

Biologisierung der Industrie 2035

Zukunftsbilder für den
Maschinen- und Anlagenbau | Band 7

Executive Summary





Trends und Disruptionen, die für den Maschinen- und Anlagenbau relevant sind, gemeinsam erkennen und nutzen – das hat sich das VDMA Competence Center Future Business auf die Fahnen geschrieben. Denn es ist unsere Industrie, die Trends in Produkte umsetzt.

Wir bieten Trendscouting, Foresight, Startup-Expertise und branchenübergreifende Netzwerke als Dienstleistung für unsere Mitglieder, Industrie und Politik. Wir schaffen Aufmerksamkeit und Öffentlichkeit für die Zukunft des Maschinen- und Anlagenbaus. Wir stärken die maschinenbaurelevante Forschung und bauen Wertschöpfungsnetzwerke aus. Ein systematischer „Bottom-up“-Prozess stellt dabei sicher, dass wir die Breite unserer gesamten Industrie berücksichtigen.

Die Heterogenität des Maschinen- und Anlagenbaus und die Vielfalt von Trends und Playern sind eine Herausforderung. Wir bewerten technologische, soziale, ökonomische, ökologische und regulatorische Trends und deren Auswirkungen auf die Geschäftsentwicklung in den kommenden Jahrzehnten – Chancen und Risiken gleichermaßen.

Der VDMA gliedert sich in 38 verschiedene Fachverbände und zahlreiche weitere Fachzweige und Gremien. Seine rund 3.300 Mitglieder machen den VDMA zur größten Netzwerkorganisation des europäischen Maschinenbaus. Rund 500 Experten arbeiten im VDMA. Mehr als 50 von ihnen unterstützen VDMA Future Business mit Ihrer Fach-Expertise in einer eigenen Task Force. Gemeinsam mit Firmen und Forschern erarbeiten wir Zukunftsbilder und Handlungsempfehlungen, um die Wettbewerbsfähigkeit unserer Industrie international zu sichern und auszubauen – unser Beitrag zur Zukunftsgestaltung. 2017 feierte der VDMA sein 125-jähriges Bestehen.

<https://www.vdma.org/future-business>



Das Competence Center Foresight im Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI konzipiert, implementiert und begleitet Foresight-Aktivitäten für Auftraggeber aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft.

Unser Interesse liegt in der Beantwortung der Frage, wie wir schon heute unser Handeln nach zukünftigen Bedarfen ausrichten können. Zur Erforschung dieser Frage analysieren wir den gesellschaftlichen und technologischen Wandel, entwickeln gemeinsam mit unterschiedlichen Akteuren alternative Zukunftsentwürfe und unterstützen sie im Umgang mit Unsicherheit und bei der Ableitung robuster Zukunftsstrategien.

Die Zukunftsentwürfe des Competence Center Foresight zeichnen sich durch ein methodisch nachvollziehbares, transparentes Vorgehen, die Dokumentation der Annahmen und Wirkungszusammenhänge, die Einbindung der adressierten Akteure sowie Plausibilitäts- und Konsistenzüberprüfung aus. Durch eine aktive Auseinandersetzung mit möglichen, sowie erwünschten zukünftigen Entwicklungen stärken wir die Wissensbasis für strategische Entscheidungen. Unsere Zukunftsentwürfe werden genutzt, um Gestaltungsoptionen auszuloten und robuste Handlungsstrategien zu entwickeln.

Wir verstehen unsere Forschungs- und Beratungstätigkeit als einen Beitrag zur Stärkung der Zukunftsfähigkeit in unserer Gesellschaft und fördern so Lernprozesse und fundierte Diskurse über mögliche Entwicklungen.

<https://www.isi.fraunhofer.de>

Future Business



Biologisierung der Industrie 2035

Zukunftsbilder für den
Maschinen- und Anlagenbau | Band 7

In Kooperation mit



Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Inhalt

Executive Summary	3
Von Bioinspiration zu Biointelligenz – Die nächste große Welle für die Industrie?	4
Die nachhaltige Biologische Transformation: Natur und Technik smart integrieren	5
Zukunftsbilder im Überblick	7
Zukünfte statt Prognosen	7
Die Rolle des Maschinenbaus	7
Die Workshops: Einflussfaktoren und Annahmen	8
Details und Storylines	9
Kurzfassung der Szenarien	
Goldene Zeiten mit Biointelligenz	10
Biologisierung für die Nische	10
Bio-Groß-Macht	11
Bio: Top geschützt	11
Zukunftsbild Goldene Zeiten mit Biointelligenz	12
Interaktion von Soft-, Hard- und Bioware schafft nachhaltige industrielle Wertschöpfung	12
Zukunftsbild Biologisierung für die Nische	18
Reaktionsstarre und Fremdbestimmung hemmen Innovationsgeschehen	18
Zukunftsbild Bio-Groß-Macht	23
Großkonzerne dominieren und nutzen Biologisierung für den Massenmarkt	23
Zukunftsbild Bio: Top geschützt	29
Staatliche Vorgaben und unternehmerische Initiative bedingen sich gegenseitig	29
Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen	35
Handlungsempfehlungen	39
Methodik und Beteiligte	44
Anhang	45
Glossar	45
Weiterführende Literatur	53
Teilnehmende der Workshops	61

Executive Summary

Bereits 1972 publizierte der Club of Rome das Buch „Die Grenzen des Wachstums“ und die Menschheit steht heute mehr denn je vor der Frage, wie Wohlstand für alle erreicht werden kann, ohne die natürlichen Ressourcen des Planeten zu überlasten. Das fordert Gesellschaft und Industrie gleichermaßen und betrifft insbesondere auch den Maschinen- und Anlagenbau als Enabler und Export-Schwergewicht. Die Nachfrage nach neuen Lösungen ist hoch. Haben wir schon all unsere Möglichkeiten ausgeschöpft? In dieser Zukunftsstudie mit Blick auf das Jahr 2035 legen wir dar, wie die Biologie eine neue Perspektive für nachhaltige industrielle Wertschöpfung eröffnet.

Nachhaltigkeit ist ein mächtiger Treiber. Mit den UN Sustainable Development Goals und dem EU Green Deal ist sie weiter in den Fokus gerückt, Sustainable Finance wird zunehmend zum Maßstab für die Vergabe von Kapital. Der VDMA hat schon 2011 mit der Kampagne Blue Competence gezeigt, wie nachhaltige Lösungen aus unserer Industrie aussehen. Die Natur als Vorbild – das ist Kern von Kreislaufwirtschaft und Bionik. Die Natur als Rohstofflieferant ist die Basis für die Bioökonomie. Es tun sich aber darüber hinaus neue Angebote auf: In den letzten Jahren hat sich ein immer besseres Verständnis für biologische Prozesse entwickelt und mächtige neue Werkzeuge sind durch die Biologie entstanden – besonders sichtbar beispielsweise durch die Impfstoffentwicklung in der Corona-Pandemie. Die Schlüsselfrage für diese Studie war: Folgt auf die „Digitalisierung“ die „Biologisierung“ und was hat der Maschinenbau damit zu tun?

In seiner Breite und Themenvielfalt ist die „Biologisierung“ der Industrie für den Maschinen- und Anlagenbau heute noch sehr schwierig einzuordnen – das erinnert an die Zeiten vor der Einführung des Begriffes „Industrie 4.0“, als es zwar klar war, dass die „Digitalisierung“ große Auswirkungen auf die industrielle Produktion haben würde, aber der Gesamtüberblick fehlte, was alles darunter zu verstehen ist, von Technik-Innovationen und Standardisierung bis hin zur

Arbeitswelt. Ähnlich verhält es sich heute mit den Auswirkungen, die eine Interaktion von Technik, Informatik und Biologie mit sich bringen könnte – manifestiert im neuen Feld der „Biointelligenz“. Der Ausgangspunkt der Studie war deshalb, zugrundeliegende Paradigmen zu klären, Einflussfaktoren auszumachen und mögliche Ausprägungen für 2035 zu variieren. Wir erhielten so gezielt komplementäre Zukunftsbilder für den Maschinen- und Anlagenbau.

Die vorliegende Studie spannt den Bogen von neuen Produkten und Produktionsformen über Interdisziplinarität und Wertschöpfungsnetzwerke bis hin zu Grundlagenforschung, Regulierung und Akzeptanz in der Gesellschaft. Es entstanden folgende **vier Zukunftsszenarien**:

Goldene Zeiten mit Biointelligenz: Interaktion von Soft-, Hard- und Bioware schafft nachhaltige industrielle Wertschöpfung. Die Biologisierung prosperiert und ist weithin akzeptiert. Akteure arbeiten Hand in Hand und marktgetrieben.

Biologisierung für die Nische: Reaktionsstarre und Fremdbestimmung hemmen das Innovationsgeschehen – die EU verpasst den Anschluss.

Bio-Groß-Macht: Großkonzerne dominieren und nutzen Biologisierung für den Massenmarkt. Gesellschaft und Staat fordern Nachhaltigkeit ein.

Bio: Top geschützt: Staatliche Vorgaben und unternehmerische Initiative bedingen sich gegenseitig. Interessant hier: Biologisierung ist nicht an Nachhaltigkeitszielen ausgerichtet.

Die Szenarien zeigen allesamt, dass die Biologisierung neue Perspektiven für den Maschinenbau bietet, durch das Zusammenspiel der Faktoren in völlig unterschiedlicher Weise. Das erfordert jeweils angepasste Strategien. Fakt ist: Es lohnt sich für Unternehmen, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen, zumal hier erstmals Grundlagenforschung stärker als bei den vorangegangenen Zukunftsstudien in den Fokus rückt. Wir geben Handlungsempfehlungen und zeigen, wie der VDMA und seine Fachzweige auch in Zukunft die nötige Zusammenarbeit der Player und Best Practices unterstützen wird.

Von Bioinspiration zu Biointelligenz – Die nächste große Welle für die Industrie?



Hartmut Rauen
Stellvertretender
Hauptgeschäftsführer
VDMA

Der Maschinen- und Anlagenbau ist längst nicht mehr nur „Mechanical“ Engineering – Elektronik und Digitalisierung haben die Branche stark vorwärtsgetrieben. Sie erhält mit Künstlicher Intelligenz aktuell einen weiteren Schub. Der Blick in die Zukunft ist uns im VDMA eine ständige Aufgabe, daher haben wir uns gefragt: Was kommt in zehn bis 15 Jahren auf uns zu? Was wird die „nächste große Welle“ für Industrie und Gesellschaft nach der Digitalen Transformation? Die Herausforderungen unserer Zeit, von Klimaschutz und nachhaltigen Ressourcen bis Coronapandemie, verlangen nach neuen Lösungen und haben unsere Aufmerksamkeit auf das Feld der Biologie gelenkt. Was steckt alles dahinter?



Dr. Eric Maiser
Leiter
VDMA Competence Center
Future Business

Biologie ist die höchste Form der Selbstorganisation, über Jahrmillionen der Evolution optimiert – ist sie nutzbar für Produkte und Produktion? Ja! Es gibt Maschinenbaubereiche, die traditionell mit natürlichen Materialien eng in Verbindung stehen: Nahrungsmittelerzeugung, Agrarrohstoffe, Holzwirtschaft, Bioreaktoren. Das ist Teil der Bioökonomie. Ebenfalls etabliert: Bionik – das Übertragen von Lösungen der belebten Natur auf technische Produkte. Sie reicht von den Fluggeräten von Leonardo da Vinci bis hin zu Gecko-Greifern heute. Wie für viele andere Einsatzfelder ist der Maschinenbau hier Enabler für Produkte und die Produktion zugleich.

Das ist aber nicht alles. Es gibt riesige Fortschritte in der Biologie, angefangen durch Technik und Informatik, die komplett neue Werkzeuge und Produkte schaffen: mRNA-Impfstoffe gegen das Coronavirus, Mikroorganismen, die beim Recycling von Metallen helfen, hochparallel rechnende Neuromorphe Computer, selbstheilende Maschinen, Datenspeicher auf DNA-Basis, Bioprinting von Gewebe, künstliche Muskeln für Soft Robots – alles Beispiele, die kaum bekannt sind, aber heute schon existieren und dem Maschinenbau komplett neue Möglichkeiten und Geschäftsfelder eröffnen. Zehn Prozent des VDMA Future Business Trendradars sind Trends, die in irgendeiner Form mit „Biologie“ in Verbindung stehen – solche, die sich tatsächlich um

belebte Materie drehen wie Biosensoren oder solche, die Bio-Prinzipien anwenden wie die Kreislaufwirtschaft.

Die zusätzliche Kombination von Biologie und Technikwelt mit der Informationstechnologie schafft noch etwas völlig Neues: „Biointelligenz“. Fraunhofer IPA hat dies maßgeblich geprägt. Was bedeutet Biointelligente Produktion? „Bioware“ als neue Dimension neben der „künstlichen“ Hardware und Software jeweils für Produktionsprozesse, Materialien und Steuerungstechnik erweitert das Koordinatensystem für die Produktion. Wie dieses neue Universum für den Maschinenbau auszusehen vermag, zeigt unsere neue Studie. Diese „Biologisierung“ könnte die nächste große Welle einer nachhaltigen Industriekultur sein, nach der wir gesucht haben. Sie bietet vor allem auch neue Werkzeuge und Geschäftschancen für die Transformation von Industrie und Gesellschaft in Richtung Nachhaltigkeit, die ein wichtiger Fokus für die kommenden Jahre und Jahrzehnte bleiben wird.

Die Aspekte einer Biologischen Transformation überwältigen durch ihre Vielfalt. Wir haben uns diesem komplexen Zukunftsthema in bewährter Weise mit unserem Partner Fraunhofer ISI mit Hilfe von Szenarien genähert – und überdies die vielen Begrifflichkeiten in einem Glossar leichter zugänglich gemacht. Wir wollen unsere Industrie mit den Ergebnissen auf möglichen Fortschritt und bevorstehenden Wandel vorbereiten. „Biologisierung der Industrie 2035“ ist die siebte Szenariostudie unserer Reihe, „Zukunftsbilder für den Maschinen- und Anlagenbau“.

Durch die breite Wirkung, die die Biologisierung entfaltet, waren besonders viele Fachzweige des VDMA und ihre Mitgliedsfirmen in diese Studie involviert, dazu Wissenschaft und Politik. Mit den beteiligten Bereichen sind wir im VDMA sehr gut aufgestellt und vernetzt – durch das Engagement des VDMA in der Manufuture Subplattform „Biointelligent Manufacturing“ auch international. Wir planen überdies, das Thema im Verband als neue Gruppe weiter auszubauen.

Impressum

Herausgeber

VDMA Future Business
Lyoner Str. 18
60528 Frankfurt am Main
Telefon +49 69 6603-1592
E-Mail future@vdma.org
Internet <https://www.vdma.org/future-business>

Autoren

VDMA Future Business
Dr. Eric Maiser

Fraunhofer ISI, CC Foresight
Ariane Voglhuber-Slavinsky
Dr. Björn Moller

Fraunhofer IPA
Prof. Dr. Thomas Bauernhansl

Redaktion

Dr. Eric Maiser, Ariane Voglhuber-Slavinsky

Fachliche Unterstützung

Dr. Manfred Wittenstein (Wittenstein SE), Dr. Marc Awenius (VDI Technologiezentrum), Dr. Christine Ernst (Projektträger Karlsruhe), Dr. Peter Golz (VDMA Nahrungsmittelmaschinen und Verpackungsmaschinen), Dr. Günther Hörcher, Martin Thoma, Dr. Robert Miehe, Dr. Jessica Horbelt, (Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA), Stefan Röger (Impuls-Stiftung), Prof. Dr. Peter Fratzl (Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung), Prof. Dr. Steffen Rupp (Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB), Niklas Kuczaty (VDMA Medizintechnik), Christian Stich (Festo SE & Co. KG), Dr. Klaus Hecker (VDMA Organic and Printed Electronics Association OE-A), Kai Peters (VDMA European Office), Etienne Axmann (VDMA Robotik + Automation), Carsten Rückriegel (VDMA Nordrhein-Westfalen), Dr. Laura Dorfer (VDMA Startup-Machine).

Druck

Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

Copyright 2021

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt und Mitgliedern des VDMA vorbehalten.

Bildnachweis

Titelbild	„Biointelligenz“ – Mit dem Fortschritt in der Biologie und deren Verschmelzung mit Technik und IT eröffnet sich eine völlig neue Dimension für den Maschinenbau, die aktuellen Herausforderungen unserer Zeit zu lösen. Sergey Nivens stock.adobe.com
S. 8, 10, 12	ipopba stock.adobe.com
S. 8, 10, 18	Kolevski.V stock.adobe.com
S. 8, 11, 23	kaschibo stock.adobe.com
S. 8, 11, 29	E. Maiser, VDMA
Andere Bildquellen	siehe Bildunterschriften

VDMA

Competence Center Future Business

Lyoner Str. 18

60528 Frankfurt am Main

Phone +49 69 6603-1592

Fax +49 69 6603-2592

E-Mail sabine.egerer@vdma.org

Internet <https://www.vdma.org/future>

<http://www.vdma.org/future>