

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Entwicklung technischer Produkte und Systeme
Modell der Produktentwicklung
Design of technical products and systems
Model of product design

VDI 2221
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	4	2 Terms and definitions	4
3 Grundlagen der Produktentwicklung	11	3 Basics of product design	11
3.1 Grundlagen zu Systemen und Modellen ..	12	3.1 Basics of systems and models.....	12
3.2 Grundlagen des Problemlösens	14	3.2 Basics of problem-solving	14
4 Modell der Produktentwicklung	23	4 Model of product design	23
4.1 Produktentwicklung	24	4.1 Product design	24
4.2 Allgemeines Modell der Produktentwicklung	27	4.2 The general model of product design.....	27
4.3 Aktivitäten in Wechselwirkung mit der Produktentwicklung	42	4.3 Activities in interaction with product design.....	42
5 Methoden	49	5 Methods	49
6 Rechnerunterstütztes Vorgehen.....	50	6 Computer-assisted procedures.....	50
Schrifttum	53	Bibliography	53
Benennungsindex englisch – deutsch.....	56	Term index English – German.....	56

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)
Fachbereich Produktentwicklung und Mechatronik

VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion

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.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2221.

Einleitung

Die ersten VDI-Richtlinien zu Methoden der Produktentwicklung sind in den 1970er-Jahren erschienen. Sie konnten einen wesentlichen Beitrag zur Harmonisierung damals neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse (siehe [1] für einen historischen Überblick) und zu ihrer Verbreitung in Praxis und Lehre leisten.

Seither haben sich in Praxis, Wissenschaft und Lehre gravierende Änderungen ergeben. Diese betreffen sowohl die Produkte, die sich zunehmend aus mechanischen, elektrischen/elektronischen sowie informationsverarbeitenden Komponenten zusammensetzen und auch Dienstleistungen einschließen können, als auch die Prozesse und Methoden, z.B. durch global verteilte Entwicklungsprozesse und den inzwischen unerlässlichen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Unterstützung der Produktentwicklung.

Dazu kommen etwa seit 1990 neue Vorschläge aus der Wissenschaft. Genannt seien insbesondere die Axiomatic Design Theory von *Suh* [2], der Function-Behaviour-Structure-Ansatz von *Gero* [3], die Concept-Knowledge-Theory von *Hatchuel* und *Weil* [4], das Entwerfen auf der Basis von Wirkflächenpaaren und Leit-Stützstrukturen nach *Albers* und *Matthiesen* [5], das Münchener Vorgehensmodell von *Lindemann* [6; 7], das eigenschaftsbasierte Entwickeln von *Weber* [8] oder Konzepte, die insbesondere mechatronische Fragestellungen adressieren (z.B. Richtlinie VDI 2206 sowie *Gausemeier* und *Möhringer* [9] für einen Überblick). Es deutet viel darauf hin, dass alle Ansätze nicht nebeneinanderstehen, sondern sich ergänzen, indem

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.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2221.

Introduction

The first VDI Standards on methods of product design were published in the 1970s. They were able to make a significant contribution to the harmonisation of what was then new scientific knowledge (see [1] for a historical overview) and its dissemination in practice and teaching.

Serious changes have since taken place in practice, science and teaching. These changes concern the products, which increasingly consist of mechanical, electric/electronic and information processing components and can also include services, as well as the processes and methods, for example due to globally distributed design processes and the by now indispensable use of information and communication technologies to support product design.

Since about 1990, suggestions have been coming from the scientific field too. In particular the Axiomatic Design Theory by *Suh* [2], the Function Behaviour Structure approach by *Gero* [3], the Concept Knowledge Theory by *Hatchuel* and *Weil* [4], design on the basis of active surface pairs and control/support structures according to *Albers* and *Matthiesen* [5], the Munich procedural model by *Lindemann* [6; 7], property-based design by *Weber* [8] or concepts which address mechatronic issues in particular (see for example the standard VDI 2206 as well as *Gausemeier* and *Möhringer* [9] for an overview) are mentioned here. There are a number of indications that all approaches are not separate, instead complementing each other by

sie auf bestimmte Entwicklungsziele oder bestimmte Tätigkeiten im Entwicklungsprozess fokussieren.

Vor diesem Hintergrund hat sich eine grundlegende Überarbeitung und Neugliederung zahlreicher VDI-Richtlinien zu Methoden der Produktentwicklung als unabdingbar erwiesen. Dabei kann eine Richtlinie kein Lehrbuch sein, das alle inzwischen existierenden Ansätze erläutert. Vielmehr wird versucht, das Bewährte in Richtung auf aktuelle Herausforderungen in der Praxis weiterzuentwickeln.

Die aktuellen Richtlinien zu Methoden der Produktentwicklung sind wesentlich stärker prozessorientiert als ihre Vorgänger. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass in der Praxis heute die Beherrschung der Prozesse, die in immer stärkerem Maße fachdisziplin-, unternehmens- und nationenübergreifend sind, als vorrangige Herausforderung gesehen wird.

Der Richtlinienreihe VDI 2221 kommt weiterhin die Rolle einer Kernrichtlinie der Produktentwicklung zu. Im Interesse einer besseren Übertragbarkeit in die Praxis wurde sie in zwei Blätter geteilt:

- Blatt 1 behandelt Grundlagen der methodischen Entwicklung aller Arten von technischen Produkten und Systemen und definiert in einem „Modell der Produktentwicklung“ zentrale Ziele, Aktivitäten und Arbeitsergebnisse, die wegen ihrer generellen Logik und Zweckmäßigkeit zentrale Leitlinien für die interdisziplinäre Anwendung in der Praxis darstellen.
- In Blatt 2 werden exemplarisch Produktentwicklungsprozesse in unterschiedlichen Kontexten (z.B. Branchen, Produktarten, Stückzahlen) erläutert und Zuordnungen der möglichen Aktivitäten zu Prozessphasen in „kontextspezifischen Entwicklungsprozessen“ vorgeschlagen. Die Beispielprozesse sollen Anwendern helfen, das eigene Vorgehen inhaltlich und organisatorisch zu reflektieren und gegebenenfalls anzupassen.

1 Anwendungsbereich

Die Grundlagen und Vorgehensweisen dieser Richtlinie können auf alle Arten technischer Produkte und Systeme sowie die entsprechenden interdisziplinären Entwicklungs- und Entstehungsprozesse angewendet werden.

Für Sonderaspekte und Details der methodischen Produktentwicklung und Lösungsfindung gelten gegebenenfalls zusätzliche Richtlinien wie VDI 2222, VDI 2223 oder VDI 2206.

focusing on certain design objectives or certain activities in the design process.

Against this backdrop, a fundamental revision and restructuring of numerous VDI Standards dealing with methods of product design has proved indispensable. However, a standard cannot be a textbook, which explains all approaches now available. Instead, it can only attempt to subject tried-and-tested elements to further development in order to meet current practical challenges.

The current standards dealing with methods of product design are much more process-oriented than their predecessors were. This is because current practice sees the principal challenge in the mastery of the processes, which are becoming increasingly independent of specialist disciplines, companies and nations.

The series of standards VDI 2221 goes on playing the role of a core standard for product design. It was divided into two parts to make it easier to put into practice:

- Part 1 deals with basics of the methodical design of all types of technical products and systems. In a “model of product design”, it defines central objectives, activities and work results whose general logic and usefulness make them central guidelines for interdisciplinary use in practice.
- Part 2 explains selected examples of product design processes in various contexts (such as sectors, product types and piece numbers) and suggests assignments of the possible activities to process phases in “context-specific design processes”. The purpose of the examples is to help users to reflect upon their own procedure in terms of content and organisation and adjust it if necessary.

1 Scope

The fundamentals and procedures described in this standard can be applied to all types of technical products and systems and the relevant interdisciplinary design and creation processes.

Additional standards such as VDI 2222, VDI 2223, or VDI 2206 apply for special aspects and details of methodical product design and solution-finding.

Die Zielgruppen dieser Richtlinie sind:

- Prozessverantwortliche und Leiter von Entwicklungsprojekten
- Produktentwickler, Produktmanager und Prozessbeteiligte
- Hochschullehrer und Studierende

The target groups of this standard are:

- those in charge of processes and leaders of development projects
- product designers, product managers and participants in the process
- teachers and students at universities