

# Das Smart Grid der Industrie

**Steigern der Energieeffizienz in Fabrikanlagen durch Energiebedarfsmessung und Aktion**

Die Harting Technologiegruppe und das Deutsche Forschungszentrum für künstliche Intelligenz arbeiten innerhalb der SmartFactory<sup>KL</sup> gemeinsam an einem Konzept, mit dem sich der Energieeinsatz und die Produktions- bzw. Anlagenprozesse aufeinander abstimmen lassen. „smart Power Networks“ heißt das Konzept, das in der Demonstrations- und Forschungsanlage in Kaiserslautern getestet wird und mit dem sich Energiebedarfsmessungen sowie Energieeffizienzsteigerungen in der Fabrik realisieren lassen.

Von John Witt und Mathias Schmitt

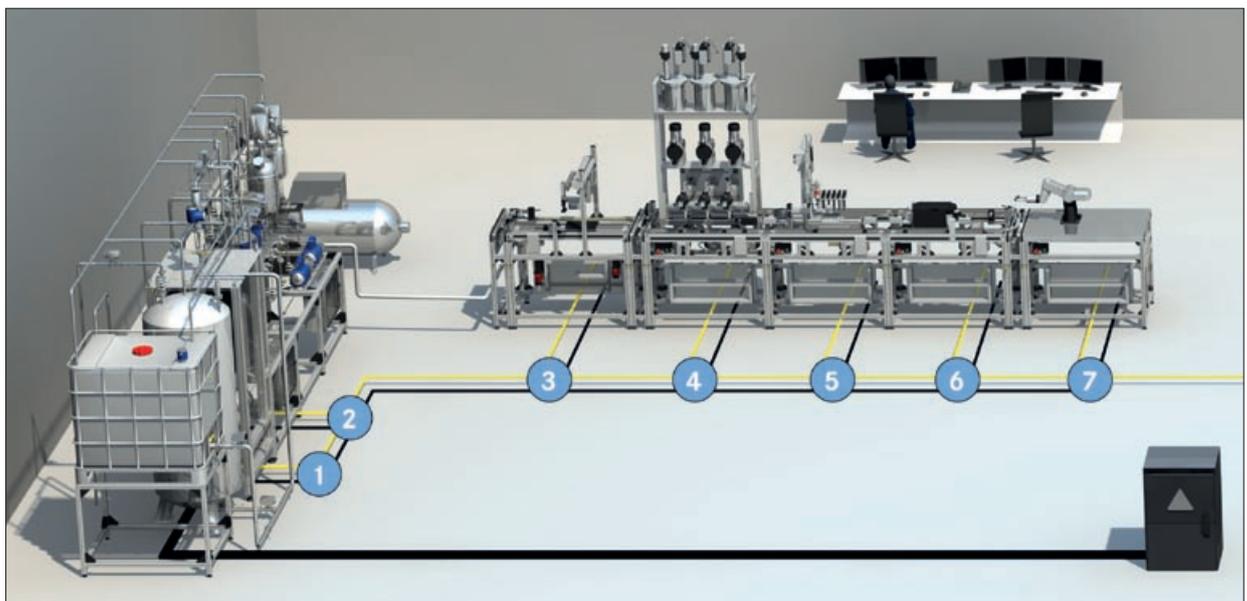
Spätestens seit der Neujustierung der bundesdeutschen Energiepolitik ist es offensichtlich, dass die eingesetzte Energie in industriellen Prozessen gezielter und damit effizienter genutzt werden muss. Die Entscheidung, die nationale Energieversorgung von einem System mit wenigen großen Energielieferanten, z.B. Kernkraftwerken, hin zu einem

Netz mit dezentralen Energieproduzenten umzustellen, hat nicht nur Auswirkungen auf das Management der Erzeuger, sondern auch auf die Energiespeicherung und den Energiebedarf im Energieversorgungssystem. Dies wurde bislang nicht als aktiver Einflussfaktor berücksichtigt. Energie ist neben Information und Kommunikation die wichtigste Lebensader heuti-

ger und zukünftiger Industriegesellschaften.

Die enge Vernetzung von Erzeugung, Speicherung, Rückspeisung und Verbrauch von Energie führt zugleich auch zu strukturellen Änderungen von Alltagsgewohnheiten, die nun mit dem Energiemanagement neu abgestimmt werden. Die neue Energiepolitik hat demnach auch Auswirkungen auf die Industriegesellschaft.

Produzierende Unternehmen haben eine komplexe Energieverteilung, in der Energieverbrauch, -speicherung und -produktion zukünftig stärker miteinander verbunden werden müssen. Dabei ist eine deutlich tiefere Integration der Prozesssteuerung unabdingbar, um die Energieflüsse besser steuern und beherrschen zu können. Reines Verbrauchscontrolling, wie es bislang in den meisten Unternehmen üblich war und ist, wird nicht mehr ausreichen. Auch die in der Regel ma-



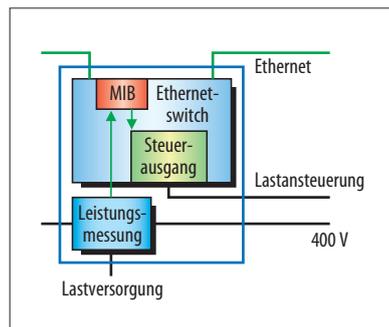
! Bild 1. Aufbau der SmartFactory<sup>KL</sup> mit sPUs: 1. Verfahrenstechnik, 2. Anlagensteuerung, 3. Leerflaschen, 4. Abfüllstation, 5. Verschrauben, 6. Etikettieren und Qualitätssicherung, 7. Kommissionieren und Luftdruckversorgung.

nuellen Eingriffe, die auf Basis eines solchen Verbrauchscontrollings umgesetzt werden, sind für ein flexibles System nicht geeignet. Stattdessen bedarf es eines leistungsstarken und intelligenten Systems, welches flexibel genug ist, um die Steuerung der Energieflüsse und Produktionsprozesse in Echtzeit entsprechend den individuellen Anforderungen umzusetzen.

Entscheidend ist dabei, dass die energietechnische Infrastruktur auf die Kommunikationsplattform der Unternehmensprozesse gebracht wird. Die Harting Technologiegruppe und das Deutsche Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern arbeiten innerhalb der SmartFactory<sup>KL</sup> gemeinsam an einem Konzept, mit dem sich der Energieeinsatz und die Produktions- bzw. Anlagenprozesse aufeinander abstimmen lassen – smart Power Networks. Das Monitoring einzelner Applikationen bringt zwar schnell erste Ergebnisse, greift langfristig jedoch zu kurz. „smart Network Infrastructure“ geht deshalb von einer Gesamtsicht aller Unternehmensapplikationen aus, bei der auch der Einsatz von Energie berücksichtigt wird. Basis ist der Ethernet-Standard, da dieser eine barrierefreie Kommunikation und einen schnellen Datenaustausch aller Unternehmensapplikationen sicherstellt.

Bei smart Power Networks sind Anpassungen am vorhandenen Energieverteilungssystem nicht notwendig, d.h. die klassische Energieverteilung bleibt bestehen. Durch Ethernet-Komponenten werden die Energieflüsse im System jedoch sichtbar: Ethernet-

Switche erfassen Messdaten über den Energieverbrauch an wichtigen Stellen des Versorgungssystems. Durch sie entsteht eine Transparenz ohne ein zusätzliches, zumeist proprietäres Netzwerk; die Switche erhalten lediglich eine energietechnische Zusatzfunktion, welche die Aufnahme von Energieverbrauchsdaten ermöglicht. Die erfassten Daten werden über das Ethernet an die Leitstelle oder an andere Applikationen kommuniziert, um dort zur Steuerung der Anlagen ein-



**Bild 2.** Blockschaltung einer smart Power Unit, kurz sPU.

gesetzt zu werden. In der Automatisierung könnte z.B. durch die Integration eines Profinet-I/O-Stacks eine klassische I/O-Komponente Energieverbrauchsdaten aufnehmen und weiter verarbeiten. Im weiteren Ausbau könnten das Facility-Management-System, über das z.B. auch der Einkauf von Energie abgewickelt wird, oder auch ERP-Systeme in das smart Power Network integriert werden.

Um jedoch auf die Fertigungsprozesse einwirken zu können, ist Transparenz bis hinunter in die Feldebene

### SmartFactory<sup>KL</sup> in Kaiserslautern

Die SmartFactory<sup>KL</sup> ist eine herstellerunabhängige Demonstrations- und Forschungsplattform, in der neue Technologien und deren Einsatz in einer realitätsnahen industriellen Produktionsumgebung getestet und weiterentwickelt werden. In der modular aufgebauten Anlage wird auftragsbezogen farbige Seife abgemischt und in Dispenserflaschen abgefüllt. Sie bildet die Vision der Fabrik der Zukunft ab. In ihr verbinden sich vielfältige Komponenten verschiedener Hersteller (Vernetzung). Intelligente Komponenten sind in der

Lage, kontextbezogene Aufgaben selbstständig zu übernehmen und autark zu arbeiten (Selbstorganisation). Darüber hinaus ist die SmartFactory<sup>KL</sup> beliebig modifizierbar und erweiterbar (Flexibilität). Nicht zuletzt steht trotz steigender Komplexität die nutzerfreundliche Gestaltung der Bediensysteme im Vordergrund (Nutzerorientierung). Aufgrund steigender Energiekosten wird zukünftig auch das Thema Effizienzsteigerung in Produktionsprozessen in diese Betrachtungsweise mit einbezogen (Energieeffizienz).

## You CAN get it...

Hardware und Software für CAN-Bus-Anwendungen...



### PCAN-PCI/104-Express

PCI/104-Express zu CAN-Interface. Optional mit galvanischer Trennung. Als Einkanal- und Zweikanal-Karte erhältlich.

ab 210 €



### PCAN-PCI

CAN-Interface für PCI-Steckplätze. Optional mit galvanischer Trennung. Als Einkanal- und Zweikanal-Karte erhältlich.

ab 200 €



### PCAN-Explorer 5

Universeller CAN-Monitor, Tracer, symbolische Nachrichtendarstellung, VBScript-Schnittstelle, erweiterbar durch Add-ins (z. B. Plotter & J1939 Add-in).

ab 450 €

Alle Preise verstehen sich zzgl. MwSt., Porto und Verpackung. Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

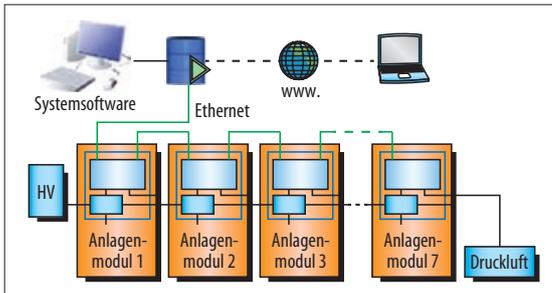


Bild 3. Schematische Darstellung der SmartFactory<sup>KL</sup> mit smart Power Networks.

Schritt auf die Ebene der Anlagen- und Maschineneinspeisung und auf die Steuerung der Gebäude- und Anlageninfrastruktur wie Lüftung, Heizdruck und Druckluft.

### Evaluierung in der SmartFactory<sup>KL</sup>

Um anwendungsnahe Erfahrungen in die Entwicklung der Produkte einfließen zu lassen, kooperiert Harting mit

werden, zu welchem Zeitpunkt und an welcher Stelle Energieverbrauch entsteht.

Die SmartFactory<sup>KL</sup> (Bild 1) besteht aus einem verfahrenstechnischen Anlagenteil und aus einem Stückgutprozess. Insgesamt wurden sieben sPUs in die Energieeinspeisung der Anlagenmodule integriert. Neben den Prozessmodulen wird außerdem die Anlagen- und Gebäudeinfrastruktur, z.B. die Luftdruckversorgung in die Energiedatenerfassung mit einbezogen.

### Switch mit Extras

Die sPU (Bild 2) besteht aus den Funktionsgruppen Ethernet-Switch mit separatem Steuerausgang und einer 400-V-T-Verteilung mit Energiemessmodul, das über integrierte Standard-Mess-ICs die Werte von Leistung, Strom und Spannung jeder Phase ermittelt. Die Unit kann in der Schutzklasse IP 20 in den Schaltschrank integriert werden oder wie in der SmartFactory<sup>KL</sup> in IP 54 direkt mit den Modulen oder Anlagenkomponenten verbunden werden. Jede sPU verfügt über einen 400-V-Ein- und Ausgang sowie einen T-Abgang, an dem das Anlagenmodul angeschlossen ist.

Die ermittelten Messwerte werden in der Management Information Base (MIB) abgelegt. Die Systemsoftware greift auf die MIB einer jeden sPU zu und liest die Werte aus. Entsprechend der Konfiguration wird über die MIB der Steuerausgang gesetzt, mit dem die angeschlossene Last, z.B. Motor, Licht oder Druckluftversorgung, je nach Bedarf entweder ein- oder ausgeschaltet wird. In der SmartFactory<sup>KL</sup> wird über diese I/O-Funktion die Druckluftanlage entsprechend der Konfiguration in der Systemsoftware für die geplanten Leerzeiten gesteuert. Aufgrund des systembedingten Verlustes in der Druckluftversorgung ergibt sich ein hohes Einsparpotential.

Bild 3 zeigt die schematische Darstellung des smart Power Networks innerhalb der SmartFactory<sup>KL</sup>. Jedes Anlagenmodul wird mit einer sPU ausgestattet, die über die Hauptverteilung (HV) mit Energie versorgt wird. Die Verteilung der in der sPU erfassten Daten erfolgt über Standard-Ethernet. Alle Anlagenmodule sind seriell geschaltet. Der zentrale Rechner mit

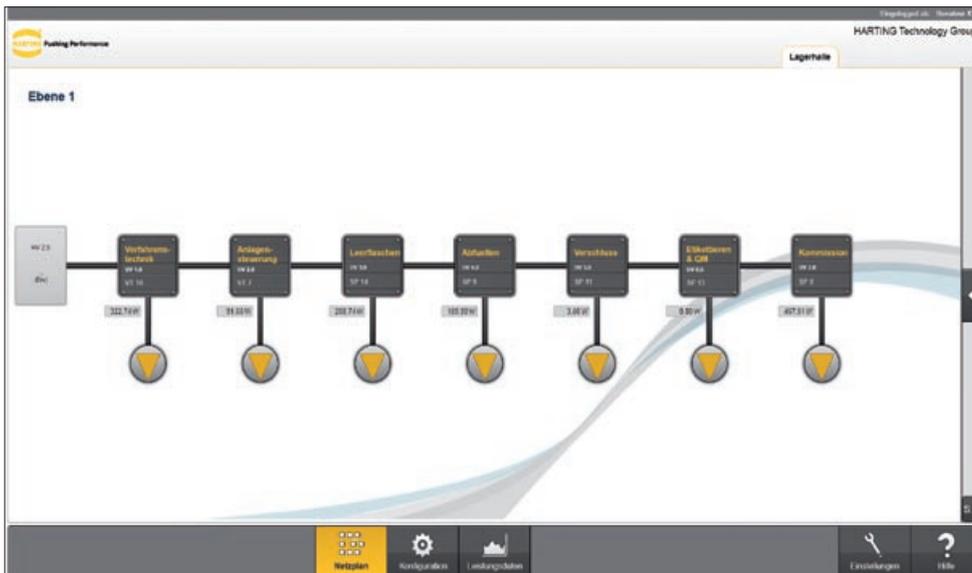


Bild 4. Mit Hilfe der Systemsoftware wird die Anlagentopologie automatisch generiert und der aktuelle Strombedarf eines Moduls angezeigt.

notwendig, da zumeist das komplette Abschalten einzelner Maschinen oder Anlagenteile nicht dienlich im Sinne der Effizienz und Sicherheit von Prozessen ist. Mit dem Ziel der Energieeinsparung macht die singuläre Betrachtung etwa eines kleinen Energieverbrauchers keinen Sinn. Harting konzentriert sich deshalb im ersten

dem DFKI. Dabei werden die Harting smart Power Units (sPU) in die SmartFactory<sup>KL</sup> (Kasten) integriert. Lösungswege, die das Energiemanagement aus der Perspektive einer Einzelapplikation sehen, liefern erste positive Effekte. Langfristig müssen diese aber zu einer ganzheitlichen Betrachtung führen, die alle Applikationen und Prozesse eines produzierenden Unternehmens berücksichtigt. Ziel dieser Erweiterung innerhalb der SmartFactory<sup>KL</sup> ist es, eine Übersicht der Energieverbräuche zu erhalten, um daraus geeignete Maßnahmen zur Energieverbrauchsoptimierung abzuleiten und durchzuführen. Durch die Integration der sPUs in die Module der Anlage kann durch die Energiedatenerfassung festgestellt



der Systemsoftware liest die Daten aus. Der Zugriff auf die Daten ist nicht nur über den zentralen Rechner möglich, sondern auch über das Internet.

Die in den sPUs abgespeicherten Daten werden von der Systemsoftware über Standard-Ethernet zyklisch abgerufen, abgespeichert und aufbereitet. Dadurch sind u.a. prozessabhängige Analysen möglich, die entsprechende energierelevante Optimierungen erlauben. In der Systemsoftware werden nach dem Bootvorgang alle Module mit aktiven SPU's angezeigt, d.h. die Anlagentopologie wird automatisch generiert (Bild 4). Durch Auswahl eines sPU-Symbols wird z.B. der aktuelle Energiebedarf eines Moduls angezeigt.

Im Leistungsdatenmodus kann zwischen verschiedenen Darstellungsweisen ausgewählt werden: Neben einer aktuellen permanenten Aufzeichnung aller Verbrauchsdaten im Sekundenakt durch die sPUs können auch die kumulierten Werte sowie eine tabellarische Darstellung am Bildschirm aufgezeigt werden. Durch eine frei konfigurierbare Zeitachse sind u.a. auch Tages- oder Wochenaufzeichnungen möglich. Im Konfigurationsmenü werden die geplanten Leerzeiten oder auch Pausenzeiten definiert, wodurch ein aktives Eingreifen in die Anlagen- und Gebäudeinfrastruktur ermöglicht wird. Damit wird auch sichergestellt, dass nur in produktiven Zeiten die Luftdruckversorgung aktiviert ist. Durch die aktive Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) der angeschlossenen Module kann durch eine manuelle Vorgabe von kritischen Schwellwerten eine entsprechende Warnmeldung ausgegeben werden (Datenanalyse und Auswertung).

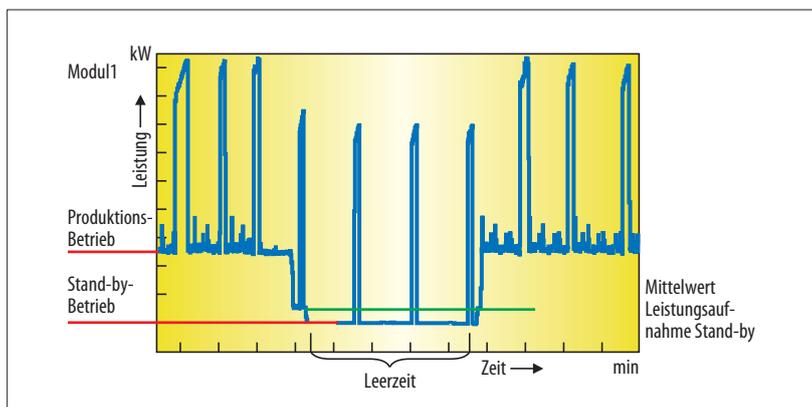
In der SmartFactory<sup>KL</sup> ist die Luftdruckversorgung ein zentraler Bestandteil des Produktionsprozesses und hält auch in nicht produktiven Zeiten den Druck im System aufrecht. Die Anlage befindet sich in nicht produktiven Zeiten, z.B. den geplanten Pausen, in einem Stand-by-Zustand. Alle für einen sofortigen Anlagenstart notwendigen Funktionen sind am Netz; zum Einschalten der Anlage werden lediglich der Leitstand und die Systemsoftware hochgefahren.

#### ■ Auswertung per Systemsoftware

Mit Hilfe der ermittelten Energiedaten in der SmartFactory<sup>KL</sup> konnten konkrete Maßnahmen abgeleitet werden, aufgrund derer der Wirkungsgrad der Anlage gesteigert werden konnte.

Der gesamte Energieverbrauch im Betrieb der Anlage wird an Modul 1 erfasst. Die grafische Auswertung durch die Systemsoftware ist in Bild 5 zu sehen. Die Kurve zeigt sowohl die prozessbedingte Leistungsaufnahme im Produktionsbetrieb sowie den Energieverbrauch durch die Anlagen- und Gebäudeinfrastruktur, hier im Beispiel die Luftdruckversorgung. Im Stand-by-Betrieb ist zwar eine reduzierte Leistungsaufnahme erkennbar, diese beträgt jedoch noch rund 35 % der Leistungsaufnahme vom Produktionsbetrieb. Aufgrund anlagenbedingter Druckluftverluste bleibt die Druckluftversorgung auch in geplanten, nicht produktiven Zeiten aktiv. Bei erneuter Aufnahme des Produktionsbetriebs ist erkennbar, dass die Leistungsaufnahme wieder ansteigt.

Im Vergleich dazu zeigt Bild 6 die reduzierte Leistungsaufnahme im



! Bild 5. Ausschnitt Energieverbrauch in der SmartFactory<sup>KL</sup> mit passiver sPU.

# LED Power by MeanWell



#### MeanWell Power Supplies:

- 1.700 Standardtypen ab Lager
- Open-Frame / Medical
- DIN-Schiene
- Stecker- / Tischnetzteile
- LED-Schaltnetzteile
- DC/DC- und DC/AC-Wandler

#### Distribution by Schukat electronic

- 20.000 Produkte
- 3 übersichtliche Themen-Kataloge
- detaillierte Technikinfos
- günstige Preise
- 24 h-Lieferservice

Onlineshop mit stündlich aktualisierten Preisen und Lagerbeständen

[www.schukat.com](http://www.schukat.com)



STARK!

Kabelkonfektion &  
Electronic Distribution  
**Börsig**



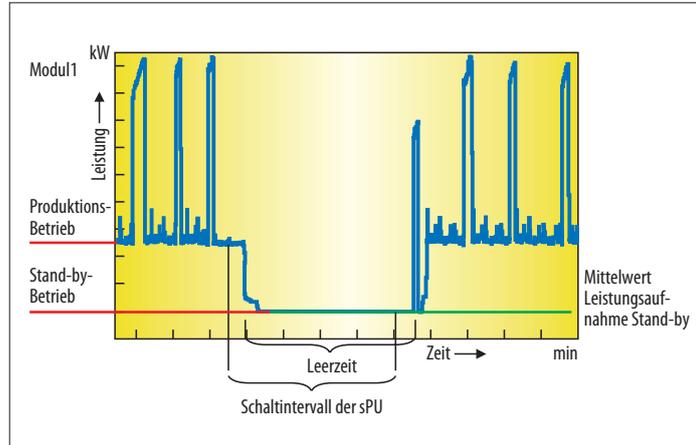
- ✓ **Kein Mindestauftragswert**
- ✓ **Keine Mindestmenge bei Lagerware**
- ✓ **Keine Verpackungseinheiten bei Standardteilen**
- ✓ **Versand per Paketdienst, bis 18 Uhr möglich**
- ✓ **40 Jahre Vertriebs-erfahrung**
- ✓ **kundenindividuelle Bevorratung**
- ✓ **kostenlose technische Beratung**
- ✓ **Kostenloser Fax-Anschluß unter Tel.: 0800/2 63 77 44**

**NEU:** online Bestand abrufen

**Börsig GmbH**

Siegmund-Loewe-Str. 5  
74172 Neckarsulm  
Tel.: 07132/93 93-0  
Fax: 07132/93 93-93  
www.boersig.com  
info@boersig.com

Wir stellen aus:  
SPS Nürnberg, Halle 6, Stand 157



! Bild 6. Ausschnitt Energieverbrauch in der SmartFactory<sup>KL</sup> mit aktiver sPU.

Stand-by-Betrieb durch das im Pausenmanagement festgelegte Schaltintervall. Geplante Leerzeiten werden definiert und prozessunabhängige Verbraucher wie Druckluftversorgung und Beleuchtung gezielt abgeschaltet. Deutlich zu erkennen ist, dass die Druckluftversorgung während der Leerzeiten abgestellt ist und erst kurz vor dem Produktionsbetrieb wieder aktiviert wird, um die Anlagenverfügbarkeit sofort nach einer Pause zu gewährleisten. Dabei kann die Leistungsaufnahme im Schaltintervall alleine durch das gezielte Abschalten der Druckluftversorgung um 30 % reduziert werden.

Im vorliegenden Fall werden ausschließlich Einsparmaßnahmen berücksichtigt, die die Anlage- und Gebäudeinfrastruktur betreffen. Eingrif-

fe in die SPS-Programme werden zum jetzigen Zeitpunkt bewusst nicht durchgeführt, da die SPS-Programme ausgetestet und zum Teil zertifiziert wurden. Änderungen in den SPS-Programmen werden daher nicht gewünscht.

**Anlagenmodule gezielt einsetzen**

Konkrete Energieeinsparungen lassen sich mit smart Power Networks realisieren, das hat die Evaluierung in

der SmartFactory<sup>KL</sup> gezeigt. Diese durchgeführten Maßnahmen beziehen sich im ersten Schritt auf Gebäude- und Anlageninfrastruktur. Die Energiedaten werden automatisch erfasst, ausgewertet und in Aktionen umgesetzt. Ein Vorteil ist die gesteigerte Transparenz durch die Darstellung aller energierelevanten Daten im System. Energiekosten ließen sich durch ein Pausenmanagement reduzieren, die Wirtschaftlichkeit einer Anlage durch einfaches Monitoring von Energieverbräuchen und daraus abzuleitenden Maßnahmen erhöhen. In einem zweiten Schritt werden künftig die Informationen des smart Power Networks zur Optimierung der Automatisierung und damit des Prozesses eingesetzt. *ag*



**John Witt**

studierte Elektrotechnik und später Betriebswirtschaft an der Universität zu Köln. Seit 2009 ist Herr Witt als Manager Power Networks bei der Harting Technologiegruppe in Espelkamp tätig und beschäftigt sich dort unter anderem mit der Entwicklung und Umsetzung von innovativen Konzepten der passiven und aktiven dezentralen Energieverteilung und Energieeffizienz in der Industrie.

[John.Witt@Harting.com](mailto:John.Witt@Harting.com)



**Mathias Schmitt**

studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit der Fachrichtung Maschinenbau an der Technischen Universität in Kaiserslautern. Seit März 2011 ist Herr Schmitt wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern und beschäftigt sich dort im Bereich Innovativer Fabriksysteme unter anderem mit der Entwicklung von innovativen Bedienkonzepten im industriellen Umfeld.

[Mathias.Schmitt@dfki.de](mailto:Mathias.Schmitt@dfki.de)