

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Verfahrenstechnische Anlagen  
Modulare Anlagen  
Grundlagen und Planung modularer Anlagen  
Process engineering plants  
Modular plants  
Fundamentals and planning modular plants

VDI 2776  
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.*

<b>Inhalt</b>	Seite	<b>Contents</b>	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweise</b> .....	<b>4</b>	<b>2 Normative references</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>4</b>	<b>3 Terms and definitions</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Abkürzungen</b> .....	<b>5</b>	<b>4 Abbreviations</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Konzept und Ebenen der Modularisierung</b> .....	<b>6</b>	<b>5 Concept and levels of modularisation</b> .....	<b>6</b>
5.1 Grundstruktur modularer Anlagen .....	6	5.1 Basic structure of modular plants .....	6
5.2 Infrastruktur für modulare Anlagen .....	10	5.2 Infrastructure for modular plants .....	10
<b>6 Planung und Dokumentation von modularen Anlagen</b> .....	<b>10</b>	<b>6 Planning and documenting modular plants</b> .....	<b>10</b>
6.1 Planung modularer Anlagen.....	10	6.1 Planning modular plants .....	10
6.2 Regulatorische Anforderungen .....	16	6.2 Regulatory demands .....	16
6.3 Dokumentation.....	20	6.3 Documentation.....	20
<b>Anhang</b> Anwendungsbeispiele von modularen Anlagen .....	<b>25</b>	<b>Annex</b> Examples of the use of modular plants.....	<b>25</b>
A1 Beispielhafte Darstellung von modularen Anlagen und ihrer Ebenen.....	25	A1 Example diagram of modular plants and their different levels .....	25
A2 Beispielhafte R&I-Fließbilder modularer Anlagenteile.....	27	A2 Examples of P&ID flowcharts of modular plant sections .....	27
Schrifttum .....	29	Bibliography .....	29

VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC)

Fachbereich Verfahrenstechnische Anlagen

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

## 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.

## Einleitung

Die chemische Industrie steht heutzutage einem verstärkten Marktwettbewerb und Herausforderungen bei Produkteinführungen in neuen und oft volatilen Märkten gegenüber. Daraus resultiert unter anderem ein erhöhter Bedarf an schnellen Reaktionen auf Marktbedürfnisse und reduzierten Investitionsrisiken für neue Anlagen. Darüber hinaus sind kürzere Produktlebenszyklen und somit kleinere Produktvolumina zu beobachten. Sie sind die Folge einer Diversifizierung und zunehmenden Spezialisierung der Produktpalette aufgrund von kundenorientierteren Produkten. Der zuletzt genannte Gesichtspunkt wird durch die gerade einsetzende vierte industrielle Revolution (Industrie 4.0) verstärkt. Dies führt zu einer zunehmenden Verzahnung zwischen Kunden und Produzenten und daraus resultierend zu einer Verkürzung der Liefer- und Entwicklungszeit (Verkürzung der Markteinführungszeit) sowie dem Bedarf nach einer schnellen Anpassung an sich ändernde Markt- und Produktbedürfnisse.

Daher sind flexible und kostengünstige Entwicklungsmethoden und Produktionstechnologien erforderlich. Um im Bereich der Spezial- und Feinchemikalien erfolgreich zu sein, müssen diese Methoden und Technologien schnell umsetzbar sein. Diese Rahmenbedingungen werden durch die Anwendung von Modularisierungs- und Standardisierungskonzepten auf die chemische Verfahrenstechnik erfüllt. Modularisierung erhöht die Flexibilität im Hinblick auf

- Kapazität (z.B. durch Numbering-up oder Parallelisierung),
- Produktvielfalt (z.B. durch den Austausch von Reaktions- oder nachgeschalteten Verarbeitungsmodulen gemäß einem „Plug-and-Produce“-Verfahren),

## 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.

## Introduction

The chemical industry is currently faced with increased market competition and a number of challenges with regard to product launches in new and often volatile markets. Among other things, this leads to an increased need for rapid reactions to market needs and reduced investment risks for new plants. Shorter product lifecycles and thus smaller product volumes can also be observed. They are the result of the diversification and increasing specialisation of the product range due to more customer-oriented products. The latter aspect is reinforced by the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution which is taking off at present (Industrie 4.0). This leads to more and more dovetailing between customers and producers and, as a result, the shortening of the delivery and development time (shortening of the rollout time) and the need for rapid adjustment to changing market and product needs.

This situation requires flexible and reasonably priced development methods and production technologies. To be successful in the field of special and fine chemicals, these methods and technologies must be rapidly implementable. These basic conditions are met by applying modularisation and standardisation concepts to chemical process engineering. Modularisation increases flexibility in terms of

- capacity (e.g. through numbering up or parallelisation),
- product variety (e.g. by exchanging reaction modules or downstream processing modules according to a “plug-and-produce” process),

- Einsatzstoffe und
- Standort (z.B. Mobilität von Modulen).

Mit einer standardisierten Prozesstechnologie wird ein schneller und in Bezug auf die Kosten wettbewerbsfähiger Zugriff auf relevante Prozessmodule erreicht. Das ist dann der Fall, wenn Standardmodule von vielen Unternehmen verwendet werden und somit in einer hohen Zahl und zu niedrigeren Kosten hergestellt und wiederverwendet werden.

Öffentlich geförderte Projekte belegen die technischen und wirtschaftlichen Vorteile von modularen Anlagen und deren Anwendbarkeit insbesondere bei kleiner bis mittelgroßer Produktion (typischerweise 0,1 t/a bis 1000 t/a) [1]. Sowohl Betreiber von verfahrenstechnischen Anlagen als auch die Zuliefererindustrie (z.B. Automatisierungshersteller) identifizieren großes wirtschaftliches Potenzial [2 bis 4]).

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Planungsprozess für modulare Anlagen und definiert die grundlegenden Begriffe zum Verständnis, zur Planung und zu Auslegung bzw. Design von modularen Anlagen.

Sie gibt Hilfestellungen für die erfolgreiche Konzeption und Planung von modularen Anlagen im kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb in der pharmazeutischen, chemischen, biotechnologischen und petrochemischen Industrie.

Weitere Details werden in den geplanten Folgeblättern der Richtlinienreihe VDI 2776 beschrieben:

- Blatt 2 Design modularer Anlagen
- Blatt 3 Anlagensicherheit
- Blatt 4 Hilfestellungen bei der Genehmigung modularer Anlagen
- Blatt 5 Betrieb und Wartung modularer Anlagen

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).

Weitere Themen, die in dieser Richtlinienreihe behandelt werden sollen, sind Datenbanken modularer Anlagen und modulare Prozessanalytik.

Die Richtlinienreihe VDI 2776 richtet sich an folgende Anwender und Interessenten:

- Behörden
- Prüfinstitute
- Anlagenbauer, Apparatehersteller, Modulhersteller
- Messtechnikhersteller

- raw materials, and
- production site (e.g. mobility of modules).

Standardised process engineering allows rapid and cost-competitive access to relevant process modules. This is the case when standard modules are used by a large number of companies and are thus manufactured and reused at lower cost.

Publicly funded projects demonstrate the technical and economic benefits of modular plants and their applicability to small- to medium-sized production in particular (typically 0,1 t/a to 1000 t/a) [1]. Owner operators as well as supplier (including manufacturers of automation equipment) identify great economic potential here [2 to 4]).

## 1 Scope

This standard describes the planning process for modular plants and defines the basic terms necessary for understanding, planning, and dimensioning or designing modular plants.

It provides support for the successful conception and planning of modular plants in continuous and discontinuous operation in the pharmaceutical, chemical, biotechnological, and petrochemical industries.

Further details are described in the planned subsequent parts of the series of standards VDI 2776:

- Part 2 Designing modular plants
- Part 3 Plant safety
- Part 4 Support for the approval of modular plants
- Part 5 Operation and maintenance of modular plants

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).

Other topics to be dealt with in this series of standards are databases of modular plants and modular process analytics.

The series of standards VDI 2776 is addressed to the following users and interested parties:

- authorities
- test institutes
- plant manufacturers, equipment manufacturers, module manufacturers
- manufacturers of measuring technology and analytics

- Betreiber
  - Automatisierer, Systemintegratoren
  - Hochschulen, Forschungsinstitute
  - Anlagenplaner, Planungsdienstleister
  - Logistik, Supply-Chain, Utility-Versorger (Gas, Druckluft usw.)
  - owner operators
  - automators, system integrators
  - universities, research institutes
  - process plants engineers, planning service providers
  - logistics, supply chains, utility providers (gas, compressed air, etc.)
-