

A&D

AUTOMATION DIGITALISIERUNG



DEZENTRALE STROMVERSORGUNG

Flexibel. Robust. Sicher.

FIT FÜR PLUG & PRODUCE 16

MODULARE ANLAGEN FÜR CHEMIE UND PHARMA 12

MASCHINEN- UND MODUL-INTERAKTION 8

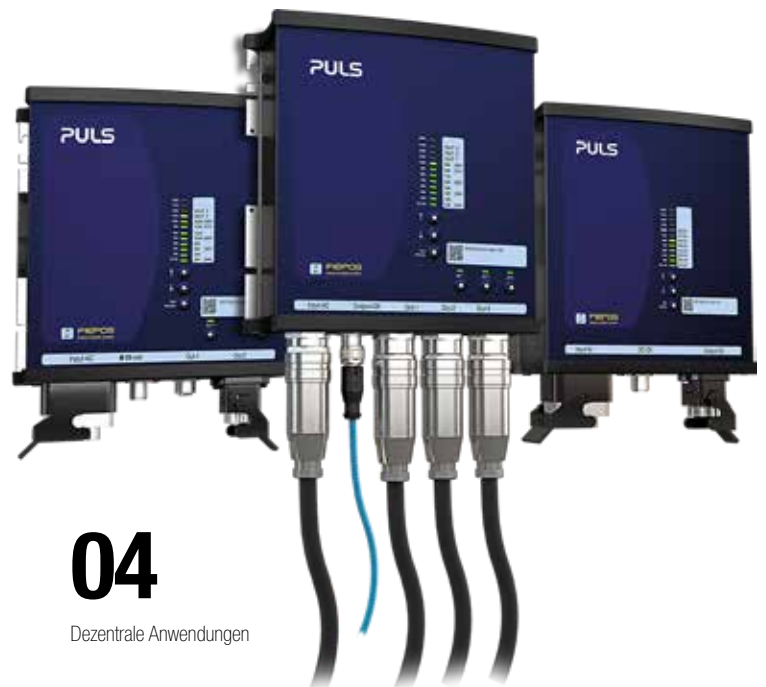
POWERED BY

PULS

**publish
industry
verlag**

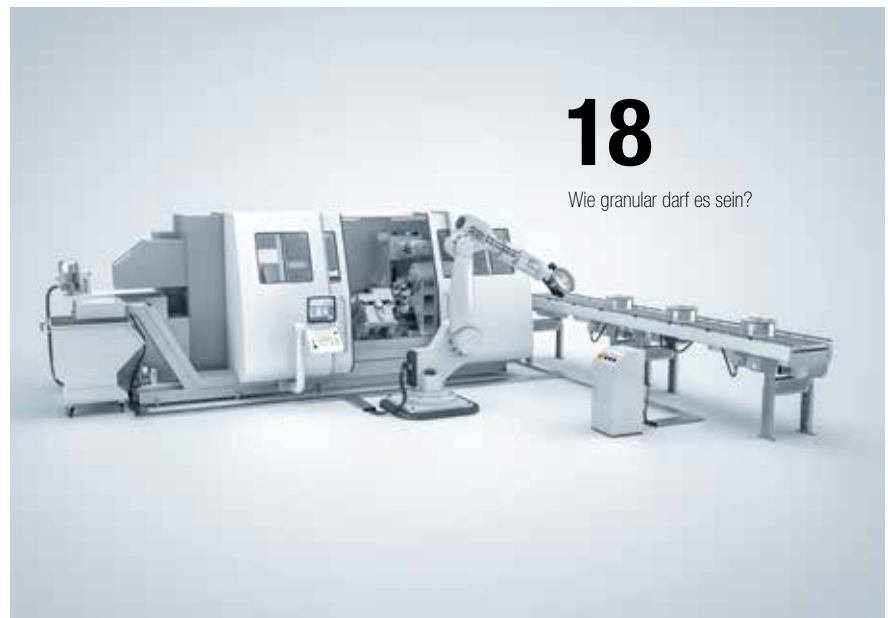
INHALT

- 3 Editorial: „Nur Modular gewinnen wir die Zukunft“
- 4 Effizient Versorgen und Absichern
- 8 Plug & Produce lässt Maschinen miteinander agieren
- 12 Prozessindustrie 4.0: Plug & Produce
- 16 Interview über die Umsetzung der Modularisierung
- 18 Modularität in der Produktionstechnik



04

Dezentrale Anwendungen



18

Wie granular darf es sein?



12

Das modulare Anlagenorchester

NUR MODULAR GEWINNEN WIR DIE ZUKUNFT



Digitalisierung, künstliche Intelligenz, Vernetzung – was ist die wichtigste Voraussetzung für die Smart Factory? Dies alles sind wichtige technologische Bausteine. Aber die Grundlage, die strategische Voraussetzung für die Smart Factory, liegt in einer anderen Eigenschaft, der wir noch zu wenig Beachtung schenken. Modularität ist das Schlagwort für die Fabrik der Zukunft. Monolithische Konzepte zu digitalisieren wird alleine nie zu Flexibilität, Effizienz und Zukunftssicherheit führen. Modulare Ansätze hingegen, ermöglicht durch Digitalisierung und Vernetzung, können Flexibilität und hohe Produktvarianz künftig mit Geschwindigkeit und Effizienz in Einklang bringen.

In diesem Booklet lesen Sie von den wichtigsten dieser Möglichkeiten. Erfahren Sie alles über Maschineninteraktion bei Plug & Produce, Modularität in Anlagen der chemischen Industrie, die Effizienz- und Flexibilitätsgewinne durch dezentrale Stromversorgung und wie Maschinen und Anlagenbauer höchster Komplexität mittels Lego-Prinzip Herr werden.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Vilsbeck'.

Christian Vilsbeck, Managing Editor der A&D – Automation und Digitalisierung

Dezentrale Anwendungen

EFFIZIENT VERSORGEN UND ABSICHERN

Mit FIEPOS präsentiert PULS seine modulare Plattform für Stromversorgungen mit Schutzart IP54, IP65 und IP67. Die Geräte wurden für den dezentralen Einsatz außerhalb des Schaltschranks entwickelt. Für Systementwickler bedeutet das mehr Flexibilität bei der Anlagenplanung, mehr Platz im System sowie eine deutliche Zeit- und Kostenersparnis.

TEXT: Maximilian Hülsebusch, PULS BILDER: Puls

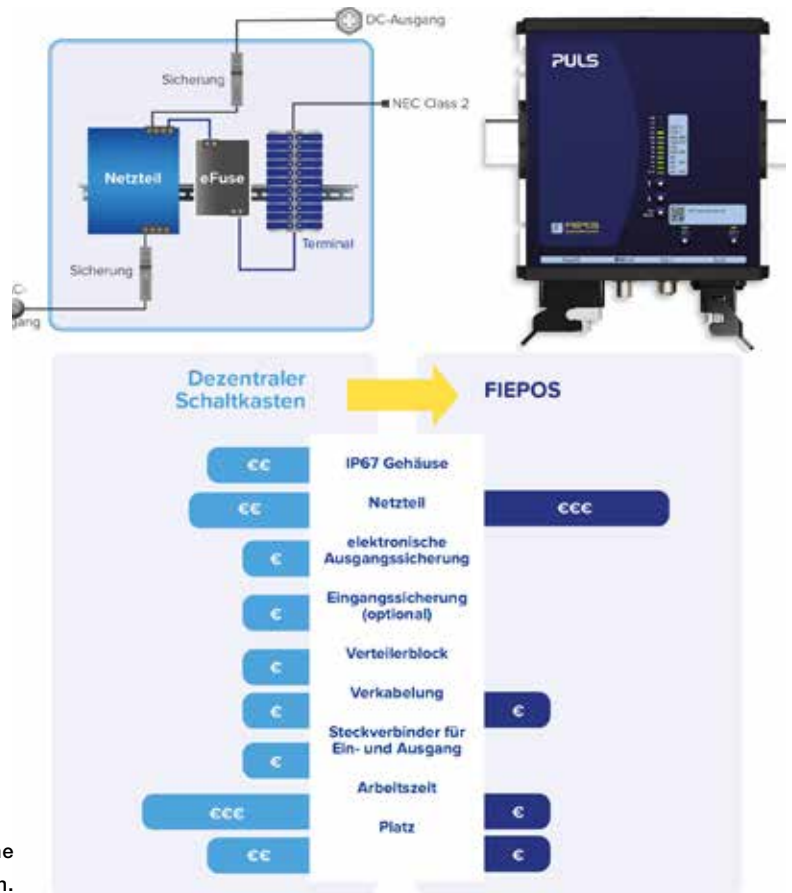
Der Bedarf an flexiblen und modularen Systemen prägt den modernen Anlagenbau. Die Dezentralisierung der Systemkomponenten hat sich dabei als eine wichtige Methode erwiesen. Sie beschleunigt die Anlagenplanung, erleichtert die Wartung und ermöglicht eine einfache Erweiterung.

Doch es gibt Hindernisse auf dem Weg zur vollständig dezentralen Anlage. Eine davon war bislang die Stromversorgung. Bei den derzeit verfügbaren IP65 und IP67 Standardstromversorgungen fehlt es an Vielfalt und Flexibilität in Bezug auf Leistungsklassen und Funktionsumfang.

Viele Anwender konstruieren deshalb ihre eigenen Netzteil-Lösungen. Im Feld begegnet man diesen in der Regel in Form von dezentralen Vorort-Schaltkästen (siehe Grafik 4, linke Seite). Dabei werden Stromversorgungen, Schalter und elektronische Sicherungen in einem IP65- oder IP67-Gehäuse untergebracht und im Feld montiert. Das ist jedoch sowohl in der Planung und Installation als auch in der Lagerhaltung der Komponenten recht aufwändig und zeitintensiv.

Mit der neuen Produktfamilie FIEPOS – kurz für **Field Power Supplies** – schließen die PULS-Entwickler nun diese Lücke in der Dezentralisierung und bieten Anwendern mehr Flexibilität in der Planung ihrer Anlagen und Maschinen. Mit





Grafik 2: FIEPOS-Stromversorgungen bieten eine Alternative zum dezentralen Schaltkasten.

dieser Lösung können Schaltschränke kleiner dimensioniert oder sogar ganz aufgelöst werden (siehe Grafik 4, rechte Seite). Der neu gewonnene Platz kann direkt für den Ausbau wertschöpfender Bestandteile der Anlage genutzt werden.

Eine Plattform, zahlreiche Möglichkeiten.

Die FIEPOS Produktfamilie basiert auf einer innovativen, modularen Plattform. Die Grundlage bilden einphasige 300 W oder 500 W (500-W-Version mit AC-Eingang 200 V +/- 15 Prozent) sowie dreiphasige 300 W oder 500 W Field Power Supplies. Alle Geräte liefern zudem 120 Prozent Leistung dauerhaft (bis zu +45 °C) und sogar 200 Prozent für 5 s. Dadurch sind sie optimal zum Starten stromintensiver Lasten geeignet und beugen einer kostspieligen Überdimensionierung der Stromversorgung vor.

Auf dieser Plattform basieren die verschiedenen Versionen mit zahlreichen Steckerkonfigurationen sowie optionalen Sicherungs- und Redundanzfunktionen. Die aktuell 24 Varianten, die sich daraus ergeben, unterteilt PULS in die FIEPOS-Produktserien Basic und eFused.

Die Geräte der Basic-Serie besitzen einen Ausgang, für den verschiedene Steckverbinder, wie z.B. M12-L/-T/-A, 7/8“ oder die Han-Q-Serie verfügbar sind. Zudem ist die Basic-Version auch mit einer geeigneten Kennlinie und einem ausgangsseitigen, integrierten Entkopplungs-MOSFET erhältlich. Dank dieser beiden Funktionen eignen sich die Geräte besonders gut für den Aufbau zuverlässiger Redundanzsysteme außerhalb des Schaltschranks und zur Leistungserhöhung durch Parallelschaltung (siehe Grafik 2).

Selektive Stromverteilung und Absicherung direkt im Feld

Die Produkte der FIEPOS eFused-Serie verfügt über bis zu vier intern abgesicherte Ausgänge, ebenfalls mit verschiedenen Anschlussoptionen wie z.B. M12-L/-T/-A und 7/8“. Dank der eingebauten Strombegrenzung lassen sich mit diesen Geräten ganz einfach eine selektive Stromverteilung und Absicherung direkt im Feld realisieren. Die Konfiguration und Überwachung der Ausgänge erfolgt über IO-Link oder über das praktische Human Machine Interface an der Gerätefront.



Grafik 3: Zur Leistungserhöhung oder Redundanz lassen sich die Geräte der FIEPOS Basic-Serie parallel schalten.

Durch die selektive Stromverteilung eignen sich die eFused-Versionen ideal, um elektromechanische Lasten (z.B. Motoren) und empfindliche Verbraucher (z.B. Steuerungen oder Sensoren), gleichzeitig mit einem dezentralen, abgesicherten Netzteil zu versorgen. Zudem können die Geräte für den Aufbau von NEC-Class-2-Stromkreisen genutzt werden.

Im Fehlerfall schalten die Geräte der eFused-Serie selektiv nur die fehlerhaften Ausgänge ab und melden dies über IO-Link oder Output-OK-Signal und das intuitive LED-Interface an der Gerätevorderseite. Dank aktiver Strombegrenzung werden alle anderen Ausgänge ohne Einschränkungen weiter mit Spannung versorgt. Das ist besonders für sicherheitskritische Lasten wichtig und sorgt für eine hohe Anlagenverfügbarkeit.

Die Geräte verfügen zudem über eine Selektivitätsfunktion, die einen priorisierten Schutz empfindlicher Lasten ermöglicht. Ausgang 1 hat dabei die höchste Priorität, Ausgang 4 die Niedrigste. Wird das Strombudget überschritten, schaltet das Gerät somit zuerst die Ausgänge mit der niedrigsten Priorität ab. Nach dieser Priorität werden die Ausgänge im Übrigen auch in Schritten von 100 ms gestaffelt eingeschaltet.

Durch ihren Funktionsumfang bieten die Geräte der eFused-Serie damit eine All-in-One-Alternative zu Stromversorgungen, die entweder mit einem externen, elektronischen Vier-Kanal-Sicherungsmodul, vier Leitungsschutzschaltern oder vier externen Schmelzsicherungen abgesichert sind, wie in Grafik 3 zu sehen ist.

Beitrag zum Condition Monitoring

Entscheidend für eine effiziente Dezentralisierung ist ein flächendeckender Einsatz von Kommunikationsschnittstel-

len. Über IO-Link erhält die industrielle Kommunikation Einzug in die Feldebene und hat sich zumindest bei Sensoren und Aktoren als Standard etabliert. Da die dezentrale Stromversorgung ebenfalls direkt im Feld angesiedelt ist, setzt PULS bei den FIEPOS-Stromversorgungssystemen auf IO-Link.

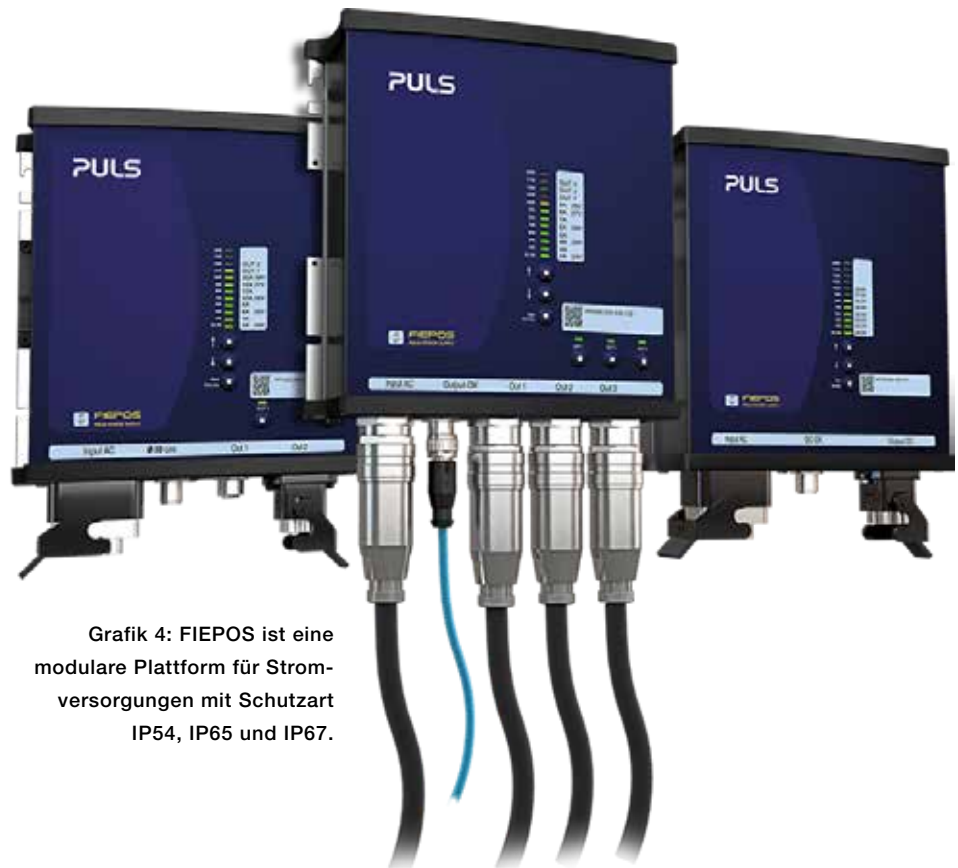
Über diese Schnittstelle informiert das Gerät über wichtige Parameter der Stromversorgung, wie Temperatur, Spannung und Stromstärke und warnt bei Überlast, einer fehlerhaften DC-Spannung oder auch über fehlerhafte abgesicherte Stromkreise (eFused-Serie). Zudem ist über IO-Link der Fernzugriff möglich. Damit kann das Gerät ein- und ausgeschaltet, die Spannung eingestellt und ausgelöste Kanäle (eFused-Serie) zurückgesetzt werden. So ergänzen FIEPOS-Geräte als zuverlässige Datenquellen bestehende Condition-Monitoring-Systeme.

Als Alternative zu IO-Link ist auch das Monitoring über DC-OK bzw. Output-OK möglich. Bei Output-OK handelt es sich um eine erweiterte Form des DC-OK-Signals. Darüber können die Geräte der eFused-Serie beispielsweise selektiv über fehlerhafte Ausgänge informieren.

Umweltfreundliches und platzsparendes Design

Unabhängig von den eingebauten Features sind alle FIEPOS-Produkte im gleichen kompakten Gehäuse untergebracht. Mit Abmessungen von 181 mm x 183 mm x 57mm (BxHxT) fällt diese Lösung sehr klein aus und ist mit nur 1.400 g zudem äußerst leicht. Damit ist eine problemlose Montage direkt an der Maschine möglich, selbst auf kleinstem Raum.

Dank einem sehr hohen Wirkungsgrads von mindestens 95 Prozent entstehen weniger Verluste und damit auch weniger Wärme im Gerät. Deshalb konnte bei den FIEPOS-Gerä-



Grafik 4: FIEPOS ist eine modulare Plattform für Stromversorgungen mit Schutzart IP54, IP65 und IP67.

ten komplett auf den Verguss der Elektronik, zum Schutz vor zu hohen Temperaturen, verzichtet werden. Das ermöglicht ein umweltfreundliches Recycling der Geräte, beispielsweise nach Ablauf der hohen Lebensdauer.

Einfache Installation und hohe Schutzart

Die FIEPOS Produkte können sehr schnell ohne Spezialwerkzeug verkabelt und montiert werden. Als Montagearten wird die für PULS-Geräte typische DIN-Schienen-Montage ebenso angeboten, wie vorgefertigte Schlüssellöcher zum Einhängen der Stromversorgung und die Möglichkeit der Wandmontage via Schraubbefestigung. Diese Flexibilität ist besonders hilfreich, wenn Stromversorgungen im Feld schnell und platzsparend installiert oder ausgetauscht werden sollen.

Durch den Wegfall des schützenden Schaltschranks ist die Stromversorgung nun direkt den Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Die Schutzart IP20 ist außerhalb des Schaltschranks nicht ausreichend. Um die hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer der Geräte zu sichern, muss die Stromversorgung gegen Staubpartikel und Feuchtigkeit geschützt werden. Dies wird über die IP- Schutzarten definiert.

Die FIEPOS-Produkte sind in verschiedenen Schutzarten verfügbar, beginnend bei IP54 (Staubgeschützt, Spritzwassergeschützt), über IP65 (Staubdicht, Strahlwassergeschützt) bis

hin zu IP67 (Staubdicht, zeitweiliges Untertauchen möglich). Auch der weite Temperaturbereich von -25 °C bis +55 °C – ohne Leistungsminderung (mit Derating bis +70 °C) – ermöglicht einen Einsatz in nahezu jeder Umgebung. Mit dem Einsatz von FIEPOS-Lösungen brauchen sich Anwender keine Sorgen um die Umgebungsbedingungen machen.

Zeit-, Platz- und Kostenersparnis sofort spürbar

Eine Stromversorgungslösung auf Basis der flexiblen FIEPOS-Produktfamilie ist ein entscheidender Schritt in Richtung durchgängige Dezentralisierung. Für die Anlagenplanung bedeutet das die derzeit größtmögliche Flexibilität. Daraus ergeben sich insbesondere in weitläufigen Anwendungen, mit langen Kabelstrecken, viele Vorteile. Es sind kürzere Leitungen und kleinere Leitungsquerschnitte möglich. Das spart Kosten für Kupfer und Installationsaufwand bei der Verkabelung. Durch den Wegfall der großen Schaltschränke entsteht zudem in der gesamten Anlage mehr Platz.

PULS baut die FIEPOS-Produktfamilie aktuell zu einem umfangreichen System aus, um möglichst allen Kunden eine passende, dezentrale Standardlösung anbieten zu können. Dabei steht der Stromversorgungshersteller im intensiven Austausch mit zahlreichen Unternehmen aus verschiedenen Industrien, wie der Intralogistik, Fabrikautomatisierung, Automobilindustrie, Prozessindustrie, dem Maschinenbau und mehr. □

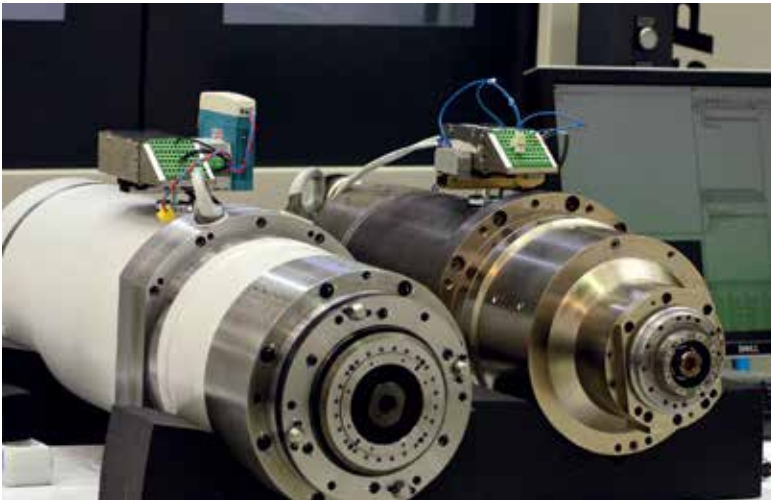


Plug & Produce lässt Maschinen miteinander agieren

PERFEKTES ZUSAMMENSPIEL

In der IT-Welt ist es längst normal: Plug & Play. Mit Plug & Produce sollen nun auch Maschinen und Module problemlos miteinander agieren und kommunizieren können. Die Zeit für die Umrüstung einer Produktion lässt sich so maßgeblich reduzieren. Die Forschung hat schon gute Lösungen, aber geschätzt dürfte erst die übernächste Generation der Maschinen Plug & Produce perfekt umsetzen.

TEXT: Dr. Barbara Stumpp für A&D BILDER: Fraunhofer IOSB; iStock, 123foto



Die zwei Motorspindeln zeigen die SecurePLUGand-WORK-Adapter, die natürlich in der Serie in die Spindel eingebaut sind. Damit kann die Spindel sich selbst beschreiben, sich der Maschine bekannt machen und die Maschine schneller in Betrieb gehen.

Immer kleinere Losgrößen wirtschaftlich zu produzieren verlangt häufiges Umrüsten einer Fertigungslinie. Meist geht diese einher mit Neuprogrammieren der Steuerungen und entsprechender Tests. Plug & Produce soll dies automatisch erledigen und den zeitlichen Aufwand der Inbetriebnahme deutlich senken. Volker Schnittler, Experte für Enterprise Resource Planning/PPS, Manufacturing Execution Systems bei VDMA weiß: „Plug & Produce ist relevant, wird aber noch nicht flächendeckend eingesetzt. Die Möglichkeit zum Retrofit ist für mich erfolgskritisch für dessen Gelingen. Und auch die Fertigungslinien weltweit kommunikationsfähig zu machen, ist ein Problem, da entsprechende Standards fehlen.“

Prof. Martin Ruskowski, Leiter des Forschungsbereichs Innovative Fabriksysteme am DFKI fügt hinzu: „Plug&Produce ist eine Vision. Probleme bereiten zum Beispiel die Anschlüsse der mechanischen Komponenten. Außerdem müssen die Produkte zwischen den Modulen bewegt werden.“ Und Patrick Bruder, Business Development Manager Automation bei Lenze, umreißt weitere Probleme: „Eine Voraussetzung für Plug & Produce ist die Module vom Hersteller mit einer Verwaltungsschale auszustatten. Dazu muss man noch Lücken in der Standardisierung schließen“. Verwaltungsschalen enthalten Daten wie Anschlussmaße, Betriebswerte und Fähigkeiten (Skills) eines Moduls und bilden außerdem die Basis des digitalen Zwillinges.

Ohne OPC UA läuft nichts

Als Brücke zwischen den Modulen bietet sich OPC UA an. Für eine einheitliche Darstellung der Informationen und deren Kompatibilität braucht man sogenannten Companion Specifications, abstrakte Modelle, die auf ein ähnliches Gerät/Anwendungsgebiet übertragbar sind. Dabei liefert OPC UA die Grammatik für

die Kommunikation zwischen den Maschinen, die Companion Specifications das Vokabular der jeweiligen Funktionsbeschreibung.

Um das Potential von Plug & Produce auszuloten, wurde eine Reihe Verbundforschungsprojekte gestartet. Unter der Koordination von Bosch arbeiteten Firmen im Projekt ReCaM (Rapid Reconfiguration of Flexible Production Systems through Capability-based Adaptation, Auto-configuration and Integrated tools for Production Planning) an einem wandlungsfähigen Produktionssystem mit verkürzten Fertigungszeiten und besser individualisierbarer Produkte mit reduziertem Zeitaufwand bis zur Inbetriebnahme. Erkenntnisse dieses Projekts flossen in Forschungsprojekte wie FluPro (Fluide Produktion) ein. Ziel ist ein menschenzentriertes, cyberphysisches Produktionskonzept für die Automobilproduktion zu entwickeln. Hierfür werden alle Produktionsmittel in ortsflexible Module aufgebrochen, um so dynamisch Maschinensysteme bilden und auflösen zu können.

Im Projekt BaSys 4.2 erforscht das Fraunhofer IESE gemeinsam mit 18 Partnern aus Forschung und Industrie das kontinuierliche Engineering von Fertigungsprozessen. Die Stillstandzeiten einer Anlage werden optimiert, sodass im Idealfall eine kontinuierliche Fertigung mit Losgröße 1 möglich ist. Dabei verteilt man den Fertigungsprozess nicht auf die SPS, sondern über Dienste, die von Orchestratoren basierend auf Produkt- und Prozessmodellen, aufgerufen werden.

Dr. Bernd Spiegelberger, COO von ITQ: „Bei BaSys 4.2 ist jedes Produkt durch sein eigenes Rezept beschrieben, für das eine Modulbibliothek zur Verfügung steht. Das Ändern dieser Rezepte ist einfacher als das Neuprogrammieren der SPS.“ Informationen über Produkte und Geräte werden in Verwaltungsschalen und

Im Showcase, der die Verpackung verschiedener Consumerprodukte simuliert, lassen sich die unterschiedlichen Module in einer Fertigungslinie flexibel miteinander verbinden.



deren Teilmodellen abgelegt. Fällt ein Gerät aus, können andere Produktionslinien mit Geräten mit gleichen Skills übernehmen.

Im Projekt ADAM (Autonom aDAptierende Maschinen) geht es um die Entwicklung eines autonomen Agenten für die selbstständige Anpassung von Maschinen. Diese autonomen Agenten werden mit der Maschine geliefert. Ändern sich die Anforderungen an die Maschine, adaptiert der Agent das Modul. Weiteres Potential zeigt die herstellerübergreifende Produktionsanlage der SmartFactory des DFKI: Sie ist fähigkeitsbasiert. Fehlt eine notwendige Fähigkeit, wird der Werker automatisch durch ein Assistenzsystem auf das fehlende Modul hingewiesen und optisch angeleitet, das zu beheben. Zum Einsatz kommt dabei ein neuer Steckverbinder, eine Schnittstelle für Energie und Kommunikation, eine Standardisierung fehlt noch. Ein ähnliches Konzept verfolgte auch das EU-Projekt SkillPro.

Reduzierter Umrüstaufwand

Zum Umrüsten einer Fertigungslinie müssen die einzelnen Komponenten in Module mit ihren Skills aufgeteilt werden. Das Produkt beziehungsweise dessen Rezept sagt, welche Skills nötig sind. Nach diesem Rezept wird die Produktionslinie dann mechanisch montiert. Anschließend müssen die Maschinen die Informationen austauschen und prüfen, ob sie den jeweiligen Vorgang ausführen können. Zusätzlich erfolgt eine Machbarkeitsprüfung. Dann wird getestet, ob die mechanischen Schnittstellen der Module zueinander passen. Alle diese Prüfungen erfolgen separat in jeder Maschine mithilfe von OPC-UA-Diensten.

2019 präsentierte Lenze dazu einen Showcase, der die Verpackung verschiedener Consumerprodukte simuliert, die unterschiedliche Module in einer Fertigungslinie benötigen. Die Skills

lassen sich flexibel miteinander verbinden. Hier finden sich Infeed, Pick & Place, Packaging, Paletizer und Outfeed als einzelne Maschinenmodule mit unterschiedlichen Skills. Für die Vernetzung der Maschinen in der Produktionslinie implementierte Lenze die Verwaltungsschalen im standardisierten Kommunikationsprotokoll OPC UA und der Companion Specification PackML.

Es gibt noch viel zu tun

„Was fehlt: jede Companion Spec bezeichnet eigene Datenpunkte, etwa für die Temperatur, und jede Spec-Arbeitsgruppe hat eine eigene Bezeichnung dafür. Wichtig wäre es, gleiche Datenpunkte branchenübergreifend gleich zu benennen“, bemängelt Dr. Olaf Sauer, Leiter Automatisierung und Digitalisierung am Fraunhofer IOSB. Auch sollte seiner Meinung nach Intelligenz mehr auf die Komponenten verlegt werden.

Ein Wunsch ist, dass Plug & Produce nicht nur firmenübergreifend, sondern auch global funktioniert. Gaia-X, ein Projekt zum Aufbau einer sicheren und vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur für Europa, soll das zumindest europaweit ermöglichen, um das Feld des industriellen IoT nicht den amerikanischen Anbietern zu überlassen.

Ralf Schubert, Geschäftsführer von Gerhard Schubert zieht Bilanz zum Stand der Dinge: „Jeder Maschinenbauer kocht sein eigenes Süppchen. Schubert hat sich an eine Norm angelehnt, damit zumindest die Chance größer ist, dass die Kunden unsere Begriffe akzeptieren.“ Dazu gibt es ca. 150 unterschiedliche Plattformen, bei Schubert hat man sogar seine eigene. Eine Datenverbindung von Maschine zu Maschine gibt es auch ganz selten und das wird dann immer spezifisch definiert. Meistens sind die Schnittstellen so einfach, dass man es nur über Signale macht. □





Prozessindustrie 4.0: Plug & Produce

Das modulare Anlagenorchester

Die Prozesstechnik in Basisprozesse aufteilen, diese als selbstständige Module umsetzen und daraus die Produktion zusammenbauen: Das soll die chemische Industrie effizienter und wettbewerbsfähiger machen.

TEXT: Dr. Barbara Stumpp für P&A **BILDER:** Bayer; Invite; iStock, avika

Sich ändernde Märkte, kürzere Produktlebenszyklen, hochspezialisierte Produkte und die Verknappung von Rohstoffen gaben den Anstoß, über eine modulare Prozesstechnik nachzudenken. Mit ihr lassen sich Kapazitäten leicht anpassen, und durch die Wiederverwendung modularer Komponenten reduziert sich das Investitionsrisiko. Startpunkt zur Entwicklung der modularen Produktion war das EU-Projekt F³ Factory (Flexible, Fast and Future Factory). 25 Firmen und mehrere Forschungsinstitute arbeiteten hier an einer modularen Plug-&-Play-Produktionstechnologie.

Wirtschaftlicher als Batchprozesse

Demonstriert hat man die Funktionalität der Lösungen an sieben Fallstudien, und die kontinuierlichen F³-Factory-Prozesse erwiesen sich als wirtschaftlicher, einfacher, robuster und anpassungsfähiger an wechselnde Prozessanforderungen als Batchprozesse. Basiselemente sind sogenannte Process Equipment Assemblies (PEA). Durch Wiederverwenden physikalischer Einheiten und Planungsleistung können die Kosten für den Anlagenbau problemlos um ein Viertel sinken.



Demonstrator bei Bayer: Modulare Anlagen sind hierarchisch aufgebaut.

Die fertige Anlage muss man dann nur konfigurieren und das Zusammenspiel der PEAs nach jedem Umbau in die Automatisierungslogik abbilden. Da aber die Produkte ein Eigenleben haben und die einzelnen Prozessschritte energetisch und stofflich gekoppelt sind, müssen die Prozessschritte von einem zentralen Leitstand koordiniert werden.

Modular heißt, dass jedes Modul ein eigenes Mini-Leitsystem hat. Der Datenaustausch dazwischen läuft über standardisierte Schnittstellen, bei einem Fehler kann das Problem auf eine Prozesseinheit reduziert werden. Das Hochskalieren und Umrüsten geschieht mit vorgetesteten Steuerungssystem-Programmen, was Planung, Installation und Inbetriebnahme beschleunigt.

Erste modulare Anlagen in Chemie und Pharma

Modulare Anlagen sind hierarchisch aufgebaut. Die Koordination der Abläufe und das Archivieren der Daten erfolgt herstellerneutral in einem Process Orchestration Layer (POL). Der Datenaustausch zwischen den PEAs und der POL geschieht dabei über OPC UA. Die für die Integration notwendige Information

bringt jede PEA in einem Module Type Package (MTP) mit. Durch austauschbare funktionale FEAs (Functional Equipment Assembly) kann eine PEA an besondere Anforderungen angepasst werden.

„Mit der Verfügbarkeit marktreifer Komponenten lassen sich nun auch erste modulare Anlagen in der chemisch-pharmazeutischen Prozessindustrie realisieren, die wir zur schnellen und flexiblen Reaktion auf Marktanforderungen dringend benötigen“, sagt Dr. Frank Stenger von Evonik, Vorsitzender des Arbeitsausschusses „Modulare Anlagen“ bei Processnet.

Die eigentliche Herausforderung sieht Henry Bloch, CFO des Start-ups Semodia, in der Kommunikation zwischen den modularen Prozesseinheiten: „Die modulare Produktion hier ist eine Herausforderung wegen der Kommunikation, da die Module verschiedener Hersteller fehlerfrei zusammenwirken und sich verstehen müssen.“ Semodia bietet hierzu Software zu Generierung und Editierung von MTPs an.

Die MTP-Technologie hat aber auch in Bestandsanlagen Potenzial. So hat

Evonik in diesem Jahr zusammen mit Engie, Siemens und Yokogawa erstmalig MTP-Standards in einer kommerziellen Industrieanlage in Singapur angewendet. Produziert wird DL-Methionin, eine synthetische Aminosäure.

Das Orchester benötigt einen Dirigenten

Vor Kurzem abgeschlossene Verbund-Projekte belegen die Vorteile modularer Anlagen bei kleiner bis mittelgroßer kontinuierlicher Produktion. Allgemeinere modulare Konzepte für mittelgroße bis große Produktionsstätten werden derzeit beispielsweise in der europäischen Enpro-Initiative (Energieeffizienz und Prozessbeschleunigung für die chemische Industrie) entwickelt. Zwei durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Projekte sind hier Orca und Modula.

In Orca werden Methoden und Konzepte für einen smarten Dirigenten erforscht, Demonstratoren erprobt und erste Erfahrungen gesammelt. „Einen Prozess zu orchestrieren bedeutet, aus einem Pool von modularen Prozesseinheiten die am besten geeigneten auszu-

Bei Invite wurde im Rahmen von Forschungsprojekten eine Demonstratoranlage für die modulare und mobile chemische Produktion errichtet.



wählen, sie miteinander zu vernetzen und das vorgegebene Rezept an die aktuellen Randbedingungen so anzupassen, dass sicher und ressourceneffizient produziert werden kann“, erklärt hierzu Prof. Dr. Leon Urbas, Koordinator des Projekts und Wissenschaftler an der TU Dresden.

Die Rezepte sprechen die modularen Prozesseinheiten über deren Dienste-Schnittstellen an und nicht mehr auf Signalebene. Die schiere Menge an Daten, die dabei gehandhabt werden muss, wird mit der Kapselung der Funktion in Dienste um das zehnfache bis 100-fache reduziert – das verringert den manuellen Engineering-Aufwand deutlich und die vorher manuellen Schritte lassen sich fast vollständig automatisieren.

Sind die modularen Prozesseinheiten informationstechnisch erfasst, lassen sich viele Prozessvarianten in kurzer Zeit vergleichen. Auf diese Weise kann man unter Berücksichtigung von Energie- und Ressourceneffizienz Anlagen einfacher auslegen und optimieren. Damit befasst sich das Projekt Modula. Hier geht es um die Spezifikation eines durchgängigen Informationsmodells, um die Informationen von Modulen und

Anlagen im gesamten Lebenszyklus verfügbar zu machen.

Die Ergebnisse des Projekts stellen somit einen wichtigen Baustein auf dem Weg zum digitalen Zwilling dar. „Die Anwendungen sind vielfältig. Mit einem durchgängigen Informationsmodell lassen sich beispielsweise viele Alternativen für eine modulare Anlage in kurzer Zeit vergleichen“, berichtet Dr. Marcus Soemers, Projekt-Koordinator bei Aixcape. Dabei kann man auch Informationen von Modulherstellern berücksichtigen und energie- und ressourcenschonende Anlagen effizienter auslegen beziehungsweise optimieren.

Prozess-Orchestrierung statt Leitsystem

„Orchestrierungssysteme übernehmen die zentrale Rolle einer überlagerten Steuerung der Services der Module und damit des Gesamtprozesses. Modular-enabled-Prozessleitsysteme sind damit eine wichtige Brücke in die Welt der modularen Automation, da sie alle Optionen von klassisch bis voll modular unterstützen“, beschreibt Gero Lustig, Global Business Manager Life Science bei ABB, die Vorteile des Konzepts.

Alle Informationen über den aktuellen Zustand der Anlage sind auf dem HMI des Orchestrierungssystems verfügbar, auch wenn die Automation verteilt in den Modulen erfolgt. Das Orchestrierungssystem muss so auch die wesentlichen Merkmale eines Prozessleitsystems aufweisen und ist entscheidend für den Wirkungsgrad der Anlage.

ABB hat eine Lösung für eine Modularisierung mit Plug-&-Produce-Fähigkeiten entwickelt, und ein Pilotprojekt mit Bayer läuft derzeit. Die neue Lösung erlaubt die nahtlose Integration verschiedener vorhandener Systeme, was Stillstände bei der Implementierung verkürzt. Die Integration eines intelligenten Moduls in das Orchestrierungssystem dauert nur noch Stunden statt Tage.

Es gibt aber noch eine Herausforderung: Beim Modulwechsel erlischt nach dem momentanen Recht die Genehmigung. Die Berechtigung aller möglichen Variationen der Module einzuholen ist viel zu aufwendig. Im Projekt Orca wird deshalb eng mit den zuständigen Ministerien und genehmigenden Behörden zusammengearbeitet, um neue Konzepte für eine Rahmengenewerung auszuarbeiten, die alle Ansprüche erfüllen. □

Interview über die Umsetzung der Modularisierung

„Fit für Plug & Produce werden“

Der Treiber für die Modularisierung und Plug & Produce sind geringere Kosten, schnellere Time-to-Market und Flexibilität hinsichtlich Losgröße 1. Doch wie lassen sich diese Konzepte möglichst effektiv umsetzen? Martijn Theunissen, Leiter Global Application & Support Team und Patrick Bruder, Global Business Development Manager Automation bei Lenze, erläutern im Gespräch mit A&D, worauf Maschinenbauer und Endkunden achten müssen.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Christian Vilsbeck, A&D **BILDER:** Lenze

A&D: Wer profitiert eigentlich besonders vom Plug & Produce Konzept?

Theunissen: Am meisten profitiert der Maschinenbetreiber von Plug & Produce, weil er Maschinen in einer Linie effizient und schnell zusammenbauen kann. Und zunehmend zwingen die Produktionsbetriebe die Maschinenbauer, ihre Maschinen schneller und mit geringerem Auf-

wand in die Produktionsinfrastruktur zu integrieren. Darum müssen Maschinenbauer ein Plug & Produce Konzept entwickeln, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

ist. Ein großes Thema ist der mit bis zu 30 Prozent sehr hohe Anteil an den Integrationskosten einer Produktionslinie. Diesen Aufwand und diese Kosten wollen wir reduzieren. Natürlich haben Maschinenbauer am Anfang erstmal Mehraufwand und Investitionskosten für eine Plug & Produce Fähigkeit ihrer Maschinen. Das rechnet sich dann aber mit jeder

Datenkommunikation und die Softwareebene. Und hier fokussieren wir auf die von der Plattform Industrie 4.0 definierte Administration Shell – der sogenannten Verwaltungsschale. Jede Maschine und Anlage werden als ein Asset gesehen, das über bestimmte Skills verfügt. Skills beschreiben die Funktionalität und die Fähigkeit einer Anlage oder Maschine. Der Anwender gibt über die Skills wählbar nur noch an, welche Arbeitsschritte an den Produkten durchzuführen sind. Wie die Maschinen das dann intern machen, kann dem Anwender sozusagen „egal“ sein. All diese Punkte müssen aber standardisiert und umgesetzt werden. Hier kommt dann auch die Kommunikation über OPC-UA ins Spiel.

Ist das finale Ziel von Plug & Produce, mechatronische Module einfach per Plug & Play zusammenstellen zu können mit automatischer Konfiguration und Kommunikation?

Theunissen: Genau! Unsere Vision bei Lenze ist, keine übergeordnete Steuerung mehr zu benötigen und dass sich alle Module, Maschinen und Anlagen automatisch unterhalten und abstimmen. Ist hier ein Teil fertig geworden, so weiß die Anlage, welcher Schritt als nächstes auf welcher Maschine notwendig ist. Bis das standardisiert ist und ohne hohen Integrationsaufwand funktioniert, werden natürlich noch viele iterative Schritte in Zukunft notwendig sein.



„Wir unterstützen Plug & Produce vollumfänglich von der Planung über das Engineering bis hin zur Umsetzung.“

Martijn Theunissen
Global Head of Application & Support, Lenze

wand in die Produktionsinfrastruktur zu integrieren. Darum müssen Maschinenbauer ein Plug & Produce Konzept entwickeln, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Und was ist mit den initialen Mehrkosten für das Konzept?

Bruder: Wir arbeiten sehr intensiv mit Maschinenbetreibern und Maschinenbauern zusammen und wissen genau, warum Plug & Produce für sie von Interesse

Integration in die Komplettanlage immer wieder. Weil das ständige erneute Validieren der Schnittstellen der Maschinen wegfällt, wenn der Plug & Produce Standard erfüllt wird.

Beziehen sich die bis zu 30 Prozent Implementationskosten auf die Connectivity- und Kommunikationsebene?

Theunissen: Ja, denn schlussendlich geht es um standardisierte Connectivity, die

„Durch den hohen Abstimmungsaufwand der verschiedenen Maschinenlieferanten werden bis zu 30 Prozent einer Anlageninvestition für Integrationskosten eingesetzt. Da gibt es ein sehr hohes Optimierungspotenzial.“

Patrick Bruder
Global Business Development Manager Automation, Lenze



In der Praxis sind wir aber noch weit weg von Plug & Produce. Was sind aus Ihrer Sicht die „Haupthinderungsgründe“?

Bruder: Neben dem flächendeckenden Einsatz von OPC-UA ist vor allem für die Etablierung der Administration Shell noch viel Arbeit zu erledigen. Natürlich muss auch die mechanische Konnektivität gegeben sein, denn wie kommt sonst das Produkt von A nach B? Hier etabliert sich aber zunehmend die Robotik zum Überwinden von Hürden und für die notwendige Flexibilität.

Theunissen: Vor allem die Flexibilität wird Robotern eine entscheidende Rolle als Medium für den Materialtransport verleihen. Der Roboter erhält einfach die Information „hole Produkt X an Position A ab und bringe es an Position B“. Und wie er das dann wieder macht und was er alles kann, wissen die benachbarten Maschinen über seine Skills. Und beim nächsten Produkt oder beim nächsten Rezept erledigt der Roboter die Aufgabe dann eben anders, weil er es an eine andere Maschine übergeben muss. Notwendig ist hierfür natürlich eine auf Standards basierende Kommunikation.

Über welche Standards sind denn diese Skills beschrieben?

Bruder: Es gibt bis dato noch keinen Standard auf Maschinenebene, der Skills definiert - die aktuellen Companion Specs wie Pack ML für Verpackungsmaschinen sind aber schon mal ein großer Schritt in

Richtung standardisierter Kommunikation. Die Standards müssen aber für alle Industriesegmente die Administration Shell mit den Skills definieren, um Plug & Produce zu realisieren. Erst dann können alle Maschinen und ganze Produktionslinien über OPC-UA und den zugehörigen Companion-Specs ihre Skills austauschen, sich miteinander unterhalten und selbst abstimmen. In den Gremien arbeiten wir mit Hochdruck daran. Neben Pack ML gibt es erste Versionen der Companion Specification „OPC UA Robotics“ für selbstbeschreibende Roboter und „OPC-UA Vision“ für die Beschreibung von Bildverarbeitungssystemen. Auch Euromap, die OPC-UA Companion Specification für ein einheitliches Informationsmodell bei Kunststoff- und Gummimaschinen ist schon weit fortgeschritten. Die Textilindustrie fängt ebenfalls an, sich Gedanken über standardisierte Beschreibungsmodelle zu machen.

Was muss ein Maschinenbauer beachten, um fit für Plug & Produce zu sein?

Bruder: Standards, Standards und nochmal Standards! Er muss auf jeden Fall OPC-UA implementieren und auf die zugehörigen Companion Specifications setzen. Die weitere Standardisierung muss von den Maschinenbauern vorangetrieben werden. Außerdem sollte er seine Maschine möglichst modular aufbauen, um flexibel auf die neuen Anforderungen reagieren zu können.

Welche Rolle spielt Lenze, wenn es um Plug & Produce geht?

Bruder: Wir unterstützen OEMs und Maschinenbetreiber in der Umsetzung von Plug & Produce-Konzepten! Der Maschinenbauer hat das Know-how über die Administration Shell und Lenze unterstützt bei der Umsetzung von Skills und die Implementierung von OPC-UA nebst zugehörigen Companion Specifications. Wir sind nicht nur in den wichtigen Standardisierungsgremien und Arbeitsgruppen dabei, sondern haben auch die Erfahrung und die Technologien für die Umsetzung von Plug & Produce. Als Lenze sind wir der richtige Automatisierungspartner für unsere Kunden.

Theunissen: Wir setzen uns sehr stark damit auseinander, was Maschinenbauer und -betreiber jetzt beschäftigt und womit sie verstärkt in Zukunft kämpfen. Hierfür bieten wir eine Automatisierungsplattform, die voll auf die zukünftige Anforderungen von Plug & Produce zugeschnitten ist. Wenn Sie hier nach unserer Automatisierungsplattform fragen, dann fokussieren wir uns auf Steuerungssysteme inklusive Software, Safety, IO-Systeme, Visualisierung, Servotechnik und unsere Antriebstechnik. Aber diese Komponenten sind nur ein Mittel zum Zweck, um Kunden optimal und vollumfänglich von der Planung über das Engineering bis hin zur Umsetzung der Modularisierung und Plug & Produce zu unterstützen. □

Modularität in der Produktionstechnik

Wie granular darf es sein?

Maschinen- und Anlagenbauer, die einen konsequenten modularen Ansatz verfolgen, sind oft besonders erfolgreich. Lesen Sie Schlussfolgerungen aus den Erfahrungen von Maschinenbauern und wie sie die Modularisierung ihrer Produkte möglichst effizient gestalten. In diesen Konzepten spielen die Schnittstellen eine zentrale Rolle.

TEXT: Jakob Dück, Harting BILDER: Harting; Stock, piranka

Das Prinzip der Modularität lässt sich am besten an den Lego-Bausteinen erklären. Aus wenigen Grundbausteinen und definierten Verbindungselementen lassen sich zahllose Objekte erzeugen. Diese Herangehensweise hat sich in der Industrie auch für Produkte mit wesentlich höherem Komplexitäts- und Variabilitätsgrad etabliert: Typisch ist die Plattform-Strategie der Autoindustrie, nach der nicht nur Motoren, Getriebe und Fahrachsen, sondern ganze Chassis als skalierbare Module für Autos unterschiedlicher Modelle, Typen und sogar Marken Verwendung finden.

Auch in der industriellen Steuerungs- und Antriebstechnik können Systeme wie SPS, IPC, HMI und Antriebskomponenten aus einzelnen „Scheiben“ oder mehreren Remote-I/O-Blöcken maßgeschneidert für die jeweils zu automatisierende Maschine oder Anlage angepasst werden. Sie können im weiteren Einsatz ohne großen Aufwand erweitert oder abgeändert werden.

Es lässt sich einwenden, dass die Modularisierung bei komplexen, industriell gefertigten Produkten sowohl technisch als auch wirtschaftlich oft nur deshalb erfolgreich sein kann, weil diese tausend- (Industriesteuerungen) oder gar millionenfach (Automobil) gebaut werden. Doch kann Modularisierungsansatz auch dann erfolgreich sein, wenn bestenfalls ein paar Hundert Maschinen eines Typs pro Jahr gebaut werden?

Die Antwort muss ja lauten. Es gibt im Maschinenbau derzeit keine Alternative zur Modularisierung, wenn man typische Anforderungen im Markt der Fertigungssysteme betrachtet:

- Gefordert wird eine hohe Variabilität der Produktionssysteme, die es ermöglicht, eine größere Bandbreite von

Produkten auch in kleinen bis mittleren Stückzahlen zu fertigen. Dazu müssen die Anlagen skalierbar sein und Optionen für die nachträgliche Erweiterung hinsichtlich Kapazität und Ausbringung bieten. Stand früher die Netto-Produktivität im Vordergrund, achten Maschinenbaukunden heute verstärkt auf Variabilität und Erweiterbarkeit. Anders gesagt: Nicht „hochgezüchtete“ Anlagen für die Erzeugung von Komponenten in hoher Stückzahl sind gefragt, sondern solche, mit denen sich unterschiedliche Produkte in kleiner bis mittlerer Stückzahl flexibel herstellen lassen.

- Der Wettbewerb im Maschinenbau zwingt die OEM von Produktionssystemen, ihre Business-Modelle zu erweitern. Im B2B-Markt reicht es nicht mehr, gute Produkte zu entwickeln, diese an die Betreiber zu verkaufen und dann auf Service- und Wartungsaufträge zu warten! Früher oft angewandte TCO-Modelle zur Wirtschaftlichkeit von Investitionen werden immer häufiger durch LCC-Modelle (LCC = Life Cycle Costs / Lebenszykluskosten) erweitert. Damit lassen sich neue Businesskonzepte inklusive Wartungs-, Service, Retrofit-Leistungen (z.B. „Predictive Maintenance“) sehr transparent anbieten. Die wachsende Nachfrage nach Subskriptionsmodellen auf Kundenseite bestätigt den übergreifenden Trend. Für die OEM ist es auch wirtschaftlich sinnvoll, sich nutzen- und service-orientierten Modellen zuzuwenden. Lag im Jahr 2018 die durchschnittliche Marge beim Neumaschinengeschäft bei 5,4%, war diese Marge mit über 40% im Service-Geschäft um ein Vielfaches höher (Branchenbericht „Maschinenbau in Deutschland“, Commerzbank). Zudem ist die Nachfrage nach Service bei weitem nicht so zyklusabhän-



- gig wie die nach Maschinen!
- Gerade bei hochpreisigen Investitionsgütern ist es für den Anwender oft wesentlich wirtschaftlicher, bestehende Maschinen zu erweitern oder einzelne Aggregate oder Subsysteme zu erneuern, als in eine komplette Neuanschaffung zu investieren.
 - In einigen Abnehmerbranchen des Maschinenbaus hat sich die Erwartung verbreitet, dass Maschinen-Module und Sub-Systeme unterschiedlicher Anbieter sich ohne zusätzlichen Aufwand in eine zusammenhängende Produktionslinie verbinden lassen – ohne dass daraus technische oder wirtschaftliche Nachteile entstehen.

Alle diese Anforderungen lassen sich sowohl technisch als auch betriebswirtschaftlich sehr effizient nur dann „unter einen Hut“ bringen, wenn die Produktionssysteme konsequent modularisiert und vernetzt als „smarte“ Systeme in unterschiedlichen Ausbaustufen angeboten werden. ID-Consulting, München, hat vor kurzem in der Studie „Modularisierungsstudie 2018/2019“ durch Zahlen belegt, dass Modularisierung im Maschinenbau eine überdurchschnittlich erfolgreiche Strategie ist: Modularisierung der Produkte treiben den Unternehmenserfolg.

Aus den Erfahrungen mit Harting Kunden sollten OEM bei der Entscheidungsfindung im Für und Wider des modularen Ansatzes folgende generelle Fragen erst positiv beantwortet werden:

- Die gesamten geschätzten Aufwände für eine neue durchgängig modulare Produktgruppe oder -familie werden maximal so hoch sein, dass sie im für die Branche

üblichen Zeitrahmen und unter Annahme der Worstcase-Marktentwicklung plausibel eingespielt werden;

- Die technischen Herausforderungen der angedachten Aufteilung der Maschine oder Anlage auf einzelne Module mit Übergängen und Schnittstellen sollten von allen beteiligten Fraktionen (Mechanik, Elektrik, Sicherheitstechnik) als generell machbar bewertet werden;
- Alle am künftigen Leistungserbringungsprozess beteiligten betrieblichen Funktionen – Entwicklung & Konstruktion, Projektierung & Vertrieb, Fertigung & Montage, Dokumentation, Service & After-Sales Dienste, Supply Chain & Marketing-Kommunikation sollten bereit sein ihre Arbeitsweise an dem modularen Konzept der Maschinen auszurichten und diese sowohl innerbetrieblich, als auch beim Kunden zu „leben“.

Wie weit sollte man eine Maschine oder Anlage in Module aufteilen und welche generelle Vorgehensweise ist zu empfehlen? Die eigentliche Genialität bei den Lego-Bausteinen liegt nicht in den Bausteinen selbst, sondern in den Verbindungen zwischen ihnen. Diese bestimmen die mögliche Granularität



der Aufteilung, sind aber auch der einschränkende Faktor für die Verbindung von Bauteilen. Vergleichbar verhält sich es bei den Schnittstellen einzelner Module einer Maschine oder Anlage: Die Interfaces gewährleisten das stimmige „Zusammenfügen“. Sie gewährleisten zugleich das einwandfreie zweckmäßige Funktionieren eines Produktionssystems, einer einzelnen kompakten Maschine ebenso wie einer ganzen Produktionslinie. Somit ist die Kernfrage der Modularisierung: Wie grenzt man die Bausteine eines „Gesamtsystems“ voneinander ab?

Harting empfiehlt für die Festlegung der Grenzen zwischen den elektrischen und elektromechanischen Power-, Signal-, Daten- und Kommunikation-Interfaces folgendes Vorgehen:

- Zuerst sollte das Ausgangs-System nach Funktionen geordnet betrachtet werden: Key-Funktionen, die die Kernkompetenz des OEM widerspiegeln; Grundfunktionen (z.B. Träger – oder Transportsysteme), die sich über das gesamte System erstrecken, und Add-On- oder Hilfs-Funktionen, die eher dem allgemeinen Stand der Technik entsprechen und für den OEM zweitrangig sind. Ein gewisses Over-Engineering bei den Maschinen-Modulen, in denen sich die eigenen Kernkompetenzen bündeln, ist immer von Vorteil und daher auch empfehlenswert;
- Danach sollten die Funktionen in Module zusammengefasst werden – aber nur so granular wie nötig; hier sollten möglichst alle Aspekte der möglichen Optimierungseffekte und der notwendigen Ausrüstungsvarianz – sowohl auf Hersteller- als auch auf Anwender-Seite – Berücksichtigung finden. Auch gilt es, möglichst viele Stufen der Leistungserbringung entlang des Maschinenlebenszyklus und/oder länderspezifische Besonderheiten der

Kundenanforderungen einzubeziehen.

- Danach sollten für alle nicht weiter „teilbaren“ Elemente der Maschine – Sensoren, Aktoren, HMI, Antriebe und weitere –, die elektrische / elektronische Leistungs-, Signal- oder Daten-Anbindung benötigen, die funktionelle Relevanz für das jeweilige neu definierte Maschinenmodul beurteilt und diese am besten graphisch dargestellt werden. Desweiteren müssen die Elemente im Sinne der „typischen“ Automatisierungspyramide einem entsprechenden Layer zugeordnet werden sowie alle erforderlichen Interfaces für die Anbindung von Einzelelementen den jeweiligen Maschinenmodulen sind zugeordnet aufzulisten.

Matrixbetrachtung der Modularisierung

Ergebnis ist eine Matrix-Sicht mit allen angedachten Modulen des künftigen Systems. Sichtbar wird auch die hierarchische Anordnung der Elemente mit zugehörigen Schnittstellen inklusive Relevanz für eines oder mehrere Maschinen-Module. Der Vorteil eines solchen Vorgehens ist, dass eine Grundlage für die Bewertung der Machbarkeit, der technischen Risiken und der erforderlichen Auslegung von Schnittstellen erhält. Darüber hinaus schafft man für sich selbst Transparenz durch Gewichtung der Bedeutung der Module für das künftige System. Aus der Aufstellung können alle beteiligten Fraktionen sowie weitere Festlegungen und Schritte für die Entwicklung der Module und Prozesse abgeleitet werden.

Die Matrixbetrachtung hilft auch bei der Entscheidung, wie weit die Steuerung einer modularen Maschine oder Anlage zen-



Werkzeugmaschine mit Key- und Add-On-Modulen als Teil einer Produktionslinie

tral oder dezentral ausgelegt werden sollte. Unsere Beobachtungen zeigen, dass:

- Systeme mit hoher Variabilität der Ausrüstungen in den Key-Funktionen bei großer räumlicher Ausdehnung eher konsequent mit dezentralen I/O-Systemen ausgestattet werden;
- bei kleineren hoch-variablen Systemen kombinierte Strukturen gewählt werden: bei diesen Anlagen ist die Steuerung der Key- und Grund-Funktionen zentral angelegt; Zusatz-Funktionen werden je nach Komplexität entweder zentral (einfache Funktionen) oder dezentral (mit komplexen Schnittstellen) gesteuert;
- bei kleineren Systemen und/oder einfachen Systemen mit geringer Variabilität eine rein zentrale Steuerung technisch einfacher und wirtschaftlich sinnvoller ist.

Bei der Entscheidung für eine Struktur ist zu beachten, dass bei zentralen Systemen zwar in der Regel geringere Kosten für Komponenten bzw. Materialien anfallen. Dafür erhöht sich allerdings der Kosten- und Ressourcen-Aufwand sowohl für die Fertigung als auch für den Aufbau beim Endkunden. Erweiterungen und Nachrüstungen können zudem zeit- und kostenintensiver werden, das gleiche gilt für Service und Instandhaltung.

Positiv aus OEM und Endanwendersicht ist, dass alle modernen Steuerungs-, Antriebs- und HMI-Systeme es ermöglichen, die physikalische Ebene vollständig von den logischen Ebenen zu trennen. Das gilt sowohl für besonders schnelle und präzise Abläufe als auch für hochsensible sicherheitsrelevante oder auch verkettete Systeme. Die (fast) absolute Freiheit durch Modularisierung der Produktionssysteme wird entscheidend

durch die Schnittstellen geprägt. Dazu hält die Technologiegruppe Harting Lösungen und Produkte für alle Arten von Power-, Signal- oder Daten-Schnittstellen bereit, die...

- immer auf die benötigten Anforderungen (elektrische, EMV-Eigenschaften) der Übertragungsstrecke kostenoptimiert auslegbar sind;
- sowohl in den technischen Parametern als auch hinsichtlich Größe und Anzahl an jedem Maschinen-Modul stufenweise skalierbar sind;
- unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Kontaktierung, Montage- und Schutzart sowie Material erfüllen und alternative Übertragungsmedien wie Lichtwellenleiter und Druckluft integrieren können.

Modularisierung unverzichtbare Grundlage

Eine konsequente Modularisierung auf Grundlage der gezielten Optimierung aller Kosten und Leistungserbringungs-Prozesse im gesamten Lebenszyklus ermöglicht den OEMs die Fertigung von Maschinen nach Baukastenprinzip – mit erheblich geringerem Kosten- und Zeitaufwand. Zugleich erhöht die Strategie den Spielraum für kundenspezifische Konfigurationen.

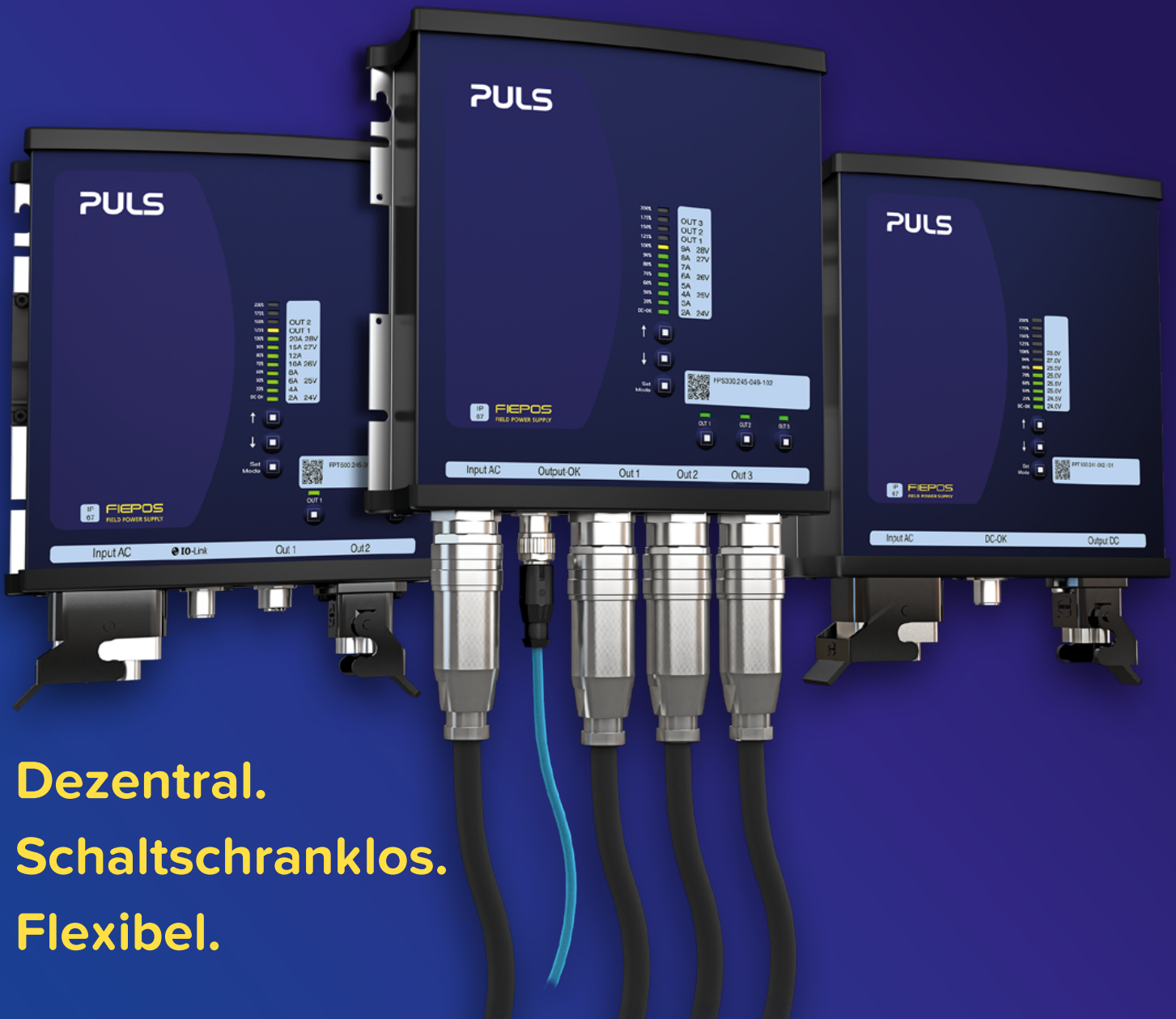
Auch die Anwender profitieren von der Modularisierung, denn sie erhalten eine kosten- und anforderungsoptimierte und zugleich transparent ausgelegte Maschine. Harting stellt Lösungen für alle Interfaces bereit, die in der modernen Steuerungs-, Antriebs-, HMI- und Kommunikationstechnik für Produktionssysteme notwendig sind, um die Modularisierung ohne funktionelle Einschränkungen durchzuführen. □

FIEPOS

FIELD POWER SUPPLY

Stromversorgungssysteme

1-phasig, 3-phasig, 300W oder 500W



Dezentral.
Schaltschranklos.
Flexibel.

IP54 – IP67 Gehäuse | Optionale Strombegrenzung
Umweltfreundliches Design ohne Verguss | Große Variantenvielfalt