



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 103 | Ausgabe 1

Agrarwissenschaft
Forschung

Praxis

Klimaanpassung in der Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste

Marieke Stammermann

1 Einleitung

2 Klimawandel und Landwirtschaft

2.1 Klimaveränderungen an der Nordseeküste

2.2 Mögliche Betroffenheiten der Landwirtschaft durch den Klimawandel

2.2.1 Folgen des Klimawandels für den Pflanzenbau

2.2.2 Folgen des Klimawandels für die Nutztierhaltung

2.2.3 Wirtschaftliche Folgen

3 Möglichkeiten zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft

3.1 Möglichkeiten im Pflanzenbau

3.2 Möglichkeiten in der Nutztierhaltung

4 Methodik

5 Ergebnisse

5.1 Betroffenheiten durch den Klimawandel

5.2 Klimaanpassung im Pflanzenbau

5.3 Klimaanpassung in der Nutztierhaltung

5.4 Finanzierung

5.5 Herausforderungen

6 Diskussion

6.1 Motivation

6.2 Bewusstsein und Vernetzung

6.3 Wirtschaftliche Unsicherheiten

6.4 Meeresspiegel und Besonderheiten der Region

6.5 Rahmenbedingungen

7 Fazit

1. Einleitung

Wer einmal in einem der Landkreise an der niedersächsischen Nordseeküste gewesen ist, dem wird es schnell aufgefallen sein: Die Landwirtschaft nimmt in der Region eine besondere Stellung ein. Knapp 6.000 landwirtschaftliche Betriebe wirtschaften in den sechs Landkreisen und zwei kreisfreien Städten an der niedersächsischen Küste. Die Landwirtschaft nimmt hier im Durchschnitt gut 70 % der Gesamtfläche ein und liegt damit etwa 15 % über dem Landesdurchschnitt (LSN, 2024). Die Landwirtschaft prägt die Kulturlandschaft in der Region damit maßgeblich.

Die Landwirtschaft ist den Folgen des Klimawandels wie dem Anstieg der Durchschnittstemperaturen, Veränderungen der Niederschlagsmengen oder Wetterextremen unmittelbar ausgesetzt. Die Erträge in der Landwirtschaft sind unmittelbar abhängig vom Klima und von der Intaktheit der Natur. Klimawandelfolgen in der Landwirtschaft können damit nicht nur Auswirkungen auf die wirtschaftliche Sicherheit der Betriebe haben, sondern, in Bezug auf die Nahrungssicherheit, auch auf die gesamte Gesellschaft. Sie ist damit ein klimasensibler und vulnerabler Sektor (IPCC, 2023, 48-51).

Um bestehende oder künftige negative Folgen des Klimawandels zu verhindern oder abzuschwächen und potentielle Chancen nutzen zu können, können Klimaanpassungsmaßnahmen umgesetzt werden (IPCC, 2023, 120). Regional und lokal sind die Folgen des Klimawandels jedoch unterschiedlich ausgeprägt, weshalb auch die Klimaanpassung unterschiedlich gestaltet werden muss (IPCC, 2023, 102; ZOLNIKOV, 2019, 6). In dieser Arbeit wurde daher mithilfe eines Mixed Methods-Ansatzes aus Interviews, einer Online-Befragung und einer mehrstufigen ExpertInnenbefragung der Frage nachgegangen, inwiefern Klimaanpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste ergriffen werden. Somit geht es in diesem Beitrag ausschließlich um die Klimaanpassung. Der Beitrag der Landwirtschaft selbst zum Klimawandel sowie zum Klimaschutz wird vorliegend nicht thematisiert.

2 Klimawandel und Landwirtschaft

2.1 Klimaveränderungen an der Nordseeküste

Die Betroffenheit der Landwirtschaft durch den anthropogenen Klimawandel zeigt sich bereits bei einem Blick auf dessen Hauptursache: Eine höhere CO₂-Konzentration in der Atmosphäre sowie die daraus resultierenden steigenden Durchschnittstemperaturen können sich abhängig von Pflanzenart und Standort auf das Pflanzenwachstum und damit auf den Pflanzenbau auswirken (PETERSEN, 2019, 6-15). An der niedersächsischen Nordseeküste ist die Durchschnittstemperatur um etwa 0,9 bis 1,1 °C (1951-1980 und 1986-2015) gestiegen und könnte bis 2100 zwischen 0,2 und 4,6 °C unter Zunahme der heißen Tage und Abnahme der Frosttage weiter ansteigen (HELMHOLTZ-ZENTRUM HEREON, 2021).

Gegenwärtig und wahrscheinlich auch in Zukunft steigen die Niederschläge im Winter, während sie im Sommer künftig in geringem Umfang sinken könnten. So bleibt die klimatische Wasserbilanz bislang

und vermutlich auch künftig positiv (HELMHOLTZ-ZENTRUM HEREON, 2021). Zusätzlich zu den bereits genannten Folgen des Klimawandels wird die Vulnerabilität durch den Meeresspiegelanstieg und höher auflaufende Sturmfluten erhöht. Eine signifikante Änderung von Häufigkeit und Intensität von Stürmen wurde in der Untersuchungsregion jedoch bisher nicht festgestellt. Auch steigt der Meeresspiegel der Nordsee seit der Eiszeit auf natürliche Weise (siehe MEINKE & WEISSE, 2024, 25-32).

2.2 Mögliche Betroffenheiten der Landwirtschaft durch den Klimawandel

Im Folgenden werden die möglichen Betroffenheiten zusammengefasst und auf die Untersuchungsregion bezogen. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die nachfolgenden Veränderungen nicht nur durch den Klimawandel, sondern unter anderem auch durch veränderte Landnutzung (inkl. Nutzungsintensivierungen) verursacht werden.

2.2.1 Folgen des Klimawandels für den Pflanzenbau

Vegetationszeit und Biodiversität

Durch die sinkende Zahl der Frosttage und mildere Winter hat sich die Vegetationsperiode in Cuxhaven seit 1961-1990 bereits um 33 Tage verlängert (HELMHOLTZ-ZENTRUM HEREON, 2023). Dabei kann das Spätfrostisiko steigen. Weitere Risiken im Pflanzenbau bestehen hierbei durch „verkürzte Entwicklungsverläufe bis zur Reife“ (BMEL, 2019, 9) sowie aufgrund „fehlender Synchronisation mit Bestäubern“ (MU, 2022, 103). Wärmere Temperaturen können abhängig von Ausmaß, Pflanzenart und Standort das Pflanzenwachstum begünstigen. Weniger hitze- und trockenheitstolerante Arten könnten an ihren bisherigen Standorten schlecht oder gar nicht mehr wachsen (BLUM, 2019, 98-99, UBA, 2022). Somit verändern sich Artenzusammensetzung und auch ganze Ökosysteme (IPCC, 2023, 46). Dies kann sich auf die Resilienz der Kulturpflanzen in der Landwirtschaft auswirken. Das zeigt sich auch in der Ausbreitung von Schadorganismen: Zu Zeiten des anthropogenen Klimawandels können sich Schadorganismen (schädliche Tier- und Pflanzenarten, Bakterien und Viren) unter anderem durch wärmere Temperaturen ausbreiten und nichtheimische oder gar invasive Arten einwandern, die bisher wenig verbreitete Krankheiten übertragen (KLIEM & GEORGE, 2017, 7-11). Für diese können Pflanzen aufgrund von Umweltveränderungen durch den Klimawandel anfälliger werden (BLUM, 2019, 98-99). Gleichzeitig können sich auch Nützlinge vermehren. Konkrete Auswirkungen der Ausbreitung von Schadorganismen und potentieller Nützlinge sind für die Landwirtschaft schwerlich prognostizierbar (KLIEM & GEORGE, 2017, 8). Daten zur Untersuchungsregion sind nicht bekannt.

Veränderungen im Wasserhaushalt

Die Reaktion auf steigende CO₂-Konzentrationen und Temperaturen ist nicht nur abhängig von der jeweiligen Pflanzenart selbst, sondern auch von der Wasserverfügbarkeit (UBA, 2022).

Denn bei steigenden Temperaturen erhöht sich auch der Wasserbedarf von Pflanzen, von denen nur einige den erhöhten Bedarf durch die erhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ausgleichen können (BLUM, 2019, 98; KLIEM & GEORGE, 2017, 10). Wärmere Temperaturen können zudem die Verdunstung erhöhen. Trockene Böden könnten, je nach Bodentyp, das anfallende Wasser schlechter aufnehmen, wodurch in Kombination mit dem sinkenden Sommerniederschlag der Bodenwasserhaushalt in der Vegetationsperiode gestört werden kann (ENGEL et al., 2024, 20). Die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit ist in der Küstenregion bisher jedoch geringer als im Landesinneren, insbesondere in den Marschen mit einer höheren Wasserspeicherkapazität sowie aufgrund des höheren Niederschlags (MU, 2022, 107). Steigende Niederschlagsmengen insbesondere im Winter können Vernässungen oder auch Hochwasser zur Folge haben und somit die Landwirtschaft beeinträchtigen (ENGEL et al., 2024, 20; KLIEM & GEORGE, 2017, 12).

Bodenveränderungen

Der Transport von Nährstoffen im Boden und die Aufnahme durch Pflanzen kann durch eine geringere Wasserverfügbarkeit im Sommer gestört werden. Im Herbst und im Winter steigt die Niederschlagsmenge dagegen an, wodurch überschüssige Nährstoffe Grund- und Oberflächengewässer belasten können. Auch besteht in Kombination mit weniger Frosttagen die Gefahr von Verschlammungen. Die steigenden Temperaturen können eine schnellere Mineralisation von Humus im Oberboden bewirken, welche in Kombination mit Trockenheit oder gestiegenem Oberflächenabfluss im Winter zu einem gesteigerten Bodenerosionsrisiko führen kann. Hanglagen sind in der Untersuchungsregion nicht häufig zu finden, allerdings kann es durch einen höheren Oberflächenabfluss zu einer Betroffenheit von Ackerflächen durch Wassererosion durch den Klimawandel kommen (ENGEL et al., 2024, 20-21). Die Marschböden könnten aufgrund ihrer guten Wasserhaltefähigkeit weniger von einem erhöhten Winderosionsrisiko betroffen sein, die sandigeren Böden der Geest dagegen schon (MU, 2022, 41).

Meeresspiegelanstieg

Durch den Meeresspiegelanstieg kann die Landwirtschaft langfristig unter anderem durch Verlust von Ökosystemen, Boden- und Grundwasserversalzung und Überschwemmungen beeinträchtigt werden (IPCC, 2023, 17f, 55). Bei einem höheren Meeresspiegel wird die Entwässerung der landwirtschaftlichen Nutzflächen insbesondere im Winter über die Siele erschwert. Ein höherer Meeresspiegel bei gleichzeitiger verringerter Grundwasserneubildung durch höhere Verdunstung und geringere Niederschläge im Sommer kann zu einer Versalzung der Grundwasserkörper führen (MU, 2022, 72, 181). Im Extremfall kann es zum sogenannten Salzstress bei Pflanzen kommen, der das Wachstum hemmt oder gar zum Absterben der Pflanze führen kann (SHAO et al., 2018, 575).

2.2.2 Folgen des Klimawandels für die Nutztierhaltung

Futter

Die Klimawandelfolgen für den Pflanzenbau wirken sich auch auf die Nutztierhaltung aus, da diese auf den Pflanzenbau zur Futterproduktion angewiesen ist. Grünland könnte insbesondere durch Wasserknappheit beeinträchtigt werden, gleichzeitig jedoch durch die CO₂-Konzentration (eine Klimawandelursache) gestärkt werden (KLIEM & GEORGE, 2017, 11).

Nutztiergesundheit

Vor allem die steigenden Temperaturen können sich auf die Gesundheit der Nutztiere auswirken. So haben beispielsweise Milchkühe ein Temperaturoptimum zwischen 4 °C und 16 °C. Bei höheren Temperaturen in Kombination mit einer höheren Luftfeuchtigkeit können die Tiere in Hitzestress geraten. Auch der Wasserbedarf der Tiere steigt mit erhöhten Temperaturen. Gleichzeitig kann die Fruchtbarkeit der Milchkühe sinken und die Anfälligkeit für Krankheiten steigen (HARMS et al., 2020, 10-15). In der Schafhaltung können zunehmender Ernährungs-, Hitze- und Wasserstress zu verminderter Nahrungsaufnahme, Stoffwechselstörungen und geringerer Fortpflanzung führen. Die Stressresilienz und Anpassungskapazität kann je nach Rasse variieren (SEJIAN et al., 2017, 8-13).

Die Weidehaltung kann einerseits durch Hitzetage und Vernässungen eingeschränkt werden, während mildere Winter diese andererseits begünstigen können (KLIEM & GEORGE, 2017, 11). Für Nutztierbestände können außerdem wärmetolerante Schädlinge und Krankheiten, die zum Beispiel durch eingewanderte Mücken oder Zecken übertragen werden, zu Zeiten des Klimawandels ein Risiko darstellen (BMEL, 2019, 20).

2.2.3 Wirtschaftliche Folgen

Die Landwirtschaft arbeitet mit und in der Natur, weshalb sie den beschriebenen Klimareizen und deren Folgen direkt ausgesetzt ist. Klimawandelfolgen können ein Faktor für Minderungen in der Ernte oder gar einen vollständigen Ernteausfall sein. Auch die Qualität der Erzeugnisse kann abhängig von Art und Standort sinken (KLIEM & GEORGE, 2017, 9; UBA, 2022). Dies kann auch die Verfügbarkeit und den Preis von Futtermitteln einschränken (SEJIAN et al., 2017, 5).

Zudem können die Produktivität der Nutztiere und die Qualität der Erzeugnisse aufgrund der oben genannten Auswirkungen auf die Fortpflanzung und Gesundheit sinken (KLIEM & GEORGE, 2017, 10; SEJIAN et al., 2017, 5).

Hierdurch kann nicht nur das Risiko für einen geringeren Erlös (auch in Bezug auf den internationalen Markt), sondern auch für den Verlust von Abnehmern der Erzeugnisse steigen. Weiterhin können durch den Klimawandel zusätzliche Ausgaben entstehen, zum Beispiel für Energie durch vermehrten

Kühlungs- und Belüftungsbedarf. Hinzu kommen immer mehr rechtliche Vorgaben zum Klimawandel, die die Betriebe einhalten müssen (KARCZMARZYK et al., 2015, 93-97).

Für die Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste könnten steigende Temperaturen und längere Wachstumsperioden bei ausreichender Wasserverfügbarkeit aber auch eine Chance für die Pflanzenbaubetriebe an der niedersächsischen Nordseeküste darstellen (EEA, 2019, 6). Mildere Winter könnten sich vor dem Hintergrund des Temperaturoptimums positiv auf die Produktivität der Nutztiere auswirken (HARMS et al., 2020, 14). Um nicht nur die ökonomischen Schäden zu verringern oder zu vermeiden, sondern diese potentiellen Chancen zu nutzen, haben landwirtschaftliche Betriebe vielfältige Möglichkeiten zur Klimaanpassung.

3. Möglichkeiten zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft

Durch Klimaanpassungsmaßnahmen sollen resiliente leistungsfähige Systeme entwickelt werden, die mit den Unsicherheiten des träge reagierenden und sich gleichzeitig (immer schneller) wandelnden Klimasystems umgehen können (VON GLEICH & GÖBLING-REISEMANN, 2015, 19-27). In Bezug auf die Landwirtschaft bedeutet eine erfolgreiche Klimaanpassung, dass die weltweite Nahrungssicherheit und die ökonomische Sicherheit für die einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe zu Zeiten des anthropogenen Klimawandels gewährleistet bleiben. Gleichzeitig können sich Synergien mit Klimaschutz, Gewässerschutz und Artenschutz ergeben (IPCC, 2023, 55-56). Im Folgenden wird eine Auswahl an Maßnahmen, die auch für die Klimaanpassung zuträglich sein können, beschrieben.

3.1 Möglichkeiten im Pflanzenbau

Wassermanagement

Den Umgang mit den klimawandelbedingten Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse umfasst das klimaangepasste Wassermanagement. Zum klimaangepassten Wassermanagement zählen effiziente Bewässerung, gezielte Entwässerung, Speicherung von überschüssigem Wasser sowie dessen Wiederverwendung (EEA, 2019, 10, 78-79). Entwässerungsstrukturen bestehen an der niedersächsischen Küste bereits seit Jahrhunderten. Ein Netz aus Kanälen (Tiefs), Gräben und Gruppen durchzieht weite Teile der küstennahen landwirtschaftlichen Nutzflächen. Ein ökosystemverträglicher Ausbau dieser Entwässerungsstrukturen kann vor dem Hintergrund steigender Niederschläge in den Wintermonaten und Starkregenereignissen auch für den Hochwasserschutz nötig werden (DEUMLICH et al., 2006, 377). Die gezielte Einrichtung von Überflutungsräumen an Gewässern kann damit einhergehen und stellt auch für die Wasserspeicherung eine Anpassungsmaßnahme dar (EEA, 2019, 78-79; MU, 2022, 236-237). Zu den technischen Maßnahmen der Wasserspeicherung zählt darüber

hinaus die Anlage von Regenrückhaltebecken in den landwirtschaftlichen Nutzflächen (DEUMLICH et al., 2006, 377).

Auch besteht theoretisch die Möglichkeit des Wassereinstaus in Gräben (MU, 2022, 48). Die Wasserspeicherung spielt in die Bewässerung hinein, da in niederschlagsarmen Monaten auf das gespeicherte Wasser zurückgegriffen werden kann. Eine klimaangepasste Bewässerung, zum Beispiel durch Beregnungsanlagen, Unterflurbewässerung oder Mikrobewässerung, umfasst die bedarfsorientierte Bewässerung der Pflanzen. Diese kann zur Einsparung von Wasser durch Wasserwiederverwendung, also Nutzung von aufbereitetem Brauch- und Abwasser zum Beispiel aus Abwasserbehandlungsanlagen, durchgeführt werden (DACHLER, 2023, 394).

Weiterhin kann die Digitalisierung, wie z. B. das Precision Farming, zur effizienten Wassernutzung beitragen: Durch optimierten Ressourceneinsatz kann nicht nur die landwirtschaftliche Arbeit erleichtert, sondern auch der Erhalt bzw. Steigerung der Produktivität vor dem Hintergrund von Klimaveränderungen unterstützt werden. Beispiele sind bedarfsorientierte, automatische Bewässerungssysteme. Dafür sollte idealerweise auf verschiedenste, eng verbundene Daten aus externen Umweltmonitorings und betriebsinternen Monitorings zurückgegriffen werden. Auch etwa hydroponische Farmen werden durch klimaintelligente Technologien ermöglicht, weshalb diese nicht nur zur Ressourcen-, sondern auch zur Flächenschonung beitragen können (DZHANCHAROVA et al., 2022, 6-8; ZILBERMAN et al., 2018, 56).

Weitere Maßnahmen zielen unter anderem auf das klimaangepasste Bodenwassermanagement ab und werden im Folgenden integriert beschrieben.

Bodenmanagement

Ansätze der konservierenden Landwirtschaft umfassen eine gezielte Bodenbearbeitung, eine permanente Bodenbedeckung sowie die Anbaudiversifizierung. Diese können durch Schutz vor Bodenerosion und Bodendegradation, durch Stärkung des Wasserspeichervermögens sowie der Biodiversität, insbesondere im Bodenleben, zur Klimaanpassung beitragen. Beispiele für die gezielte Bodenbearbeitung sind eine pfluglose Bearbeitung und Direktsaat sowie ein gezielter Einsatz von Düngemitteln (DEUMLICH et al., 2006, 376, FAO, 2024). Zur permanenten Bodenbedeckung sollten die Böden mit Ernterückständen, Zwischenfrüchten oder organischem Dünger bedeckt werden (DACHLER, 2023, 338; FAO, 2024). Die Bodenbedeckung reduziert außerdem die Verdunstung in Trockenperioden (MUONI et al., 2020, 193). Anbaudiversifizierung beinhaltet einen abwechslungsreichen Fruchtwechsel sowie den Anbau mindestens dreier Kulturpflanzenarten (DACHLER, 2023, 339). Zusätzlich können Untersaaten integriert werden.

Eine Art der Anbaudiversifizierung sind weiterhin Agroforstsysteme. Hierbei werden forstlich genutzte Gehölzstrukturen mit der landwirtschaftlichen Nutzung kombiniert und tragen zur Verschattung und damit verringerter Verdunstung, zum Schutz vor Erosion und zur Stärkung der Biodiversität zur Klimaanpassung bei (siehe BÖHM & VESTE, 2018, 69-77).

Auch eine veränderte Bodenbearbeitung und -behandlung, beispielsweise durch Gipsbehandlung, verstärkter Humusaufbau oder der Anbau salztoleranterer Pflanzen könnten vor dem Hintergrund des Meeresspiegelanstiegs und erschwelter Hinterlandentwässerung als Klimaanpassungsmaßnahmen in der Region an Bedeutung gewinnen (SHAO et al., 2018, 555-577).

Arten- und Sortenwahl sowie Flächennutzung

Die Kultivierung traditioneller, „alter“ Sorten oder Einführung resilienter, ressourceneffizienter Sorten bieten bei hinreichender Wasserverfügbarkeit die Chance, die Erträge und Qualitäten auch bei Umweltveränderungen durch den Klimawandel stabil zu halten (BEERMANN & SCHATKE, 2015, 164; KHOURY et al. 2022, 86, 95).

Zudem können neue klimaangepasste Pflanzensorten gezüchtet werden, wobei gesetzliche Einschränkungen etwa zur Genmodifikation beachtet werden müssen (ZILBERMAN et al., 2018, 68). Eine (genetische) Vielfalt verstärkt auch die Resilienz der Kulturpflanzen (KHOURY et al., 2022, 84). Durch Verbesserung der Pflanzengesundheit und dem Anpflanzen resistenter Pflanzensorten kann die Anfälligkeit gegenüber Schaderregern verringert werden.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass einem verstärkten Infektionsdruck auch durch Anpassungen in der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln begegnet werden kann. Diese Anpassungen können in der Wahl der Pflanzenschutzmittel sowie der Verfahren des Pflanzenschutzes (z. B. biologisch, chemisch, mechanisch), der Anwendungszeitpunkte sowie durch Zuführen von Zusatzstoffen zur Wirkungsverbesserung erfolgen (VLK, 2019, 12). Bei der Nutzung von Pestiziden sind Auswirkungen auf die Resilienz umliegender Ökosysteme zu beachten (DACHLER, 2023, 145-146; EEA, 2019, 35).

Anpassungen an Extremwetter

Schäden durch Extremwetter sind in der wetterexponierten Landwirtschaft auch durch die Klimaanpassung nicht vollkommen auszuschließen. Die (ökonomischen) Schäden können durch eine klimaangepasste Landbewirtschaftung jedoch verringert werden (MU, 2022, 111). Zu dieser Schadensbegrenzung können die vorstehend aufgeführten Klimaanpassungsmaßnahmen für die Landwirtschaft beitragen.

3.2 Möglichkeiten in der Nutztierhaltung

Fütterung

Für den Anbau des Futters gelten entsprechend die Klimaanpassungsmaßnahmen im Pflanzenbau sowie Anpassungen der Futterzusammensetzung für eine bedarfsorientierte Nährstoffzufuhr (HARMS et al., 2020, 19; KLIEM & GEORGE, 2017, 17).

Ställe

Das Klima trägt zur Leistungsfähigkeit der Nutztiere bei. Zur Anpassung an den Klimawandel kann das Stallklima optimiert werden. Zur Belüftung können Ventilatoren oder Schlauchbelüftungssysteme, zur direkten Kühlung der Tiere Sprinkleranlagen und bei zu geringer Luftfeuchtigkeit Wasservernebelungssysteme installiert werden. Die Schaffung verschiedener Klimabereiche im Stall trägt ebenfalls zum Erhalt der Leistungsfähigkeit bei (HARMS et al., 2020, 20; KLIEM & GEORGE, 2017, 17). Die Ausrichtung und Eindeckung des Daches sowie Dachaufbauten und Dämmungen können die Stalltemperatur regulieren. Auch Dachbegrünungen wirken sich positiv auf das Stallklima aus (HARMS et al., 2020, 21; MU, 2022, 111-112).

Weidemanagement

Vor dem Hintergrund möglicher geringerer Erträge auf Grünland bei Klimaveränderungen können Zukauf oder Zupacht neuer Flächen nötig werden, da ggf. auch die Tierbesatzraten an das Futterangebot angepasst werden müssen. Möglich sind aber auch Implementierung oder Ausweitung von Systemen wie Rotationsbeweidung (ANTONELI et al., 2018, 10). Zudem können Bäume auf den Weiden als Schattenspender gepflanzt oder zusätzliche Unterstände gebaut werden. Die Anzahl der Wasserstellen kann für eine ausreichende Wasserversorgung in Hitzeperioden ebenfalls angepasst werden. Auch kann die Weidezeit in die Nacht verschoben werden, um übermäßiger Hitzebelastung zu entgehen (BMEL, 2019, 20-21; SEJIAN et al., 2017, 18-19).

Zucht und Rassenauswahl

Neben der Haltungsoptimierung stellt die Auswahl und Zucht klimaangepasster Rassen eine Klimaanpassungsmaßnahme dar. Beeinträchtigungen von Gesundheit und Leistungsfähigkeit beispielsweise durch Wetterextreme können durch klimaangepasste Rassen oder Züchtungen innerhalb der Rassen verringert oder vermieden werden (siehe z. B. SÁNCHEZ-MOLANO et al., 2019, 6).

3.3 Möglichkeiten der Finanzierung

Klimaanpassungsmaßnahmen können sehr kostenintensiv sein. So sind beispielsweise Digitalisierungsmaßnahmen oder Anpassungen der Ställe zunächst mit Investitionen verbunden. Auch können sich Folgekosten, etwa durch die Klimatisierung von Ställen, ergeben. Daher braucht es

finanzielle Mittel zur Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen. Erstens können die Maßnahmen über Einkommensüberschüsse finanziert werden. Es besteht die Chance, dass durch die verlängerte Vegetationsperiode bei ausreichender Wasserverfügbarkeit Mehreinnahmen erzielt werden, die für notwendig werdende Klimaanpassungsmaßnahmen reinvestiert werden können (ZOLNIKOV, 2019, 4). Auch ist die Schaffung zusätzlicher Einnahmequellen (Angebotsdiversifizierung) im Betrieb möglich. Dazu zählen unter anderem Verarbeitung und Direktvermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse, Beherbergungs- und Freizeitangebote, Energiegewinnung oder auch Arbeiten außerhalb der Landwirtschaft (DESTATIS, 2021, 5-6). Zweitens sind externe Finanzierungen möglich. Dazu zählen neben Krediten auch staatliche Förderangebote wie zum Beispiel über Fördertöpfe der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU. Hier stehen über die sogenannten Ökoregelungen unter anderem Fördergelder für Agroforste oder Anbaudiversifizierung bereit. Auch sind Förderungen über die Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität (AUKM) zum Beispiel zur Anlage von Hecken möglich. Bei Schäden durch klimatische Ereignisse können Versicherungen (z. B. Ernteausfallversicherungen) gegen Einkommensverluste oder Reparaturen helfen. Verbreitet sind vor allem Hagelversicherungen, während für andere Wetterschäden noch Angebotslücken bestehen (MU, 2022, 120). Kurz- bis mittelfristig können Investitions- und Folgekosten die Effektivität von Anpassungsmaßnahmen beeinträchtigen, während sie langfristig wirtschaftliche Sicherheit für landwirtschaftliche Betriebe ergeben können (IPCC, 2022, 21, 98).

Aus diesem Überblick über (mögliche) Klimawandelfolgen und Anpassungsmöglichkeiten wurden die Ziele und Gestaltung der im Folgenden dargestellten Analyse abgeleitet.

4. Methodik

Um die Frage zu beantworten, inwiefern Klimaanpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste ergriffen werden, wurde zur Datenerhebung ein Mixed Methods-Ansatz gewählt, um die Vorteile der qualitativen Methoden (u. a. Offenheit gegenüber allen möglichen Klimawandeleinflüssen und Klimaanpassungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft, Erfassung von Details in einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben) und der quantitativen Methoden (u. a. Objektivität und Reliabilität, größere Anzahl an landwirtschaftlichen Betrieben) zu vereinen (nach KELLE, 2022, 165-166).

Interviews

Zunächst wurde auf Basis der Quellen aus Kap. 2 und 3 ein Leitfaden für teilstrukturierte Interviews nach HELFFERICH (2022) entwickelt. Die Leitfragen wurden den Interviewten im Vorfeld des Interviews zugesendet, um eine Vorbereitung auf das sehr komplexe Thema Klimaanpassung zu ermöglichen.

Die Unterfragen behielt sich der Interviewer als flexibel zu stellende und konkrete Nachfragen vor, um einerseits die Antworten der Interviewten im Vorhinein nicht zu stark zu beeinflussen und andererseits ggf. klimaanpassungsrelevante Aspekte, die die Befragten durch die Leitfragen nicht eigeninitiativ ansprechen, aufgreifen zu können. Der Leitfaden beinhaltete sechs Frageblöcke:

1. Beschreibung des eigenen Betriebes
2. Betroffenheit durch Klimawandelfolgen
3. Wirtschaftliche Folgen des Klimawandels
4. Umgesetzte/ konkret geplante Klimaanpassungsmaßnahmen in Pflanzenbau und Nutztierhaltung
5. Finanzierung dieser Maßnahmen
6. Herausforderungen für eine erfolgreiche Klimaanpassung

Die 40 bis 60-minütigen Interviews wurden online im Zeitraum von Mai bis Juni 2023 geführt. Die Auswahl der Interviewten wurde selektiv getroffen, um unterschiedliche Perspektiven durch unterschiedliche Betriebsformen und Standorte (Landkreise Aurich, Wittmund, Friesland, Cuxhaven) zu erfassen. Ausgewählt wurden ein gentechnikfreier Milchviehbetrieb nach Weidelandkriterien mit Ferienwohnungen, ein Biolandhof mit Hühner- und Milchviehhaltung, ein von einem Vertreter der Landwirtschaftskammer verwalteter Betrieb (Pflanzenbau und Rinderhaltung) sowie ein Betrieb mit Testflächen angepasster Pflanzensorten. Die Tonaufnahmen der Interviews wurden transkribiert sowie vollständig und induktiv codiert. Die Kategorien orientierten sich an den Frageblöcken.

Online-Befragung

Die Ergebnisse des Interviews sollten auch die Strukturierung des Fragebogens unterstützen, um dessen Validität zu erhöhen (nach KELLE, 2022, 167). Von den Interviewten über den bisherigen Fragebogenstand genannte spürbare Klimawandelfolgen, Anpassungsmaßnahmen und Finanzierungsmöglichkeiten wurden in den Fragebogen eingebunden.

Der Online-Fragebogen wurde von November bis Dezember 2023 über verschiedene Verbreitungschanäle wie Newsletter oder Rundschreiben von den regionalen Landvolkverbänden, den ansässigen landwirtschaftlichen Beratungsringen sowie von zuständigen Stellen der Landwirtschaftskammer der Untersuchungsregion verbreitet. Auf diese Weise sollten möglichst viele der rund 6.000 landwirtschaftlichen Betriebe in der Untersuchungsregion erreicht werden. Eine Definition von Klimaanpassung wurde dem Fragebogen vorangestellt, da sich in den Interviews zeigte, dass Aspekte der Klimaanpassung mitunter mit denen des Klimaschutzes vermischt wurden. Dies könnte unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass es häufig Synergien zwischen Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen gibt (z. B. Gehölzpflanzungen als CO₂-Senke sowie zur Verbesserung des Mikroklimas u. a. durch Verdunstung, Schatten).

Die für die Interviews erarbeiteten und bewährten sechs Frageblöcke wurden ebenfalls für die Strukturierung der Online-Erhebung genutzt. Die Fragen wurden halboffen gestellt. Die Befragten konnten Zutreffendes ankreuzen sowie in offenen Kommentarfeldern ihre Antworten erklären. Es wurden einerseits Antwortkategorien vorgegeben, um den Teilnehmenden mögliche Betroffenheiten und Handlungsfelder der Klimaanpassung aufzuzeigen und die Vergleichbarkeit der Antworten zu erhöhen. Andererseits sollten die offenen Kommentarfelder einen höheren Informationsgehalt durch spezifischere Antworten bzw. subjektive Beschreibungen der ausgewählten Antworten hervorbringen (nach KELLE, 2019, 169). Die Erklärungen in den Kommentarfeldern wurden gemäß der Struktur der Frageblöcke vollständig und induktiv kategorisiert. Durch Filterfragen sollten drei Gruppen identifiziert werden: Erstens die Betriebe, die sich bereits vom Klimawandel betroffen fühlen, zweitens die Betriebe, die davon ausgehen, in Zukunft durch den Klimawandel betroffen zu sein sowie drittens diejenigen, die nie von einer Betroffenheit ihres Betriebes durch den Klimawandel ausgehen. Auch letztere wurden (in einer modifizierten Form) nach bereits umgesetzten oder konkret kurzfristig geplanten Maßnahmen befragt, die auch der Klimaanpassung dienen können, um Differenzen zu den anderen beiden Gruppen zu erfassen.

Tabelle 1:
Beschreibung der an der Befragung teilgenommenen Betriebe

Form der Bewirtschaftung							
Pflanzenbau (konventionell)		Nutztierhaltung (konventionell)		Pflanzenbau & Nutztierhaltung (konventionell)		Pflanzenbau (ökologisch)	
8		1		34		1	
						4	
Landwirtschaftliche Nutzfläche							
< 5 ha	5-9 ha	10-19 ha	20-49 ha	50-99 ha	100-199 ha	200-299 ha	> 300 ha
1	1	2	4	15	22	4	0
Erwerbsform							
Haupterwerb				Nebenerwerb			
41				8			
Betriebsstandort							
Landkreis Leer	Landkreis Aurich	Landkreis Wittmund	Landkreis Friesland	Landkreis Wesermarsch	Landkreis Cuxhaven		
12	9	9	7	6	6		
Flächen vollständig in der Marsch		Flächen überwiegend in der Marsch		Flächen vollständig in der Geest		Flächen überwiegend in der Geest	
23		7		10		9	

n = 49

Insgesamt beantworteten 49 Teilnehmende den Fragebogen vollständig, davon 5 (rund 10 %) ökologische Betriebe. Es nahmen überwiegend nutztierhaltende Betriebe mit Rinderhaltung, aber auch mit Geflügel-, Schweine- und Schafhaltung teil. Aus den kreisfreien Städten Emden und Wilhelmshaven nahmen keine Betriebe teil. In den Landkreisen sind von allen landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt 5 % ökologische Betriebe (LSN, 2024). Die Zusammensetzung der Stichprobe wird in der obenstehenden Tabelle 1 beschrieben.

Persönliche Daten der Befragten wurden zwecks Wahrung der Anonymität und zur Steigerung der Teilnahmebereitschaft nicht erhoben.

ExpertInnenbefragung mittels Delphi-Methode

Mit den Interviews und dem Fragebogen sollte die Perspektive der Betriebe als PraktikerInnen abgebildet werden. Darüber hinaus wurde mithilfe der qualitativen Delphi-Methode eine ExpertInnenbefragung durchgeführt, um deren Perspektiven und Einschätzungen zu den Frageblöcken aufzeigen zu können (nach HÄDER & HÄDER, 2022, 924).

Als ExpertInnen wurden vier DozentInnen der Landwirtschaft von Hochschulen in Norddeutschland mit unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten (Agrarökonomie, Nutztierwissenschaften, ökologische Landwirtschaft) befragt, um auch an dieser Stelle wieder unterschiedliche Perspektiven zu beleuchten. Die offen gestalteten Fragen des Delphi-Fragebogens orientierten sich (bis auf den Frageblock zur Beschreibung des eigenen Betriebs) an den bereits erarbeiteten Frageblöcken, um die Ergebnisse aller Methoden vergleichen zu können.

Die Antworten wurden qualitativ ausgewertet (vollständig und induktiv codiert), Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet und schlussendlich die kategorisierten Ergebnisse aller drei Erhebungsmethoden in Absolutzahlen bzw. als zusammenfassende Graphik (Herausforderungen) den DozentInnen anonymisiert zugesendet. Die Befragung wurde daraufhin noch einmal wiederholt, um weitere bzw. auf den bisherigen Ergebnissen aufbauende Ideen für eine erfolgreiche Klimaanpassung in der Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste zu sammeln. An der zweiten Stufe nahmen drei der vier ExpertInnen teil.

Im Folgenden werden primär die Häufigkeiten sowie die Informationen aus den Kommentarfeldern der Online-Umfrage präsentiert. Die Ergebnisse der Interviews und des Delphis werden als ergänzende Informationen beschrieben.

5 Ergebnisse

5.1 Betroffenheiten durch den Klimawandel

Folgen für die Bewirtschaftung

Wie in Abbildung 1 zu sehen, antworteten rund 65 % der an der Online-Umfrage teilnehmenden Betriebe (im Folgenden nur Teilnehmende genannt), dass ihr Betrieb bereits vom Klimawandel betroffen ist, unter ihnen alle teilnehmenden Biobetriebe.

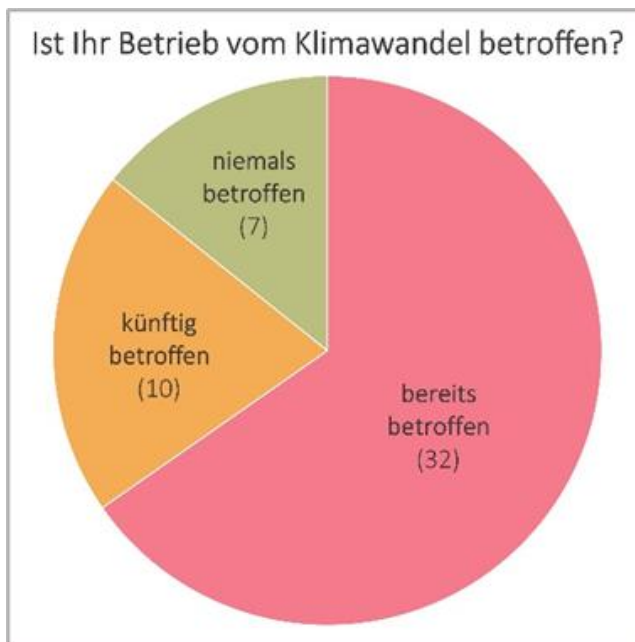


Abbildung 1: Klimawandelbetroffenheiten der Betriebe

Die Mehrheit spürt eine Zunahme der Klimawandelfolgen seit etwa fünf Jahren. Rund 20 % der Teilnehmenden geht davon aus, dass der eigene Betrieb in Zukunft vom Klimawandel betroffen sein wird, wobei 75 % dieser Gruppe davon ausgehen, dass dies in etwa fünf bis zehn Jahren geschieht. Rund 15 % der Teilnehmenden gehen davon aus, dass ihr Betrieb auch künftig nicht vom Klimawandel betroffen sein wird, darunter ausschließlich konventionell wirtschaftende Betriebe, überwiegend mit Rinderhaltung (6 von 7). Im Interview und auch im Delphi gaben alle Befragten an, dass die Region an der Nordseeküste bereits vom Klimawandel betroffen ist.

Es wurde in allen Befragungsmethoden deutlich, dass Veränderungen im Wasserhaushalt sowie Wetterextreme in Bezug auf Trockenheit, steigenden Niederschlag im Winter und Starkregen die größte Betroffenheit der Betriebe in der Region darstellt (38 Teilnehmende). Unter den elf nicht betroffenen Betrieben ist ein ökologischer Betrieb und sechs liegen überwiegend/ vollständig in der Geest. Lediglich 17 Teilnehmende gaben eine derzeitige/ erwartete Betroffenheit durch Temperaturveränderungen an, jedoch alle Interviewten und Delphi-Teilnehmenden.

Betroffenheiten wurden insbesondere durch heißere Sommer und mildere Winter beschrieben. Ähnliche Ergebnisse stellten sich bei einer Betroffenheit durch eine veränderte Vegetationsperiode dar. Betroffenheiten durch Bodenveränderungen wurden von 13 Teilnehmenden angegeben und überwiegend auf den Bodenwasserhaushalt bezogen. Beispielsweise wurden Verschlammung von Marsch- und moorigen Böden, Austrocknen sandiger Böden und erhöhter Oberflächenabfluss zu diesem Punkt ausgeführt. Von untergeordneter Bedeutung waren Veränderungen in der Sonneneinstrahlung (sechs Teilnehmende). Sieben Teilnehmende benannten ein (erwartetes) verändertes Auftreten von Schadorganismen, dabei insbesondere ein vermehrtes Auftreten, weniger jedoch andere Schadorganismen. Ein Interviewter führte aus, dass „Starkniederschläge im April/ Mai/ Juni [...] auch Pilzbelastung im Aufwuchs dann zur Folge haben können.“ Eine Betroffenheit des Betriebes durch den Meeresspiegelanstieg wurde nur von drei Teilnehmenden (zuzüglich drei Betriebe, die von einer künftigen Betroffenheit durch den Meeresspiegel ausgehen) genannt. Dazu beschrieb ein Landwirt eine bereits spürbare Betroffenheit seiner Außendeichsflächen. Veränderungen der Biodiversität sind für die Befragten aller drei Methoden nicht relevant.

Wirtschaftliche Folgen

Es wurde deutlich, dass der Klimawandel aus Sicht der Befragten aller Erhebungsmethoden mehr wirtschaftliche Herausforderungen als wirtschaftliche Chancen für die Landwirtschaft in der Untersuchungsregion zur Folge hat. So gab keiner der Befragten, die von einer Betroffenheit ausgehen, an, dass keine Herausforderungen für die Landwirtschaft durch den Klimawandel entstehen. Dagegen gaben insgesamt 19 Teilnehmende an, dass sich keine Chancen durch den Klimawandel für ihren Betrieb ergeben, darunter ein ökologischer Betrieb, sechs Betriebe (überwiegend) in der Geest und 13 (überwiegend) in der Marsch sowie zwölf nutztierhaltende Betriebe. 16 dieser 19 gaben an, dass ihr Betrieb bereits durch den Klimawandel betroffen ist. Auch zwei von vier Interviewten sowie drei von vier Delphi-Teilnehmenden führten keine Chancen an.

Sinkende Erntemengen nannten rund die Hälfte der Online- und Delphi-Teilnehmenden sowie alle Interviewten und wurden überwiegend auf Trockenheit, aber auch auf Nässe zurückgeführt. In diesem Zusammenhang wurde auch die sinkende Erzeugnisqualität von 16 Teilnehmenden beschrieben. Sechs der 23 teilnehmenden NutztierhalterInnen benannten eine sinkende Leistungsfähigkeit der Tiere und acht negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit. Veränderungen wurden hauptsächlich auf eine veränderte Futterqualität und Hitze zurückgeführt. Als Hauptgrund für Schwierigkeiten in der Futtermittelverfügbarkeit (14 Teilnehmende) wurde überwiegend die eigene schlechte Grünlandernte genannt.

Eine sinkende Planbarkeit und wirtschaftliche Stabilität durch Klimawandelfolgen schilderte jeweils die Hälfte aller Befragten. Als Gründe wurden hauptsächlich schwankende Erträge und Kosten, aber auch die Synchronisation von Befahrbarkeit (unsicheres Wetter) und Terminverfügbarkeit von Lohnunternehmern aufgezeigt.

Schwierigkeiten in der Bodenbearbeitung ergaben sich gemäß den Ergebnissen überwiegend durch Verschlammung/ Aufweichen des Bodens bei Nässe (Befahrbarkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen auch bei Wintersaaten, Bodenstrukturschäden durch Fahrspuren und Verdichtung, insbesondere bei Marschböden) bzw. durch ausgetrocknete Böden (beim Striegeln und Hacken) und somit enger werdende Bewirtschaftungszeitfenster. Im Wassermanagement wurden von 22 Teilnehmenden als Schwierigkeiten unter anderem Überlastung von Drainagen, Grabenverschlammung und auch Bewässerung bei Trockenheit dargelegt. Ein interviewter ökologisch wirtschaftender Landwirt fasste dies so zusammen: „Also einerseits müssen wir Wasser auf der Fläche halten, damit die nicht austrocknet. Aber andererseits haben wir die Starkregenereignisse, die auch abgeführt werden müssen. [...] Wenn man nur das eine hätte, kann man was machen. Wenn man aber beides hat, ist es schwierig.“

Die am häufigsten genannte Chance ist eine steigende Erntemenge (16 Teilnehmende). Gründe sind gemäß den Ergebnissen eine längere Vegetationsperiode durch wärmere Temperaturen. Dies sahen auch zwei Betriebe als Chance für die Leistungsfähigkeit ihrer Nutztiere. Eine steigende Erzeugnisqualität sahen nur ein/e Teilnehmende/r und zwei Interviewte als Chance. Vier Teilnehmende sowie alle Interviewten sahen eine bessere Futtermittelverfügbarkeit in Verbindung mit einer steigenden Erntemenge, aber auch durch längere Weidezeiten als Chance. Untergeordnet wurde auch der möglich werdende Anbau von anderen Arten und Sorten, darunter (jeweils einmal genannt) Sojabohne, Hirse, Esparsette und spätere Maissorten, beschrieben. Als Chance für die Bodenbearbeitung wurde eine bessere Befahrbarkeit und Schonung von Maschinen von einem Teilnehmenden angeführt.

5.2 Klimaanpassung im Pflanzenbau

Interessant war, dass auch die Gruppe, die nie von einer Betroffenheit ihres Betriebes durch den Klimawandel ausgeht, Maßnahmen umsetzt, die auch der Klimaanpassung dienen können. Hingegen setzen nur vier Teilnehmende (drei konventionelle Betriebe in der Marsch, ein ökologischer Betrieb in der Geest) keine Maßnahmen um, die der Klimaanpassung zuträglich sein können.

Ein ökologischer sowie ein konventioneller Pflanzenbaubetrieb setzen trotz einer bereits bestehenden Betroffenheit keine Klimaanpassungsmaßnahmen im Pflanzenbau um.

Wassermanagement

Wie aus Abbildung 2 ersichtlich, setzten zwei konventionelle Betriebe aus Geest und Marsch Anpassungen in der Bewässerung um. Ein/e Landwirt/in nutzte die Stadtwasserleitung zur Bewässerung seiner Flächen.

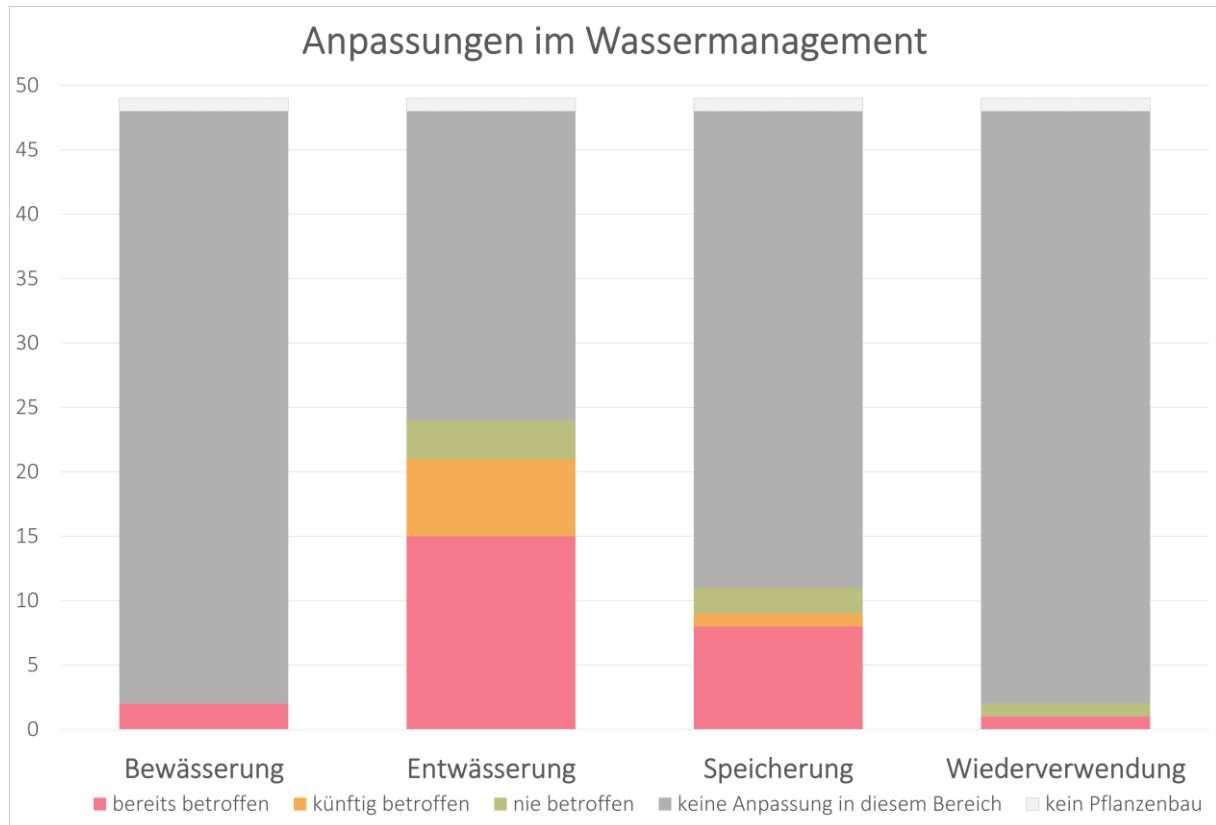


Abbildung 2: Anpassungen im Wassermanagement

24 Teilnehmende passten die Entwässerung ihrer Nutzflächen an, davon zwei ökologische Betriebe sowie 13 Betriebe mit Flächen vollständig/ überwiegend in der Marsch. Die Teilnehmenden führten überwiegend Drainagen (größere Anzahl bzw. intensivere Pflege) an. Zwei Teilnehmende bevorzugten Gruppen statt Drainagen. Eine intensivere Pflege von Gräben gaben zwei Teilnehmende an.

Bereits in den Interviews berichteten die Betriebe von ihren Plänen zur Wasserspeicherung. Um das Wasser in den Flächen zu halten, planten zwei Interviewte die Aufgabe bzw. Verringerung der Drainage- und Grabenpflege. Zum Zeitpunkt der Interviews waren diese Maßnahmen jedoch nicht umgesetzt. In der Online-Befragung gaben elf Betriebe an, Anpassungen in der Wasserspeicherung umzusetzen, darunter drei ökologische sowie zwei Betriebe mit Flächen überwiegend/ vollständig in der Geest.

Überwiegend wurden humusbildende Maßnahmen, aber auch eine verringerte Bodenbearbeitung sowie Grabeneinstau angegeben. Ein Betrieb wirkt dem Austrocknen von Gräben durch höhere Entwässerungsröhre entgegen. Ein/e Landwirt/in wies auf den Einbau von Rückhalteklappen in Sielen hin. Zwei teilnehmende konventionelle Betriebe beschrieben eine Anpassung an die Klimawandelfolgen durch Maßnahmen zur Wiederverwendung von Wasser. Leider wurde die gewählte Methode nicht näher beschrieben.

Insgesamt 17 Teilnehmende setzten keine dieser Anpassungen im Wassermanagement um, obwohl sie jetzt oder in Zukunft (vier der 17) von einer Betroffenheit durch Veränderungen im Wasserhaushalt (auch durch Wetterextreme) ausgehen.

Anpassungen im Monitoring und der Datenerhebung wurden von keinem der Teilnehmenden angegeben, in der Digitalisierung dagegen von einem Online- und zwei Delphi-Teilnehmenden sowie einem Interviewten. Dies bezog sich jedoch auf das Bodenmanagement: Der Interviewte berichtete von positiven Erfahrungen bei Erhebung der Färbung des Grünlands als Grundlage für angepasste Düngung.

Bodenmanagement

Insgesamt zehn teilnehmende Betriebe, darunter fünf Betriebe mit Flächen in der Marsch und ein ökologischer Betrieb, passten ihren Saatprozess an (siehe Abbildung 3).

Zwei Betriebe nannten eine spätere Aussaat. Als Ansätze aus der konservierenden Landwirtschaft wurden Mulchsaat und pfluglose Bodenbearbeitung insgesamt von acht Online-Teilnehmenden und auch drei Interviewten angeführt. Anpassungen in der Düngung beschrieben insgesamt elf konventionelle Betriebe, davon sieben in der Marsch, unter anderem bodennahe Ausbringungstechniken wie das Schleppschuhverfahren. Davon passten fünf Teilnehmende den Düngezeitpunkt an die Witterung (kein Düngen in Trockenperioden) an. Zwei Teilnehmende nutzten weniger Dünger. Anpassungen in der Fruchtfolge setzten acht Teilnehmende mit Flächen vollständig/überwiegend in der Marsch und fünf in der Marsch (davon zwei ökologische Betriebe) um. Diese umfassen den Ergebnissen zufolge eine vielfältigere sowie auf Witterung angepasste Artenauswahl. Ein Betrieb beschrieb indes, dass aufgrund der Befahrbarkeit Fruchtfolgen ausgesetzt werden mussten. Anpassungen in der Bodenbedeckung, die von insgesamt 14 teilnehmenden Betrieben, davon zwei ökologische sowie neun Betriebe in der Geest, umgesetzt wurden, betrafen überwiegend den Anbau von Zwischenfrüchten.

Mehrfach wurde angemerkt, dass Zwischenfrüchte auch ohne den Klimawandel angebaut werden, u. a. zur Nährstoffversorgung. Darüber hinaus gab ein interviewter Landwirt an, dass Untersaaten im Mais konkret geplant sind.

Agroforstsysteme nutzte keiner der teilnehmenden Betriebe, während zwei Online-Teilnehmende sowie zwei Interviewte Gehölze ohne forstliche Nutzung gegen Windbruch sowie zur Wasserhaltung angepflanzt haben. Ein Interviewter strebte eine Mischnutzung seiner Anpflanzung aus Obstbäumen, Wertholz und Energieholz kombiniert mit Sträuchern aus Naturschutzgründen an.

Zu Anpassungen im Ernteprozess wurde von drei teilnehmenden konventionellen Betrieben in der Marsch ein früherer Erntezeitpunkt bei der Grünlandernte angeführt. Als Anpassungen in Lagerung und Transport der Erzeugnisse veränderten ein teilnehmender und ein interviewter Betrieb die Bereifung ihrer Maschinen gegen Bodenverdichtungen.

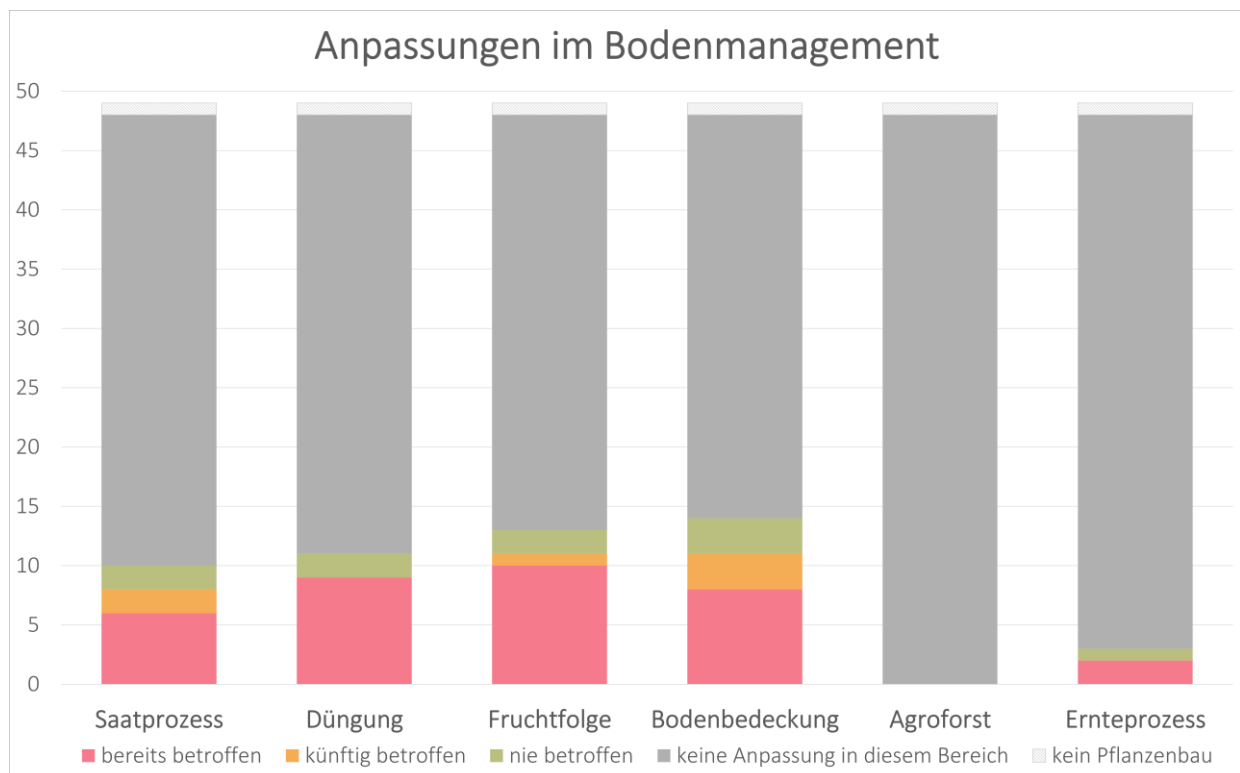


Abbildung 3: Anpassungen im Bodenmanagement

Arten- und Sortenwahl sowie Flächennutzung

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, gaben insgesamt 15 Betriebe Anpassungen in der Arten- und Sortenauswahl an, darunter acht Betriebe mit Flächen vollständig/ überwiegend in der Marsch.

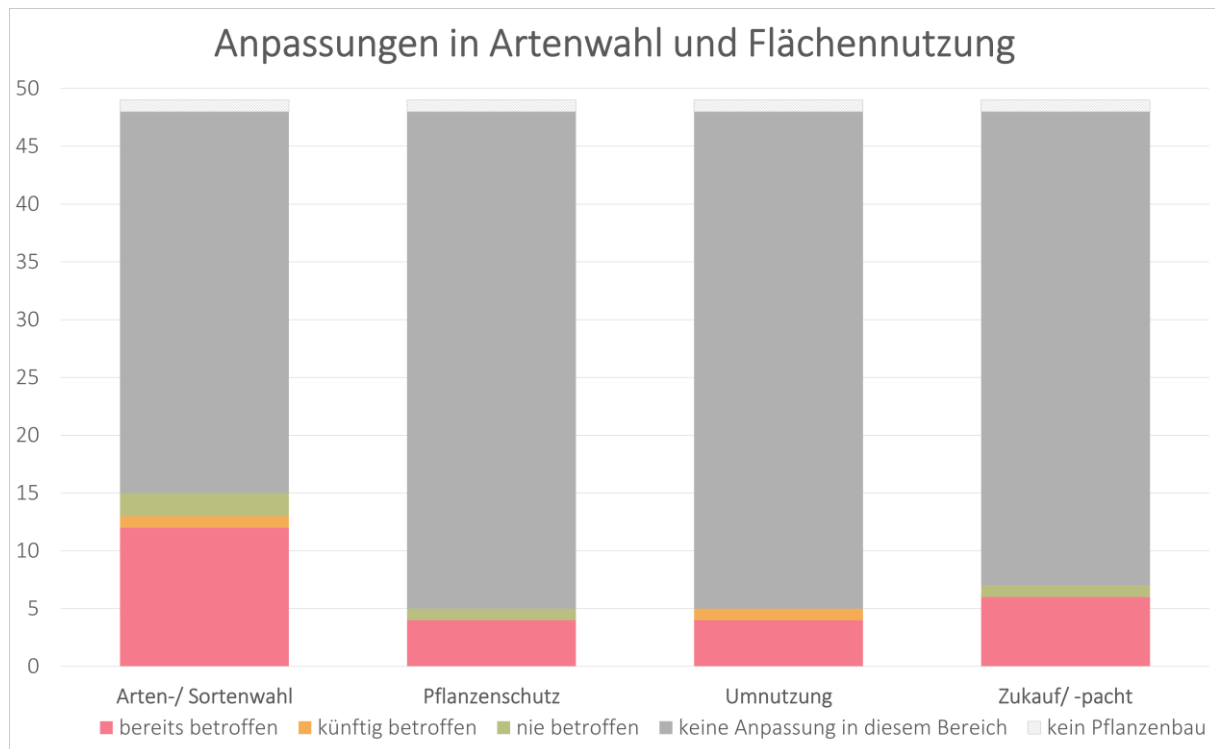


Abbildung 4: Anpassungen in der Artenwahl und Flächennutzung

Ein/e Teilnehmende/r benannte die Aussaat alter Getreidesorten. Zwei Betriebe führten eine Grünlanderneuerung an. Eine Diversifizierung von Grassaatmischungen nahmen insgesamt vier Betriebe vor, darunter Einsaaten mit Rotschwingel und Klee gras. Ein Interviewter merkte weiterhin an, dass aus seiner Sicht das Deutsche Weidelgras weiterhin den höchsten Futterwert und Ertrag hat. Das Augenmerk in allen Befragungsmethoden lag auf trockenheitstoleranten sowie tiefwurzelnden Arten. Züchtungsforschung für resilientere Maissorten wird auf den Flächen eines Interviewten betrieben.

In Abschnitt 2.2.1 wurde beschrieben, dass neben der Artenauswahl zur Senkung der Krankheitsanfälligkeit auch beispielsweise Anpassungen im Pflanzenschutz infrage kommen. Hier setzten fünf teilnehmende konventionelle Betriebe, davon vier Betriebe, die keine Betroffenheit durch andere bzw. häufigere Schadorganismen beschrieben, Anpassungen um. Ein Betrieb führte eine Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes aufgrund sinkender Erträge an. Alle weiteren beschrieben eine intensivere Bekämpfung, etwa von Pilzen, aufgrund milderer Winter.

Insgesamt gaben fünf Teilnehmende, darunter drei mit Flächen in der Marsch, an, dass sie ihre Flächen umnutzen. Genannt wurden die Aufgabe von Maisanbau (Betrieb in der Marsch), Umstellung auf Silomais bei Nässe und die Aufgabe von Weizenanbau (Betrieb in der Geest).

Ein Interviewter vertrat den Standpunkt, dass in der Untersuchungsregion aufgrund höherer Resilienz „die Grünlandnutzung die Nutzung der Zukunft ist“. Auch im Delphi zeigte ein/e Experte/in die Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung in Überschwemmungsbereichen als mögliche Anpassungsmaßnahme auf. Insgesamt sieben Teilnehmende, davon fünf mit Flächen vollständig/überwiegend in der Geest, kauften oder pachteten Flächen dazu, um (mögliche) Ernterückgänge zu kompensieren und nötige Grundfutterreserven vorhalten zu können.

5.3 Klimaanpassung in der Nutztierhaltung

Die angegebenen Anpassungen in der Nutztierhaltung werden in Abbildung 5 dargestellt. Anpassungen in der Fütterung, die von insgesamt zehn Teilnehmenden, darunter ein ökologischer Betrieb, umgesetzt wurden, betrafen vermehrte Zufütterung (u. a. bei Weidehaltung), erhöhte Futterqualität und Futterzukauf sowie die Erhöhung der Futterreserven.

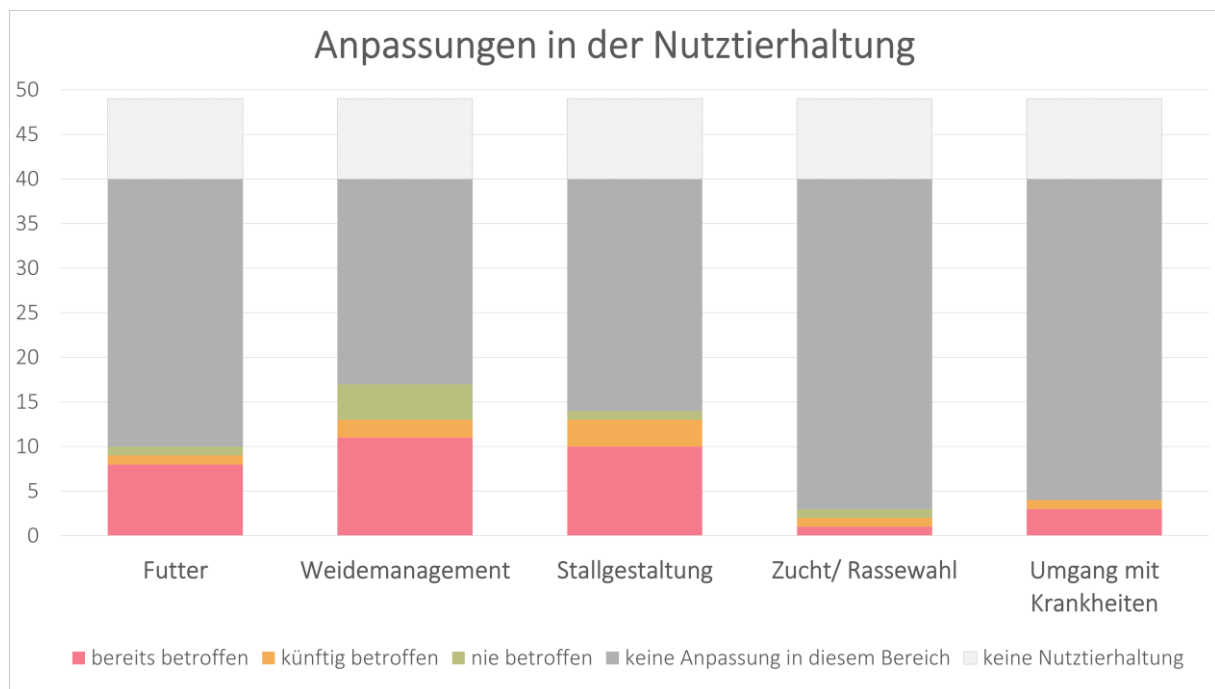


Abbildung 5: Anpassungen in der Nutztierhaltung

Ein/e Delphi-Teilnehmende/r schlägt die Nutzung alternativer Futterquellen (Nebenprodukte aus Industrie, dürreresistente Futterpflanzen), ein/e weitere/r die Anpassung der Fütterungszeitpunkte vor. Dies wurde von den Teilnehmenden jedoch nicht angegeben. 18 Teilnehmende führten Anpassungen im Weidemanagement an. Diese umfassten überwiegend eine Anpassung der Weidedauer (geringer in Hitzeperioden, längere Weidezeit im Herbst u. a. durch festere Grasnarbe bei Trockenheit). Drei Betriebe pflanzten bzw. erhalten Bäume zur Schaffung von Schattenplätzen.

Jeweils zwei Betriebe haben mehr Wasserstellen geschaffen und ihren Besatz verringert. Drei Teilnehmende gaben einen flexibleren Besatz an.

14 Betriebe haben ihre Ställe angepasst. Als Anpassungen in der Stallgestaltung wurden Belüftung sowohl durch Ventilatoren als auch durch Offenstallsysteme am häufigsten genannt. Darüber hinaus hatte ein Interviewter den Besatz im Stall angepasst. Sprengelanlagen wurden durch zwei Interviewte installiert. Je ein/e Befragte/r aller Erhebungsmethoden nannte explizit mehr Tierwohl im Stall als Maßnahme zur Resilienzstärkung.

Drei Teilnehmende gaben Anpassungen in Zucht und Rassenauswahl an, zwei hielten alte Rassen sowie robuste Rassen. Ein interviewter Landwirt beschrieb außerdem ein angepasstes Zuchtziel: Sein Betrieb möchte „vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit [...] die Lebensdauer der Kühe und die Lebensleistung der Tiere verbessern“ und „keine weitere Leistungssteigerung etablieren“.

Einen angepassten Umgang mit Krankheiten/ Parasiten führten vier Teilnehmende sowie ein Interviewter an. Als Beispiele wurden eine individuellere Behandlung in Bezug auf die Schadschwelle sowie eine intensivere Überwachung von Gesundheitsparametern angeführt.

Insgesamt drei konventionelle Betriebe, darunter zwei künftig betroffene Betriebe, setzten keine dieser Anpassungen um, obwohl sie jetzt oder in Zukunft klimawandelbedingte Probleme für die Gesundheit ihrer Tiere annehmen. Dagegen setzten auch 24 nutztierhaltende Betriebe einige dieser Maßnahmen um, obschon sie nicht von negativen Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit oder Gesundheit ihrer Tiere durch den Klimawandel ausgehen.

5.4 Finanzierung

In der Online-Befragung sowie in den Interviews wurden die Einnahmen aus dem Tagesgeschäft als häufigste Finanzierungsquelle für Klimaanpassungsmaßnahmen genannt (36 Teilnehmende). Fördergelder nannten nur zwei der vier Interviewten sowie insgesamt fünf Teilnehmende der Online-Befragung. Als Fördertöpfe wurden die Agrar- und Umweltmaßnahmen und die Bauernmilliarde (siehe hierzu auch BMEL, 2024) als Förderprogramm für Umweltschutz und Modernisierung der Bundesregierung (zwei Mal zur Finanzierung von Schleppschuhtechnik) genannt. Ein interviewter Biolandwirt führte einen Fördertopf seines Landkreises zur Finanzierung einer Streuobstwiese an. Dagegen hoben alle Befragten im Delphi Fördermittel als Möglichkeit zur Klimaanpassungsfinanzierung hervor.

Diversifizierung wurde von drei Interviewten sowie von vier Teilnehmenden angeführt. Jeweils einmal genannt wurden dabei erneuerbare Energien, Direktvermarktung, Ferienwohnungen, Lohnarbeit, Nutzung von Feldhecken und Zugaben aus Haupterwerb (nebenberuflicher Betrieb).

Ein interviewter Landwirt betreibt Sortenversuchspartzen und trägt somit zur Weiterentwicklung von klimatoleranten Arten bei.

Die Möglichkeit eines Vertragsnaturschutzes führte ein weiterer interviewter Landwirt an. Im Delphi wurden darüber hinaus Kohlenstoffmärkte und Ökosystemdienstleistungsprogramme als Möglichkeiten zur Finanzierung naturbasierter Klimaanpassung sowie als zusätzliche Einnahmequelle genannt. Diese Möglichkeiten wurden jedoch von keinem online-teilnehmenden Betrieb umgesetzt.

Einer der Interviewten sowie sieben Online-Teilnehmende gaben an, dass Versicherungen, vorrangig Hagel- und Starkregenversicherungen, zur Klimaanpassung bestehen. Aus dem Versicherungsgeld können wirtschaftliche Einbußen kompensiert werden. Einer der Teilnehmenden der Umfrage wies darauf hin, dass Versicherungen nicht zur Finanzierung geeignet sind, weil diese nur im Schadensfall greifen. Daher kann die Versicherung sowohl als Klimaanpassungsmaßnahme als auch als Finanzierungsmaßnahme gesehen werden.

5.5 Herausforderungen

Herausforderungen (siehe Abbildung 6) für eine erfolgreiche Klimaanpassung in der Region wurden in der Online-Umfrage nur von 14 Teilnehmenden sowie von drei Interviewten und allen Delphi-Teilnehmenden beschrieben:



Abbildung 6: Herausforderungen für eine erfolgreiche Klimaanpassung

Dynamische gesetzliche Rahmenbedingungen, darunter Anforderungen an das Tierwohl, führten laut einem Teilnehmenden zur Minderung von Planungssicherheit. Einschränkungen zur Verwendung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln (z. B. in roten Gebieten, Düngezeitpunkte) schränkten laut vier Betrieben zudem die Effektivität von Anpassungsmaßnahmen wie minimierte Bodenbearbeitung und den Aufbau einer Humusschicht zur Bodenwasserhaltung ein und wirken sich auf die Befahrbarkeit durch Maschinen aus: „Dadurch, dass wir nicht mehr auf Frost fahren dürfen, kommen wir nur noch schwer auf die Flächen drauf tatsächlich.“

Für Anpassungen im Wassermanagement wurden Einschränkungen durch Naturschutzauflagen zur Räumung von Gräben zur Verbesserung des Wasserabflusses von zwei Teilnehmenden sowie in einem Interview aufwändige wasserrechtliche Verfahren (Wassereinstau in Gräben) benannt.

Infrastrukturbedingte Herausforderungen beschrieben zwei Teilnehmende und ein Interviewter mit verkürzten Sichelzeiten durch den Meeresspiegelanstieg sowie unangepasstes Sichern als Grund für eine erschwerte Be- und Entwässerung. Auch beschrieb eine/r der Teilnehmenden Auswirkungen durch Vertiefungen von größeren Flüssen auf den Wasserhaushalt auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen (z. B. Verschlickung von Gräben). Ein Interviewter merkte an, dass auch für die Wiederverwendung von geklärtem Abwasser aus Kläranlagen zur Bewässerung seiner Flächen keine Infrastruktur bestand.

Hinsichtlich der Finanzierung der Klimaanpassung nannten sowohl jeweils zwei Interviewte und Delphi-Teilnehmende dynamische Agrarmärkte und damit schwankende Absatzpreise als Herausforderung. Gleichzeitig wurden gestiegene Kosten für Maschinen und Futter von drei Befragten beschrieben. Bürokratischer Aufwand ist laut zwei Betrieben eine Herausforderung, insbesondere für Bezugsmöglichkeiten zu Fördermitteln. So benannte ein/e Online-Teilnehmende/r, dass Fördergelder zu komplex aufgebaut sind, und ein/e weitere/r, dass keine weiteren Finanzierungsmöglichkeiten neben den Einnahmen aus dem Tagesgeschäft bekannt sind.

Als letztes führten ein Interviewter und drei ExpertInnen (hier insbesondere nach Erhalt der Ergebnisse in der zweiten Delphi-Runde) an, dass das Bewusstsein für die Notwendigkeit von Klimaanpassung aus ihrer Wahrnehmung noch nicht oder eingeschränkt vorhanden ist. Zudem waren laut einem Interviewten Erfahrungswerte zu Klimaanpassungsmaßnahmen in der Region, um eine flächendeckende Entwicklung anzuregen, noch begrenzt.

6 Diskussion

Fast alle teilnehmenden landwirtschaftlichen Betriebe an der niedersächsischen Nordseeküste setzen bereits Maßnahmen um, die der Klimaanpassung dienen können, allerdings in sehr unterschiedlichem Umfang. Die heterogenen Ergebnisse machen deutlich: Jeder landwirtschaftliche Betrieb ist individuell und unterliegt dynamischen Veränderungen durch den Klimawandel, aber auch durch betriebliche, gesetzliche und gesellschaftliche Entwicklungen. Aus dieser Individualität ergeben sich individuelle Voraussetzungen für und flexible Anforderungen an die Klimaanpassung (BEERMANN & SCHATTKE, 2015, 166, IPCC 2022, 108). Ob die angegebenen Maßnahmen explizit zur Klimaanpassung und nicht implizit für andere Zielsetzungen umgesetzt werden, konnte vorliegend jedoch nicht eindeutig erhoben werden. Dies führt zu den Chancen und Herausforderungen für eine weitere Integration der Klimaanpassung in der Untersuchungsregion, die im Folgenden dargestellt werden.

6.1 Motivation

Fast alle Teilnehmenden setzen Maßnahmen um, die auch der Klimaanpassung zuträglich sein können. Dass auch Betriebe solche Maßnahmen umsetzen, die von keiner Betroffenheit ihres Betriebes oder der Leistungsfähigkeit ihrer Nutztiere durch den Klimawandel ausgehen, könnte darauf hinweisen, dass die hier aufgeführten Maßnahmen auch aus anderen Motiven wie gesetzlichen Vorgaben zum Tierwohl oder auch zur Kosten- oder Arbeitszeiteinsparung umgesetzt werden (siehe hierzu auch autonome Anpassung, IPCC, 2022, 280).

So scheint sich der Zwischenfruchtanbau oder auch eine minimierte Bodenbearbeitung in Niedersachsen bereits etabliert zu haben: Die Quote der teilnehmenden Betriebe, die Zwischenfrüchte anbauen, liegt unter der niedersachsenweiten von gut 50 % (LSN, 2023). Es könnte sein, dass die Betriebe auch ohne Klimaanpassungsgedanken bereits Zwischenfrüchte angebaut, dies also nicht als Anpassungsmaßnahme angegeben haben. Die Motivationen wurden vorliegend nicht ermittelt, können aber in weiteren Forschungen aufgezeigt werden.

Gründe für den Zwischenfruchtanbau in Niedersachsen sind Gründüngung, Futter- und Biomassegewinnung (LSN, 2023). Solche Synergien von Klimaanpassungsmaßnahmen bieten große Vorteile auch für die weitere Integration. SCHNEIDER & FICHTER (2015, 79) beschrieben, dass Klimaanpassung von Betrieben eher umgesetzt wird, wenn sich Synergien mit anderen Unternehmenszielen wie der Gewinnmaximierung ergeben.

6.2 Bewusstsein und Vernetzung

Rund 15 % der Online-Teilnehmenden gehen davon aus, dass ihr Betrieb nie durch den Klimawandel betroffen sein wird. Die Teilnehmenden könnten einerseits annehmen, dass die jetzige Generation

nicht betroffen sein wird. Im Delphi führten die ExpertInnen andererseits „Gelassenheit“ oder auch Klimawandelskepsis als mögliche Gründe an. So gab ein Landwirt in der Umfrage an, dass es Wetterextreme immer gegeben hat und die Landwirtschaft sich seit jeher auf das Wetter einstellen musste.

Dagegen ergriffen fünf Betriebe keine Maßnahmen, um sich an ihre angegebene Betroffenheit durch den Klimawandel anzupassen. Ein Erklärungsansatz ist, dass der Klimaanpassung eine geringe Priorität beigemessen wird: Die Betriebe müssen sich in ihrer täglichen Arbeit mit diversen weiteren Handlungsfeldern auseinandersetzen. In den Erhebungen wurden beispielsweise Einschränkungen der Nutzung von Herbiziden und Dünger, aber auch Investitionen als vorrangige Themen für die landwirtschaftlichen Betriebe genannt. Umso wichtiger ist es, mögliche Synergien von Klimaanpassungsmaßnahmen mit diesen Handlungsfeldern herauszuarbeiten und zu kommunizieren (z. B. Kostenreduktion, Bodengesundheit, Klimaschutz (DACHLER, 2023, 339). Ein weiterer Erklärungsansatz ist fehlendes Wissen zu Klimaanpassungsoptionen. Wissen bildet die Grundlage für eine nachhaltige Klimaanpassung (BEERMANN & SCHATKE, 2015, 173; IPCC, 2023, 97). Um Möglichkeiten von Klimaanpassungsmaßnahmen für eine resiliente Betriebsstruktur aufzuzeigen, sind Informations- und individuelle Beratungsmöglichkeiten zur Stärkung des Bewusstseins und zur Lösungsfindung unerlässlich. Da die Betroffenheiten und Möglichkeiten auch von Hof zu Hof variieren können, ist nicht jede Klimaanpassungsmöglichkeit für jeden Betrieb passend (BEERMANN & SCHATKE, 2015, 166; BMEL, 2019, 9). Aus den Interviews ergab sich, dass schon diverse Informationsmöglichkeiten von Landwirtschaftskammer, Landvolk und Beratungsringen zum Thema bestehen, welche genutzt werden (können).

Auch ein Austausch zwischen einzelnen Landwirten kann die Umsetzung vorantreiben. Ein interviewter Landwirt sagte hierzu, dass Vorbildbetriebe wichtig sind. Wenn die Maßnahmen schon einmal funktioniert haben, würden andere Betriebe die Maßnahme eher umsetzen. Auf diese Weise könnten die Höfe voneinander lernen. Ein weiterer Interviewter hob hervor, dass die Betriebe nicht alleine Maßnahmen umsetzen, sondern gemeinsam mit politischen Entscheidungsträgern Lösungswege abstimmen sollten. Durch diesen Governance-Ansatz könnte nicht nur die Akzeptanz, sondern auch die Motivation zur Umsetzung gesteigert werden. Die Einbindung von Politik, aber auch von der Wissenschaft kann die Entwicklung vom Einzelprojekten hin zu einer strukturellen Verankerung unterstützen. Eine beständige wissenschaftliche Begleitung von Maßnahmentests kann verdeutlichen, welche Maßnahmen für welche Betriebe geeignet sein können. Auf diese Weise könnte die Gesamtheit der Betriebe von vernetzten Projekten profitieren (BMEL, 2019, 9; VON GLEICH & GÖBLING-REISEMANN, 2015, 30-34).

6.3 Wirtschaftliche Unsicherheiten

Ein Grund für die Zurückhaltung bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen könnten auch wirtschaftliche Unsicherheiten sein, die von rund der Hälfte der Teilnehmenden angegeben wurden. Digitalisierung, wie etwa Methoden des Precision Farmings wurden von den Befragten kaum umgesetzt. Dies könnte unter anderem durch die hohen Investitionskosten erklärt werden. Unsicherheiten in Bezug auf Investitionen wurden auch bei den Herausforderungen genannt.

Die Kosteneffektivität ist ein wichtiger Baustein für Klimaanpassungsmaßnahmen (IPCC, 2023, 23) und könnte beim Erproben und Umsetzen von Klimaanpassungsmaßnahmen in der Region wissenschaftlich begleitet werden, um monetäre Vorteile der Klimaanpassung verdeutlichen zu können.

6.4 Meeresspiegel und Besonderheiten der Region

Besonderheiten der Region sind nicht nur die Nutzungsstrukturen und die Böden, sondern auch die Lage an der Nordseeküste. Der steigende Meeresspiegel und die Gefahr von Salzwasserintrusionen, also das Eindringen von Salzwasser in Süßgewässer, sind für die befragten Betriebe bisher kein großes Thema. Das könnte damit zusammenhängen, dass der Meeresspiegel der Nordsee seit der Eiszeit steigt und somit schon lange eine Entwicklung ist, mit der die Bevölkerung an der Küste umgehen muss. Seit dem Mittelalter besteht bereits eine zusammenhängende Deichlinie, die als Küstenschutzmaßnahme Beeinträchtigungen des Binnenlands durch die Folgen des Meeresspiegelanstiegs abwehrt (SINDL, 2014, 39-40).

Durch die Kombination aus Meeresspiegelanstieg und veränderter Niederschlagsverteilung kann in Zukunft jedoch auch die Entwässerung von Binnendeichsflächen erschwert werden (MU, 2022, 85). Nach VON GLEICH & GÖBLING-REISEMANN (2015, 20-21) soll Klimaanpassung vorsorglich und flexibel gestaltet werden, um nicht nur auf bestehende, sondern auch auf erwartete sowie, aufgrund bestehender Unsicherheiten in Bezug auf den Klimawandel, künftig mögliche Folgen vorbereitet zu sein. Daher könnten Klimaanpassungsmaßnahmen an den Meeresspiegelanstieg zumindest erprobt werden, um bei bzw. vor Eintreten negativer Folgen umgehend funktionierende Maßnahmen umsetzen zu können.

Dieses Beispiel zeigt jedoch auch eine Grenze der vorliegenden Erhebung auf – die Messbarkeit der Zunahme spürbarer Klimawandelfolgen als Ursache für die Umsetzung von Klimaanpassung: Potenzielle Klimaanpassungsmaßnahmen wie die Schaffung von Entwässerungsstrukturen werden schon seit Jahrhunderten in der Untersuchungsregion umgesetzt. Weiterführende Forschungen könnten zeigen, wie sich das Bewusstsein zur notwendigen Anpassung solcher bestehenden Systeme sowie deren Umsetzung in der Zukunft ändert.

6.5 Rahmenbedingungen

Ein angepasstes Wassermanagement zählt weltweit zu den am häufigsten umgesetzten Anpassungsmaßnahmen in landwirtschaftlichen Betrieben (IPCC, 2022, 21). Anders als in vielen anderen Regionen scheint eine ausreichende Wasserverfügbarkeit bei den teilnehmenden Betrieben bisher gegeben zu sein. Bewässerung und Wasserspeicherung wurden nur von wenigen Teilnehmenden angepasst. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von SCHNEIDER & FICHTER (2015, 57, 59), die beschrieben, dass die Vulnerabilität von Entwässerungsbedarf in der Marsch und Bewässerungsbedarf in der Geest bisher eher gering ist, auch da in der Region umfassendes Wissen zu Anpassungsmöglichkeiten besteht.

Im niedersachsenweiten Vergleich bewässern 12 % der Betriebe ihre Flächen (LSN, 2023), von den Teilnehmenden jedoch nur 4 %. In der Untersuchungsregion bleibt die klimatische Wasserbilanz voraussichtlich zwar positiv, die Niederschlagsmuster verschieben sich jedoch. Ein vorausschauender Klimaanpassungsansatz könnte die Wasserspeicherung weiter in den Fokus rücken, vor allem, da viele Teilnehmende Bodenveränderungen und Schwierigkeiten bei der Nutzung von Maschinen durch Vernässungen und Dürre und Starkregen als Probleme bereits jetzt genannt haben. An diesem Beispiel soll auch deutlich gemacht werden, dass der Abbau von Bürokratie (z. B. wasserrechtliche Verfahren) sowie Aufbau von Infrastruktur (z. B. angepasste mind. regionale Be- und Entwässerungssysteme, Hochwasserschutz) die Betriebe bei der Klimaanpassung unterstützen können (EEA, 2019, 6). An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass bei der Einordnung der Ergebnisse zu berücksichtigen ist, dass die Online-Umfrage in einem niederschlagsreichen Herbst/ Winter durchgeführt wurde. Dieser Umstand kann sich auf die Antwortwahl der Betriebe auswirken und so einen Faktor für die hohe Betroffenheit durch Wasserüberschuss darstellen.

7. Fazit

Das Ziel der Landwirtschaft, die betriebliche ökonomische Stabilität und zudem die Nahrungsmittelversorgung zu sichern, wird nicht nur durch betriebsinterne Entscheidungen, sondern auch durch externe Einflussfaktoren, etwa Gesetze, Märkte, Infrastrukturen und nicht zuletzt den Klimawandel, beeinflusst. Dies wirkt sich auch auf eine erfolgreiche Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen aus.

Die vorliegende Arbeit sollte einen Überblick über die derzeitige Integration von möglichen Klimaanpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste geben. Wichtigste Handlungsfelder sind gemäß den Ergebnissen das angepasste Wasser- und Bodenmanagement, während beispielsweise die Anpassungen an eine veränderte Biodiversität und

den Meeresspiegelanstieg, aber auch Methoden der Digitalisierung oder Zucht bisher wenig relevant für die Befragten sind. Auch wenn hier bisher von einer geringen Relevanz ausgegangen wird, können Klimaanpassungsmaßnahmen aus vorsorglicher Sicht für die regionalen und lokalen Gegebenheiten zumindest bereits erprobt werden, um für derzeitige und künftige Veränderungen handlungsfähig zu sein. Dabei sollten möglichst viele Akteure einbezogen werden, um nicht nur Akzeptanz und Motivation zur Umsetzung bei den LandwirtInnen zu steigern, sondern auch der Bedeutung der öffentlichen Hand für Infrastruktur, rechtliche Vorgaben, Forschung und Vernetzung nachzukommen. So können für die einzelnen Betriebe individuell anwendbare Maßnahmen identifiziert und strukturelle Lösungen geschaffen werden. Auf diese Weise können die landwirtschaftlichen Betriebe durch eine verstärkte Integration von Maßnahmen der Klimaanpassung auch für künftige Umweltveränderungen, unter anderem aufgrund des Klimawandels, gewappnet sein.

Zusammenfassung

Klimaanpassung in der Landwirtschaft an der niedersächsischen Nordseeküste

In der Landwirtschaft als klimasensible Branche können für den Umgang mit den Klimawandelfolgen Klimaanpassungsmaßnahmen umgesetzt werden. Vorliegend sollte die Frage beantwortet werden, inwiefern solche Maßnahmen an der niedersächsischen Nordseeküste ergriffen werden. Anfangs wurden vier Interviews zu den Themen Betroffenheit durch Klimawandelfolgen, umgesetzte Klimaanpassungsmaßnahmen und deren Finanzierung sowie Herausforderungen für eine erfolgreiche Klimaanpassung geführt. Die Ergebnisse wurden zur Weiterentwicklung einer strukturell identischen Online-Umfrage genutzt, an welcher 49 landwirtschaftliche Betriebe aus der Region teilnahmen. Ergänzend wurde mithilfe der Delphi-Methode eine ExpertInnenbefragung durchgeführt. Wichtigste Maßnahmen sind gemäß den Ergebnissen das angepasste Wasser- und Bodenmanagement, während beispielsweise die Anpassungen an eine veränderte Biodiversität und den Meeresspiegelanstieg, aber auch Methoden der Digitalisierung oder Zucht bisher wenig relevant für die Befragten sind. Als Herausforderungen konnten Motivation, Bewusstsein und Vernetzung, wirtschaftliche Unsicherheiten und politische Unsicherheiten identifiziert werden.

Summary

Climate Adaptation in Agriculture on the North Sea Coast of Lower Saxony

In agriculture, as a climate-sensitive industry, climate adaptation measures can be implemented to deal with the consequences of climate change. In this case, the question should be answered to what extent such measures are taken on the North Sea coast of Lower Saxony. Initially, four interviews were conducted on the topics of climate change impact, implemented climate adaptation measures and their financing, and challenges for successful climate adaptation. The results were used to further develop a structurally identical online survey in which 49 farms from the region participated. In addition, an expert survey was conducted using the Delphi method. According to the results, the most important measures are adapted water and soil management, while for example, adaptations to a changed biodiversity and sea level rise, as well as methods of digitization or breeding were not relevant to the respondents. Motivation, awareness and networking, economic uncertainties and political uncertainties were identified as challenges.

Literatur

ANTONELI, VALDEMIR; REBINSKI, EVERSON A; BEDNARZ, JOÃO ANESIO; ROIGO-COMINO, JESÚS; KEESSTRA, SASKIA DEBORAH; CERDÀ, ARTEMI; FERNÁNDEZ, MANUEL PULIDO (2018). Soil erosion induced by the introduction of new pasture species in a faxinal farm of southern Brazil. *Geosciences* (Basel), 2018, 8 (5), 166 (1-12). doi: 10.3390/geosciences8050166.

BEERMANN, MARINA; SCHATTKKE, HEDDA (2015). Klimaanpassung und Resilienz in der Ernährungswirtschaft. Identifikation von Erfolgsparametern im unternehmerischen Kontext. In: v. Gleich, Arnim; Siebenhüner, Bernd (Hg.) (2015). Regionale Klimaanpassung im Küstenraum. Marburg: Metropolis-Verlag.

BLUM, WINFRIED E. H. (2019). Boden und globaler Wandel. Berlin: Springer Spektrum. doi: 10.1007/978-3-662-59742-2.

BÖHM, CHRISTIAN; VESTE, MAIK (2018). Agrarholzanbau im Kontext einer modernen Landwirtschaft. In: Veste, Maik; Böhm, Christian (Hg.) (2018). Agrarholz – Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft. Biologie – Ökologie – Management. Berlin, Heidelberg: Springer, 57-80. doi: 10.1007/978-3-662-49931-3.

BMEL (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT) (2024). Das Investitionsprogramm Landwirtschaft [Zugriff am: 25.05.2025]. Verfügbar unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/investitionsprogramm-landwirtschaft.html>.

BMEL (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT) (2019). Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel.

DACHLER, MICHAEL (2023). Welternährung. Status quo und Ausblick zur globalen Ernährungslage. Springer. doi: 10.1007/978-3-662-66904-4.

DEUMLICH, DETLEF; FUNK, ROGER; FRIELINGHAUS, MONIKA; SCHMIDT, WALTER-ALEXANDER; NITZSCHE, OLAF (2006). Basics of effective erosion control in German agriculture. *Journal of plant nutrition and soil science*, 2006-06, 169 (3), 370-381. doi: 10.1002/jpln.200621983.

DESTATIS (2021). Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Einkommenskombinationen. Landwirtschaftszählung. Fachserie 3 Reihe 2.1.7.

DZHANCHAROVA, GULNARA K.; FEDOTOVA, GILYAN V.; ZOLOTAREV, SERGEY V.; SALAEV, BADMA K.; YULDASHBAEVA, ZARINA YU. (2022). Artificial Intelligence Technologies in Managing the Innovative Development of the Agricultural Complex. In: Popkova, Elena G.; Sergi, Bruno S. (Hg.) (2022). Smart Innovation in

Agriculture. Smart Innovation, Systems and Technologies. Singapur: Springer. doi: 10.1007/978-981-16-7633-8_1.

EEA (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY) (2019). Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe. EEA-Report No 04/2019. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

ENGEL, NICOLE; BUG, JAN; STADTMANN, ROBIN & HARDERS, DENISE (2024). Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen. In: LBEG Geofakten 46. Hannover. doi: 10.48476/geofakt_46_1_2024.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2024). Conservation Agriculture [Zugriff am: 25.05.2025]. Verfügbar unter: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>

HÄDER, MICHAEL; HÄDER, SABINE (2022). Delphi-Befragung. In Baur, Nina; Blasius, Jörg (Hg.) (2022). Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, 921-928. doi: 10.1007/978-3-658-37985-8_59.

HARMS, JAN; HADIN, BERNHARD; GEISCHER, STEPHANIE; ZAHNER, JOHANNES (2020). Untersuchung und Bewertung baulicher und technischer Maßnahmen zur Reduzierung des Hitzestresses bei Milchkühen. Endbericht.

HELFFERICH, CORNELIA (2022). Leitfaden- und Experteninterviews. In Baur, Nina; Blasius, Jörg (Hg.) (2022). Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, 875-892. doi: 10.1007/978-3-658-37985-8_55.

HELMHOLTZ-ZENTRUM HEREON (Hg.) (2023). Norddeutscher Klimamonitor. Nordseeküste, letzter Zugriff am 25.05.2025 unter <https://www.norddeutscher-klimamonitor.de>.

HELMHOLTZ-ZENTRUM HEREON (Hg.) (2021). Klimaausblicke für Landkreise. GERICS - Climate Service Center Germany [Zugriff am: 25.05.2025]. Verfügbar unter: https://www.gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/landkreise/index.php.de

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2023). Climate Change. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2022). Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions.

KARCZMARZYK, ANDRÉ; PFRIEM, REINHARD; STAGGE, MARTINA (2015). Die Entwicklung unternehmensbezogener Klimaanpassungsstrategien (eukas). In v. Gleich, Arnim; Siebenhüner, Bernd (Hg.) (2015). Regionale Klimaanpassung im Küstenraum. Marburg: Metropolis, 85-108.

KELLE, UDO (2022). Mixed Methods. In Baur, Nina; Blasius, Jörg (Hg.) (2022). Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, 163-177. doi: 10.1007/978-3-658-37985-8_9.

KHOURY, COLIN K.; BRUSH, STEPHEN; COSTICH, DENISE E.; CURRY, HELEN ANNE; DE HAAN, STEF; ENGELS, JOHANNES M. M.; GUARINO, LUIGI; HOBAN, SEAN; MERCER, KRISTIN L.; MILLER, ALLISON J.; NABHAN, GARY P.; PERALES, HUGO R.; RICHARDS, CHRIS; RIGGINS, CHANCE; THORMANN, IMKE (2022). Crop genetic erosion: understanding and responding to loss of crop diversity. *Tansley Review. New Phytologist* 233, 84–118. doi: 10.1111/nph.17733.

KLIEM, LEA; GEORGE, KATJA (2017). Von Starkregen bis Trockenheit – Anpassungsstrategien für die deutsche Landwirtschaft. Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.

LSN (LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN) (2024). Katasterfläche nach Nutzungsarten (16) der tatsächlichen Nutzung (ALKIS) und Agrarstrukturhebung (ASE) [Zugriff am: 25.05.2025]. Verfügbar unter: <https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/default.asp>

LSN (LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN) (2023). Ergebnisse der Agrarstrukturhebung Niedersachsen 2023 [Zugriff am: 25.05.2025]. Verfügbar unter: https://www.statistik.niedersachsen.de/landwirtschaft_forstwirtschaft_fischerei/landwirtschaft_in_niedersachsen/agrarstrukturhebung_landwirtschaftliche_betriebe/ergebnisse-der-agrarstrukturhebung-niedersachsen-2023-232819.html#Zwischenfruchtanbau_und_Bewaesserung

MEINKE, INSA; WEISSE, RALF (2024). Nordseesturmfluten im Klimawandel. Perspektiven der Küstenentwicklung. Helmholtz-Zentrum Hereon.

MU (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ) (2022). Niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels 2021. Hannover.

MUONI, TARIRAI; KOOMSON, ERIC; ÖBORN, INGRID; MAROHN, CARSTEN; WATSON, CHRISTINE A.; BERGKVIST, GÖRAN; BARNES, ANDREW; CADISCH, GEORG; DUNCAN, ALAN (2020). Reducing soil erosion in smallholder farming systems in east Africa through the introduction of different crop types. *Experimental Agriculture*, 56, 183-195. doi: 10.1017/S0014479719000280.

PETERSEN, LILLIAN KAY (2019). Impact of Climate Change on Twenty-First Century Crop Yields in the U. S. *Climate* 2019, 7, 40. doi: 10.3390/cli7030040.

SÁNCHEZ-MOLANO, ENRIQUE; KAPSONA, VANESSA V.; ILSKA, JOANNA J.; DESIRE, SUZANNE; CONINGTON, JOANNE; MUCHA, SEBASTIAN; BANOS, GEORGIOS (2019). Genetic analysis of novel phenotypes for farm animal resilience to weather variability. *BMC Genetics*, 2019, 20: 84. doi: 10.1186/s12863-019-0787-z.

SCHNEIDER, TINA; FICHTER, KLAUS (2015). Bereiten sich Unternehmen auf die Folgen des Klimawandels vor? – Ergebnisse von Unternehmensbefragungen und Fallstudien. In v. Gleich, Arnim; Siebenhüner, Bernd (Hg.) (2015). Regionale Klimaanpassung im Küstenraum. Marburg: Metropolis, 73-84.

SEJIAN, VEERASAMY; BHATTA, RAGHAVENDRA; GAUGHAN, JOHN; MALIK, PRADEEP KUMAR; NAQVI, S. M. K.; LAL, RATTAN (2017). Sheep Production Adapting to Climate Change. Singapur: Springer. doi: 10.1007/978-981-10-4714-5_1.

SHAO, HONGBO; CHU, LIYE; LU, HAIYING; QI, WEICONG; CHEN, XIN; LIU, JIA; KUANG, SHAOPING; TANG, BOPING; WONG, VANESSA (2018). Towards sustainable agriculture for the salt-affected soil. Land Degradation & Development, 2019-03, 30, 5, 574-579. doi: 10.1002/ldr.3218.

SINDL, LUISE (2014). Der Störtebekerdeich – Wechselwirkungen zwischen Mensch und Meer an der Nordseeküste. In Jakubowski-Tiessen, Manfred; Masius, Patrick; Sprenger, Jana (Hg.) (2014). Schauplätze der Umweltgeschichte in Niedersachsen. Göttingen: Universitätsverlag, 37-48.

UBA (UMWELTBUNDESAMT) (2022). Klimafolgen: Handlungsfeld Landwirtschaft. Abiotischer Stress bei Kulturpflanzen [Zugriff am: 25.05.2025]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimafolgen-deutschland/klimafolgen-handlungsfeld-landwirtschaft#abiotischer-stress-bei-kulturpflanzen>.

VLK (VERBAND DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN) (2019). Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Ackerbau. Berlin.

VON GLEICH, ARNIM & GÖBLING-REISEMANN, STEFAN (2015). Resilienz als Leitkonzept für regionale Entwicklung und Klimaanpassung. In v. Gleich, Arnim; Siebenhüner, Bernd (Hg.) (2015). Regionale Klimaanpassung im Küstenraum. Marburg: Metropolis, 19-40.

ZILBERMAN, DAVID; LIPPER, LESLIE; MCCARTHY, NANCY; GORDON, BEN (2018). Innovation in Response to Climate Change. In: Lipper, Leslie; McCarthy, Nancy; Zilberman, David; Asfaw, Solomon; Branca, Giacomo (Hg.) (2018). Climate Smart Agriculture. Building Resilience to Climate Change. Cham: Springer, 49-74. doi: 10.1007/978-3-319-61194-5_4.

ZOLNIKOV, TARA RAVA (2019). Global Adaptation and Resilience to Climate Change. Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-030-01213-7_1.

Anschrift der Autorin

Marieke Stammermann

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Ammerländer Heerstraße 114-118

26129 Oldenburg

E-Mail: marieke.stammermann@uni-oldenburg.de

Danksagung

Ich danke Elke, Claas und allen, die an meinen Erhebungen teilgenommen haben.