



## DIMA – DEZENTRALE INTELLIGENZ FÜR MODULARE ANLAGEN

WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG  
Postfach 2880 · 32385 Minden  
Hansastraße 27 · 32423 Minden  
Telefon 0571/887 - 0  
Fax 0571/887 - 169  
E-Mail [info@wago.com](mailto:info@wago.com)  
Internet [www.wago.com](http://www.wago.com)

**WAGO**<sup>®</sup>

Nur mit wandlungsfähigen, modularen Anlagen kann die Prozessindustrie schnell genug auf die sich ändernden Marktanforderungen reagieren. Zur konsequenten Umsetzung eines modularen Anlagenbaus fehlt es derzeit aber noch an technischen Lösungen für die Automatisierung modularer Anlagen. Mit DIMA hat WAGO zur NAMUR-Haupt-sitzung 2014 einen Ansatz präsentiert, der den verfahrenstechnischen Anlagenbau revolutionieren kann.

**INHALT:**

- Bedarf: wandlungsfähige Produktion
- Lösung: Modularer Anlagenbau
- DIMA – die richtige Idee zur richtigen Zeit
  - Anlagenengineering in zwei Steps
  - Modul-Engineering – Erzeugung des MTP
  - Orchestrierung der Dienste mittels Batch
  - Visualisierung mittels SCADA-System
- Das MTP auf dem Weg in die Standardisierung
- Neuer Entwicklungsschritt
  - Modul-Engineering
  - Integrationsengineering
- Fazit

**BEDARF: WANDLUNGSFÄHIGE PRODUKTION**

Die Anforderungen, die der Markt an die prozessindustrielle Produktion stellt, haben sich in der vergangenen Dekade grundsätzlich verändert: schwankende Beschafungs- und Absatzmärkte sowie der steigende Bedarf an kundenspezifischer Spezialisierung der Produkte führen zu immer kürzeren Produktlebens- und Innovationszyklen, auch oder insbesondere bei chemischen Produkten. Heutige Produktionsanlagen können diesen Anforderungen nur schwer gerecht werden: Einer Veränderung der Produktionsmenge steht auf Basis konventionell gebauter Anlagen meist ein Verlust der Produktionseffizienz gegenüber. Neue Produkte werden darum heutzutage meist nur für zuverlässige Märkte eingeführt und neue, vielversprechende Technologien nur mit großer Verzögerung eingesetzt.

Insbesondere im künftigen Umfeld von Industrie 4.0 ist allerdings zu erwarten, dass sich die Trends von Globalisierung und Individualisierung weiter zuspitzen werden. Und verbunden damit auch die Anforderungen an die Flexibilität von Produktionsprozessen. Umso wichtiger ist es darum schon heute, Produktionssysteme zu ertüchtigen, indem Anlagen und Maschinen wandlungsfähig werden.

**LÖSUNG: MODULARER ANLAGENBAU**

Als ein Schlüssel zu mehr Flexibilität in der Produktion gilt seit mehreren Jahren der modulare Anlagenbau. Die Idee: Eine Gesamtanlage setzt sich aus mehreren autarken Anlagenmodulen zusammen. Ein Anlagenmodul bildet dabei jeweils einen oder mehrere standardisierte Produktionsschritte ab, und kann mit anderen Modulen zu einem kompletten Prozess kombiniert werden. Dazu werden alle Anlagenmodule an einen Backbone angeschlossen. Dieser Backbone versorgt die Module sowohl stofflich als auch informationstechnisch. Soll sich das Produktionsverfahren ändern, werden lediglich ein oder mehrere Module ausgetauscht. Die Produktionsmenge kann durch ein Numbering-up, also das Hinzufügen gleichartiger Module erhöht werden (Bild 1).

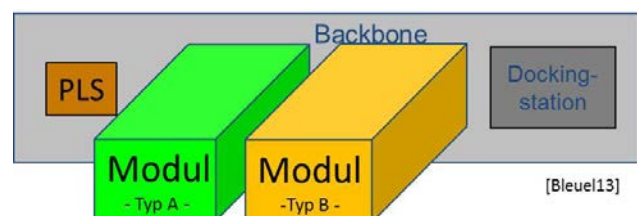


Bild 1

Der große Vorteil der Modularisierung einer Anlage liegt in ihrem verkürzten Engineering. Modulare Anlagen können effizienter geplant und gebaut werden, da ein Großteil des Engineering-Aufwands schon im Modul-Engineering stattfinden kann. Die Module müssen dann nur noch in das Automatisierungssystem, z.B. in das Prozessleitsystem, integriert werden. Betrachtet man allerdings etablierte Prozessleitsysteme, so lässt sich feststellen, dass diese für einen flexiblen Betrieb modularer Anlagen aktuell nicht ausreichend vorbereitet sind.

### ■ DIMA – DIE RICHTIGE IDEE ZUR RICHTIGEN ZEIT

Um zu demonstrieren, dass modulare Produktionsanlagen auch auf Basis bestehender PLS-Funktionalitäten zu realisieren sind, hat WAGO in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Dresden und der Helmut-Schmidt-Universität-Hamburg eine neue Methode erarbeitet: DIMA. DIMA (Dezentrale Intelligenz für Modulare Anlagen), zeigt die konsequent modulare und dezentrale Automatisierung einer modularen verfahrenstechnischen Produktionsanlage – und das unter Berücksichtigung sowohl technischer als auch organisatorischer Aspekte. Zur NAMUR-Hauptsitzung im November 2014 hatte WAGO die DIMA-Methodik vorgestellt. Im Folgenden werden die DIMA-Methodik und der aktuelle Status quo ihrer Umsetzung dargestellt.

### ANLAGENENGINEERING IN ZWEI SCHRITTEN

Bei Nutzung der DIMA-Methodik stellt ein Modul dem übergeordneten Prozessleitsystem seine verfahrenstechnische Funktion als Dienst zur Verfügung. Es nimmt damit die Stellung eines Serviceanbieters ein. Die vom Modul angebotene Dienstleistung kann vom Prozessleitsystem abgerufen werden, welches damit ein Servicenutzer ist. DIMA bedient sich damit des in der IT schon lange bekannten und bewährten Paradigmas der Service Orientierten Architektur (SOA).

Die Module verfügen im Rahmen von DIMA über eine eigene Intelligenz. Jedes Modul wird dazu mit einer eigenen Steuerung ausgestattet, die dazu dient, die Dienste auszuführen und den Modulstatus ständig zu überwachen. Das Modul ist dadurch intrinsisch sicher.

Die Integration mehrerer Module und ihrer Services in eine Gesamtanlage wird als Integrations-Engineering bezeichnet. Die Engineering-Prozesse des Modulherstellers (Modul-Engineering) und Anwenders (Integrations-Engineering) sind voneinander entkoppelt: Der Modullieferant projiziert zunächst das Modul und generiert das MTP. Der Anlagenbetreiber nutzt die virtuelle Beschreibung des Moduls im Integrations-Engineering und projiziert die Gesamtanlage (Bild 2).

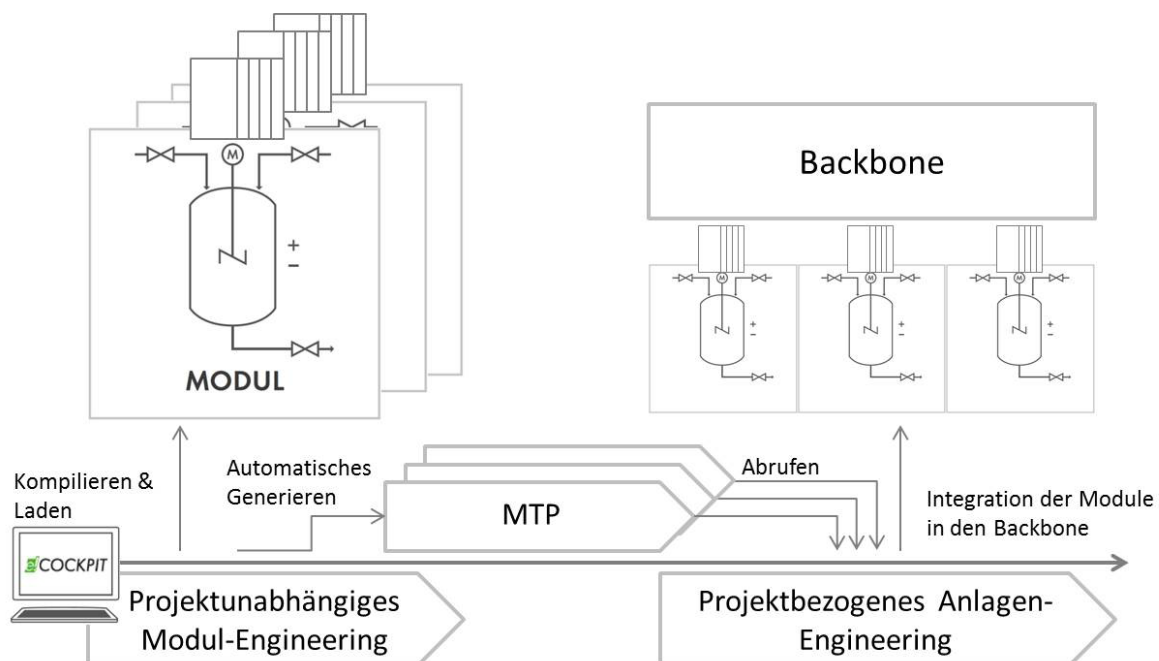


Bild 2

## MODUL-ENGINEERING – ERZEUGUNG DES MTP

Im Modul-Engineering werden Aufgaben fällig, die zuvor typischerweise während des Engineerings des Prozessleitsystems umgesetzt wurden:

- HMI-Funktionalität: Erzeugung und Festlegen der Daten zur Anzeige und Bedienung der Operator-Bedienbilder im PLS
- Prozessführung: Definition der Prozessfunktion und Zustandsinformationen zur fehlerfreien und wunschgemäßen Abarbeitung der angeforderten Dienste.

Zur Nutzung dieser Modul-Funktionalitäten müssen während des Integrations-Engineering folgende Aspekte und Aufgaben realisiert werden:

- Netzwerk-Engineering mit dem Ziel der Abbildung des physikalischen Kommunikationssystems
- Realisierung von Teilen der Koordinierungs- und Prozedursteuerung zum zeitgerechten Abrufen und Überwachen (Orchestrierung) der Moduldienste
- HMI-Engineering zur Generierung der während des Modul-Engineering vorbereiteten Bedienbilder

Der Planungs- und Entwicklungsprozess des Moduls beinhaltet u.a. die Erstellung des Programms der Modulsteuerung.

Dabei wird Information erarbeitet, welche auch zur Integration des Moduls in das PLS benötigt wird. Es liegt also nahe, diese Information direkt aus dem Quellcode der Modul-SPS heraus zu generieren. Damit die zur Integration notwendige Information des Modul-Engineerings an das PLS übertragen werden kann, wird diese in einem Informationsträger, dem sogenannten Modul Type Package (MTP) gespeichert. Die benötigte Information wird so während des Integrations-Engineerings abrufbar und verwendbar.

## ORCHESTRIERUNG DER DIENSTE MITTELS BATCH

Durch Kombination mehrerer Module in einer Anlage, entsteht die Notwendigkeit, die Dienste der Module in eine geordnete Folge zu bringen. So muss zum Beispiel bei einem kontinuierlich betriebenen Reaktionsprozess das Anfahren des Reaktors mit dem Vorlegen der Ausgangsprodukte abgestimmt werden.

Um die Dienste modulübergreifend orchestrieren zu können, ist die Kenntnis der aktuellen Zustände, wie beispielsweise Run, Stopp oder Fehler und entsprechender Zustandsübergänge notwendig. Diese Information wird durch die dezentrale Intelligenz eines jeden Moduls ermittelt und über eine Kommunikationsschnittstelle übermittelt.

Wie beschrieben, werden die von den Modulen zur Verfügung gestellten Funktionen als Dienste gekapselt. Ein Reaktormodul mit einem Mixer, könnte demnach beispielsweise den Service *Vermischen* anbieten. Da die Edukte in den Reaktor einzufüllen sind, wird vom Reaktor des Weiteren der Service *Befüllen* angeboten, der sich je nach Anzahl und Benennung der Einfüllstutzen in z.B. *BefüllenA* und *BefüllenB* unterscheiden kann. Verfügt der Reaktor über ein Heizsystem, kann ebenfalls der Dienst *Heizen* ausgeführt werden. Der entsprechende Parametersatz zu diesem Service sind die Zieltemperatur, die Haltezeit und eventuell vorgesehene Regelparameter.

Das Bringen der Dienste in die wunschgemäße Reihenfolge wird in DIMA durch Nutzung von Batch-Werkzeug-Funktionalitäten ermöglicht. Das Funktionsspektrum einer Produktionsanlage wird dann im Batch-Werkzeug mit Hilfe mehrerer Modelle visualisiert. Ein Modul wird dabei als Unit dargestellt, die vom Modul angebotenen Dienste als sog. Grundfunktion (engl.: Phase). Das Modul kommuniziert somit direkt mit dem Batch-Werkzeug und erhält von dort den Befehl zum Ausführen eines Dienstes. Hat das Modul die Ausführung des Dienstes korrekt abgeschlossen, meldet es dies als Status *Completed* des ISA-S 88 Zustandsmodells.

## VISUALISIERUNG MITTELS SCADA-SYSTEM

Der Forderung nach Bedien- und Beobachtbarkeit des über mehrere Module verteilten Prozesses wird durch den Einsatz eines SCADA-Systems (als Teil eines PLS oder als Stand-Alone-System) Rechnung getragen. Die zentrale Herausforderung ist hierbei zum einen die automatische Bedienbilderstellung zum anderen die Realisierung eines einheitlichen „Look and Feel“ der modularen Anlage.

Da der Modulhersteller für die Planung, den Aufbau und die Programmierung des Moduls verantwortlich ist, fertigt er ebenfalls das Bedienbild des Moduls an. Kenntnis der Bedienbibliothek des übergeordneten Systems hat er zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht. Dennoch muss sichergestellt werden, dass eine Funktion (z.B. die Darstellung einer Temperatur) im Leitsystem immer gleich dargestellt wird (Bild 3).

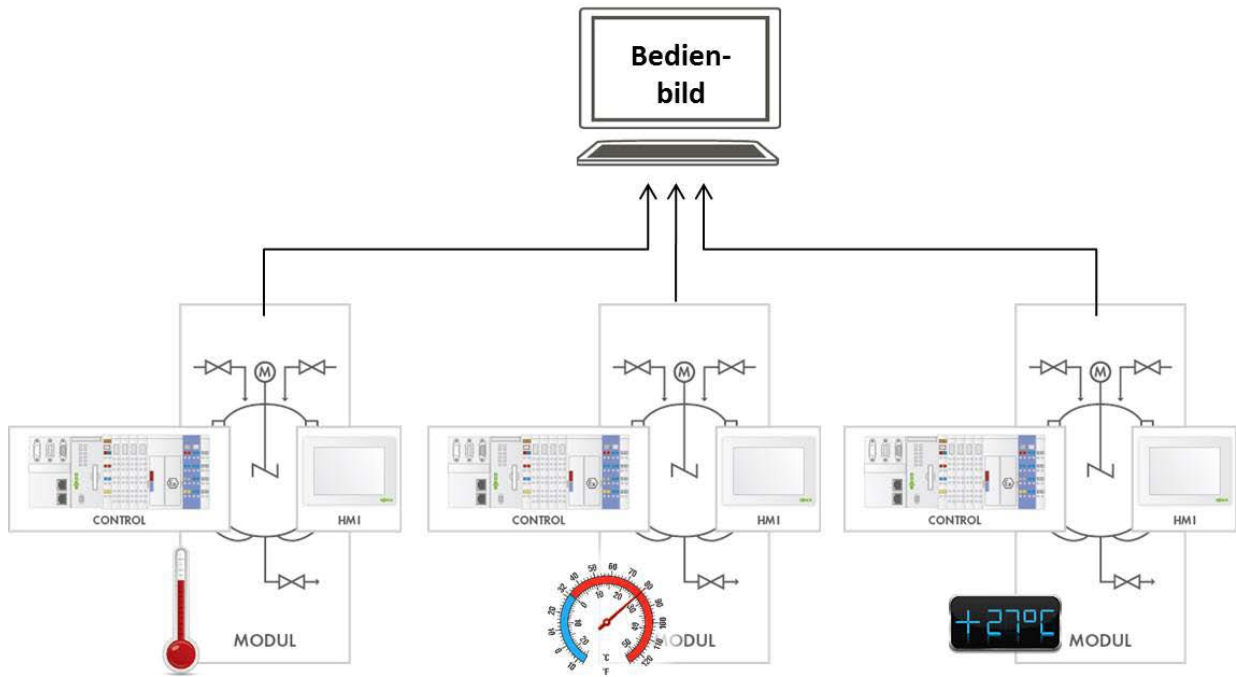


Bild 3

Zur Übersetzung der modulspezifischen Bedienbilder in solche mit projekteinheitlichem „Look and Feel“, müssen die Bedienbilder in einer darstellungsunabhängigen Beschreibungsvorm vorliegen. Diese Beschreibung enthält die Information zur Bedeutung des Bedienelementes sowie zu dessen Lage und Größe (Bild 4).

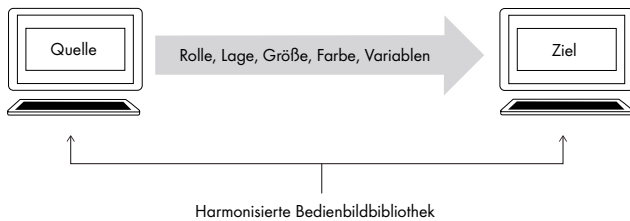


Bild 4

Diese Information ist durch einen Algorithmus zugänglich, der die projektabhängigen Bedienelemente in gewünschter Darstellung und Lage auf das Bedienbild des Zielsystems setzt und mit den entsprechenden Variablen für die Kommunikation mit der Modul-SPS verknüpft. Die Nutzung dieses rollenbasierten Bibliothekskonzepts bedingt, dass die Bibliothek sowohl im Engineering-Tool des Modulherstellers als auch im Zielsystem vorliegt. Eine entsprechende Bibliothek wird zurzeit von NAMUR und ZVEI erarbeitet.

### DAS MTP AUF DEM WEG IN DIE STANDARDISIERUNG

Im Anschluss an die NAMUR Hauptsitzung 2014 ist DIMA von den Gremien der NAMUR und des ZVEI

übernommen und weiterentwickelt worden. Ziel der Zusammenarbeit ist die Verabschiedung einer NAMUR-Empfehlung. In vier regulären und drei Ad-hoc Arbeitskreisen beteiligen sich mehr als 20 Firmen daran, den prototypischen DIMA-Methodik in den Bereichen Prozedursteuerung/Batch, Visualisierung und Diagnose näher zu spezifizieren (Bild 5).

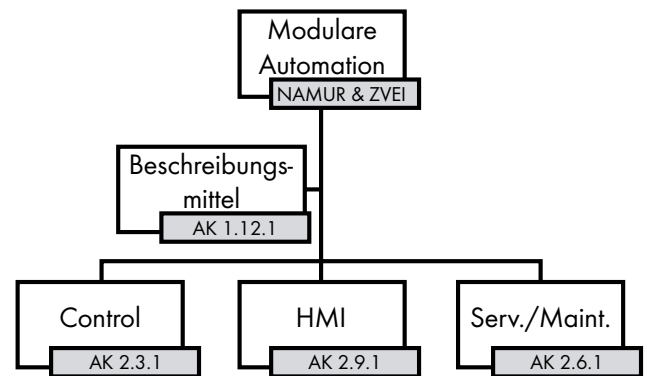


Bild 5

Die Arbeitskreise beschäftigen sich mit spezifischen Integrationsaspekten. Das Thema der Beschreibungsmittel wird dabei für alle Aspekte gesondert betrachtet. Damit ist eine strikte Trennung von Inhalt und Darstellung gewährleistet.

Das im Rahmen von DIMA entwickelte Module Type Package (MTP), das als Informationsträger zur Modul-

integration dient, steht im Fokus der Standardisierungs-  
bemühungen.  
Auf Basis der bisherigen Standardisierungsarbeit von  
NAMUR und ZVEI setzt es sich aus mehreren Dateien

MTPs dar und ist gleichzusetzen mit seinem Inhaltsver-  
zeichnis. Die *InstanceHierarchy* dieser AML-Datei bein-  
haltet mehrere Säulen. Die Säule *Communication* bildet  
sämtliche Kommunikationsvariablen in der gewählten

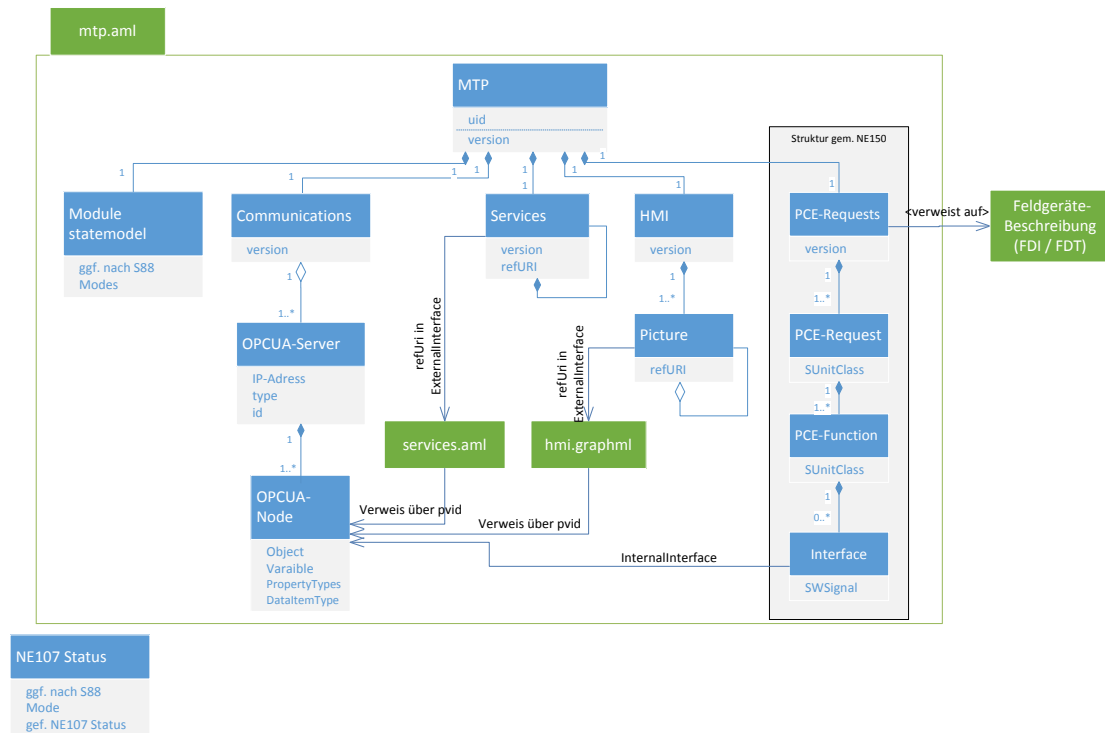


Bild 6

zusammen und wird aktuell mit AutomationML (AML) ab-  
gebildet. Die unterschiedlichen Integrationsaspekte sind  
dabei im MTP logisch voneinander getrennt. Was den  
Vorteil hat, dass sich die Aspekte unabhängig voneinan-  
der betrachten lassen und somit separat weiterentwickelt  
werden können.  
Die erste Datei *mtp.aml* (Bild 6) stellt den Startpunkt des

Kommunikationstechnologie ab. Weitere Säulen sind be-  
reits für die Beschreibung der implementierten *Services*  
sowie der *Bedienbilder* entstanden. In Zukunft können  
hier noch weitere Aspekte hinzugefügt werden. Die In-  
halte der Säulen *Services* und *HMI* verweisen jeweils auf  
eine separate AML-Datei innerhalb des MTPs, in der die  
entsprechenden Inhalte abgebildet sind (Bild 7 und 8).

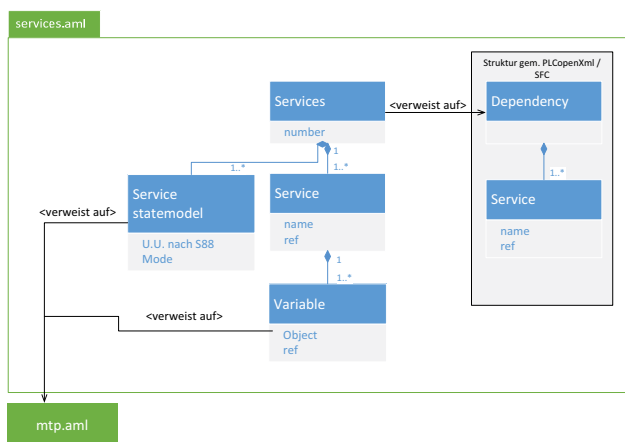


Bild 7

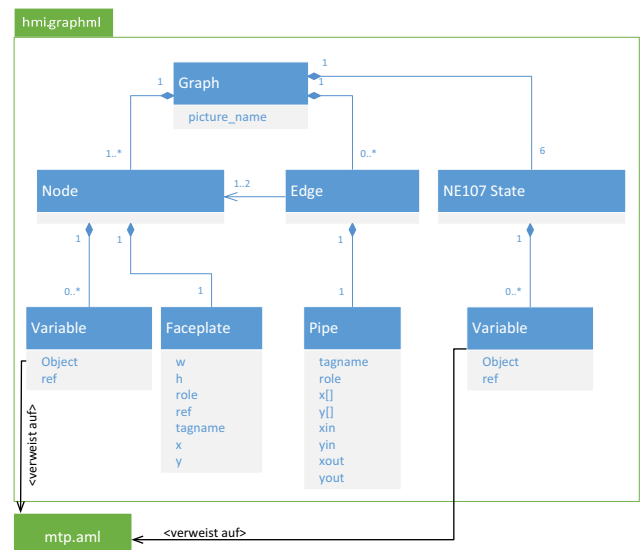


Bild 8

## NEUER ENTWICKLUNGSSCHRITT

Parallel zu den Arbeiten von NAMUR und ZVEI hat WAGO weiter an der technischen Umsetzung von DIMA gearbeitet. In Kooperation mit COPA-DATA hat WAGO das MTP in das Prozessleitsystem zenon von COPA-DATA integriert und eine prototypische Anlage entwickelt.

Die prototypische Anlage setzt die Anforderungen der Prozessindustrie an eine dezentrale Automatisierung modularer Anlagen im Labormaßstab um. Die Anlage besteht aus vier Modulen: *Mischen*, *Destillieren*, *Filtern* und *Abfüllen*. Im Prozess, den die Anlage abbildet, werden entsprechend zwei Edukte in der Mischstation vermischt, ihr Produkt danach durch Destillation getrennt und das Destillat anschließend bei Auftreten von Ausflockungen gefiltert und abschließend in handliche Gefäße abgefüllt.

Alle vier Module sind sternförmig an einen Backbone angeschlossen. Dieser versorgt die Module mit elektrischer Energie und Druckluft zum Schalten der Aktoren.

## MODUL-ENGINEERING

Wie in der DIMA-Methodik vorgesehen, basiert auch die prototypische Anlage auf der Verwendung von MTPs.

Das Modul-Engineering aus automatisierungstechnischer Sicht gliedert sich dabei im Wesentlichen in vier Phasen:

1. Konfiguration und Parametrierung der Automation:  
Hier profitiert das Engineering von Daten vorgelagerter Software-Werkzeuge. So können bspw. Stationsaufbauten, Anschlussidentifikationen, Adresszuordnungen sowie Variablenbezeichnungen aus Planungswerkzeugen wie z.B. *Eplan* übernommen werden.
2. Applikationsentwicklung:  
Auf Basis der importierten Daten werden automatisch eine Programmhierarchie und entsprechende Variablenlisten erzeugt. Diese verwendet der Benutzer zur Programmierung einzelner Funktionen und Dienste des Moduls.
3. Bedienoberflächen erstellen:  
Ergänzend zu den Programmen werden Bedienbilder unter Nutzung von Templates erarbeitet und mit Variablen aus der Applikation verknüpft (Bild 9).



Bild 9

4. Modulkonfiguration:  
Nach Fertigstellung des Modul-Engineerings wird das MTP generiert. Dazu beschreibt der Benutzer die Metadaten des MTP (Hersteller, Version, Bild, Beschreibung) und wählt die Dienste (bspw. Temperieren) und Bedienbilder aus.

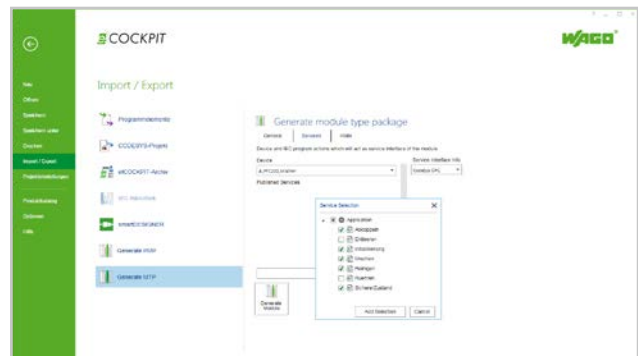


Bild 10

Das Engineering-Werkzeug *e!COCKPIT* von WAGO ist schon heute in der Lage ein MTP automatisch aus dem Quellcode der Modulsteuerung zu generieren (Bild 10).

## INTEGRATIONSENGINEERING

Jedes der vier Anlagenmodule verfügt über ein MTP. Im Integrationsengineering wird das MTP in das Prozessleitsystem eingelesen. In zenon wird dazu ein Wizard genutzt. Dieser zeigt alle eingelesenen MTPs an und bietet zusätzlich die Möglichkeit diese auch wieder zu löschen (Bild 11).



Bild 11

Die Bedienbilder werden daraufhin automatisch erzeugt (Bild 12):



Bild 12

Der Produktionsprozess wird durch ein Rezept dargestellt. Die einzelnen Rezeptschritte enthalten eine Parametriermöglichkeit (Bild 13).

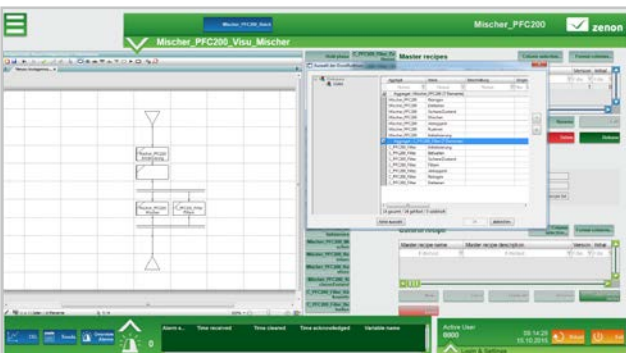


Bild 13

## FAZIT

Mit DIMA hat WAGO konzeptionell aufgezeigt, wie sich Engineeringprozesse ändern müssen, damit der Geschwindigkeitsvorteil von Modularisierung auch durch die Automatisierungstechnik ermöglicht werden kann. Die prototypische DIMA-Anlage belegt, dass bereits heute grundlegende Methoden und Werkzeuge für eine Realisierung der Anforderungen der NAMUR-Empfehlung 148 zur Verfügung stehen.

Letztendlich wird die vorgestellte DIMA-Methodik zur dezentralen Automatisierung modularer verfahrenstechnischer Anlagen, jedoch nur dann erfolgsversprechend sein, wenn sie eine breite Anwendung in der aktuellen Landschaft der Automatisierungssysteme findet.

## KONTAKT

WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG  
Market Management Industry & Process

**Thomas Holm**

Global Key Account Manager

Fon: +49 571 / 887-77392

Mail: thomas.holm@wago.com