

Grundlagen des Energiemanagements und technischer Realisierungsansatz

Autor:

Klaus-Peter Richter
Dipl.-Ing. (FH)

Leiter
Kompetenz Center für Energiemanagement

GOSSEN-METRAWATT GmbH
Thomas-Mann-Straße 16-20
90471 Nürnberg

Tel.: 0911 / 8602-143
Fax: 0911 / 8602-102
e-mail: klaus.richter@ gmc-instruments.com
web: <http://www.gmc-instruments.com>

Die vorhandenen Energien effizient zu nutzen gewinnt bei den Unternehmen in Deutschland immer stärker an Bedeutung. Die Grundmedien Strom, Gas, Wasser und Dampf sind in nahezu allen Betrieben vorhanden. Bei komplexen Produktionsprozessen, die unter anderem in der chemischen Industrie vorkommen, sind teilweise mehr als 15 verschiedene Medien im Einsatz.

Die GOSSEN-METRAWATT GmbH und die Klein & Partner Ingenieurgesellschaft mbH bieten gemeinsam ein komplettes Produktportfolio, von der Energieberatung bis zur schlüsselfertigen Installation von Erfassungs-, Optimierungs- und Verrechnungssystemen.

Status quo

Für viele Unternehmen sind aus heutiger Sicht die Einsparpotentiale weitgehend ausgeschöpft. Sie haben die Materialkosten drastisch gesenkt und die Personalkosten durch Rationalisierung und Personalabbau minimiert.

Von untergeordneter Bedeutung wurden bisher die zu Herstellung eines bestimmten Produktes benötigten Energiekosten betrachtet. Gerade dieser Aspekt stellt sich bei steigenden Energiepreisen immer häufiger als neues Einsparpotential dar.

Fundierte Erkenntnisse über die Verbräuche und Laststrukturen des gesamten Werkes sind in der Regel vorhanden. Sie bilden die Basis für die Vertragsgestaltung mit dem Versorger und werden an der Einspeisung erfaßt. Darüber hinaus erfolgt die werksinterne Zuordnung aus historischen Gründen meist gebäudeorientiert.

Am Ende einer Abrechnungsperiode werden die einzelnen Zählerstände mit erheblichem Zeitaufwand abgelesen und in ein Datenverarbeitungssystem eingegeben. Nach Plausibilitätsprüfung und Fehlerkorrektur erfolgt die prozentuale Aufteilung der Verbräuche auf die einzelnen Kostenstellen.

Diese pauschale Zuordnung der Verbräuche führt zu geringer Energieeffizienz, da kostenintensive Produktionsprozesse und Verbrauchsgewohnheiten verschleiert werden. Das Einsparpotential einzelner Kostenstellen kann durch die fehlende Transparenz nicht ausgeschöpft werden.

Prozeßbezogene Erfassung und Verbrauchsreduzierung

Fundierte Ansätze zum rationellen Einsatz aller Medien erhält man nur bei genauer Kenntnis des Verbrauchs, bezogen auf die einzelnen Produktionsprozesse. Damit ist die Basis für die Prozeßoptimierung unter dem Aspekt der Ermittlung optimaler Abläufe und Losgrößen geschaffen. Investitionsentscheidungen in neue Anlagen mit geringerem Verbrauch lassen sich durch diese Erkenntnisse sehr schnell rechnen.

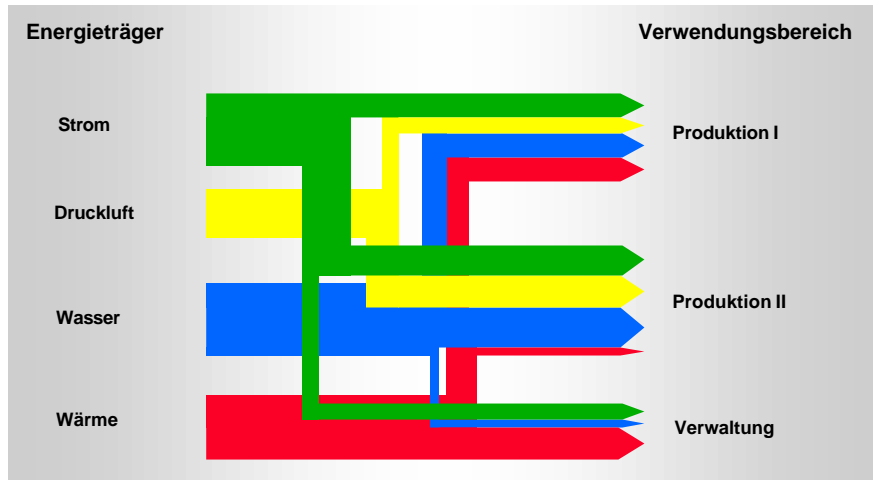


Abbildung 1: Energiefluß im Unternehmen

Bei der Planung neuer Produktionsanlagen ist die prozeßorientierte Erfassung der Verbräuche leicht zu berücksichtigen. Ältere Anlagen können entweder umgebaut oder mit zusätzlichen Meßeinrichtungen ausgerüstet werden. Die so ermittelten Verbräuche können zur Bildung von Kennzahlen verwendet werden, die wiederum zum Vergleich der Energieeffizienz ähnlicher oder auch verschiedener Fertigungsmethoden heranzuziehen sind.

Betrachtet man die ermittelten Verbräuche in Abhängigkeit von der Zeit, dann lassen sich sehr schnell Rückschlüsse auf die Verbrauchsgewohnheiten treffen. Hohe Verbräuche während der produktionsfreien Zeiten sind häufig ein Zeichen für Leckagen oder ineffizienten Energie-einsatz.

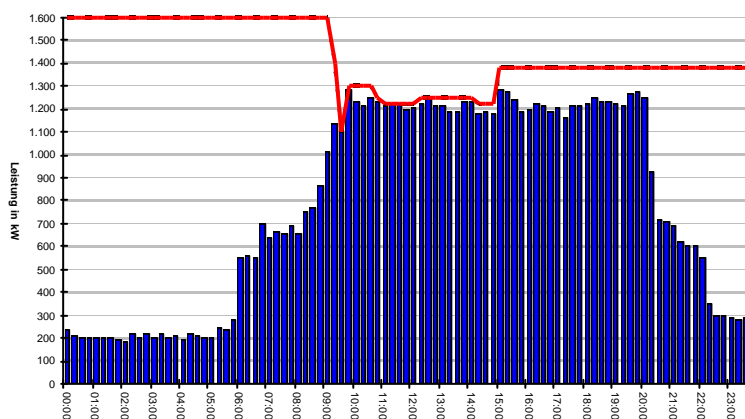


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf eines Verbrauchs

Absenkung der Spitzenlast

Hohe Einsparpotentiale ergeben sich vor allem bei der Absenkung oder Unterdrückung von Lastspitzen. Diese Tatsache beruht auf der Zusammensetzung von Tarifen für Strom oder Gas, die neben einer Komponente für den Verbrauch auch eine für die bereitzustellende Leistung enthalten. Vom Energieversorger wird an der Einspeisung die mittlere Leistung über 15 Minuten registriert und als Berechnungsgrundlage für den Leistungspreis gespeichert.

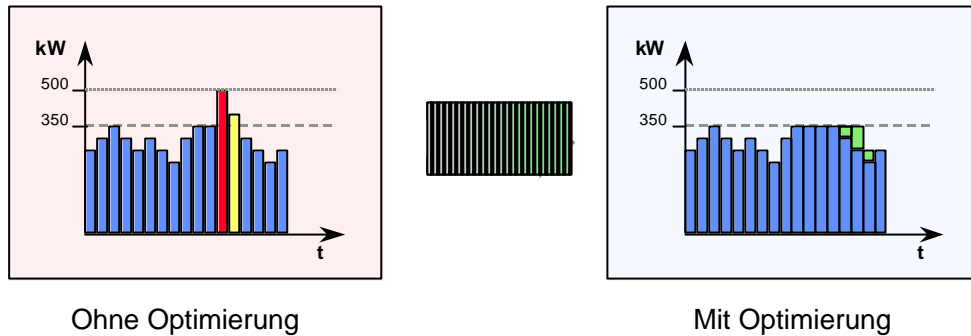


Abbildung 3: Wirkungsweise der Spitzenlastoptimierung

Bei intelligenten Energieerfassungssystemen sind bereits einfache Maximumwächter- und Abschaltfunktionen in den dezentrale Summenstation enthalten, deren Programmierung über eine einfache Programmiersprache erfolgt. Komplexe Optimierungsaufgaben sind in der Regel mit einem speziellen Optimierungsrechner zu realisieren, der das bestehende Erfassungssystem als Datenquelle verwendet und die Abschaltung von Verbrauchern nach komplexen Trendrechnungen und Prioritäten vornimmt.

Die Verrechnung von Lastspitzen nach dem Verursacherprinzip macht es erforderlich, daß die Intervallwerte über längere Zeit gespeichert werden. Wird dies bereits durch das gewählte System bewältigt, dann genügt es wenn der Anwender einmal pro Monat die Daten ausliest und archiviert. Mit diesem eindeutigen Nachweis sind die belasteten Kostenstellen in kürzester Zeit bereit über die Absenkung ihrer Lastspitze nachzudenken und geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

Immer häufiger vollziehen in derart ausgestattete Betrieben die internen Energieversorger den Wandel zum globalen Energiedienstleister. Sie erfassen die Intervallwerte der mittleren Leistung oder Arbeit und erstellen daraus die Lastprofile für einzelne Produktionsprozesse oder Kostenstellen. Mit diesen Daten beurteilt und optimiert das Industrial Engineering die Produktionsprozesse. Die Auswirkung einer Veränderung ist sofort nachweisbar.

Auswirkung der Liberalisierung auf die Spitzenlast

Durch die Liberalisierung des Strommarktes im April 1998 wurde Strom zur Handelsware und kann von beliebigen Anbietern bezogen werden. Der Bezug, die Durchleitung und die Abrechnung wird durch Fahrpläne geregelt, die in der Regel bis 12.00 Uhr Mittags für den Folgetag verändert werden können. Sie geben den zu erwartenden Energiebedarf des Tages, aufgeteilt in 15 Minuten Intervalle, wieder.

Die nachfolgende Grafik stellt den Lastverlauf eines Abnehmers und die Abdeckung durch verschiedene Lieferanten und Produkte dar.

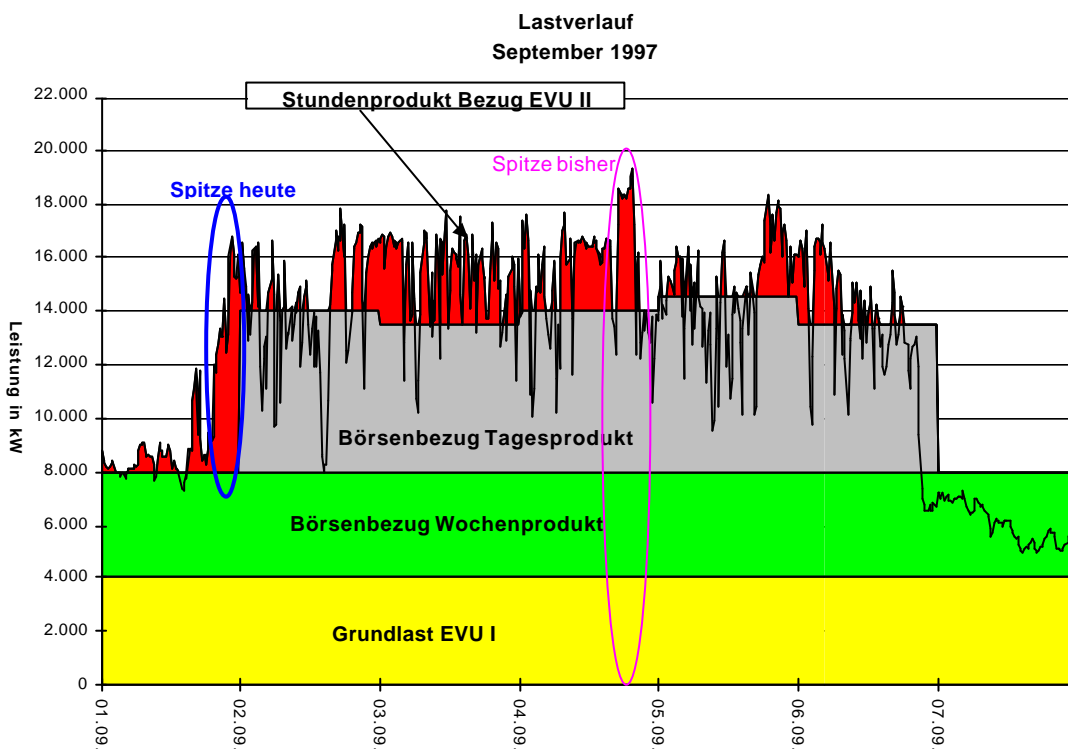


Abbildung 4: Energiebezug im liberalisierten Markt

Die Auswirkung auf die Spitzenlast besteht darin, daß ein zeitgemäßes Optimierungssystem diese Fahrpläne verarbeiten muß und nicht wie bisher auf einen festen Maximalwert optimiert. Es erhält somit für jede Viertelstunde einen neuen Maximalwert, den es möglichst genau einzuhalten hat, denn Minderbezug führt im liberalisierten Strommarkt zu geringen Vergütungen und Mehrbezug zu hohen Kosten.

Automatische Abrechnung

Als weiteren Nutzen befreit ein Energieerfassungssystem die Energieabteilungen von den zeitaufwendigen, kostenintensiven und fehlerbehafteten manuellen Ablesevorgängen am Ende einer Abrechnungsperiode. Auf alle Zählerstände kann ohne Zeitverzug von einem Computer aus zugegriffen werden.

Mit der geeigneten Auswertesoftware ist am Ende einer Abrechnungsperiode, unter Berücksichtigung verschiedener Tarife, automatisch für alle eingesetzten Medien eine Kostenstellenabrechnung durchführbar. Plausibilitätskontrollen erkennen defekte Zähler und Werte gemeinsamer Zähler werden auf definierte Kostenstellen umgelegt. Die Übertragung der Abrechnungsdaten an das innerbetriebliche EDV-Systeme bilden die Grundlage für die Betriebsabrechnung.

Bei der Abrechnung von Fremdfirmen, die als Mieter auf dem Firmengelände sind, ist der Einsatz beglaubigter Zähleinrichtungen zu empfehlen.

Energie- und Prozeßdatenvisualisierung

In einem Energieüberwachungssystem stehen an jedem Datensammler alle Meßwerte zur Verfügung. Es bietet sich deshalb an die für den Prozeß relevanten Werte übersichtlich darzustellen, abzuspeichern und auf Grenzwerte hin zu überwachen. Fehlerursachen können im Vorfeld, von zentraler Stelle aus analysiert und das zu deren Beseitigung benötigte Personal gezielt in Bewegung gesetzt werden. Zeitliche Zusammenhänge sind auf diesem Wege in einer gemeinsamen Bildschirmdarstellung erfaßbar.

Realisierung von Energiesparmaßnahmen

Energiesparmaßnahmen können nur durch zielgerichtete, systematische Vorgehensweise erreicht werden. Es empfiehlt sich das folgende Vier-Stufen-Konzept.

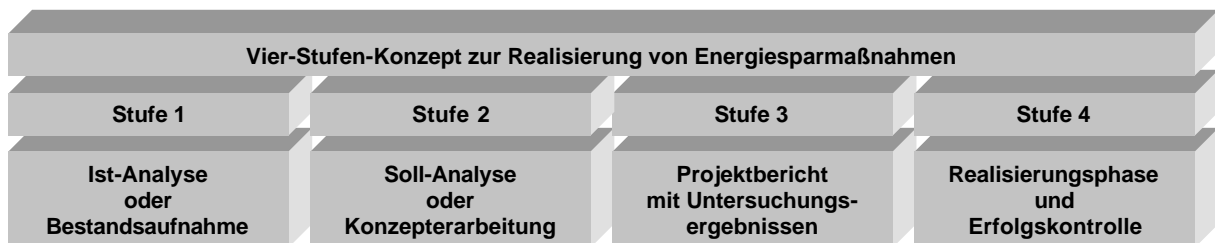


Abbildung 5: Das Vier-Stufen-Konzept

Komplexität von Energiemanagement Projekten

Bei der Vorgehensweise nach dem Vier-Stufen-Konzept stellt sich sehr schnell heraus, daß die innerbetrieblichen Kapazitäten im Regelfall nicht ausreichen um derartig komplexe Systeme zu planen. Die zunächst als preiswert erscheinende Lösung, eine Hardware und eine geeignete Software anzuschaffen führt in den wenigsten Fällen zum gewünschten Erfolg.

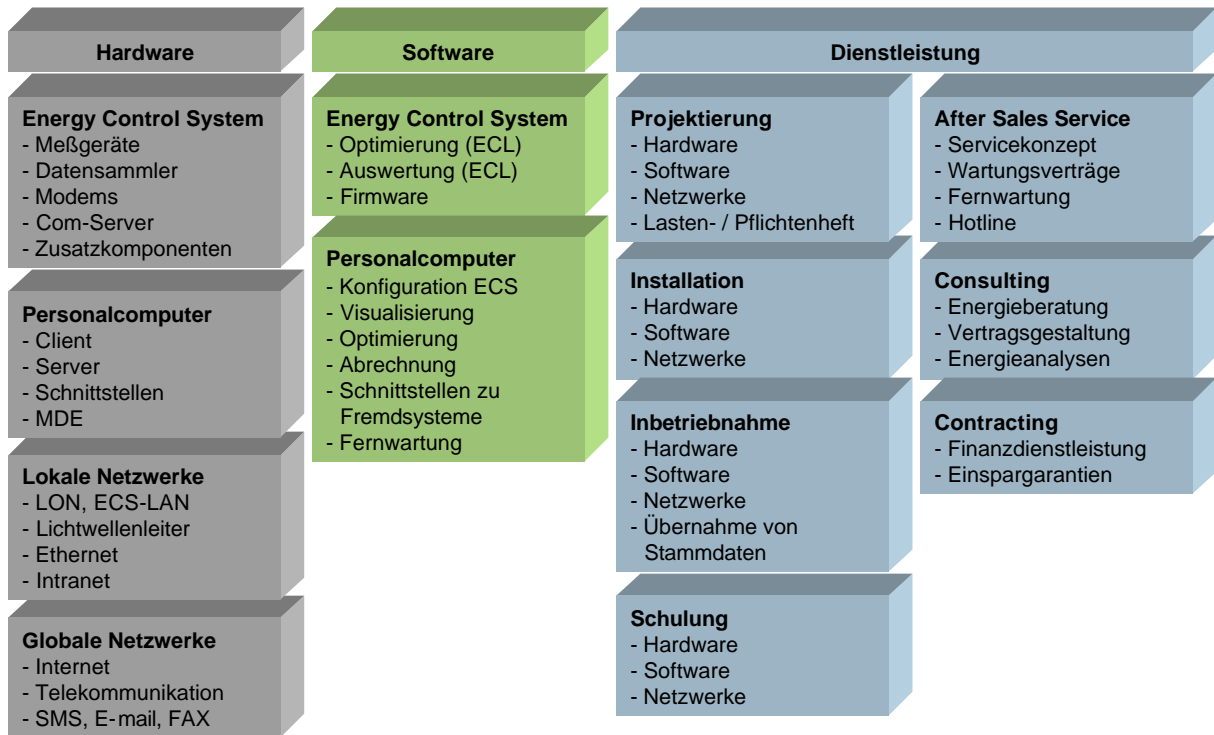


Abbildung 6: Komplexität von Energiemanagement Projekten

Der richtige Lösungsansatz besteht vielmehr darin, zusammen mit einem Partner der über ausreichende Erfahrung und Beratungskompetenz verfügt, ein derartiges System zu planen und zu realisieren. Bei der Auswahl des Partners sollte ebenfalls darauf geachtet werden, daß er in der Lage ist die komplexen Anforderungen möglichst vollständig abzudecken.

Amortisation

Energieerfassungssystem amortisieren sich innerhalb kurzer Zeit durch Absenkung der Lastspitze, Ausschöpfung der Einsparpotentiale und verkürzte Energieabrechnung. Seriöse Firmen garantieren nach genauer Analyse des Ist-Zustands und Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen, das Einsparpotential.

Technischer Lösungsansatz

Am Energy Control System der GOSSEN-METRAWATT GmbH wird der Aufbau eines Energiemanagements exemplarisch beschrieben.

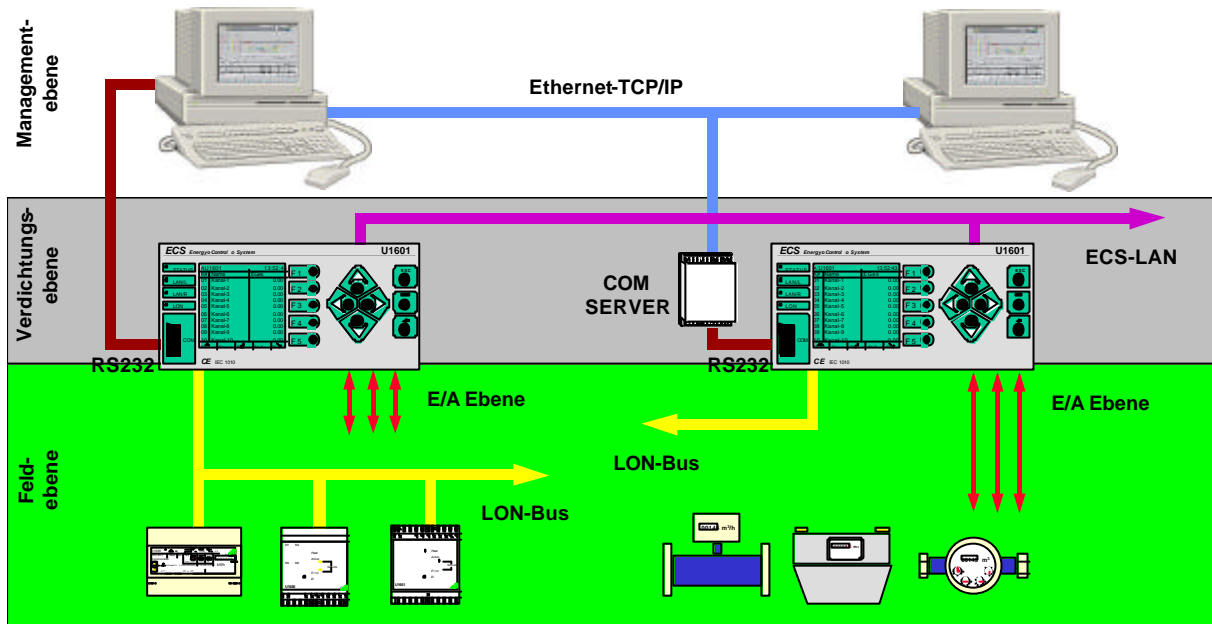


Abbildung 7: Struktur eines Energiemanagementsystems

Ein Energiemanagementsystem kann zunächst in drei Ebenen aufgeteilt werden. Man spricht dabei von der Erfassungs- oder Feldebene, von der Verdichtungsebene und von der Managementebene.

Erfassungs- oder Feldebene

Der Einbau von Energie- und Verbrauchsmeßgeräten, die einzelnen Verbrauchern oder Verbrauchergruppen zugeordnet sind, schafft die Grundlage für eine exakte Zuordnung der Kosten und somit die Bereitschaft zum sparsamen Umgang mit den Ressourcen.

Die Meßeinrichtungen für Arbeit, Leistung oder Verbrauch können in der Regel kostengünstig mit einer Stromschnittstelle zur Impulsübertragung (DIN 43864) ausgerüstet werden. Manchmal liegen die Meßwerte auch als Normsignale 0/4...20 mA oder 0...10 V vor.

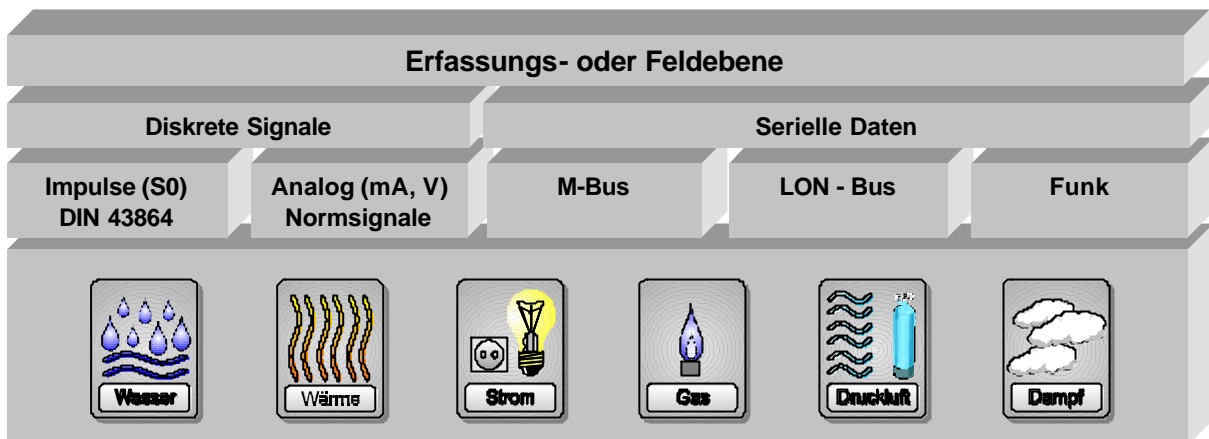


Abbildung 8: Signalformen der Erfassungsebene

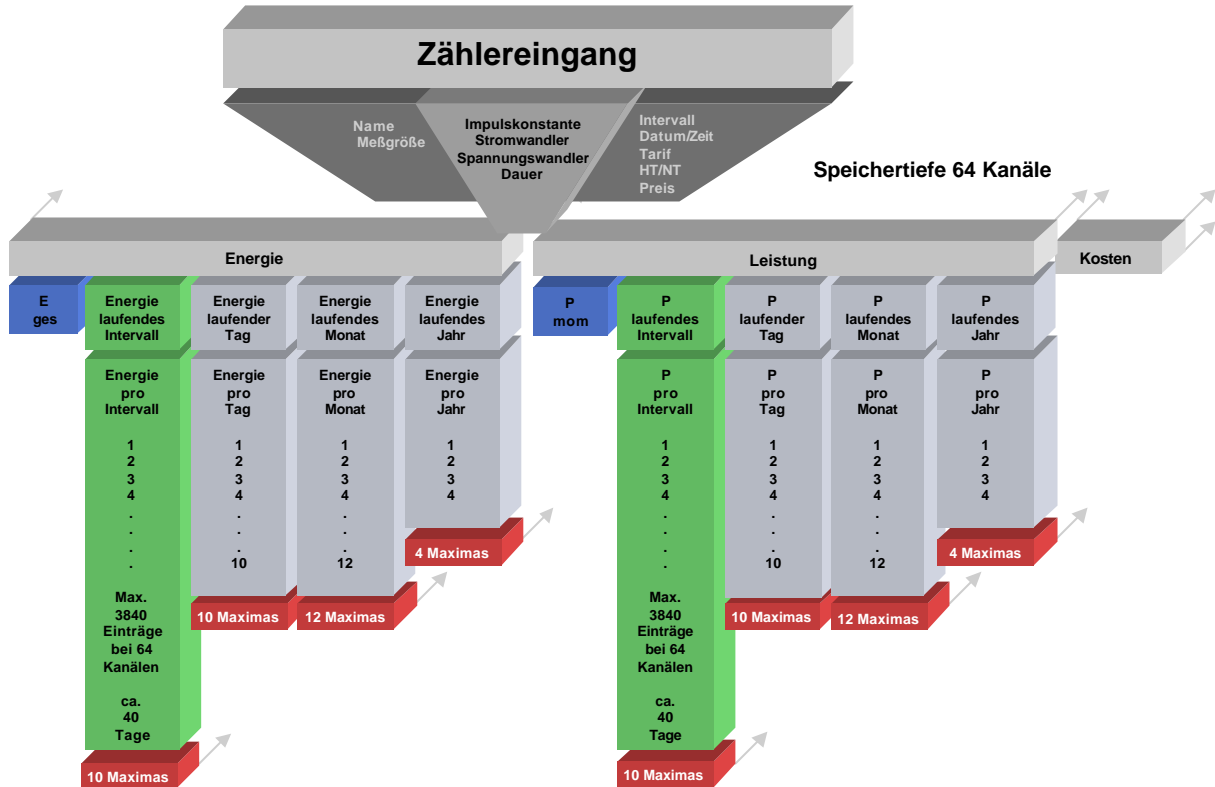
Energie- oder Verbrauchsmessgeräte mit serieller Busschnittstelle haben den Vorteil, daß nicht einzelne Energiequanten sondern Zählerstände übertragen werden. Nach Busstörungen entfällt deshalb die Nacherfassung verlorengegangener Energiequanten. Zudem verringert sich der Verdrahtungsaufwand erheblich, da alle Teilnehmer eines Segments über Zweidrahtleitung verbunden werden. Bei Verbrauchsmessgeräten für rohrgebundene Medien hat sich der Meter-Bus (M-Bus) etabliert und der LON-Bus ist gerade dabei sich in der Gebäudeleittechnik durchzusetzen. Für Verbrauchsabrechnungen bei Immobilien oder von rohrgebundenen Medien existieren bereits Mengenmessgeräte mit Funkübertragung.

Das System von GOSSEN-METRAWATT verwendet in der Feldebene den LON-Bus, an den entweder die elektrischen Energiezähler mit LON direkt, oder Produkte mit Impuls- oder Analogausgang über spezielle Mehrfachadapter angeschlossen werden. Andere, beim Kunden bereits installierte Bussysteme werden in der Managementebene über Kommunikationsrechner eingebunden.

Verdichtungs-Ebene

Die Aufgabe der Verdichtungs-Ebene ist die Sammlung, Übertragung und zentrale Bereitstellung aller Energie- und Verbrauchswerte. Die Ausgangssignale der Meßeinrichtungen aus der Erfassungsebene werden durch den Einbau von vernetzten Datensammlern verarbeitet, gespeichert und übertragen. Die Schnittstelle zur Datenübertragung ist die serielle RS232 Datenschnittstelle. Bei besonderen Zeitanforderungen wird das Gesamtsystem segmentiert und die Daten direkt auf dem Netzwerk der Managementebene (ETHERNET) bereitgestellt. Wegen

der hohen Übertragungsgeschwindigkeit spielt der Datendurchsatz dann nur noch eine



untergeordnete Rolle.

Abbildung 9: Energiedatenbank im Datensammler

Bei der Auswahl eines geeigneten Systems für die Verdichtungsebene sollten die folgenden Anforderungen gestellt werden:

- die unterschiedlichen Ausgangssignale der Energie- und Verbrauchsmeßgeräte müssen von den Datensammlern verarbeitet werden können
- die Datensammler sollten bereits die Meßwerte vorverarbeiten und speichern, damit bei Störung des Netzwerks oder des Auswerterechners kein Datenverlust entsteht
- das gewählte System muß ausbaufähig sein und die im Endausbau erforderliche Anzahl von Zählstellen verarbeiten können
- Lastprofile, Tages-, Monats-, Jahreskennwerte und Tarife sollten bereits im Datensammler erfaßt werden

- damit Energie- und Verbrauchswerte vor Ort abrufbar sind, muß von jeder Stelle des Netzwerks auf alle Daten des Systems zugegriffen werden können und der Datensammler einfach vom Anwender programmierbar sein
- sollen Spitzenlastoptimierungen dezentral durchgeführt werden, dann muß der Daten-sammler programmierbar sein, Zugriff auf alle Daten haben und über entsprechende Schaltausgänge verfügen
- das Netzwerk sollte aus Kostengründen bereits im Gebäude verlegte Kommunikationswege nutzen und muß deshalb optimal an die örtlichen Gegebenheiten angepaßt werden können
- Werte aus weit entfernten Stationen oder anderen Standorten müssen über das öffentliche Telekommunikationsnetz übernommen werden können
- die Energie- und Verbrauchsdatenerfassung sollte konsequent getrennt sein von bereits installierten Leitsystemen, damit bei deren Ausfall die daraus resultierenden energetischen Auswirkungen weiter erfaßt und analysiert werden können

Das Energiemanagementsystem von GOSSEN-METRAWATT erfüllt diese Anforderungen. Es besteht aus verschiedenen intelligenten Summenstationen, die über ein flexibles Bussystem miteinander verbunden werden.

Management-Ebene

Die Aufgabe der Management-Ebene ist die zentrale Verarbeitung aller Energie- und Verbrauchsdaten. Zur Erfüllung dieser Aufgabe sind umfangreiche Kenntnisse der PC Technik, der Vernetzung und Datenbanktechniken erforderlich. Schnittstellen zu anderen Systemen wie z.B. der Betriebsabrechnung mit SAP / R3 oder zu Systemen an entfernten Standorten werden hier realisiert.

Auf Basis der verfügbaren Meßdaten werden Standardpakete zur Spitzenlastoptimierung, Verbrauchsoptimierung, Verbrauchsabrechnung und Datenvisualisierung angeboten. Gegenüber betriebseigener Lösungen haben diese Standardprogramme den Vorteil, daß sie automatisch den sich ändernden Markterfordernissen angepaßt werden. Kundenspezifische Anforderungen sind durch den modularen Aufbau der Software relativ einfach zu erfüllen.

Die Management-Ebene wird durch die Klein & Partner Ingenieurgesellschaft mbH abgedeckt, die unter der Bezeichnung BDE 2000 verschiedene Softwareprodukte für die genannten Anforderungen anbietet. Komplexe Optimierungsaufgaben löst BDE 2000 – Optima, das mit unterschiedlichen Algorithmen und Prioritäten arbeitet. Die Parametrierung des Netzwerkes und die Energieabrechnung erfolgt nach unterschiedlichen Tarifen und kostenstellenbezogen mit BDE

2000 – E2. Die Visualisierung von Meßwerten kann durch BDE 2000 – E2 Online vollzogen werden. Dabei sind unterschiedliche Darstellungsformen, Grenzwerte und Protokoll-dateien möglich.

Das folgende Beispiel stellt das komplexe Energiemanagementsystem eines unserer Kunden dar. Es könnte auch Ihre Anlage sein, lassen Sie sich von uns beraten und nutzen Sie die Erfahrung, die wir bei zahlreichen Energiemanagement Projekten gesammelt haben.

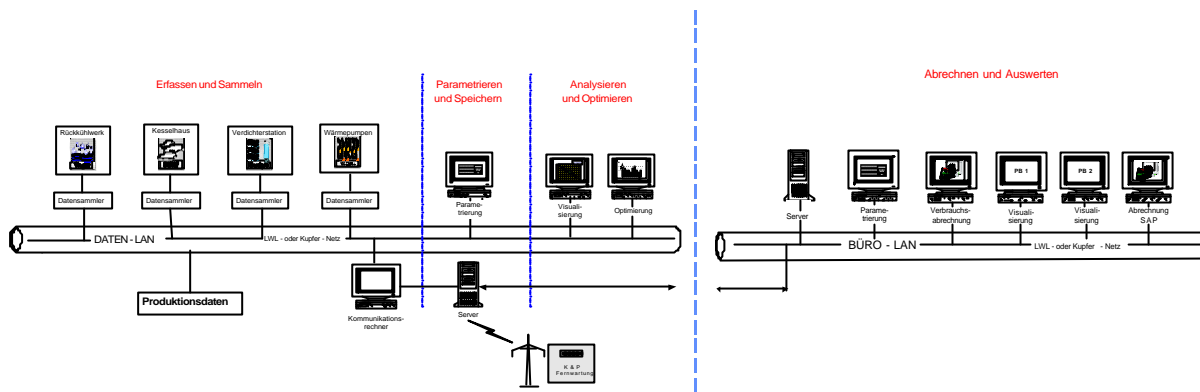


Abbildung 10: Komplexes Energiemanagementsystem

Weitere Informationen erhalten Sie bei:

GMC-Instruments Deutschland GmbH

Thomas-Mann-Str. 16-20

D-90471 Nürnberg

Telefon +49 (0) 911 8602-111

Telefax +49 (0) 911 8602-777

e-mail info@gmc-instruments.com