

Energieinformationssysteme und Smart Data für produzierende Unternehmen an der Schnittstelle von Industrie 4.0 und Energiesystem

Dipl.-Wi.-Ing. Marco Roscher, Dipl. Med-Inf. Antje Bruhnke, B.Sc. Zena Tulemat
Bereich Informationsmanagement FIR an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen
{Roscher, Bruhnke}@fir.rwth-aachen.de

Die Ausstattung der Produktionsfaktoren und Produkte mit Informations- und Kommunikationstechnik (Digitalisierung) führt zu einer fortschreitenden Dezentralisierung und Autonomie der Produktionsplanung und -regelung. Die Begriffswelt um die beiden Hauptschlagworte Industrie 4.0 und Smart-Service-Welt schließt sowohl Themenstellungen vernetzter und flexibler Produktionsprozesse, als auch digital veredelte und auf innovative Weise miteinander verknüpfte intelligente Dienstleistungen mit ein. Dabei reicht die Vision bis zur intelligent vernetzten Fabrik in der individuelle Einzelkonfigurationen höchsteffizient ergonomisch, ökonomisch und ökologisch gefertigt werden können. Dies umfasst explizit auch die bedarfsgerechte Beschaffung, sowie den verschwendungsfreien Einsatz verschiedenster Energieträger im Zuge der Produkterstellung. Bei der Beschaffung elektrischer Energie führen aktuelle Entwicklungen auf Erzeugerseite zu einer allgemeinen Erhöhung der Systemdynamik und Prognoseunsicherheit. Für die intelligente Fabrik bedeutet dies, dass sie sich mittelfristig vom Kunden zum strategischen Partner transformieren wird. Im Energiesystem der Zukunft wird sie, unter der Voraussetzung adäquater Anreize, mit den anderen Akteuren in einem Smart Grid kollaborieren. Auf diese Weise wird sie zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit verschiedene Energiedienstleistungen bspw. in Form von Nachfrageflexibilitäten anbieten und so dazu beitragen der zunehmenden Dynamik und Prognoseunsicherheit auf Erzeugerseite entgegenzuwirken. Von zentraler Bedeutung hierfür sind maschinell erfasste Energiedaten aber auch menschliches Erfahrungswissen [1].

1. Motivation und Einleitung

Unter dem Oberbegriff der Energiewende erfährt das Thema Nachhaltigkeit in Deutschland derzeit große gesellschaftliche Beachtung. Mit den Hauptzielen Ausstieg aus der Atomenergie bis 2022, Steigerung der Energieeffizienz, Klimaschutz durch Reduktion der Treibhausgasemissionen sowie dem stetigen Ausbau der erneuerbaren Energien hat die Energiewende starke Auswirkungen auf das Energiesystem im Allgemeinen und somit auch auf die Industrie als verbrauchsintensivster Sektor [2][3]. Im betrieblichen Energiemanagement erfolgt die vorausschauende, organisierte und systematische Koordinierung der Beschaffung, Wandlung, Verteilung, Nutzung und Rückgewinnung von Energie mit dem Ziel sämtlichen ökonomischen und ökologischen Anforderungen gerecht zu werden [4]. Dabei bleiben auch im Zuge der Energiewende und Digitalisierung die klassischen übergeordneten Ziele für industrielle Produktionsprozesse weiterhin bestehen d.h. die Maximierung der Ausbringungsmenge bei gegebenem Ressourceneinsatz (Ressourcenproduktivität) bzw. die Minimierung der eingesetzten Ressourcen bei festgelegter Produktionsmenge (Ressourceneffizienz) bilden auch heute die Leitplanken der Produktionsregelung [5]. Die Digitalisierung des betrieblichen Energiemanagements wird die automatisierte, situationsbezogene und wertschöpfungsnetzwerkübergreifende Optimierung der Transformationsprozesse ermöglichen. Dabei erlauben autonome dezentrale Echtzeitsysteme die Produktion im laufenden Produktionsbetrieb stetig hinsichtlich Ressourcen- und Energieverbrauch oder geringerer Emissionen zu optimieren, indem sie selbstständig sämtliche relevanten Informationen aus verteilten heterogenen Quellen pro-aktiv zur Entscheidungsfindung nutzen. Ein unerlässlicher Zwischenschritt auf dem Weg zur intelligenten flexiblen Fabrik ist daher die Dokumentation und das Management von Informationen. In der digitalen Fabrik tauschen Menschen und Maschinen nicht mehr lediglich Informationen untereinander aus, sondern teilen und mehrern das gemeinsame Wissen mit dem Ziel produktiver arbeiten zu können (Wissensarbeit). Für die richtigen Entscheidungen und Maßnahmen hin zur Automatisierung sind der Rückgriff auf Erfahrungen und die Begleitung durch Wissensträger im Unternehmen der entscheidende Erfolgsfaktor. Nur durch die syntaktische, semantische und pragmatische Dokumentation von Wissen für Mensch und Maschine gleichermaßen nimmt die Vision der intelligenten Fabrik langsam Gestalt an.

2. Energieinformationssysteme und Energieinformationslogistik

Intelligente Zähler und Messgeräte auf Komponenten-, Maschinen-, Fertigungslinien- oder Fabrikebene liefern in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Anforderungen an die Granularität einen kontinuierlichen Datenstrom verschiedener physikalischer Messwerte. In der Praxis ist zu beobachten, dass schon alleine das Messen von Energieverbräuchen zu Energieeinsparungen führt, da es mit einer allgemeinen Sensibilisierung für das Thema Energieeffizienz einhergeht. Der Abgleich der Messwerte mit Erfahrungswissen bzw. der Vergleich verschiedener Messwerte miteinander (Benchmarking) offenbart weitere Prozessverbesserungen (Best practice) und erlaubt durch Modellierung die Diagnose monokausaler und teilweise auch multikausaler Wirkzusammenhänge. Für die Prognose im Zuge der Energieeinsatzplanung ist die Anwendung optimierender und heuristischer Verfahren bereits verbreitet. Heuristiken erlauben dabei eine zeitkritische Entscheidungsfindung auf Basis von begrenztem Wissen und bilden heute den bevorzugten Lösungsweg für Echtzeitanalysen.

Betriebliches Energiemanagement

Energieinformationssysteme (EIS) sind soziotechnische Systeme, die menschliche und maschinelle Komponenten umfassen und zur optimalen Bereitstellung von Informationen und Kommunikation unternehmensintern und –übergreifend eingesetzt werden. Für das betriebliche Energie-management erfassen, analysieren und visualisieren sie die verschiedenen energierelevanten Betriebszustände der Produktionsfaktoren.

Das Ziel des betrieblichen Energiemanagements ist die Optimierung der energierelevanten Prozesse von Beschaffung über Produktion bis zum Absatz [5]. Durch ein Energiemanagementsystem kann eine kontinuierliche Überwachung und Bewertung der Energieleistung und Energieeffizienz eines Unternehmens erfolgen. Dieser Prozess muss auf messbaren Energiedaten und daraus abgeleiteten Energieleistungskennzahlen basieren.

Die Aufzeichnung sämtlicher Energieflüsse macht die Identifikation von Einsparpotenzialen möglich und hilft bei kontinuierlicher Überwachung des Verbrauchs. Steigende Energiekosten und die verstärkte gesellschaftliche Wahrnehmung zum Thema Energieeffizienz setzen heute und in Zukunft Anreizpunkte für das strategische Energiemanagement in Unternehmen.

Kontextinformationen aus der Produktionsumgebung

Für ein effizientes Energiemanagement ist der Einbezug von Kontext-informationen unerlässlich. Dies betrifft die Betriebsdatenerfassung von Maschinenzuständen einerseits und die Entwicklung von Kommunikations- und Logikbausteinen zur Verarbeitung der erfassten Daten andererseits. Die Informationen aus dem Energiemanagementsystem, betrachtet im Kontext der Produktionsumgebung, ermöglichen die Identifizierung von Einsparpotenzialen und somit die Ableitung von Maßnahmen für das inner-betriebliche Energiemanagement. Auf diese Weise können Maschinen gezielt im Ressourcen optimalen Zustand betrieben werden bzw. die Produkte im Zuge Auftragsabwicklung durch energiedatenbasierte Losgrößen und Reihenfolgeplanung auf dem effizientesten Weg durch den Produktionsprozess gelotst werden. Produktionsübergreifende, statische Faktoren finden demnach genauso Berücksichtigung wie dynamische Zustands- und Bewegungsdaten des Produktes selbst.

Cyber-physische Energieinformationssysteme

Für die Evolution existierender EIS zu autonomen cyber-physischen Systemen mit der Fähigkeit zur Selbstorganisation in verteilten miteinander kollaborierenden Subsystemen bedarf es der Anwendung neuerartiger Verfahren für das Energiemanagement auf Basis künstlicher Intelligenz wie Expertensysteme, Multi-Agentensysteme, Neuronale Netze etc. Der auf Smart Data basierende Ansatz sieht vor, dass zunächst energierelevante Daten erfasst und in ein von Mensch und Maschine interpretierbares Format überführt werden, um anschließend um Kontextinformationen angereichert und von Wissensträgern um entscheidungskritische Informationen und Erfahrungswissen erweitert zu werden. Erst die Kombination von intra-organisationalem Wissen und teils externer Energieinformationen bietet eine nachhaltige Grundlage für langfristige Energieeffizienz und zukunfts-orientierte Planungsprozesse auf dem Weg zur Autonomie verteilter Systeme. Zur Weiterentwicklung existierender EIS sind wie in Abbildung 1 skizziert unterschiedliche Informationskomponenten als Teil eines ganzheitlichen Informationslogistikkonzepts notwendig.

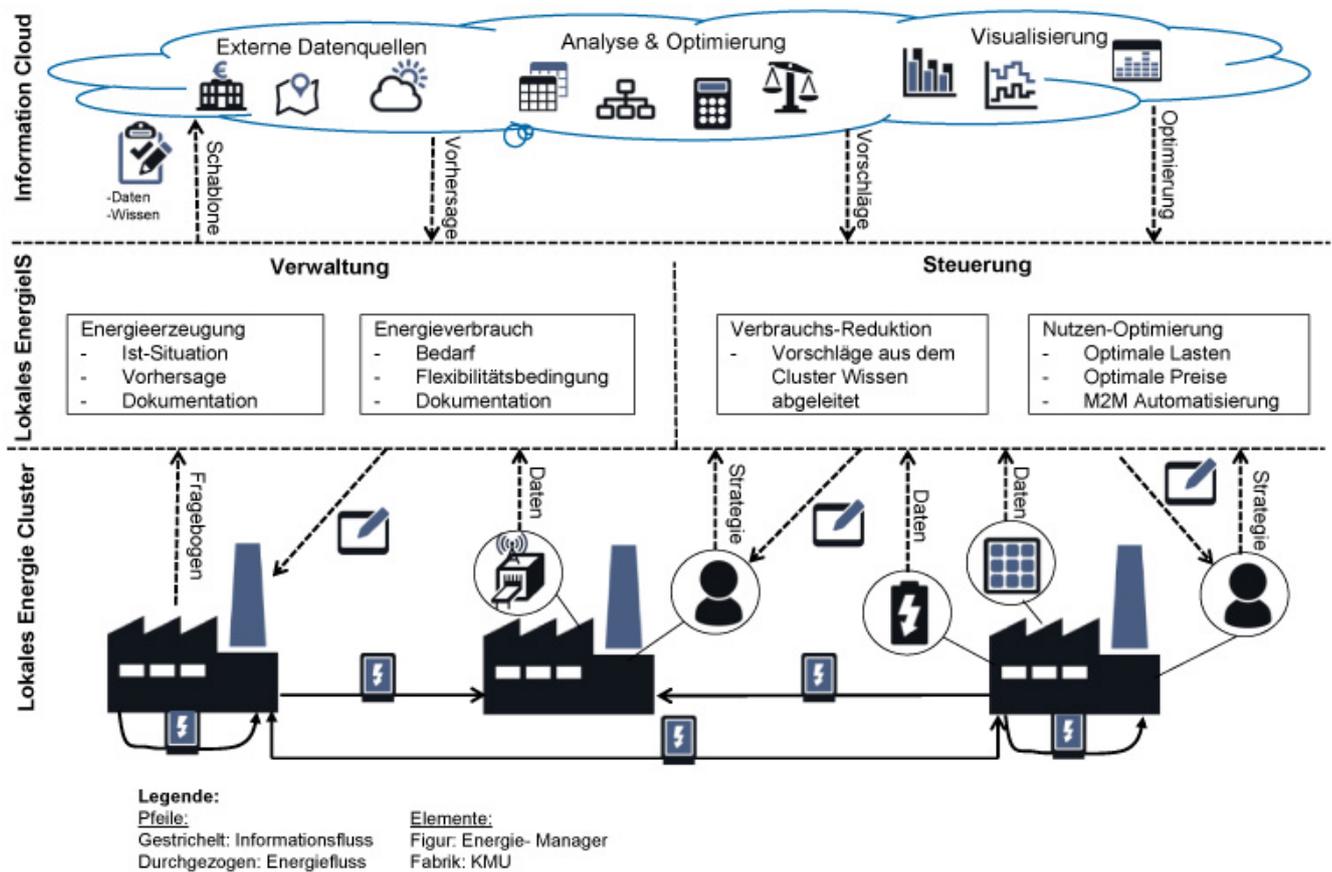


Abb. 1: Energieinformationssysteme im Zeitalter der Digitalisierung

3. Zusammenfassung und Fazit

In diesem Beitrag wird das Hauptaugenmerk auf die Gestaltung von EIS und Energiedatenmodellen für die Industrie gelegt. Die kontextsensitive Verknüpfung von Informationen aus dem Produktionsprozess mit den vorhandenen Energieflüssen, sowohl innerhalb der Systemgrenze des Unternehmens als auch darüber hinweg, ermöglicht die Identifikation ineffizienter Prozesse. Außerdem schaffen EIS die Grundvoraussetzungen für Lastmanagement nicht nur auf Ebene der technischen Gebäudeausrüstung (TGA), sondern auch auf Maschinen- und Anlagenebene. Somit spielen die Generierung, Auswertung und Verteilung aller relevanten Informationen sowie die synergetische Zusammenarbeit von Mensch und Maschine die entscheidende Rolle. Hier können enorme Einsparpotenziale gehoben und neue Geschäftsmodelle auf Basis neuartiger Energiedienstleistungen angeboten werden. EIS schaffen somit die notwendige Transparenz über sämtliche energierelevanten Informationen im Unternehmen und erlauben so die regionale Vernetzung und Kooperation über Unternehmensgrenzen hinweg.

4. Danksagung

Die in diesem Beitrag beschriebenen Ansätze sind Inhalt der aktuellen Forschung im Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus. In der Demonstrationsfabrik Aachen erfolgen der Bau und die kontinuierliche Weiterentwicklung verschiedener Elektrofahrzeugprototypen. Die Produktion erfolgt unter realen Marktbedingungen mit dem Ziel Produktionsprozesse mit Referenzcharakter für die Umsetzung von Industrie 4.0 Anwendungsfällen zu liefern.

Dieses Paper beinhaltet Ergebnisse aus dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsprojekt FLAixEnergy (Förderkennzeichen: 0325819A) sowie aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekt Polar (Förderkennzeichen: 01LY1208B).

5. Referenzen

[1] M. Roscher et al.: Referenzarchitektur eines empfehlungs-basierten Lastmanagementsystems für die Industrie, DIN SPEC 91327:2015-10, ICS 29.240.99; 35.240.99, Verlag Beuth, 2015

[2] Umweltbundesamt: Ziele der Energiewende. <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/ziele-der-energiewende>, 2014, zuletzt geprüft am 14.10.2015

[3] Umweltbundesamt: Ziele der Energiewende. <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energieverbrauch-nach-energetraegern-sektoren>, 2015, zuletzt geprüft am 14.10.2015

[4] VDI 4602-1: Energiemanagement. Begriffe. Berlin: Beuth, 2007.

[5] Arbeitskreis Industrie 4.0: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Acatech, Berlin, 2013

[6] J. Kals: Betriebliches Energiemanagement. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, ISBN: 978-3170211339, 2010