

Biointelligenz@Industrie

Thesenpapier des Industriearbeitskreises des Kompetenzzentrums Biointelligenz e.V.

Zusammenfassung

Dieses Thesenpapier motiviert und begründet vier Thesen zur Biointelligenz:

- 1. Biointelligenz treibt Nachhaltigkeit rasch voran.*
- 2. Biointelligenz bringt neue Produkte hervor und erschließt neue Märkte.*
- 3. Biointelligenz erfordert neue Kompetenzen.*
- 4. Biointelligenz erfordert ein wachstumsförderndes politisches Klima.*

Auf Basis der Vorarbeiten des Kompetenzzentrums Biointelligenz sowie ihrer Partner (u.a. BIOPRO und VDMA) empfehlen wir folgende Initiativen für die Entwicklung einer politischen ‚Biointelligenz-Agenda‘:

- 1. Aufbau einer Plattform zur Interaktion zwischen Wissenschaftlern, Start-ups, etablierten Unternehmen, Investoren und der Politik*
- 2. Finanzielle Unterstützung interdisziplinärer Leuchtturmvorhaben mit klarer industrieller Anwendungsperspektive*
- 3. Aufbau regionaler Transformationszentren als ‚Co-Creation Spaces‘ mit Büro-, Meeting- und Laborflächen als Brücke zwischen Forschung und industrieller Anwendung*
- 4. Aktivierung eines Biointelligenz-Kapitalmarktes durch Mobilisierung von Privat- und Risikokapital*
- 5. Ausbildung von Fachkräften durch interdisziplinäre Studien- und Weiterbildungsangebote sowie Finanzierung der notwendigen Stellen (Lehrer*innen, Professor*innen etc.)*
- 6. Förderung interministerieller Kooperationen zur effektiven Einbettung der Biointelligenz in unterschiedliche Bundes- und Landesstrategien (u.a. Bioökonomie-, Innovations-, Gesundheits- und Nachhaltigkeitsstrategie)*

Motivation

Unter Biointelligenz verstehen wir das Zusammengehen von Biologie, Technik und Informationswissenschaften, um neue Innovationsräume für unsere Unternehmen zu eröffnen und die Umstellung auf ein nachhaltiges Wirtschaften zu fördern und damit Beiträge zur gesellschaftlichen und ökologischen Transformation zu leisten.

Während Biologie und Informatik, vor allem in der Genetik und in der Synthese medizinischer Wirkstoffe, schon eng zusammenwirken und auch Technik mit Informatik spätestens durch die Industrie 4.0 Initiative stark verknüpft sind, muss die trilaterale Zusammenführung der drei Bereiche differenziert betrachtet werden. Obwohl Biologie und Technik in der Biotechnologie zusammenwirken und hier technologische Lösungen schon lange etabliert sind, um bspw. biochemische Prozesse zu industrialisieren, finden sich kaum biologische Prinzipien und Bausteine in technischen Systemen. Hier treffen weiterhin zwei Welten aufeinander, die schon in Bildung und Forschung kaum Schnittmengen aufweisen und damit letztlich auch zu disjunkten Wertschöpfungsketten geführt haben.

Zielstellung

Die Konvergenz aus Bio-, Hard- und Software hebt die Biointelligenz über die reine Bioökonomie hinaus. In der Definition der Bundesregierung umfasst die Bioökonomie die „Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“¹.

Die Biointelligenz ist hingegen ein Pfad technologischer Erneuerung und damit Basis für eine nachhaltige Wirtschaftsweise, die ohne eine gesellschaftliche Transformation nicht erreichbar ist. Die Bioökonomiestrategie des Landes Baden-Württemberg bildet die Vision einer gänzlich neuen Wirtschaftsform nicht hinreichend ab. Damit der nachhaltige Wandel auch in den klassischen technischen Branchen (insb. Maschinen- und Anlagenbau) ankommt, ist eine deutliche Ausweitung der Anstrengungen notwendig.

In diesem Thesenpapier wollen wir aufzeigen, wie die Konvergenz aus Bio-, Hard- und Software neue biointelligente Produkte und Geschäftsmodelle ermöglichen und damit einen fundamentalen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit unserer Industrien leisten kann. Eine entscheidende Voraussetzung für diesen Wandel ist, dass technologische, informatorische und biologische Denkweisen und Methoden zusammenfinden.

Wir wollen anregen, dies durch flankierende politische Rahmenbedingungen mit angemessenen ökonomischen Anreizen zu beschleunigen. Der Zeitpunkt dafür war nie günstiger!

Die vier Thesen zu Biointelligenz @ Industrie

Wenngleich Unternehmen vordergründig über Finanzzahlen gesteuert werden, unterliegen sie doch einem komplexen Kräftesystem. Die treibenden Kräfte für Unternehmen, sich mit Biointelligenz auseinanderzusetzen, sind in Fig. 1 grafisch dargestellt: Daraus ergeben sich vier Thesen für die aktive Gestaltung des Wandels:

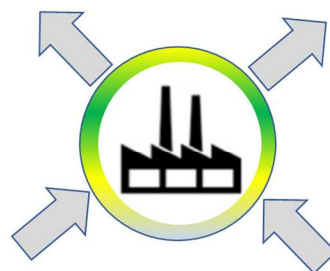
1. Biointelligenz treibt Nachhaltigkeit rasch voran.
2. Biointelligenz bringt neue Produkte hervor und erschließt neue Märkte.
3. Biointelligenz erfordert neue Kompetenzen.
4. Biointelligenz erfordert ein wachstumsförderndes politisches Klima.

Nachhaltige Industrie

- Ressourceneffizienz
- Materialkreislauf
- Klimaneutralität

Produkte & Märkte

- Materialien
- Ernährung
- Gesundheit



Kompetenzprofile

- Barrierefreiheit
- Forschungsk Kooperationen
- Supplychain Partnerschaften

Wachstumsklima

- Standards
- Forschungsförderung
- Sichtbarkeit

Fig. 1 Zum Einfluss der Biointelligenz auf Unternehmen

¹ Bioökonomie – Biogene Ressourcen und biologisches Wissen für eine nachhaltige Wirtschaft. Link: [Bioökonomie - BMBF](#)

These 1 Biointelligenz treibt Nachhaltigkeit rasch voran

Die biologische Erzeugung von Rohstoffen, wie in der Bioökonomie angestrebt, und insbesondere die Substitution fossiler Rohstoffe, ist ein wichtiger Baustein des nachhaltigen Wandels. Dies ist aber nicht hinreichend. Biologisch inspirierte Verfahren wie der Leichtbau, Technologien wie der 3D Druck und der Übergang in eine kreislaufbasierte Wirtschaft sind unverzichtbar, um das Ziel zu erreichen. Die systematische Anwendung des biologischen Wissens und die damit verbundene Konvergenz von Produktions-, Informations- und Biotechnologie wird Produkte, Produktionsverfahren, Prozesse, Organisationsformen, sowie unsere gesamte Lebensweise tiefgreifend verändern.

Mit Hilfe sogenannter Smart Biomanufacturing Devices (intelligente, dezentrale und modulare Bioproduktionszellen) ist zum Beispiel eine biobasierte, personalisierte und dezentrale Herstellung von Konsumgütern, Nahrungsmitteln und Medikamenten möglich. Eine derartige Produktion ermöglicht eine nachhaltige, technologiebasierte Bedarfswirtschaft. Produkte werden erst dann produziert, wenn sie gebraucht werden (just-in-time). Abfall existiert nicht mehr, da jedweder Output den Input für etwas Neues darstellt (Kreislaufwirtschaft). Beispielsweise können Minizellfabriken, aufbauend auf den Prinzipien des Tissue Engineering, also der künstlichen Herstellung von Geweben, die Produktion von Lebensmitteln auf Knopfdruck möglich machen. In der chemischen Industrie können sie die energieintensive Grundstoffherstellung mit Hilfe von Bakterien effizienter gestalten. Entstehende Reststoffe werden beispielsweise mit Hilfe von bioelektrochemischen Produktionszellen direkt verwertet und fließen in Form von Energie und/oder Material in neue Produkte ein. Die Verbreitung von Smart Biomanufacturing Devices ermöglicht es den Konsumenten, in völlig neuartiger Weise am Wertschöpfungsprozess teilzunehmen. Neben ihrer Funktion als Verbraucher (herkömmliche Wertschöpfung) und Gestalter (digitalisierte Wertschöpfung) werden sie auch als Zulieferer von Rohstoffen und Bauteilen in Erscheinung treten. Im Endeffekt werden die Wertschöpfungsketten komprimiert und die kontinuierliche, die Batch- und die Einzelstück-Fertigung können miteinander verschmelzen. Auf diese Weise wird es mehr und mehr möglich, Materialkreisläufe zu schließen. Die generierten Lösungen werden von vornherein nachhaltig sein und Grundlage für neue Technologien und Geschäftsmodelle sein.

Dies erfordert jedoch eine Sensibilisierung und Motivierung der Konsumenten für ihre neue Rolle im Wertschöpfungsprozess. Mögliche Maßnahmen sind Anreize für regionale, resiliente Lieferketten sowie Investitionen und Inwertsetzung der eigenen Ressourcen. Dafür sind neue Kooperationen und deren Initiierung zwischen bisher branchenfremden Partnern zur Umstellung auf biointelligente Wirtschaftsprozesse bis hin zu einer Transformation der Wertschöpfungsprozesse erforderlich.

These 2 Biointelligenz bringt neue Produkte hervor und erschließt neue Märkte

Die Biointelligenz eröffnet einen neuen Innovationsraum. Er soll die Basis werden für die vom Strukturwandel in der Automobilindustrie betroffenen baden-württembergischen Industrie. Mit ihr werden neue Produkt- und Produktionssysteme geschaffen, die in den kommenden Jahren und Jahrzehnten für die industrielle Wertschöpfung massiv an Bedeutung gewinnen.

Wir können schon zahlreiche biointelligente Innovationen getrieben durch etablierte Unternehmen aber auch Start-Ups sehen, beginnend bei der Inwertsetzung neuer Rohstoffe, über die Entwicklung neuer Sensortechnologien bis hin zu neuen Produkten und Produktionsverfahren. Einige Beispiele sind:

- Zellbasierte Geruchssensoren der Firma **Koniku** auf Basis transfizierter Rezeptorzellen und deren Produktion in intelligenten, dezentralen Bioproduktionszellen.
- Nahezu vollautomatisierte Herstellung synthetischer Zellen und anderer Biomaterialien für industrielle Anwendungen der Firma **Ginko Bioworks**.

- Dezentrale Produktionsanlagen für die Impfstoffherstellung mittels mRNA-Drucktechnologie von **Tesla Grohmann Automation** (USA) in Zusammenarbeit mit **Curevac**.
- Pflanzenbasierte Fleischersatzprodukte der Firmen **Impossible Meat** und **Beyond Meat** (jeweils USA) und deren Produktion in intelligenten, dezentralen Bioproduktionszellen.
- Personalisierte, vor-Ort produzierte Hautpflegeprodukte der Firma **Skinmade** auf Basis von intelligenten, dezentralen Mischautomaten.
- Neue Multisensortechnologien als Basis für intelligente Bioreaktoren der Firma **Variolytics**.
- Funktionsoptimierte Biotenside als nachhaltige und skalierbar herstellbare Alternativen zu chemisch synthetisierten Tensiden der **Allianz Biotenside**.

Beispiele aus Forschung und Entwicklung:

- Arzneimittel für personalisierte Therapien (engl. Advanced Therapy Medicinal Products = ATMP), z.B. CAR-T-Zellproduktion in Krankenhäusern.
- Kopplung von Energie- und Stoffströmen in dezentralen Bioraffineriekonzepten, z.B. Biowasserstoffproduktion aus Rest- und Abfallstoffen plus Carbon Capture Storage / Carbon-Use-Strategien
- Vollständig bioabbaubare Materialien zur Verwendung in der additiven Bioproduktion, u.a. durch den Einsatz enzymatischer Prozesstechnik
- Funktionalisierte Gebäude- und Fassadenoberflächen zur Energiewandlung, Luftreinigung und Produktion von Lebensmitteln und Grundstoffen für die dezentrale Produktion.
- Von selbstheilenden Materialien mit adaptiven, regelbaren Eigenschaften (z.B. Beton) hin zu schaltbaren, multifunktionalen, informationsspeichernden Materialien
- Biointelligente Prothesen/Orthesen, die biologische Signale des Körpers verarbeiten können
- Langzeitdatenspeicherung in Alltagsgegenständen mittels unbelebter DNA

In der Regel werden diese Innovationen außerhalb Deutschlands umgesetzt. Das Land Baden-Württemberg hat als starker Industriestandort mit einer hochinnovativen Forschungslandschaft aber die besten Voraussetzungen, derartige Innovationen selbst auf den Markt zu bringen.

These 3 Biointelligenz erfordert neue Kompetenzen

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Biologen, Technikern und Informatiker muss gefordert und gefördert werden. Innovation entsteht an Grenzflächen.

Für die Schaffung geeigneter Wissensstrukturen und Kompetenzprofile für die Biointelligenz müssen die „ungleichen“ Akteure zusammengebracht werden. Ziel dabei muss es in erster Linie sein, existierende Barrieren zwischen den Bildungswelten abzubauen, interdisziplinäre Forschungskooperationen anzustoßen und neue Lieferantenpartnerschaften zu begünstigen. Gleichermaßen ist die Ausweitung der Lehre und Weiterbildung notwendig, die durch die Schaffung geeigneter Stellen (u.a. Lehrstellen, Professuren) unterstützt werden muss.

Notwendig hierfür erscheint uns auch die Schärfung der informationstechnologischen und biologischen Orientierung in klassischen technischen Studiengängen (z.B. Maschinenbau) sowie eine weitere Sensibilisierung. So entstehen neue Kompetenzen, die es unserer Industrie ermöglichen, neue Produkte und Märkte zu erschließen. Im Zuge der aktuell laufenden Digitalisierung ist es analog bereits gelungen, vollkommen neue Kompetenzprofile zu schaffen.

These 4 Biointelligenz erfordert ein wachstumsförderndes politisches Klima

Für die Konvergenz von Bio-, Hard- und Software braucht es ein wachstumsförderndes politisches und gesellschaftliches Klima sowie eine transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Branchen. Es braucht Wachstum bei biointelligenten Produkten und Prozessen, wie z.B. bei der Erzeugung erneuerbarer Energien, es braucht aber auch beschleunigtes Ausphasen bei der Nutzung fossiler Energien und bei klimaschädlichen Produkten und Produktionsprozessen. Die politischen Rahmenbedingungen dafür müssen mit einer entsprechenden aktiven Industriepolitik geschaffen werden.

Eine aktive Industriepolitik erfordert im Kern steuernde Maßnahmen in Form einer Förderung von Standards sowie einer substanziellen Forschungsförderung. Auf Basis der Vorarbeiten des Kompetenzzentrums BioIntelligenz empfehlen wir eine Reihe von Initiativen für die Entwicklung einer politischen „Biointelligenz-Agenda“.

Wir brauchen eine Plattform zur Interaktion zwischen Wissenschaftlern, Start-ups, etablierten Unternehmen, Investoren und der Politik. Diese muss aufgebaut werden.

Zur Anschubfinanzierung der Biointelligenz ist eine finanzielle Unterstützung interdisziplinärer Leuchtturmvorhaben mit klarer industrieller Anwendungsperspektive erforderlich.

Zur industriellen Umsetzung der geschaffenen Innovationen benötigen wir regionale Transformationszentren, das als ‚Co-Creation Spaces‘ mit Büro-, Meeting- und Laborflächen als Brücke zwischen Forschung und industrieller Anwendung dient. Im Vergleich zu Formaten, wie sie u.a. in [Berlin](#), [Heidelberg](#), [Reutlingen](#) oder [München](#) existieren, sollten die Transformationszentren zwei wesentliche Unterschiede aufweisen. Zum einen sollte es sich nicht ausschließlich um ein Open Lab für Gründungswillige handeln, sondern um einen Ort, der den gesamten Transfer von Ideen bzw. Start-Ups zu wettbewerbsfähigen Unternehmen mit stabilen Partnerschaften sicherstellt. Zum anderen sollte es Flächen als ‚Maker Spaces‘ für existierende Unternehmen bereitstellen, die erste Ideen in Biolaboren ausprobieren wollen (ARENA2036 für die Biointelligenz). Auf diese Weise wird vermieden, dass ausschließlich Start-Ups gefördert werden, sondern eine Anlaufstelle für die Transformation der gesamten Industrie geschaffen. Ein derartiges Zentrum existiert in Deutschland bisher nicht.

Die Mobilisierung von Privat- und Risikokapital soll darüber hinaus einen Biointelligenz-Kapitalmarkt aktivieren.

Zur Ausbildung geeigneter Fachkräfte werden interdisziplinäre Studien- und Weiterbildungsangebote sowie Finanzierung der notwendigen Stellen (Lehrer*innen, Professor*innen etc.) benötigt.

Schlussendlich ist auch eine Förderung der interministeriellen Kooperation zur effektiven Einbettung der Biointelligenz in unterschiedliche Bundes- und Landesstrategien (u.a. Bioökonomie-, Innovations-, Gesundheits- und Nachhaltigkeitsstrategie) notwendig.

Für die Umsetzung dieser Maßnahmen sollte ein Budget von 50M€ innerhalb einer Legislaturperiode vorgesehen werden. Mit entsprechenden Verbundförderformaten, die eine industrielle Co-Finanzierung von etwa 30 M€ generieren, wird ein Programm mit einer finanziellen Ausstattung von rund 80 M€ geschaffen. Die damit generierten Erträge werden die Förderung um ein Vielfaches übersteigen.

Autoren:

Gerhard Hammann (TRUMPF)

Brigitte Kempter-Regel (BIOPRO)

Ronny Hauf (OSEGS)

Michael Totzeck (ZEISS)

Matthias Stier (Variolytics)

Viktor Balzer (Skinmade)

Christian Stich (Festo)

Manfred Wittenstein (Wittenstein)

Holger Haas (Wirtschaftsförderung Region Stuttgart)

Robert Mieke (Fraunhofer IPA)

Stephan Otto (Evoco)

Unterstützer:

Thomas Bauernhansl (Fraunhofer IPA; 1. Vorsitzender Kompetenzzentrum Biointelligenz e.V.)

Julia Fritz-Steuber (Universität Hohenheim; 2. Vorsitzende Kompetenzzentrum Biointelligenz e.V.)

Christoph Geisler (Gesellschaft für Management und Organisationsforschung)

Jonas Schöndube (BICO)

Simon Schäfer (Ingenics)

Christian Ziegler (fischerwerke)

Eric Maiser (VDMA)

Ralf Kindervater (BIOPRO)