

# Positionspapier

Zukunft der Bionik:  
Interdisziplinäre Forschung  
stärken und Innovations-  
potenziale nutzen

Dezember 2012



## Zusammenfassung

Die Zukunftssicherung des Technologiestandortes Deutschland erfordert Rahmenbedingungen, die den verschiedensten Branchen und Zukunftsmärkten Innovationen ermöglichen. Dazu zählt eine vielseitige und umfassende interdisziplinäre Forschung. Aufbauend auf fundierter Grundlagenforschung müssen in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft durch anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung nachhaltige Produkte und Technologien entwickelt werden. Solche innovativen Entwicklungen bedürfen einer kontinuierlichen und verlässlichen Unterstützung und Förderung auf verschiedenen Ebenen.

Durch Bionik – das Lösen technischer Fragestellungen durch Analyse, Abstraktion und Übertragung von Funktionsprinzipien biologischer Vorbilder – werden Innovationen geschaffen. Produkte werden optimiert und durch teilweise völlig unerwartete neue Lösungsansätze Sprunginnovationen möglich gemacht. Das in der Natur „überlebenswichtige“ Thema Ressourcen- und Energieeffizienz ist ein zentraler Aspekt bei der bionischen Entwicklung nachhaltiger Produkte. Für das Verstehen der biologischen Strukturen, Materialien und Funktionsprinzipien und das Umsetzen in die Technik ist Know-how aus mehreren Wissenschaftsdisziplinen notwendig, weshalb Naturwissenschaftler, Ingenieure aber auch Architekten und Designer interdisziplinär zusammenarbeiten. Die hieraus entstehenden Bionik-Innovationen haben Marktrelevanz in ganz unterschiedlichen Branchen. Der Beitrag der Bionik ist für die deutsche Wettbewerbsfähigkeit enorm. Deutschland ist derzeit führend bei Forschung und Entwicklung im Bereich der Bionik, läuft aber Gefahr, Potenziale ungenutzt zu lassen, um seine führende Stellung zu halten und in Zukunft auszubauen.

Der Politik kommt eine wichtige Aufgabe bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung der Bionik in Deutschland zu. Im gemeinsamen Positionspapier von VDI und BIONIKON wird insbesondere empfohlen, dass die Bundesregierung

- die Förderung anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung auf nationaler Ebene durch eine breit aufgestellte Bionik-Fördermaßnahme auch nach Auslaufen der BIONA-Fördermaßnahme und durch zusätzliches Einbinden der Bionik in andere Ausschreibungen fortsetzt. Dabei müssen auch Maßnahmen für den qualitätssichernden Wissens- und Technologietransfer im Bereich Bionik unterstützt werden.
- den VDI und BIONIKON bei der Umsetzung einer konzertierten Bionik-Bildungsoffensive unterstützt, um Bionik verstärkt in Bildungsangebote zu integrieren und damit dem Fachkräftemangel in den Naturwissenschaften und Ingenieurberufen zu begegnen.
- die Beteiligung kleiner und mittelständischer Unternehmen an der Normung und Standardisierung unterstützt.
- sich dafür einsetzt, dass die Bionik als eigenständiges Förderthema und als Schlüsseltechnologie im nächsten europäischen Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizon 2020“ berücksichtigt wird.
- im Zusammenhang mit der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt die Bionik als Chance für die Entwicklung nachhaltiger Produkte sowie für ein neues Umweltbewusstsein und als Leitbild für die Transformation zur Green Economy vorantreibt.

## I. Potenziale der Bionik für Innovationen, Nachhaltigkeit und qualifizierten Nachwuchs

Bionik ist die Verbindung zwischen Biologie und Technik. Bei Tieren und Pflanzen finden wir einen unbegrenzten Ideenpool für innovative Technik – in Jahrtausenden optimiert und erprobt. Diese kann zudem durch die natürliche Multifunktionalität der biologischen Vorbilder in mehrfacher Hinsicht an Qualität gewinnen. Für die Optimierung von Produkten oder Produktionsprozessen werden biologische Vorbilder gesucht, die Anforderungen erfüllen, welche mit den technischen Herausforderungen vergleichbar sind (z. B. Haften). Durch die Evolution und aufgrund der Biodiversität finden sich in der Natur unterschiedliche Lösungen (mit und ohne „Klebstoff“) beziehungsweise differenzierte Konzepte – abhängig von den jeweiligen Umgebungsbedingungen (unter Wasser oder an trockenem Material). Hierdurch kann eine spezifische Antwort auf eine konkrete technische Fragestellung gefunden werden (technology-pull). Zudem führt die Grundlagenforschung in der Bionik zu neuen Produkten und Innovationen, die ohne konkrete technische Fragestellung entdeckt werden und ohne den Blick in die Natur und die Erforschung der biologischen Vielfalt nicht entstanden wären (biology-push). Die Implementierung solcher Lösungen aus der Natur in technische Anwendungen führt teilweise sogar zu Paradigmenwechseln, weil die Ansätze oft unerwartet sind und somit bedeutende Innovationssprünge nach sich ziehen. Ein aktuelles Beispiel ist das bionische Verschattungssystem für Fassaden Flectofin<sup>®</sup>. Hier wurde nach dem Vorbild der Paradiesvogelblume ein elastischer Biegemechanismus entwickelt, der ohne verschleißanfällige Scharniere oder Gelenkverbindungen auskommt. In der Bautechnik wird ein derartiges Strukturversagen, das sogenannte „Biegedrillknicken“, in der Regel strikt vermieden; diese Innovation wurde 2012 mit dem internationalen Bionic-Award ausgezeichnet.

Die Bionik hat ein hohes Potenzial für den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Deutschland. Insbesondere zeichnet sich diese Wissenschaftsdisziplin durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität aus. In der bionischen Forschung führt kreative und zielführende Zusammenarbeit zwischen Naturwissenschaftlern und Ingenieuren zu neuen Erkenntnissen und der Entwicklung neuer Produkte. Forschung und Anwendung liegen in der Bionik nah beieinander. Als Schlüsseltechnologie ist sie zudem Vorbild für unternehmens- und fachübergreifende Zusammenarbeit in vielfältigen Technologiebereichen über die nationalen Grenzen hinaus und weist ein hohes Innovationspotenzial auf. Bionische Optimierungen und Produktentwicklungen sind für nahezu alle Branchen relevant. Zudem sind einzelne bionische Funktionsprinzipien teilweise gleich in mehreren Industriezweigen anwendbar.

Bionik stärkt Faszination und Anerkennung für die biologischen Vorbilder und kann als Leitbild für ein naturverträgliches Wirtschaften dienen. Bionik erzeugt Respekt vor der Natur. Neben der Schönheit erkennen die Menschen ihre Genialität. Verständnis für die natürlichen Zusammenhänge und für das Ideenpotenzial entsteht. Aus der Faszination resultiert eine neue Einstellung zur Natur und damit zu ihrem Schutz – nicht nur bei den innovierenden Unternehmen, sondern auch bei der Bevölkerung, den Konsumenten. Bionik nutzt die Biodiversität, die natürliche Artenvielfalt von Pflanz- und Tierwelt, als Inspirationsquelle. Biologische Prozesse, Strukturen, Materialien, Organismen und der Prozess der Evolution bilden die Vorlage für technische Innovationen, die überdies durch hohe Energie- und Ressourceneffizienz – durch Einsparung und optimale Nutzung – einen wesentlichen Beitrag für nachhaltige Entwicklungen in Industrie, Wirtschaft und Gesellschaft leisten können. Sie ist damit eine der wesentlichen Wissenschaftsdisziplinen, die die Transformation von einer von fossilen Rohstoffen abhängigen Gesellschaft hin zu einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Gesellschaft begleiten kann. Mit vielen bionischen Produkten und Prozessen sind deutliche Materialeinsparungen, Treibstoffeinsparungen, Langlebigkeit sowie der Einsatz giftfreier Materialien verbunden, die insgesamt zu Ressourcenschonung und Kosteneinsparungen sowie zu Wettbewerbsvorteilen am Wirtschaftsstandort Deutschland führen.

Auch im Bereich Bildung und Förderung von Nachwuchs in naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen leistet die Bionik einen wichtigen Beitrag. Bionik braucht fächerübergreifendes Wissen, interdisziplinäres Denken und ein Verständnis für die Komplexität der Zusammenhänge in der Natur bei den biologischen Vorbildern, wie in der Wirtschaft beim Anwenden der bionischen Lösungsansätze. Bionik ist durch die Verbindung von Biologie und Technik ein besonders geeignetes Element, um die Begeisterung junger Menschen an Naturwissenschaft und Technik zu wecken, dieses Interesse zu fördern und zur Aufnahme eines MINT-Studiengangs zu motivieren. Das Studium der Bionik ist ein Angebot, das gerade wegen seines ganzheitlichen Ansatzes unter Einbeziehung einer Vielzahl an Fachdisziplinen eine neue Qualität in der Ausbildung darstellt.

Die umfassende Denkweise der Bionik hat daher das Potenzial, die Gesellschaft hinsichtlich ihrer ökologischen, ökonomischen und sozialen Verantwortung positiv zu verändern.

## II. Positive Entwicklung der Bionik

Deutschland gehört im Bereich der Bionik zu den wichtigsten Forschungs- und Entwicklungsstandorten weltweit. Hier gibt es eine breite wissenschaftliche Basis in den Forschungseinrichtungen und Umsetzungswillen von Seiten der Unternehmen. Die wachsende Bedeutung dieser Wissenschaftsdisziplin wird durch die deutlich gestiegene Anzahl von Veröffentlichungen in der Fachliteratur unterstrichen, die von weniger als zehn Veröffentlichungen pro Jahr zu Beginn der 1970er Jahre bis auf aktuell über 1000 angestiegen ist. Die Bionik ist seit den 1990er Jahren fest in der deutschen Wissenschaftslandschaft etabliert und bringt neue Innovationen, Forschungsstandorte und Bildungsangebote hervor. Mittlerweile bieten drei Hochschulen in Deutschland Bachelor- bzw. Masterprogramme zur Bionik an. An einer dieser Hochschulen existiert ein dualer Studiengang. An weiteren Hochschulen ist Bionik interdisziplinär in die Lehre eingebunden. Ein hohes wissenschaftliches Niveau der Bionik-Forschung und eine Vernetzung von Hochschulen, Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft sowie nationale Forschungsförderungen haben zur positiven Entwicklung der Bionik in Deutschland beigetragen.

Aus dieser Entwicklung resultiert eine Vielzahl marktfähiger Produkte, die aus unserem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken sind, wie z. B. der Klettverschluss (Velcro®) oder der Lotus-Effekt®. Der Lotus-Effekt® wurde in Deutschland von Prof. Wilhelm Barthlott entdeckt und hat zu einem vollständig neuen Verständnis von Oberflächenbeschaffenheit geführt. Diese innovative Entwicklung hat inzwischen mehr als 200 Nebeninnovationen hervorgebracht. Leichtbau und gleichzeitige Erhöhung der Festigkeit durch bionische Optimierungsmethoden nach Prof. Claus Mattheck ermöglichen in der Automobilität und Luftfahrt Materialeinsparungen von 30–50 Prozent an den entsprechenden Bauteilen und somit Treibstoffeinsparungen von schätzungsweise bis zu fünf Prozent. Auch kann durch eine bionische Optimierung das Gewicht z. B. eines PKW-Serienschwenklagers um 17 Prozent reduziert werden, was bei einer Optimierung aller in Deutschland hergestellten Lager dieser Art zu einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Reduktion von 225.000 Tonnen führen würde. Die Verwendung bionischer Anti-Fouling-Farbe (Haifischhaut, Voss-Chemie GmbH) verhindert auf umweltfreundliche Weise den Bewuchs von Schiffen durch Organismen wie Algen, Muscheln oder Seepocken. Der dadurch verminderte Strömungswiderstand reduziert den Treibstoffverbrauch gegenüber auch nur geringfügig bewachsenen Schiffen um bis zu 30 Prozent. Darüber hinaus wird die Belastung der Gewässer mit hochgiftigen Bioziden wie Tributylzinn (TBT) vermieden. Bionische Produkte weisen folglich einen hohen volkswirtschaftlichen Wert auf.

Die hohe Wertschöpfung der bereits am Markt etablierten und mit zahlreichen Innovationspreisen ausgezeichneten bionischen Top-Seller wie Haftstrukturen nach dem Vorbild der Gecko-Zehen (Gecko-Tape<sup>®</sup>, Gottlieb Binder GmbH) oder die oben genannten Produkte zeigen, dass sich die Forschungsinvestitionen sowie die bisherige Forschungsförderung der Bundesregierung vielfach in marktreifen Produkten niedergeschlagen haben. Zukünftig erwarten Fachleute einen vergleichbaren Innovationsschub durch weitere Innovationen der Bionik. Beispiele dafür sind extrem reibungsmindernde Oberflächenstrukturen für die Schifffahrt und den Luftverkehr oder bionisch optimierte Gründungsstrukturen für Offshore-Windkraftanlagen, die durch Leichtbaukonstruktionen ein hohes Maß an Material- und Kosteneinsparungen erwarten lassen. Zukunftsweisende Entwicklungen finden sich auch in den Bereichen Mensch-Technik-Interaktion, selbstheilende Materialien oder Sensorik sowie Strukturoptimierungen von Gebäudeteilen oder neuartige Verschattungssysteme in der Architektur. Hier liegt neben einer hohen Wertschöpfung auch Potenzial, gegenüber internationaler Konkurrenz wettbewerbsfähig zu bleiben.

Es gilt, Rahmenbedingungen zu schaffen, welche die interdisziplinäre sowie die internationale Zusammenarbeit stärken und den Innovationstransfer aus der Grundlagenforschung in die Anwendung gewährleisten.

### III. Bisherige Rahmenbedingungen für Forschung und Transfer

#### **Forschungsförderung**

In 2008 startete die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) initiierte Fördermaßnahme „Bionische Innovationen für nachhaltige Produkte und Technologien“ (BIONA) im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) mit 35 Verbundprojekten, 117 Einzelvorhaben und einer Gesamtfördersumme von über 36 Millionen Euro. Bereits von 2001 bis 2007 wurde die Bionik durch das BMBF gefördert, sodass sich die Gesamtfördersumme innerhalb eines Zeitraumes von zehn Jahren auf ca. 60 Millionen Euro beläuft. BIONA steht für eine anwendungsorientierte Forschungsförderung und kann Erfolge anhand konkreter Ergebnisse aufweisen, die weit über die oben genannten Beispiele hinausgehen. Die Fördermaßnahme BIONA läuft Ende 2012 aus. Die Bundesregierung plant derzeit keine Fortsetzung der Forschungsförderung für die Bionik auf breiter Basis in Form einer dedizierten Bionik-Fördermaßnahme. VDI und BIONA erachten dies als kontraproduktiv und schädlich für den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Deutschland.

Fördermaßnahmen müssen den Faktor Zeit bei der Entwicklung bionischer Lösungsansätze von der Grundlagenforschung bis hin zur Marktreife berücksichtigen. Erfahrungsgemäß muss bei der Förderung neuer Technologien mit einer Förderdauer von etwa zehn Jahren gerechnet werden, bevor erste Produkte marktfähig werden und innovative Prozesse in industrielle Anwendungen integriert werden können. In der Bionik hat sich gezeigt, dass bereits eine Vielzahl an Innovationen umgesetzt und in technische Anwendungen überführt wurde. Eine breit geförderte Forschung zur Bionik dient als schöpferischer Fundus für zukünftige innovative Neuentwicklungen und erhält das exzellente Niveau der deutschen Bionikforschung. Aus diesem Grunde ist es besonders wichtig, dass die Förderung disziplinübergreifender Verbundforschung aus Wissenschaft und Wirtschaft nicht abrupt endet, sondern neue Förderformen – idealerweise ressortübergreifend - entwickelt werden.

## **Standardisierung**

Der VDI hat gemeinsam mit BIOKON und seinen Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft ein deutsch/englisches Regelwerk (VDI-Richtlinien) für Bionik erarbeitet. Diese technischen Regeln, in denen der Stand von Wissenschaft und Technik beschrieben wird, wurden in einem frühen, vornormativen und forschungsnahen Stadium erstellt. Dadurch erleichtern sie den Zugang zu Forschungsergebnissen und ermöglichen durch die Festlegung von Definitionen und Begriffen eine gemeinsame Sprache zwischen Ingenieuren und Naturwissenschaftlern und eine interdisziplinäre Arbeitsweise.

Neben exzellenter und langfristig angelegter Forschungsförderung ist somit die Standardisierung als weitere Rahmenbedingung für Innovationen zu nennen. Im Konsens erarbeitete Standards haben eine breite Akzeptanz, verringern die Ablehnung neuer Technologien und schaffen insgesamt Sicherheit und Vertrauen. Die Festlegung von Mindestanforderungen und Qualitätsstandards erleichtert zielgerichtete Entwicklungen und gibt insbesondere der Vielzahl an KMU Planungssicherheit. Standardisierung hilft zudem als ein Baustein, das „Valley of Death“ bis zur Produktentwicklung zu überbrücken.

## **IV. Empfehlungen**

### **Bionik verstärkt in Bildungsangebote integrieren**

Investitionen in den Wirtschaftsstandort implizieren immer auch Investitionen in die Köpfe der Menschen und in Know-how. VDI und BIOKON sind der Ansicht, dass technische Allgemeinbildung in allen Schularten eine stärkere Rolle als bislang spielen sollte. Wir sehen in der Bionik ein besonders geeignetes Themenfeld, um das Interesse junger Menschen an Naturwissenschaften und Technik zu wecken und zu fördern. So kann frühzeitig eine Heranführung an Forschungsdisziplinen wie die Bionik im Bildungssystem verankert werden.

Die Herausgeber dieses Positionspapiers bündeln und forcieren diese Bildungsaktivitäten und agieren über ihre Mitglieder, Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungen zugleich als Multiplikator. VDI und BIOKON sind der Ansicht, dass diese erfolgreichen Entwicklungen unterstützt und ausgebaut werden müssen.

### **Unterstützung für KMU-Beteiligung an Standardisierung**

Damit die hier aufgezeigten vielfältigen Innovationspotenziale effektiv genutzt werden können, muss der Transfer von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen durch Standardisierung verstärkt werden. VDI und BIOKON unterstützen die Förderrichtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie „Transfer von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen (FuE) durch Normung und Standardisierung (TNS)“ und das damit verfolgte Ziel, die Effektivität der Standardisierung hinsichtlich ihrer Nutzbarkeit und Verwertung zu optimieren. Die weitere Förderung der entwicklungs- und forschungsbegleitenden Normung ist erforderlich, um KMU eine Teilnahme an der nationalen und internationalen Standardisierung zu erleichtern. VDI und BIOKON begrüßen daher die durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte ISOBIONIK-Initiative. Im Zuge dessen wurde das eigenständige Internationale Technische Komitee ISO/TC 266 Biomimetics eingerichtet. Zielführend ist darüber hinaus auch die festgeschriebene Förderung von Normung und Standardisierung in „Horizon 2020“.

### **Bionik in „Horizon 2020“ integrieren**

Zukünftige Forschungsstrategien müssen national wie auch international angelegt sein. In dem derzeit von den Europäischen Institutionen abschließend beratenen Forschungsrahmenprogramm „Horizon 2020“ werden EU-Forschung und Innovation erstmals in einem eigenen Programm zusammengefasst.

Nach Ansicht des VDI und von BIODON sollte Bionik verstärkt in der europäischen Forschungsförderung berücksichtigt werden. Die Bundesregierung sollte die im Bionik-Kompetenznetz organisierten Stakeholder dabei unterstützen, Bionik als eigenständige Schlüsseltechnologie in „Horizon 2020“ zu verankern, um so die notwendige finanzielle Unterstützung für Forschung und Unternehmen sicherzustellen.

### **Fortsetzung der nationalen Bionikförderung auf breiter Basis**

VDI und BIODON empfehlen der Bundesregierung, eine nationale Förderstrategie für die Bionik über das Jahr 2012 hinaus zu entwickeln, die u.a. die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- Eine breite nationale Strategie zur Förderung der Bionik sollte idealerweise ressortübergreifend angelegt sein, um die aufgezeigten Potenziale der Bionik optimal auszuschöpfen und Planungssicherheit für den Zeitraum bis mindestens 2020 zu schaffen, und Schnittstellen zu „Horizon 2020“ berücksichtigen.
- Für die Entwicklung echter Sprunginnovationen und die Einbeziehung zusätzlicher Kompetenzträger ist eine umfassende Fördermaßnahme mit Verbundvorhaben zur Bionik sinnvoll, um auf Bionik aufmerksam zu machen und eine große Bandbreite an Themen für vielfältige relevante Anwenderbranchen zu fördern.
- Für eine schnelle Umsetzung bereits vorhandener Bionik-Erkenntnisse in Unternehmen ist ebenfalls FuE-Förderung im Rahmen verschiedener themenspezifischer Ausschreibungen nötig, weil KMUs oftmals keine oder nur unzureichende eigene FuE-Kapazitäten haben oder die Forschung selbst für größere Unternehmen noch zu risikobehaftet ist.
- Vorwettbewerbliche Förderung und Innovationsberatung für KMUs tragen dazu bei, dass kurz vor der Produktreife stehende Innovationen ihren Weg in den Markt finden und damit das sogenannte „Valley of Death“ überwunden werden kann.
- Förderungen von Nachwuchswissenschaftlern sind besonders geeignet, kreativen und innovativen neuen Ansätzen eine Chance zu geben.
- Grundlagenforschung als Basis für die interdisziplinäre Zusammenarbeit muss bei der Entwicklung von Förderprogrammen in jedem Fall besondere Berücksichtigung finden. Sie ist unerlässlich, um fundiertes Fachwissen für die Aufklärung der Bionik-Prinzipien und damit einen Fundus für zukünftige Innovation und technologische Neuheiten zu schaffen.
- Neben der Forschungsförderung ist auch eine starke Öffentlichkeitsarbeit erforderlich, die über Veranstaltungen, Pressebeiträge und öffentliche Diskurse neue Bionik-Innovationen flankiert, um Unternehmen auf die Potenziale der Bionik aufmerksam zu machen, den Nachwuchs für bionische Technik zu begeistern und konkrete Bionik-Erfolgsgeschichten ins Gespräch zu bringen.

VDI und BIODON halten die Bionik weltweit für eine der zehn bedeutendsten Innovationstechnologien. Deutschland ist hier derzeit in allen Bereichen von Forschung und Entwicklung bis hin zur Standardisierung führend. VDI und BIODON halten es daher für unerlässlich, dass sich die Bundesregierung für den Erhalt dieser Vorreiterstellung und die Entwicklung von energie- und ressourceneffizienten Produkten durch Bionik einsetzt. Nicht zuletzt dadurch können die ambitionierten nationalen Ziele für eine nachhaltige Zukunft erreicht werden.









Verein Deutscher Ingenieure e.V.  
Technik und Wissenschaft  
Dr. Ljuba Woppowa  
Tel. +49 211 6214-314  
woppowa@vdi.de  
www.vdi.de

Verein Deutscher Ingenieure e.V.  
Strategie und Kommunikation  
Nicole Kieser  
Tel. +49 211 6214-653  
kieser@vdi.de  
www.vdi.de

BIOKON – Bionik-Kompetenznetz e.V.  
Dr. Rainer Erb  
Geschäftsführer  
Tel. +49 30 4606-8484  
rainer.erb@biokon.de  
www.biokon.de

