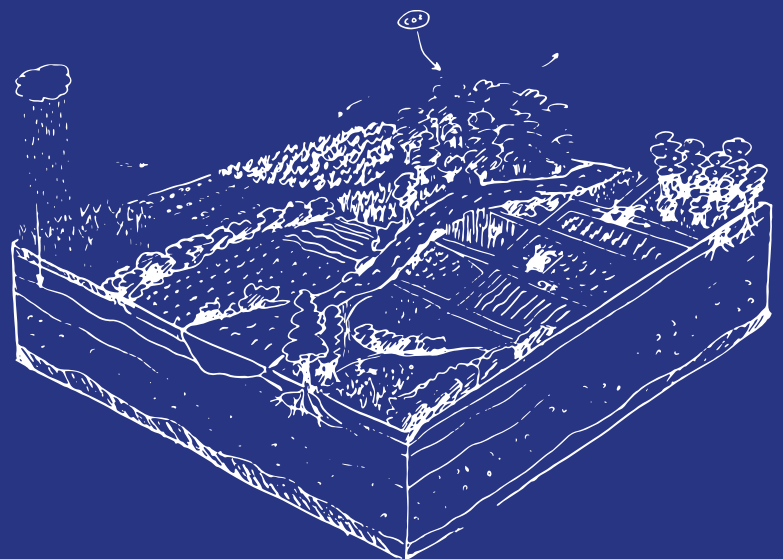
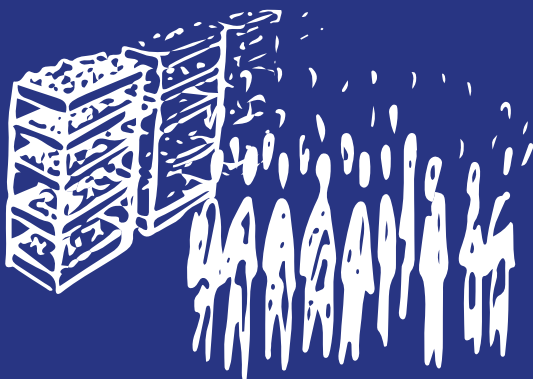
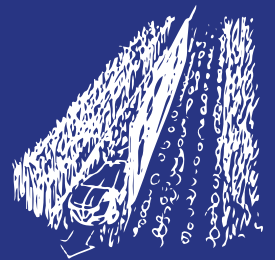


Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für eine Elektrifizierung der Landwirtschaft

Nachschlagewerk erarbeiteter, möglicher
Handlungsschritte aus dem Projekt Energy-4-Agri



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	1
Leseanleitung	2
1 Hintergrund	3
1.1 Das Forschungsprojekt Energy-4-Agri	3
1.2 Die wichtigsten Erkenntnisse	4
1.3 Hintergrund und Ziel des vorliegenden Dokumentes	5
2 Energy-4-Agri Zukunftsbild	6
2.1 Landtechnik	7
IST Zustand 2024 – Zukunftsbild 2045	8
Zielvorstellungen und Handlungsoptionen	9
2.2 Energie	17
IST Zustand 2024 – Zukunftsbild 2045	18
Zielvorstellungen und Handlungsoptionen	19
2.3 Berufsbild und Kompetenzentwicklung	25
IST Zustand 2024 – Zukunftsbild 2045	26
Zielvorstellungen und Handlungsoptionen	27
2.4 Akzeptanz, Wissens- und -Bewusstseinsbildung	33
IST Zustand 2024 – Zukunftsbild 2045	34
Zielvorstellungen und Handlungsoptionen	35
2.5 Ökologie	42
IST Zustand 2024 – Zukunftsbild 2045	43
Zielvorstellungen und Handlungsoptionen	44
3 Die vier wichtigsten übergreifenden Handlungsempfehlungen	51
3.1 Beratungsangebote bereitstellen	51
3.2 Förderung von Forschung und Entwicklung	51
3.3 Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation	52
3.4 Anpassung der Aus- und Weiterbildung	52
4 Projektveröffentlichungen	53
4.1 Erfolgte Veröffentlichungen	53
4.2 Veröffentlichungen in Vorbereitung	54
5 Quellenverzeichnis	55
Impressum	57

Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CBD	Convention on Biological Diversity / Übereinkommen über die biologische Vielfalt
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services / Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen
PV	Photovoltaik
RI	Research and innovation Policy
SDGs	Sustainable Development Goals / Ziele für nachhaltige Entwicklung
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change / Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen

Leseanleitung

Dieser Bericht enthält Empfehlungen für Maßnahmen und Handlungsschritte, um das Zukunftsbild der sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Elektrifizierung der Landwirtschaft zu erreichen. Nach einer Erläuterung des Hintergrunds dieses Berichts werden Handlungspfade einzelner Ziele der Bereiche Landtechnik, Energie, Berufsbild und Kompetenzentwicklung, und Akzeptanz, Wissens- und Bewusstseinsbildung als Weg zu den Teilziele des Zukunftsbildes definiert und beschrieben. Der Bericht ist als Nachschlagewerk der Transformation zu verstehen, zu nutzen und zu lesen. Da jede:r Akteur:in unterschiedliche Inhalte aus diesem Nachschlagewerk ziehen möchte, folgt eine Reihe unterschiedlicher Nutzungsweisen dieses Schriftstücks.

Ziele nach Kategorien

Jedem Bereich des Zukunftsbildes ist eine andere Farbe zugeordnet, wodurch die wichtigen Seiten schnell zu finden sind:

Landtechnik

Energie

Berufsbild & Kompetenzentwicklung

Akzeptanz, Wissens- & Bewusstseinsbildung

Ökologie

Stakeholder-bezogene Ziele

Auf der Startseite jedes Ziels ist in der oberen rechten Ecke eine Legende abgebildet, die darstellt, welche Stakeholder bei diesem Ziel in der Verantwortung stehen, Handlungsschritte und Maßnahmen einzuleiten.

- P** Politik
- LW** Landwirtschaft
- B** Beratungsorganisationen
- LT** Landtechnikindustrie
- U** Universitäten
- W** Wissenschaft
- NT** Netzbetreiber
- AS** Ausbildungsstätten
- M** Medien
- EC** Energy Communities
- V** Verbände
- D** Dienstleistung
- NB** Naturschutzbehörden
- SN** Social Networker

Handlungsempfehlungen

Einige Handlungsschritte sind in vielen Teilzielen notwendig. Die am häufigsten vorkommenden Schritte sind durch ihre sektorenübergreifende Nennung besonders systemrelevant und werden auf den letzten Seiten (51-52) detailliert beschrieben.

Für ein vollständiges Verständnis der Transformation und der Hintergründe des vorliegenden Dokumentes wird empfohlen, die ersten Seiten (3-6) zu lesen. Zudem stellt jeweils die dritte Seite eines jeden Transformationsbereichs eine Übersicht der Teilziele und Handlungsschritte dar. Für weitere spezifische Informationen wird auf den Abschlussbericht des Projekts Energy-4-Agri verwiesen.

1 Hintergrund

1.1 Das Forschungsprojekt Energy-4-Agri

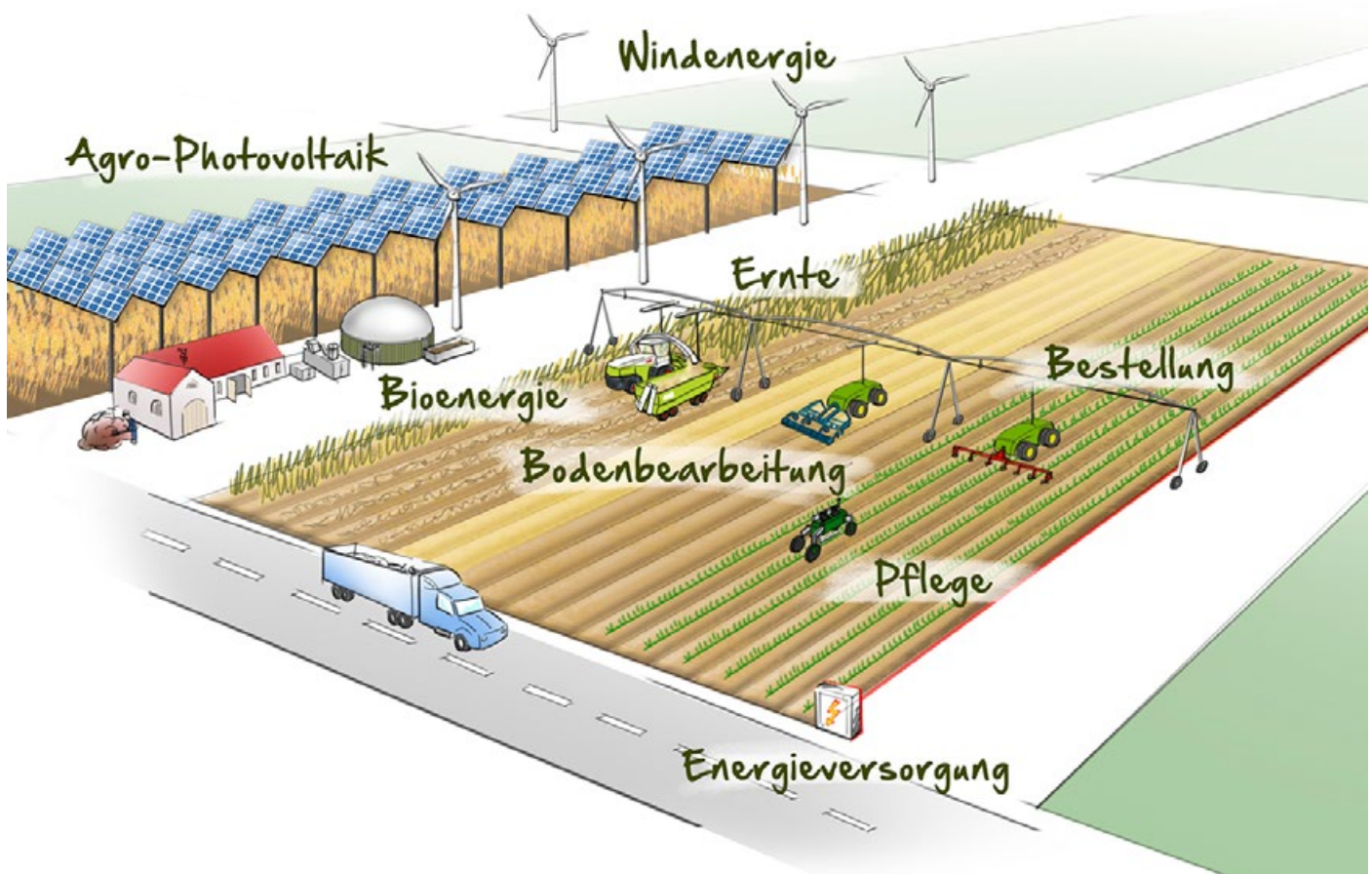


Abbildung 1: Energy-4-Agri: Gesamtkonzept und Modellierung von Agrarsystemen mit regenerativer Energieversorgung. Ausgangsdarstellung eines möglichen Szenarios. Bildnachweis: Johanna Frerichs

Das Forschungsprojekt Energy-4-Agri „Gesamtkonzept und Modellierung von Agrarsystemen mit regenerativer Energieversorgung“ beschäftigte sich von April 2020 bis August 2024 mit der Untersuchung und Modellierung von Gesamtkonzepten für Agrarsysteme mit regenerativer Energieversorgung zur Dekarbonisierung der Landwirtschaft im Kontext der Energiewende. Abbildung 1 zeigt ein mögliches Szenario. In diesem Szenario wurde die Entwicklung und Nutzung von elektrifizierten Landmaschinen priorisiert. Dabei wird als Bedingung eine

möglichst weitreichende Nachhaltigkeit in den drei Bereichen Ökologie, Ökonomie und Sozialem angestrebt. Geographischer Bezugspunkt ist die Region Niedersachsen. Beteiligt waren die Technische Universität Braunschweig und die Hochschule für bildende Künste Braunschweig zusammen mit der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

1.2 Die wichtigsten Erkenntnisse

Aus dem Projekt Energy-4-Agri heraus ist eine Vielzahl von Erkenntnissen hervorgegangen, welche dem Abschlussbericht und den weiteren Veröffentlichungen zu entnehmen sind. Die nachfolgend dargestellten zwölf Erkenntnisse geben eine Auswahl der Projektbeteiligten wieder.

1. Angesichts der im Vergleich zu Dieselmotoren geringeren Energiedichte von Batterien ist es in mittelfristiger Zukunft **unwahrscheinlich, dass vollelektrische Antriebsstränge für sämtliche landwirtschaftliche Maschinen und Verfahren eingesetzt** werden können.
2. Die regelmäßige Versorgung von batterieelektrischen Landmaschinen mit Energie kann u.a. durch die Verwendung eines **Batteriespeichers am Feldrand** ermöglicht werden.
3. Bei hofnahen Einsätzen können **batterieelektrische Landmaschinen bis Leistungen von aktuell ca. 100 bis 150 kW vorteilhaft Anwendung** finden.
4. Eine **kombinierte Nutzung** der Stromnetz-Infrastruktur durch elektrische Landmaschinen sowie erneuerbarer Energien (Windenergie- und Agri-PV-Anlagen) **verbessert die Wirtschaftlichkeit**.
5. Beschäftigte der Landwirtschaft brauchen eine Vielzahl von unterschiedlichen Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenzen. Besonders wichtig für das untersuchte Zukunftsszenario der elektrifizierten Feldbewirtschaftung sind die **fachlichen Kompetenzen** zum „**Wirtschaften mit erneuerbarer Energie**“ und zu „**Förderung und Erhalt von Biodiversität und Ökosystemleistungen**“.
6. Eine zukünftige Landwirtschaft profitiert von **regional angepasster Biotopvernetzung** und **Förderung von Ökosystemleistungen**. Elektrifizierung im landwirtschaftlichen System birgt dabei Potentiale.
7. Eine umfassende Biotopvernetzung wird durch die **Förderung der Landschaftsstrukturvielfalt** gefördert. Blühstreifen beeinflussen Tiere wie Rebhuhn, Hummeln, Braunbrustigel und Laufkäfer. Hecken und Agroforstsysteme sind für Laubfrösche, Feldhamster, Feldhasen und Zwergfledermäuse besonders relevant.
8. Die Förderung von bestäubenden Insekten in Agrarregionen mit überwiegender Getreideanbau wird durch **mehrfährige Blühstreifen** besonders gefördert.
9. **Politische Rahmenbedingungen** müssen geschaffen werden, um neue Handlungsräume für Landwirtschaft Betreibende zu ermöglichen.
10. Die erfolgreiche Transformation bedarf neben **ökonomischen Anreizen** und **rechtlichen Grundlagen** (z. B. Förderung der Anschaffung elektrifizierter Maschinen), auch die Möglichkeit der **Beratung** für die Betriebe, **Kompetenzen** und **Motivation** der Landwirtschaft Betreibenden sowie **gesellschaftliche Akzeptanz**.
11. Landwirtschaft und Gesellschaft müssen zusammen gedacht werden: Die **gesellschaftliche Akzeptanz ist essenziell** für die Einführung der elektrischen Feldbewirtschaftung. Je höher das Problembewusstsein für die Energiewende ist, desto positiver wird das Szenario einer elektrischen Feldbewirtschaftung eingeschätzt.

1.3 Hintergrund und Ziel dieses Berichts

Es wurde ein Szenario erstellt, das die Bedürfnisse, Wünsche und Vorstellungen der verschiedenen Interessengruppen (Landwirtschaft, Politik, Bürger etc.), die während des Projektverlaufs ermittelt wurden, berücksichtigt. Dabei wird ein gemeinsamer Transformationspfad mit einem Zukunftsbild entwickelt, der die Forschungsergebnisse und Erkenntnisse der beteiligten Projektdisziplinen widerspiegelt. Das Ziel dieses Transformationspfades ist es, Handlungsschritte und Empfehlungen aufzuzeigen, die zur Erreichung des angestrebten Ziels beitragen. Dieser Transformationspfad basiert auf einem sogenannten Backcastingprozess¹, der sich darauf konzentriert, was sich im Vergleich zur aktuellen Situation ändern müsste, um eine Elektrifizierung der Landwirtschaft zu erreichen. Insbesondere liegt der Fokus darauf, identifizierte Potenziale sowie Herausforderungen zu skizzieren.

Die Publizierenden dieses Dokumentes möchten dazu anregen, alternative Pfade zu diskutieren sowie das Zielbild zu erweitern und weiterzuentwickeln. Diesem Ziel liegt das Bewusstsein zugrunde, dass das erzeugte Zukunftsbild von Energy-4-Agri nicht vollumfassend das gesamte Agrarsystem abbilden kann. Ebenso wandeln sich die Ausgangsbedingungen stetig, durch z. B. neue Gesetze, neue Technologien oder auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse, sodass die dargestellten Transformationspfade sich auf den Status Quo im Jahr 2024 beziehen.

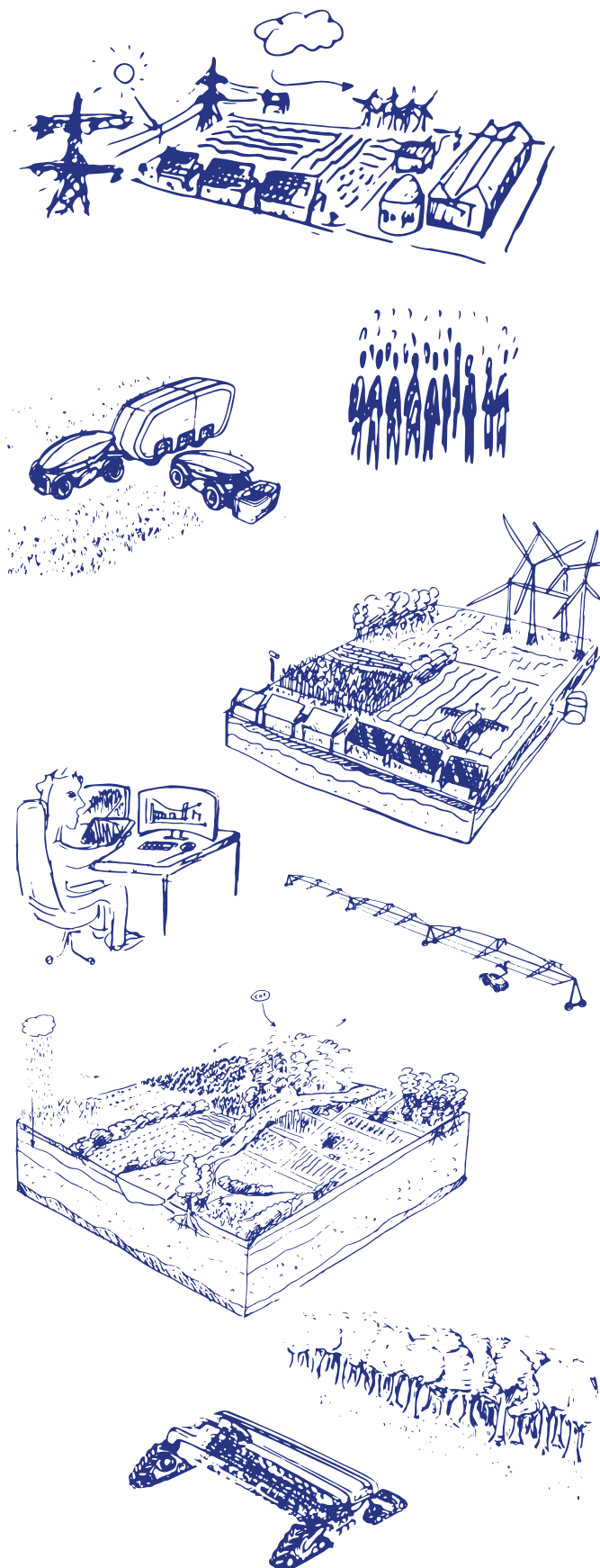
Zusammenfassend führt das vorliegende Dokument die umfangreichen disziplinären Forschungsergebnisse der Projektbeteiligten zusammen. Für weitere Vertiefungen in die einzelnen Themenbereiche wird auf die Liste der Projektveröffentlichungen verwiesen.

2 E4A Zukunftsbild

Das System Landwirtschaft wird sich im Jahr 2045 im Vergleich zu 2024 insbesondere aufgrund der Anpassungen an den Klimawandel stark verändert haben. Andere Entwicklungen wie die Digitalisierung und Automatisierung werden ebenfalls signifikant Einfluss ausgeübt haben. In dem vorliegenden Dokument können keine Aussagen dazu getroffen werden, wie sich die Landwirtschaft tatsächlich entwickeln wird. Es wird die Untersuchung eines „Was wäre, wenn...? -Szenarios“ unter der Annahme, dass eine Umstellung der Landwirtschaft auf elektrische Energie weitreichende Folgen für die Gestaltung der Technik und Prozesse sowie für den Menschen und die Umwelt mit sich bringt, dargestellt. Infrastruktur, Arbeitsplätze in der Landwirtschaft wie auch die Struktur der landwirtschaftlichen Flächen müssen neu gedacht werden. Zugleich eröffnet dieser Wandel völlig neue Möglichkeiten für eine nachhaltige Landwirtschaft. Dabei sind individuelle und gleichermaßen gesellschaftliche Aspekte im Energie-, Agrar-, und Ökologiebereich zu beachten.

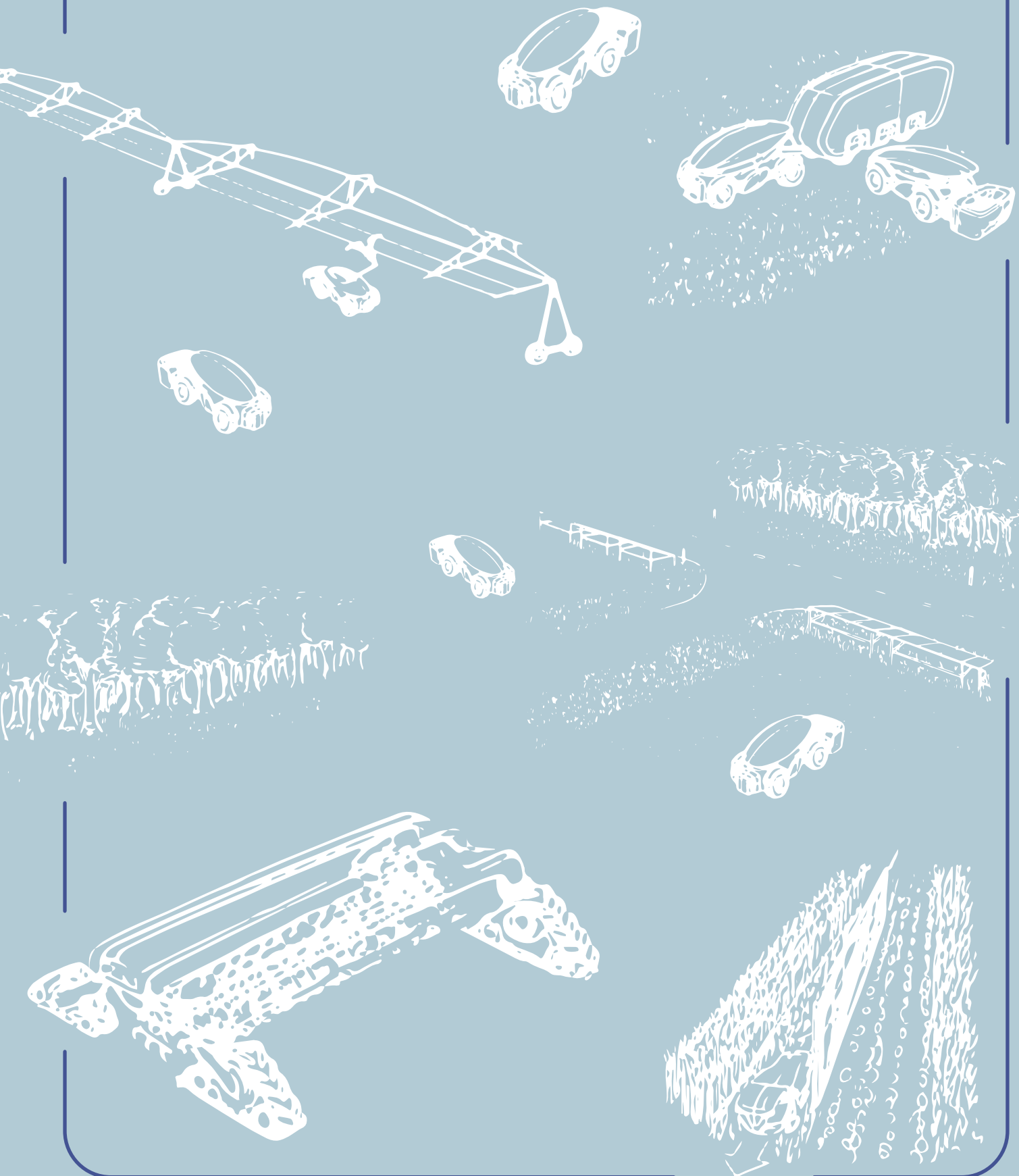
Das im folgenden Kapitel dargestellte Zukunftsbild ist als eine Möglichkeit aus vielen plausiblen Zukünften zu verstehen. In diesem wird die Dekarbonisierung der Landtechnik als Zukunftsvorstellung in den Fokus gesetzt und erforscht. Andere mögliche, im Projekt nicht betrachtete alternativen Antriebstechnologien basieren u. a. auf Wasserstoff, Biogas oder E-Fuels. Das Zukunftsbild einer elektrifizierten Landwirtschaft wird somit als eine mögliche Option skizziert. Dafür werden Herausforderungen und Potenziale herausgearbeitet, wie ein Transformationspfad aus Sicht unterschiedlicher Perspektiven zu gestalten wäre.

Die nebenstehende Abbildung visualisiert das im Projekt gemeinsam generierte Zukunftsbild, welches die Grundlage für die Ausarbeitung eines Transformationspfades bildet. Die nähere Beschreibung des Zukunftsbildes ist den thematisch aufgegliederten Unterkapiteln zu entnehmen.



2.1 Landtechnik

Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge - IMN



IST Zustand 2023

Aktuell dient fossiler Diesel nahezu als einzige Energiequelle für Landmaschinen auf dem Acker. Daher ist die Versorgung von Landtechnik mit alternativen Energien ein relevantes Forschungsthema für die Landtechnik. Auch die Landtechnikhersteller präsentieren regelmäßig neue Konzepte und Ideen. Neben alternativen Kraftstoffen, wie E-Fuels, Re-Fuels, Biodiesel und Biomethan oder auch Wasserstoff, stellt auch die Elektrifizierung des Ackerbaus eine mögliche Option dar. Dazu sei angemerkt, dass eine Umstellung der Landtechnik in Richtung einer Dekarbonisierung, unabhängig von der Energiequelle, sehr viele unterschiedliche Herausforderungen und Chancen mit sich bringt, die mit dem aktuellen Wissensstand kaum vollumfänglich gegeneinander abgewogen werden können.

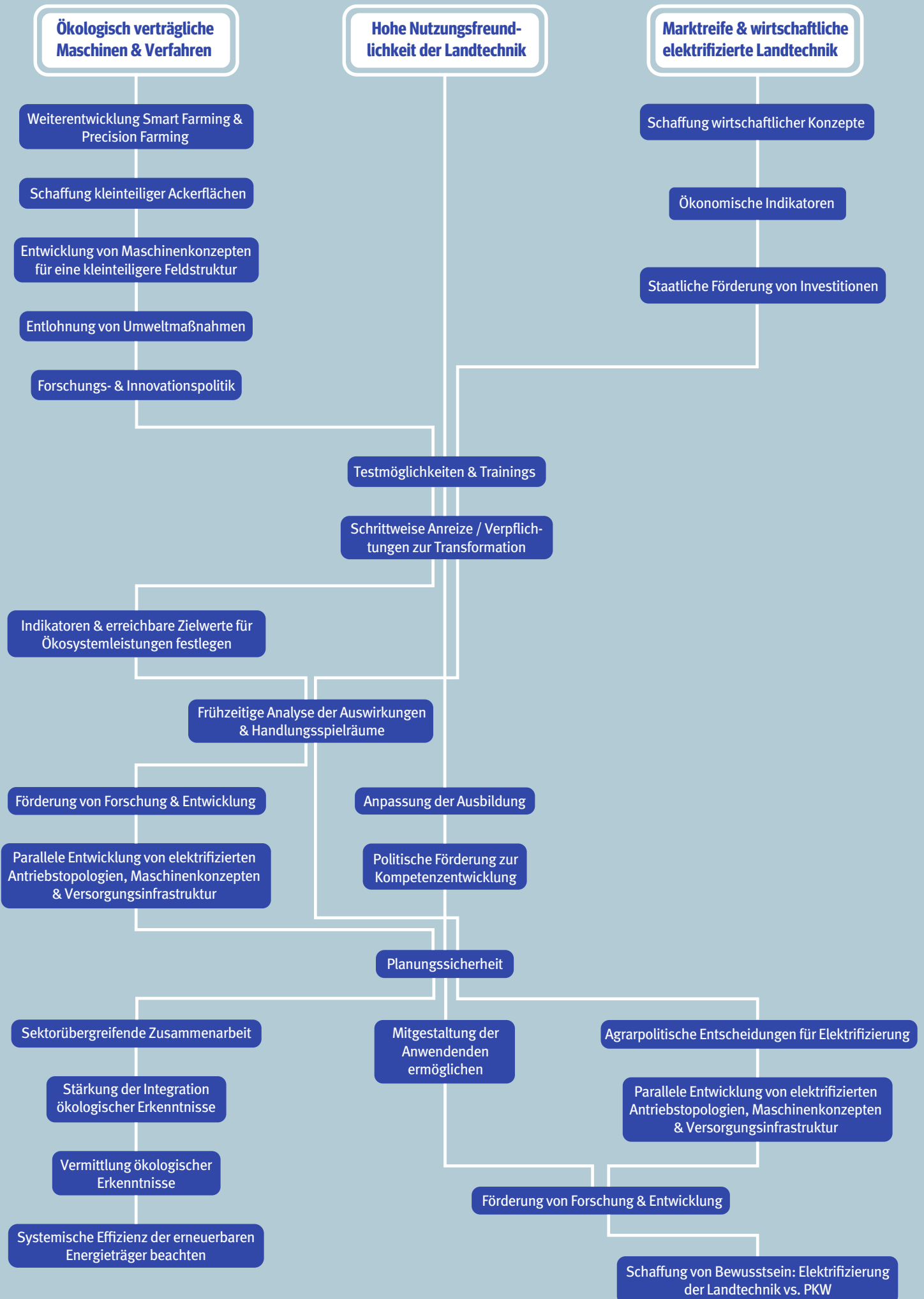
Fest steht, dass die aktuellen landwirtschaftlichen Verfahren auf die hohe Energiedichte des Diesels ausgerichtet sind. Aktuell lassen sich neben den großen Trends der Digitalisierung und Automatisierung von Landtechnik zwei weitere generelle Trends verzeichnen: Auf der einen Seite werden die Landmaschinen immer größer und schwerer mit dem Ziel der Produktivitäts- und Effizienzsteigerung. Allerdings geht dies mit Seiteneffekten, wie z. B. einer größeren Bodenverdichtung einher. Als Gegentrend werden auf der anderen Seite Konzepte erforscht, die unter den Begriffen Spot Farming und Precision Farming kleinere Landtechnik in den Fokus rücken und damit sowohl Bodenschonung als auch kleinere Feldstrukturen ermöglichen. Die Potenzialabschätzung einer Elektrifizierung zeigt dabei technische Grenzen: So ist es aufgrund der im Vergleich zum Diesel geringen gravimetrischen Energiedichten zukünftiger Batterien schwer vorstellbar, dass Landmaschinen (beispielsweise ab 150 kW) batterie-elektrisch betrieben werden können.

Zukunftsbild 2045

Wie könnte die Zukunft im Jahr 2045 aussehen? In der Darstellung steht am Rand eines Feldes ein LKW. Dieser LKW sieht jedoch anders aus, als im Jahr 2024 üblich. Er transportiert die elektrifizierten Roboter zur Feldbewirtschaftung vom Hof zum Feld. Wo sich sonst die Fahrkabine befand, ist bei diesem LKW eine große Batterie, an der die Roboter nach Bedarf aufgeladen werden. Daneben befindet sich ein Behälter, welcher je nach Bedarf die Maschinen mit Wasser, Saatgut, Dünger oder Pflanzenschutzmitteln versorgt. So könnte eines der Elektrifizierungskonzepte aussehen. Die technologischen Weiterentwicklungen und Innovationen sind ein wichtiger Faktor für die Erhöhung der Produktivität in der Landwirtschaft. In unserem Zukunftsbild setzt die Landtechnikindustrie zudem alles daran, dass die Technologie nachhaltigen Kriterien gerecht wird: Die zu erwerbenden Maschinen sind geeignet für kleinteiligere Feldstrukturen, sind leichter und kleiner als noch im Jahr 2024 und ermöglichen damit eine bodenschonendere Bewirtschaftung. Dank des Stroms aus erneuerbaren Energien stößt die elektrifizierte Landtechnik keine CO₂-Emissionen mehr aus, während sie sich deutlich leiser über das Feld bewegt. Einige landwirtschaftlichen Betriebe ersetzen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bereits nahezu vollständig durch mechanische und damit **ökologisch**

verträglichere Maschinen und Verfahren. Im Zuge der stark vorangetriebenen Digitalisierung wurde der Internetzugriff auf allen Feldern ermöglicht, sodass sogar auf den entferntesten Feldern notwendige Webdienste anwendbar sind. Neue Sharing-Dienste haben sich etabliert und elektrifizierte Landmaschinen wurden zu einer immer größeren Sparte beispielsweise der Maschinenringe oder auch der Hersteller. Die Dienstleistenden setzen nach und nach ebenfalls vermehrt auf den Einsatz **marktreifer & wirtschaftlicher elektrifizierter Landtechnik**. Selbst Kleinstbetriebe haben somit die Möglichkeit, elektrifizierte Landmaschinen zu verwenden. Die Vorteile der elektrifizierten Antriebe sind zudem die hohe Genauigkeit und die gute Regelbarkeit der einzelnen Komponenten sowie die damit verbundene gesteigerte Effizienz. Für die Besitzenden der elektrischen Landmaschinen sind jedoch vor allem der geringere Wartungsaufwand sowie die **hohe Nutzungsfreundlichkeit der Landtechnik** von Bedeutung. Die neue Technik erfordert jedoch neues Know-How und neue Kompetenzen für die Nutzung der Maschinen. Durch verschiedene Maßnahmen in den letzten Jahren wurden diese Kompetenzen nach und nach vermittelt und außerdem die Benutzerfreundlichkeit seitens technologischer Entwicklung und Ausbildung stetig optimiert.

Die nachfolgende Abbildung lässt sich sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben lesen: Ausgehend von den Zielen (oben, weiß hinterlegt) wurden mögliche Handlungsschritte generiert, die nachfolgend weiter ausgeführt wurden. Die benannten Ziele adressieren die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit.



Ökologisch verträgliche Maschinen und Verfahren

START

Systemische Effizienz der erneuerbaren Energieträger beachten

Wissenschaft, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Die Umstellung von mit fossilem Dieselkraftstoff betriebenen Verbrennungskraftmotoren auf Elektromotoren, die mit Strom aus erneuerbaren Energien (Sonne, Wind, Wasser, Biogas) betrieben werden, beeinflusst nicht nur die Landmaschinen, sondern auch die Verfahrensabläufe, inklusive der angeschlossenen Logistikketten. Die systemische Effizienz unterschiedlicher Energieträger von der Erzeugung über den Transport, die Nutzung auf der Maschine bis hin zum Rad müssen in die Entwicklung nachhaltiger Maschinenkonzepte aufgenommen werden.

Parallele Entwicklung von elektrifizierten Antriebstopologien, Maschinenkonzepten und Versorgungsinfrastruktur

Landtechnikindustrie, Netzbetreiber, Wissenschaft

Die Entwicklung elektrifizierter Landmaschinen ist stark von der Energieversorgung abhängig. Eine parallele Entwicklung von elektrifizierten Landmaschinen und Versorgungsinfrastruktur sowie eine sektorübergreifende Zusammenarbeit ist daher für eine erfolgreiche Implementierung notwendig.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Die Forschung und Entwicklung auch ökologisch verträglicher Landmaschinen muss weiter verstärkt werden, um bis zum Jahr 2045 nach allen Aspekten der Nachhaltigkeit (Ökonomie, Ökologie, Soziales) sinnvolle Technologien zu entwickeln und in der Praxis zu implementieren. Der Fokus der Forschungsförderung sollte darauf liegen, inter- bis transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die verschiedenen Ebenen, Auswirkungen und Wechselwirkungen zu berücksichtigen (Individuum vs. Gesellschaft; lokal vs. global; Gesellschaft vs. Technologie vs. Ökologie vs. Ökonomie vs. Politik) und somit an dieser Stelle im Besonderen die Integration der Erkenntnisse in die Praxis weiter zu stärken.

Vermittlung ökologischer Erkenntnisse

Wissenschaft, Medien

Aufgabe der Wissenschaft und der Medien ist es, die entsprechenden neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Entwicklungen von Arten der Agrarlandschaft zielgruppenspezifisch für einen kollaborativen Diskurs zwischen Forschung und Politik zu vermitteln. Dadurch sollen einerseits Verständnis bei den Landwirtschaft Betreibenden und der Bevölkerung geschaffen und andererseits, inter- und transdisziplinäre Fragestellungen aufgedeckt werden.

Stärkung der Integration ökologischer Erkenntnisse

Naturschutzbehörden, Politik, Wissenschaft

Die Wissenschaft steht in der Verantwortung, neue Erkenntnisse an die Politik zu vermitteln. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse müssen anschließend in den politischen Diskurs einfließen. Die Politik steht in der Verantwortung, die Relevanz der Erkenntnisse zu erkennen und zu beurteilen sowie diese für die Praxis ausarbeiten zu lassen.

Sektorübergreifende Zusammenarbeit

Beratungsorganisationen (z. B. Landwirtschaftskammer)

Die Zusammenarbeit über mehrere Sektoren der Landwirtschaft ermöglicht eine Erarbeitung von gemeinschaftlichen Zielen aus diversen Perspektiven. Durch Workshops, Dialoge und Austauschformate können Stakeholder neue Kooperationen etablieren.

Planungssicherheit

Politik

Ein weiterer wichtiger Faktor ist, landwirtschaftlichen Betrieben mit der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik Planungssicherheit zu geben und langfristig Strategien sowie Fördermaßnahmen abseits von den häufig üblichen dreijährigen Modellprojekten an die Hand zu geben. Es müssen Versäumnisse in der Planungssicherheit aufgeholt werden. Aus der Perspektive der landwirtschaftlich Beschäftigten ist ein kurzfristig wirkender disruptiver Wandel zu vermeiden.

Frühzeitige Analyse der Auswirkungen & Handlungsspielräume

Wissenschaft, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

In der frühen Phase der Technologieentwicklung ist noch viel Gestaltungsspielraum gegeben, allerdings sind die Effekte und Auswirkungen (auf z. B. Märkte und Stakeholder) noch schwierig abschätzbar. Anwendungsgebiete sowie Technikpotenziale, Märkte und Stakeholder konkretisieren sich erst nach und nach und unterliegen unterschiedlichen Faktoren. Folglich festigen sich politische Agenden erst langsam. Eine frühzeitige Befassung mit den Möglichkeiten und Risiken der Elektrifizierung, welche sowohl positive als auch negative ökologische wie auch ökonomische und soziale Auswirkungen mit sich bringen kann, ist daher unabdingbar, um die Beteiligten von Beginn an mit einzubeziehen und die Transformation menschenzentriert zu gestalten. Möglichkeiten zur Abschätzung von Auswirkungen sind vor allem im Vergleich zu weiteren alternativen Energiequellen sinnvoll (z. B. Wasserstoff).

Forschungs- & Innovationspolitik

Politik

Für eine erfolgreiche Umstellung der Landwirtschaft ist es von entscheidender Bedeutung, inwieweit eine Regierung ihre Umweltpolitik auf Nachhaltigkeit ausrichtet und ob entsprechende Forschung und Innovation im Lande gefördert wird. Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, die Ausrichtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen zu unterstützen. Um die ökologisch verträgliche Entwicklung elektrifizierter Landmaschinen zu fördern, sollte die Politik den Ausbau der Netzinfrastruktur, die Festlegung einheitlicher Normen und Standards, finanzielle Anreize und Förderprogramme, Bildungs- und Schulungsmaßnahmen sowie die Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Stakeholdern fördern.

Indikatoren und erreichbare Zielwerte für Ökosystemleistungen festlegen

Wissenschaft

Die Maschinenkonzepte müssen bezüglich ihrer Auswirkungen den Kriterien der Nachhaltigkeit entsprechen. Sie müssen von der Wissenschaft eingehend untersucht werden, beispielsweise mit Simulationen für die Analyse von Maschinen in landwirtschaftlichen Verfahrensketten. Dafür müssen bestimmte ökologische Indikatoren festgelegt und Alternativen verglichen werden.

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik

Die Transformation sollte für landwirtschaftliche Betriebe durch eine schrittweise Weiterentwicklung ermöglicht werden. Ohne politische Maßnahmen und ohne die Akzeptanz gegenwärtiger Landwirtschaft Betreibenden können keine neuen Pfade eingeschlagen werden, um das angestrebte Zukunftsbild zu erreichen. Vor allem bei hohen finanziellen Investitionen in Maßnahmen ist es wichtig, dass sie die Fördermöglichkeiten kennen, um über die eigenen Innovationsschritte zu entscheiden und dass eine ökonomische Sicherheit besteht.

Nationale Strategien wie der Niedersächsische Weg² sowie die Etablierung von weiteren Fördermitteln auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene können neben der Reform der GAP die Umstellung auf eine elektrifizierte Landwirtschaft beschleunigen. Die nächste GAP Förderperiode würde eine weitere Umstrukturierung erfordern, um die notwendigen Ziele zu erreichen. Die Investitionskraft und Umstellungsmöglichkeit von landwirtschaftlichen Betrieben muss mit den ökologischen Handlungsnotwendigkeiten abgeglichen werden.

Testmöglichkeiten und Trainings

Landwirtschaft, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Landtechnik ist sehr kostenintensiv und die Investition muss sich rentieren. Bei anderen Betrieben zu sehen, dass die Maschinen erfolgversprechend funktionieren und beispielsweise Betriebskosten senken oder zu einem höheren Ertrag führen, kann die Hürden vor der Investition senken. Deswegen sollten in der Zukunft die Möglichkeiten weiter ausgebaut werden, Innovationen zu testen, z. B. durch Verbände und Vereinigungen, aber auch die Landtechnikhersteller oder durch die Betriebe selbst.

Entlohnung von Umweltmaßnahmen

Politik

Naturschutzmaßnahmen durch Förderung ökologisch verträglicher Landmaschinen sollten von der Politik finanziell unterstützt werden. Dazu gehört die Förderung der Entwicklung und Nutzung emissionsarmer oder emissionsfreier Landmaschinen, die Integration von Technologien zur Reduzierung des Einsatzes von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln, die Förderung von Precision Farming-Technologien zur optimierten Nutzung von Ressourcen und die Entwicklung von Landmaschinen, die die Bodengesundheit und -struktur erhalten. Konkret sollten spezielle Förderprogramme eingerichtet werden, um die Kosten für den Umstieg elektrifizierte Landmaschinen zu reduzieren etwa durch Zuschüsse, Steuervergünstigungen und niedrige Zinssätze. Ausgerichtet werden könnten diese Förderungen auf die ökologische Verträglichkeit der Maschinen.

Entwicklung von Maschinenkonzepten für eine kleinteiligere Feldstruktur

Landtechnikindustrie, Wissenschaft

Die Landmaschinen sind im Jahr 2024 überwiegend groß und leistungsfähig. Diese Entwicklung wird auch durch die Personalknappheit in der Landwirtschaft weiter vorangetrieben. Für eine kleinteiligere Feldstruktur, die u.a. geoökologische Vorteile hätte, sind diese großen Maschinen oft nicht einzusetzen. Für neue nachhaltigere Agrarsysteme sollten daher auch kleinere Maschinen entwickelt werden.

Schaffung kleinteiliger Ackerflächen

Landwirtschaft

Eine Aufteilung von besonders großen Ackerflächen durch beispielsweise Hecken fördert den Biotopverbund und kann bei richtiger Anlage auch als Erosionsschutz dienen. Da hochautomatisierte Maschinen ohne Bedienpersonal häufig kleiner werden, können damit kleinteilige Strukturen effizient bewirtschaftet werden.

Weiterentwicklung Smart Farming & Precision Farming

Landtechnikindustrie, Wissenschaft

Durch die Integration von digitalen Lösungen, Datenanalyse, Sensorik und Automatisierung können landwirtschaftliche Betriebsabläufe optimiert, die Effizienz gesteigert und nachhaltiger produziert werden. **Smart Farming** ermöglicht eine präzisere Überwachung und Steuerung der Geräte, der Bewässerung, der Düngung und des Pflanzenschutzes und kann so zu höheren Erträgen, reduziertem Ressourcenverbrauch und einer verbesserten Umweltverträglichkeit beitragen.

Angesichts der lokal unterschiedlichen Bodeneigenschaften und den sich verändernden umweltspezifischen Gegebenheiten auf den Feldern ermöglicht **Precision Farming** eine angepasste Feldbewirtschaftung. Das Hauptziel besteht darin, jeden Teilbereich Feldes optimal zu bestellen, zu pflegen und abzuernten, um ein lokal optimales Input-/Output-Verhältnis zu erzielen. Precision Farming definiert das Zusammenwirken von Technologien und Prinzipien zur Steuerung der räumlichen und zeitlichen Variabilität in der landwirtschaftlichen Produktion, um den Ertrag zu steigern und gleichzeitig umweltverträglich zu handeln. Satellitengestützte Navigation und Positionsbestimmung, das Zusammentragen von Informationen, Entscheidungsunterstützung sowie die teilflächenspezifische Bearbeitung und Ertragskartierung sind die zentralen Werkzeuge des Precision Farming und sollten weiterentwickelt werden.

→ **ZIEL: ÖKOLOGISCH VERTRÄGLICHE MASCHINEN UND VERFAHREN**

Hohe Nutzungsfreundlichkeit der Landtechnik

START

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, weitere Anstrengungen zu unternehmen, die jeweilige Ausrichtung durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen (z. B. bei BMEL, BMBF, DFG) zu unterstützen, um die Nutzungsfreundlichkeit elektrifizierter Landmaschinen weitergehend zu erforschen. Zu fördern gilt es zudem die Entwicklung von Energieübertragungskonzepten und -speichersystemen sowie nachhaltigeren Maschinenkonzepte. Durch die Einbindung der Praxis können der Anwendungsbezug und der Transfer unterstützt werden.

Der Fokus der Forschungsförderung sollte darauf liegen, inter- bis transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die verschiedenen Ebenen, Auswirkungen und Wechselwirkungen zu berücksichtigen (Individuum vs. Gesellschaft; lokal vs. global; Gesellschaft vs. Technologie vs. Ökologie vs. Ökonomie vs. Politik) und somit an dieser Stelle im Besonderen die Integration der Erkenntnisse in die Praxis weiter zu stärken.

Mitgestaltung der Anwendenden ermöglichen

Wissenschaft, Landtechnikindustrie

Die Teilhabe und Teilnahme von allen Stakeholdern der Landwirtschaft sollte bereits sehr früh ermöglicht werden und in Forschungsprojekten berücksichtigt werden. Hoher Anwendungsnutzen und hohe Nutzungsfreundlichkeit der Landtechnik lassen sich ausschließlich unter Einbezug von Erfahrung und Expertise der Nutzenden selbst gestalten

Planungssicherheit

Politik

Ein weiterer wichtiger Faktor ist, landwirtschaftlichen Betrieben mit der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik Planungssicherheit zu geben und langfristig Strategien sowie Fördermaßnahmen abseits von den häufig üblichen dreijährigen Modellprojekten an die Hand zu geben. Es müssen Versäumnisse in der Planungssicherheit aufgeholt werden. Aus der Perspektive der landwirtschaftlich Beschäftigten ist ein kurzfristig wirkender disruptiver Wandel zu vermeiden.

Politische Förderung zur Kompetenzentwicklung

Beratungsorganisationen, Politik

Für Beschäftigte der Landwirtschaft sind aufgrund der vielen Veränderungen des beruflichen Alltags neue, moderne Weiterbildungsmaßnahmen in Bezug auf die Landtechnik erforderlich. Landwirtschaftliche Beratungs- und Schulungsorganisationen, Landwirtschaftskammer, die DEULA, sollten als Fortbildungsinstitutionen weiter gestärkt werden, bspw. für die Kompetenzentwicklung der Nutzung elektrifizierter Landtechnik. Auch ein Wissens- und Informationssystem der Landwirtschaft hilft zum erweiterten Wissensaustausch unter den Stakeholdern. Die Politik sollte weiterführende Förderprogramme erarbeiten, um die Kompetenzentwicklung von landwirtschaftlichem Personal zusätzlich zu fördern.

Anpassung der Ausbildung

Universitäten, Ausbildungsstätten, Beratungsorganisationen

Die Ausbildung landwirtschaftlicher Berufe muss aufgrund der wissenschaftsbasierten Erkenntnisse bzgl. neuer Anbausysteme, Verfahren, Maschinen etc. angepasst werden. Die Weiterentwicklung/Transformation des landwirtschaftlichen Berufs erfordert den flächendeckenden Ausbau von neuen Kompetenzen u.a. hinsichtlich Nachhaltigkeit und Technikeinsatz, die noch stärker in der Ausbildung in den Fokus gerückt werden müssen.

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik

Die Transformation sollte für landwirtschaftliche Betriebe durch eine schrittweise Weiterentwicklung ermöglicht werden. Ohne politische Maßnahmen und ohne die Akzeptanz gegenwärtiger Landwirtschaft Betreibenden können keine neuen Pfade eingeschlagen werden, um das angestrebte Zukunftsbild zu erreichen. Vor allem bei hohen finanziellen Investitionen in Maßnahmen ist es wichtig, dass Betriebe die Fördermöglichkeiten kennen, um über die eigenen Innovationsschritte zu entscheiden und dass eine ökonomische Sicherheit besteht.

Nationale Strategien wie der Niedersächsische Weg² sowie die Etablierung von weiteren Fördermitteln auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene können neben der Reform der GAP die Umstellung auf eine elektrifizierte Landwirtschaft beschleunigen. Die nächste GAP Förderperiode würde eine weitere Umstrukturierung erfordern, um die notwendigen Ziele zu erreichen. Die Investitionskraft und Umstellungsmöglichkeit von Betrieben muss mit den ökologischen Handlungsnotwendigkeiten abgeglichen werden.

Testmöglichkeiten und Trainings

Landwirtschaft, Landtechnikindustrie

Landtechnik ist sehr kostenintensiv und muss sich langfristig rentieren. Bei anderen landwirtschaftlichen Betrieben zu sehen, dass die Maschinen erfolgversprechend funktionieren und beispielsweise Betriebskosten senken oder zu einem höheren Ertrag führen, kann die Hürden vor der Investition senken. Deswegen sollten in der Zukunft die Möglichkeiten ausgebaut werden, Innovationen zu testen, z. B. durch Vereinigungen, aber auch die Landtechnikhersteller, Netzbetreiber oder durch Betriebe selbst.



→ **ZIEL: HOHE NUTZUNGSFREUNDLICHKEIT
DER LANDTECHNIK**



Marktreife & wirtschaftliche elektrifizierte Landtechnik

START

Schaffung von Bewusstsein: Elektrifizierung der Landtechnik vs. PKW

Wissenschaft, Landtechnikindustrie, Medien

Das Nutzungsszenario einer landwirtschaftlichen Maschine ist nicht vergleichbar mit dem eines PKWs oder On-Road-Nutzfahrzeuges. Während ein PKW ausschließlich der Mobilität dient, dient eine landwirtschaftliche Maschine einer Vielzahl von Einsatzzwecken und Arbeitsverrichtungen, wie beispielsweise der Aussaat, der Ernte oder dem Transport. Der Energiebedarf der unterschiedlichen Verfahrensschritte ist häufig von einer Vielzahl an Faktoren (Boden, Feuchtigkeit, Arbeitsgeschwindigkeit, etc.) abhängig. Aufgrund der im Vergleich zum Diesel-

kraftstoff geringen Energiedichte von Batterien ist die Anwendbarkeit batterie-elektrischer Lösungen eingeschränkt. Sehr energieintensive Verfahren mit hohen Einsatzdauern werden andere Energieversorgungskonzepte benötigen. Andere elektrische Versorgungskonzepte weisen jedoch ebenfalls Herausforderungen auf, da z. B. eine kontinuierliche, kabelgebundene Energieversorgung aller Maschinen aufgrund der Fahrdistanzen und des Netzanschlusses am Feld kritisch und mit hohen Kosten verbunden sind.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Die Diversität landwirtschaftlicher Betriebe sowie ländlicher Räume erfordert weitere, auf die jeweiligen spezifischen Anforderungen angepasste Elektrifizierungssysteme. Der Fokus der Forschungsförderung sollte darauf liegen, inter- bis transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die verschiedenen Ebenen, Auswirkungen und Wechselwirkungen zu berücksichtigen (Individuum vs. Gesellschaft; lokal vs. global; Gesellschaft vs. Technologie vs. Ökologie vs. Ökonomie vs. Politik) und somit an dieser Stelle im Besonderen die Integration der Erkenntnisse in die Praxis weiter zu stärken.

Parallele Entwicklung von elektrifizierten Antriebstopologien, Maschinenkonzepten und Versorgungsinfrastruktur

Landtechnikindustrie, Netzbetreiber, Wissenschaft

Die Entwicklung elektrifizierter Landmaschinen ist stark von der Energieversorgung abhängig. Eine parallele Entwicklung von elektrifizierten Landmaschinen und Versorgungsinfrastruktur sowie eine sektorübergreifende Zusammenarbeit ist daher für eine erfolgreiche Implementierung notwendig.

Agrarpolitische Entscheidungen für Elektrifizierung

Politik

Damit Landwirtschaft, Netzbetreiber und Landtechnikindustrie sich verlässlich auf eine Entwicklungsrichtung einstellen können, braucht es seitens der Politik klare Leitlinien der Förderung. Fehlende Transparenz und Verlässlichkeit können zum Innovationswiderstand führen und die Ziele der nachhaltig wirkenden Elektrifizierung verfehlen.

Planungssicherheit

Politik

Ein weiterer wichtiger Faktor ist, Betrieben mit der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik Planungssicherheit zu geben und langfristig Strategien sowie Fördermaßnahmen abseits von den häufig üblichen dreijährigen Modellprojekten an die Hand zu geben. Es müssen Versäumnisse in der Planungssicherheit aufgeholt werden. Aus der Perspektive der landwirtschaftlichen Betriebe ist ein kurzfristig wirkender disruptiver Wandel zu vermeiden.

Frühzeitige Analyse der Auswirkungen und Handlungsspielräume

Wissenschaft, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

In der frühen Phase einer Technologieentwicklung ist noch viel Gestaltungsspielraum gegeben, allerdings sind die Effekte und Auswirkungen (auf z. B. Märkte und Stakeholder) noch schwierig abschätzbar. Anwendungsgebiete sowie Technikpotenziale, Märkte und Stakeholder konkretisieren sich erst nach und nach und unterliegen unterschiedlichen Faktoren. Folglich festigen sich politische Agenden erst langsam. Eine frühzeitige Befassung mit den Möglichkeiten und Risiken der Elektrifizierung, welche sowohl positive als auch negative ökologische wie auch ökonomische und soziale Auswirkungen mit sich bringen können, ist daher unabdingbar, um die Beteiligten von Beginn an mit einzubeziehen und die Transformation und Gestaltung in entsprechende Bahnen zu lenken.

Ökonomische Indikatoren

Wissenschaft, Landtechnikindustrie

Die Maschinenkonzepte müssen bezüglich ihrer nachhaltigen Wirtschaftlichkeit den bestimmenden Kriterien entsprechen. Diese sollten von der Wissenschaft definiert und in die Entwicklung der Landtechnik miteinbezogen werden. Die multikriterielle Entscheidungsanalyse³ kann beispielsweise verwendet werden, um ökonomische Indikatoren für die Elektrifizierung der Landwirtschaft festzulegen, zu modellieren und mit Alternativen zu vergleichen. Dies beinhaltet die Quantifizierung und Gewichtung von Kriterien wie Investitionen, Betriebskosten, Energieeffizienz und Umweltauswirkungen.

Schaffung wirtschaftlicher Konzepte

Politik, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Die Elektrifizierung von Landtechnik wird auf wenig Akzeptanz stoßen und letztlich scheitern, wenn die neuen Maschinenkonzepte nicht wirtschaftlich sind. Die Politik hat diverse Stellschrauben, um bestimmte Technologien zu fördern. Die Erstellung von Übergangskonzepten und Fördermaßnahmen sind Bausteine zur Schaffung wirtschaftlicher Konzepte. Neben der Politik sind Landtechnikindustrie und Netzbetreiber gefragt, alternative Geschäftsmodelle und neue Dienstleistungen zu entwickeln, um eine Umgestaltung des Energiesystems im Landwirtschaftssektor zu fördern.

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik

Die Transformation sollte für landwirtschaftliche Betriebe durch eine schrittweise Weiterentwicklung ermöglicht werden. Ohne politische Maßnahmen und ohne die Akzeptanz gegenwärtiger Landwirtschaft Betreibende können keine neuen Pfade eingeschlagen werden, um das angestrebte Zukunftsbild zu erreichen. Vor allem bei hohen finanziellen Investitionen in Maßnahmen ist es wichtig, dass sie die Fördermöglichkeiten kennen, um über die eigenen Innovationsschritte zu entscheiden und dass eine ökonomische Sicherheit besteht.

Nationale Strategien wie der Niedersächsische Weg² sowie die Etablierung von weiteren Fördermitteln auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene können neben der Reform der GAP die Umstellung auf eine elektrifizierte Landwirtschaft beschleunigen. Die nächste GAP Förderperiode würde eine weitere Umstrukturierung erfordern, um die notwendigen Ziele zu erreichen. Die Investitionskraft und Umstellungsmöglichkeit von landwirtschaftlichen Betrieben muss mit den ökologischen Handlungsnotwendigkeiten abgeglichen werden.

Testmöglichkeiten und Trainings

Landwirtschaft, Landtechnikindustrie

Landtechnik ist sehr kostenintensiv und die Investition muss sich rentieren. Bei anderen landwirtschaftlichen Betrieben zu sehen, dass die Maschinen erfolgversprechend funktionieren und beispielsweise Betriebskosten senken oder zu einem höheren Ertrag führen, kann die Hürden vor der Investition senken. Deswegen sollten in der Zukunft die Möglichkeiten weiter ausgebaut werden, Innovationen zu testen, z. B. durch Verbände und Vereinigungen, aber auch die Landtechnikhersteller oder durch die Betriebe selbst.

Staatliche Förderung von Investitionen

Politik, Beratungsorganisationen

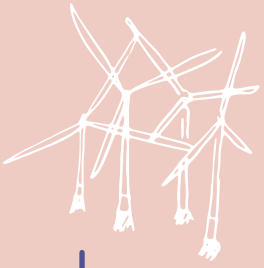
Die staatliche Förderung von Anschaffungen elektrifizierter Landmaschinen sollte finanzielle Anreize wie Zuschüsse, Steuervergünstigungen und niedrige Zinssätze beinhalten, die einen stärkeren Fokus auf ökologische Faktoren haben. Zusätzlich sollten spezielle Förderprogramme eingerichtet werden, um den Umstieg auf nachhaltige Technologien zu unterstützen.

ZIEL: Marktreife & finanzierbare elektrifizierte Landtechnik

2.2 Energie



Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme - elenia



IST Zustand 2023

Auf den Äckern drehen sich die Windräder, welche jedoch häufig nicht von den Landwirtschaft Betreibenden, sondern von den Pächtern betrieben werden. Bei Biogasanlagen lässt sich aktuell ein Rückgang verzeichnen, allerdings ist das Ausbaupotenzial für Biomasseanlagen in Deutschland generell beschränkt und steht mit Landnutzungskonflikten in Verbindung. Ein wesentlicher Zubau an Neuanlagen im Biomassektor ist daher eher fraglich. In dieser Hinsicht bietet das seit Anfang 2022 vermehrt diskutierte Thema Agri-PV das Potential, Landnutzungskonflikte zu entschärfen: Agri-PV bietet die Möglichkeit, Ackerland gleichzeitig zur Nahrungsmittel- und Energieproduktion zu nutzen und kann bei entsprechender Gestaltung der Anlagen unter dem Begriff Biodiversitäts-Agri-PV gleichzeitig dem Naturschutz dienen.

In Abhängigkeit vom Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) werden seit vielen Jahren Investitionen in PV-, Wind- und Biogasanlagen getätigt, um unabhängige und garantierte wirtschaftliche Gewinne von der konventionellen Landwirtschaft zu erzielen. Insbesondere die Ausformulierung des EEG sowie die Stromgestehungskosten beeinflussen das Ausbaugeschehen unterschiedlicher Anlagen.

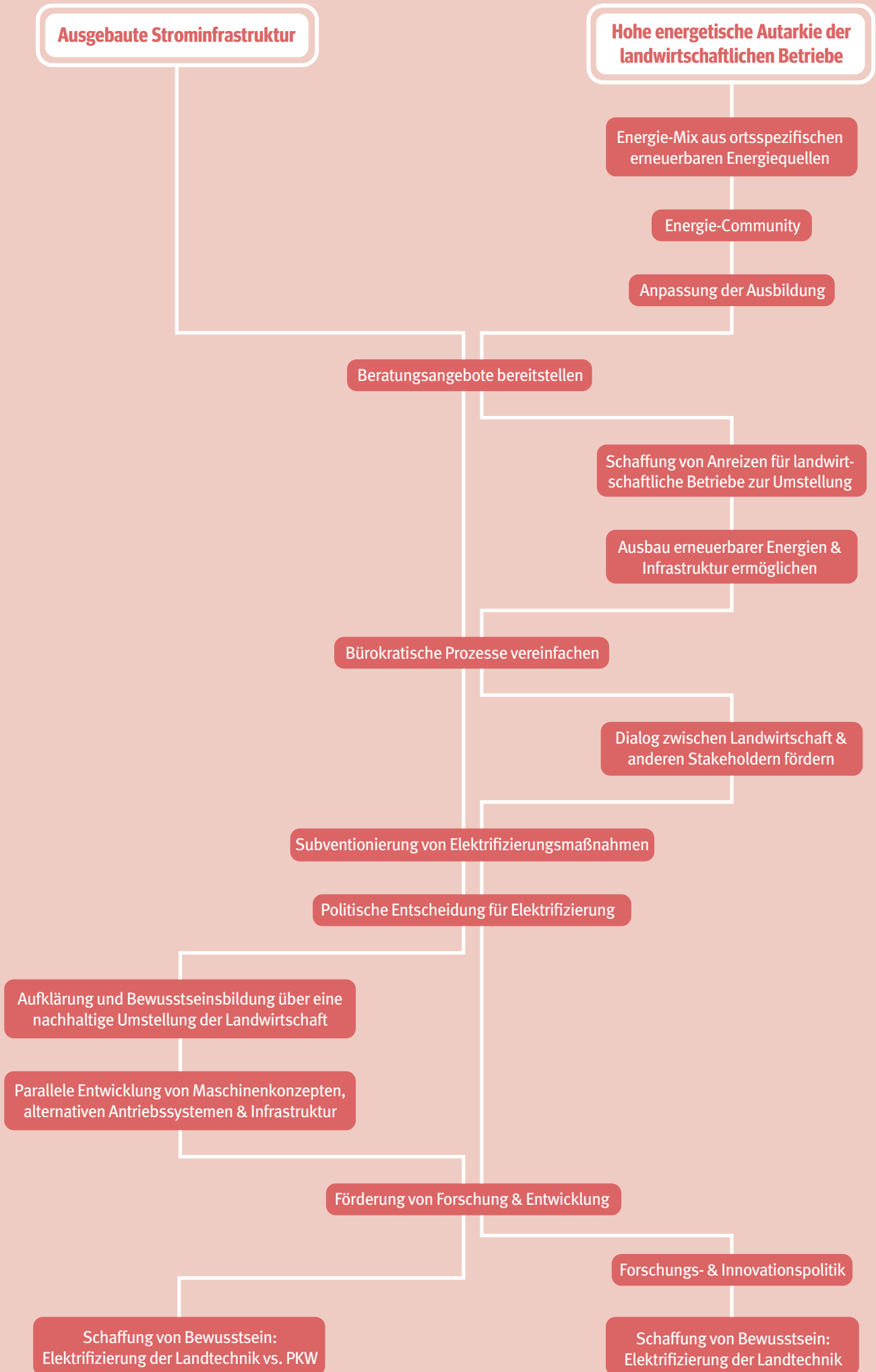
Die heutigen Stromnetze in ländlichen Regionen sind nicht darauf ausgelegt, jederzeit die auftretenden Spitzenlasten elektrischer Landmaschinen zu decken. Ein wesentlicher Faktor zur Elektrifizierung der Landwirtschaft wird daher ein entsprechender Infrastrukturausbau sein, der mit hohen Kosten verbunden ist. Dabei zeigt sich, dass sich dezentrale Netze in der Landwirtschaft aufgrund der Größe und des Ressourcenbedarfs weniger lohnen.

Zukunftsbild 2045

Wie könnte die Zukunft im Jahr 2045 aussehen? Neben Dach-PV-Anlagen und Biogasanlagen könnten Agri-PV-sowie Windenergieanlagen auf den Feldern installiert werden – in dem Landschaftsbild der Zukunft tauchen mehrere Energieträger auf. In Zukunft wird auf einen Energiemix aus 100 % erneuerbarer Energien gesetzt werden. Diese werden bestmöglich und ortsspezifisch in der Landschaft eingebunden, um ein Gleichgewicht der Flächennutzung zu erzielen: Auf diesem Weg reihen sich mancherorts Agri-PV-Anlagen entlang der Felder, teilen sich den Platz mit Blühstreifen und speisen ihre Energie direkt in das Stromnetz ein; Biogasanlagen verwerten vor Ort die Exkrememente zur Energienutzung.

Durch bessere Speichertechnologien und eine **ausgebaute Strominfrastruktur** sind Landwirtschaft Betreibende nicht mehr nur auf das zentrale Stromnetz angewiesen, sondern können ihre Felder komplett durch die Energie aus Wind-, Photovoltaik- und Biogasanlagen bewirtschaften. All ihre Maschinen haben sie auf ihre Energieerzeugung angepasst und Strukturen für sinnvolle Stromnutzungsphasen wurden etabliert, um eine **hohe energetische Autarkie** zu erzeugen. In diesem Zukunftsbild wird auf viele kleine, dezentrale Erzeugungsanlagen zurückgegriffen, die mit dem zentralen Netz verbunden sind.

Die nachfolgende Abbildung lässt sich sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben lesen: Ausgehend von den Zielen (oben, weiß hinterlegt) wurden mögliche Handlungsschritte generiert, die nachfolgend weiter ausgeführt wurden. Die benannten Ziele adressieren die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit.



Ausgebaute Strominfrastruktur

START

Schaffung von Bewusstsein: Elektrifizierung der Landtechnik vs. PKW

Wissenschaft, Landtechnikindustrie, Medien

Das Nutzungsszenario einer landwirtschaftlichen Maschine ist nicht vergleichbar mit dem eines PKWs oder On-Road-Nutzfahrzeuges. Während ein PKW ausschließlich der Mobilität dient, dient eine landwirtschaftliche Maschine einer Vielzahl von Einsatzzwecken und Arbeitsverrichtungen, wie beispielsweise der Aussaat, der Ernte oder dem Transport. Der Energiebedarf der unterschiedlichen Verfahrensschritte ist häufig von einer Vielzahl an Faktoren (Boden, Feuchtigkeit, Arbeitsgeschwindigkeit, etc.) abhängig. Aufgrund der im Vergleich zum Diesel-

kraftstoff geringen Energiedichte von Batterien ist die Anwendbarkeit batterie-elektrischer Lösungen eingeschränkt. Sehr energieintensive Verfahren mit hohen Einsatzdauern werden andere Energieversorgungskonzepte benötigen. Andere elektrische Versorgungskonzepte weisen jedoch ebenfalls Herausforderungen auf, da z. B. eine kontinuierliche, kabelgebundene Energieversorgung aller Maschinen aufgrund der Fahrdistanzen und des Netzanschlusses am Feld kritisch und mit hohen Kosten verbunden sind.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Aus der Politik bedarf es weiterer Förderung von Forschung und Entwicklung zu Speichertechnologien, alternativen Rohstoffen der Batterieherstellung und des Recyclings sowie geeigneter Energiesystemmodelle. Durch die Verlagerung von zentraler zu dezentraler Energieerzeugung fungieren Verteilnetze zunehmend als Aufsammlernetze mit bidirektionalem Energiefluss. Die Komplexität der damit einhergehenden Fragestellungen nimmt zu, beispielsweise Netzstabilität und Wirtschaftlichkeit von Netzausbaumaßnahmen erfordern die Erstellung geeigneter Energiesystemmodelle und Investitionen in Forschung und Entwicklung. Als problematisch könnte sich in den kommenden Jahren das Angebot an Rohstoffen, vor allem die Verfügbarkeit von seltenen Erden für z. B. Batteriezellen, darstellen. Dabei ist unklar, ob der steigenden Nachfrage ausreichend schnell eine Angebotsausweitung folgen kann und inwieweit der Bedarf an seltenen Erden reduziert und der Anteil nachhaltiger Rohstoffe erhöht werden können.

Parallele Entwicklung von Maschinenkonzepten, alternativen Antriebssystemen und Infrastruktur

Landtechnikindustrie, Netzbetreiber, Wissenschaft

Neben der Förderung von Forschung und Entwicklung der Elektrifizierung sind ebenfalls weitere Alternativen zu diskutieren und zu vergleichen, um fundierte Entscheidungen über ein für die Landwirtschaft sinnvolles Energiesystem zu treffen. Dabei sind Landtechnikindustrie, Netzbetreiber und Wissenschaft aufgefordert, entsprechende Kollaborationen und Dialoge einzugehen, um zusammenfassende Innovationen zu entwickeln.

Aufklärung und Bewusstseinsbildung über eine nachhaltige Umstellung der Landwirtschaft

Universitäten, Ausbildungsstätten, Landwirtschaft, Politik, Verbände, Wissenschaft, Medien

Der infrastrukturelle Ausbau betrifft nicht nur direkt die Landbewirtschaftenden und -besitzenden. Die (Teil-) Finanzierung über Subventionen, die potentielle Veränderung des Landschaftsbildes und die Kosten für Strom und Landtechnik haben ebenso Einfluss auf Anwohnende und die Gesellschaft im Allgemeinen. Neben Herausforderungen und Risiken können die Vorteile einer Elektrifizierung herausgearbeitet und über Kommunikationskampagnen und Informationsveranstaltungen an die Öffentlichkeit getragen werden.

Politische Entscheidung für Elektrifizierung

Politik

Jegliche Neuausrichtung, sei es in Richtung der Elektrifizierung oder beispielsweise bezüglich der Wasserstoffnutzung, bedarf eines erheblichen Aufwandes, eine entsprechende Infrastruktur auszubauen. Damit Netzbetreiber, Landtechnikindustrie und letztlich auch die Landwirtschaft eine Planungs- und Investitionssicherheit erlangen, braucht es eine verlässliche und langfristige Entscheidung darüber, welcher Pfad langfristig eingetreten werden soll. Dies beginnt auf nationaler Ebene und zieht sich weiter bis in die EU und darüber hinaus, um z. B. eine Einigung über die Nutzung alternativer Kraftstoffe festzulegen.



Subventionierung von Elektrifizierungsmaßnahmen

Politik

Ein zusätzlicher Netzausbau führt zu einem hohen Ressourcenaufwand (Material, Arbeitsstunden) und ist mit hohen Kosten verbunden. Zudem würde dies beispielsweise Baustellen und eventuell kurzfristige Ertragseinbußen bedeuten. Subventionen sind ein Weg, um den Ausbau und vor allem die Anfangsinvestitionen und ggf. temporäre Verluste zu minimieren. Entsprechende Maßnahmen und Subventionen dürfen weder Flächenkonkurrenz noch Hektarpreise weiter erhöhen.



Bürokratische Prozesse vereinfachen

Politik

Laut Europäischem Wirtschafts- und Sozialausschuss⁴ spielen sowohl Energiegemeinschaften als auch der kollektive Eigenverbrauch in den Energiesystemen Europas nach wie vor eine untergeordnete Rolle. Als hauptsächliche Hemmnisse werden der erhebliche Bürokratieaufwand sowie fehlende Informationen für Verbraucher und Erzeuger genannt. Das im Mai 2019 in Kraft getretene Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus hat bereits dazu beigetragen, behördliche Verfahren schlanker zu machen. Entsprechende Bestrebungen sind fortzuführen, um den Ausbau zu beschleunigen und die Verfahren zu vereinfachen.



Beratungsangebote bereitstellen

Netzbetreiber, Landtechnikindustrie, Politik

Ohne bürokratischen Aufwand ist der infrastrukturelle Ausbau nicht möglich. Es sollten Beratungsangebote bereitgestellt werden, die die Vielzahl der alternativen Antriebsmöglichkeiten aufzeigen und bei der Auswahl unterstützen. Das Angebot sollte dabei auf einem Gesamtkonzept fußen und die Landtechnik und die Infrastruktur sowie die lokal spezifischen Gegebenheiten (wie z. B. Besitz- und Pachtverhältnisse, geographisch-ökologische Bedingungen) berücksichtigen.



ZIEL: Ausgebaute Strominfrastruktur

Hohe energetische Autarkie der landwirtschaftlichen Betriebe

START

Schaffung von Bewusstsein: Elektrifizierung der Landtechnik

Wissenschaft, Landtechnikindustrie, Medien

Die Schaffung einer Energieautarkie in der Landwirtschaft, gekoppelt an die Nutzung von elektrifizierter Landtechnik, bedarf weiterer Aufklärung. Sehr leistungsintensive Verfahren wie die Ernte und die Bodenbearbeitung benötigen ggf. mehr Energie als zu dem Zeitpunkt lokal produziert wird. Während Haushalte flexibler ihren Verbrauch an die Erzeugung anpassen können (z. B. Anstellen der Waschmaschine zur Mittagszeit), besteht diese Flexibilität für landwirtschaftliche Betriebe nur bedingt. Das Wetter bestimmt mit, wann z. B. die Ernte eingefahren wird. Rein lokale, abgeschlossene Inselnetze und völlige Autarkie sind daher eher unrealistisch. Für die weitere Entwicklung geeigneter ökonomischer Konzepte muss dieses Bewusstsein im Kontext technischer Herausforderungen sowie in den Grenzen von Politik und Gesellschaft gestärkt werden.

Subventionierung von Elektrifizierungsmaßnahmen

Politik

Insbesondere die Ausformulierung des EEG sowie die Stromgestehungskosten beeinflussen den Ausbau erneuerbarer Energien. Langfristig angelegte Maßnahmen und Strategien sind notwendig, um eine Planungs- und Investitionssicherheit zu ermöglichen. Eine staatliche Förderung muss Strukturen schaffen, die eine langfristige Nutzung der Infrastruktur gewährleisten zu können, ohne jedoch dauerhaft auf staatliche Hilfe angewiesen zu sein. Dies weist wiederum auf die Notwendigkeit hin, Forschung und Entwicklung zu fördern, um entsprechende ökonomische Konzepte zu gestalten.

Forschungs- & Innovationspolitik

Politik

Für eine erfolgreiche Umstellung der Landwirtschaft ist es von entscheidender Bedeutung, inwieweit eine Regierung ihre Umweltpolitik auf Nachhaltigkeit ausrichtet und ob entsprechende Forschung und Innovation im Lande gefördert wird. Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, die Ausrichtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen zu unterstützen. Um die ökologisch verträgliche Entwicklung elektrifizierter Landmaschinen zu fördern, sollte die Politik den Ausbau der Netzinfrastruktur, die Festlegung einheitlicher Normen und Standards, finanzielle Anreize und Förderprogramme, Bildungs- und Schulungsmaßnahmen sowie die Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Stakeholdern fördern.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Durch die Verlagerung von zentraler zu dezentraler Energieerzeugung fungieren Verteilnetze zunehmend als Aufsammlernetze mit bidirektionalem Energiefluss. Die Komplexität der damit einhergehenden Fragestellungen, z. B. der Netzstabilität und der Wirtschaftlichkeit von Netzausbaumaßnahmen, erfordert die Erstellung geeigneter Energiesystemmodelle und Investitionen in Forschung und Entwicklung. Gleichmaßen sollten Forschungen vorangetrieben werden, die sozio-ökonomischen Erfolgsfaktoren und Hemmnisse für die Gründung von Energy Communities⁵ und äquivalenten Konzepten herauszuarbeiten.

Politische Entscheidung für Elektrifizierung

Politik

Jegliche Neuausrichtung, sei es in Richtung der Elektrifizierung oder beispielsweise bezüglich der Wasserstoffnutzung, bedarf eines erheblichen Aufwandes, eine entsprechende Infrastruktur auszubauen. Damit Netzbetreiber, Landtechnikindustrie und letztlich auch die Landwirtschaft eine Planungs- und Investitionssicherheit erlangen, braucht es eine verlässliche und langfristige Entscheidung darüber, welcher Pfad langfristig eingetreten werden soll. Dies beginnt auf nationaler Ebene und zieht sich weiter bis in die Europäische Union und darüber hinaus, um z. B. eine Einigung über die Nutzung alternativer Kraftstoffe festzulegen.

Dialog zwischen Landwirtschaft & anderen Stakeholdern fördern

Verbände, Politik

Der infrastrukturelle Ausbau kann beispielsweise durch eine Veränderung des Landschaftsbildes bei direkten Anwohnenden zum Widerstand führen. Durch intensive Netzwerk- und Dialogarbeit zwischen Energieproduzenten und Abnehmenden sowie potentiellen Stakeholdern können Energy Communities⁵ gegründet werden, um die diversen Interessen zu identifizieren und auszuhandeln. Verbände und Politik sind gefordert, Strukturen und Austauschformate zu etablieren, um entsprechende Dialoge zu ermöglichen. Gemeinsam können Ziele erarbeitet und Risiken und Chancen diskutiert werden, um die Maßnahmen zu bewerten und umzusetzen.

Beratungsangebote bereitstellen

Beratungsorganisationen, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Zusätzlich zu dem Netzwerk durch die Landwirtschaftskammer muss ein realitätsnahes Beratungsangebot entwickelt und etabliert werden, das Hürden und Hilfestellungen aufzeigt. Beratende sind dabei externe Personen mit landwirtschaftlicher Expertise, die von den Landwirtschaft Betreibenden angefragt werden können. Ihre Beratungsleistung sollte von politischen Fördermitteln unterstützt werden, um Innovationsbewegungen zu unterstützen.

Anpassung der Ausbildung

Ausbildungsstätten, Politik, Wissenschaft

Auf Basis der Integration energetischer Erkenntnisse folgt die Ergänzung von Aus- und Weiterbildung um folgende Aspekte: Landwirtschaft Betreibende erlangen Wissen über Versorgungskonzepte mit erneuerbaren Energien und lernen diese zur Energieerzeugung und Selbstversorgung einzusetzen. Dafür werden sie an unterschiedliche Möglichkeiten der Versorgung durch erneuerbare Energien (PV, Wind, Biogas) und mögliche Energieversorgungskonzepte (z. B. Kabel, Speicher, Batterie) herangeführt. Das Ziel ist, dass sie mit Ihren Fähigkeiten und Wissen so viel Energie erzeugen können, wie wirtschaftlich sinnvoll und möglich ist. Sie sollen befähigt werden, Energieanlagen selbstständig zu betreiben.

Bürokratische Prozesse vereinfachen

Politik

Der Wunsch in der Gesellschaft für Energieautarkie steigt. Im Jahr 2024 sind die bürokratischen Hürden dafür jedoch noch überfordernd, insbesondere bei der Stromeinspeisung in das Netz. Gerade dieses Potential der Einspeisung und Versorgung von Energie über den eigenen Betrieb hinaus macht es erstrebenswert, im ersten Schritt der Energiewende die Bürokratie für Betriebe mit großen Flächen, zu vereinfachen.

Ausbau erneuerbarer Energien & Infrastruktur ermöglichen

Politik, Dienstleistung

Die Infrastruktur für die Elektrifizierung am Feld neu anzulegen, wird in einigen Fällen durch Flächeneigentum oder bestehende Ökosysteme erschwert. Gleichzeitig stellt sich die Frage nach der Finanzierung. Die Politik ist diesbezüglich in der Verantwortung, Subventionen für den Ausbau zu ermöglichen. Die Landwirtschaftskammer kann als Initiator fungieren, die einzelnen Stakeholder und Kommunen zusammenzuführen, um gemeinsam einen Netzausbau zu realisieren.

Schaffung von Anreizen für landwirtschaftliche Betriebe zur Umstellung

Politik

Eine Umstellung in Richtung Energiewirtschaft kann nur schrittweise durch die Wirtschaftlichkeit entsprechender Konzepte erfolgen. Die Politik sollte neben den genannten notwendigen politischen Maßnahmen finanzielle Anreize schaffen, um Investitionen zu minimieren und finanzielle Sicherheiten zu bieten.

Energie-Community

Landwirtschaft, Gesellschaft

Neu gegründete Energy Communities⁵ organisieren sich ortsspezifisch und bilden eine weitgehend autarke Versorgungsgemeinschaft. Über das öffentliche Stromnetz werden Energieüberschüsse und zusätzliche Energiebedarfe in der Community ausgeglichen.

Energie-Mix aus ortsspezifischen erneuerbaren Energiequellen

Netzbetreiber, Energy Communities

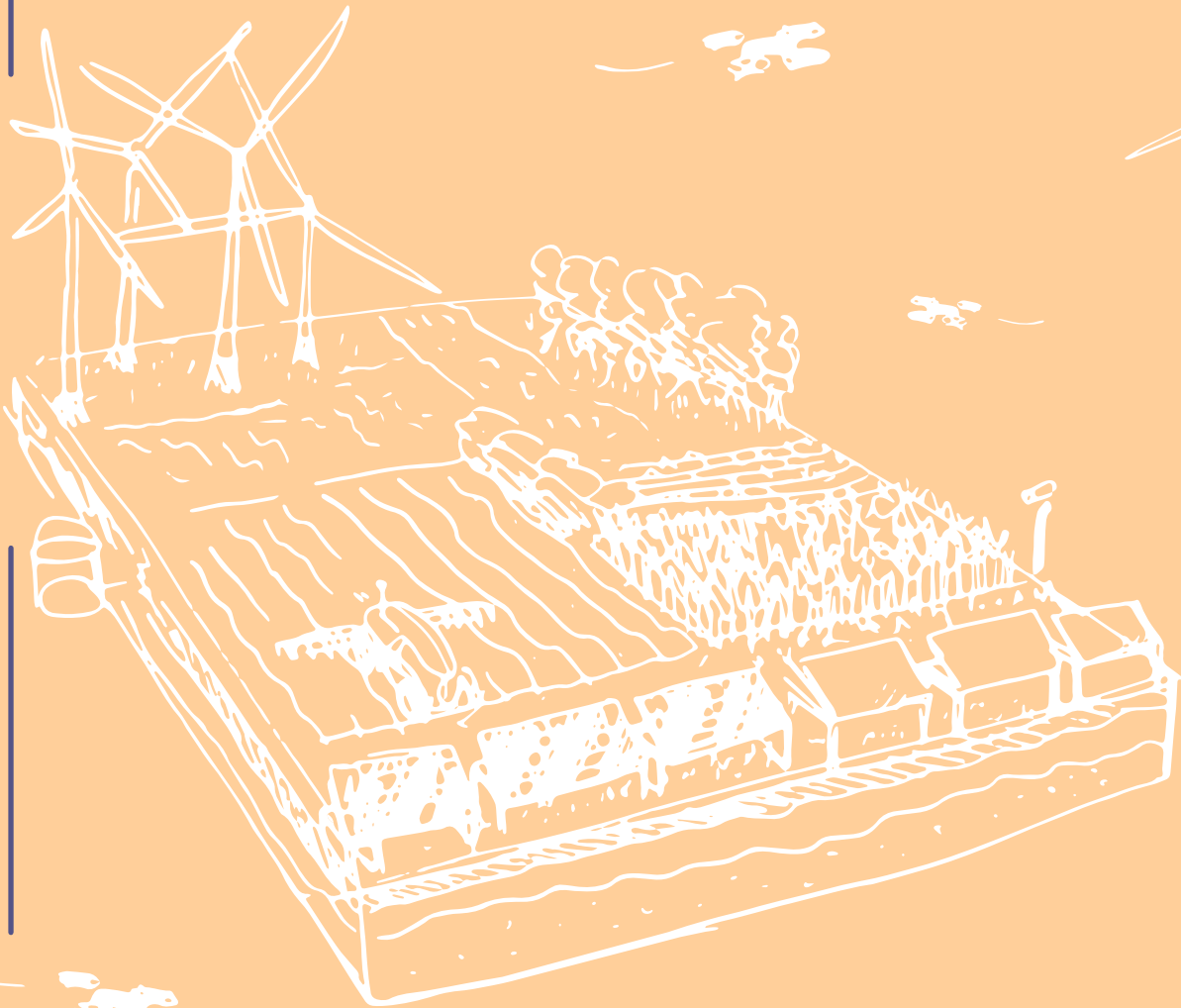
Nicht für jede Community oder für jeden Standort eignet sich z. B. eine Windanlage. Ebenfalls sind Sonne und Wind nicht immer verfügbar. Um einen stetigen Energiefluss zu generieren und weitgehende Autarkie zu erreichen, bedarf es daher eines ausgewogenen Energiemixes. Unerlässlich bleibt dabei die Anbindung an ein zentrales Netz, um damit entsprechende Standortvorteile (Sonne im Süden, Wind im Norden) auszunutzen.

ZIEL: Hohe energetische Autarkie der landwirtschaftlichen Betriebe



2.3 Berufsbild & Kompetenzentwicklung

Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie - AOS



IST Zustand 2023

Im Jahr 2024 schätzt die Landwirtschaft ihre Expertise bei allen zukünftig erforderlichen Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenzen zwischen sicherer Anwendungskennntnis und umfassender Erfahrung ein. Es scheint noch ein zu geringer Fokus auf den Sozialkompetenzen Netzwerken und Kommunizieren zu liegen. Viele Landwirtschaft Betreibende müssen beispielsweise ihre Social Media Kenntnisse erweitern, um mit Zielgruppen und anderen Stakeholdern zu kommunizieren. Bei den Fachkompetenzen wird gelegentlich vernachlässigt, Fähigkeiten im Bereich des Ökosystemschutzes vollumfänglich zu berücksichtigen. Auch

beim Thema der Produktion erneuerbarer Energien müssen Wissen und Fähigkeiten ausgebaut werden. Grundsätzlich bestehen zu wenig Stakeholder-übergreifende Netzwerke, um sich über zukunftsweisende Entwicklungen auszutauschen, Ängste zu formulieren und von Chancen überzeugt zu werden. Aufgrund des Fachkräftemangels ist es wünschenswert, dass die Elektrifizierung mit Automatisierung einhergeht, um die Arbeitsbelastung und dadurch die physische Belastung zu reduzieren. So können viele Ängste und Belastungen der Landwirtschaft ausgeglichen werden.

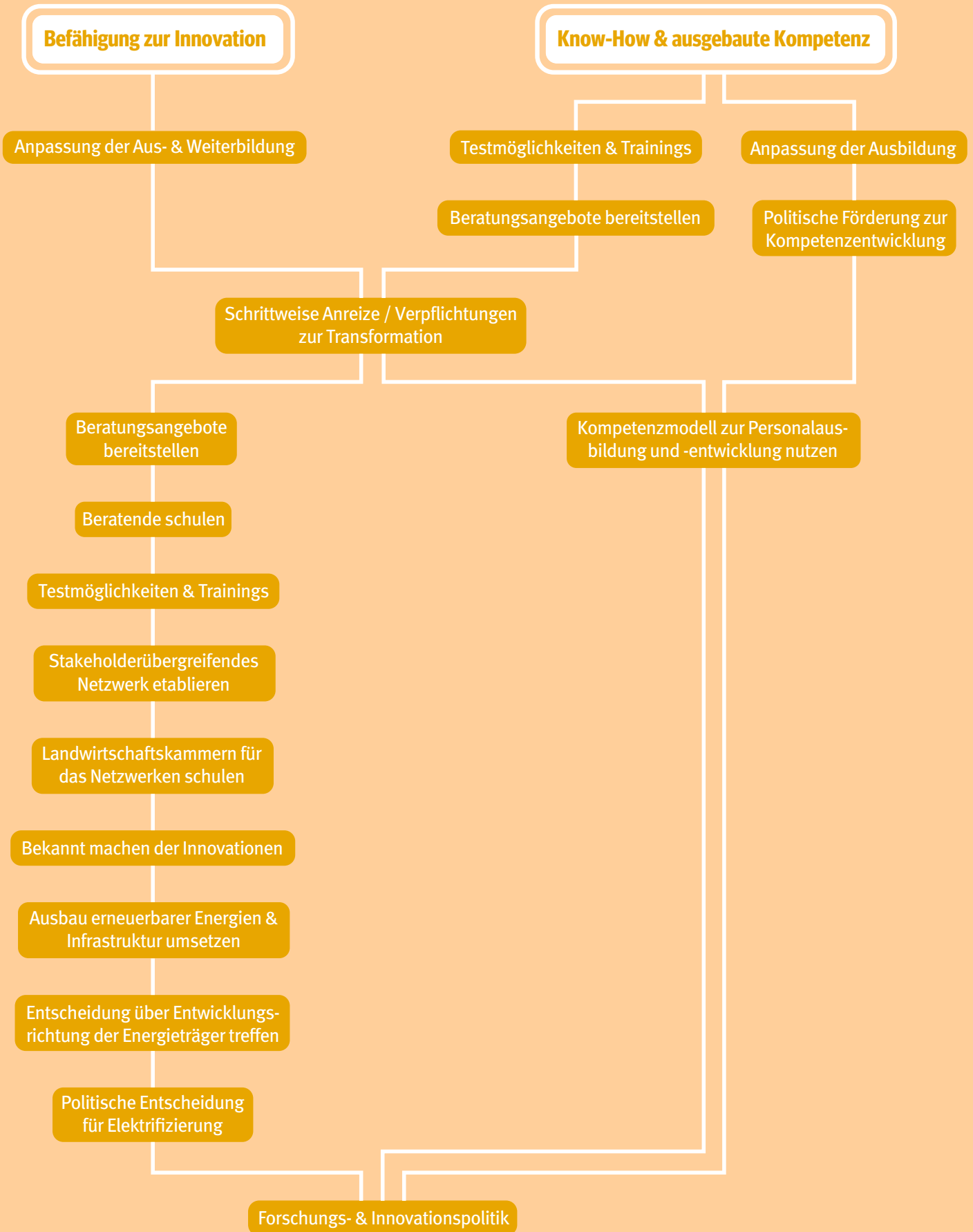
Zukunftsbild 2045

Wie könnte die Zukunft im Jahr 2045 aussehen? Landwirtschaftliche Betriebe mit reinem Fokus auf Nahrungs- und Futtermittelproduktion, werden immer weniger. Energiewirtschaft spielt eine immer größere Rolle. Neben der Kenntnis über erneuerbare Energien weiß die Landwirtschaft auch, wie sie Ökosystemleistungen der Natur fördern können. Dafür werden Baumreihen, Hecken und Blühstreifen angelegt und schonende Bodenbearbeitung mit einem minimalen Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln durchgeführt. Das Berufsbild der landwirtschaftlichen Arbeit hat sich sehr verändert: Anstatt schwerer körperlicher Arbeit, sind viele Arbeiten nun vom Schreibtisch oder mit dem Tablet zu erledigen. Landwirtschaft ist vielfältiger geworden, zum Beispiel im Hinblick welchen Feldarbeiten sie selbst nachgehen wollen, was sie den Maschinen überlassen und sie werden zur individuellen **Innovation befähigt**. Dafür wurde der Internetzugriff auf den Feldern ausgebaut, sodass auch die entferntesten Arbeiten auf dem Feld über Webdienste gesteuert werden können.

Die Landwirtschaft verfügt im Jahr 2045 über weitreichendes **Know-How & ausgebaute Fach-, Sozial-, Selbst- und Methodenkompetenzen**, die für die mit der Elektrifizierung einhergehenden Veränderungen notwendig sind. Sie sind Unternehmern, die ihre

Betriebe mit viel Expertise managen und dabei rechtliche und ökonomische Aspekte im Blick haben. Sie können den Markt gut einschätzen und sind Profis im Vermarkten ihrer eigenen Produkte. Ihre Betriebe führen sie mit systemischer Prozesskenntnis und Kreativität und haben dank politischer Unterstützung viele Möglichkeiten, sich individuell zu entfalten. Dies wird unterstützt von Ihrer Lern- und Reflexionsfähigkeit. Durch individuelle Lösungen zeigen sie Initiative im Veränderungsprozess. Ein gutes Innovationsmanagement sowie der Zugriff auf ein Stakeholder-übergreifendes Netzwerk unterstützen die Umsetzung ihrer Projekte und bieten Platz für vielerlei Dialoge und Diskussionsformate. Im Zuge der Elektrifizierung wurden die meisten Maschinen der Feldbewirtschaftung automatisiert – über physische Belastung wird daher nur noch wenig gesprochen. Der zunehmenden psychischen Belastung wird durch Selbst-Regulationstechniken begegnet. Das bedeutet, sie kennen ihre eigenen Fähigkeiten, Ressourcen und Grenzen und sind in der Lage, sich persönlich zu motivieren und zu bremsen. Dadurch bleiben sie gelassen und unter Stress handlungsfähig. Durch die etablierten Innovationen benötigen die landwirtschaftlichen Betriebe weniger Personal und können so auf das geschulte Personal bauen, sind durch die automatisierten Prozesse effektiver und in ihrer Arbeitszeit flexibler.

Die nachfolgende Abbildung lässt sich sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben lesen: Ausgehend von den Zielen (oben, weiß hinterlegt) wurden mögliche Handlungsschritte generiert, die nachfolgend weiter ausgeführt wurden. Die benannten Ziele adressieren die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit.



Befähigung zur Innovation

START

Forschungs- & Innovationspolitik

Politik

Für eine erfolgreiche Umstellung der Landwirtschaft ist es von entscheidender Bedeutung, inwieweit eine Regierung ihre Umweltpolitik auf Nachhaltigkeit ausrichtet und ob entsprechende Forschung und Innovation im Lande gefördert wird. Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, die Ausrichtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderpro-

grammen zu unterstützen. Um die ökologisch verträgliche Entwicklung elektrifizierter Landmaschinen zu fördern, sollte die Politik den Ausbau der Netzinfrastruktur, die Festlegung einheitlicher Normen und Standards, finanzielle Anreize und Förderprogramme, Bildungs- und Schulungsmaßnahmen sowie die Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Stakeholdern fördern.

Politische Entscheidung für Elektrifizierung

Politik

Damit sich die Landwirtschaft auf die Elektrifizierung einstellen kann, braucht es eine Verlässlichkeit der Entscheidung über die Innovationsrichtung. Da die Politik durch finanzielle Mittel und Subventionen maßgeblich über die Entwicklung und Forschung bestimmt, muss eine klare und verlässliche Richtung definiert werden.

Entscheidung über Entwicklungsrichtung der Energieträger treffen

Politik

Bei den Energieträgern ist es ebenfalls notwendig, dass die Politik spezifische Technologien zur Förderung definiert. Landwirtschaftliche Betriebe sind durch die hohen Investitionen gehemmt und müssen sich auf die Zukunftsfähigkeit und zukünftige Förderung der Technologien verlassen können.

Ausbau erneuerbarer Energien & Infrastruktur umsetzen

Politik, Dienstleistung

Die Infrastruktur für die Elektrifizierung am Feld neu anzulegen, wird in einigen Fällen durch Flächeneigentum oder bestehende Ökosysteme erschwert. Gleichzeitig stellt sich die Frage nach der Finanzierung. Die Politik ist in der Verantwortung, Subventionen für den Ausbau zu ermöglichen. Die Landwirtschaftskammer kann als Initiator fungieren, die einzelnen Stakeholder zusammenzuführen, um gemeinsam einen Netzausbau zu realisieren.

Bekannt machen der Innovationen

Wissenschaft, Dienstleistung

Wissen über erforschte Innovationen muss an die Praxis weitergeleitet werden, damit Beschäftigte der Landwirtschaft sich frühzeitig mit Innovationen beschäftigen können. Transparenz durch öffentliche Kommunikation oder Testfelder können die Bereitschaft zur Innovation erhöhen und langfristig eine positive Einstellung gegenüber dem Wandel bewirken.

Landwirtschaftskammern für das Netzwerken schulen

Beratungsorganisationen, Landtechnikindustrie, Universitäten, Ausbildungsstätten

Die Landwirtschaftskammer und landwirtschaftlichen Beratungsorganisationen als verbindende Stakeholder zwischen Praxis, Politik und Forschung können durch den Austausch interdisziplinäre Projekte anstoßen. Kompetenzen für die Vermittlung und die Interaktion zwischen verschiedenen Stakeholdern müssen weiter ausgebaut werden, damit die Mitarbeitenden der Landwirtschaftskammer und andere Beratende als Veränderungstreiber fungieren können.

Stakeholderübergreifendes Netzwerk etablieren

Beratungsorganisationen, Landwirtschaft

Etabliert werden müssen dafür Plattformen und Formate, die einen transdisziplinären Austausch zwischen Landwirtschaft, Forschungsinstituten und politischen Institutionen fördern, wie das Forum des Agrotech Valleys⁶. Ein "Netzwerk Innovation" würde sich demnach aus den Bereichen Landwirtschaft, der Forschung und Landtechnik zusammensetzen. Digitale Formate müssen für eine weitreichende Mitsprachemöglichkeit inklusiv entwickelt werden, um landwirtschaftlich Beschäftigte jeder Generation einzubinden. In diesem Netzwerk soll über innovative Entwicklungen auf dem Laufenden gehalten werden, über Chancen und Risiken aufgeklärt und ein Austausch über Erfahrungen und Hemmnisse der Implementierung ermöglicht werden.

Testmöglichkeiten & Trainings

Beratungsorganisationen, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Landwirtschaft Betreibenden sollte eine Möglichkeit geboten werden, neue Maschinenentwicklungen und Technologien testen zu können, um die Hürden der Investition zu reduzieren. Ein Testgelände oder auch Simulatoren und VR-Visualisierungen können landwirtschaftlichem Personal die zukünftige Arbeit mit der Maschine näherbringen. Angeboten werden können diese Testmöglichkeiten von Herstellern oder Betrieben, die bereits mit diesen Innovationen arbeiten.

Beratende schulen

Beratungsorganisationen

Alle Stakeholder bei dem Wandel der Landwirtschaft abzuholen, kann nur durch transparente Wissensvermittlung und den Ausblick auf individuelle Lösungen Erfolg haben. Beratungsangebote müssen dafür bereitgestellt werden, um vor allem landwirtschaftliche Betriebe bei der Umstrukturierung zu begleiten. Diese Beratenden müssen in einem dafür entwickelten Format aus- und fortgebildet werden, um einen Praxisbezug in den Fokus der Beratung setzen zu können, z. B. für neue Fachkompetenzen in Erneuerbaren Energien und Ökosystemleistungen, Sozial- und Selbstkompetenzen.

Beratungsangebote bereitstellen

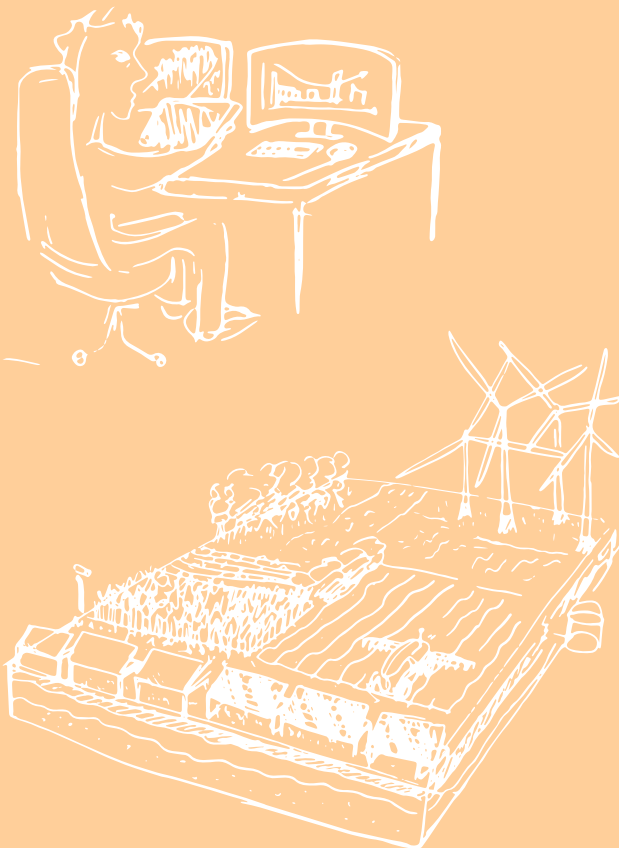
Beratungsorganisationen, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Externe Beratungsstellen und -angebote müssen von den Landwirtschaftskammern oder privaten Anbietenden etabliert werden, um die Kompetenzentwicklung in Einzelbetrieben individuell fördern zu können. Letztlich sollten Betriebsinhabende dazu befähigt werden, konkrete Maßnahmen eigenständig umzusetzen und selbst den Erfolg verschiedener Maßnahmen einschätzen zu können.

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik

Politische Forderungen nach Umstellungen bis zu einem bestimmten Zeitpunkt bewirken häufig einen Handlungsdruck. Um Betrieben realistische Möglichkeiten zur Umsetzung zu geben, muss der Wandel schrittweise eingeleitet werden. Die Entwicklung von neuen Technologien zur Marktreife und der Förderoptionen für Neuschaffungen für die Landwirtschaft muss aufeinander abgestimmt sein, um realitätsnahe Forderungen stellen zu können. Neben den marktreifen Technologien muss eine entsprechende Infrastruktur geschaffen sein, ebenso wie die Möglichkeit die Technologien zu erleben und testen zu können. Die Beratenden spielen eine wichtige Rolle für die Anleitung des praxisorientierten Wandels. Notwendig ist, den Weg der politischen Ziele von Anfang an transparent zu vermitteln, um unnötige Investitionen in Maschinen zu vermeiden, die wenig später den Anforderungen nicht mehr genügen.



Anpassung der Aus- und Weiterbildung

Politik, Universitäten, Ausbildungsstätten

Für die Elektrifizierung sollte sich die Landwirtschaft von einem Berufsbild hin zu kompetenzorientierter Arbeit entwickeln. Manche Kompetenzen müssen dafür noch stärker ausgebaut werden. Während es für die praktizierende Landwirtschaft weitgreifende Veränderungen mit sich bringt, sollen die neuen Generationen an bereits in ihrer Ausbildung auf die Anforderungen vorbereitet werden. Kurse und Lehrpläne sollten dafür kompetenzorientiert umgestaltet werden.

Dabei kommt den Innovationskompetenzen, als Grundlage zur Befähigung der Anpassung und Entwicklung von Innovationen, eine besondere Bedeutung zu. Übergreifend lässt sich sagen, dass die Bedeutung von Kreativem Denken, Initiative Zeigen, Prozessdenken, Netzwerken und Zusammenarbeiten für Innovationsprozesse kommuniziert und in das Berufsbild als zentrale Fähigkeiten integriert werden sollten. Durch (Innovations-) kompetenzorientierte Aus- und Weiterbildung kann zudem die Vielfältigkeit und Modernität des Berufsbildes der Landwirtschaft unterstrichen werden und in Zeiten des Fachkräftemangels für junge Nachwuchskräfte attraktiver werden.

ZIEL: Befähigung zur Innovation

Know-How & ausgebaute Kompetenz

START

Forschungs- & Innovationspolitik

Politik

Für eine erfolgreiche Umstellung der Landwirtschaft ist es von entscheidender Bedeutung, inwieweit eine Regierung ihre Umweltpolitik auf Nachhaltigkeit ausrichtet und ob entsprechende Forschung und Innovation im Lande gefördert wird. Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, die Ausrichtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen zu unterstützen. Um die Landwirtschaft aktiv in die Entwicklung einzubeziehen, sollte sie in die

Weiterentwicklung der Ausbildung involviert werden. Förderprogramme müssen für die Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und der Landwirtschaft ausgeschrieben werden, um sie in ein Forschungsvorhaben über die Vermittlung von Anforderungen der Elektrifizierung aufzunehmen. Betreibende und Beschäftigte der Landwirtschaft sowie Landtechnikhersteller sollten Input geben können, um die Kompetenzentwicklung anreichern zu können.

Kompetenzmodell zur Personalausbildung und -entwicklung nutzen

Medien, Wissenschaft

Bei der Kompetenzentwicklung in der Landwirtschaft sollten vor allem moderne, kompetenzbasierte Ansätze einbezogen werden. Dafür muss im ersten Schritt auf empirisch evaluierten Kompetenzmodellen aufgebaut werden und diese verbreitet werden. Zur individuellen Nutzung müssen Kompetenzmodelle angepasst und individuelle Entwicklungsziele festgelegt werden.

Politische Förderung zur Kompetenzentwicklung

Politik

Politisch geförderte Fortbildungsmaßnahmen, Förderprogramme und Trainings müssen etabliert werden, um fachliche und überfachliche Kompetenzen zu ermöglichen. Mit der Unterstützung durch die Landwirtschaftskammer liegt der Praxisbezug im Fokus der Kompetenzförderung.

Anpassung der Ausbildung

Politik, Universitäten, Ausbildungsstätten

Für die Elektrifizierung wird sich das Berufsbild der Landwirtschaft stark verändern. Während es für die praktizierenden landwirtschaftlich Beschäftigten weitgreifende Veränderungen mit sich bringt, sollen die neuen Generationen bereits in ihrer Ausbildung auf die Anforderungen vorbereitet werden. Neue Kurse und die Überarbeitung alter Lehrpläne sollen es ermöglichen, die alltägliche Arbeit und die Strukturierung des Hofes an die Elektrifizierung anzupassen.

Studien im Projekt Energy-4-Agri zeigen, dass eine Vielzahl an Kompetenzen u.a. die IT/Daten-Kompetenzen, kreatives Denken und soziale Kompetenzen der Landwirtschaft Betreibenden und Beschäftigten zukünftig zunehmend beansprucht werden, da durch die Maschinen und die Automatisierung neue Herausforderungen auf sie zukommen. Die erforschten notwendigen Kernkompetenzen müssen deshalb zukünftig in die Personalausbildung eingebracht werden.

ZIEL: Know-How & ausgebaute Kompetenz

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik

Die gleichzeitige Entwicklung von neuen Technologien zur Marktreife und der Förderungsoptionen für Neuanschaffungen für Betriebe müssen aufeinander abgestimmt sein, um realitätsnahe Forderungen stellen zu können. Die Beratenden spielen eine wichtige Rolle für die Anleitung des praxisorientierten Wandels und der Entwicklung von technologiespezifischen Kompetenzen.

Beratungsangebote bereitstellen

Beratungsorganisationen, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Externe Beratungsstellen und -angebote müssen von den Landwirtschaftskammern oder privaten Anbietern etabliert werden, um die Kompetenzentwicklung in Einzelbetrieben individuell fördern zu können. Letztlich sollten Betriebsinhabende dazu befähigt werden, konkrete Maßnahmen eigenständig umzusetzen und selbst den Erfolg verschiedener Maßnahmen einschätzen zu können. Beratende müssen in einem expliziten Format aus- und fortgebildet werden, um einen Praxisbezug in den Beratungsfokus setzen zu können.

Testmöglichkeiten und Trainings

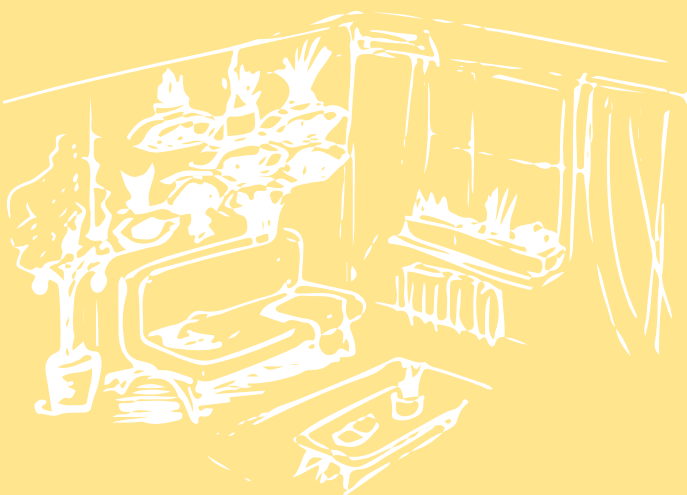
Beratungsorganisationen, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Zur konkreten Kompetenzentwicklung bieten sich aufgrund der Arbeitszeiten „Trainings-on-the-job“ d.h. arbeitsintegrierte Kompetenzentwicklung an. Im Arbeitsprozess sollen Lernziele erreicht werden, wofür Ausprobieren, Feedback erhalten und Zeit für die Reflexion eigener Handlung berücksichtigt werden müssen. Die digitale Affinität der jungen Generation in der Landwirtschaft sollte genutzt werden, um webbasierte Weiterbildungen zu fokussieren. Die Landwirtschaftskammern sind dabei ein möglicher Multiplikator für landwirtschaftliche Betriebe. Dem Ausbau von Sozial- und Selbstkompetenzen kommt dabei ein Schwerpunkt zu. Beispielsweise können Führungskompetenzen in Coaching-Prozessen ausgebaut werden. Ein anderer Schwerpunkt sollte auf sich verändernden Fachkompetenzen liegen. Landwirtschaft Betreibenden sollte eine Möglichkeit geboten werden, neue Maschinenentwicklungen und Technologien testen zu können, um die Hürden der Investition zu reduzieren. Ein Testgelände oder auch Simulatoren und VR-Visualisierungen können die zukünftige Arbeit mit den Maschinen näherbringen. Angeboten werden können diese Testmöglichkeiten von Herstellern oder Betrieben, die bereits mit diesen Innovationen arbeiten.

ZIEL: Know-How & ausgebaute Kompetenz

2.4 Akzeptanz, Wissens- & Bewusstseinsbildung

Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie - AOS
Institut für Designforschung - IDF



IST Zustand 2023

Im Jahr 2024 ist die Öffentlichkeitsarbeit bislang nicht vollständig etabliert. Stakeholder arbeiten teils noch isoliert in ihrer Expertise, wodurch nur vereinzelt transdisziplinäre Erkenntnisgewinne entstehen. Landwirtschaftliche Betriebe können neben Medien und Messen vor allem durch lokal Communitys Berührungspunkte mit neuen Technologien oder Anbauformen gewinnen. Zum Beispiel, wenn benachbarte Betriebe neue autonome Maschinen verwenden. Der Dialog zwischen der Landwirtschaft und der Wissenschaft wird bereits in Forschungsprojekten verstärkt. Der Austausch mit der Gesellschaft wird vor allem

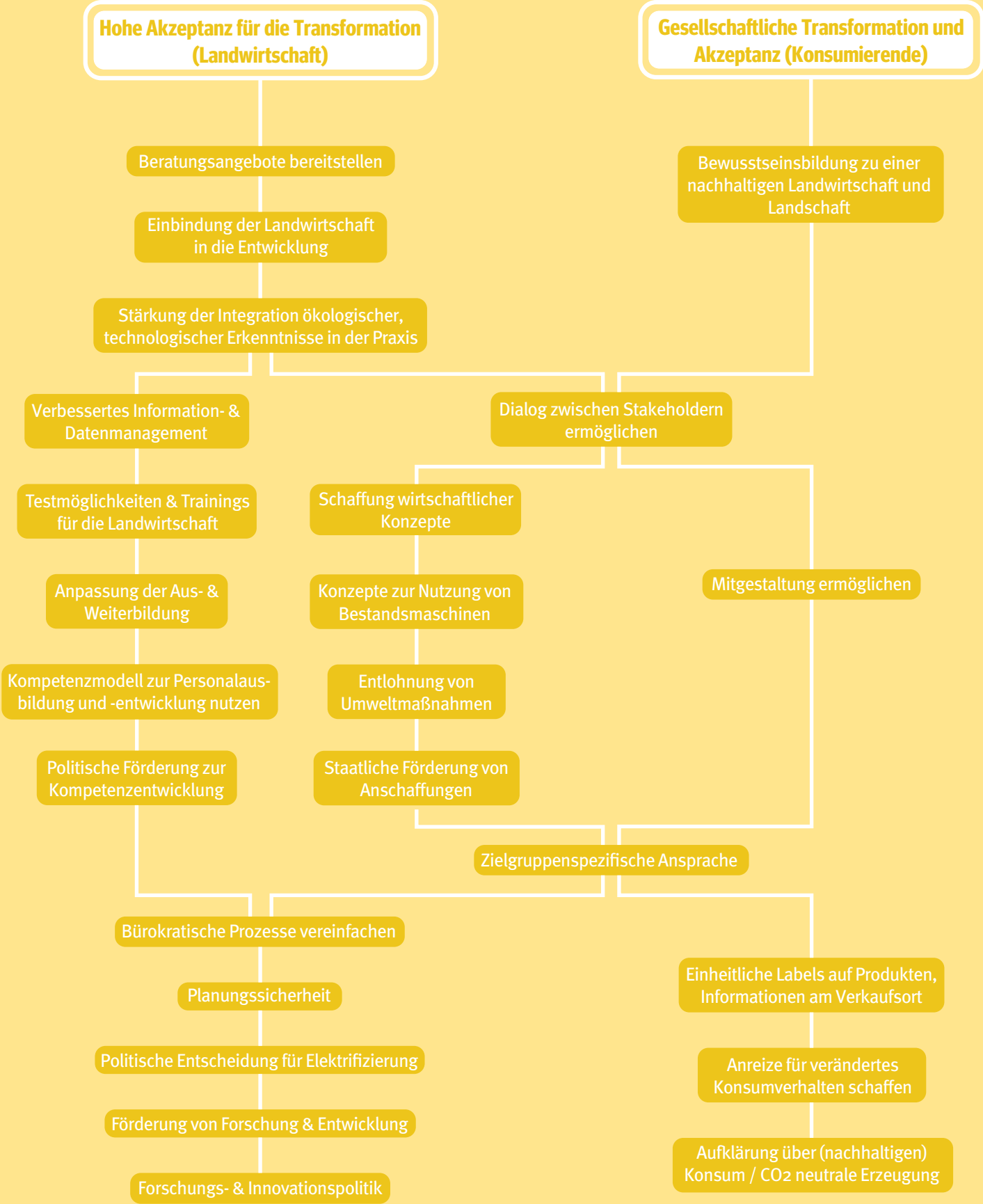
durch die Stadt-Land-Trennung erschwert. Für die Kommunikation und den Einblick in die Landwirtschaft setzen einige bereits auf digitale Medien, um die Gesellschaft zu erreichen. Nichtsdestotrotz besteht in der breiten Gesellschaft wenig Wissen über die Landwirtschaft und ihre Prozesse. Zudem fühlt sich der Großteil wenig betroffen von den weitreichenden Veränderungen in der landwirtschaftlichen Branche. Zum Teil herrscht Unverständnis für Maßnahmen und teilweise wird pauschale Kritik geäußert. Betreibende der Landwirtschaft fühlen sich daher wenig wertgeschätzt und verstanden.

Zukunftsbild 2045

Wie könnte die Zukunft im Jahr 2045 aussehen? Die Landwirtschaft ist als Vorreiter der Nachhaltigkeit zu einem angesehenen Sektor in der Gesellschaft geworden. Durch ressourcenintensive Öffentlichkeitsarbeit und Transparenz haben es landwirtschaftliche Betriebe mit Unterstützung von der Politik geschafft, die Gesellschaft über die Aufgaben, Schwierigkeiten und Lösungsansätze der Landwirtschaft aufzuklären und mitzunehmen. So basiert die **gesellschaftliche Transformation auf der Akzeptanz der Verbrauchenden**. Außerdem hat der offene und transparente Dialog mit der Politik den Konsumierenden ein Gefühl gegeben, Teil der Veränderung zu sein. Die Menschen freuen sich, informiert einkaufen zu können und durch verständliche, einheitliche Labels über die Herkunft ihrer Lebensmittel aufgeklärt zu werden.

Für landwirtschaftliche Betriebe war es bis hierhin ein Weg der Veränderungen. In individueller Beratung mussten sie nach und nach Lösungen finden, ihre Flächen an die Energiewende und die neuen Technologien anzupassen. Dafür wurden sie von der Politik und der Wissenschaft unterstützt. Auf Testfeldern können sie neue Technologien erproben und sich von Stromversorgern sowie Landmaschinenherstellern beraten lassen. Durch diese Maßnahmen konnte eine hohe **Akzeptanz für die Transformation in der Landwirtschaft** erzeugt werden. Die neue Generation der Landwirtschaft ist durch die Einbindung von Themen wie bspw. elektrifizierter Maschinenkonzepte und Begleittechnologien sowie Nachhaltigkeit in der Ausbildung bereits auf die neue Landwirtschaft eingestellt.

Die nachfolgende Abbildung lässt sich sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben lesen: Ausgehend von den Zielen (oben, weiß hinterlegt) wurden mögliche Handlungsschritte generiert, die nachfolgend weiter ausgeführt wurden. Die benannten Ziele adressieren die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit.



Hohe Akzeptanz für die Transformation (Landwirtschaft)

START

Forschungs- & Innovationspolitik

Politik

Für eine erfolgreiche Umstellung der Landwirtschaft ist es von entscheidender Bedeutung, inwieweit eine Regierung ihre Umweltpolitik auf Nachhaltigkeit ausrichtet und ob entsprechende Forschung und Innovation im Lande gefördert wird. Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, die Ausrichtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen zu unterstützen. Um die Akzeptanz in der Landwirtschaft für die Transformation zu fördern, müssen sie aktiver in die zukünftige Entwicklung wie bspw. der Elektrifizierung einbezogen werden. Förderpro-

gramme müssen für die Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und der Landwirtschaft explizit intensiver ausgeschrieben werden, um sie in Forschungsvorhaben für die Entwicklung der Elektrifizierung einzubinden. Landwirtschaftliche Betriebe sollten in den Forschungsprojekten als Haupt-Stakeholder mit Ihrer Expertise involviert und gehört werden. Zu beachten sind dabei ihre Charakteristika und Ressourcen (u. a. Zeit) als wichtige Interessengruppe. Sie sind saisonal verfügbar mit wenig Zeit für aufwändige Einbindungsprozesse. Daher bedarf es gut durchdachter und angepasster Konzepte zur Einbindung von Landwirtschaft in bspw. Projekten oder Entscheidungsprozessen.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, weitere Anstrengungen zu unternehmen, ihre Ausrichtung durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen (z. B. bei BMEL, BMBF, DFG) zu unterstützen, um unter anderem weitere Potenziale zur Akzeptanz-erhöhung, Einbezug von Stakeholdern und Interessen sowie Wissensbildung in der Gesellschaft zu erforschen. Der Fokus der Forschungsförderung sollte darauf liegen, inter- bis transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die verschiedenen Ebenen, Auswirkungen und Wechselwirkungen zu berücksichtigen (Individuum vs. Gesellschaft; lokal vs. global; Gesellschaft vs. Technologie vs. Ökologie vs. Ökonomie vs. Politik) und somit an dieser Stelle im Besonderen die Integration der Erkenntnisse in die Praxis weiter zu stärken.

Politische Entscheidung für Elektrifizierung

Politik

Damit sich die Landwirtschaft auf die Elektrifizierung einstellen kann, brauchen sie eine Verlässlichkeit der Entscheidung über die Innovationsrichtung. Da die Politik durch finanzielle Mittel und Subventionen maßgeblich über die Entwicklung und Forschung bestimmt, muss eine klare und verlässliche Richtung definiert werden. Ohne eine solche Festlegung werden die Zweifel an der Elektrifizierung weiter bestehen bleiben.

Planungssicherheit

Politik

Ein weiterer wichtiger Faktor ist, landwirtschaftliche Betriebe mit der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik Planungssicherheit zu geben und langfristig Strategien sowie Fördermaßnahmen abseits von den häufig üblichen dreijährigen Modellprojekten an die Hand zu geben. Es müssen Versäumnisse in der Planungssicherheit aufgeholt werden. Ein kurzfristig wirkender disruptiver Wandel ist zu vermeiden.

Bürokratische Prozesse vereinfachen

Politik

Das im Mai 2019 in Kraft getretene Gesetz zur Beschleunigung des Energieleitungsausbaus hat bereits dazu beigetragen, behördliche Verfahren zu vereinfachen. Entsprechende Bestrebungen sind fortzuführen, um den Ausbau zu beschleunigen, die Verfahren zu vereinfachen und die Umsetzenden der Land- und Energiewirtschaft in der Energiewende zu unterstützen.

Zielgruppenspezifische Ansprache

Politik, Verbände, Wissenschaft

Wissenschaftliche und bürokratische Formulierungen wirken im Dialog mit anderen Stakeholdern distanziert. Für einen erfolgreichen Wandel müssen alle Stakeholder auf Augenhöhe miteinander kommunizieren, um ihre Bedürfnisse, Befürchtungen und Wünsche bedenkenlos vermitteln zu können. Um gemeinsame Handlungsschritte zu planen, müssen kollektive Zielsetzungen definiert und verschiedene Interessen unter der Anwendung von geeigneten partizipativen Methoden abgewogen und priorisiert werden. Zudem müssen final entschiedene Maßnahmen und geplante Veränderungen leicht verständlich und adressatengerecht an die Gesellschaft kommuniziert werden, wobei vor allem die Beteiligten mit höherer Betroffenheit (z. B. Beschäftigte in der Branche oder Anwohnende) mit Ihren Sorgen und Bedenken aufgeklärt und abgeholt werden müssen. Richtig adressiertes Wissen kann somit die Motivation und das Interesse für die Veränderung auslösen und stärken.

Staatliche Förderung von Anschaffungen

Politik

Die staatliche Förderung von Anschaffungen für die elektrifizierte Landwirtschaft der Zukunft sollte finanzielle Anreize wie Zuschüsse, Steuervergünstigungen und niedrige Zinssätze bieten, die einen stärkeren Fokus auf ökologische Faktoren haben. Zusätzlich sollten spezielle Förderprogramme eingerichtet werden, um den Umstieg auf nachhaltige Technologien zu unterstützen und die Kosten für den Kauf von elektrifizierten Landmaschinen zu reduzieren.

Entlohnung von Umweltmaßnahmen

Politik

Durch Subventionierungen kann die Landwirtschaft in ihrer Arbeit unterstützt werden. Finanzielle Mittel sind eine Möglichkeit, damit sie sich der Umstrukturierung des Betriebs und der Felder widmen können. Zusätzlich könnten weiterbildende Maßnahmen im Bereich der Biodiversität und des umweltverträglichen Anbaus als Umweltmaßnahmen gewertet werden können.

Politische Förderung zur Kompetenzentwicklung

Politik

Politisch geförderte Fortbildungsmaßnahmen, Förderprogramme und Trainings müssen etabliert werden, um fachliche und überfachliche Kompetenzen zu ermöglichen. Mit der Unterstützung durch die Landwirtschaftskammer liegt der Praxisbezug im Fokus der Kompetenzförderung.

Kompetenzmodell zur Personalaus- und -entwicklung nutzen

Landwirtschaft, Verbände, Wissenschaft

Die IT-Kompetenzen, ein kreatives Denken und soziale Kompetenzen werden zukünftig in der Landwirtschaft deutlich mehr gefordert, da durch die Maschinen und die Automatisierung neue Herausforderungen entstehen. Die erforschten und notwendigen Kernkompetenzen (Fachkompetenz = „Wirtschaften“, Methodenkompetenz = Reflektieren und Lernen, Sozialkompetenzen = Kommunizieren, Selbstkompetenzen = „Sich selbst regulieren“) müssen deshalb zukünftig in die Personalaus- und -entwicklung eingebracht werden, damit sich Betreibende und Beschäftigte der Landwirtschaft für den Wandel vorbereitet fühlen und ihnen mit Akzeptanz gegenüberstehen.

Anpassung der Aus- und Weiterbildung

Landwirtschaft, Verbände, Wissenschaft

Um bei den Personen der Landwirtschaft eine Akzeptanz des Wandels ihres eigenen Berufes zu bewirken, müssen sie über alle Faktoren aufgeklärt werden. Während es für die Praktizierenden weitgreifende Veränderungen mit sich bringt, sollen die neuen Generationen schon in ihrer Ausbildung auf die Anforderungen vorbereitet werden. Neue Kurse und die Überarbeitung alter Lehrpläne sollten für die Ausbildung geschaffen werden.

Konzepte zur Nutzung von Bestandsmaschinen

Politik

Der im Jahr 2024 gekaufte Dieseltraktor kann nicht zu einer elektrifizierten Maschine umgebaut werden, allerdings wurden bereits Ressourcen beim Bau des Traktors verwendet, ebenso wie Ressourcen für eine neue elektrische Landmaschine verbraucht würden. Ein abrupter Austausch, beispielsweise des Dieseltraktors, kann daher weder aus sozialer, ökonomischer noch ökologischer Perspektive eine nachhaltige Lösung sein. Somit ist politisch zu regulieren, dass die noch funktionsfähigen Altbestände bis zu ihrem Lebensende genutzt werden können. Als Zwischenschritt hin zur Elektrifizierung müssen entsprechende Übergangskonzepte (wie z. B. synthetische Kraftstoffe) in Betracht gezogen und entwickelt werden.

Schaffung wirtschaftlicher Konzepte

Politik, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber

Die Elektrifizierung von Landtechnik wird auf wenig Akzeptanz stoßen und letztlich scheitern, wenn die neuen Maschinenkonzepte nicht wirtschaftlich sind. Die Politik hat diverse Stellschrauben, um bestimmte Technologien zu fördern. Die Erstellung von Übergangskonzepten und Fördermaßnahmen sind Bausteine zur Schaffung wirtschaftlicher Konzepte. Neben der Politik sind Landtechnikindustrie und Netzbetreiber gefragt, alternative Geschäftsmodelle und neue Dienstleistungen zu entwickeln, um eine Umgestaltung des Energiesystems im Landwirtschaftssektor zu fördern.

Dialog zwischen Stakeholdern ermöglichen

Politik

Die Landwirtschaft wird durch den Austausch der Expertise für die Zukunft resilient aufgestellt. Strategien und Konzepte wie der Niedersächsische Weg² und die Zukunftskommission Landwirtschaft⁷ sowie bestehende Netzwerke wie die Deutsche Agrarforschungsallianz (DAFA)⁸ sind als gute Beispiele weiter aufzugreifen. Gemeinsam können Ziele erarbeitet werden, um die Maßnahmen richtig zu bewerten und umzusetzen. Die Politik sollte auf lokaler bis nationaler Ebene Plattformen etablieren, um den Dialog zu ermöglichen.

Testmöglichkeiten und Trainings für die Landwirtschaft

Beratungsorganisationen, Verbände

Landwirtschaftlichen Betrieben sollte eine Möglichkeit geboten werden, neue Maschinenentwicklungen und Technologien testen zu können, um die notwendigen Investitionen abschätzen zu können. Ein Testgelände oder auch Simulatoren und VR-Visualisierungen können Betreibende und Beschäftigte der Landwirtschaft die zukünftige Arbeit mit der Maschine näherbringen. Angeboten werden können diese Testmöglichkeiten von Herstellern oder Betrieben, die bereits mit diesen Innovationen arbeiten.

Verbessertes Information- und Datenmanagement

Landtechnikindustrie, Politik, Verbände, Wissenschaft

Die Automatisierung von Landmaschinen bedarf einer intensiven Datennutzung. Eine zielgeleitete Datenauswertung, kann in der praktizierenden Landwirtschaft zum Beispiel bei Entscheidungen unterstützen. Ohne die zugängliche und einfache Datenverarbeitung können digitale Innovationen nicht optimal genutzt werden und das Vertrauen in die technische Machbarkeit der Elektrifizierung wird dadurch vermindert.

Stärkung der Integration ökologischer, technologischer Erkenntnisse in der Praxis

Wissenschaft

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus den interdisziplinären Forschungen über ökologische Indikatoren und technische Innovationen müssen durch den Dialog aus der Wissenschaft in die Praxis mit einfließen.

Einbindung der Landwirtschaft in die Entwicklung

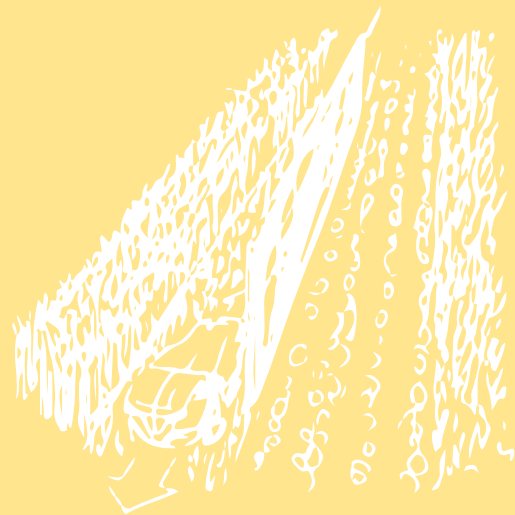
Beratungsorganisationen, Politik

Die Einbindung der Landwirtschaft in die Entwicklung der Elektrifizierung von Landtechnik gewährleistet eine praxisnahe und bedarfsgerechte Gestaltung von Lösungen. Partizipative problem- und lösungsorientierte Workshops können die Expertise der Landwirtschaft Betreibenden in die Entwicklung der Technik einbinden. Dadurch werden die Akzeptanz, die Nutzung und der Erfolg elektrifizierter Technologien in der Landwirtschaft gefördert.

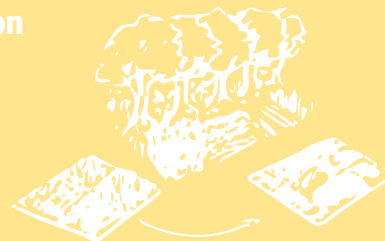
Beratungsangebote bereitstellen

Dienstleistung, Beratungsorganisationen

Beratende sind dabei externe Personen mit landwirtschaftlicher Expertise, die von Betreibenden der Landwirtschaft angefragt werden können. Ihre Beratungsleistung sollte von politischen Fördermitteln unterstützt werden, um Innovationsbewegungen zu unterstützen. Die Erleichterung durch eine Beratung soll die Akzeptanz in der Landwirtschaft erhöhen und sie auf die Veränderungen vorbereiten. Ihre Beratungsleistung sollte von politischen Fördermitteln unterstützt werden, um die Kompetenzentwicklung zu unterstützen. Diese Beratenden müssen in einem expliziten Format aus- und fortgebildet werden, um einen Praxisbezug in den Beratungsfokus setzen zu können.



→ **ZIEL: Hohe Akzeptanz für die Transformation (Landwirtschaft)**



Gesellschaftliche Transformation und Akzeptanz (Konsumierende)

START

Aufklärung über (nachhaltigen) Konsum / CO2 neutrale Erzeugung

Medien, Wissenschaft

Neben der Bewusstseins-schaffung für die Auswirkungen einer Umstellung auf die Elektrifizierung sollten die Verbraucher darüber informiert werden, welchen THG-Ausstoß ihre konsumierten Produkte verursachen. Wünschenswert wäre es, die gesamte Lieferkette zu berücksichtigen. Die Arbeitsgruppe des Akademieprojekts „Energiesysteme der Zukunft“⁷ hält fest, dass eine so genannte Suffizienzpolitik notwendig sei, um die Klimaziele zu erreichen. Damit ist eine Politik gemeint, die gezielt den Rückgang von Energie- und Ressourcenverbrauch fördert: Weniger Konsum erfordert weniger Ressourcen! Somit sind weitere Anstrengungen zu unternehmen, die Verbrauchenden über einen nachhaltigen Konsum und Möglichkeiten der Reduzierung aufklären.

Anreize für verändertes Konsumverhalten schaffen

Politik

Die Verbrauchende sollten über die Aufklärung hinaus Anreize erhalten, ihr Konsumverhalten zu optimieren. Obgleich laut der Arbeitsgruppe „Energiesysteme der Zukunft“ eine CO₂-Bepreisung allein nicht ausreicht, könnten entsprechende politische Mittel unterstützen, um Anreize zu schaffen.

Einheitliche Labels auf Produkten, Informationen am Verkaufsort

Landwirtschaft, Politik

Des Weiteren können einheitliche Labels auf den Produkten mit einer Ausweisung des CO₂-Abdrucks für Transparenz und Bewusstsein sorgen.

Zielgruppenspezifische Ansprache

Politik, Verbände, Wissenschaft

Wissenschaftliche und bürokratische Formulierungen wirken im Dialog mit anderen Stakeholdern distanziert. Für einen erfolgreichen Wandel müssen alle Stakeholder auf Augenhöhe miteinander kommunizieren, um ihre Bedürfnisse, Befürchtungen und Wünsche bedenkenlos vermitteln zu können. Gleichzeitig kann richtig adressiertes Wissen den Willen zur Veränderung auslösen. Dabei ist nicht nur die Kommunikationsform, sondern auch der Kommunikationsweg relevant.

Mitgestaltung ermöglichen

Landwirtschaft, Wissenschaft, Verbände

Nach der Definition von Maßnahmen und Konzepten und der Schaffung von Austauschmöglichkeiten sollte die Teilhabe und Teilnahme von Bürgern ermöglicht werden, um die Akzeptanz der Maßnahmen zu fördern. Die Einbindung der Beteiligten sollte zu einem frühen Stadium der Umsetzung eingeführt werden, um eine Mitbestimmung zu ermöglichen. Das Ziel kann dennoch im Vorfeld festgelegt worden sein, sodass die Partizipation eher in die Umsetzungsplanung einfließt. Gute Umsetzungsmöglichkeiten einer weitreichenden Partizipation sind Reallabore⁸, die als wissenschaftliche Experimentierräume der Praxis fungieren.

Dialog zwischen Stakeholdern ermöglichen

Politik

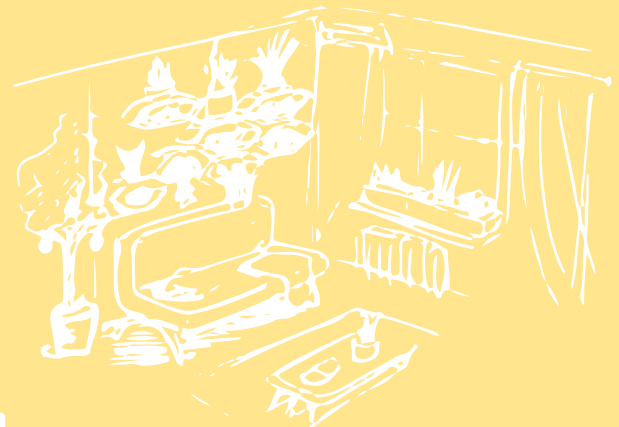
Über das reine Aufklären und Informieren hinaus sollten die Verbrauchenden als Stakeholder des Wandels ebenfalls in den Transformationsprozess einbezogen werden. Energy Communities⁵ wären beispielsweise ein Weg, Verbrauchende als aktiven Teil der Energiewende mit einzubinden. Dies bedarf im ersten Schritt jedoch entsprechender Netzwerkarbeit, um die Stakeholder im Dialog zu unterstützen.

Die Landwirtschaft wird durch den Austausch der Expertise für die Zukunft resilient aufgestellt. Strategien und Konzepte wie der Niedersächsische Weg² und die Zukunftskommission Landwirtschaft⁹ sowie bestehende Netzwerke wie die Deutsche Agrarforschungsallianz (DAFA)¹⁰ sind als gute Beispiele weiter aufzugreifen. Gemeinsam können Ziele erarbeitet werden, um die Maßnahmen richtig zu bewerten und umzusetzen. Die Politik sollte auf lokaler bis nationaler Ebene Plattformen etablieren, um den Dialog zu ermöglichen.

Bewusstseinsbildung zu einer nachhaltigen Landwirtschaft und Landschaft

Landwirtschaft, Politik, Verbände, Wissenschaft, Medien

Eine Elektrifizierung würde die Gesellschaft auf unterschiedlichen Wegen betreffen. Dies betrifft die (Teil-) Finanzierung über Steuergelder, die potentielle Veränderung des Landschaftsbildes oder Kosten für Strom und Landtechnik, die sich im Preis landwirtschaftlicher Produkte niederschlagen können. Neben Herausforderungen und Risiken sind die Vorteile einer Elektrifizierung herauszuarbeiten und über Kommunikationskampagnen und Informationsveranstaltungen in die Öffentlichkeit zu tragen. Es gilt sowohl ein Problembewusstsein zu schaffen als auch dafür zu sensibilisieren, welche Rolle die Gesellschaft als Gesamtheit und als Individuum in der Transformation hat.

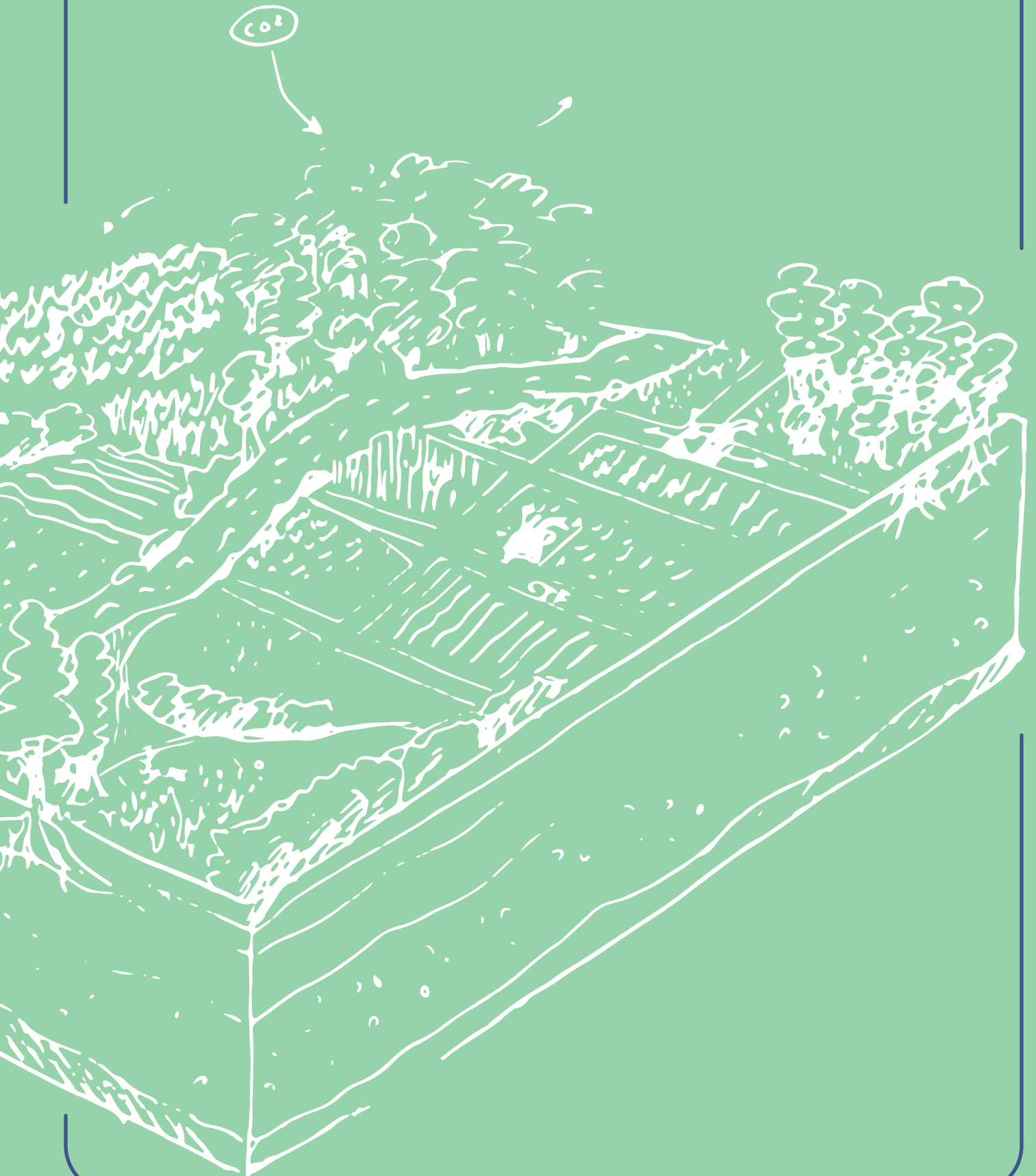


→ **ZIEL: Gesellschaftliche Transformation und Akzeptanz (Konsumierende)**



2.5 Ökologie

Institut für Geoökologie - IGÖ



IST Zustand 2023

Im Zuge der Industrialisierung und mit dem Ziel der Produktionssteigerung wurden die Landmaschinen zunehmend größer. Ebenfalls wurden vielerorts auch die Schläge größer und Vegetationsstrukturen an Feldrändern, wie Hecken und Grünstreifen, wurden weniger. Ehemalige Korridore und ganze Biotope wichen für Ackerland und Bauland. Bezogen auf Niedersachsen und mit besonderem Fokus auf die Börde sind es vor allem die homogenen Agrarlandschaften mit hauptsächlich intensiver Ackernutzung und die damit verbundenen Herausforderungen für Tier und Mensch, die in den Fokus gerückt werden. Ehemals häufige Tiere der Agrarlandschaft, wie Rebhuhn, Feldhamster, Feldhase und viele Insekten finden kaum noch geeignete Habitatbedingungen vor – es fehlt an dauerhaften, geschützten Nist- und Nahrungsplätzen auf landwirtschaftlichen Flächen. Die Nahrungsgrundlage für Feldhamster geht bei der Ernte verloren, während der hauptsächlich Anbau von Getreide den Wildbienen keine Nahrung bietet. Nicht zuletzt verstärkt der Klimawandel die Verschlechterung der Habitateignung für z. B. den Feldhamster oder die Feldlerche. Mit Hilfe von Fördermitteln und Restriktionen wird eine ökologisch nachhaltige Bewirtschaftung und der Ausbau von Vegetationsstrukturen für besonders bedrohte Arten auf landwirtschaftlichen Feldern unterstützt.

Auf trockenen, vegetationsarmen Lößböden kann Erosion durch Wind und Wasser problematisch werden. Ernteausfälle durch Wetterextreme, wie

Dürren oder Starkregen, werden häufiger und treten in den vergangenen Jahren deutlicher ins Bewusstsein. Technische Konzepte mit präziserer Sensorik können zwar unterstützen und durch Ansätze wie precision farming Ressourcen einsparen, das Problem jedoch nicht vollständig beheben. Vereinzelt Beispiele von geschlossenen Vegetationsdecken durch Zwischenfrüchte und Untersaaten und die Erhöhung von Leguminosen-Anteilen auf den Feldern zeigen ökologische Lösungen, um ein Brachliegen und zu rasches Austrocknen der Böden zu vermeiden. Die gezielte Schaffung von Vegetationsstrukturen zeigt ebenfalls positive Effekte auf Wasserhaushalt und Erosionsschutz, sowie die Verbesserung der Habitateignung für viele Tiere und Pflanzen. Subventionierungen von Agrar-Umweltmaßnahmen fördern solche Agrarstrukturen bereits, obgleich die Subventionen (noch) nicht für alle landwirtschaftlichen Betriebe wirtschaftlich sind.

Ergänzend müssen der Erhalt und die Förderung von Ökosystemleistungen gestärkt werden. Im Energy-4-Agri Zukunftsbild fokussiert dies eine verminderte Bodenerosion, erhöhte Bestäubung und Kohlenstoffspeicherung. In einem Gleichklang werden so sowohl das Ziel der Förderung und des Erhalts von Ökosystemleistungen, die Erhöhung der Habitatqualität für Arten der Agrarlandschaft und die Schaffung eines auch kleinräumigen Biotopverbunds adressiert werden.

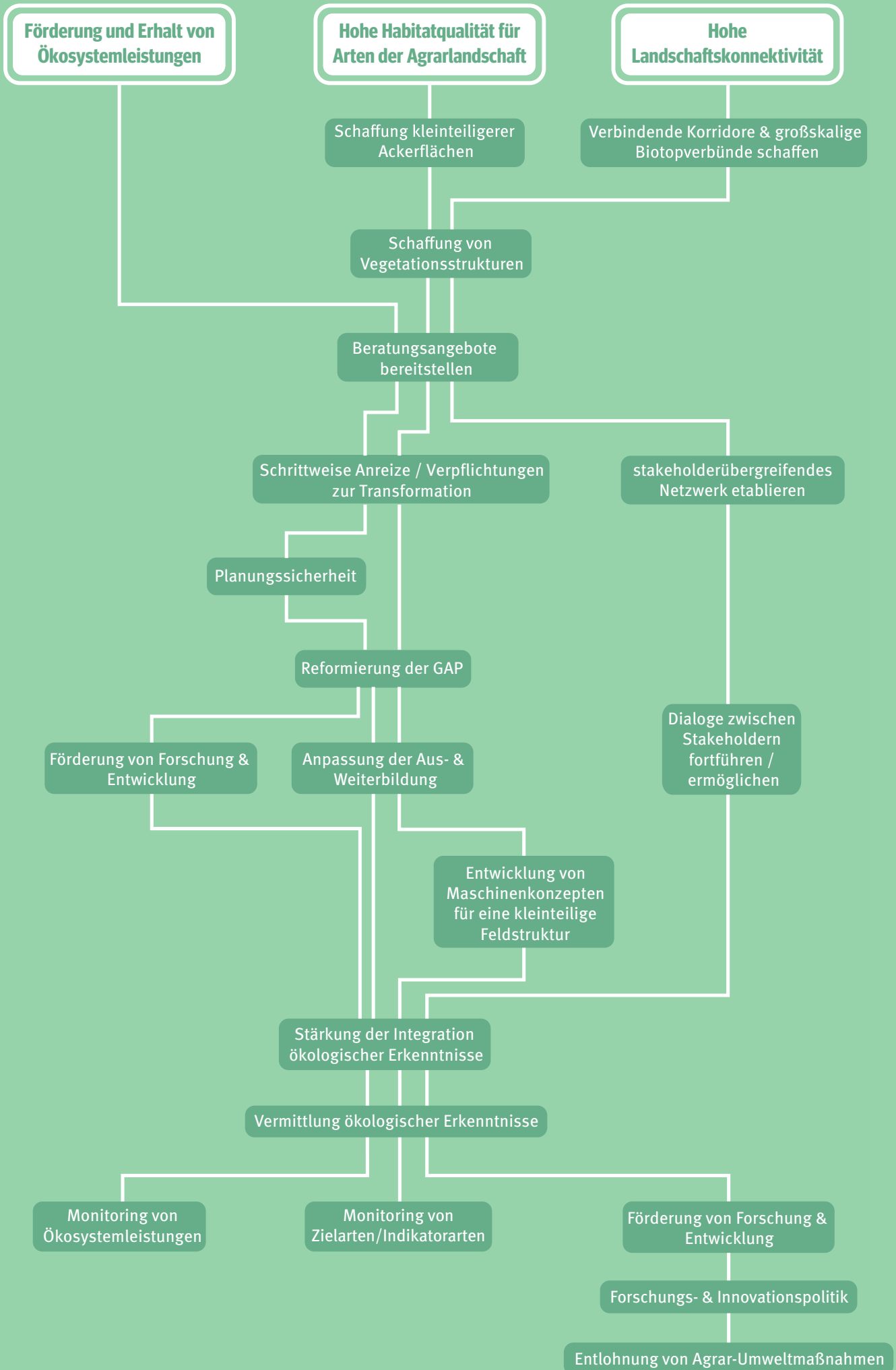
Zukunftsbild 2045

Wie könnte die Zukunft im Jahr 2045 aussehen? Die Agrarlandschaft ist geprägt von Ackerflächen, Wiesen und Weiden, gesäumt von Bäumen, Hecken und Blühstreifen. Parallel zur Elektrifizierung der Landmaschinen hat sich die Größe der Landmaschinen und damit die Größe der bewirtschafteten Agrarflächen verringert. Vegetationsstrukturen an den Feldrändern wurden wieder etabliert. Gleichzeitig ist ein regionaler Biotopverbund entstanden – mit Wäldern, die durch Baumreihen, extensive Grünflächen, Blühstreifen und Hecken vernetzt sind und so eine **hohe Landschaftskonnektivität** bilden. Durch die geschaffenen neuen Korridore und die hohe Strukturdiversität kommen Wildbienen und Vögel wieder häufiger in der Agrarlandschaft vor und wirken dort als Nützlinge. Die Stärkung einer **hohen Habitatqualität für Arten der Agrarlandschaft** hat sich als Fokuselement etabliert. Die Diversifikation der Feldfrüchte trägt ebenfalls dazu bei, das dauerhaftere Nahrungsangebot für Wildbienen und Kleinsäuger, wie Feldmaus oder Feldhamster, zu erweitern. In den Grünstreifen und Hecken finden die Tiere wieder Schutz, Nahrung und Nistplätze. Die Holz- und Wurzelbiomasse der Bäume und Hecken und die

Böden des extensiven Grünlandes binden CO₂. Die Landbewirtschaftenden profitieren von einem humusreichen Boden mit guter Wasserspeicherkapazität und Erosionsschutz durch Hecken und Bäume.

Nicht zuletzt trägt die technologische Entwicklung beim Pflanzenschutz und der Bewässerung durch den Einsatz kleiner Roboter und Sensortechnik dazu bei, Ressourcen einzusparen: Pflanzen werden frühzeitig und präzise behandelt, womit auch weniger und gezielter Pflanzenschutzmittel, Wasser oder Dünger auf dem Feld eingesetzt werden. Die Strukturdiversität auf den Feldern ist eine gute Umgebung für Nützlinge, die die Schädlingskontrolle ohne chemische Pflanzenschutzmittel fördern. Die mechanische Unkrautbekämpfung trägt ebenfalls zur Verringerung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes bei. Die verfügbare elektrifizierte Landtechnik ist darauf ausgelegt, diese kleinteiligere Feldbewirtschaftung bei gleichzeitig geringer Bodenverdichtung zu ermöglichen und so gleichzeitig die **Ökosystemleistungen zu erhalten und zu fördern**. Der Effekt wird durch festgelegte Fahrspuren (Controlled Traffic Farming) verstärkt.

Die nachfolgende Abbildung lässt sich sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben lesen: Ausgehend von den Zielen (oben, weiß hinterlegt) wurden mögliche Handlungsschritte generiert, die nachfolgend weiter ausgeführt wurden. Die benannten Ziele adressieren die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit.



Förderung und Erhalt von Ökosystemleistungen

START

Monitoring von Ökosystemleistungen

Wissenschaft, Politik

Um die Entwicklung landwirtschaftlicher Flächen bewerten zu können, müssen Wissenschaft und Politik gemeinsam Indikatoren und Zielsetzungen von Ökosystemleistungen definieren, auf denen ein gezieltes Monitoring (weiter-)entwickelt wird

Vermittlung ökologischer Erkenntnisse

Wissenschaft, Medien

Aufgabe der Wissenschaft und der Medien ist es, die entsprechenden neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Entwicklungen von Arten der Agrarlandschaft zielgruppenspezifisch für einen kollaborativen Diskurs zwischen Forschung und Politik zu vermitteln. Dadurch sollen einerseits Verständnis in der Landwirtschaft und der Bevölkerung geschaffen und andererseits, inter- und transdisziplinäre Fragestellungen aufgedeckt werden.

Stärkung der Integration ökologischer Erkenntnisse

Verbände, Politik, Beratungsorganisationen

Die Wissenschaft steht in der Verantwortung, neue Erkenntnisse an die Politik zu vermitteln. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse müssen anschließend in den politischen Diskurs einfließen. Die Politik steht in der Verantwortung, die Relevanz der Erkenntnisse zu erkennen und zu beurteilen sowie diese für die Praxis ausarbeiten zu lassen. Verbände können weiterhin beratend auf die Politik einwirken, um das Ziel der Förderung und des Erhalts von Ökosystemleistungen im Blick zu behalten. Ebenso sollten bestehende zwischenstaatliche Gremien wie die Deutsche (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) (IPBES) Koordinierungsstelle¹¹ weiter Unterstützung und Gehör finden. Der Weltbiodiversitätsrat IPBES bildet eine Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik und betreibt unter anderem Öffentlichkeitsarbeit, um das Bewusstsein in Forschung, Politik und der breiten Öffentlichkeit für den Schutz der biologischen Vielfalt zu stärken

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Der Fokus der Forschungsförderung sollte darauf liegen, inter- bis transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die verschiedenen Ebenen, Auswirkungen und Wechselwirkungen zu berücksichtigen (Individuum vs. Gesellschaft; lokal vs. global; Gesellschaft vs. Technologie vs. Ökologie vs. Ökonomie vs. Politik) und somit an dieser Stelle im Besonderen die Integration der Erkenntnisse in die Praxis weiter zu stärken. Die Umsetzung von Zielen aus Strategien wie dem Niedersächsischen Weg² sind entsprechend fortzuführen. Transdisziplinäre Forschung sollte in diesem Bereich gestärkt werden, um Landwirtschaft und Gesellschaft zu beteiligen und Akzeptanz für die Transformation zu schaffen. Jede Landschaft bietet eine andere Zusammenstellung an Ökosystemleistungen, Landwirtschaftsgrundlagen und Habitatbedingungen (Boden und Klima). Entsprechend ist ein regional spezifischer Fokus für Naturschutz und Förderung von Ökosystemleistungen und für das Monitoring von Indikatoren für Ökosystemleistungen und Biodiversität wichtig. Das heißt, es sind Förderinstrumente zu entwickeln, welche die Konzentration auf bestimmte Gebiete legen und die Instrumente entsprechend der spezifischen regionalen Bedürfnisse anzupassen.

Anpassung der Aus- und Weiterbildung

Universitäten, Ausbildungsstätten, Naturschutzbehörden, Verbände

Auf Basis der Integration ökologischer Erkenntnisse folgt die Umstrukturierung. Das Verständnis über die Notwendigkeit von Biodiversität sowie die Wichtigkeit von Ökosystemleistungen werden ein wichtiger Teil der Ausbildung, um den angehenden Praktizierenden der Landwirtschaft entsprechendes Wissen und Kompetenzen zu vermitteln. Die Förderung und der Erhalt von Biodiversität und Ökosystemleistungen liegen dabei im Fokus.

Reformierung der GAP

Politik

Die Gemeinsame Agrarpolitik beeinflusst und gestaltet die Agrarlandschaften der EU in hohem Maße. In der Regel wird die GAP alle sieben Jahre angepasst. Angelehnt an sich wandelnde Verhältnisse und Herausforderungen werden die Finanzmittel und Anforderungen somit stetig angepasst und neu verteilt. Bisher kritisiert wurden einseitige Förderrichtungen, demnach zu wenig Fördergelder für wichtige ökologisch-verträgliche Maßnahmen bereitstehen und welche zu stark auf Flächensubventionierungen abzielen. Zuletzt wurde die GAP im Januar 2023 reformiert, mit der Reform sei die GAP laut dem Europäischen Rat und dem Rat der Europäischen Union gerechter, grüner und ergebnisorientierter¹². Ob dies mit der neuen Architektur der GAP tatsächlich erreicht wird, lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt (März 2024) noch nicht bewerten. Fest steht, dass ökologische Zielsetzungen für weitere Reformen konkret und klar sowie quantifizierbar ausgearbeitet werden müssen und dabei den jeweiligen Ausgangsbe-

dingungen in den einzelnen Mitgliedstaaten bis hin zu regionalen Charakteristiken entsprechen sollten. Dabei sollten die (bisher unverbindlichen) bereits gesetzten Ziele des Green Deal¹³ und dem darin enthaltenen Herzstück, der Farm to Fork-Strategie¹⁴ sowie Verpflichtungen des Übereinkommens für biologische Vielfalt (CBD)¹⁵, die Klimarahmenkonvention (UNFCCC)¹⁶ und die Nachhaltigkeitsziele der UN (SDGs)¹⁷ in die GAP einfließen¹⁸. Mit Fokus auf Deutschland ist zudem auf die von unterschiedlichen Stakeholdern der Landwirtschaft formulierten Zielvorstellungen der Zukunftskommission Landwirtschaft⁹ zu verweisen, welche bisher ebenso noch keinen Eingang in verbindliche Rahmenbedingungen gefunden haben. Entsprechend sollten diese bereits ausformulierten Ziele die Basis bilden, um die GAP in den kommenden Förderperioden Stück für Stück zu reformieren.

Planungssicherheit

Politik

Ein weiterer wichtiger Faktor ist, landwirtschaftliche Betriebe mit der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik Planungssicherheit zu geben und langfristig Strategien sowie Fördermaßnahmen abseits von den häufig üblichen dreijährigen Modellprojekten an die Hand zu geben. Es müssen Versäumnisse in der Planungssicherheit aufgeholt werden. Ein kurzfristig wirkender disruptiver Wandel ist zu vermeiden.

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik (EU, Land)

Die Transformation sollte für landwirtschaftliche Betriebe durch eine schrittweise Weiterentwicklung ermöglicht werden. Ohne politische Maßnahmen und ohne die Akzeptanz der aktuellen Landwirtschaft können keine neuen Pfade eingeschlagen werden, um das angestrebte Zukunftsbild zu erreichen. Vor allem bei hohen finanziellen Investitionen in Maßnahmen ist es wichtig, dass Landwirtschaft Betreibende die Fördermöglichkeiten kennen, um über die eigenen Innovationschritte zu entscheiden und dass eine ökonomische Sicherheit besteht.

Nationale Strategien wie der Niedersächsische Weg² sowie die Etablierung von weiteren Fördermitteln auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene können neben der Reform der GAP die Umstellung auf eine elektrifizierte Landwirtschaft beschleunigen. Die nächste GAP Förderperiode würde eine weitere Umstrukturierung erfordern, um die notwendigen Ziele zu erreichen. Die Investitionskraft und Umstellungsmöglichkeit von landwirtschaftlichen Betrieben muss mit den ökologischen Handlungsnotwendigkeiten abgeglichen werden.

Beratungsangebote bereitstellen

Naturschutzbehörden, Social Networker, Verbände

Der schrittweise Wandel und die Erhöhung der Akzeptanz erfordern die betriebsspezifischen Möglichkeiten zu ergründen. Ein weiteres Element ist daher die Etablierung von Beratungsangeboten für die Förderung von Ökosystemleistungen und Biodiversität auf Einzelbetrieb ausgerichteter Ebene. Von Seiten der Beratung muss dabei auch der regionale Ansatz der Biotopvernetzung im Blick sein. Letztlich sollten Betreibende dazu befähigt werden, konkrete Maßnahmen umsetzen und selbst den Erfolg verschiedener Maßnahmen einschätzen zu können.

ZIEL: Förderung und Erhalt von Ökosystemleistungen

Hohe Habitatqualität für Arten der Agrarlandschaft

START

Monitoring von Zielarten/Indikatorarten

Wissenschaft, Politik, Naturschutzbehörden

Um die Entwicklung landschaftlicher Flächen bewerten zu können, müssen Wissenschaft und Politik gemeinsam bestehende Indikatorarten und Entwicklungsziele für die Bestände nutzen und das darauf aufbauende Monitoring fortführen und ggf. anpassen.

Vermittlung ökologischer Erkenntnisse

Wissenschaft, Medien

Aufgabe der Wissenschaft und der Medien ist es, die entsprechenden neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Entwicklungen von Arten der Agrarlandschaft zielgruppenspezifisch für einen kollaborativen Diskurs zwischen Forschung und Politik zu vermitteln. Dadurch sollen einerseits Verständnis in der Landwirtschaft und der Bevölkerung geschaffen und andererseits, inter- und transdisziplinäre Fragestellungen aufgedeckt werden.

Stärkung der Integration ökologischer Erkenntnisse

Verbände, Politik

Die Wissenschaft steht in der Verantwortung, neue Erkenntnisse an die Politik zu vermitteln. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse müssen anschließend in den politischen Diskurs einfließen. Verbände und zwischenstaatliche Gremien wirken an dieser Stelle beratend auf die Politik ein, um das Ziel der Förderung von Biodiversität und von Zielarten des Naturschutzes in der Agrarlandschaft im Blick zu behalten. Die Politik steht dabei in der Verantwortung, die Erkenntnisse ernst zu nehmen und entsprechende Gesetzesgrundlagen zu schaffen.

Entwicklung von Maschinenkonzepten für eine kleinteilige Feldstruktur

Landtechnikindustrie, Wissenschaft

Für die kleinteiligere Feldstruktur der Zukunft sind die aktuell im Jahr 2024 relativ großen Landmaschinen nicht gut einsetzbar, weshalb das Potenzial, durch Automatisierung kleinere Maschinen zu entwickeln, verfolgt werden sollte.

Anpassung der Aus- und Weiterbildung

Universitäten, Ausbildungsstätten, Verbände, Naturschutzbehörden

Nach der Integration der Erkenntnisse folgt die Umstrukturierung der Ausbildung zur wissenschaftsbasierten Praxis der Erhöhung der Habitatqualität und damit der Etablierungs- und Überlebenschancen von Arten der Agrarlandschaften. Praktizierende der Landwirtschaft durch Wissen und Kompetenzen zur Einbindung hochwertiger Habitate in die Agrarstrukturen zu befähigen, wird ein wichtiger Teil der Ausbildung sein.

Reformierung der GAP

Politik

Die Gemeinsame Agrarpolitik beeinflusst und gestaltet die Agrarlandschaften der EU in hohem Maße. In der Regel wird die GAP alle sieben Jahre angepasst. Angelehnt an sich wandelnde Verhältnisse und Herausforderungen werden die Finanzmittel und Anforderungen somit stetig angepasst und neu verteilt. Bisher kritisiert wurden einseitige Förderrichtungen, demnach zu wenig Fördergelder für wichtige ökologisch-verträgliche Maßnahmen bereitstehen und welche zu stark auf Flächensubventionierungen abzielen. Zuletzt wurde die GAP im Januar 2023 reformiert, mit der Reform sei die GAP laut dem Europäischen Rat und dem Rat der Europäischen Union gerechter, grüner und ergebnisorientierter¹². Ob dies mit der neuen Architektur der GAP tatsächlich erreicht wird, lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt (März 2024) noch nicht bewerten. Fest steht, dass ökologische Zielsetzungen für weitere Reformen konkret und klar sowie quantifizierbar ausgearbeitet werden müssen und dabei den jeweiligen

Ausgangsbedingungen in den einzelnen Mitgliedstaaten bis hin zu regionalen Charakteristiken entsprechen sollten. Dabei sollten die (bisher unverbindlichen) bereits gesetzten Ziele des Green Deal¹³ und dem darin enthaltenen Herzstück, der Farm to Fork-Strategie¹⁴ sowie Verpflichtungen des Übereinkommens für biologische Vielfalt (CBD)¹⁵, die Klimarahmenkonvention (UNFCCC)¹⁶ und die Nachhaltigkeitsziele der UN (SDGs)¹⁷ in die GAP einfließen¹⁸. Mit Fokus auf Deutschland ist zudem auf die von unterschiedlichen Stakeholdern der Landwirtschaft formulierten Zielvorstellungen der Zukunftskommission Landwirtschaft⁹ zu verweisen, welche bisher ebenso noch keinen Eingang in verbindliche Rahmenbedingungen gefunden haben. Entsprechend sollten diese bereits ausformulierten Ziele die Basis bilden, um die GAP in den kommenden Förderperioden Stück für Stück zu reformieren.

Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Politik

Die Transformation sollte für landwirtschaftliche Betriebe durch eine schrittweise Weiterentwicklung ermöglicht werden. Ohne politische Maßnahmen und ohne die Akzeptanz der aktuellen Landwirtschaft können keine neuen Pfade eingeschlagen werden, um das angestrebte Zukunftsbild zu erreichen. Vor allem bei hohen finanziellen Investitionen in Maßnahmen ist es wichtig, dass Landwirtschaft Betreibende die Fördermöglichkeiten kennen, um über die eigenen Innovationsschritte zu entscheiden und dass eine ökonomische Sicherheit besteht.

Nationale Strategien wie der Niedersächsische Weg² sowie die Etablierung von weiteren Fördermitteln auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene können neben der Reform der GAP die Umstellung auf eine elektrifizierte Landwirtschaft beschleunigen. Die nächste GAP Förderperiode würde eine weitere Umstrukturierung erfordern, um die notwendigen Ziele zu erreichen. Die Investitionskraft und Umstellungsmöglichkeit von landwirtschaftlichen Betrieben muss mit den ökologischen Handlungsnotwendigkeiten abgeglichen werden.

Beratungsangebote bereitstellen

Naturschutzbehörden, Social Networker, Verbände

Externe Beratungsstellen und -angebote müssen von den Landwirtschaftskammern oder privaten Anbietenden etabliert werden, um die Umsetzung bestimmter biodiversitätsfördernder Agrarumweltmaßnahmen in Einzelbetrieben individuell beraten zu können. Letztlich sollten Betriebsinhabenden dazu befähigt werden, konkrete Maßnahmen eigenständig umzusetzen und selbst den Erfolg verschiedener Maßnahmen einschätzen zu können.

Schaffung von Vegetationsstrukturen

Landwirtschaft

Insbesondere in homogenen, intensiv genutzten Agrarlandschaften, wie der Börde, kann das Anlegen von Hecken, Blühstreifen, Baumreihen oder die Umwandlung von Flächen in extensives Dauergrünland neue Nahrungsquellen und schützende Strukturen für Arten der Agrarlandschaft schaffen. Im Allgemeinen sind bestehende Landschaftselemente wie Baumreihen oder Hecken zu erhalten und neue, vielfältige Strukturen sind zu schaffen.

Schaffung kleinteiliger Ackerflächen

Landwirtschaft

Eine Aufteilung von besonders großen Ackerflächen durch beispielsweise Hecken fördert den Biotopverbund und kann bei richtiger Anlage auch als Erosionsschutz dienen. Da Maschinen durch fortschreitende Automatisierung kleiner werden, können kleinteilige Strukturen effizient bewirtschaftet werden.

ZIEL: Hohe Habitatqualität für Arten der Agrarlandschaft

Hohe Landschaftskonnektivität

START

Entlohnung von Umweltmaßnahmen

Politik

In einer ökologisch vernetzten Agrarlandschaft können sich Zielarten gut zwischen verschiedenen, für sie passenden Lebensräumen bewegen. Dies ist entscheidend für ihre Suche nach Nahrung, Fortpflanzungspartnern und Schutz und ermöglicht die genetische Vielfalt aufrechtzuerhalten. Naturschutzmaßnahmen zur Förderung der Landschaftskonnektivität in der Agrarlandschaft sollten daher stärker subventioniert werden. Dazu gehören die Anlage von Hecken und Blühstreifen, der Erhalt von extensiven Weide- und Grünlandflächen, der Schutz und die Wiederherstellung von Gewässerrandstreifen sowie die Förderung der ökologischen Landwirtschaft. Diese Maßnahmen helfen, die Fragmentierung von Lebensräumen zu verringern und die Bewegungsmöglichkeiten von Tieren und Pflanzen zu verbessern, was zu Erhalt und Förderung der Biodiversität und einer nachhaltigen Landwirtschaft beiträgt.

Forschungs- & Innovationspolitik

Politik

Für eine erfolgreiche Umstellung der Landwirtschaft ist es von entscheidender Bedeutung, inwieweit eine Regierung ihre Umweltpolitik auf Nachhaltigkeit ausrichtet und ob entsprechende Forschung und Innovation im Lande gefördert wird. Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, die Ausrichtung einer nachhaltigeren Landwirtschaft durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen zu unterstützen. Die Verbesserung der Landschaftskonnektivität braucht betriebsübergreifende, regionale Verständigung, da sich die Vernetzung nicht an administrativen Grenzen orientiert. Sie zielt darauf ab, den Schutz und die Wiederherstellung von Korridoren zwischen isolierten Lebensräumen zu unterstützen, um die Biodiversität zu erhalten, die Wanderungen von Tierarten zu ermöglichen und Ökosystemdienstleistungen zu verbessern. Eine entsprechende RI begünstigt die Entwicklung innovativer Ansätze, Technologien und Strategien, um die Landschaftskonnektivität zu bewerten, zu überwachen und zu fördern. Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Politik, Landwirtschaft und der Gemeinschaft muss dabei gefördert werden, um diese Ziele zu erreichen.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Politik

Aufbauend auf einer "Research and Innovation Policy" ist es die Aufgabe der Politik, weitere Anstrengungen zu unternehmen, die jeweilige Ausrichtung durch die Förderung von Forschungsaktivitäten und entsprechenden Förderprogrammen (z. B. bei BMEL, BMBF, DFG) zu unterstützen, um weitere Potenziale zur Landschaftskonnektivität zu erforschen. Durch externe Personen aus der Praxis kann die Gefahr der einseitigen Förderung bestimmter Maßnahmen begrenzt werden.

Der Fokus der Forschungsförderung sollte darauf liegen, inter- bis transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die verschiedenen Ebenen, Auswirkungen und Wechselwirkungen zu berücksichtigen (Individuum vs. Gesellschaft; lokal vs. global; Gesellschaft vs. Technologie vs. Ökologie vs. Ökonomie vs. Politik) und somit an dieser Stelle im Besonderen die Integration der Erkenntnisse in die Praxis weiter zu stärken.

Vermittlung ökologischer Erkenntnisse in Politik und Wissenschaft

Wissenschaft, Medien

Aufgabe der Wissenschaft und der Medien ist es, die entsprechenden neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Entwicklungen von Arten der Agrarlandschaft zielgruppenspezifisch für einen kollaborativen Diskurs zwischen Forschung und Politik zu vermitteln. Dadurch sollen einerseits Verständnis in der Landwirtschaft und der Bevölkerung geschaffen und andererseits, inter- und transdisziplinäre Fragestellungen aufgedeckt werden.

Stärkung der Integration ökologischer Erkenntnisse

Verbände, Politik

Die Wissenschaft steht in der Verantwortung, neue Erkenntnisse an die Politik zu vermitteln. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse müssen anschließend in den politischen Diskurs einfließen. Die Politik steht in der Verantwortung, die Relevanz der Erkenntnisse zu erkennen und zu beurteilen sowie diese für die Praxis ausarbeiten zu lassen. Verbände und zwischenstaatliche Gremien können an dieser Stelle beratend auf die Politik ein, um das Ziel der Förderung von Biodiversität und von Zielarten des Naturschutzes in der Agrarlandschaft im Blick zu behalten. Die Politik steht dabei in der Verantwortung, die Erkenntnisse ernst zu nehmen und entsprechende Gesetzesgrundlagen zu schaffen.

Dialoge zwischen Stakeholdern fortführen / ermöglichen

Politik

Um Politik für die aktuellen Subventionierungsnotwendigkeiten und Praktizierende der Landwirtschaft für die Umsetzung der Landschaftskonnektivität aufzuklären, muss der Dialog zwischen den Stakeholdern weiter fortgeführt und vertieft werden. Die Landwirtschaft wird durch den Austausch der Expertise für die Zukunft resilient aufgestellt. Strategien und Konzepte wie der Niedersächsische Weg² und die Zukunftskommission Landwirtschaft⁷ sind als gutes Beispiel weiterzuführen. Gemeinsam können auf diesem Weg Ziele erarbeitet werden, um die Maßnahmen richtig zu bewerten und umzusetzen und ggf. anzupassen.

Stakeholderübergreifendes Netzwerk etablieren

Politik

Etabliert werden müssen dafür Plattformen und Formate, die einen transdisziplinären Austausch zwischen Landwirtschaft, Forschungsinstituten und politischen Institutionen fördern. Ein "Netzwerk Landschaftskonnektivität" würde sich demnach aus den Stakeholdern des Umsetzungsprozesses zusammensetzen. Digitale Formate müssen für eine weitreichende Mitsprachemöglichkeit inklusiv entwickelt werden, um jede Generation der Landwirtschaft einzubinden. In diesem Netzwerk soll eine regionale Landschaftskonnektivität angestoßen, über Chancen und Risiken aufgeklärt und ein Austausch über Erfahrungen und Hemmnisse der Implementierung ermöglicht werden. Das landesweite niedersächsische Biotopverbundkonzept¹⁹ als zentraler Bestandteil des Niedersächsischen Landschaftsprogramms²⁰ ist ein gutes Beispiel, wie ein solches Netzwerk etabliert werden kann.

Beratungsangebote bereitstellen

Naturschutzbehörden, Social Networker, Verbände

Externe Beratungsstellen und -angebote müssen von den Landwirtschaftskammern, Naturschutzbehörden oder privatwirtschaftlich etabliert werden, um die Beratung für die Umsetzung bestimmter Maßnahmen zur Förderung der Landschaftskonnektivität in Einzelbetrieben individuell und regional zugeschnitten durchführen zu können. Praktizierende der Landwirtschaft müssen dazu befähigt werden, Maßnahmen in dem Betrieb und auf den Flächen eigenständig umsetzen und den Erfolg der Maßnahmen bewerten zu können.

Schaffung von Vegetationsstrukturen

Landwirtschaft

Insbesondere in homogenen, intensiv genutzten Agrarlandschaften, wie der Börde, kann das Anlegen von Hecken, Blühstreifen, Baumreihen oder die Umwandlung von Flächen in extensives Dauergrünland neue Nahrungsquellen und schützende Strukturen für Arten der Agrarlandschaft schaffen. Im Allgemeinen sind bestehende Landschaftselemente wie Baumreihen oder Hecken zu erhalten und neue, vielfältige Strukturen sind zu schaffen.

Verbindende Korridore & großskalige Biotopverbünde schaffen

Naturschutzbehörden, Verbände

Erhalt und Förderung von Biodiversität kann nur durch den Erhalt und die Förderung von Flächen und Verbindungskorridoren mit geeigneten Lebensräumen ermöglicht werden. Typische Tiere der Agrarlandschaften, wie Rebhuhn oder Feldhamster, sind häufig sogenannte Kulturfolger und damit auf die Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen durch den Menschen angewiesen. Das schließt allerdings nicht die Intensivlandwirtschaft ein. Für den Schutz vieler Agrararten müssen entsprechende großflächige Lebensräume ermöglicht werden und andererseits muss gewährleistet sein, dass sich entsprechende Arten in der Landschaft fortbewegen und sie durchqueren können. Letzteres ermöglicht den Wechsel zwischen den Flächen und damit den genetischen Austausch, um die Populationen zu sichern. Das niedersächsische Biotopverbundkonzept¹⁹ als zentraler Bestandteil des Niedersächsischen Landschaftsprogramms²⁰ bildet dafür eine Grundlage, um Zerschneidungseffekte der Landschaft zu minimieren.

→ **ZIEL: Hohe Landschaftskonnektivität**

3 Die vier wichtigsten übergreifenden Handlungsempfehlungen

Die Transformationspfade der einzelnen Ziele zeigen, dass einige Handlungsschritte für das Erreichen des Zukunftsbildes besonders wichtig erscheinen. Diese Maßnahmen sind durch ihr mehrfaches Auftreten in den Handlungspfaden daher als elementar für die Entwicklung einer systemisch resilienten Landwirtschaft anzusehen.

3.1 Beratungsangebote bereitstellen

Stakeholder: Naturschutzbehörden, Beratungsorganisationen, Politik, Landtechnikindustrie, Netzbetreiber, Landwirtschaft

Die Beratungsangebote sollten so aufgebaut werden, dass Betreibende und Beschäftigte der Landwirtschaft Unterstützung in ihrer Kompetenzentwicklung in Bezug auf eine zukunftsfähige Landwirtschaft erhalten. Die Beratungsangebote sollten niederschwellig angelegt sein, um so eine größtmögliche Akzeptanz zu erreichen. Praktizierende der Landwirtschaft sollen durch die Beratung dazu befähigt werden, eigenständig Maßnahmen umzusetzen und den Erfolg der Maßnahmen zu evaluieren.

Die Beratung sollte sich auf verschiedene Aspekte wie bspw. im vorliegenden Projektsinne auf alternative Antriebsmöglichkeiten und Energiegewinnungssysteme fokussieren. Ebenso sollten Angebote geschaffen werden, um individuelle Möglichkeiten und Maßnahmen zur Stärkung von Ökosystemleistungen und zum Erhalt der Biodiversität zu schaffen. Überbetriebliche Beratung zur regionalen Biotopvernetzung und zur Steigerung der Habitatqualität sollten ebenfalls adressiert werden. Die Beratungsangebote sollten generell auf die örtlichen und betriebsspezifischen Gegebenheiten (wie z. B. Besitz- und Pachtverhältnisse, geographisch-ökologische Bedingungen, regionalspezifische Stakeholder, Betriebsausrichtung) abgestimmt werden.

Netzwerkübergreifend sollten Weiterbildungsformate angeboten werden, die alle Stakeholder in Anspruch nehmen können, wodurch eine kollektive Weiterbildung des regionalen Systems angestoßen werden kann. So wird sichergestellt, dass ein resi-

lientes System aufgebaut wird und alle Stakeholder einbezogen werden.

Beratende Personen haben sich durch Aus- und Fortbildungen eine Expertise über den Transformationsprozess der Landwirtschaft erarbeitet und sind in der Lage, den Transformationsprozess auf Betriebs-spezifische Situationen anzuwenden. Beratende Institutionen müssen eine neutrale Position einnehmen und dürfen bspw. nicht von Netzbetreibern mit Eigeninteresse entsandt sein. Beratungsleistung sollte mit Fördermitteln unterstützt werden, damit auch Betriebe mit geringen finanziellen Möglichkeiten diese Hilfeleistung in Anspruch nehmen können.

3.2 Förderung von Forschung und Entwicklung

Stakeholder: Politik, Landtechnikindustrie, Wissenschaft

Eine politische Förderung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist elementar, um risikobehaftet Technologien, speziell neue Energie- und Antriebssysteme zu entwickeln, zu testen und evaluieren zu können, die ökologischen, ökonomischen und sozialen Ansprüchen genügen. Speichertechnologien, alternative Rohstoffe und Energiesystemmodelle sind ebenfalls wichtige Themen, die erforscht und entwickelt werden müssen. Nicht zuletzt sollte der Fokus darauf liegen, vermehrt inter- und transdisziplinäre Projekte zu fördern, um die Vielfalt ländlicher Räume und die gegenseitigen Abhängigkeiten (Soziales, Technologie, Ökonomie, Ökologie, Politik) zu erforschen. Generell sollte eine engere Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Wissenschaft angestrebt werden, um

innovative Lösungen zu entwickeln. Es ist zu beachten, dass die Diversität landwirtschaftlicher Betriebe und ländlicher Räume individuelle Elektrifizierungssysteme erfordern. Daher sollte eine Förderung regional- und betriebsspezifischer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten verstärkt werden, um die vielfältigen Ebenen und Wechselwirkungen in der Landwirtschaft und in den unterschiedlichen ländlichen Räumen zu berücksichtigen.

3.3 Schrittweise Anreize / Verpflichtungen zur Transformation

Akteure: Politik

Die Politik hat diverse Möglichkeiten, die Transformation zu gestalten. Die politischen Maßnahmen sollten Rahmenbedingungen schaffen, durch die eine Transformation erleichtert wird. So bringen politische Forderungen und Reformierungen für betroffene Betriebe einen hohen Handlungsdruck mit sich. Um den Betrieben realistische Möglichkeiten der Umsetzung zu bieten, müssen die politischen Entscheidungen über Unterstützung und Verpflichtung in eindeutigen, nachvollziehbaren und leistbaren Schritten bestehen. Die einzelnen Schritte müssen im Kontext des langfristigen politischen Ziels transparent kommuniziert werden. Unnötige Investitionen in teure Lösungen, die nach kurzer Zeit bereits nicht mehr den wieder geänderten Ansprüchen genügen, müssen verhindert werden.

Geplante Maßnahmen müssen für die Landwirtschaft umsetzbar sein. Daher ist es unerlässlich, neue Technologien auf ihre Wirtschaftlichkeit hin zu prüfen. Ebenso muss die Umweltverträglichkeit der Technologien geprüft werden. Gleichermaßen müssen entsprechende Infrastrukturen, wie bspw. Stromnetze in ländlichen Räumen mit Ladestationen, gegeben sein bzw. geschaffen werden. Die Umstellung mancher Betriebe von der Landwirtschaft zur Energiewirtschaft erfordert ein langfristig wirtschaftliches Konzept, das individuell angepasst ist.

Strategien wie der Niedersächsische Weg² sind für eine nachhaltige Landwirtschaft auf regionaler Ebene zielführend. Solche Strategien bedürfen einem starken Austausch mit der Landwirtschaft, um Transformationsschritte zu testen und zu evaluieren. Die nächste Förderperiode der GAP bietet die Gelegenheit einer stärkeren Umstrukturierung, um Ziele einer nachhaltigen Landwirtschaft erreichen zu können. Eine finanzielle Förderung seitens der Politik ist unerlässlich.

3.4 Anpassung der Aus- und Weiterbildung

Akteure: Universitäten, Ausbildungsstätten, Wissenschaft, Politik, Naturschutzbehörden, Beratungsorganisationen, Verbände, Landwirtschaft

Eine Elektrifizierung der Landtechnik würde die Landwirtschaft stark verändern. Betreibende und Beschäftigte der Landwirtschaft brauchen für diese Veränderung zusätzliche Kompetenzen, die durch Weiterbildungsformate frühzeitig bereitgestellt werden müssen. Die Aus- und Weiterbildung muss hinsichtlich der Vermittlung alternativer Verfahren und Maschinenkonzepte zur CO₂-Emissionsreduzierung angepasst werden. Insbesondere muss ein nachhaltiger Maschineneinsatz vermittelt werden.

Die Aus- und Weiterbildung muss zudem wissenschaftliche Erkenntnisse in den Kontext der Praxis überführen, um Betriebe zur Umsetzung der Umstrukturierung zu befähigen. Dafür müssen neue Lehrpläne erarbeitet werden, die die anwendungsnahe Vermittlung der Kenntnisse einer nachhaltigen Arbeitsweise in allen drei Aspekten, den ökologischen, der ökonomischen und den sozialen, verstärkt berücksichtigt.

Die Einbettung neuer Erkenntnisse der nachhaltigen Elektrifizierung soll zur Innovationsfähigkeit der Landwirtschaft beitragen, die sie in die alltägliche Arbeit und die Umstrukturierung ihre Betriebe einfließen lassen können.

4 Projektveröffentlichungen

4.1 Erfolgte Veröffentlichungen

Schlussbericht Projekt „Energy-4-Agri“

Buck, L.; Depenbrock, C.; Gebker, M.; Klabunde, F.; Ohlhoff, M.; Olvermann, M.; Reis, L.; Schneider, A.-K.; Zonon, S.; Engel, B.; Glatzel, G.; Kauffeld, S.; Schröder, B.; Frerichs, L. (2024): Schlussbericht zum Vorhaben Energy-4-Agri. „Gesamtkonzept und Modellierung von Agrarsystemen mit regenerativer Energieversorgung“. 03El1013A/B

Konferenzbeiträge

Klabunde, F.; Engel, B.: Rooftop Photovoltaic Systems in German Agriculture – An Analysis of the Status quo and Potential for the future. In: VDE Verlag (Hrsg.): ETG 2024, 2024.

Buck, L.; de Witte, T.: Cost simulation of future agricultural machinery concepts. 10.11.2023. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): LAND.TECHNIK 2023 – The Forum for Agricultural Engineering Innovations, VDI-Berichte, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2023.

Klabunde, F.; Wegkamp, C.; Engel, B.: Provision of grid-serving flexibility by agricultural operations and households in rural power distribution grids. In: Schulz, D. (Hrsg.): NEIS 2022 – Conference on Sustainable Energy Supply and Energy Storage Systems, Hamburg, September 26 - 27, 2022, Berlin: VDE Verlag 2022, ISBN: 978-3-8007-5983-5.

Frerichs, L.; Buck, L.: Structuring of electrified agricultural machine systems: Diversity of solutions and analysis methods. 79th International conference on agricultural engineering, 25. - 26. Februar 2022, Hannover. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): Land.Technik 2022 – 79th International conference on agricultural engineering, VDI-Berichte, Bd. 2395, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2022, ISBN: 978-3-18-092395-6, S. 1-10.

Klabunde, F.; Reinhold, C.; Engel, B.: Regionsabhängige Energiesystemanalysen auf Basis einer datengesteuerten Verteilnetzmodellierung. 16.-18.02.2022. In: Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation (Hrsg.): 17. Symposium Energieinnovation, 1, 2022.

Klabunde, F.; Reinhold, C.; Engel, B.: Simulative Untersuchung der Netzintegration vollelektrischer Landmaschinen in ländliche Verteilnetze. In: Tagung Zukünftige Stromnetze 2021: 27.-28. Januar 2021, 03.-04. Februar 2021, 2021, S. 280-299.

Mozuni, M.; Ohlhoff, M.; Glatzel, G.: User Research im Zukunftsorientiertem Design-Thinking: Eine Ganzheitliche Methode für das Stakeholder-Management

in der Service-Optimierung. DOI: 10.25368/2021.19. In: Stelzer, R. H.; Krzywinski, J. (Hrsg.): Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021, Dresden: TUDpress 2021, S. 163-174.

Ohlhoff, M.; Mozuni, M.; Glatzel, G.: Szenarien Machen Mögliche Zukünfte Erlebbar Szenen eines Forschungsvorhabens. DOI: 10.25368/2021.31. In: Stelzer, R. H.; Krzywinski, J. (Hrsg.): Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021, Dresden: TUDpress 2021, S. 323-334.

Klabunde, F.; Reinhold, C.; Engel, B.: Modelling and Simulation of All-Electric Machines and Renewable Electric Power Systems in Agricultural Operations. DOI: 10.11128/arep.59.a59039. 25. ASIM Symposium Simulationstechnik, 14.10. - 15.10.2020. In: Deatcu, C.; Lückerath, D.; Ullrich, O.; Durak, U. (Hrsg.): Proceedings ASIM SST 2020, ARGESIM Publisher Vienna, S. 1273-1280.

Zeitschriftenbeiträge

Schneider, A.-K.; Klabunde, F.; Buck, L.; Ohlhoff, M.; Reis, L.; Olvermann, M.; Kauffeld, S.; Engel, B.; Glatzel, G.; Schröder, B.; Frerichs, L.: Drawing transformation pathways for making use of joint effects of food and energy production with biodiversity agri-photovoltaics and electrified agricultural machinery. Journal of Environmental Management 335 (2024), S. 117539.

Buck, L.; Frerichs, L. (2023): Kontinuierliche Energieversorgung von elektrischen Landmaschinen über Wide Span-Systeme. Landtechnik 78 (4).

Olvermann, M.; Hornung, J.; Kauffeld, S.: „We Could Be Much Further Ahead“ -Multidimensional Drivers and Barriers for Agricultural Transition. Journal of Rural Studies 97 (2024), S. 153-166.

Vorträge und Poster

Schneider, A.-K.; Schröder, B.: Biotope connectivity in intensively used agricultural areas (Poster). Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie, Metz (Frankreich) November 2022.

Olvermann, M.; Kauffeld, S.: Slightly Affected – - A Multi-dimensional Evaluation of Attitudes Towards New Technologies in Agriculture (exemplified by Electrical Field Cultivation). Poster, 3rd International Conference on Energy Research & Social Science (Energy and Climate Transformations), Manchester (UK) Juni 2022.

Olvermann, M.; Kauffeld, S.: Technikfolgenabschätzung in der Landwirtschaft – die Erstellung eines Kriterienkataloges am Beispiel der elektrischen Feldbewirtschaftung. Frühjahrskonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (GfA), Magdeburg März 2022.

Olvermann, M.; Kauffeld, S.: Elektrische Feldbewirtschaftung in der Landwirtschaft: eine qualitative multiperspektivische Technikfolgeabschätzung. 12. Fachgruppentagung Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie (AOW), Chemnitz 2021.

Reis, L. A.; Kauffeld, S.: Innovationsfeld Landwirtschaft – wo bleibt der Mensch? – Eine Expert/innen Befragung zu Innovationskompetenzen und innovativem Verhalten in der Landwirtschaft. 12. Fachgruppentagung Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie (DGPs), Chemnitz 2021, September.

Schneider, A.-K.; Jaspers, K.; Nitsch, J.; Schröder, B.: The contribution of wild flower strips to landscape connectivity. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie, Braunschweig September 2021.

Olvermann, M.; Kauffeld, S.: Die erfolgreiche Transformation der Landwirtschaft hin zur elektrischen Feldbewirtschaftung – - Erfolgsförderliche und erfolgshinderliche Faktoren des Veränderungsprozesses unter differenzieller Betrachtung verschiedener Stakeholdergruppen. Frühjahrskonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (GfA), Bochum 2021.

Reis, L. A.; Olvermann, M.; Kauffeld S.: Qualitative Betrachtung berufsbiographischer Merkmale von Landwirt/innen und ihre Rolle bei der Entstehung von Akzeptanz für elektrische Antriebe in der Landwirtschaft. 67. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (GfA), Bochum 2021, März.

4.2 Veröffentlichungen in Vorbereitung

Zeitschriftenbeiträge

Gebker, M.; Olvermann, M.; Ohlhoff, M.; Buck, L.; Engel, B.; Frerichs, L.; Glatzel, G.; Klabunde, F.; Reis, L.; Schneider, A.; Schröder, B.; Zonon, S.; Kauffeld, S. (2024): Overcoming complexity – Research through Design und Backcasting als komplementäre Ansätze zur Antizipation von nachhaltigeren Zukünften.

Buck, L.; de Witte, T. (2024): Cost comparison of energy supply concepts for electrical agricultural machinery. Landtechnik.

Reis, L. A.; McLeod, P.; Kauffeld, S. (2024): Innovation Competencies in Agriculture – A qualitative and quantitative analysis of competency requirement perceptions.

Reis, L. A.; Kauffeld, S. (2024): One or many roads to innovation? – A sequence analysis of career trajectories in agriculture and their relation to individual innovativeness.

Vorträge und Poster

Reis, L. A.; Kauffeld, S.: One or many roads to innovation? – A sequence analysis of career trajectories in agriculture and their relation to individual innovativeness. Vortrag auf dem 21. EAWOP Kongress, Katowice, Polen. 21. EAWOP Kongress, Katowice, Polen 2024, Mai.

Reis, L. A.; Kauffeld, S.: Innovationskompetenzen in der Landwirtschaft – Eine qualitative und quantitative Analyse von Kompetenzbedarfen und -trends. 69. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften (GfA), Hannover 2024, März.

5 Quellenverzeichnis

- [1] Vergragt, P. J.; Quist, J.: Backcasting for sustainability: Introduction to the special issue. *Technological Forecasting and Social Change* 78 (2011) H. 5, S. 747-755.
- [2] Landesregierung Niedersachsen; Landvolk Niedersachsen Landesbauernverband e.V.; Landwirtschaftskammer Niedersachsen; BUND; NABU Niedersachsen: Der Niedersächsische Weg – Maßnahmenpaket für den Natur-, Arten- und Gewässerschutz. URL: https://www.niedersachsen.de/download/160156/Der_Niedersaechsische_Weg_Massnahmenpaket_fuer_den_Natur_Arten_und_Gwaesserschutz_Gesamtausgabe_07-22_.pdf, Zugriff am: 17.02.2024.
- [3] Haase, M.; Baumann, M.; Wulf, C.; Rösch, C.; Zapp, P.: 4.3 Multikriterielle Analysen zur Entscheidungsunterstützung in der Technikfolgenabschätzung. DOI: 10.5771/9783748901990-306. In: Bösch, S.; Grunwald, A.; Krings, B.-J.; Rösch, C. (Hrsg.): *Technikfolgenabschätzung – Handbuch für Wissenschaft und Praxis*, 1. Auflage, Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG 2021, S. 306-320.
- [4] EWSA - Europäischer Wirtschafts- und Sozialausschuss: Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses zu der „Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Digitalisierung des Energiesystems – EU-Aktionsplan – COM (2022) 552 final. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022AE6280>, Zugriff am: 17.02.2024.
- [5] Straß, O.; Kett, H.; Müller, T.; Stetter, D.; Renner, T.; Hempel, G.; Leiter, C.; Schmid, K.; Reinhold, O.; Alt, R.; Siebert, R.; Engl, A.; Schumann, G.; Mateja, A.; Felic, A.; Hefke, M.; Schiller, J.: *Smart Energy Communities – Smart Services und Konzepte zum nachhaltigen Betrieb erneuerbarer Energieanlagen*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag 2021, ISBN: 978-3-8396-1678-9.
- [6] Agrotech Valley Forum e. V.: Das Forum. URL: <https://www.agrotech-valley.de/forum/>, Zugriff am: 08.08.2023.
- [7] acatech; Leopoldina; Akademienunion: Wie wird Deutschland klimaneutral? – Handlungsoptionen für Technologieumbau, Verbrauchsreduktion und Kohlenstoffmanagement: Stellungnahme. Stellungnahme, Halle (Saale), München, Mainz: Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. - Nationale Akademie der Wissenschaften; acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V; Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e.V Februar 2023, DOI: 10.48669/esys_2023-2.
- [8] Anduschus, P.; Bienzeisler, B.; Prochazka, V.: *Innovation im Blick. Innovationsmethode Reallabor – Eine Typologie*. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (Hrsg.), Stuttgart 2023.
- [9] Zukunftskommission Landwirtschaft: *Zukunft Landwirtschaft. Eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe – Empfehlungen der Zukunftskommission Landwirtschaft 2021*, URL: https://www.bmel.de/Shared_Docs/Downloads/DE/Broschueren/abschlussbericht-zukunftskommission-landwirtschaft.html, Zugriff am: 17.02.2024.
- [10] DAFA: Deutsche Agrarforschungsallianz. URL: <https://www.dafa.de/>, Zugriff am: 08.08.2023.
- [11] IPEBES: Deutsche IPBES Koordinierungsstelle. URL: <https://www.de-ipbes.de/de/Deutsche-IPBES-Koordinierungsstelle-1689.html>, Zugriff am: 27.07.2023.
- [12] Europäischer Rat; Rat der europäischen Union: *Gemeinsame Agrarpolitik 2023-2027*. URL: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/cap-introduction/cap-future-2020-common-agricultural-policy-2023-2027/#what>, Zugriff am: 17.02.2024.
- [13] Europäische Kommission, G.: *Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Der europäische Grüne Deal*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640>, Zugriff am: 17.02.2024.
- [14] Europäische Kommission: *Farm to Fork Strategy – For a fair, healthy and environmentally-friendly food system 2020*, URL: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf, Zugriff am: 17.02.2024.
- [15] Secretariat of the Convention on Biological Diversity: *Convention on Biological Diversity. United Nations Environment Programme* (Hrsg.), 2011, URL: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>, Zugriff am: 17.02.2024.

- [16] Vereinte Nationen: Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. New York 1992, URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf>, Zugriff am: 08.08.2023.
- [17] Vereinte Nationen: Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung – A / RES/70/1. URL: <https://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>, Zugriff am: 08.08.2023.
- [18] Pe'er, G.; Birkenstock, M.; Lakner, S.; Röder, N.: The Common Agricultural Policy post-2020: Views and recommendations from scientists to improve performance for biodiversity – Volume 1 - Synthesis Report. Thünen Working Paper, Bd. 175, Johann Heinrich von Thünen-Institut (Hrsg.), Braunschweig 2021.
- [19] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz: Eckpunktepapier Bilanzierung und Umsetzung des landesweiten Biotopverbunds. URL: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/165688>, Zugriff am: 18.02.2024.
- [20] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz: Niedersächsisches Landschaftsprogramm. URL: https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/183680/Niedersaechsisches_Landschaftsprogramm_Nov._2021_.pdf, Zugriff am: 08.08.2023.

Impressum

Herausgeber:

Hochschule für Bildenden Künste Braunschweig
Technische Universität Braunschweig

Teil des Projektergebnisses von “Energy-4-Agri - Gesamtkonzept und Modellierung von Agrarsystemen mit regenerativer Energieversorgung“

Publizierende:

Hochschule für Bildende Künste Braunschweig

Institut für Designforschung
Maike Gebker; Maren Ohlhoff; Samuel Zonon;
Gerhard Glatzel

Technische Universität Braunschweig

Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge
Lennart Buck; Christian Depenbrock; Ludger
Frerichs

elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme
Felix Klabunde; Bernd Engel

Abteilung für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie
Madita Olvermann; Larissa A. Reis; Simone Kauffeld

Institut für Geoökologie
Anne-Kathrin Schneider; Boris Schröder

Gesamtprojektleiter:

Ludger Frerichs

Redaktion:

Hochschule für Bildende Künste Braunschweig
Institut für Designforschung
Maren Ohlhoff, Maike Gebker

Layout:

Maike Gebker

Zeichnungen:

Samuel Zonon

Stand

August 2023

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03El1013A/B gefördert. Die Publizierenden danken für die Unterstützung.