

Klimabedingte Herausforderungen in der Landwirtschaft

Auf welche klimabedingten Herausforderungen muss sich die Landwirtschaft einstellen?
Und wie kann sie sich gegen die Folgen des Klimawandels besser wappnen?
Ergebnisse eines Expertenworkshops.

Verlängerte Vegetationsperioden, höhere Temperaturen, veränderte Niederschlagsverteilungen und Extremwetterereignisse vergegenwärtigen die Wirkung des Klimawandels deutlich. Diese Änderungen beeinflussen die landwirtschaftliche Praxis sowohl direkt als auch indirekt. Als direkte Wirkung sind z.B. Einflüsse auf die Erträge und deren Qualität zu nennen. Politische und marktwirtschaftliche Mechanismen wirken zudem indirekt auf die landwirtschaftliche Praxis aufgrund von klimawandel-induzierten Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen.

Was sind die Treiber und Auswirkungen des Klimawandels?

Auf welche künftigen Auswirkungen des Klimawandels und welche Anpassungsbedarfe muss man sich auf betrieblicher Ebene einstellen?

Welche Möglichkeiten gibt es, Treibhausgasemissionen zu vermeiden?

Längst gibt es in der landwirtschaftlichen Praxis Maßnahmen zur Klimaanpassung

und zur Minderung klimarelevanter Emissionen, die unmittelbar implementiert werden können. Was gibt es darüber hinaus – unmittelbar und auch langfristig – dass aber wegen Wissenslücken und/oder mangelnder Verlässlichkeit weniger häufig umgesetzt wird? Eine Einordnung dieser Fragestellungen soll das DLG-Kompakt bieten.

Ausgangslage

Auf der Agrarministerkonferenz 2019 wurde beschlossen, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Aquakultur so gut wie möglich auf die zu erwartenden Klimaänderungen einzustellen und konkrete Handlungsempfehlungen zu entwickeln. Die „Ackerbaustrategie 2035“ und der Entwurf des „Aktionsprogrammes natürlicher Klimaschutz“ definieren Leitlinien und Handlungsfelder, wie Landwirtschaft unter geänderten Klimabedingungen künftig gestaltet werden kann. Die klimawandelbedingte Erwärmung

verändert Vegetationsperioden und verstärkt das Auftreten von Extremwetterereignissen. Die landwirtschaftliche Praxis ist dadurch unmittelbar betroffen.

Wie im Einzelnen auf betrieblicher Ebene gehandelt werden kann, wurde in einem Expertenworkshop auf Basis wissensbasierter Entscheidungshilfen betriebsspezifisch erarbeitet. In dem vorliegenden DLG-Kompakt werden daher Möglichkeiten aufgezeigt, um in den Handlungsfeldern Pflanze und Boden, Nutztierhaltung sowie Agroforstwirtschaft zukunftsfähige Entscheidungen treffen zu können. Es werden unterschiedliche Möglichkeiten der betrieblichen Anpassung vorgestellt – eine betriebswirtschaftliche Betrachtung der einzelnen Anpassungsmöglichkeiten steht noch aus.

Möglichkeiten der Anpassung

Basierend auf den Ergebnissen des Expertenworkshops können kurz-, mittel-

und langfristige Maßnahmen beschrieben werden, die entweder unmittelbar oder in den kommenden zwei bis zehn Jahren auf betrieblicher Ebene implementierbar sind.

Kurzfristig realisierbar sind vor allem Maßnahmen der Fruchtfolgegestaltung (d.h. Diversifizierung und Anpassung) und der Düngung – vorausgesetzt, sie passen zu den betriebsspezifischen Rahmenbedingungen (z.B. Ackerbau, Tierhaltung und deren Mischformen, Boden). Auch kooperative Ansätze sind kurzfristig umsetzbar, gewinnen aufgrund neuerer politischer Strategien (z.B. Green Deal, EU Biodiversity Strategy 2030, Ackerbaustrategie 2035, Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz) mittelfristig an Bedeutung.

Vorteile, die sich aus der Implementierung von Maßnahmen zur Vermeidung von Biodiversitätsverlust bzw. Förderung von Biodiversität ergeben, werden mittel- und langfristig in ihrer Relevanz für die Betriebsführung interessanter.

Maßnahmen zur Diversifizierung und Digitalisierung sind unmittelbar, mittelfristig oder auch eher langfristig auf betrieblicher Ebene implementierbar.

Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen

Mit der Anpassung der Fruchtfolgen können mehrere Ziele verfolgt werden:

- Humusaufbau (Kohlenstoffspeicherung)
- Speicherung von Nährstoffen (z.B. Leguminosenanbau)
- Reduktion des auszubringenden Stickstoffdüngers (indirekte Energieeinsparung)
- Einsparungen von Pflanzenschutzmitteln (Energieeinsparung)

Neben den in der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) genannten Konditionalitäten und Eco Schemes (z.B. 5-gliedrige Fruchtfolge, Einbindung von Leguminosen) gibt es auch bei den Zwischen-

früchten Potenzial (z.B. Bindung von Kohlenstoff, Nährstoffmanagement).

Zur Anpassung an den Klimawandel besteht jedoch züchterischer Handlungsbedarf, um die Wasser- und Nährstoffausnutzung sowie die Resistenz gegenüber Pilzen und Schaderregern von Nutzpflanzen zu verbessern. Außerdem sollte die Fähigkeit, Kohlenstoff über die Wurzeln zu binden und ernährungsphysiologisch nahrhafte Lebensmittel zu produzieren, erhöht werden.

Besonders zu Zwischenfrüchten gibt es offene Fragen was die Wechselwirkungen mit den Kulturpflanzen angeht (ähnlich Vor- und Nachfruchtwirkung). Hierzu wurden und werden über das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) entsprechende Aktivitäten gefördert.

Die Nutzung und Wirkung mineralischer Dünger und Wirtschaftsdünger

kann durch Stickstoffstabilisatoren (z.B. Nitrifikations- und Ureaseinhibitoren) optimiert werden, um N-Verluste in Form von Ammoniak (NH_3), Nitrat (NO_3^-) oder Lachgas (N_2O) zu reduzieren und die N-Nutzungseffizienz zu verbessern. Um den größtmöglichen Effekt zu erzielen, sollte diese Maßnahme mit Weiteren kombiniert werden. Dazu zählt in erste Linie die Bestimmung der optimalen N-Düngermenge für eine Kultur oder Sorte an einem Standort und Jahr. Sie erfolgt auf Basis historischer und aktuell erfasster Daten wie z. B. Wetter- und Sensordaten (Drohnen oder Satelliten; Sensoren an Landmaschinen), die auch während der Vegetation erfasst werden, um steuernd eingreifen zu können.

Des Weiteren sollte der Dünger zur richtigen Zeit und am richtigen Ort platziert („precision N fertilization“) und die Transportwege und -kosten geringgehalten werden. Regionale Kooperationen können Akteure vernetzen (z.B. Tierhalter und Ackerbauern), eine Kreislaufwirtschaft auf regionaler Ebene fördern und zur Optimierung der Logistik beitragen.

Technische Lösungen des Nährstoffmonitorings bei der Ausbringung (z.B. mittels NIRS-Technik (Nahinfrarotspek-

troskopie), der Separation von Fraktionen und Extraktion von Nährstoffen sind verfügbar und werden weiterentwickelt. Die Nutzung von Wirtschaftsdüngern trägt dazu bei, betriebliche und regionale Nährstoffkreisläufe zu schließen, und sollte in Kooperation zwischen Marktfuchtbetrieben und tierhaltenden Betrieben gefördert werden.

Emissionsminderung und Festlegung von Kohlenstoff – welche Möglichkeiten hat die Landwirtschaft?

Dauergrünlandnutzung, Betriebe mit Heckenstrukturen, Agroforstsysteme, sowie ökologisch arbeitende Betriebe weisen in der Regel höhere Kohlenstoffsinkenpotentiale auf als konventionelle Betriebe ohne Dauergrünland und Gehölzstrukturen. Dies ist insofern von Bedeutung, da »Carbon Farming« zukünftig eine Möglichkeit bieten kann, diese landwirtschaftliche Leistung in Wert zu setzen. Mit Blick auf die Agroforstwirtschaft sind neben den einjährigen Förderungen im Rahmen der Ökoregung 3 der GAP auch weitere langfristig wirksame Förder- oder Finanzierungssysteme und Beratung notwendig.

In der Tierhaltung tragen Maßnahmen, wie die der nährstoffangepassten Fütterung („Precision Feeding“) zur Minderung von Emissionen bei. Das setzt allerdings technische Infrastrukturen und damit Investitionskosten voraus und kann zudem die variablen Kosten (z.B. Energiekosten) deutlich erhöhen. Solche Maßnahmen werden daher entweder als rechtliche Verpflichtungen umgesetzt, oder sie werden im Rahmen von Förderungen bei freiwilliger Umsetzung berücksichtigt. Ob sie die erwartete Wirkung erzielen, muss im Einzelfall geprüft werden. Dies kann sich jedoch kurzfristig ändern, wenn die Bundesregierung das Programm zur Nutztierhaltung (Tierzucht, Fütterung, Tierwohl, Stallgestaltung und Digitalisierung in der Tierhaltung) entsprechend überarbeitet.

Die betriebliche Erzeugung regenerativer Energie (z.B. Biogas, [Agri]-Photovoltaik, Windenergie) zur Eigennutzung

oder marktwirtschaftlichen Verwertung benötigt Fläche (potentielle Nutzungskonflikte) und angepasste technische Infrastrukturen, deren Installation in der Regel mit hohen Investitionskosten verbunden sind. Änderungen der Förderkriterien und -konditionen unterliegen jedoch politischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Belangen, die sich ändern können. Ein Knackpunkt sind auch die Verfahren zur Genehmigung von Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien und wie es sich mit dem Ackerstatus 20 Jahre später nach dem Abbau der Anlagen verhält.

Der Einsatz alternativer Kraftstoffe und Antriebe ist eine Möglichkeit, die betrieblichen Emissionen zu verringern. Entsprechende Technologien sind verfügbar, jedoch fehlt es an robusten Informationen zur Wirkung der jeweiligen Technologien, Klimagasemissionen in der landwirtschaftlichen Praxis und leistungsfähiger Infrastruktur.

Bezüglich der Klimawirkung wird von der Technischen Universität München zurzeit ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt vorbereitet. Mit Mitteln des Fachprogrammes »Neue Fahrzeuge und Systemtechnologien« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) zusammen mit anderen Organisationen soll die Klimawirkung unterschiedlicher Antriebe bzw. Kraftstoffe untersucht und Konzepte zur Etablierung nötiger Infrastruktur (z. B. Speicher) erstellt werden. Während der Umsetzung der oben genannten Maßnahmen können zudem Opportunitätskosten anfallen, die zumindest in der Umstellungsphase kompensationswürdig sind. Über Förderung oder den Aufbau entsprechender Wertschöpfungsketten (d. h. Marktzugang) sollten diese Kosten sinken oder sogar in Gewinne münden. Bereits existierende Instrumente der Vernetzung, des Wissenstransfers, der Beratung, der ländlichen und strukturellen Förderung sind dabei von Bedeutung, da z. B. Kooperationen zwischen Akteuren unterstützt werden (z. B. Aufbau von regionalen Erzeuger- und Verbraucherorganisationen).

Mittel- bis langfristig umsetzbare Maßnahmen

Dass die Landwirtschaft, einen substanziellen Beitrag zum Schutz des Klimas und der Biodiversität beitragen kann, wird von der Politik auf europäischer und nationaler Ebene anerkannt und in entsprechende Strategien und rechtliche Regelwerke integriert. Mit dem Ziel, bis 2035 Klimaneutralität in der Land- und Forstwirtschaft zu erreichen, werden bis 2030 Mechanismen erarbeitet, um Kohlenstoffemissionen und -festlegungen aus der Landnutzung gemeinsam mit nicht-CO₂-Emissionen zu erfassen, zu monitoren und finanziell zu honorieren. Unabhängig existierender Mechanismen (z. B. GAP) und privatwirtschaftlicher Zertifizierungssysteme/finanzwirtschaftlicher Produkte werden standardisierte Mechanismen erarbeitet, die auf EU-Ebene ab 2028 auch für Landnutzer zugänglich sein sollen.

Auf betrieblicher Ebene gibt es allerdings verschiedene Herausforderungen, die dabei berücksichtigt werden sollten:

- Standardisierung und Harmonisierung von Methoden, Prozeduren und Verfahren
- Sicherung langfristig wirksamer Mechanismen und Praktiken.

Neben dem Klimaschutz gibt es auch Maßnahmen und Geschäftsmodelle, die sich aus dem Erhalt und der Förderung der Biodiversität ergeben.

Die Vorteile für die Landwirtschaft sind vielfältig und führen häufig auch zu einer Steigerung der Resilienz heimischer Landwirtschafts- und Ernährungssysteme. Praktiken und Maßnahmen der Diversifizierung fördern oft die Leistungsfähigkeit von Agrarökosystemen und deren Ökosystemdienstleistungen. Die Vergrößerung der Vielfalt, vor allem der wirbellosten Tiere, verbessern beispielsweise die natürliche Schädlingskontrolle und die Zersetzung. Eine solche Diversifizierung unterstützt somit die Nährstoffkreisläufe, die Bodenfruchtbarkeit und kann sogar die Ertragsstabilität erhöhen. Dank der

Diversifizierung bleiben auch Arten erhalten, die sich an die veränderten Klimabedingungen anpassen können. Ist das nicht der Fall, können wichtige Ökosystemleistungen wegfallen und dadurch beispielsweise Erträge sogar sinken.

Neben den Öko-Regelungen und Konditionalitäten in der sogenannten 1. Säule der GAP und den länderspezifischen Instrumenten zur Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) der 2. Säule, wie z. B. Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM), sind weitere Möglichkeiten der finanziellen Honorierung (z. B. Zertifikate/Siegel, Patenschaften, Maßnahmen gemäß Bundesnaturschutzgesetz) vorhanden und werden weiterentwickelt, um Biodiversität und Klimaschutz in Geschäftsmodelle und die Wertschöpfungsketten zu integrieren.

Es besteht aber ein erheblicher Informationsbedarf bezüglich der Maßnahmen und deren Wirkung und möglicher Wertschöpfung im Bereich der Primärproduktion. Die Wirkung der Maßnahmen muss eindeutig beschrieben werden – das ist relevant für „result-based payment schemes“. Maßnahmenspezifische Opportunitätskosten in der Umstellungsphase und danach sind genau zu beziffern, die monetäre Bewertung und betriebswirtschaftliche Verwertung von erbrachten Ökosystemdienstleistungen und qualifizierte Beratungssysteme müssen aufgebaut werden.

Nicht jede Maßnahme kann auf einzelbetrieblicher Ebene wirkungsvoll umgesetzt werden. Das gilt beispielsweise für Maßnahmen des Moorschutzes, den überbetrieblichen Erhalt der funktionellen Biodiversität und der Schließung von überbetrieblichen Nährstoffkreisläufen. Hierzu müssen Betriebe kooperieren, was über weitere, in der Entwicklung befindlicher Instrumente unterstützt werden soll. So fördern das Bundesministerium für Forschung und Bildung und das Bundesministerium für Umwelt und Verbraucherschutz verschiedene Forschungsinitiativen zum Erhalt der Arten-

vielfalt und kollektiver Modelle zur Förderung der Biodiversität und der sich daraus ergebenden Wertschöpfung. Ähnliche Kooperationen könnten auch dazu dienen, lokale Nährstoffkreisläufe zu schließen, was durchaus auch Kostenvorteile und/oder neue Geschäftsfelder (z. B. über Zertifikate) ermöglichen kann.

Neben dem Management und der Verwaltung betrieblicher Daten und Systeme steigt der Bedarf, das Management über betrieblicher Systeme zur ermöglichen (z. B. cloudbasierte Lösungen). Dazu gehören auch:

- Monitoring von Inputs und Outputs über Futter und Wirtschaftsdünger (Bezug zur StoffBilV), optimierter Einsatz von Wirtschaftsdüngern und Inhibitoren für mineralische und organische Düngemittel (d. h. sowohl Prozessforschung als auch Weiterentwicklung digitaler Instrumente)
- Ausbau und Förderung technischer Infrastruktur und Instrumente (z. B. 5G, digitale Zwillinge), Monitoring und Auswertung von Maßnahmen zum Klimaschutz und dem Erhalt der Biodiversität, Erbringung von Ökosystemdienstleistungen.

Das Zusammentragen und Verarbeiten von Daten sollte hierbei die Möglichkeit bieten, deren Nutzung und die sich daraus ergebende Dienstleistungen transparent (z. B. Information zu Dateneigentümerstruktur) zu gestalten und Interoperabilität zu ermöglichen. Geschäftsmodelle aus cloudbasierten Ansätzen stehen noch aus, obwohl die technischen Voraussetzungen (z. B. Methoden der Künstlichen Intelligenz, des maschinellen Lernens) gegeben sind.

Beim Workshop mit Teilnehmern aus Wissenschaft, gemeinnützigen Organisationen und der freien Wirtschaft wurden Fachvorträge gehalten von:

- Dr. Til Feike, „Entscheidungshilfen für die Anpassung an den Klimawandel – Herausforderungen und Perspektiven“
- Prof. Dr. Ralf Bloch, „Die Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme gemeinsam gestalten“
- Dr. Wilhelm Windisch, „Bedeutung der Nutztiere in der Kreislaufwirtschaft“
- Dr. Sarah Redlich, „Insekten und Ökosystemleistungen: Mehrwert für die Landwirtschaft in Zeiten der Klimakrise“



Weitere Informationen zu den Fachvorträgen:

Schlussfolgerung

Die Implementierung von Maßnahmen, welche die Folgen des Klimawandels mindern und die Anpassung an klimatische Veränderungen ermöglichen, sind unabdingbar. Neben bekannten Schritten, wie z. B. die Gestaltung der Fruchtfolge und optimierter Düngung sind andere Maßnahmen weniger bekannt oder deren Wirkung weniger gut untersucht. Beispielsweise gilt das für Zwischenfrüchte und ihre Wechselwirkungen mit den Hauptkulturen, die Wurzelarchitektur oder die Ressourcennutzungseffizienz mittels Züchtung. In der Kombination mit anderen Maßnahmen wie z. B. dem Einsatz von Nitrifikations- und Ureasehemmern sind Emissionsminderungen möglich, jedoch sind Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen zu berücksichtigen.

Unabhängig der betrieblichen Ebene wird die Bedeutung kooperativer Modelle zunehmen, um Herausforderungen des Nährstoffmanagements und der Förderung der Biodiversität begegnen zu können. Hierzu müssen Förderinstrumente angepasst werden, wie sie auch für langfristig angelegte Maßnahmen (z. B. Hecken und Anlage von Agroforstsystemen), teilweise schon in der GAP implementiert sind.

Technische Maßnahmen zur Reduktion der Klimagasemissionen mit Bezug zu cloudbasierten Systemen existieren be-

reits, sind jedoch bisher kaum in der landwirtschaftlichen Praxis angekommen. Denn entsprechende Dienstleistungen sind entweder kaum am Markt verfügbar, oder verlässliche Information zu deren Wirkung stehen noch aus.

Außerdem fehlen Standards und Harmonisierungen, welche die Verlässlichkeit von Methoden und Verfahren von Zertifizierungen oder Wirkungsprüfungen verbessern. Unabhängig des Bedarfs an Wissen, Verfahren und Produkten besteht ein Bedarf an Wissensaustausch und neuen Formaten der Praxisforschung (u. a. Innovationsnetzwerke, Reallaborforschung) was die Bedeutung von fachlicher Beratung, Kooperationen, Vernetzung, Transfer und Kommunikation hervorhebt.

Autoren:

- Prof. Dr. Wilhelm Windisch
- Dr. Gregor Pasda
- Prof. Dr. Ralf Bloch
- Dr. Sarah Redlich
- Prof. Dr. Stefan Stiene
- Dr. Lorenz Kottmann
- Dr. Til Feike
- Dr. Rico Hübner
- Dr. Christian Poll
- Prof. Dr. Nils Borchard

*Dieses DLG Kompakt zeigt die Ergebnisse eines Workshops, der am 11. Oktober 2022 stattgefunden hat.

