

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bionik
Bionische Materialien, Strukturen und
Bauteile

VDI 6223

Blatt 1 / Part 1

Biomimetics

Biomimetic materials, structures and
components

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.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	2
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3
3 Grundlagen	7	3 Fundamentals	7
3.1 Bionik – eine Begriffsdefinition	7	3.1 Biomimetics – definition of the term	7
3.2 Abgrenzung zur Technischen Biologie und Biotechnologie	7	3.2 Differences between technical biology and biotechnology	7
3.3 Prozess des bionischen Arbeitens	8	3.3 Biomimetic engineering and process	8
3.4 Möglichkeiten und Grenzen der Bionik	12	3.4 Potential and limits of biomimetics	12
4 Biologische Materialien	15	4 Biological materials	15
4.1 Charakteristika	15	4.1 Characteristics	15
4.2 Leistungsfähigkeit	19	4.2 Performance	19
5 Methodik der bionischen Werkstoff- und Bauteilentwicklung	20	5 Methodology of biomimetic material and component development	20
5.1 Analyse	20	5.1 Analysis	20
5.2 Analogiebetrachtung	21	5.2 Examination of analogies	21
5.3 Abstraktion	25	5.3 Abstraction	25
5.4 Materialauswahl	27	5.4 Material selection	27
5.5 Beispiele für bionische Materialien, Strukturen und Bauteile	29	5.5 Examples of biomimetic materials, structures and components	29
5.6 Bionische Fertigungstechniken für Materialien und Bauteile	38	5.6 Biomimetic manufacturing techniques for materials und components	38
6 Grund und Anlass für Unternehmen bionische Verfahren zu nutzen	42	6 Reasons and occasions for using biomimetic methods in companies	42
7 Ausblick	48	7 Outlook	48
Schrifttum	50	Bibliography	50

VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences (TLS)

Fachbereich Bionik

VDI-Handbuch Bionik

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 VDI-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 VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/6223.

Einleitung

In dieser Richtlinie werden wichtige Begriffe der Bionik – insbesondere solche mit Fokus auf Material-, Struktur- und Bauteilentwicklungen – definiert. Im Anschluss werden zunächst die Erfolgsprinzipien biologischer Vorbilder und insbesondere die Leistungsfähigkeit biologischer Materialien und Strukturen dargestellt, die vielfach die Motivation und Begründung für bionische Ansätze liefern. Die Methodik wird anhand der Schritte Analyse des biologischen Vorbilds, Analogie und Abstraktion dargestellt. Der Übertragungsprozess von der Biologie in die Technik wird beispielhaft an bionischen Fertigungstechniken, Materialien und Bauteilen beschrieben. Die Richtlinie schließt mit Ausführungen zur industriellen Relevanz bionischer Materialien, Strukturen und Bauteile.

Eine steigende Komplexität technischer Lösungen und Produkte erfordert neue Herangehensweisen. Insbesondere bei der Entwicklung und Optimierung von Materialien, Strukturen und Bauteilen stoßen klassische Forschungs- und Entwicklungsmethoden und Innovationsansätze häufig an ihre Grenzen. Die Identifikation geeigneter biologischer Prinzipien und ihre Übertragung auf technische Anwendungen im Sinne der Bionik können daher einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von funktionalen, adaptiven, ressourceneffizienten, öko- und humantoxikologisch unbedenklichen Materialien, Strukturen und Bauteilen leisten.

1 Anwendungsbereich

Die Inhalte der Richtlinie richten sich an Material- und Bauteilentwickler in sämtlichen Branchen. Sie weist über ihren zentralen Inhalt hinaus auch viele

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this VDI Guideline.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/6223.

Introduction

Important terms in biomimetics – especially those focusing on the development of materials, structures, and components – are defined in this guideline. Following that, the principles of success of biological models, and especially the performance of biological materials and structures that provide the motivation and reasons for biomimetic approaches, are illustrated. The methodology is illustrated based on the phases of the analysis of the biological model, analogy, and abstraction. The transfer process from biology to technology is described based on examples of biomimetic manufacturing techniques, materials, and components. The guideline closes with information on the relevance of biomimetic materials, structures, and components to industry.

The increasing complexity of technical solutions and products requires new approaches. Classic research and development methods and innovation approaches often reach their limits, especially in the development and optimization of materials, structures, and components. The identification of suitable biological principles and their transfer to technical applications in the sense of biomimetics therefore can make an important contribution to the development of functional, adaptive, efficient (in terms of resources), and safe (in terms of toxicity to humans and the environment) materials, structures, and components.

1 Scope

The contents of the guideline are intended for developers of materials and components in all branches of industry. In addition to its main contents, the guide-

Querverbindungen zu andern Teilbereichen der Bionik auf, da Materialien, Strukturen und Bauteile als Basisinnovationen nicht selten Grundlage für vielfältige weitere Neuerungen sind.

line also points out numerous links to other subareas in biomimetics because fundamental innovations in materials, structures, and components often form the basis for a wide variety of additional new developments.