

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bionik
Bionische Oberflächen

VDI 6221

Blatt 1 / Part 1

Biomimetics
Biomimetic surfaces

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 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	3	3 Terms and definitions	3
4 Beispiele für bionische Oberflächensysteme.	5	4 Examples of biomimetic surface systems	5
4.1 Fluidodynamik	6	4.1 Fluid dynamics	6
4.2 Adhäsion	9	4.2 Adhesion	9
4.3 Anti-Adhäsion	10	4.3 Anti-adhesion	10
4.4 Festkörperreibung	10	4.4 Solid body friction	10
4.5 Optische Effekte	11	4.5 Optical effects	11
4.6 Thermoregulation	12	4.6 Temperature regulation	12
4.7 Wasserregulation	12	4.7 Water regulation	12
4.8 Elektrische Effekte	13	4.8 Electrical effects	13
4.9 Katalytische Effekte durch organische Moleküle	13	4.9 Catalytic effects of organic molecules	13
4.10 Nicht katalytische Effekte durch organische Moleküle	14	4.10 Non-catalytic effects of organic molecules	14
5 Grundlage des Verfahrens	14	5 Basis of the process	14
5.1 Ideenfindung	14	5.1 Development of new ideas	14
5.2 Biology-Push-Prozess des bionischen Arbeitens	15	5.2 Biology push process of biomimetic development	15
5.3 Technology-Pull-Prozess des bionischen Arbeitens	16	5.3 Technology pull process of biomimetic development	16
5.4 Analyse	17	5.4 Analysis	17
5.5 Abstraktion und Analogie	18	5.5 Abstraction and analogy	18
5.6 Von der Planung bis zur Invention	18	5.6 From the planning to the invention	18
5.7 Kommunikationsprozess im bionischen Arbeiten	18	5.7 Communication process in biomimetics	18
6 Kriterien	19	6 Criteria	19
Schrifttum	20	Bibliography	20

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/6221.

Einleitung

Bionik ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Biologie und Technik mit dem Ziel durch Abstraktion, Übertragung und Anwendung von Erkenntnissen aus biologischen Vorbildern, technische Fragestellungen zu lösen (VDI 6220 Blatt 1).

Im technischen Bereich sind Grenzschichtfunktionalisierungen essenzieller Bestandteil einer sehr breiten Produkt- und Anwendungspalette. Dies gilt im übertragenen Sinne auch für biologische Grenzflächen, die sich zudem häufig durch Multifunktionalität auszeichnen. Oftmals werden unterschiedlichste Eigenschaften und Funktionen an diesen Schnittstellen realisiert. Die Vorgänge an den inneren Grenzflächen eines Organismus, den Membranen, sind meist chemischer bzw. elektro-chemischer Natur. An den äußeren Grenzflächen lassen sich neben chemischen vor allem physikalische Effekte aufzeigen. Hierzu zählen Selbstreinigung, Reduktion oder Erhöhung des Reibungswiderstands, Minimierung des Brechungsindex, Verdunstungsschutz, Stoff- und Gasaustausch, Thermoregulation und Isolation, Kommunikation, Pathogenabwehr, UV-Resistenz, Adhäsion wie Adhäsionsvermeidung. Oft lässt sich hierbei zeigen, dass diese Funktionen und Effekte durch mikro- und nanoskopisch strukturierte Differenzierungen bzw. Eigenschaftsgradienten erzeugt werden. Demnach ergibt sich die Eigenschaft aus der adäquaten Einstellung von Strukturdimension und -geometrie und mechanischer Werkstoffeigenschaft der jeweiligen Grenzfläche(n).

Aus dem Bereich der Bionik sind hier der Ribleteffekt (Beeinflussung der festkörpernahen Fluidschicht bzw. der dort induzierten Widerstandskompo-

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 specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

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/6221.

Introduction

Biomimetics is defined as the interdisciplinary cooperation of biology and technology with the goal of solving technical problems through the abstraction, transfer, and application of knowledge gained from biological models (VDI 6220 Part 1).

In the field of technology, boundary layer functionalizations are an essential part of a very wide range of products and applications. In a broader sense, this also applies to biological boundary surfaces, which are also often characterized by multifunctionality. In many cases, a wide variety of different properties and functions are realized on these surfaces. The events taking place on the inner boundary surfaces of an organism, the membranes, are usually of a chemical or electrochemical nature. Physical effects are the primary effects found on the outer boundary surfaces, in addition to chemical effects. Such physical effects include self-cleaning, reducing or increasing the resistance to friction, minimizing the index of refraction, protection against evaporation, exchanging materials and gases, temperature regulation and insulation, communication, defense against pathogens, resistance to UV light, adhesion, and adhesion prevention. It can often be shown in these cases that these functions and effects are created by microscopic and nanoscopic structural differences and property gradients. Consequently, a given property arises by correspondingly adjusting the dimension and geometry of structures and the mechanical material properties of the particular boundary surface(s).

In the field of biomimetics, the riblet effect (which results from influencing the fluid layer close to the solid body or the resistance components induced

nente durch Mikrotopografien) und der Lotus-Effekt[®] (Selbstreinigung durch die Interaktion von Mikrorauigkeiten und Werkstoffeigenschaften) am bekanntesten. Dabei offerieren strömungsbeeinflussende Effekte für Transport- und Fortbewegungssysteme energetisches Sparpotenzial. Auch im Bereich der Adhäsionsreduktion bzw. -erhöhung lassen sich vielfältige Anwendungen aus der Bionik heraus erwarten. Nicht minder breit dürfte das Einsatzspektrum im Thermobereich, wie in der Interaktion mit den unterschiedlichsten Spektralbereichen elektromagnetischer Strahlung sein. Aktuell nur marginal abschätzbar dürfte das Potenzial von Mehrfach-Funktionalisierungen sein.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie dient Produkt- bzw. Technologieentwicklern, die ihre Möglichkeiten und Leistungsfähigkeiten durch Anwendung von biologischen Prinzipien erweitern möchten. Diese Prinzipien zeichnen sich durch den Erfahrungsschatz von Jahrtausenden alten Entwicklungsprozessen aus (Evolution). Die kreative Anwendung von diesen Prinzipien kann bereits bestehende Anwendungen optimieren, die Entwicklungszeiten drastisch verkürzen und neue Suchfelder und Entwicklungsrichtungen eröffnen.

there through microtopographies) and the Lotus-Effect[®] (self-cleaning through the interaction of a microrough surface and the material properties) are the most well-known effects. These effects, which influence the flow of fluids, have the potential to save energy when applied to transportation and motion systems. Numerous applications of biomimetics can also be expected in the area of increasing and reducing adhesion. The range of possible thermo applications is just as wide, if not wider, which also applies to applications utilizing the interaction of surfaces with a variety of different spectral ranges of electromagnetic radiation. The potential for multiple functionalizations is only marginally estimable at the present time.

1 Scope

This standard is intended for product and technology developers who want to expand their possibilities and increase their efficiency through the application of biological principles. These principles are characterized by the treasure trove of experience gained from development processes that are millions of years old (evolution). The creative application of these principles can be used to optimize existing applications, drastically reduce development times, and open up new areas of study as well as new strategies in development.