

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Verfahrenstechnische Anlagen  
Modulare Anlagen  
Design modularer Anlagen  
Process engineering plants  
Modular plants  
Designing modular plants

VDI 2776  
Blatt 2 / Part 2

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 .....	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweise.....</b>	<b>5</b>	<b>2 Normative references.....</b>	<b>5</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>5</b>	<b>3 Terms and definitions.....</b>	<b>5</b>
<b>4 Abkürzungen.....</b>	<b>8</b>	<b>4 Abbreviations.....</b>	<b>8</b>
<b>5 Grundlegende Aspekte des modularen Konzepts.....</b>	<b>9</b>	<b>5 Basic aspects of the modular concept.....</b>	<b>9</b>
5.1 Paradigmenwechsel bei Anlagenplanung und Anlagenbau.....	9	5.1 Paradigm shift in plant planning and construction.....	9
5.2 Auswahlprozess – Betreiberperspektive.....	11	5.2 Selection process – Operator perspective.....	11
<b>6 Technische Anforderungen bei Design, Ausführung und Bau modularer Anlagen – Herstellerperspektive.....</b>	<b>24</b>	<b>6 Technical requirements in the design, execution, and construction of modular plants – manufacturer’s perspective.....</b>	<b>24</b>
6.1 Grundverständnis zum Design modularer Anlagen.....	24	6.1 Basic understanding of modular plant design.....	24
6.2 Auslegungsbereich.....	25	6.2 Design range.....	25
6.3 Physische Eigenschaften.....	28	6.3 Physical properties.....	28
6.4 Reinigungs- und Spülkonzepte.....	32	6.4 Cleaning and rinsing concepts.....	32
6.5 Automatisierung.....	33	6.5 Automation.....	33
6.6 Elektrotechnik.....	37	6.6 Electrical engineering.....	37
6.7 Nicht modulare Umgebung.....	40	6.7 Non-modular environment.....	40
6.8 Schnittstellen (mechanisch, elektronisch, funktional).....	46	6.8 Interfaces (mechanical, electronic, functional).....	46

VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC)

Fachbereich Verfahrenstechnische Anlagen

VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 2: Planung/Projektierung  
VDI-Handbuch Informationstechnik, Band 1: Angewandte Informationstechnik  
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik

<b>Inhalt</b>	Seite
7 Dokumentation .....	49
7.1 Erwartungen und Sichtweisen von Herstellern und Betreibern .....	49
7.2 PEA-Kategorien .....	51
7.3 Dokumentation für den PEA-Lebenszyklus: Herstellerperspektive .....	51
7.4 Anlagendokumentation (Betreibersicht) .....	54
7.5 Redaktionelle Anforderungen an die Dokumentation .....	55
7.6 Dokumentation für neue Geschäftsmodelle .....	56
<b>Anhang A</b> Anforderungsprofil von PEAs und FEAs .....	58
<b>Anhang B</b> Exemplarischer prozesstechnischer Attributekatalog für eine PEA der Funktion „Trennen“ .....	64
<b>Anhang C</b> Anwendungsbeispiele für Auslegungsbereich und physische Eigenschaften .....	68
Schrifttum .....	73

<b>Contents</b>	Page
7 Documentation .....	49
7.1 Expectations and views of manufacturers and operators .....	49
7.2 PEA- Categories .....	51
7.3 Documentation for the PEA life cycle: Manufacturer perspective .....	51
7.4 Plant documentation (operator view) .....	54
7.5 Editorial requirements for the documentation .....	55
7.6 Documentation for new business models .....	56
<b>Annex A</b> Requirement profile of PEAs and FEAs .....	58
<b>Annex B</b> Exemplary process-technological attribute catalogue for a PEA of the function “separation” .....	66
<b>Annex C</b> Application examples for design range and physical properties .....	68
Bibliography .....	73

## 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](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2776](http://www.vdi.de/2776).

## Einleitung

Die chemische Industrie und die Prozessindustrie stehen heutzutage einem verstärkten Wettbewerb und Herausforderungen bei Produkteinführungen in neuen und oft volatilen Märkten gegenüber. Dies erfordert schnelle Reaktionen auf die Marktbedürfnisse bei gleichzeitig reduziertem Investitionsrisiko. Auch kürzere Produktlebenszyklen und somit kleinere Produktvolumina sind zu beobachten. Sie sind die Folge einer Diversifizierung und zunehmenden Spezialisierung der Produktpalette aufgrund von kundenorientierteren Produkten. Die zunehmende Digitalisierung von Geschäftsprozessen verstärkt letztgenannten Gesichtspunkt. Daher sind flexible und kostengünstige Entwicklungs- und Produktionstechnologien erforderlich. Um im Bereich der Spezial- und Feinchemikalien erfolgreich zu sein, müssen diese Methoden und Technologien schnell umsetzbar sein.

Lösungsmöglichkeiten hierfür bieten Modularisierungs- und Standardisierungskonzepte, die in der Prozesstechnik konsequent eingeführt und umgesetzt werden müssen. Während die Modularisierung Flexibilität im Hinblick auf Kapazität, Produktvielfalt und Produktionsort bietet, können über Standardisierungs- und Wiederverwendungsansätze Zeit und Kosten gespart werden.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Gestaltungsprozess für modulare Anlagen und definiert die grundlegenden Begriffe für Auslegung und Design von modularen Anlagen.

Sie gibt Hilfestellungen für Charakterisierung, Gestaltung und Bau von modularen Anlagen im konti-

## 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](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2776](http://www.vdi.de/2776).

## Introduction

The chemical and process industries today face increased competition and product launch challenges in new and often volatile markets. This requires quick responses to market needs while reducing investment risk. Shorter product life cycles and thus smaller product volumes can also be observed. They are the result of diversification and increasing specialisation of the product range due to more customer-oriented products. The increasing digitalisation of business processes reinforces the latter aspect. Therefore, flexible and cost-effective development and production technologies are required. In order to be successful in the field of speciality and fine chemicals, these methods and technologies shall be quickly implementable.

Possible solutions for this are offered by modularisation and standardisation concepts, which shall be consistently introduced and implemented in process technology. While modularisation offers flexibility in terms of capacity, product variety, and production location, standardisation and reuse approaches can save time and costs.

## 1 Scope

This standard describes the design process for modular plants and defines the basic terms for layout and design of modular plants.

It provides assistance for the characterisation, design, and construction of modular plants in con-

nuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb in der pharmazeutischen, chemischen, biotechnologischen und petrochemischen Industrie. Die hier beschriebenen Aspekte beziehen sich im Wesentlichen auf die betrieblichen Anforderungen.

Die in dieser Richtlinie beschriebenen Kriterien für das Design modularer Anlagen sollen somit eine bestmögliche Flexibilität der modularen Elemente hinsichtlich Kapazität, Produkt- und Prozessvielfalt, Einsatzstoffe und Standort ermöglichen.

Die Richtlinie beschreibt, wie die einzelnen modularen Elemente zu einem funktionierenden Gesamtsystem zusammengefügt werden. Dafür wird ein zweistufiger Auswahlprozess durchgeführt, der eine funktionale und eine apparative Auswahl beinhaltet.

Es werden Anforderungen an die nicht modulare Umgebung und verschiedenen Einsatzbereiche festgelegt. Weiterhin legt diese Richtlinie die Anforderungen für eine grundlegende Dokumentation von modularen Anlagen fest.

Diese Richtlinie unterstützt die Betreiber bei der Formulierung der Spezifikation der modularen Elemente und ihrer Funktionen, sodass aus den verfügbaren modularen Elementen eine zielgerichtete Auswahl erfolgen kann. Im Sinne eines Paradigmenwechsels wird beim modularen Anlagenbau vielmehr die verfahrenstechnische Funktion und nicht das verfahrenstechnische Equipment spezifiziert [1].

Diese Richtlinie unterstützt die Hersteller bei der Zusammenstellung und Dokumentation der modularen Elemente, sodass möglichst vielfältige Einsatzmöglichkeiten gewährleistet sind.

Von einer Angabe quantitativer Daten, z.B. geometrischen Abmessungen, Durchfluss- und Druckniveaus, wird abgesehen. Diese Spezifikationen liefert der Anwendungsprozess, deren Festlegungen obliegen dem Hersteller.

Diese Richtlinie baut damit auf der Grundlagen-Richtlinie VDI 2776 Blatt 1 auf, in der die hierarchische Struktur auf Prozess- und Automatisierungsebene definiert und der modulbasierte Planungsprozess beschrieben werden.

Die Richtlinienreihe VDI 2776 gliedert sich in:

Blatt 1 Grundlagen und Planung modularer Anlagen

**Blatt 2** Design modularer Anlagen

Blatt 3 Sicherheit modularer Anlagen

Blatt 4 Hilfestellung für die Genehmigung modularer Anlagen (in Vorbereitung)

Blatt 5 Betrieb und Maintenance modularer Anlagen (in Vorbereitung)

tinuous and discontinuous operation in the pharmaceutical, chemical, biotechnological, and petrochemical industries. The aspects described here essentially relate to operational requirements.

The criteria for the design of modular plants described in this standard are thus intended to allow the best possible flexibility of the modular elements in terms of capacity, product and process diversity, input materials, and location.

The standard describes how the individual modular elements are assembled into a functioning overall system. For this purpose, a two-stage selection process is carried out, which includes a functional and an equipment selection.

Requirements for the non-modular environment and different areas of application are specified. Furthermore, this standard specifies the requirements for basic documentation of modular plants.

This standard supports operators in formulating the specification of modular elements and their functions, so that a targeted selection can be made from the available modular elements. In the sense of a paradigm shift, modular plant construction rather specifies the process engineering function and not the process engineering equipment [1].

This standard supports manufacturers in the composition and documentation of modular elements so that the widest possible range of applications is guaranteed.

Quantitative data, e.g., geometric dimensions, flow, and pressure levels, are not specified. These specifications are provided by the application process and are the responsibility of the manufacturer.

This standard thus builds on the basic standard VDI 2776 Part 1, which defines the hierarchical structure at process and automation level and describes the module-based planning process.

The series of standards VDI 2776 is divided into:

Part 1 Fundamentals and planning modular plants

**Part 2** Designing modular plants

Part 3 Safety of modular plants

Part 4 Guidance for the approval of modular plants (in preparation)

Part 5 Processing and maintenance of modular plants (in preparation)

Die Richtlinienreihe VDI 2776 richtet sich an folgende Personenkreise und Institutionen:

- Behörden
- Prüfinstitute
- Anlagenbauer, Apparatehersteller, Modulhersteller
- Messtechnikhersteller
- Betreiber
- Automatisierer, Systemintegratoren
- Hochschulen, Forschungsinstitute
- Anlagenplaner, Planungsdienstleister
- Logistik, Supply-Chain, Utility-Versorger (Gas, Druckluft etc.)

Die VDI-Handlungsempfehlung „Modulare Anlagen; Paradigmenwechsel im Anlagenbau: Zusammenspiel von Prozesstechnik und Automatisierungstechnik“ [1] gibt ergänzend eine methodische Hilfestellung, wie verfahrenstechnische Grundoperationen so in ihre einzelnen Funktionen aufgeteilt oder aus einzelnen Funktionen zusammengesetzt werden können, dass alle Beteiligten ein gemeinsames Verständnis für Funktionalitäten und Eigenschaften modularer Anlagen entwickeln und diese entsprechend umsetzen können.

The VDI 2776 Series of Standards is aimed at the following groups of people and institutions:

- authorities
- testing institutes
- plant manufacturers, apparatus manufacturers, module manufacturers
- metrology manufacturers
- operators
- automators, system integrators
- universities, research institutes
- plant designers, planning service providers
- logistics, supply chain, utility suppliers (gas, compressed air, etc.)

The VDI Recommendation for Action “Modular plants; Paradigm shift in plant engineering: Interaction of process technology and automation technology” [1] provides supplementary methodological assistance on how process engineering unit operations can be divided into their individual functions or composed of individual functions in such a way that all those involved can develop a common understanding of the functionalities and properties of modular plants and implement them accordingly.