen, Verbrauchsdaten der letzten zwölf Monate, Energiekostenabrechnungen usw. einen ersten Überblick über den Standort und die dort ansässigen Produktionsprozesse verschafft – je mehr Informationen, desto besser. Kunde und Dienstleister legen gemeinsam fest, welche Aspekte die Studie betrachten soll, erstellen einen Terminplan und definieren das Projektteam (Projektleiter/Ansprechpartner). Die tatsächliche Grobanalyse beginnt mit der Vorstellung von Ziel und Zweck der Studie und einer Begehung der Anlage. Um das Projekt beurteilen zu können, legen die Geschäftspartner eine Referenz zur Bewertung möglicher Einsparungen fest. Ein mögliches Szenario: Die Geschäftsleitung plant, in den nächsten zwei Jahren 10 % der Energiekosten einzusparen.

Es folgen eine Bestandsaufnahme des Ist-Zustands und eine detaillierte Analyse der einzelnen Verbraucher. Fehlen bestimmte Informationen, legen die Ingenieure selbst Hand an und ermitteln die Verbrauchszahlen mittels thermodynamischer Berechnungen. In Zusammenarbeit mit dem Kunden entsteht sukzessive eine detaillierte Energiestudie. Die Experten sammeln Ideen und Projektskizzen, die alle in eine Bewertungsmatrix einfließen. Eine ganzheitliche Betrachtung kann in vielen Anlagen schlummernde Synergieeffekte ans Tageslicht bringen. Die Mitarbeiter wissen meist aufgrund ihrer umfangrei-

chen Erfahrung aus zahlreichen Projekten, welche Anlagenteile die größten „Energiefresser“ und Kostentreiber sind.

In vielen Fällen helfen schon kleine Umbauten, einen ansehnlichen Betrag zu sparen. Ein Paradebeispiel dafür sind ungenutzte Abluft und Prozesswärme. So könnte etwa ein Latentwärmespeicher nicht weiter nutzbare Abwärme aufnehmen und sie bei Bedarf zur Beheizung von Gebäuden verwenden.

Anhand der Bewertungsmatrix können Kunde und Dienstleister diejenigen Projekte priorisieren, die in der Detailanalyse betrachtet werden sollen, und einen entsprechenden Maßnahmenkatalog erstellen. Diese „To-do-Liste“ kann auch Jahre später noch bares Geld wert sein. Denn jede Investition, die sich heute vielleicht noch nicht auszahlt, könnte schon morgen aufgrund gestiegener Energiepreise rentabel werden.

Ein Beispiel für die Energieoptimierung bei kontinuierlichen Prozessen ist die Wärmeintegration auf Basis einer Pinch-Analyse, mit deren Hilfe sich die Wärmeintegration von vielen Erzeugern und Verbrauchern optimieren und weitere Maßnahmen ableiten lassen. Abzukühlende und aufzuwärmende Stoffströme können sinnvoll über ein Wärmeübertragernetzwerk verschaltet werden. Auch die Feedvorwärmung/-kühlung zur Reduktion des Energiebedarfs von Kolonnen, Abhitzedampferzeugung und der Einsatz von Wärmepumpen/Brüdenkompression lohnen der Überprüfung. Für Batch-Anlagen ist die pragmatische Netzwerkmethod (variable Zeit) der bessere Weg. Das heißt, es werden diejenigen Verschaltungen gesucht, die zu einer maximalen internen Wärmerückgewinnung führen. Dabei gilt als Randbedingung, dass jeder Strom nur einmal verschaltet wird. Alternativ lassen sich Wärme- oder Kältespeicher einsetzen.

Beispiele für Maßnahmen zur Energieeinsparung durch Verfahrensoptimierung:

Apparativ (Intelligentes Apparate-Design):

- Bei der Beheizung und Kühlung durch Umpumpen bieten kleine und effiziente Plattenwärmeübertrager viele Vorteile gegenüber Rohrbündelwärmeübertragern.
- Auch die Ausführung/Bauweise von Kondensatoren (Typ: Rohrbündelwärmeübertrager) und die Einspeisestelle in eine Kolonne zählen zu den typischen „Schwachstellen“.

Utilities (Hilfsstoffe, Service-Medien):

- Substitution von teuren Medien wie Sole oder Hochdruckdampf durch Verfahrensver-

besserungen und Wärmeintegration (Pinch-Technologie).

- In der Vergangenheit wurden viele Apparate viel zu groß dimensioniert. Oft lassen sich schon mit geringfügigen Änderungen der Betriebsbedingungen erstaunliche Ergebnisse erzielen.
- Ein weiteres probates Mittel zur Energieoptimierung ist es, die Kondensatnutzung zu verbessern (Wärmeintegration).
- Auch die Druckverlustverteilung im Kühlwassernetz kann berechnet und durch optimale Verschaltung der Apparate minimiert werden.

Fahrweisen:

- Kühlvorgänge und Heizvorgänge in Behältern checken.
- Oftmals kann die Effizienz der Heiz- und Kühlvorgänge durch den Einsatz von Strömungsdüsen gesteigert werden.

Prozess:

- Energieintensive Kristallisationsprozesse nach gemessenen oder berechneten Stoffeigenschaften präzise steuern.
- Qualitätsregelung bei Reaktoren und Kolonnen, so dass nicht die bestmögliche Qualität produziert wird, sondern diejenige, die sich am wirtschaftlichsten herstellen lässt und die Spezifikationen erfüllt.

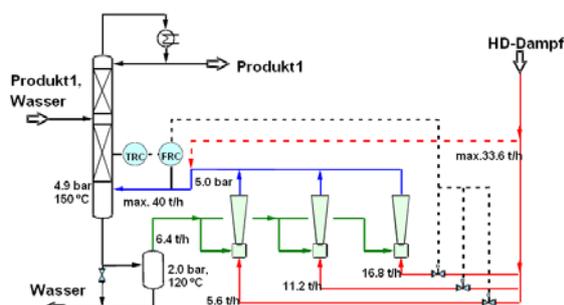


Bild 5-2: Einsatz eines Dampfstrahlers zur Reduzierung des HD-Dampf Bedarfs bei der Trennung von Wasser/Produkt1

Projektbeispiel an einer Destillationskolonne: Zusätzliche Dampfbildung durch Entspannung und Verwendung von Dampfstrahlern reduziert den Hochdruck-Dampf-Bedarf um ca. 6 t/h, was eine Einsparung von 500.000 €/Jahr bedeutet und sich in wenigen Monaten amortisiert.

6 Ausblick

Die technische Entwicklung geht weiter, und eine Reihe von Innovationen, die neue Möglichkeiten zur Energieoptimierung bringen werden, sind bereits erkennbar.

6.1 Universelle datengetriebene Optimierung

Bei vielen verfahrenstechnischen Produktionsanlagen gibt es noch Potential zur Steigerung der Energieeffizienz durch Optimierung der Prozessführung, d.h. ohne kostspielige mechanische oder verfahrenstechnische Umbauten, ohne zusätzliche Wärmetauscher oder neue Pumpenantriebe. Um dieses Potential aufzuspüren und zu heben kann das Verfahren der universellen datengetriebenen Optimierung [28.] eingesetzt werden.

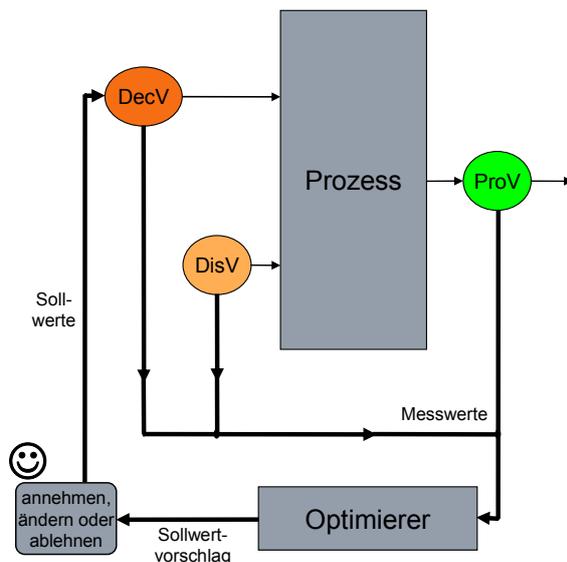


Bild 6-1: Universelle, datengetriebene Optimierung, DecV: Decision Variables, DisV: Disturbance Variables, ProV: Process Variables

Universell bedeutet hierbei, dass jede Art verfahrenstechnischer Prozesse optimiert werden kann, und jede Art der Formulierung des Gütekriteriums möglich ist. Das Verfahren eignet sich sowohl für lineare als auch für nichtlineare Prozesse, sowohl für Batch- als auch für Conti-Prozesse. Der Benutzer kann abhängig von seiner Produktionsanlage ein beliebiges Optimierungsziel in Form eines zu optimierenden Gütekriteriums vorgeben.

Datengetrieben bedeutet, dass das Verfahren zur Optimierung aktuelle Prozessdaten verwendet. Es ist nicht erforderlich, vor Beginn der Optimierung ein Modell des Prozesses zu erstellen. Das Prozessmodell wird schrittweise während der Optimierung aus den aktuellen Messdaten bestimmt. Hieraus folgt, dass dem Optimierungsverfahren kein vollständiges Prozessmodell, sondern nur ein Teilmodell des Prozesses in der Umgebung des aktuellen Arbeitspunkts zur Verfügung steht.

Bei den Modellen handelt es sich um statische Modelle, d.h. sie beschreiben den Prozess in einem stationären Zustand. Als Prozess-Eingänge werden alle Prozessgrößen bezeichnet, die vom Anlagenfahrer direkt über Sollwertvorgabe geändert werden können. Sie werden als Entscheidungsvariablen (DecV) betrachtet. Des Weiteren werden alle Größen, die den Prozess beeinflussen und messtechnisch erfassbar sind, jedoch vom Anlagenfahrer nicht geändert werden können, ebenfalls als Prozess-Eingänge betrachtet, d.h. als messbare Störgrößen (DisV). Als Prozess-Ausgänge (ProV) werden alle Größen betrachtet, die sich in Abhängigkeit von Entscheidungsvariablen und Störgrößen ändern.

Bei der Optimierung werden konstante Grenzen für alle Entscheidungsvariablen und Prozessausgänge, sowie lineare und nichtlineare Nebenbedingungen für die Entscheidungsvariablen berücksichtigt. Die berechneten Werte werden zunächst als Vorschlag für neue Sollwerte für die Entscheidungsvariablen ausgegeben und können vom Anwender korrigiert werden. Anschließend werden die Vorschläge dann als neue Sollwerte an den Prozess übertragen.

Ein grundlegendes Prinzip der datengetriebenen Optimierung ist, dass sie schrittweise, also sequentiell arbeitet. D. h. es werden zunächst aktuelle Messwerte vom Prozess eingelesen, mit denen ein Datensatz erstellt wird. Anschließend erfolgt die Modellierung auf Basis aller aufgenommenen Datensätze und daraufhin die Optimierung, bei der ein neuer Sollwertvorschlag generiert wird. Nachdem dieser an den Prozess weitergeleitet worden ist, muss gewartet werden, bis der Prozess wieder eingeschwungen ist, d.h. bis ein stationärer Zustand erreicht worden ist. Anschließend wird ein neuer Datensatz eingelesen.

Typischerweise wird im laufenden Betrieb nach 20 bis 50 Iterationsschritten ein lokales Opti-

mum erreicht, das einen signifikant besseren Wert des Gütekriteriums aufweist als der ursprüngliche Arbeitspunkt der Anlage. Das Einsparpotential in einer konkreten Applikation hängt natürlich stark vom Spielraum der Entscheidungsvariablen ab.

Ein Software-Prototyp zur universellen datengetriebenen Optimierung per OPC-Ankopplung an eine PCS 7 Operator Station steht für Piloterprobungen zur Verfügung.

6.2 Smart Grid

Der Begriff "Smart Grid" (intelligentes Stromnetz, [29.]) umfasst die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern, elektrischer Verbraucher und Netzbetriebsmitteln in Energieübertragungs- und -verteilungsnetzen der Elektrizitätsversorgung. Diese ermöglicht eine Optimierung und Überwachung der miteinander verbundenen Bestandteile. Die Integration zunehmender Anteile volatiler Energieerzeugung aus regenerativen Quellen (Photovoltaik, Windkraft etc.) mit dezentraler Einspeisung erfordert eine Netz-Infrastruktur mit dynamischer Anpassung.



Bild 6-2: Smart Grid mit dezentralen Zellstrukturen, Quelle: E-Energy-Projekt "Modellstadt Mannheim"

Der Betreiber einer verfahrenstechnischen Anlage wird in Zukunft nicht mehr nur Energie-Verbraucher sein, sondern Energie-„Prosumer“ (=Produzent und Consumer), d.h. ein aktiver Teilnehmer am Energiemarkt. Er verfügt über eigene Möglichkeiten der Energieerzeugung (z.B. Blockheizkraftwerke, Solarkollektoren), der aktiven Steuerung seines eigenen Energiebedarfs und seiner Einspeisung ins öffentliche Energienetz, und nutzt diese Freiheitsgrade entsprechend der aktuellen Situation am Energiemarkt zu seinem wirtschaftlichen Vorteil.

Die Zusammenarbeit der verschiedenen Technologiefelder von Siemens entlang der Energieflussskette bildet die Basis für zukünftige Smart Grid Lösungen bei der Stromverteilung: [31.].

6.3 Koordiniertes Abschalten von Verbrauchern mit PROFIenergy

Einen weiteren Schlüssel zur Reduzierung der Energiekosten v.a. im Bereich der diskreten Produktion bietet PROFINET: das Abschalten von nicht benötigten Verbrauchern in Produktionspausen.

Dafür hat PROFIBUS & PROFINET International (PI) eine auf PROFINET basierende standardisierte Datenschnittstelle entwickelt: Mit PROFIenergy [24.] lassen sich Verbraucher hersteller- und geräteunabhängig koordiniert und zentral abschalten. Ein manuelles, zeitaufwändiges Schalten entfällt, so dass auch in kurzen Pausen Energie gespart werden kann.

Über das PROFIenergy fähige Powermodul der ET 200S sowie Funktionsbausteine im Controller lässt sich vorhandene Hard- und Software einfach in das Energiemanagement über PROFINET einbinden. In Verbindung mit der PROFINET Funktionalität I-Device ermöglicht PROFIenergy zudem das koordinierte Ab- und Anschalten ganzer Anlagenteile. Die nachladbaren Funktionsbausteine sichern dabei einen geringen Projektierungsaufwand.

6.4 PLM-Software (Product Lifecycle Management)

Zur Siemens PLM-Software [30.] gehört auch das System Comos für die CAE-Planung verfahrenstechnischer Anlagen. Bereits bei simulativen Untersuchungen im Rahmen des verfahrenstechnischen Basic-Engineering werden wesentliche Festlegungen zu Stoff- und Energieströmen in der Anlage getroffen. Wenn es gelingt, diese Informationen mittels einer durchgängigen Modellnutzung über das Detail Engineering bis in die Betriebsphase der Anlage greifbar zu halten, können sie im Rahmen eines Energiemanagement-Systems vorteilhaft genutzt werden.

6.5 Restwärmenutzung

Ein naheliegender Ansatz ist die Nutzung von Restwärme an anderen Stellen im selben Pro-

zess, oder zur Beheizung naheliegender Verwaltungsgebäude. Für Gebäudeheizungen sind relativ niedrige Vorlauftemperaturen ausreichend, so dass selbst Restwärme nutzbar ist, die sich nicht mehr zur Dampferzeugung eignet.

Denkbar ist auch, Restwärme zur Erzeugung von Kältemittel in einer Absorptionskältemaschine zu verwenden.

Innovative Technologien, die auf dem Gebiet der Geothermie entwickelt werden, könnten in Zukunft möglicherweise auch in verfahrenstechnischen Anlagen die Nutzung von Restwärme ermöglichen, die heute noch ungenutzt entweicht. Die im Folgenden aufgeführten Technologien sind zwar prinzipiell schon seit langem bekannt, werden aber laufend weiter optimiert:

- Kalina-Prozess [32.]: Verfahren zur Erzeugung von Ammoniak-Wasserdampf auf einem niedrigen Temperaturniveau. Um auch geothermales Wasser mit niedrigen Temperaturen, evtl. sogar unter 100 Grad nutzen zu können, entwickelte Kalina einen Kreislauf, bei dem die Wärme des Wassers an ein Ammoniak-Wasser-Gemisch abgegeben wird. Der jetzt schon bei wesentlich niedrigeren Temperaturen entstehende Dampf aus Ammoniak-Wasserdampf wird dann zum Antrieb von Turbinen genutzt.
- Organic Rankine Cycle [33.]: Verfahren des Betriebs von Dampfturbinen mit einem anderen Arbeitsmittel als Wasserdampf. Als Arbeitsmittel werden organische Flüssigkeiten mit einer niedrigen Verdampfungstemperatur verwendet. Das Verfahren kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn das zur Verfügung stehende Temperaturgefälle zwischen Wärmequelle und -senke zu niedrig für den Betrieb einer von Wasserdampf angetriebenen Turbine ist.
- Restwärmenutzung mit Salzen (z.B. Natriumacetat = Pökelsalz) [34.]: Die Restwärme wird zum Schmelzen des Salzes genutzt, und kann bei der Kristallisation des Salzes an anderer Stelle und zu einem anderen Zeitpunkt wieder freigesetzt werden.

7 Literatur

[2.] Siemens AG, Sector Industry: Statement of Direction: Produkte und Lösungen für mehr Wettbewerbsfähigkeit und Umweltschutz. Erlangen, 2010.

Bestell-Nr.: E20001-A60-S100

[3.] Wikipedia "Klimapolitik der europäischen Union"

http://de.wikipedia.org/wiki/Klimapolitik_der_Europ%C3%A4ischen_Union

[4.] Wikipedia "Globales Ölfördermaximum"

http://de.wikipedia.org/wiki/Peak_Oil

[5.] CO2-Klimakiller und EBIT-Fresser oder Innovations- und Wirtschaftsmotor? Ergebnis einer Studie von MANAGEMENT ENGINEERS GMBH+CO.KG, Nov. 2009

http://www.management-engineers.com/fileadmin/assets/pdf/studien/CO2-Studie-Proof_WEB_final.pdf

[6.] Wikipedia "Energieverbrauchskennzeichnung":

<http://de.wikipedia.org/wiki/Energieverbrauchskennzeichnung>

[7.] Internet-Portal der Siemens AG zum Thema Nachhaltigkeit:

<http://www.siemens.com/sustainability/de/index.php>

[8.] Internet-Portal der Siemens AG zum Thema energieeffiziente Produktion:

<http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/de/index.htm>

[9.] Internet-Einstiegsseite des Siemens Sektors Energy

<http://www.siemens.com/entry/cc/de/index.htm#188170>

[10.] Energieeffizienz bei Siemens Building Technologies

<http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/energy-efficiency/Pages/Energy-efficiency.aspx>

[11.] Produktinformation b.data:

www.siemens.de/bdata

https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Pages/Default.aspx

[12.] Produktinformation SIMATIC powerrate für PCS 7

<https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-add-ons/energiemanagement/pages/energiemanagement.aspx>

[13.] Siemens AG, Sector Industry, Industrial Automation: White Paper „Wie verbessern Sie die Performance Ihrer Anlage mit Hilfe der passenden Funktionen aus dem SIMATIC PCS 7 APC-Portfolio?“.

http://www.automation.siemens.com/w2/efiles/pacs7/support/marktstudien/WP_PCS7_APC_DE.pdf

[14.] Intranet-Seite zur PCS 7 Maintenance Station mit Application Notes zur Überwachung mechanischer Asset:

<https://intranet.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-systemkomponenten/maintenance-station/Pages/maintenance-station.aspx>

[15.] Produktinformation Sentron PAC

<http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/low-voltage/DE/produktportfolio/messgeraete-e-zaeher/multifunktionsmessgeraete/Seiten/multifunktionsmessgeraete.aspx>

[16.] Produktinformation SINAMICS Frequenzumrichter

<http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/de/energieeffiziente-produkte/energieeffiziente-antriebe.htm>

[17.] Produktinformation Sirius Motorstarter

<http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/de/starten/Seiten/default.aspx>

[18.] Produktinformation Simocode

<http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-controls/de/steuergeraet-ueberwachungsgeraet/simocode/Seiten/default.aspx>

[19.] Einstiegsseite Energiesparmotoren

<http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/de/energieeffiziente-produkte/energiesparmotoren.htm>

[20.] Siemens Sector Industry, Drive Technologies: Niederspannungs-Asynchronmotoren nach neuem Wirkungsgradstandard und neuen Effizienzklassen, 2010.

Bestell-Nr.: E80001-A500-P220-V1

http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/_assets/pool/downloads/flyer-iede.pdf

[21.] SinaSafe Software Download

<http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/de/energiespar-tools/energieeffizienz-software-sinasave.htm>

[22.] Produktinformation MOTOX Getriebemotoren

<http://www.automation.siemens.com/mcms/drives/de/getriebemotor/getriebemotoren/Seiten/Default.aspx>

[23.] Produktinformation SITOP Stromversorgungen

<http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/de/energieeffiziente-produkte/sitop-stromversorgung.htm>

[24.] Datenschnittstelle PROFIenergy

<http://www.energieeffiziente-produktion.siemens.com/de/energieeffiziente-produkte/profienergy.htm>

[25.] Siemens Industry Mall, Durchflussmessung

<https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=DE&language=de&nodeid=10020499&tree=CatalogTree®ionUrl=%2fde#activetab=product>

[26.] Energy Management bei Siemens Industry Solutions

http://www.industry.siemens.com/industrysolutions/global/de/IT4Industry/produkte/energy_mgmt/Seiten/default.aspx

[27.] Norman Fluck: Studieren geht über probieren - Energiestudie hebt versteckte Potenziale in verfahrenstechnischen Anlagen. PROCESS 3-2009.

[28.] Pfeiffer, B-M., Grieb, H., Müller, P., Pabst, T.: Zielgruppenorientierte Auswertung der Performance verfahrenstechnischer Anlagen in einem Prozessleitsystem. VDI-Kongress Automation 2010, Baden-Baden. VDI-Berichte 2092, S. 217-222, VDI-Verlag, Düsseldorf.

[29.] Wikipedia Smart Grid

http://de.wikipedia.org/wiki/Smart_Grid

[30.] Product Lifecycle Management Software

http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/

[31.] Siemens Smart Grid (Sector Energy)

<http://www.energy.siemens.com/hq/en/energy-topics/smart-grid/>

[32.] Kalina-Prozess

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kalina-Kreisprozess>

[33.] Organic Rankine Cycle

http://de.wikipedia.org/wiki/Organic_Rankine_Cycle

[34.] Restwärmenutzung mit Salz-Kristallisation

<http://www.ftd.de/wissen/technik/speichern-sparen-02-heizen-mit-poekelsalz/60011877.html>

[35.] PROCESS Newsletter April 2011

<http://www.process.vogel.de/stroemungstechnik/armaturen/stellgeraete/articles/308149/index1.html>

[36.] Peter Radgen, Edgar Blaustein (Hg.): „Mit Druckluft sparen“, Compressed Air Systems in the European Union: Energy, Emissions, Savings Potential and Policy Actions, Stuttgart 2001

www.siemens.com

All rights reserved. All trademarks used
are owned by Siemens or their respective owners.

© Siemens AG 2011

Siemens AG

Sector Industry, IA AS S MP7
Östliche Rheinbrückenstr. 50
D-76181 Karlsruhe