

# Automatisierung im Life Cycle modularer Anlagen

Welche Veränderungen und Chancen sich ergeben

In Verfahrenstechnik und Anlagenbau werden zunehmend Konzepte zur Standardisierung der Modularisierung diskutiert. Dies hat weitreichende Auswirkungen auf das Engineering und den Betrieb der Anlagen. Der Beitrag zeigt die Einflüsse eines modularen Anlagen-Designs auf den Lebenszyklus einer Anlage von der Planung über den Betrieb bis zur Demontage. Grundlage der Ausführungen sind die Arbeiten des Namur Arbeitskreises 1.12 „Anforderungen an die Automatisierungstechnik durch die Modularisierung verfahrenstechnischer Anlagen“.

**SCHLAGWÖRTER** Modularisierung / Life Cycle / Automatisierungstechnik

## **Automation in the lifecycle of modular process plants – Modularisation – Which Consequences arise for automation?**

Standardisation and modularisation are intensively discussed in the Process Industries. Introducing these concepts will dramatically change plant engineering processes as well as plant operation strategies. This paper shows the impact of a modular plant design to the plant life cycle from engineering over the operation to disassembling. Basis of the paper are the discussions within the Namur working group 1.12

**KEYWORDS** modularisation / life cycle / automation

**MICHAEL OBST**, Technische Universität Dresden  
**THOMAS HOLM**, Helmut-Schmidt-Universität  
**STEPHAN BLEUEL**, Sanofi-Aventis  
**ULF CLAUSNITZER**, Merck  
**LARS EVERTZ**, RWTH Aachen

**TOBIAS JÄGER**, Helmut-Schmidt-Universität  
**TOBIAS NEKOLLA**, Evonik Industries  
**STEPHAN PECH**, BASF SE  
**STEFAN SCHMITZ**, Bayer Technology Services  
**LEON URBAS**, Technische Universität Dresden

**M**it dem Ziel einer drastischen Reduzierung der Zeitspanne zwischen Produktidee und Markteinführung [1] entstehen aus der Verfahrenstechnik heraus neue Anlagenkonzepte auf Basis modularer Anlagenkomponenten. Neben kürzerer Projektierungsdauer liefern diese Konzepte einen erheblichen Gewinn an Flexibilität. Die Automatisierungstechnik ist gefordert, diese Entwicklung zu unterstützen. Darüber hinaus sollte die Automatisierungstechnik in dieser Entwicklung Vorreiter und Innovator werden, zumal viele der notwendigen Entwicklungen sich in konventionell errichteten Anlagen als Wettbewerbsvorteil nutzen lassen.

Während sich im klassischen Anlagenbau eine Vielzahl an Standards etabliert hat, fehlen für den modularen verfahrenstechnischen Anlagenbau – besonders im Bereich der Automatisierung – passende Rahmenbedingungen. Dabei schreitet die Entwicklung des modularen Anlagenbaus auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik immer weiter voran. Es darf nicht passieren, dass die Automatisierungstechnik die Einführung modularer verfahrenstechnischer Anlagen behindert. Dabei ergeben sich durch die Modularität der Anlage für Lieferanten und Betreiber und für beteiligte Servicepartner neue Herausforderungen und Chancen, zum Beispiel durch die Erweiterung bestehender und Einführung neuer Geschäftsmodelle.

Für eine breite Anwendung modularer Anlagen sind allerdings Mindestanforderungen an die Standardisierung der Automatisierung erforderlich, um mittelfristig die Flexibilität der Produktionsanlage zu akzeptablen Kosten zu erhalten. Die Entwicklung und Anwendung von Automatisierungskonzepten für modulare Anlagen ist von der weiteren Entwicklung des Anlagenkonzepts durch die Verfahrenstechnik und von der Nachfrage durch die Industrie abhängig. Hier sind die Hersteller und Serviceanbieter der Automatisierungsbranche gefordert, passende Anwendungen und Dienstleistungen zu entwickeln sowie weitere Impulse zu liefern. Dies sollte in Abstimmung zwischen Verfahrenstechnik, Apparatechnik und Automatisierung geschehen.

## 1. DER MODULBEGRIFF

Modularität wird im Allgemeinen als Aufteilung eines Ganzen in definierte, meist standardisierte Elemente verstanden. Die einzelnen Elemente, die Module, agieren dabei über Schnittstellen miteinander [2]. So eingängig diese Definition ist, so unterschiedlich kann sie ausgelegt werden.

In [3] wird ein Modul unter Verwendung der Definition aus der Konstruktionslehre [4] als eine Kombination von Bausteinen definiert. Neben der domänenspezifischen Betrachtung, finden sich bei der Variation der Granularität weitere Moduldefinitionen [10].

In der Prozessindustrie ist der Begriff somit nicht eindeutig definiert. Dieser Beitrag stellt zunächst den Modulbegriff aus Sicht des Namur AK 1.12 und der Prozessindustrie dar. Unter einem Modul wird in diesem Zusammenhang eine funktionale Einheit, zum Beispiel Teilanlage, verstanden, die geschlossen eine technische Funktion ausführen kann (vergleiche hierzu auch die NE33 [5]). Ein Modul besteht somit aus Apparaten und deren Verrohrung und Verkabelung. Es weist Montagestrukturen auf und beinhaltet automatisierungstechnische Hardware und gegebenenfalls auch Software. In der praktischen Umsetzung entspricht dies einer heute bereits verfügbaren Package Unit.

Ein solches Modul ist in ein übergeordnetes Prozessleitsystem (PLS) zu integrieren. Dieses Leitsystem ist Bestandteil des Backbone, in welchem sich darüber hinaus die Anschlüsse für Hilfsenergie und weitere Ein- und Ausgangsstoffe für die modulare Anlage befinden. Der Backbone stellt somit die Infrastruktur der Anlage dar. Er kann dabei als eine Halle, in welcher sich die Anschlüsse, Schaltraum und Leitwarte befinden, oder auch selber als modulare Einheit konzipiert sein.

## 2. ANLAGEN LIFE CYCLE

Das Namur Arbeitsblatt 35 [6] bildet ein Vorgehensmodell für die Durchführung der leittechnischen Projektierung für verfahrenstechnische Anlagen ab. Darin werden En-

gineeringtätigkeiten erläutert, ihnen bestimmte Methoden zugeordnet und ihre zeitliche Abfolge in Phasen vorgenommen. Es gliedert sich in die drei Hauptbereiche Projektierung, Qualitäts- und Projektmanagement. Die Projektierung beinhaltet insgesamt sieben Phasen, die jeweils ein bestimmtes Ziel in Hinblick auf die Realisierung einer technischen Anlage verfolgen. Dabei liegt der Fokus auf der Planung der Errichtung einer technischen Anlage. Darüber hinaus definiert beispielsweise das Process Plant Engineering Activity Model, PPEAM [7] die gesamte verfahrenstechnische Planung, die Betriebsphase und die Demontage einer Anlage. Zusammenfassend ergeben sich somit die in Bild 1 dargestellten vier Phasen: Planung, Errichtung, Betrieb inklusive Umbauten sowie Demontage. Anhand dieser Phasen werden im Folgenden die Einflüsse des modularen Anlagendesigns diskutiert.

### 3. PLANUNG

Die Planung der modularen verfahrenstechnischen Anlage ist geprägt durch die konstruktive Zusammenarbeit des Anlagenplaners, des Entwicklers und/oder späteren Betreibers der Anlage sowie den Lieferanten der Apparate, Mess- und Stellgeräte. Diese Kooperation im Entstehungsprozess beeinflusst den späteren Betrieb der Anlage.

Diese Vorgehensweise erfordert ein Umdenken bei der Auswahl des einzusetzenden Equipments sowie der Beziehung zwischen Planer und Hersteller der verfahrenstechnischen Anlage beziehungsweise Module. Die Nutzung vorgefertigter Lösungen aus einem Katalog (siehe Bild 2 und 3) birgt aus verfahrenstechnischer und automatisierungstechnischer Sicht erhebliche Einsparpotenziale. Dem entgegen steht die verringerte Individualität und damit Auslegung der Anlage auf einen optimalen Arbeitspunkt.

Im Planungsprozess einer modularen Anlage kann sich das Risiko eines Missverständnisses bei der Auswahl des Moduls aus dem Katalog des Lieferanten erhöhen (unzureichende Erfüllung der Anforderungen). Wie in [8] beschrieben, erscheint es hilfreich, eine gemeinsame Sprache (Glossar) zwischen Lieferanten und Anlagenplaner zu finden, um Fehlinvestitionen zu vermeiden. Auch kann die Auswahl beziehungsweise Auditierung geeigneter Lieferanten hinsichtlich der Erfüllung firmenspezifischer Standards, beispielsweise Feldgerätetyp, sinnvoll sein.

Darüber hinaus kann sich eine erhöhte Abhängigkeit von den Lieferanten ergeben, die durch deren technische Kompetenz begründet ist. So genügt im zukünftigen Planungsprozess die Kenntnis einiger relevanter Kenngrößen zur Modulauswahl; dies schafft aber keinen tieferen Einblick in den Aufbau des Moduls. Daher ist insbesondere der Wegfall eines Lieferanten, zum Beispiel durch Insolvenz, bei der Lieferantenauswahl zu berücksichtigen und gegebenenfalls vertraglich abzusichern.

Selbst bei einer umfassenden Dokumentation hoher Güte wird der Planer mitunter gezwungen sein, den Lieferanten in die Maßnahmenbewertung der Risikoanalysen zur Produkt- und Anlagensicherheit einzubeziehen. Dies muss aus technischer Sicht kein Nachteil sein. In einigen Fällen müssen Teile des Produktionsprozesses gegenüber Lieferanten offengelegt werden. Dies erfordert ein erhöhtes Maß an Vertrauen zwischen Lieferant, Betreiber und Planer.

Innerhalb eines Moduls ist der Modulhersteller für den Aufbau des Automatisierungssystems verantwortlich. Bei der Zusammenstellung verschiedener Module zu einer Anlage ist die Automatisierungshardware innerhalb der Module also bereits vorgegeben. Auch Einzelsteuerungen und diverse Verriegelungslogiken können auf Modulebene bereits implementiert sein. Dies verringert den Planungs- und Implementierungsaufwand, setzt aber voraus, dass Module herstellerübergreifend kompatibel sind. Diese Forderung hat weitreichende Bedeutung für das Engineering eines Moduls. Die umfangreichen Aspekte der Interoperabilität der Module werden in [8] erläutert. Eine Bewertung wie sie beispielweise für Engineeringwerkzeuge [9] vorgeschlagen wurde ist hier ebenfalls von Nutzen.

Generell kann sich die Rollenverteilung zwischen (Modul-)Lieferant, Planer und Betreiber der Anlage verändern. Teile des Detail-Engineering lassen sich an den Modullieferanten auslagern. Der Betreiber oder Planer wird verstärkt die Aufgabe haben, verschiedene Module zu einem Gesamtsystem zu integrieren (Modul-Integrator). Der Planungsaufwand verringert sich dadurch, wie bereits beschrieben.

Im Gegensatz dazu wird der Planer bei Auswahl und Optimierung des Automatisierungssystems deutlich eingeschränkt. Dies setzt ein großes Vertrauen in den Lieferanten voraus, da unter anderem sicherheitsrelevante Funktionen vom Modulhersteller implementiert werden müssen, die sicherheitstechnische Verantwortung aber in der Hand des Anlagen- beziehungsweise Modulbetreibers bleibt.

### 4. ERRICHTUNG

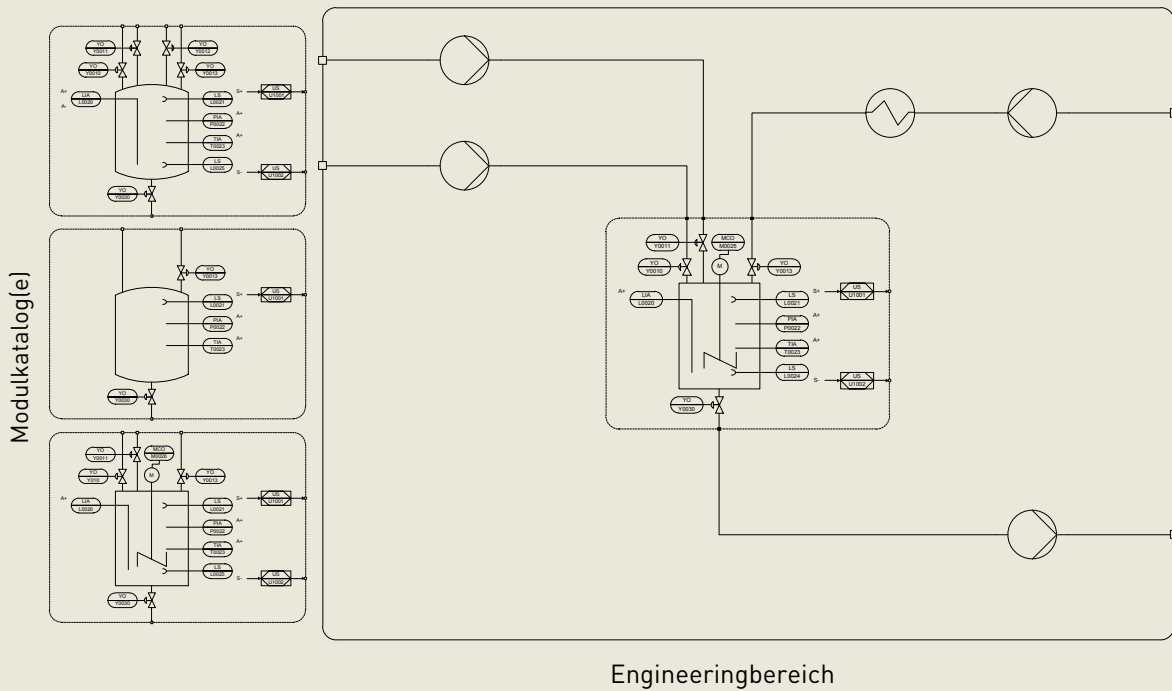
Die Errichtung und Montage eines Moduls liegt in der Verantwortung des Modulherstellers. Er kann die in seinem Katalog gelisteten Eigenschaften und Leistungsmerkmale des Moduls nach eigenem Ermessen realisieren und anbieten. Eine individuelle Konstruktion nach Vorgabe des Anlagenbetreibers kann zu einer verzögerten Modulbereitstellung und höheren Kosten führen. Nach Fertigstellung des Moduls wird die Erfüllung der Spezifikation innerhalb eines Factory Acceptance Test (FAT) überprüft. Soweit möglich, wird eine Leistungsfahrt des Moduls auf einem Teststand durchgeführt. Die Modultests liegen im Verantwortungsbereich des Modulherstellers und sind als Leistungsnachweis zu dokumentieren.

Dem FAT kommt bei der Errichtung einer modularen Anlage ganz besondere Bedeutung zu. Durch die zeitliche Straffung der Anlagenerrichtung müssen zahlreiche Aktivitäten in den FAT verlagert werden, um später keine Zeitverzögerungen zu erzeugen. Entsprechende Testumgebungen müssen von dem Modulhersteller vorgesehen werden. Dies bietet die Möglichkeit, Schwachstellen und Fehler bereits in der Umgebung des Herstellers und nicht erst auf der Baustelle zu erkennen. Durch Verlagern von Prüfungen in die Testumgebung des Modulherstellers lassen sich neben Zeit- auch Kostenvorteile und eine Risikominimierung für das Gesamtprojekt erzielen.

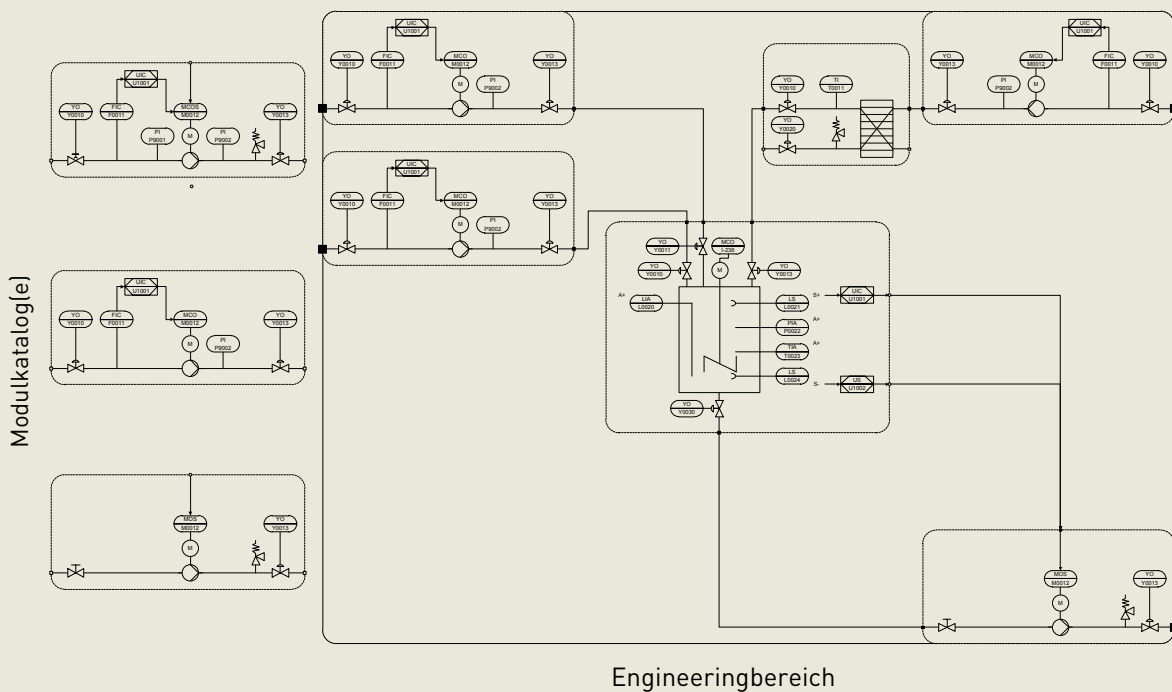
Besonderes Augenmerk ist auf die Schulung der Anlagenbediener und des Instandhaltungspersonals zu legen, da bei der späteren Inbetriebnahme nur ein verkürzter Zeitrahmen zur Verfügung steht. Die Modulhersteller sind hier ebenfalls gefordert, entsprechende Test- und



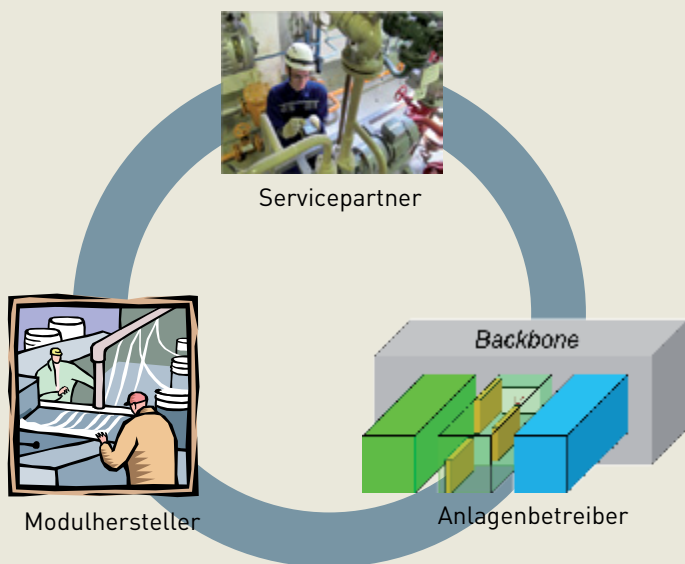
**BILD 1:** Phasen im Anlagen Life Cycle



**BILD 2:** Modulauswahl anhand Modulkatalog (Teil 1)



**BILD 3:** Modulauswahl anhand Modulkatalog (Teil 2)



**BILD 4:** Neue Geschäftsmodelle zwischen Modulhersteller und Betreiber

Schulungsmöglichkeiten vorzusehen. Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss auch die Umsetzung vereinbarter Service Level abgeschlossen sein, zum Beispiel müssen Ersatzteile bereitliegen.

Im Rahmen der Inbetriebnahme eines Moduls gilt es das vorher durch den Anlagenbetreiber gewählte Modul in die bestehende Infrastruktur eines Betriebsstandorts zu integrieren. Hierfür muss es aufgestellt und angeschlossen werden. Der Anschluss an die übergeordnete Infrastruktur erfolgt durch das Verbinden der vorher vereinbarten, idealerweise standardisierten Schnittstellen. Der Modullieferant und der Betreiber haben zu überprüfen, dass alle festgelegten und im FAT getesteten Schnittstellendefinitionen eingehalten wurden. Beim Anschluss werden auch die benötigten Informationen vom Modul an das übergeordnete Automatisierungssystem übertragen und umgekehrt. Dabei ist auf eine rückwirkungsfreie Einbindung in das Gesamtsystem zu achten. Eine automatisierte Überprüfung der Kompatibilität des Moduls zu der jeweiligen Andockstelle ist eine nützliche Zusatzfunktion.

Im Rahmen der Inbetriebnahme werden auch bei einem modularen Anlagenkonzept verschiedene Tests erforderlich sein. Zum einen gibt es übergreifende Funktionen der Module und zum anderen muss die Funktion des Backbones im Zusammenspiel mit den Modulen getestet werden. Insgesamt stehen für die Inbetriebnahme aber ein sehr viel kürzeres Zeitfenster und wenig Eingewöhnungszeit für das Betriebspersonal zur Verfügung. Ebenso liegt das technische Know-how beim Betreiber noch nicht vor und muss erst in der betrieblichen Praxis erlangt werden. Bei einer zeitminimierten Inbetriebnahme ist daher eine Unterstützung vor Ort durch den Modulhersteller nötig.

Zusammenfassend ergibt sich bei der Errichtung modularer Anlagen unter dem Aspekt Zeitminimierung eine starke Verschiebung von Aktivitäten in den Zeitbereich des FAT hinein. Die Modulhersteller sind gefordert, stärkere Unterstützung bei der Inbetriebnahme und Schulungskonzepte für Bediener und Instandhaltung zu einem frühen Zeitpunkt anzubieten. Eine große Herausforderung besteht für die Hersteller von Automatisierungssystemen, um die Grundlage für das notwendige Plug and Produce [8] der Systemkomponenten zu schaffen und damit zu verhindern, dass die Automatisierungstechnik modulare Anlagenkonzepte ausbremst.

## 5. BETRIEB INKLUSIVE UMBAUTEN

In einer klassisch errichteten Produktionsanlage ist die über Jahrzehnte gewonnene Betriebserfahrung in der Regel berücksichtigt worden. Beispiele hierfür sind die durchgängige Bedienung und Nutzung einheitlicher Geräte in den Anlagen. Hier wird es zwangsläufig zu Abstrichen kommen, da unterschiedliche Modulhersteller mit unterschiedlichen Erfahrungen aus den verschiedenen Anwendungsbereichen auch eine unterschiedliche Ausrüstung ihrer Module vornehmen werden.

Weiterhin sind die heutigen Geschäftsmodelle optimiert und ausgereift für klassische Anlagen. Für modulare Anlagen öffnen sich weitere Möglichkeiten der Zusammenarbeit, wie zum Beispiel durch Leasingmodelle für Module, Ersatzteilverhaltung und Life Cycle Management durch externe Servicepartner (siehe Bild 4). Dies bedeutet nicht, dass zwingend neue Geschäftsmodelle erforderlich werden. Es ergeben sich aber je nach Verteilung des Know-hows und der Ressourcen zwischen Modullieferant und Betreiber neue Möglichkeiten, um bestehende Geschäftsmodelle zu ergänzen.

Als Beispiel sei hier das Life Cycle Management im Rahmen der Instandhaltung angeführt, welches System-Updates oder auch den Gerätetausch am Ende der individuellen Nutzungsdauer umfasst. Neue Möglichkeiten ergeben sich bei größeren Instandsetzungsmaßnahmen durch Modultauch anstelle eines Komponentenwechsels. Dabei ist eine Kompatibilität auf Modulebene ausreichend. Selbstverständlich muss die Nutzung und die Instandhaltung eines Moduls lückenlos dokumentiert werden, um bei Tausch eines Moduls eine Checkhefthistorie mitgeben zu können.

Weiterhin muss der Modulhersteller für Schulungen über die Funktionalitäten der Module Personal zur Verfügung stellen. Dies gilt insbesondere für die Erstinbetriebnahme aber auch bei Bedarf in der nachfolgenden Zeit. Die Koordination dieser Schulungen für die jeweiligen Module obliegt dem Betreiber der Gesamtanlage.

Wie in [8] bereits ausgeführt, soll für die Gesamtanlage eine einheitliche Bedienung und Beobachtung ermöglicht werden. Durch Nutzung von Modulen unterschiedlicher Hersteller ist diese Einheitlichkeit aber oft nicht gewährleistet. Hier sind die PLT-Stellen mit dem jeweiligen Modulkennzeichnungssystem des Modulherstellers ausgestattet. Um dem Bedien- und Wartungspersonal Eingriffsmöglichkeiten zu geben, muss der Bezug zwischen örtlicher Kennzeichnung, innerhalb des Moduls und der Kennzeichnung im übergeordneten Automatisierungssystem bekannt gemacht werden. Gemäß [8]

erfolgt diese Zuordnung im übergeordneten Automatisierungssystem und ist auch von diesem zu dokumentieren.

## 6. DEMONTAGE

Bei der Demontage ist grundsätzlich zwischen der eines Moduls und der des Backbones, als Bezeichner für die eigentliche Anlage, zu unterscheiden. Wird ein Modul, als Teil einer Anlage, außer Betrieb genommen, ist der Abkoppelvorgang unabhängig von der anschließenden Nutzung des Moduls. Somit ist dieses Vorgehen auch bei Abkoppelvorgängen im Rahmen von Umbauten der Anlage zu beachten.

Grundsätzlich ist während und nach der Demontage eines Moduls auf Rückwirkungsfreiheit zu achten. Weder das mechanische, noch das datentechnische Entfernen des Moduls aus der Anlage darf die Funktionsfähigkeit der verbleibenden Anlage einschränken. Nach Abschluss des Demontagevorgangs eines Moduls muss die Anlage mit den verbliebenen Funktionalitäten wieder funktionstüchtig sein. Wenn identische Module im Rahmen eines Up- oder Downscale betroffen sind, sollte das Leitsystem in der Lage sein, den Abkoppelvorgang ohne Unterbrechung des Produktionsprozesses durchzuführen.

Durch die Anwendung von – vom heutigen konventionellen Anlagenbau – abweichenden Geschäftsmodellen ist es denkbar, dass ein Modul durch dessen Hersteller zurückgenommen, erneut eingelagert oder in andere modulare verfahrenstechnische Anlagen integriert wird. Dabei stellt sich die Frage nach dem Verbleib der im Modul gespeicherten Informationen. Um Know-how-Schutz zu gewährleisten, ist die Prozesshistorie innerhalb des Moduls zu löschen. Ein generelles und vollständiges datentechnisches Rücksetzen des Moduls ist allerdings nicht zielführend, da für eine weitere und über den aktuellen Gebrauch hinausgehende Instandhaltungsplanung alte Betriebszustände und Laufzeiten benötigt werden. Verglichen mit der Nutzung eines Gebrauchtwagens, werden hier weniger Informationen über genauen Ort, Insassen und Fahrten des Wagens benötigt werden. Wichtiger ist vielmehr, wie viele Kilometer mit dem Fahrzeug zurückgelegt wurden und welche Belastungen dabei auf den Wagen eingewirkt haben. Angewandt auf die Nutzung eines Moduls, müssen Informationen über die Nutzung eines Moduls, wie eingebrachte Stoffe, Oberflächenbeeinträchtigungen und Lastzustände dokumentiert werden.

Auch in Hinblick auf das übergeordnete Prozessleitsystem muss der datentechnische Abkoppelvorgang rückstandslos vonstattengehen. Nach der Entfernung eines Moduls dürfen keine Altlasten im übergeordneten Backbone zurückbleiben. Alte Bedienbilder, dem abgekoppelten Modul entsprechende Funktionsbausteine oder Rezeptfunktionen, sollten in einem dafür vorgesehenen Archivbereich abgelegt werden. Der Vorteil wäre eine vereinfachte erneute Anbindung des Moduls an die Anlage.

Neben der digitalen Reinigung muss das Modul auch chemisch gereinigt werden, um einen weiteren Einsatz zu gewährleisten. Der eigentlichen Demontage muss somit ein Reinigungsvorgang vorgeschaltet



# Die Referenzklasse für die Automatisierungstechnik

atp edition ist das Fachmagazin für die Automatisierungstechnik. Die Qualität der wissenschaftlichen Hauptbeiträge sichert ein strenges Peer-Review-Verfahren. Bezug zur automatisierungstechnischen Praxis nehmen außerdem die kurzen Journalbeiträge aus der Fertigungs- und Prozessautomatisierung.

Sichern Sie sich jetzt diese erstklassige Lektüre! Als exklusiv ausgestattetes Heft oder als praktisches ePaper – ideal für unterwegs, auf mobilen Endgeräten oder zum Archivieren.

*Wählen Sie einfach das Bezugsangebot, das Ihnen zusagt: als Heft, ePaper oder Heft + ePaper!*



atp edition erscheint in der DIV Deutscher Industrieverlag GmbH, Arnulfstr. 124, 80636 München

werden. Die Funktionalität und die Belieferung mit Lösungsmitteln und weiteren Hilfsmitteln, zum Reinigen des Moduls, müssen vom übergeordneten Leitsystem beziehungsweise von den dort angeschlossenen Modulen stammen. Kann oder soll die Reinigung eines Moduls nicht erfolgen, wird der ungereinigte Zustand in dem Modullogbuch hinterlegt.

Die Außerbetriebnahme des Backbones entspricht in Umfang und Qualität, dem einer konventionellen verfahrenstechnischen Anlage. Um Produktionschergen

rückverfolgbar zu gestalten ist es unter Umständen notwendig, über die Existenz der Anlage hinaus Prozesswerte und Zustände zu speichern. Auch hierfür könnte die Nutzung eines MES in Frage kommen.

#### AUSBLICK

Die Ergebnisse der Betrachtung von modularen verfahrenstechnischen Anlagen und deren Auswirkung

## AUTOREN

Dipl.-Ing. **MICHAEL OBST** (geb. 1985) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur für Prozessleittechnik an der TU Dresden mit den Schwerpunkten: Unterstützungssysteme für modulares Anlagenengineering, Lifecycle Cost Engineering und Fallbasiertes Schließen.

**Technische Universität Dresden,  
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik,  
Institut für Automatisierungstechnik,  
D-01062 Dresden, Tel. +49 (0) 351 46 33 21 62,  
E-Mail: michael.obst@tu-dresden.de**

Dipl.-Ing. **THOMAS HOLM** (geb. 1979) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur Automatisierungstechnik an der Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Hamburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind mechatronische Methoden im Anlagenbau und modulares Anlagen Engineering.

**Helmut-Schmidt-Universität /  
Universität der Bundeswehr, Hamburg,  
Professur für Automatisierungstechnik,  
Holstenhofweg 85, D-22043 Hamburg,  
Tel. +49 (0) 40 65 41 33 27,  
E-Mail: thomas.holm@hsu-hh.de**

Dipl.-Ing. **STEPHAN BLEUEL** (1965) ist Betriebs-technikleiter bei Sanofi-Aventis Deutschland GmbH. Des Weiteren hat er die Leitung des AF Leittechnik bei der IGR (Interessengemeinschaft Regelwerksverfolgung) und ist im AK1.12 der Namur aktiv.

**Sanofi-Aventis Deutschland GmbH,  
Industriepark Höchst, G680, D-65916 Frankfurt am  
Main, Tel. +49 (0) 69 30 58 30 96,  
E-Mail: stephan.bleuel@Sanofi.com**

Dipl.-Ing. **ULF CLAUSSNITZER** (geb. 1978) ist Senior Manager bei der Merck KGaA. Seine Gruppe ist für das EMSR-Engineering von Pilot- und Versuchsanlagen innerhalb der Verfahrensentwicklung verantwortlich.

**Merck KGaA,  
Frankfurter Str. 250, D-64293 Darmstadt,  
Tel. +49 (0) 6151 72 86 99,  
E-Mail: ulf.claussnitzer@merckgroup.com**

Dipl.-Ing. **LARS EVERTZ** (geb. 1987) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Prozessleittechnik der RWTH Aachen University. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Automatisierungskonzepte für modulare Anlagen, Dienstsysteeme in der Prozessleittechnik sowie Apps für die Leittechnik.

**RWTH Aachen University,  
Lehrstuhl für Prozessleittechnik,  
Turmstraße 46, D-52064 Aachen,  
Tel. +49 (0) 241 809 51 60,  
E-Mail: l.evertz@plt.rwth-aachen.de**

Dipl.-Wirt.-Ing. **TOBIAS JÄGER** (geb. 1984) ist Doktorand am Institut für Automatisierungstechnik der Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Modellassoziationen und Abhängigkeitsmanagement im industriellen Lösungsgeschäft für eine effiziente Gestaltung des Engineerings.

**Helmut-Schmidt-Universität,  
Holstenhofweg 85, D-22043 Hamburg,  
Tel. +49 (0) 40 65 41 36 63,  
E-Mail: tobias.jaeger@hsu-hh.de**

Dipl.-Ing. **TOBIAS NEKOLLA** (geb. 1961) ist PLT-Projektmanager für die internationale Anlagenplanung beim Servicebereich Process Technology & Engineering der Evonik Industries AG. Zusätzlich hat er leitende Funktionen im PLS-Fachreferat des Servicebereichs.

**Evonik Industries AG, TE-EN-E-A2,  
Rodenbacher Chaussee 4, D-63457 Hanau-Wolfgang,  
Tel. +49 (0) 61 81 59 40 43,  
E-Mail: tobias.nekolla@evonik.com**

auf die Automatisierungstechnik durch den Namur AK 1.12 werden derzeit in der geplanten Namur Empfehlung 148 festgehalten. Die NE148 soll Herstellern und Serviceanbietern der Automatisierungsbranche aufzeigen, wie die Automatisierungstechnik aus Sicht des Anwenders auf die Herausforderungen des modularen verfahrenstechnischen Anlagenbaus reagieren sollte. Hersteller und Serviceanbieter werden gefordert, passende Anwendungen und Dienstleistungen zu entwickeln sowie weitere Impulse zu liefern.

Dipl.-Ing. **STEPHAN PECH** (1979) arbeitet als Automation Engineer bei der BASF SE in Ludwigshafen. Die Schwerpunkte seiner Arbeit liegen im Bereich Manufacturing Operations Management.

**BASF SE,  
GTF/ED - M314, 67056 Ludwigshafen,  
Tel. +49 (0) 621 602 08 52,  
E-Mail: stephan.pech@basf.com**

Dr.-Ing. **STEFAN SCHMITZ** (geb. 1979) ist PLT-Projektmanager bei der Bayer Technology Services GmbH in Leverkusen. Neben seiner Tätigkeit als PLT-Projektleiter in der Anlagenplanung war er im F<sup>3</sup> Factory Projekt für das Automatisierungskonzept der modularen Demonstrationsanlagen von BTS verantwortlich.

**Bayer Technology Services GmbH,  
Kaiser-Wilhelm-Allee, D-51368 Leverkusen,  
Tel. +49 (0) 214 304 32 75,  
E-Mail: stefan.schmitz2@bayer.com**

Prof. Dr.-Ing. **LEON URBAS** (geb. 1965) ist Inhaber der Professur für Prozessleittechnik an der Technischen Universität Dresden. Seine Hauptarbeitsgebiete beim Engineering verteilter sicherheitskritischer Systeme sind Funktionsintegration, modellgetriebenes Engineering, Modularisierung, Informationsmodelle der Prozessindustrie und Middleware in der Automatisierungstechnik. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Gebrauchstauglichkeit von mobilen Informationssystemen für die Prozessindustrie, Analyse, Gestaltung und Bewertung von Alarmierungs- und Unterstützungssysteme sowie Methoden der Benutzermodellierung zur prospektiven Gestaltung von Mensch-Technik-Interaktion.

**TU Dresden,  
Institut für Automatisierungstechnik,  
D-01062 Dresden, Tel. +49 (0) 351 46 33 96 14,  
E-Mail: leon.urbas@tu-dresden.de**

Die Herausforderung in der Anwendung eines modularen Konzeptes im Anlagenbau wird allerdings auch bei den Betreibern zu Veränderungen führen. Der organisatorische Paradigmenwechsel wird je nach Geschäftsmodell zu Kompetenzwechseln führen, mittel- und langfristig wird ein Übergang von Know-how vom Anlagenbetreiber zum Servicebetreiber zu beobachten sein. Entscheidend sind dabei sicher auch die Wahl des Lieferanten und dessen Einbindung in das betriebliche Umfeld.

MANUSKRIPTEINGANG  
19.12.2012

Im Peer-Review-Verfahren begutachtet

## DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei den ehemaligen Mitgliedern des Namur AK 1.12 Markus Vogel und Andreas Bamberg, Andreas Bamberg, Hisham Mubarak und Markus Vogel für die tatkräftige Unterstützung im Arbeitskreis.

## REFERENZEN

- [1] Bott, T., Schembecker, G.: Die 50 %-Idee – Vom Produkt zur Produktionsanlage in der halben Zeit. Tandemvortrag ProcessNet Jahrestreffen 8. – 10.9.2009, Mannheim.
- [2] Schuh, G.: Produktkomplexität managen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München Wien, 2005.
- [3] Urbas, L., Doherr, F., Krause, A., Obst, M.: Modularisierung und Prozessführung. Chemie Ingenieur Technik 84(5), S. 615-623, 2012.
- [4] Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [5] NAMUR Empfehlung 33: Anforderungen an Systeme zur Rezeptfahrweise, 2003.
- [6] NAMUR Arbeitsblatt 35: Abwicklung von PLT-Projekten, 2003.
- [7] Früh, K., F. Maier, U.: Handbuch der Prozessautomatisierung, 3. Auflage, Oldenbourg Industrieverlag, München, 2004.
- [8] Urbas, L., Bleuel, St., Jäger, T., Schmitz, St., Evertz, L., Nekolla, T.: Automatisierung von Prozessmodulen. Von Package-Unit-Integration zu modularen Anlagen. atp edition - Automatisierungstechnische Praxis 54(1-2), S. 44-53, 2012.
- [9] Drath, R., Barth, M., Fay, A.: Offenheitsmetrik für Engineering-Werkzeuge, atp edition - Automatisierungstechnische Praxis 54(9), S. 46-55, 2012.
- [10] Katzke, U., Fischer, K., Vogel-Heuser, B.: Entwicklung und Evaluation eines Modells für modulare Automatisierung im Anlagenbau. In: Tagungsband PEARL Verteilte Echtzeitsysteme, S. 69-77, 2003.