

Positionspapier der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0

Die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung, Technik und Technologien erfordern eine Vernetzung bioökonomischer Wertschöpfungsketten und interdisziplinäre Lösungsansätze. Hierzu werden Kooperationen zwischen Wissenschaft, Industrie, Politik und Zivilgesellschaft notwendig. Mit dem Ziel unterschiedlichste Expertisen zu bündeln wurde daher die „Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0“ durch den Leibniz-Forschungsverbund „Nachhaltige Lebensmittelproduktion & gesunde Ernährung“ gestartet. Die Initiatoren folgen der These, dass die neue Qualität und Quantität von Informationsgewinnung und Entscheidungsfindung einen wesentlichen Beitrag zur wissensbasierten Bioökonomie leistet. Die Verknüpfung aller Stufen der Wertschöpfungskette, von Erzeugung über Verarbeitung und Handel bis zu Nutzung und Konsum, ermöglicht nicht nur nachhaltige Ernährungs- und Nahrungssicherheit sondern auch bestmöglichen Ressourcen- und Tierschutz sowie die Bereitstellung von Ökosystemleistungen.

1. Einleitung

Die globalen Herausforderungen der nachhaltigen Biomasse- und Lebensmittelproduktion bestehen zum einen darin, für eine wachsende Bevölkerung mit sich ändernden Ernährungsgewohnheiten immer mehr und sichere Lebensmittel mit knapper werdenden Ressourcen bereitzustellen. Andererseits gilt es, biomassebasierte Technologien weiterzuentwickeln, um die fossile Wirtschaft mehr und mehr zu ersetzen. Dies erfordert deutliche Effizienzsteigerungen in den bioökonomischen Wertschöpfungsketten, z. B. durch neue Bewirtschaftungsmaßnahmen oder neue Sorten mit verbesserter Belastbarkeit gegen biotischen und abiotischen Stress (Wolters et al. 2014). Zu beachten sind dabei regionale, nationale und internationale Unterschiede bezüglich der Produktionssysteme, Umweltbedingungen und Ernährungsgewohnheiten. Gleichzeitig steigen in stärkerem Maße als bislang die gesellschaftlichen Erwartungen hinsichtlich Verbraucherakzeptanz, Ökosystemleistungen und Tierwohl und somit die Anforderung an die Produktionssysteme (Matzdorf et al. 2014).

Der Umfang an Daten, die innerhalb der bioökonomischen Wertschöpfungsketten entstehen, wächst mit der Digitalisierung rasant. Dies eröffnet gleichzeitig Möglichkeiten, die Komplexität der bioökonomischen Wertschöpfungskette als Ganzes zu beschreiben. Durch verbesserte Analyse der vorliegenden und zusätzlich generierbaren Daten lassen sich neue, nutzbare Informationen für die Lösung globaler Herausforderungen zu Ernährungssicherheit und Ressourcenschonung generieren. Hinsichtlich der Erfassung, Analyse und der Nutzung der Daten besteht noch erheblicher Forschungs- und Koordinierungsbedarf.

Die Landwirtschaft, ihre vorgelagerten Wirtschaftsbereiche und die Lebensmittelindustrie befinden sich in Deutschland auf einem hohen Produktivitäts- und Automatisierungsniveau. Ausstellungen und

Messen wie die Agritechnica zeigen dies deutlich. In einer Vielzahl von (Teil-) Prozessen erfolgt die Produktion bereits wissensbasiert und informationsgeleitet, sodass der nächste Schritt ins vollvernetzte Informationszeitalter naheliegend ist und wissenschaftlich untermauert werden muss. Gegenüber bisherigen Forschungsinitiativen zu „Precision Agriculture“ oder „Smart Farming“ geht die Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0 von einem höheren Grad an Komplexität aus. **Sie setzt sich zum Ziel, die gesellschaftlichen Interessen sowie die Qualitätsanforderungen der Gesellschaft und der Verbraucher an das Produkt direkt mit Produktionsmöglichkeiten zu verbinden.** Standortspezifische Produktions(folge)parameter sollen als Information an das Produkt gekoppelt sowie Standards definiert werden, sodass Produktionsketten besser nachzuvollziehen sind und Verbraucher gezielt diversifizierte Lebensmittel auswählen können. Die verbesserte Vernetzung von Informationen soll zur Realisierung einer transparenten, nachhaltigen, umwelt-, tier- und verbrauchergerechten Produktion von Nahrungsmitteln und biobasierten Rohstoffen führen. Dieses kann wiederum zu einem gesunden und nachhaltigen Lebensmittelkonsum beitragen. Hierzu fehlen bisher grundlegende wissenschaftliche Erkenntnisse, die von der neu gegründeten Innovationsinitiative in interdisziplinären Teams erarbeitet werden sollen und im folgenden Text erläutert werden.

2. Was ist die Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0?

2.1 *Landwirtschaft 4.0 - mehr als eine Anwendung von Industrie 4.0*

Der Begriff „Industrie 4.0“ steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten („Product-Life-Cycle“). Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten (Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance 2013).

Ein Hauptziel von Industrie 4.0 ist es, die zukünftige industrielle Produktion hochflexibel auf veränderte Kundenwünsche und Marktbedingungen auszurichten und dabei trotz höherer Individualität und Komplexität der Produkte effizienter und preisgünstiger zu produzieren. Dies setzt eine durchgehende Vernetzung aller Prozessteilnehmer voraus. Daraus ergeben sich neue Herausforderungen im Bereich der Automatisierung und der Kommunikationstechnik - sowohl für das Internet-der-Dinge (IoT) als auch für Maschine-zu-Maschine-Technologien (M2M). Die Einbindung des Menschen in die Prozesse erfordert komplexe Mensch-Maschine-Interaktions-Schnittstellen sowie die Interaktion des Endkunden und Nutzers mit dem Entwicklungs- und Produktionsprozess. Die aktuellen Aufgaben von Industrie 4.0 sind einerseits die Entwicklung sogenannter Cyber-physikalischer-Systeme mit Automatisierung, Kommunikation/Vernetzung, Mensch-Maschine-Interaktionen sowie andererseits die zeitnahe Analyse der durch die Vernetzung gewonnenen Daten mit Methoden der Datenverarbeitung von multivariater Statistik bis zu maschinellem Lernen.

Der Grundansatz für Landwirtschaft 4.0 ist identisch mit Industrie 4.0, denn es geht in beiden Fällen darum, Produktionsprozesse intelligent zu vernetzen und vom realen Gesellschafts-/Kunden-/Marktinteresse ausgehend zu steuern. Die Landwirtschaft 4.0 baut auf den Innovationen und Erfah-

rungen der Industrie 4.0 auf und entwickelt sie weiter - gemäß den speziellen Anforderungen der bioökonomischen Wertschöpfungsketten.

Die Wertschöpfungsketten in der Landwirtschaft basieren auf Pflanzen und Tieren, die in Interaktion miteinander und mit der Umwelt stehen und deren Produktivität in höchstem Maße variabel ist. Darüber hinaus bestehen weitere Anforderungen an den Produktionsprozess, z. B. bedürfen Tiere einer ethisch vertretbaren und akzeptierten Fürsorge. Im Vorlauf der eigentlichen Produktgewinnung sind längere Zeiträume (Wachstumsprozesse, Laktationsphasen) zu betrachten und einzubeziehen. Die Landwirtschaft produziert nicht nur Biomasse oder Lebensmittel, sie nutzt und beeinflusst viele Ökosystemleistungen durch die Art der Bewirtschaftung. Negative Effekte können als Umweltschäden hervortreten, positive Effekte zu einer gesellschaftlich präferierten Kulturlandschaft führen. Mit Landwirtschaft 4.0 könnten idealerweise sowohl die gesellschaftlichen Anforderungen als auch die individuellen Bedürfnisse von Produzenten und Verbrauchern besser als bisher berücksichtigt werden.

2.2 Ziele der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0

Wesentliches Ziel der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0 ist es, **durch spezifische und adaptive Produktionsprozesse die natürlichen Ressourcen und Ökosystemleistungen zu erhalten und zu verbessern**. Die prinzipielle Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Produktion von nicht strikt deterministischen Klimateinflüssen unterstreicht das Erfordernis verfeinerter Prognosemodelle, kann aber Restrisiken nicht ausschließen. Für den Standort geeignete Pflanzensorten müssen ausgewählt und entwickelt werden. Gleichzeitig muss die Produktqualität und -sicherheit sowie die Umweltverträglichkeit erhalten oder verbessert werden. Deshalb sind Qualitätsindikatoren und Gesundheitsparameter im Produktionsprozess so früh und detailliert wie möglich zu erfassen. Solche Informationen dienen einer ressourcenschonenden Prozesssteuerung z. B. durch GPS-gesteuerte landwirtschaftliche Maschinen, die dazu beitragen, den Einsatz von Ressourcen (z. B. Wasser, Dünge- und Pflanzenschutzmittel) effizienter zu gestalten und damit auch Ökosystemleistungen und Biodiversität zu erhalten bzw. zu fördern.

Ein gleichwertiges Ziel besteht in der **Erfassung und Prognose des Ernährungsverhaltens unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen, um die Bereitstellung von Lebensmitteln mit hoher Qualität zu gewährleisten**. Erst die Kopplung der Informationen von Produzenten, Konsumenten und weiteren Stakeholdern kann dem Anspruch gerecht werden, einen informationsbasierten Interessensausgleich zwischen verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen zu finden und dies als Grundlage für eine nachhaltige Versorgung der Bevölkerung mit gesunden Lebensmitteln und Produkten zu vereinbaren. Erzeugung, aber auch Logistik, Vertriebswege und der Verbrauch sollen so gestaltet werden, dass Verluste minimiert und die ökonomischen wie ökologischen Interessen bei Absatz und Erwerb der Ware fair berücksichtigt werden. Hohe Qualität bezieht sich dabei sowohl auf die Nährstoffgehalte als auch auf ökologische und ethische Zusatzleistungen. Dies lässt sich mit Web-basierten Erzeuger-Konsumenten-Vereinbarungen kombinieren, sodass kundenspezifische Erzeugerprogramme das Ergebnis sein können. Nachverfolgbarkeit der Produkte ist dafür ein Aspekt.

2.3 Smart Farming - ein Baustein von Landwirtschaft 4.0

Smart Farming basiert auf informationsintensiven Technologien, die jedoch nie isoliert, sondern im Zusammenhang mit anderen Informationen verknüpft werden (Griepentrog, 2011, Kruize et al., 2016). Smart Farming umfasst drei Säulen: das Bestandsmanagement, das Datenmanagement und die Maschinensteuerung. Anwendung findet Smart Farming in den USA wie in einigen Ländern in Südamerika und Europa. Durch diese Technologien soll die nachhaltige Produktion gesichert und Schadwirkungen auf die Umwelt minimiert werden. Mit Hilfe von spezifischen Sensortechniken und Modellen wird eine wissensbasierte Entscheidungsfindung ermöglicht. Ziel der teilflächen- bzw. tier-spezifischen Bewirtschaftung ist es, den maximal erreichbaren Ertrag bei geringstmöglichem Produktionseinsatz anzustreben, wobei standortspezifische Eigenschaften bzw. tierindividuelle Leistungsfähigkeiten und Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Smart Farming schlägt aber noch nicht den Bogen zu den Wertschöpfungsketten und der Nachfrage der Endnutzer. Ein weiteres Problem besteht in nicht ausreichender Interoperabilität und im Datenaustausch zwischen den Informations- und Kommunikationskomponenten (Kruize et al., 2016). Das vorhandene Wissen in Bezug auf ein teilflächen- und tierspezifisches Management ist zum Teil noch ungenügend, vor allem noch nicht umfassend als Indikator für Ziele in der Wertschöpfungskette nutzbar. Es fehlt die Vernetzung von Informationen hinsichtlich unterschiedlicher Qualitätskriterien, Logistik, Vertrieb und Absatz, aber auch des Konsumenteninteresses oder der Anforderungen aus der Gesellschaft.

Die Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0 hat das Ziel, alle Aspekte vom Feld bis zur Gesellschaft zu vernetzen.

3. Herausforderungen für die Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0

Um Landwirtschaft 4.0 zu realisieren, stehen Gesellschaft und Wissenschaft, Industrie und Politik vor einer Reihe von Herausforderungen.

Berücksichtigung gesellschaftlicher Anforderungen an Ökosystemleistungen und Tierwohl

Produktbezogene Indikatoren müssen etabliert werden um die komplexen Prozesse zu erfassen und zu bewerten. Dazu gehört insbesondere auch die Berücksichtigung von Ökosystemleistungen und Tierwohl. Modelle sind zu erarbeiten, die physiologische Prozesse und deren räumliche und zeitliche Variabilität abbilden können und die mit zeitnah erfassten Informationen gekoppelt werden. Dazu müssen **Sensoren** und GPS-gestützte Messungen automatisiert und weiterentwickelt werden, um sowohl wichtige produktbezogene Indikatoren zeitnah und hoch aufgelöst zu erfassen als auch die **Modelle** zeitnah zu kalibrieren.

Gewährleistung des Informationsflusses durch die gesamte Wertschöpfungskette

Räumlich wie zeitlich hochaufgelöste **Informationen** aus dem jeweiligen Produktionsprozess müssen mit Informationen aus der Wertschöpfungskette und der Nachfrage aus der Gesellschaft **vernetzt** werden, um ökologisch wie ökonomisch hochwertige Produkte zu erhalten.

Diese komplexen Informationen sollen digital aufbereitet und in nutzerfreundlicher Form wiederum als **Entscheidungskriterien** bei der Auswahl der Maßnahmen und Feinsteuerung der Produktion behilflich sein. Die Automatisierung von Prozessen durch sensor-gesteuerte Modelle (M2M) ist dabei eine wichtige Komponente. Weitere wichtige Faktoren sind Datendurchlässigkeit und Datensicherheit. Die Infrastruktur für eine schnelle Übertragung der Daten ist bei allen Vorgängen eine Voraussetzung, die im ländlichen Raum weiter ausgebaut werden muss.

Konsumenten- und gesellschaftsspezifische Produktion

Anforderungen der Konsumenten und Gesellschaft an hohe **Produkt- inklusive Umweltqualität** müssen in den betrieblichen Maßnahmen auf dem Feld bzw. im Stall und in der weiteren Verarbeitung berücksichtigt werden, nicht nur um Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten sondern auch, um diese zielgruppengenau **ökonomisch in Wert setzen** zu können. Ebenso soll die Nachfrage bzw. der Bedarf der Konsumenten und der Gesellschaft über die gesamte Wertschöpfungskette transparent abgebildet werden. Zeitnahes Reagieren auf den Informationsbedarf und die Erwartungshaltungen der Gesellschaft kann somit zur flexibleren Nutzung von Marktchancen führen.

Partizipative Weiterentwicklung von technische Möglichkeiten

Die **Einbeziehung der Akteure** erfordert für jede der genannten Herausforderungen eine neue Dimension. Modelle zur In-Wert-Setzung von Ökosystemleistungen werden an Hand des konkreten Bedarfs und der Qualitätsansprüche der Gesellschaft und der Endkonsumenten entwickelt. Dabei sind die unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Betriebsformen und -größen zu berücksichtigen. Sie verfügen über unterschiedliche Kapazitäten, auf die vielfältigen Informationen angemessen zu reagieren. Neben der Entwicklung des partizipativen Ansatzes sollen **Modell- und Demonstrationsprojekte** die mit der Landwirtschaft 4.0 verbundenen Chancen verdeutlichen.

Rechtliche Rahmenbedingungen für freie Verfügbarkeit von Informationen

Die Transparenz und allgemeine Zugänglichkeit von Informationen muss einer Monopolisierung der Informationen entgegenwirken. Basis dafür ist starkes **öffentliches Interesse und eine öffentliche Förderung** und damit die freie Verfügbarkeit des grundlegenden Wissens. Freie Verfügbarkeit von Informationen muss allerdings auch die berechtigten Interessen der Beteiligten angemessen sichern. Hierfür sind **rechtliche Rahmenbedingungen** im internationalen Kontext zu schaffen. Die klare Definition von Eigentumsrechten und Nutzungsrechten an den erhobenen Daten sowie die koordinierte Erstellung von nationalen und internationalen Standards werden von hoher Wichtigkeit sein.

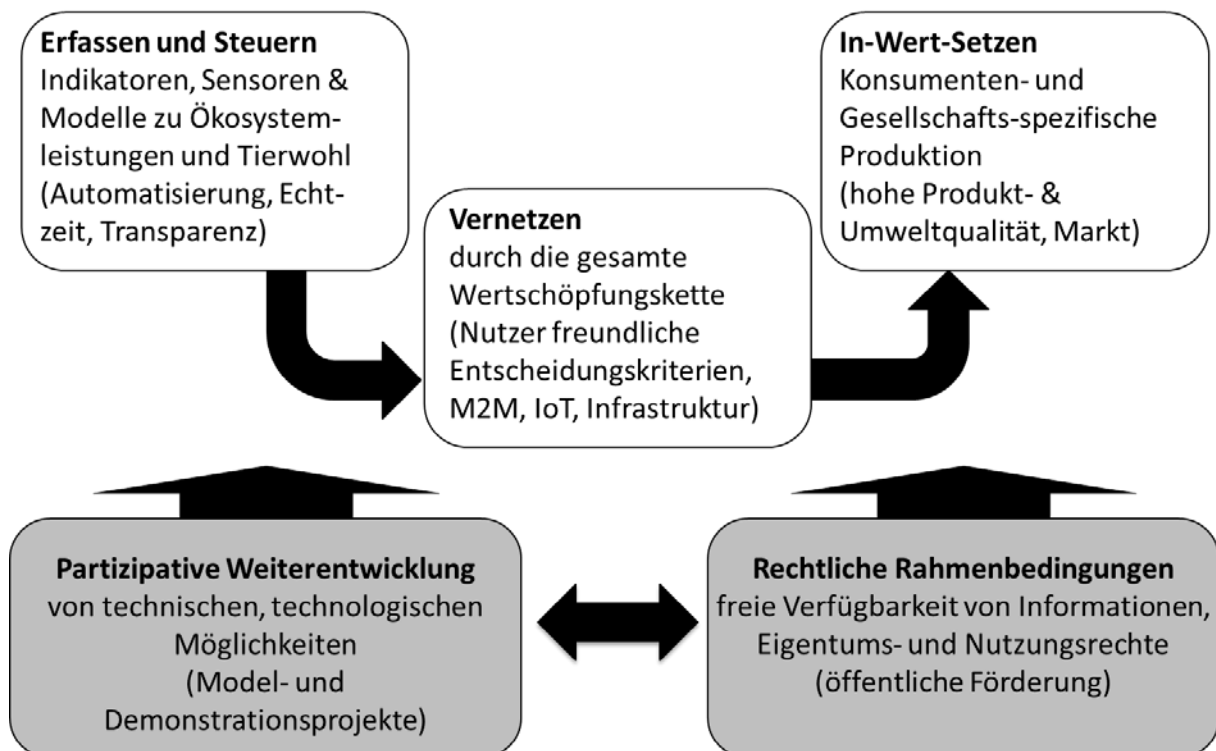
4. Beitrag der Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0 zu den globalen Nachhaltigkeitszielen

Digitalisierung ist kein Selbstzweck. Die Innovationsinitiative Landwirtschaft 4.0 leistet einen Beitrag zur Erreichung der **globalen Nachhaltigkeitsziele** (UNEP 2016). Durch eine bedarfsorientierte und effiziente Bewirtschaftung können gleichzeitig die landwirtschaftliche Produktivität gesteigert und **Ressourcen geschont** werden, wodurch die Nachhaltigkeit der **Erährungs- und Nahrungssicherung** unterstützt wird. Dies gilt sowohl für den Einsatz als auch den Erhalt der natürlichen Ressourcen, wie Boden und Wasser, für Ökosystemleistungen und Biodiversität.

Durch gestärkte Informationsvernetzung und neue Dokumentationsmethoden wird die Produktion von Nahrungsmitteln und biobasierten Rohstoffen **transparenter**. Dies gilt regional wie global. Gleichzeitig wird die Quantität und Qualität der Produkte durch gezielte **„Produktion nach Bedarf“** an die Nachfrage angepasst. Darüber hinaus kann die Transparenz des Produktionsprozesses durch Bereitstellung der Informationen bei den Verbrauchern und Nutzern eine höhere Wertschätzung der Produkte und somit eine Stärkung des Qualitätsbewusstseins bewirken.

Referenzen

- Communication Promoters Group of the Industry-Science Research Alliance (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group. www.plattform-i40.de. pp 82
- Griepentrog, H.W. 2011: Eine neue Erfolgsformel? Smart Farming soll die nächste Generation von Precision Farming werden. DLG-Mitteilungen, 126, Frankfurt a.M.; S. 12-16
- Kruize J.W., Wolfert J., Scholten H., Verdouw C.N., Kassahun A., Beulens A.J.M. (2016) A reference architecture for Farm Software Ecosystems. Computers and Electronics in Agriculture 125, 12–28
- Matzdorf, B., Biedermann, C., Meyer, C., Nicolaus, K., Sattler, C., Schomers, S. (2014) Was kostet die Welt? Payments for Ecosystem Services in der Praxis; erfolgreiche PES-Beispiele aus Deutschland, Großbritannien und den USA. Oekom, München.
- UNEP (2016) UNDP Support to the Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations Development Programme, New York. pp 32
- Wolters V., Isselstein J., Stützel H., Ordon F., von Haaren C., Schlecht E., Wesseler J., Birner R., von Lützw M., Brüggemann N., Diekkrüger B., Fangmeier A., Flessa H., Kage H., Kaupenjohann M., Kögel-Knabner I., Mosandl R., Seppelt R. (2014) Nachhaltige ressourceneffiziente Erhöhung der Flächenproduktivität: Zukunftsoptionen der deutschen Agrarökosystemforschung. Grundsatzpapier der DFG Senatskommission für Agrarökosystemforschung. Journal für Kulturpflanzen 66, 225-236.



Notwendige Herausforderungen für eine nachhaltige Ernährungs- und Nahrungssicherheit bei bestmöglichem Ressourcen- und Tierschutz sowie der Bereitstellung von Ökosystemleistungen.

Mitwirkende Leibniz-Institutionen

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB)
Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP), Frankfurt (Oder)
Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), Großbeeren, Erfurt
Leibniz-Institut für Lebensmittelsystembiologie (Leibniz-LSB@TUM), Freising
Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Potsdam-Rehbrücke
Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO), Halle
Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Dummerstorf
Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Gatersleben
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Kontakt:

Dr. Vera Tekken
Koordinatorin des Leibniz-Forschungsverbunds
„Nachhaltige Lebensmittelproduktion & gesunde Ernährung“
Tel.: 0331 5699-854, E-Mail: vtekken@atb-potsdam.de