

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

INTERESSEN-
GEMEINSCHAFT
AUTOMATISIERUNGS-
TECHNIK DER
PROZESSINDUSTRIE

Automatisierungstechnisches Engineering
modularer Anlagen in der Prozessindustrie
Allgemeines Konzept und Schnittstellen

Automation engineering of modular systems
in the process industry
General concept and interfaces

VDI/VDE/
NAMUR 2658
Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	5	2 Terms and definitions	5
3 Abkürzungen	6	3 Abbreviations	6
4 MTP-Versionierung	6	4 MTP Version	6
5 Module	6	5 Modules	6
5.1 Modulvarianten	7	5.1 Module variants	7
5.2 Modultypen	7	5.2 Module types	7
5.3 Transparenzstufen von Modulen	8	5.3 Transparency levels of modules	8
6 Grundkonzepte der Automatisierung modularer Anlagen	9	6 Basic concepts of the automation of modular plants	9
6.1 Engineering-Workflow	9	6.1 Engineering workflow	9
6.2 Funktionale Modularität	11	6.2 Functional modularity	11
6.3 Dienstbasierte Steuerung	11	6.3 Service-based control	11
6.4 Bedienerschnittstelle für modulare Anlagen	12	6.4 User interfaces for modular plants	12
6.5 POL-Integration	13	6.5 POL integration	13
6.6 Security modularer Anlagen	15	6.6 Security of modular plants	15
6.7 Funktionale Sicherheit modularer Anlagen	15	6.7 Functional safety of modular plants	15
7 Module Type Package	15	7 Module type package	15
7.1 Verwendung bestehender Standards	15	7.1 Use of existing standards	15
7.2 Aufbau des Module Type Package	17	7.2 Structure of the module type package	17
7.3 MTP-Packaging-Format	18	7.3 MTP packaging format	18
7.4 Manifest	19	7.4 Manifest	19
7.5 Modellierungsvorschriften	27	7.5 Modelling specifications	27
7.6 Beispiel eines Manifests	30	7.6 Example of a manifest	30
Schrifttum	31	Bibliography	31
Anhang Beispiel eines Manifests in AutomationML mit zugehörigen Klassen MTPSUCLib, MTPDataObjectSUCLib, MTPCommunicationSUCLib, MTPCommunicationICLib	32	Annex Example of a manifest in AutomationML with the relevant classes MTPSUCLib, MTPDataObjectSUCLib, MTPCommunicationSUCLib, MTPCommunicationICLib	32

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Industrielle Informationstechnik

VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Diese vom Fachausschuss „Zukünftige Architekturen in der Automation“ der VDI/VDE-Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik gemeinsam mit der NAMUR und dem ZVEI erstellte Richtlinie definiert die Spezifikation von Modulschnittstellen zur Verwendung in modularen Anlagen und beschreibt diese syntaktisch, semantisch und pragmatisch.

Modulare Anlagen werden in der Fertigungs- und Verfahrenstechnik vermehrt eingesetzt [6]. Ziel hierbei ist, sowohl die Planungszeit neuer Anlagen als auch die Umbauarbeiten an Anlagen zeitlich deutlich zu verkürzen. Hierdurch reduziert sich die Stillstandszeit bzw. wird die Time-to-Market bei Neuanlagen deutlich verkürzt.

Die Domänen „Fertigungstechnik“ und „Verfahrenstechnik“ stellen hierbei sehr unterschiedliche Anforderungen an die Modularität. In dieser Richtlinie wird vornehmlich die Verfahrenstechnik betrachtet.

Ausgehend von abgeschlossenen Projekten, wie „F3 Factory“ [1], und bestehenden Empfehlungen und Anforderungen an verfahrenstechnische Module – veröffentlicht in der NE 148 – wird in dieser Richtlinie das Engineering der Automatisierungstechnik modularer Anlagen beschrieben. Hierbei wird sowohl das Modulengineering als auch das Anlagenengineering der Automatisierungstechnik betrachtet.

Zur Beschreibung der Modultypen wird das Module Type Package (MTP) verwendet, das die Schnittstellen und Funktionen der Automatisierungstechnik von Modulen definiert und beschreibt und letztlich die Integration von Modulen in eine Prozessorchestrierungsebene (POL) ermöglicht.

In den einzelnen Blättern dieser Richtlinienreihe werden folgende Aspekte fokussiert:

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

This standard produced by the specialist committee “Future Architectures in Automation” of VDI/VDE Society for Measurement and Automatic Engineering together with NAMUR and the German Electrical and Electronic Manufacturers’ Association (ZVEI) defines the specifications of module interfaces for use in modular plants and describes these syntactically, semantically and pragmatically.

Modular plants are increasingly being deployed in manufacturing and process engineering [6]. The aim is to considerably reduce both the planning times for new plants and the time needed for the refurbishment of existing plants. This will reduce downtimes and the time-to-market for new plants.

The domains of “manufacturing” and “process engineering” place very different demands on modularity. In this document, the focus will be on process engineering.

On the basis of concluded projects such as “F3 Factory” [1], and existing recommendations and requirements for process engineering modules – published in NE 148 – this standard describes the engineering of automation technology for modular plants. Both the module engineering and the plant engineering of the automation technology are considered.

To describe the module types, the module type package (MTP) is used which defines and describes the interfaces and functions of the automation technology of modules and thereby allows the integration of modules in a process orchestration layer (POL).

The following aspects are considered in the parts of this series of standards:

- allgemeines Konzept zum Engineering modularer Anlagen
- Zustands- und Dienstmodelle modularer Anlagen
- konzeptionelle Architektur und Aufbau des MTP
- Strukturierung des MTP anhand verschiedener zu berücksichtigender Aspekte
- Schnittstellen des Verhaltensvertrags zwischen Diensten des Moduls und der POL
- Definition und Beschreibung des sogenannten *Manifests*, der Verwaltungsdatei des MTP
- Definition und Beschreibung der Kommunikationsschnittstellen eines Moduls am Beispiel OPC UA
- Modellierungsvorschriften zur Erstellung des Manifests und der darin beinhalteten Kommunikationsbeschreibung

Die derzeit geplant Blätter der Richtlinienreihe greifen folgende Aspekte des automatisierungstechnischen Engineerings modularer Anlagen auf:

- Blatt 2: Modellierung von Bedienbildern
- Blatt 3: Bibliothek für Datenobjekte
- Blatt 4: Modellierung von Moduldiensten
- Blatt 5: Laufzeit- und Kommunikationsaspekte

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2658.

Zusätzlich geplant sind Richtlinien zu den Themen „Diagnose“, „Alarmmanagement“, „funktionale Sicherheit“ sowie „Validieren von MTP und Modulen“.

Durch die zunehmende Vernetzung der Module werden weitere Themen hinzukommen, z.B. modulübergreifende funktionale Sicherheit oder sichere Kommunikation zwischen Modulen.

1 Anwendungsbereich

Modulare Anlagen werden in der Verfahrenstechnik, insbesondere in der Chemie, Feinchemie, Spezialchemie und pharmazeutischen Industrie verwendet, um schnell eine zur industriellen Produktion verwendbare Anlage zu entwickeln. Hierbei steht der zeitliche Aspekt, das heißt die schnelle Marktreife der Anlage, im Vordergrund.

Ein weiterer Anwendungsfall ist die effiziente Einbindung beispielsweise von Package Units oder Logistiksystemen in Bestandsanlagen oder neue Anlagen.

- general concept of engineering for modular plants
- status and service models of modular plants
- conceptional architecture and structure of the MTP
- structuring the MTP taking various aspects into consideration
- interfaces of the behavioural contract between services of the module and the process orchestration layer
- definition and description of the *Manifest* of the MTP administrative file
- definition and description of the communications interfaces of a module, with OPC UA as an example
- modelling rules for the production of a manifest and the communications description contained in it

The currently planned parts of this series of standards address the following aspects of the automation engineering of modular plants:

- Part 2: Modelling of operator displays
- Part 3: Library of data objects
- Part 4: Modelling of module services
- Part 5: Aspects of duration and communications

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2658.

Standards are also planned on the topics “diagnosis”, “alarm management”, “functional safety” and “validation of MTPs and modules”.

With the increasing interlinking of modules, further topics will be added, e.g. cross-module functional safety or secure communications between modules.

1 Scope

Modular plants are used in process engineering, in particular in chemical industry, including special and fine chemicals, and the pharmaceutical industry, in order to quickly develop plants for industrial production. A priority is the time factor, i.e. rapidly having the plant ready for operation.

A further application is the efficient integration of package units, logistical systems, etc. in existing plants or new plants.

Daraus ergeben sich nach [1; 2] im Wesentlichen drei Anwendungsszenarien für modulare Anlagen:

- kurze Time-to-Market
Individuelle Anlagen schnell aus vorhandenen Modulen aufbauen.
- schnelle Time-to-Repair
Die Verfügbarkeit von Anlagen erhöhen, indem defekte Module schnell gegen Gleichwertige ausgetauscht werden.
- individuelle Produktion kleiner Chargen
Anlagen durch Austausch von Modulen effizient umbauen.

Hierfür werden modulare Prozesseinheiten im Sinne der NE 148 verwendet. Diese einfachen, in sich abgeschlossenen Module lassen sich mit geringem Aufwand zu komplexen Gesamtanlagen verschalten.

In dieser Richtlinie werden Anwendungsfälle zur Automatisierung von Modulen und modularen Anlagen betrachtet und die Anforderungen der Module, beschrieben in der NE 148, verwendet. Deshalb setzt sich die Zielgruppe dieser Richtlinie aus verschiedenen Interessengruppen zusammen:

- Modulhersteller
Der Modulhersteller kann anhand dieser Richtlinie die Automatisierung seiner modularen Prozesseinheit kompatibel zu beliebigen Systemen der Prozessführungsebene beschreiben, damit diese im Sinne der NE 148 in eine modulare Anlage integriert werden kann.
- Werkzeughersteller
Bei Werkzeugherstellern wird grundsätzlich in zwei Kategorien unterteilt:
 - 1) Werkzeughersteller, der ein Projektierungswerkzeug für Module entwickelt
Diesem wird in der Richtlinie Hilfestellung bezüglich des nötigen Informationsgehalts und der MTP-Exportschnittstelle für sein Werkzeug gegeben.
 - 2) Werkzeughersteller für POL-Integrationswerkzeuge
Diesem werden die Inhalte des MTP nahegelegt und Interpretationshilfen semantischer und syntaktischer Natur zur Seite gestellt.
- Modulintegrator
Zur Integration werden MTPs verwendet und letztlich wird der Modulintegrator – aufgrund der Funktionalität der Module – entscheiden, welche Module eingesetzt werden sollen. Die funktionale Beschreibung findet ebenfalls im

In accordance with [1; 2] there are three main application scenarios for modular plants:

- short time-to-market
Rapid completion of individual plants from existing modules.
- quick time-to-repair
Increasing the availability of plants by quickly replacing defective modules with equivalent ones.
- individual production of small batches
Efficient conversion of plants by exchanging modules.

Modular process equipment assemblies in accordance with NE 148 are used. These simple, self-contained modules can be combined with relatively little effort to form complex plants.

In this standard, application cases for the automation of modules and modular plants are considered and the module requirements described in NE 148 are used. Accordingly, this standard targets various interest groups:

- module vendor
The module vendor can draw on this standard to make the description of the automation of modular process equipment assemblies compatible with other systems at the process control level, so that these can be integrated in a modular plant in accordance with NE 148.
- tool vendor
There are two categories of tool vendors:
 - 1) tool vendor who develop the engineering tool for modules
In the standard, the tool vendor will be given support concerning the necessary information contents and the MTP export interface for the tool.
 - 2) tool vendor for process orchestration layer integration tools
These are offered the MTP contents, together with semantic and syntactic interpretation aids.
- module integrators
MTPs are used for integration and finally the module integrator decides which modules are to be deployed on the basis of the functionality of the modules. The functional description is also contained in the MTP, so that the module

MTP statt, weshalb auch der Modulintegrator Nutzen aus dieser Richtlinie zieht.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass beispielsweise der Modulintegrator auch gleichzeitig Modulhersteller sein kann. Auch andere Mischformen der Zielgruppen sind möglich. Der Anlagenbetreiber wiederum kann selbstverständlich auch eine der oben genannten Rollen einnehmen.

Aus Abschnitt 5 wird ersichtlich, dass nicht alle Modultypen, Modulvarianten und Transparenzstufen fokussiert werden können. Der Schwerpunkt dieser Richtlinie liegt deshalb auf integrierbaren Modulen mit eigener Intelligenz und Greybox-Transparenzstufe, die aus verfahrenstechnischer Sicht als modulare Prozesseinheit bezeichnet wird [6].

Einige der weiteren Varianten, Typen und Transparenzstufen werden darüber hinaus mitbetrachtet. Es ist jedoch nicht gegeben, dass die beschriebenen Konzepte und Austauschformate vollumfänglich mit den anderen Varianten, Typen und Transparenzstufen kompatibel sind.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass integrierbare Module in sich geschlossen und gekapselt sind und die Abhängigkeiten zwischen Modulen damit auf ein Minimum reduziert sind. Dies erfordert, dass die Module sich selbst und ihre Umgebung schützen.

Zukünftig ist es denkbar, dass Module zunehmend untereinander kommunizieren, um kollaborative Funktionen (auch sicherheitsgerichtet) implementieren zu können oder Mehrfachinstrumentierung zu vermeiden

integrator also benefits from this standard.

It is possible, for example, that the module integrator is also the module vendor. Other mixed forms of target groups are possible. The plant operator, of course, may also carry out one of the above-mentioned roles.

As is clear from Section 5, it is not possible to focus on all module types, module variants and transparency levels. The focus of this standard is therefore on integratable modules with their own intelligence and grey-box transparency level, which can be regarded as modular process equipment assemblies for the purposes of process engineering [6].

In addition, further variants, types and transparency levels will also be considered. However, it is not necessarily the case that the concepts and exchange formats described are fully compatible with other variants, types, and transparency levels.

Furthermore, it is assumed that integratable modules are self-contained and encapsulated and the dependencies between modules are therefore reduced to a minimum. This makes it necessary for the modules to protect themselves and their surroundings.

It is conceivable that in future modules will increasingly communicate with one another in order to be able to implement collaborative functions (including security measures) or in order to avoid multiple instrumentation.