ICS 03.100.40

VDI–RICHTLINIEN

Januar 2004
January 2004

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

# Methodisches Entwerfen technischer Produkte

# Systematic embodiment design of technical products

# VDI 2223

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

*Frühere Ausgabe: 03.99 Entwurf, deutsch*
*Former edition: 03/99 draft, in German only*

Zu beziehen durch / Available from Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

**Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted**

**Inhalt** Seite

Vorwort . . . . . 3

**1 Zielsetzung und Zielgruppen** . . . . . 3
1.1 Ausgangssituation . . . . . 3
1.2 Einordnung und Zielsetzung . . . . . 4
1.3 Zielgruppe . . . . . 7
1.4 Überblick über die VDI-Richtlinie . . . . . 8

**2 Grundlagen des Gestaltens** . . . . . 9
2.1 Gestaltungselemente . . . . . 9
2.2 Eigenschaften von Gestaltungselementen . 11
2.2.1 Gestalt und Gestalteigenschaften. . . 11
2.2.2 Werkstoff und Werkstoff-eigenschaften . . . . . 12
2.3 Gestalten als Festlegen von Gestalt- und Werkstoffeigenschaften . . . . . 12

**3 Gestaltungsprozess** . . . . . 14
3.1 Einflussfaktoren und Einflüsse auf den Gestaltungsprozess . . . . . 15
3.2 Ausgangs- und Zielzustand beim Gestalten. 16
3.3 Strategisches Vorgehen beim Gestalten . . . 17
3.3.1 Gliedern in realisierbare Module . . . 17
3.3.2 Gestalten der maßgebenden Module . 21
3.3.3 Gestalten des gesamten Produkts . . 24
3.3.4 Hinweise zum strategischen Vorgehen . . . . . 26
3.4 Beispiel: Hermetisch dichtes Chemieabsperrventil . . . . . 27
3.4.1 Gliedern in realisierbare Module . . . 28
3.4.2 Gestalten der maßgebenden Module . 31
3.4.3 Gestalten des gesamten Produkts . . 32
3.5 Operatives Vorgehen beim Gestalten . . . . 37
3.5.1 Vom strategischen zum operativen Gestalten im Detail . . . . . 37

**Contents** Page

Preliminary note . . . . . 3

**1 Objectives and target groups** . . . . . 3
1.1 Initial situation . . . . . 3
1.2 Classification and objectives . . . . . 4
1.3 Target group . . . . . 7
1.4 Overview of the VDI guideline . . . . . 8

**2 Basic principles of form design** . . . . . 9
2.1 Form design elements . . . . . 9
2.2 Properties of form design elements. . . . . 11
2.2.1 Form and form properties . . . . . 11
2.2.2 Material and material properties . . . 12
2.3 Form design as establishing form and material properties . . . . . 12

**3 Form design process** . . . . . 14
3.1 Influencing factors and influences on the form design process. . . . . 15
3.2 Initial and target state during form design . 16
3.3 Strategic procedure during form design . . 17
3.3.1 Dividing into realizable modules . . 17
3.3.2 Form design of the decisive modules 21
3.3.3 Form design of the entire product . . 24
3.3.4 Information on the strategic procedure. . . . . 26
3.4 Example: Hermetically tight chemical shut-off valve . . . . . 27
3.4.1 Dividing into realizable modules . . 28
3.4.2 Form design of the decisive modules 31
3.4.3 Form design of the entire product . . 32
3.5 Operational procedure during form design . 37
3.5.1 From strategic to operational form design in detail . . . . . 37

VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb

Ausschuss Methodisches Gestalten

**VDI-Handbuch Konstruktion**

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 2004

Seite

3.5.2 Operatives Gestalten am Beispiel einer Trägeraufhängung . . . . . 37
3.5.3 Hinweise zum operativen Gestalten . 39
3.5.4 Der Wechsel zwischen strategischem und operativem Gestalten . . . . . 42

**4 Tätigkeiten beim Gestalten** . . . . . 44
4.1 Analysieren . . . . . 47
4.1.1 Einordnung in den Gestaltungsprozess . . . . . 47
4.1.2 Vorgehen, Organisation . . . . . 47
4.1.3 Modelle, Methoden und Werkzeuge . 48
4.2 Variieren . . . . . 48
4.2.1 Einordnung in den Gestaltungsprozess . . . . . 48
4.2.2 Vorgehen, Organisation . . . . . 50
4.2.3 Modelle, Methoden, Werkzeuge . . . 50
4.3 Berechnen. . . . . 53
4.3.1 Einordnung in den Entwurfsprozess . 53
4.3.2 Vorgehen und Organisation . . . . . 55
4.3.3 Modelle, Methoden und Werkzeuge . 56
4.4 Experimentieren . . . . . 59
4.4.1 Einordnung in den Gestaltungsprozess . . . . . 59
4.4.2 Vorgehen und Organisation . . . . . 59
4.4.3 Modelle, Methoden, Werkzeuge . . . 60
4.5 Beurteilen und Entscheiden. . . . . 60
4.5.1 Einordnung in den Gestaltungsprozess . . . . . 60
4.5.2 Vorgehen, Organisation . . . . . 61
4.5.3 Modelle, Methoden, Werkzeuge . . . 62
4.5.4 Einfaches Bewertungsbeispiel . . . . 63

**5 Regeln und Vorbilder**. . . . . 64
5.1 Zum Einsatz von Regeln und Vorbildern beim Gestalten . . . . . 64
5.2 Die Grundregeln: eindeutig, einfach und sicher . . . . . 65
5.3 Gestaltungsprinzipien. . . . . 65
5.4 Konstruktionsregeln . . . . . 66
5.5 Bauweisen . . . . . 67
5.6 Bauformen . . . . . 68

**6 Der Entwurfsprozess**. . . . . 68
6.1 Rechnerunterstützte Arbeitsmittel beim Entwerfen . . . . . 68
6.1.1 CAD-Einsatz beim Entwerfen . . . . 70
6.1.2 Arbeitstechniken mit CAD-Systemen . . . . . 70
6.1.3 CAD-Umfeld. . . . . 72
6.1.4 CAD und Mitarbeiter . . . . . 75
6.2 Management des Entwurfsprozesses . . . . 76

Page

3.5.2 Operational form design using a support suspension as an example. . 37
3.5.3 Hints for operational form design . . 39
3.5.4 Alternation between strategic and operational form design. . . . . 42

**4 Activities during form design** . . . . . 44
4.1 Analysis . . . . . 47
4.1.1 Arrangement in the form design process. . . . . 47
4.1.2 Procedure, organization . . . . . 47
4.1.3 Models, methods and tools . . . . . 48
4.2 Variation . . . . . 48
4.2.1 Arrangement in the form design process. . . . . 48
4.2.2 Procedure, organization . . . . . 50
4.2.3 Models, methods, tools . . . . . 50
4.3 Calculation . . . . . 53
4.3.1 Arrangement in the embodiment design process . . . . . 53
4.3.2 Procedure and organization . . . . . 55
4.3.3 Models, methods and tools . . . . . 56
4.4 Experimentation . . . . . 59
4.4.1 Arrangement in the form design process. . . . . 59
4.4.2 Procedure and organization . . . . . 59
4.4.3 Models, methods, tools . . . . . 60
4.5 Evaluation and decision-making . . . . . 60
4.5.1 Arrangement in the form design process. . . . . 60
4.5.2 Procedure, organization . . . . . 61
4.5.3 Models, methods, tools . . . . . 62
4.5.4 Simple evaluation example . . . . . 63

**5 Rules and patterns**. . . . . 64
5.1 The use of rules and patterns in form design. . . . . 64
5.2 The basic rules: unambiguous, simple and reliable . . . . . 65
5.3 Form design principles . . . . . 65
5.4 Design rules . . . . . 66
5.5 Types of construction. . . . . 67
5.6 Styles of construction . . . . . 68

**6 The embodiment design process** . . . . . 68
6.1 Computer-aided tools in embodiment design. . . . . 68
6.1.1 The use of CAD in embodiment design . . . . . 70
6.1.2 Working techniques with CAD systems . . . . . 70
6.1.3 CAD environment . . . . . 72
6.1.4 CAD and personnel . . . . . 75
6.2 Management of the embodiment design process . . . . . 76

Seite

6.2.1 Multidisziplinäre Arbeitsmethodik . 76
6.2.2 Planungs-, Steuerungs- und Kontrollsystem . . . . . 80
6.3 Gruppen- und Teamarbeit beim Entwerfen . 83
6.3.1 Gruppen- und Teamarbeit . . . . . 83
6.3.2 Zweck der Teamarbeit . . . . . 83
6.3.3 Teamarbeit beim Entwerfen . . . . . 84
6.3.4 Organisation einer effizienten und effektiven Teamarbeit . . . . . 85
Glossar . . . . . 86
Schrifttum . . . . . 93

Page

6.2.1 Multidisciplinary working methodology . . . . . 76
6.2.2 Planning, control and checking system . . . . . 80
6.3 Group work and teamwork during embodiment design . . . . . 83
6.3.1 Group work and teamwork . . . . . 83
6.3.2 The purpose of teamwork . . . . . 83
6.3.3 Teamwork during embodiment design . . . . . 84
6.3.4 Organization of efficient and effective teamwork . . . . . 85
Glossary . . . . . 89
Bibliography . . . . . 93

## Vorwort

Die Richtlinie VDI 2223 „Methodisches Entwerfen technischer Produkte“ ist das Ergebnis einer intensiven und langjährigen Zusammenarbeit von Industrievertretern und Konstruktionswissenschaftlern. Sie soll die in der Dachrichtlinie VDI 2221 „Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“ angesprochene Phase des Entwerfens detailliert darstellen und sowohl für die Konstruktionspraxis als auch für die Lehre aufbereiten.

Die Richtlinie VDI 2223 soll ein tiefer gehendes Verständnis des komplexen Entwurfsprozesses ermöglichen. Sie soll auch einen Beitrag dazu leisten, das Entwerfen marktgerechter Produkte zu unterstützen und den Entwurfsprozess selbst zu optimieren, der durch die Einführung neuer Technologien der Informationsverarbeitung und durch die Markt- und Wettbewerbszwänge in einem stetigen Wandel begriffen ist.

Der Obmann des VDI-Richtlinienausschusses dankt allen Mitwirkenden, insbesondere dem Kernteam, für ihre wertvollen Beiträge.

## Preliminary note

The guideline VDI 2223 ”Systematic embodiment design of technical products“ is the result of intensive co-operation over many years between industry representatives and designers. It is intended to describe in detail the embodiment design phase addressed in the framework guideline VDI 2221 ”Methodology for developing and designing technical systems and products“ and is intended to prepare it for both design practice and teaching.

The guideline VDI 2223 is intended to facilitate a deeper understanding of the complex embodiment design process. It is also intended to assist in the embodiment design of products which are suitable for the market and in the optimization of the embodiment design process itself, which is experiencing continuous change due to the introduction of new technologies in information processing and due to market and competitive constraints.

The chairman of the guideline committee would like to thank all the participants, in particular the core team, for their valuable contributions.

## 1 Zielsetzung und Zielgruppen

### 1.1 Ausgangssituation

Industrieunternehmen sehen sich einer gravierenden Veränderung ihrer Randbedingungen gegenüber. Dies beeinflusst vor allem die Entwicklung und Konstruktion, die eine herausragende Rolle für den Produkterfolg einnimmt, gleichzeitig aber in den letzten Jahren mit zusätzlichen Aufgaben und Anforderun-

## 1 Objectives and target groups

### 1.1 Initial situation

Industrial firms are faced with a significant change in their constraints. This affects in particular development and design, which plays a leading role in the success of a product but at the same time has been almost overwhelmed in recent years with additional tasks and requirements. Globalization, outsourcing