

# messen prüfen automatisieren

## Titelbeitrag

8 Systemintegriertes Energiemanagement

## Messevorbericht

12 SPS IPC Drives 2015

## Industrie 4.0

14 Zielvorgabe »Digital Factory«

## HMI/IPC

22 Gretchenfrage HMI – Klassisch oder per App?

## Schwerpunkt Antriebstechnik

26 Leistungsfähig ohne Abstrich

30 Kleine Kraftpakete testen Bewegungen

## Sonderteil Sicherheitstechnik

52 Flexibilität und sichere Steuerungstechnik

62 Produkte, Systeme und Anwendungen

## Sonderteil Sensortechnik

64 Präzise die Kurve kriegen

73 Komponenten und Entwicklungen



**BECKHOFF**



# Systemintegriertes Energiedaten-Management

**Durchgängige und transparente Energiedaten ermöglichen Kostenoptimierung vom Gebäude bis zur Maschine. Hierzu ergänzen die Energiedaten, die durch ein extrem breites I/O-Spektrum für alle im Unternehmen genutzten Energieformen bedarfsgerecht erfasst werden, die PC-basierte Steuerung von Produktion und Gebäude.**

Das Energiemanagement von Gebäuden, Produktionsstätten und Maschinen entwickelt sich zunehmend zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor für Unternehmen. Voraussetzung, um dabei die richtigen kostensenkenden Entscheidungen fällen zu können, ist die vollumfängliche, transparente Erfassung und Aufbereitung sämtlicher Energiedaten.

Erreichen lässt sich dies mit dem direkt in die PC-basierte Steuerungstechnik integrierten und nach Bedarf skalierbaren Energiedaten-Management

– von der Gebäude- über die Maschinenebene bis zur Energieverbrauchserfassung eines einzelnen Motors.

In vollem Umfang lassen sich Energieeinsparpotenziale nur mit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise erschließen. Dies betrifft die Unternehmensebene mit dem Energiebedarf der einzelnen Büros, Konferenzräume, Kantinen usw., ebenso wie die gesamte Produktionsstätte sowie die Ebene der einzelnen Maschinen und Anlagen. Entscheidend ist, dass basierend auf lückenlosen und zuverlässigen Energiedaten einerseits alle »Energiefresser« identifiziert und gegebenenfalls optimiert werden können und andererseits ein optimal aufeinander abgestimmter Betrieb aller Verbraucher ermöglicht wird.

## »Energetische« Smart Factory spart Kosten

Das Unternehmen wird auf diese Weise auch aus energetischer Sicht zu einer »Smart Factory«, bei der sich zudem die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 50001 mit minimiertem Aufwand erfüllen lassen. Ein weiterer Vorteil: Große finanzielle Investitionen sind für ein solches systemintegriertes und damit kostengünstiges Energiedaten-Management nicht erforderlich. Die

**Der Autor**

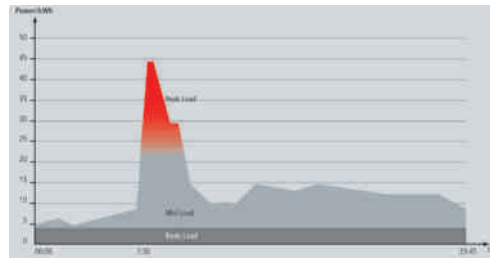


Javier Manchado ist Produktmanager Feldbussysteme bei Beckhoff Automation, Verl.

Abbildung oben: Mit dem im PC-Control-System integrierten Energiedaten-Management lassen sich alle Energieverbräuche im Unternehmen erfassen und analysieren – durchgängig und offen für die Anbindung an das übergeordnete Energiemanagement. Alle Abb.: Beckhoff

notwendigen Messeinrichtungen lassen sich dezentral in die schon vorhandene Automatisierung der Gebäude oder Maschinen integrieren und jederzeit erweitern, sodass sich Schritt für Schritt ein umfangreiches Energiedaten-Management entwickeln lässt. Entstehende Investitionskosten amortisieren sich relativ schnell. Mit wenig Aufwand können anhand der aufgenommenen Daten beispielsweise Leistungsspitzen analysiert und potenziell gesenkt werden. Hinzu kommen deutliche und langfristige Kostenvorteile bei einer konsequenten Verbrauchsoptimierung – insbesondere vor dem Hintergrund zukünftig steigender Energiepreise.

Außerdem gewinnt das Green Management zusätzlich an gesellschaftlicher Bedeutung. Dementsprechend wächst auch der politische Druck auf alle Unternehmen, den Energieverbrauch und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren. So hängt beispielsweise die Rückzahlung der sogenannten EEG-Umlage zunehmend von der Einführung



**PC-based Control liefert detaillierte Energiedaten, u. a. um Lastkurven erstellen, Spitzenlasten ermitteln und einen Spitzenlastausgleich ermöglichen zu können.**

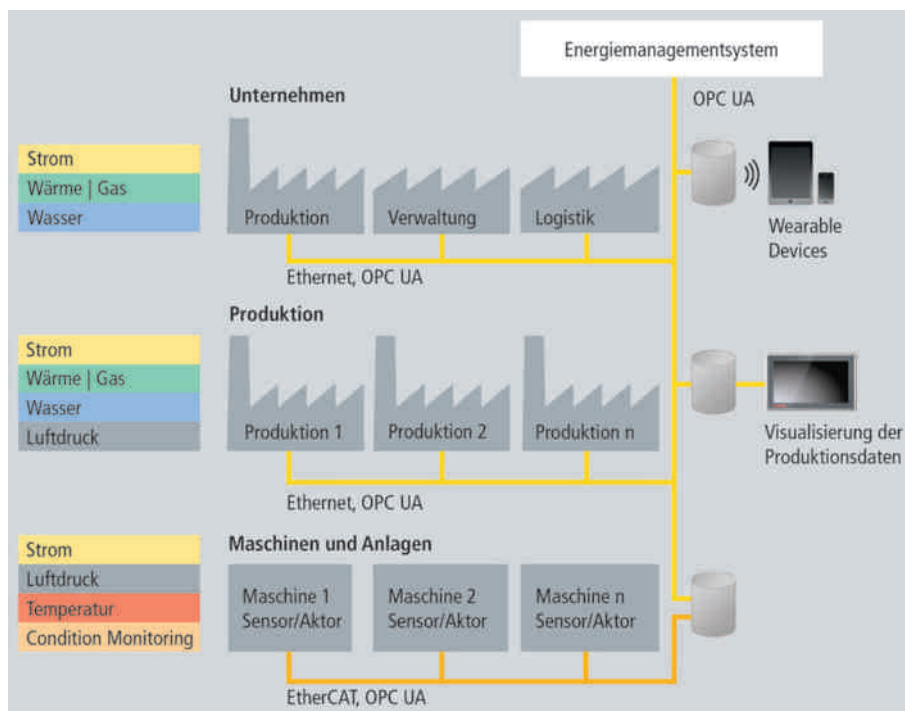
eines Energiemanagementsystems (EnMS) ab. Und das EnMS-Modell der Norm DIN EN ISO 50001 definiert wiederum eine detaillierte Energiedatenerfassung zur Überwachung, Messung und Analyse, wie sie sich mit der Beckhoff-Lösung aus modularem Klemmsystem, TwinCAT und offener Kommunikation, z. B. per EtherCAT und OPC UA, ideal umsetzen lässt. Zudem ist die laufende Optimierung eines Energiemanagementsystems mindestens ebenso wichtig wie seine erstmalige Implementierung. Denn für die EEG-Rückvergütung und die Rückerstattung der Strom- und Ökosteuern ist eine laufend optimierte Einhaltung der DIN EN ISO 50001 zwingend erforderlich. Für eine solche Verbesserung be-

darf es kontinuierlich hochpräziser Energiedaten.

**Durchgängige und systemintegrierte Energiedatenerfassung**

Große Effizienzpotenziale lassen sich aufgrund der Durchgängigkeit der PC-basierten Steuerungstechnik von Beckhoff erschließen. Da sich die modulare und fein skalierbare PC-Control-Technologie nicht nur zur Maschinensteuerung, sondern auch als Gebäudeautomatisierung eignet, stehen alle Steuerungs- und Energiedaten in ein und demselben System zur Verfügung. Somit können alle relevanten Daten hocheffizient verarbeitet, kombiniert und miteinander korreliert einfach an eine Energiemanagement-Software weitergegeben werden. Dabei profitiert der Anwender von der hohen Flexibilität und Offenheit von PC-Control: Einerseits lassen sich über das modulare und extrem breite I/O-Spektrum alle notwendigen Signale auf einfache Weise in das Steuerungssystem integrieren. Andererseits werden zusätzlich zum extrem leistungsfähigen EtherCAT alle gängigen Bussysteme sowie Übertragungsstandards wie OPC UA oder Fernwirkprotokolle unterstützt und nahtlos eingebunden.

Entscheidend für ein hocheffizientes Energiedaten-Management ist ein übergeordneter Blick mit der Genauigkeit für jedes Detail. Denn die Erfassung des Gesamtenergieverbrauches im Unternehmen ist ebenso wichtig wie die präzise Datenerfassung für jeden einzelnen Verbraucher. Dazu wird der jeweilige Energieverbrauch über die Beckhoff I/O-Systeme dezentral und mit minimiertem Verdrahtungsaufwand genau dort erfasst, wo er entsteht – in jedem Unternehmensbereich, an jeder Maschine und direkt an jedem Aktor. Die Rohdaten werden dann über das schnelle und breitbandige EtherCAT an die Steuerung und TwinCAT übertra-



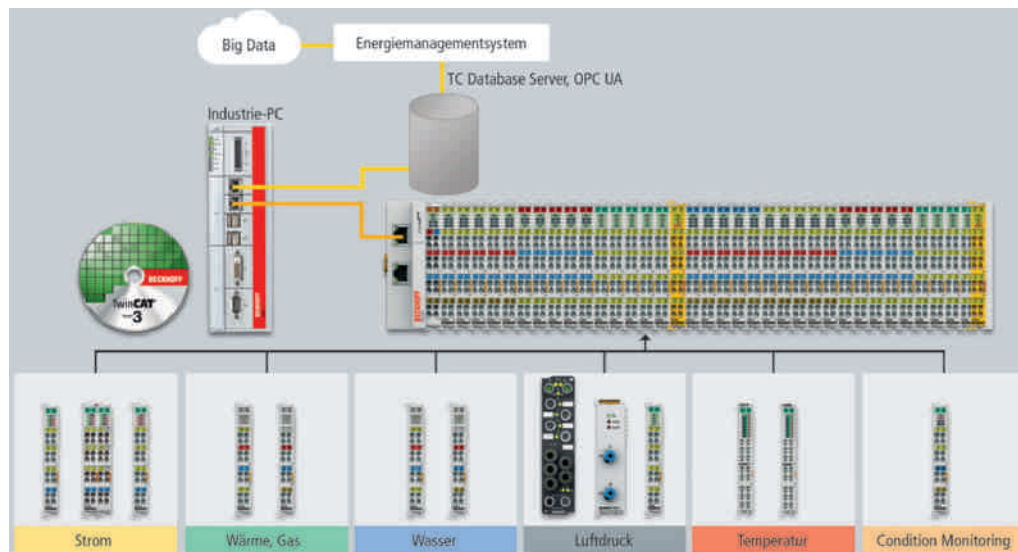
**Fein skalierbar und modular aufgebaut kann das Energiedaten-Management optimal den jeweiligen Anforderungen angepasst werden – auf Unternehmens-, Produktions- und Maschinenebene.**

gen, für eine Datenvorverarbeitung, Scope- oder HMI-Funktionen. Alle Energiewerte – für Strom, Wärme, Wasser und Gas bzw. Luftdruck – stehen anschließend über standardisierte Schnittstellen wie OPC UA dem übergeordneten Energiemanagementsystem zur Verfügung.

Gerade bei solch komplexen Lösungen kommen die Vorteile des systemintegrierten Energiedaten-Managements voll zum Tragen. Zum einen lässt sich die vorhandene Automatisierungstechnik sehr einfach und genau dem jeweiligen Bedarf entsprechend – auch nachträglich – um Komponenten für die Messdatenerfassung erweitern, ohne einen parallelen Messaufbau mit einer eigenen Steuerungstechnik. Zum anderen kann durch die nahtlose Integration automatisierungstechnisch deutlich schneller auf für das Energiemanagementsystem wichtige Ereignisse reagiert werden.

## Detaillierte Datenauswertung auch per Steuerungssoftware

Die erfassten Energiedaten stehen im offenen, PC-basierten System auf allen Software-Ebenen für die Auswertung und Weiterverarbeitung zur Verfügung, also nicht nur in einem übergeordneten Energiemanagementsystem. Direkt auf der Steuerungsebene dient dazu die Automatisierungssuite TwinCAT. So lassen sich mit TwinCAT PLC die Verbrauchsdaten direkt in den Steuerungsalgorithmen nutzen, um die Energiebilanz der Anlage bzw. des Fertigungsablaufs zu verbessern. Für Monitoring und Analyse stellt die Software ebenfalls geeignete Werkzeuge zur Verfügung: Die TwinCAT-Condition-Monitoring-Bibliothek bietet einen modularen Baukasten von mathematischen Algorithmen für die Analyse von Messwerten, um eine energetische Zustandsüberwachung für Maschinen und Anlagen zu realisieren. Die Funktionen der Bibliothek de-



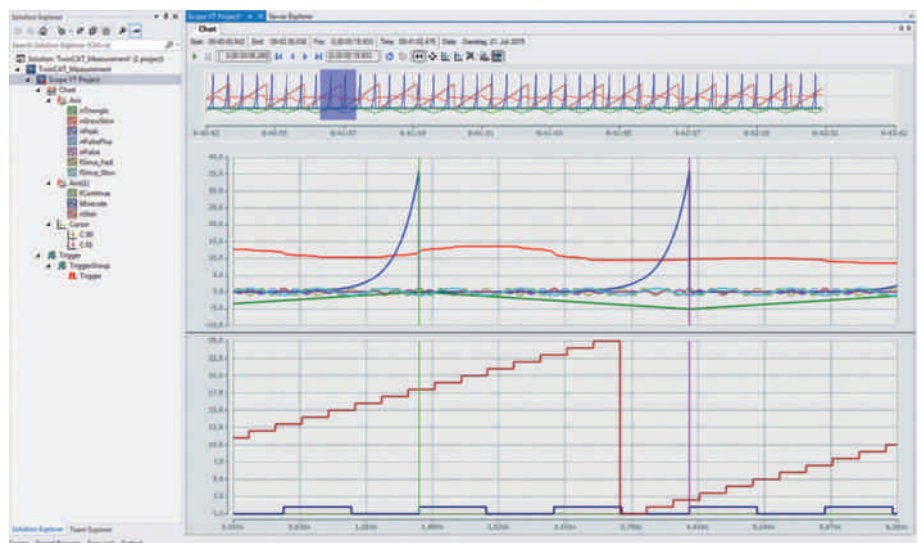
**Das Konzept der Scientific Automation von Beckhoff vereint die Steuerungs- und Messtechnik in einem durchgängigen System, insbesondere auch mithilfe leistungsfähiger Messtechnikklennen.**

cken die Bereiche Analyse, Statistik und Klassifikation ab.

Ein umfassendes Monitoring der Energiedaten ist mit dem Software-Oszilloskop TwinCAT Scope möglich, das schnelles Daten-Logging mit einem leistungsfähigen grafischen Anzeigetool vereint. Der Logger kann sowohl lange Aufzeichnungen wie auch sehr schnelle Zyklen im  $\mu\text{s}$ -Bereich, z. B. von EtherCAT-Messklennen wie der EL3773 mit Oversampling-Funktion, verarbeiten. Die Ergebnisse werden dann der Komponente Scope View zur Verfügung gestellt. In diesem View-

er lassen sich nahezu beliebig viele Kurven zeitlich hochgenau aufgelöst darstellen.

Auf diese Weise kann man beispielsweise zuverlässig erkennen, ob sinusförmige Spannungsverläufe vorliegen oder Oberschwingungen vorhanden sind. Dabei sind aufgrund der hohen zeitlichen Auflösung auch extrem kurzzeitige Spitzen analysierbar, die sich mit konventionellen Systemen kaum auswerten lassen.



**TwinCAT bietet zahlreiche Funktionen und Bibliotheken, beispielsweise TwinCAT Scope, um die vorliegenden Energiedaten bereits maschinennah auszuwerten und für Effizienzsteigerungen nutzen zu können.**

### Anwendungsszenarien der Energiekosten-Optimierung

Erst mit einem durchgängigen und systemintegrierten Energiedaten-Management lassen sich wirklich alle Optimierungspotenziale erkennen und ausschöpfen. So kann auf Unternehmens- bzw. Verwaltungsebene die Erfassung und Analyse der Verbrauchsdaten in der Gebäudeautomatisierung eingebunden werden, um beispielsweise mit einem Embedded-PC, TwinCAT und dem Busklemmen-I/O-System die Strom-, Wasser-, Gas- und Wärmeverbräuche zu optimieren. In der Produktion eignet sich ein Industrie-PC mit TwinCAT in Verbindung mit EtherCAT-Klemmen optimal als Datenlieferant, z. B. für die übergeordnete Bewertung des Strombedarfs und der Druckluftversorgung. Direkt an der Maschine und Anlage sorgt PC-Control lückenlos bis zum Sensor und Aktor für exakte Strombedarfswerte sowie für ein umfassendes Condition Monitoring als zuverlässige Basis einer vorbeugenden und damit kostenoptimierten Instandhaltung.

Auf diese Weise lassen sich Lastkurven erstellen und Spitzenlasten ermitteln, um so einen Spitzenlastausgleich zu erreichen. Außerdem liefert PC-Control die Daten für die Ermittlung des prozentualen Anteils jeder einzelnen Last sowie der Grund- und Mittellast. Nutzen kann der Anlagenbetreiber die Informationen auch, um den Energiebedarf der Maschinen in Relation zueinander darzustellen und daraus Optimierungsmaßnahmen abzuleiten. Weiterhin trägt die Erkennung von »Stromfressern« im Prozessablauf nicht nur zur Reduzierung der Stromkosten bei, sondern sie ermöglicht auch eine genaue Zuordnung der jeweiligen Stromkosten zur passenden Kostenstelle. Ein detailliert gemessener Energiebedarf lässt sich zudem steuerungstechnisch nutzen, z. B. um die Stabilität des Fertigungsprozesses zu erhöhen oder Produktionsausfälle zu vermeiden.

PC-Control ist fein skalierbar und modular aufgebaut, sodass sich nicht nur die PC-basierte Steuerungstechnik,

sondern auch das integrierte Energiedaten-Management exakt auf die spezifische Anwendung anpassen lässt.

### Alle Energieformen einfach und modular integrieren

Hinzu kommt das extrem breite I/O-Spektrum, mit dem sich bedarfsgerecht alle im Unternehmen genutzten Energieformen erfassen lassen. So kann man elektrische Größen direkt über die Leistungsmessklemmen KL/EL3403 erfassen; weiter gehende Analysefunktionen bieten die Leistungsmessklemmen EL3413, EL3433 und die Netzmonitoringklemme EL3773. Verbrauchswerte für Gas, Wasser und Wärme lassen sich hingegen sehr gut indirekt in das Energiedaten-Management einbinden. Hierzu dienen die Busklemmen KL6781 und KL6401 mit M-Bus- bzw. LON-Interface zur einfachen Ankopplung der in der Praxis etablierten Gas-, Wasser- und Wärmehähler.

Temperaturen lassen sich direkt per Thermoelement oder Widerstandssensor RTD über die Bus- und EtherCAT-Klemmen bestimmen. Die Druckluftversorgung kann mit den Differenzdruckmessklemmen KM37xx und der dezentral einsetzbaren IP-67-Differenzdruckmessbox EP3744 direkt überwacht und beispielsweise auf Energie fressende Leckagen überprüft werden. Per indirekter Erfassung über die Analog-Eingangsklemmen KL/EL3xxx lassen sich auch entsprechende Druckluftsensoren in das System einbinden. Die Analog-Eingangsklemme EL3632 eignet sich für Condition-Monitoring-Applikationen, in denen Schwingungen über Beschleunigungssensoren oder Mikrofone erfasst werden sollen. Mithilfe von Condition Monitoring kann man sich anbahnende Defekte der Applikation frühzeitig erkennen, sodass Maßnahmen getroffen werden können, bevor der Fehler zum unerwarteten Applikationsstillstand führt.

### KONTAKT

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

[www.beckhoff.de](http://www.beckhoff.de)

[www.beckhoff.de/Energiedatenmanagement](http://www.beckhoff.de/Energiedatenmanagement)