



# TRANSFORMATIONSROADMAP PERSPEKTIVEN DER AGRARTECHNIK 2050

## NEUE ANFORDERUNGEN, ZUKUNFTSMÄRKTE UND DISRUPTIONEN

---

MANAGEMENT SUMMARY

# Vorwort

## Liebe Mitglieder und Interessierte,

die Landwirtschaft wandelt sich wie andere Branchen auch mit zunehmender Geschwindigkeit. In zahlreichen Studien und moderierten Prozessen wurden die Treiber der Veränderungen und sich abzeichnende Entwicklungen analysiert und Szenarien für künftige Entwicklungen abgeleitet. Aber was bedeutet die Transformation der Agrarwirtschaft für die Landtechnik? Um diese Frage auszuloten, sind wir gemeinsam mit dem Zukunftsforschungsinstitut IZT im Rahmen des Experimentierfelds Agro-Nordwest neue Wege gegangen.

Neu ist der inter- und transdisziplinäre Ansatz des Roadmappings. Er schafft eine ganzheitliche Sicht auf Transformationsprozesse der Agrarwirtschaft und eröffnet eine spezifisch unternehmerische Perspektive. Gegenüber bisherigen Zukunftsstudien, die sich mit der Agrartechnik beschäftigen, ist der Zeithorizont deutlich länger. Er erstreckt sich bis zum Jahr 2050. Dadurch lassen sich gerade die zu erwartenden tiefgreifenden Wandlungsprozesse mit in den Blick nehmen. Besonders ist auch der Dialog auf dem die Roadmap basiert. Gemeinsam mit Vertretern aus verschiedenen Disziplinen der Wissenschaft, der landwirtschaftlichen Praxis, der Landtechnik,

Banken, Wirtschaftsförderung, Landwirtschaftskammer, Start-up-Förderung und Innovateuren ist eine explorative Roadmap zur Erkundung der Transformation der Agrarwirtschaft bis zur Mitte des Jahrhunderts entstanden. Sie soll im Agrotech Valley, aber auch darüber hinaus, allen Akteuren helfen, das Verständnis für die Transformationsprozesse zu verbessern und letztlich eine mittel- und langfristige Orientierung für Forschung, Entwicklung und Innovation schaffen. Das vorliegende Management Summary fasst die Kernergebnisse der Transformationsroadmap zusammen.



**Dr. Henning Müller**

1. Vorsitzender, Agrotech Valley Forum e. V.



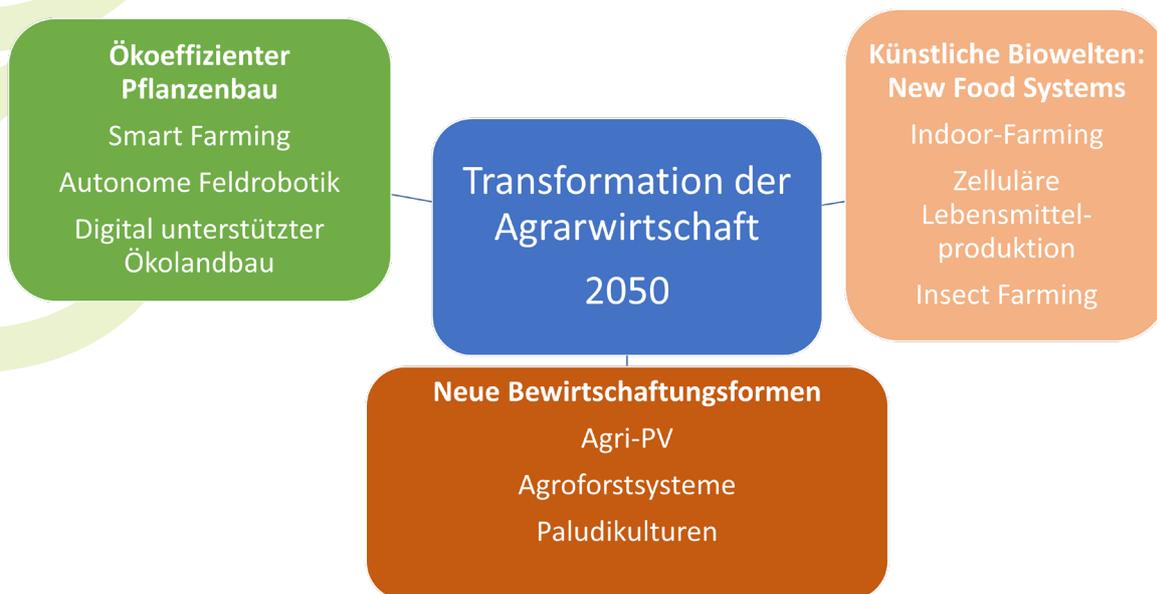
# Die Agrar- und Ernährungswirtschaft befindet sich in einem tiefgreifenden und rapiden Transformationsprozess

**D**as Ziel der Transformation ist „ein ökonomisch leistungsfähiges Agrar- und Ernährungssystem, das in seinen Auswirkungen auf Klima, Natur und Tierwohl im Einklang mit den Prinzipien der nachhaltigen Ressourcennutzung steht, sozial verträglich ist, die Menschen bei einer gesunden Ernährung unterstützt und daher gesellschaftlich anerkannt ist“<sup>(1)</sup>. Die damit verbundenen Veränderungen gehen weit über einen Strukturwandel hinaus, den die Agrarwirtschaft in den letzten Jahrzehnten stark geprägt hat. Es geht bei der Transformation der Agrarwirtschaft sowohl um Innovation, als auch um Exnovation. So, wie die Kohleverstromung nicht mit dem Klimaschutz vereinbar und der Kohleausstieg folgerichtig ist, so bedarf es auch des Ausstiegs aus umweltschädlichen Praktiken der Agrar-, Forst- und Fischereiwirtschaft bis hin zur Abkehr von nicht nachhaltigen Konsum- und Ernährungsgewohnheiten.

Dabei gerät die Agrarwirtschaft ökonomisch und gesellschaftlich immer mehr unter Druck, ökonomisch, weil die Ertragssituation schwieriger wird, gesellschaftlich infolge kritischer Haltungen gegenüber der Agrarwirtschaft, was z. B. Tierwohl, Biodiversität und den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln anbetrifft. Auch wenn Einigkeit in Politik und Agrarwirtschaft darüber besteht, dass Nachhaltigkeit in ökologischer, sozialer und ökonomischer Hinsicht dabei das Ziel ist, wird dieser Wandlungsprozess doch von vielen widersprüchlichen Faktoren und Interessen beeinflusst, von zahlreichen Spannungslagen geprägt und ist infolgedessen mit hohen Unsicherheiten verbunden. Die „Transformationsroadmap“, die mit unterschiedlichen Akteuren aus der Wissenschaft, der landwirtschaftlichen Praxis und Innovateuren kooperativ erarbeitet wurde, liefert eine Orientierung mit dem Zeithorizont 2050.

Aus dem Zusammenspiel von Forecasting (Treiber- und Diskursanalyse) und Backcasting (Transformationsszenarien mit imaginierten Zukünften) wurden Veränderungspotenziale identifiziert, um daraus zukünftige Anforderungen, neue Technologien und mögliche Zukunftsmärkte abzuleiten und zu bewerten. Man muss sich Transformation im Plural vorstellen mit unterschiedlichen Entwicklungspfaden, die darauf abzielen, die Agrarwirtschaft ressourcenschonend, umweltverträglich

und klimaneutral zu machen. Um die Vielschichtigkeit möglicher Dynamiken abzubilden, haben wir diese in Szenarien und erfahrbare Vorstellungsräume (Zukunftsbilder) übersetzt <sup>(2)</sup>. Einer von uns durchgeführten Diskursanalyse zur Transformation der Agrarwirtschaft zufolge lassen sich drei Transformationsszenarien unterscheiden. Diese ergänzen sich, stellen also keine Alternativszenarien dar:



*Transformation im Plural vorausdenken: Drei Transformationsszenarien entlang derer neue Anforderungen, Zukunftsmärkte und Disruptionspotenziale identifiziert wurden.*

Beim Transformationsszenario „Ökoeffizienter Pflanzenbau“ dominieren Digitalisierung, Automatisierung und Smart Farming-Ansätze. Die hier betrachteten Strategien fokussieren auf die Weiterentwicklung und Optimierung des Pflanzenbaus mit dem Ziel, das ökologische Nutzen-Aufwand-Verhältnis zu verbessern und die Ressourceneffizienz deutlich zu steigern. Auf diese Weise soll einerseits ein Beitrag zur Ökologisierung der klassischen Landwirtschaft geleistet werden und andererseits ein Beitrag zur Steigerung der Ertragskraft im Ökolandbau. Das Szenario „Neue Bewirtschaftungsformen“ umfasst Formen der Landbewirtschaftung, die einen Beitrag zu gesunden und widerstandsfähigen Ökosystemen sowie zum Klimaschutz leisten. Des Weiteren umfasst es innovative Ansätze, die Landwirt-

schaft mit der Erzeugung erneuerbarer Energien verbinden. Im Zentrum stehen die Transformationsfelder Agri-Photovoltaik, Agroforstsysteme und Paludikultur. Beim Szenario „Künstliche Biowelten“ stehen Ansätze im Mittelpunkt, die auf geschlossenen, künstlichen Systemen und dem Einsatz von biotechnologischen Verfahren basieren. Wichtige Transformationsfelder sind Indoor-Farming, Fleisch, Milch und Käse aus zellulärer Landwirtschaft und Insect Farming. Ziel dieser verschiedenen Ansätze ist es, flächenunabhängig, ohne die Natur, mit neuartigen Systemen Nahrungsmittel klimaneutral zu erzeugen. Entlang dieser drei Transformationsszenarien wurden neue Anforderungen, Zukunftsmärkte und Disruptionspotenziale identifiziert.

<sup>1</sup>Zukunftskommission Landwirtschaft: Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft. Abschlussbericht, 2021, S. 115. Online verfügbar unter <https://www.bmuv.de/download/abschlussbericht-der-zukunftskommission-landwirtschaft>, zuletzt geprüft am 17.06.2024.

<sup>2</sup>Verfügbar unter: [https://www.agro-nordwest.de/media/foresight\\_report\\_2.pdf](https://www.agro-nordwest.de/media/foresight_report_2.pdf)

# Strategisch relevante Zukunftsthemen, mit denen die Landtechnikbranche konfrontiert wird

**Bis 2030** werden eher inkrementelle, im Trend liegende Veränderungen erwartet. **Ab 2030** dürfte sich die **Geschwindigkeit von Transformationsprozessen mit der Herausbildung einer „neuen Agrar-Governance“** als Antwort auf **planetare Grenzen und Ernährungssicherheit beschleunigen**. Im Zuge der Transformation werden **folgende Zukunftsthemen für die Landtechnikbranche relevant**.

## **Digitalisierung und Automatisierung ermöglichen große Ökoeffizienz-Potenziale, reichen aber allein nicht aus**

Digitalisierung und Automatisierung bilden den dominanten Technologiepfad. Die Hauptaufgaben liegen in der Integration in die betrieblichen Prozesse und Systeme, der Interoperabilität, der Zuverlässigkeit, der vorausschauenden Instandhaltung und der stärkeren Benutzerorientierung bei immer komplexeren Informationsumgebungen. Prozessleitebenen werden zukünftig in die Cloud verlagert. Die Wertschöpfung wird sich von maschinen- zu datenbasierten Geschäftsmodellen verschieben. Diagnostiziert wurde ein Bedarf an Benchmarking und Evaluation digitaler Anwendungen, spezifischen Kosten-Nutzen-Analysen sowie Demonstratoren. Für die Erreichung der Transformationsziele für eine nachhaltige Landwirtschaft werden die Effizienzgewinne der Digitalisierung allein allerdings nicht ausreichen.

## **Sprunginnovationen: von großen Landmaschinen zu schwarmbasierter autonomer Feldrobotik**

Das Potenzial für eine Sprunginnovation hat die autonome Feldrobotik. Sie bietet die Möglichkeit, große Landmaschinen durch viele kleinere Landmaschinen zu ersetzen. Auch schwarmbasierte Nutzungsszenarien sind möglich. Während kurzfristig mit einer bleibenden Dominanz großer Maschinen zur Feldbearbeitung gerechnet wird, können kleinere autonome Landmaschinen mittel- bis langfristig einen größeren Stellenwert erhalten. Durch deren Einsatz ergeben

sich Vorteile wie Bodenschonung und leichterem Transport. Erwartet wird, dass die Verbreitung der Feldrobotik bei bestimmten Kulturpflanzen, wie z. B. Zuckerrübe, Gemüse schneller voranschreiten wird als beispielsweise bei Mais oder Getreide. Eine Hürde besteht darin, dass die derzeitigen Robotermodelle spezialisiert konstruiert und nicht vielseitig einsetzbar sind. Hier ist weitere Entwicklung nötig, damit der Roboter multifunktional eingesetzt werden kann. Um die Markteinführung berechenbar zu gestalten und zu beschleunigen, braucht es angemessene Zulassungskriterien (in Deutschland) und Innovationsanreize.

## **Transformation wird von einer Diversifizierung der Landwirtschaft geprägt**

Es ist mit einer zunehmenden Diversifizierung der Landwirtschaft zu rechnen. Es ist zu erwarten, dass zukünftig Biodiversitätserhalt, Ausbau landwirtschaftlicher Treibhausgas-Senken sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien in der Landwirtschaft einen zentralen Stellenwert erhalten werden. Vor diesem Hintergrund könnten sich neue Bewirtschaftungsformen, wie Agroforstsysteme, Paludikultur und Agri-PV von derzeitigen Nischen zu relevanten Märkten entwickeln. Damit können neue Geschäftsmodelle für Landwirte entstehen bis hin zu neuen Profilen und Berufsbildern (z. B. „Moor-Klimawirt“, „Ökosystemwirt“, „Solarfarmer“). Voraussetzung ist, dass entsprechende Rahmenbedingungen für die Finanzierung dieser Tätigkeiten geschaffen werden (Reformierung der GAP, Förderpro-

gramme und Schaffung geeigneter rechtlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen). Hier können neue Märkte für die Landtechnikbranche entstehen, z. B. angepasste Maschinen und Prozesstechniken im Bereich Agroforstwirtschaft, Paludikultur und Agri-Photovoltaik.

### New Food Systeme haben das Potenzial, die Nahrungsmittelproduktion zu revolutionieren

Trend-, Markt- und Potenzialstudien über Indoor-Farming, Cultured Meat, Precision Fermentation und Insect Farming weisen auf das Wachstumspotenzial dieser Marktsegmente hin. Durch den Ausbau der Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsförderung entsteht in Kombination mit der Mobilisierung von Investitionskapital ein Resonanzboden, auf dem sich neue Märkte entwickeln. Mittelfristig könnten geschlossene, künstliche Biosysteme heute verbreitete landwirtschaftliche Verfahren ergänzen. Langfristig haben sie das Potenzial die Nahrungsmittelproduktion zu revolutionieren. Sie ermöglichen einen Paradigmenwechsel vom Ackerbau hin zu einer Landwirtschaft ohne Boden. Die agrarwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten würden sich verändern, der Innovationsdruck auf die Landwirtschaft würde zunehmen, statt Landtechnik wäre Anlagentechnik notwendig.

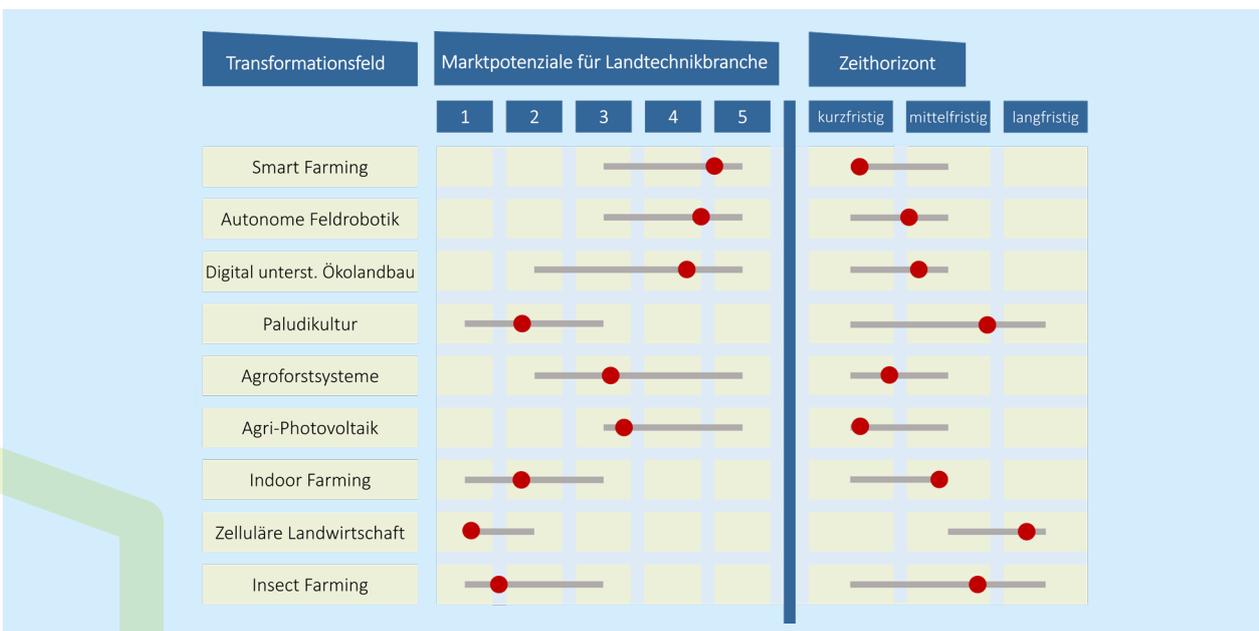
### Transformation birgt neue Risiken und Zielkonflikte, die für Landtechnikhersteller mittelbar relevant werden

Die Transformation der Agrarwirtschaft geht über

den bisherigen Strukturwandel hinaus. Einige der damit verbundenen Risiken und Zielkonflikte umfassen die Komplexität der Zusammenhänge, Marktunsicherheit, Investitionsbedarfe und die Veränderung regulatorischer Anforderungen. Der Wandel erfordert außerdem eine Anpassung an neue Bewirtschaftungsformen, die oft spezialisiertere und punktuellere Lösungen erfordern. Es entstehen Märkte für neue Landtechniken, die in kleineren Stückzahlen produziert werden können, um den spezifischen Anforderungen einzelner Betriebe gerecht zu werden. Um den Herausforderungen der Transformation zu begegnen, müssen Landwirte und Agrartechnikhersteller verstärkt kooperieren, z. B. bei der Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Anbaumethoden, der Vermarktung von Produkten oder der Nutzung von Technologien.

### Erhalt von Ökosystemleistungen rückt politisch und gesellschaftlich zunehmend in den Vordergrund

Die Entwicklungen zu einer Erhöhung der Wertschätzung von Biodiversität und Ökosystemleistungen erhalten politisch und gesellschaftlich zunehmend Bedeutung. Bislang werden Leistungen der Natur (bspw. Bestäubungsleistungen, CO<sub>2</sub>-Bindung im Boden, Erosionsschutz oder Grundwasserneubildung) in der Wirtschaftsberichterstattung nicht abgebildet und bei Entscheidungsprozessen nicht adäquat berücksichtigt. Mit den aktuellen Entwicklungen auf internationaler sowie auf nationaler Ebene zur Messung



Marktpotenziale der untersuchten Transformationsfelder für die Landtechnikbranche (1 = sehr gering bis 5 = sehr hoch) und Eintritt der Marktrelevanz (kurzfristig: bis 2030, mittelfristig: 2030 bis 2040, langfristig: ab 2040). Einschätzung der Mitglieder des Roadmap-Begleitkreises. Die Breite der Balken repräsentiert die Bandbreite der Antworten

und Sichtbarmachung von Ökosystemleistungen soll sich dies nun ändern (Montrealer Biodiversitätskonferenz, EU-Biodiversitätsstrategie 2030, SEEA-Ecosystem Accounting der UN, CSR-Richtlinie etc.). Dies bietet die Chance, eine Grundlage zu schaffen, um eine Finanzierung der Gemeinwohlleistungen der Landwirte zu begründen. Folgt man diesem Ansatz, könnten insbesondere die Subventionen für die Landwirtschaft im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik weitaus stärker an die Erbringung von Umweltleistungen geknüpft werden. Gleichzeitig bringt es die Herausforderung mit sich, Indikatoren zur Messung der Ökosystemleistungen festzulegen und Daten über deren Entwicklung kontinuierlich zu erheben. Wirkungen der Landbewirtschaftung messbar zu machen, wird als Entwicklungsstrang im Bereich der digitalen Anwendungen an Bedeutung gewinnen.

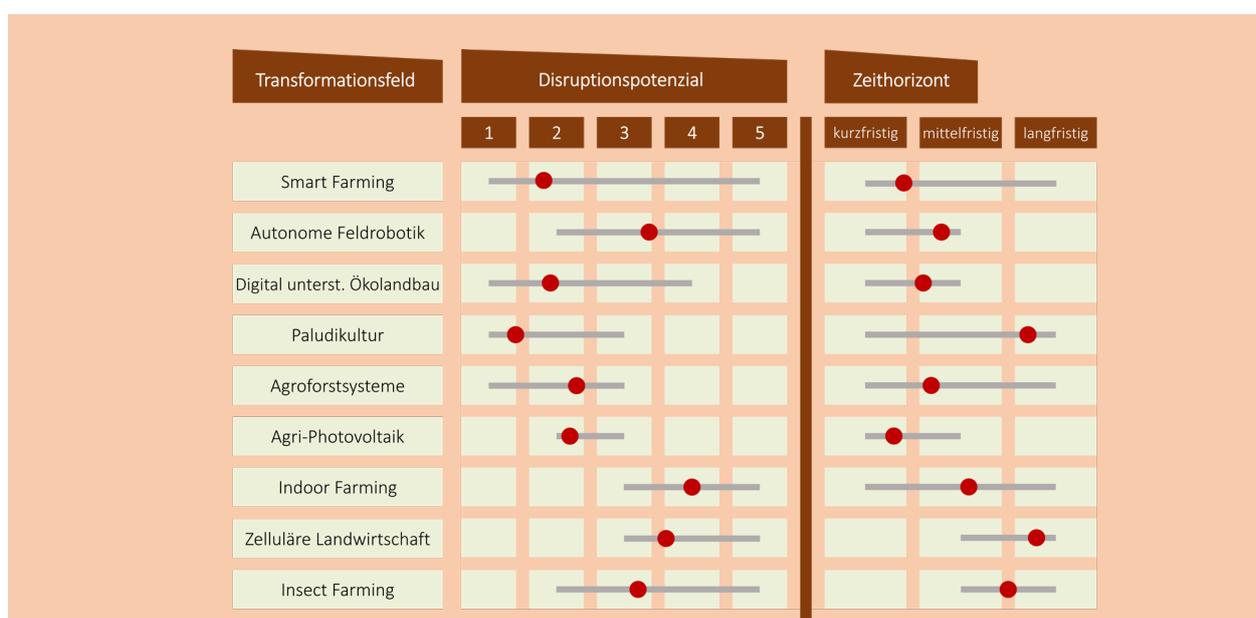
### Zukunftsmärkte für die Landtechnikbranche

Für neun Transformationsfelder wurde eine Bewertung der Marktpotenziale für die Landtechnikbranchen vorgenommen. Den Transformationsfeldern Smart Farming, Autonome Feldrobotik und Digital unterstützter Ökolandbau wird eine hohe Marktrelevanz zugesprochen, die sich bereits kurz- bis mittelfristig manifestiert. Mittlere Marktpotenziale, die aber bereits kurzfristig relevant werden können, werden bei Agroforstsystemen und Agri-Photovoltaik gesehen. Paludikultur-Verfahren werden nach Einschätzung der Mitglieder des Begleitkreises erst längerfristig re-

levant. Den Technologiefeldern Indoor Farming, Zelluläre Landwirtschaft und Insect Farming werden geringe Marktpotenziale für die Landtechnik zugeschrieben.

### Wie hoch ist das Disruptionspotenzial?

Die größten Disruptionspotenziale werden im Bereich Autonome Feldrobotik gesehen sowie bei den New Food Systems: Indoor Farming, Zelluläre Landwirtschaft und Insect Farming. Bei Autonome Feldrobotik könnten Disruptionen auftreten, da diese Technologie einen Paradigmenwechsel von großen, schweren Landmaschinen hin zu kleineren, autonom agierenden Robotern bis hin zu Roboterschwärmen mit sich bringen könnte. In diesem Innovationsfeld treten neben den Landtechnikherstellern neue Akteure, insbesondere Start-ups auf. Indoor Farming könnte (neben den derzeitigen Einsatzgebieten im Kräuter- und Gemüsebau) zukünftig auch für den Anbau von Feldfrüchten, z. B. Weizen, zum Einsatz kommen. Tritt dieser Fall ein, so könnte dies zu einem Rückgang der Nachfrage nach herkömmlicher Agrartechnik führen. Auch zelluläre Landwirtschaft und Insect Farming könnten erhebliche Auswirkungen auf die Landtechnikbranche haben, da in diesen Bereichen Anlagentechnik im Vordergrund steht während klassische Landtechnik keine Rolle spielt. Größere Auswirkungen durch New Food Systems werden allerdings erst in einem mittleren bis langfristigen Zeithorizont erwartet.



Disruptionspotenzial der untersuchten Transformationsfelder für die Landtechnikbranche (1 = sehr gering bis 5 = sehr hoch) und Zeithorizont (kurzfristig: bis 2030, mittelfristig: 2030 bis 2040, langfristig: ab 2040). Einschätzung der Mitglieder des Roadmap-Begleitkreises. Die Breite der Balken repräsentiert die Bandbreite der Antworten.



# EXPERIMENTIERFELD AGRO-NORDWEST

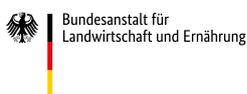


Förderkennzeichen 28DE103F22

Gefördert durch



Projektträger



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Autor:innen:** Dr. Siegfried Behrendt, Christine Henseling, Kathrin Gegner  
IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH, Berlin

**Ansprechpartner:** Dr. Siegfried Behrendt | s.behrendt@izt.de

**Layout und Gestaltung:** Dirk Bock | Agrotech Valley Forum e. V.

“Bilder unter Lizenz von Shutterstock.com verwendet”  
“Bilder generiert mit Midjourney”



Zur Langversion -  
QR Code klicken