

Der Weg zu regenerativer Landwirtschaft in Deutschland – und darüber hinaus

März 2023

Von Torsten Kurth, Benjamin Subei, Paul Plötner, Felicitas Bünger, Max Havermeier und Simon Krämer

BCG





Die Boston Consulting Group (BCG) unterstützt führende Akteure aus Wirtschaft und Gesellschaft in partnerschaftlicher Zusammenarbeit dabei, Herausforderungen zu meistern und Chancen zu nutzen. Seit der Gründung 1963 leistet BCG Pionierarbeit im Bereich Unternehmensstrategie. Die Boston Consulting Group hilft Kunden, umfassende Transformationen zu gestalten: Die Beratung ermöglicht komplexe Veränderungen, eröffnet Wachstumschancen, schafft Wettbewerbsvorteile, verbessert die Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit und bewirkt so dauerhafte Verbesserungen des Geschäftsergebnisses.

Nachhaltiger Erfolg erfordert die Kombination aus digitalen und menschlichen Fähigkeiten. Die vielfältigen, internationalen Teams von BCG bringen tiefgreifende Expertise in unterschiedlichen Branchen und Funktionen mit, um Veränderungen anzustoßen. BCG verzahnt führende Managementberatung mit Expertise in Technologie, Digital und Analytics, neuen Geschäftsmodellen und der übergeordneten Sinnfrage für Unternehmen. Sowohl intern als auch bei Kunden setzt BCG auf Gemeinschaft und schafft dadurch Ergebnisse, die Kunden nach vorne bringen. Das Unternehmen mit Büros in mehr als 100 Städten in über 50 Ländern erwirtschaftete weltweit mit 25.000 Mitarbeiter:innen im Jahr 2021 einen Umsatz von 11 Milliarden US-Dollar.

Weitere Informationen: www.bcg.de

Der NABU engagiert sich seit 1899 für Mensch und Natur. Mit mehr als 900.000 Mitgliedern und Fördernden ist der NABU der mitgliederstärkste Umweltverband in Deutschland.

Zu den wichtigsten Aufgaben des NABU zählen der Erhalt der Lebensraum- und Artenvielfalt, die Nachhaltigkeit der Land-, Wald- und Wasserwirtschaft und nicht zuletzt der Klimaschutz. Die Vermittlung von Naturerlebnissen und die Förderung naturkundlicher Kenntnisse gehören zu den zentralen NABU-Anliegen.

In den rund 2.000 NABU-Gruppen und rund 70 Infozentren in ganz Deutschland steht praktischer Naturschutz genauso auf dem Programm wie Lobbyarbeit, Umweltbildung, Forschung und Öffentlichkeitsarbeit.

Der NABU ist einer der ältesten und größten Partner von BirdLife International.

www.NABU.de

www.birdlife.org

Inhaltsverzeichnis

- 01** Vorwort
- 03** Zusammenfassung
- 05** Zeit für eine Landwirtschaftswende
 - Der nicht nachhaltige Status Quo
 - Die Argumente für regenerative Landwirtschaft
- 10** Regenerative Landwirtschaft als kontextbedingter Wandel
 - Definition regenerativer Landwirtschaft
 - Implementierung regenerativer Landwirtschaft
 - Transformationspfade zu regenerativer Landwirtschaft in Deutschland
- 23** Ökonomische und sozio-ökologische Bewertung von regenerativer Landwirtschaft
 - Effekte regenerativer Landwirtschaft auf die Wirtschaftlichkeit von Agrarbetrieben
 - Die sozio-ökologischen Effekte regenerativer Landwirtschaft
 - Auswirkungen regenerativer Landwirtschaft auf das deutsche Agrar- und Ernährungssystem
- 53** Der Aufbruch zu einer regenerativen Landwirtschaft
- 63** Anhang



Vorwort

In seiner jüngsten Veröffentlichung „Earth for All – ein Survivalguide für unseren Planeten“ aus dem Jahr 2022 fordert der Club of Rome nichts weniger als die nächste landwirtschaftliche Revolution. Und dafür gibt es reichlich Gründe.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich der fortschreitende Klimawandel und der Biodiversitätsverlust von einer Warnung der Wissenschaft zu einer erschreckenden Realität entwickelt: Die landwirtschaftlichen Erträge in Deutschland stagnieren im Vergleich zu historischen Ertragssteigerungen – eine Folge der immer häufigeren und intensiveren extremen Wetterereignisse wie Trockenheit und Starkregen.

Die Landwirtschaft gehört zu den Wirtschaftszweigen, die am stärksten vom Klimawandel betroffen sind – und trägt

gleichzeitig wesentlich zu den Ursachen der globalen Erwärmung und des Verlustes der Biodiversität bei. Das derzeitige Tempo und der Umfang positiver Veränderungen in der deutschen und weltweiten Agrar- und Ernährungswirtschaft reichen nicht aus, um den ökologischen Fußabdruck der Landwirtschaft hinreichend zu verringern und gleichzeitig die Lebensgrundlage und gesunde Ernährung von Milliarden von Menschen zu sichern.

Im Jahr 2020 konnten sich mehr als drei Milliarden Menschen weltweit keine gesunde Ernährung leisten, und diese Zahl steigt. Der Club of Rome und der jüngste IPCC-Bericht betonen, dass bis 2050 nur eine regenerative und konsequente Transformation die Landwirtschaft angemessen umgestalten, den Zugang zu Lebensmitteln verbessern und deren Verschwendung minimieren kann.

Wenn wir ein gesundes Agrar- und Ernährungssystem für die Menschen und den Planeten schaffen wollen, müssen wir unser derzeitiges System völlig neu denken und einen Weg zu einer regenerativen Landwirtschaft einschlagen.

Mit dieser Studie – einem gemeinsamen Projekt der Boston Consulting Group (BCG) und des Naturschutzbund Deutschland (NABU) – wollen wir einen Transformationspfad für die regenerative Transformation der deutschen Landwirtschaft aufzeigen, die regenerative Landwirtschaft und ihre Praktiken entmystifizieren und vor allem die Vorteile aufzeigen, die sie für das gesamte Agrar- und Ernährungssystem mit sich bringt – für die Anbauer, den gesamten Lebensmittelsektor und unsere Gesellschaft im Ganzen.

Dazu haben wir im Rahmen dieses Reports eine Meta-Studie durchgeführt und bestehende wissenschaftliche Studien und praktische Erfahrungsberichte zu einem ganzheitlichen Bild zusammengefügt. Dabei haben wir die Ergebnisse durchgehend und intensiv mit unserem Experten-Panel aus Landwirten, Agronomen und Agrar-Veteranen verprobt und validiert, um den Praxisbezug für die deutsche Landwirtschaft sicher zu stellen.

Wir hoffen, dass diese Studie Agrarbetriebe dazu inspiriert, Schritte in Richtung einer regenerativen Transformation auf ihrem Land zu unternehmen, und Lebensmittelproduzenten und Einzelhandel dazu ermutigt, regenerative Landwirtschaft zur neuen Normalität in ihren Lieferketten zu machen. Wir möchten auch Bildungseinrichtungen, Agronomie-Beratungsdienstleister*innen und politische Entscheidungsträger*innen dazu ermutigen, die regenerative Transformation der Landwirtschaft zu unterstützen und zu ermöglichen. Nur durch schnelles, kollektives und entschlossenes Handeln werden wir in der Lage sein, das zukunftssichere Agrar- und Ernährungssystem zu schaffen, das wir heute und künftige Generationen so dringend benötigen.

Jörg-Andreas Krüger
NABU-Präsident

Torsten Kurth
BCG Managing Director und Senior Partner





Zusammenfassung

Die globale Agrar- und Ernährungswirtschaft trägt immens zum Klimawandel und zum Verlust der Biodiversität bei und gehört gleichzeitig zu den Branchen, die am stärksten von diesen ökologischen Krisen betroffen sind. In Deutschland ist der wirtschaftliche, soziale und regulatorische Druck auf das Agrarsystem besonders groß. Die Landwirtschaft trägt mit 12,5 Prozent zu den gesamten Scope-1-Treibhausgas(THG)-Emissionen des Landes bei. Die Agrarbetriebe müssen mit der zunehmenden Intensität und Häufigkeit extremer Wetterereignisse – sowohl Trockenheit als auch Starkregenfälle – umgehen, welche die Ernteerträge stark beeinträchtigen, während sie gleichzeitig mit gestiegenen Kosten für Land, Maschinen und landwirtschaftliche Betriebsmittel konfrontiert werden. Gleichzeitig legen Regulierungsbehörden strengere Grenzwerte für und Regeln für den Einsatz agrarchemischer Betriebsmittel fest und fordern Änderungen in der Landnutzung, während die Verbraucher*innen gesündere und billigere Lebensmittel verlangen.

Regenerative Landwirtschaft ist ein zentraler Ansatz der Landwirtschaft, um zum einen die negativen Auswirkungen der Branche auf unsere Böden und das Klima deutlich zu reduzieren und zum anderen die ökonomische Situation im gesamten Agrar- und Ernährungssystem zu erhöhen – von den Höfen über die Lebensmittelhersteller und den Einzelhandel bis hin zu den Verbraucher*innen. Obwohl wir uns in dieser Studie auf Deutschland konzentrieren, sehen wir Deutschland stellvertretend für alle entwickelten Agrarmärkte der Welt, sodass wir den aufgezeigten Transformationspfad für konzeptionell übertragbar halten.

Wir definieren regenerative Landwirtschaft als „adaptiven Ansatz, Landwirtschaft zu betreiben, der praktisch erprobte und wissenschaftlich fundierte Maßnahmen anwendet, die sich auf die Gesundheit von Böden und Pflanzen konzentrieren, um die Ertragsresilienz zu steigern und gleichzeitig positive Auswirkungen auf Kohlenstoff- und Wasserkreisläufe sowie Biodiversität zu schaffen“. Ein gesunder Boden ist die wichtigste Voraussetzung für eine produktive Land-



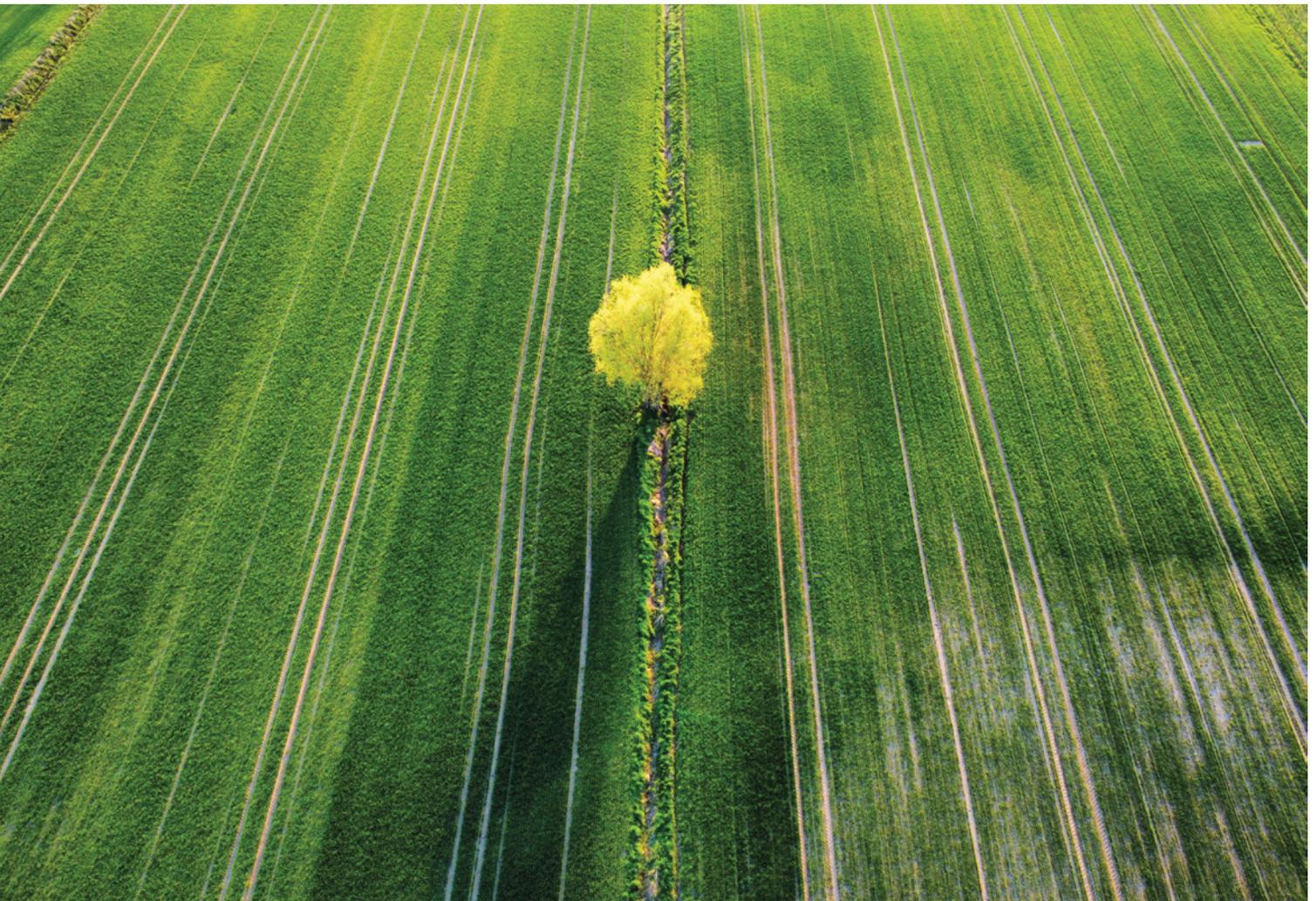
wirtschaft. Die meisten regenerativen Praktiken sind darauf ausgerichtet, die Funktionen des Bodens zu unterstützen, indem sie seine Biodiversität schützen und nähren. Dabei stehen drei Prinzipien im Mittelpunkt der regenerativen Landwirtschaft: (1) Vermeidung jeglicher Bodenbearbeitung inklusive Direktsaat, (2) dauerhafte Bodenbedeckung idealerweise mit Pflanzen oder alternativ mit Mulchschicht und (3) Förderung der Biodiversität einschließlich breiterer Fruchtfolgen.

Regenerative Landwirtschaft wurde lange Zeit mit geringeren Erträgen und schrumpfenden Gewinnen für die Agrarbetriebe in Verbindung gebracht. Unsere Analyse zeigt jedoch, dass sie die Gewinne der Agrarbetriebe im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft um bis zu 60 Prozent steigern kann – das Ergebnis geringerer Betriebsmittelkosten, betrieblicher Einsparungen und größerer Widerstandsfähigkeit bei extremen Wetterbedingungen.

Darüber hinaus können nachgelagerte Wertschöpfungsstufen, insbesondere Lebensmittelproduktion, Groß- und Einzelhandel ihre Lieferkettenrisiken in Jahren mit wetter-

bedingten Versorgungsengpässen wie Dürren oder übermäßigem Regen um bis zu 50 Prozent verringern. Auch die Gesellschaft als Ganzes profitiert davon; unser Modell hat ergeben, dass sich der ökologische Nutzen durch geringere CO₂-e-Emissionen und Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit und -qualität allein in Deutschland auf 8,5 Milliarden Euro pro Jahr beläuft.

Regenerative Landwirtschaft ist also ein dreifacher Gewinn. Ihre Förderung erfordert jedoch ein abgestimmtes Handeln aller an der Lebensmittelversorgung in Deutschland beteiligten Parteien, einschließlich der landwirtschaftlichen Betriebsmittelherstellung, der akademischen Expert*innen, der agronomischen Berater*innen, der Regulierungsbehörden und der nachgelagerten Lebensmittelherstellung, -verteilung und des -einzelhandels. Die Investitionsrendite regenerativer Verfahren ist hoch – für die deutschen Agrarbetriebe, für die Unternehmen, die Lebensmittel herstellen, vertreiben und verkaufen, und für die Verbraucher*innen und die Gesellschaft insgesamt, die von einer gesünderen, nachhaltigeren und sichereren Lebensmittelversorgung profitieren werden.



Zeit für eine Landwirtschaftswende

Das deutsche Ernährungssystem und die Agrarbetriebe stehen unter erheblichem Druck, und dieser kommt von allen Seiten. Die Verbraucher*innen verlangen, dass die Lebensmittel, die sie kaufen, gesünder, erschwinglicher und nachhaltiger angebaut werden, und die Regulierungsbehörden, die den CO₂-Fußabdruck des Landes reduzieren wollen, stellen immer strengere Anforderungen an die Art und Weise, wie Agrarbetriebe Lebensmittel anbauen dürfen. Gleichzeitig steigen die Kosten für Betriebsmittel, und der Klimawandel hat dramatische Auswirkungen auf die Wetterverhältnisse im Land und damit auf die Erträge der Agrarbetriebe (siehe [Abbildung 1.1.](#)).

Der nicht nachhaltige Status Quo

Steigende Kosten. Während die Inputkosten in den letzten Jahren stetig gestiegen sind, hat der Krieg in der Ukrai-

ne zu einem besonders starken Anstieg der Kosten für Düngemittel und Treibstoff geführt. Die Preiserhöhungen für Getreide und andere landwirtschaftliche Erzeugnisse reichten aus, um die zusätzlichen Kosten im Jahr 2022 auszugleichen,¹ dürften aber auf lange Sicht nicht für alle Agrarbetriebe tragbar sein.

Zunehmende Flächenkonkurrenz. Auch der Wettbewerb um Land nimmt zu. Da die Nachfrage nach erneuerbaren Energien steigt, ist zu erwarten, dass immer mehr Land für Solarpaneele und Windturbinen zur Verfügung gestellt wird. Dieser Trend wird noch zunehmen, wenn der Wert von Emissionszertifikaten (Carbon Credits) steigt und die Märkte für Emissionsgutschriften reifer werden. Die Umstellung des Straßenverkehrs von Verbrennungsmotoren, die einen erheblichen Anteil an Biokraftstoffen benötigen, auf batterie- oder wasserstoffelektrische Fahrzeuge könnte den Bedarf an Energiepflanzen und damit den

¹ Eurostat, 19.12.2022: Steigerung der Arbeitsproduktivität in der EU-Landwirtschaft um 13 % in 2022

Abbildung 1.1. Der Druck auf den deutschen Agrarsektor hat stark zugenommen

Steigende Kosten

Steigende Kosten insbesondere für Düngemittel und Kraftstoffe

Zunehmende Flächenkonkurrenz

Verstärkter Wettbewerb um Land z. B. für erneuerbare Energie, & urbane Nutzung

Regulatorische Verschärfung

Farm-to-Fork-Strategie, GAP, regionale Politik & Leitlinien, COP 15 Biodiversitätsvereinbarung



Verschlechterung des Klimas

Höherer Anteil von Trockenjahren und zunehmendes Auftreten von Extremwetterereignissen (z. B. Starkregen)

Gesellschaftlicher Druck

Nachfrage nach Nachhaltigkeit und gesunden Lebensmitteln, produziert mit hohen Standards

Sicherung der Nahrungsversorgung

Druck von Politik und Lebensmittelhandel zur Eingrenzung der Teuerungsrate bei Lebensmitteln

Ad-hoc-Produktion zur Gewährleistung einer globalen Lebensmittelversorgung

Quelle: BCG-Analyse

gesamten CO₂-Fußabdruck der Landwirtschaft verringern. Die gleichzeitig steigende Nachfrage nach biobasierten Materialien, etwa biobasierte Polymere, und synthetischen Kraftstoffen, etwa für die Luftfahrt, wird jedoch wahrscheinlich weiterhin die Produktion von Energiepflanzen erfordern.

Verschlechterung des Klimas. Das Wetter in Deutschland und Europa wird zunehmend vom Klimawandel beeinflusst, was zu schwereren Wetterereignissen, wie Dürren, Starkregen und Stürmen, führt. (Siehe Exkurs „Das Paradox des Klimawandels“.)

Sicherung der Nahrungsversorgung. Die aktuelle geopolitische Lage hat die Sicherung der deutschen Lebensmittelversorgung durch lokale Produktion, insbesondere bei den wichtigsten Grundnahrungsmitteln, in den Vordergrund gerückt. In jüngster Zeit wurden die Vorschriften dahingehend überarbeitet, dass umweltfreundliche Maßnahmen zurückgestellt und stattdessen kurzfristige Produktionsziele erhöht wurden, was die Planung mittelfristiger Produktionsziele und die damit verbundenen Investitionen für Agrarbetriebe sehr schwierig macht. Zusätzlich hat das derzeitige inflationäre Umfeld den Druck erhöht, Lebensmittelpreise für Verbraucher*innen erschwinglich zu halten.

Gesellschaftlicher Druck. Selbst wenn die Lebensmittelpreise nur im Einklang mit den jüngsten Inflationszahlen steigen, verlangen die Verbraucher*innen zunehmend gesündere und nachhaltigere Lebensmittel bei gleichbleibenden, hohen deutschen Qualitätsstandards. Der historische Slogan der Agrar- und Ernährungsindustrie „Mehr Ertrag mit weniger Inputs erwirtschaften“ kommt angesichts der aktuellen Entwicklungen bei konventionellen Anbaumethoden an seine Grenzen – trotz gleichbleibender oder gar steigendem Einsatz von Dünger, Pflanzenschutz und Agrar-Technologie steigen die Erträge nicht weiter. Angesichts der Überforderung der Branche ist eine Transformation hin zu regenerativer Landwirtschaft eine absolute Notwendigkeit, um die Widerstandsfähigkeit, Öko-Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Agrarindustrie zu verbessern.

Regulatorische Verschärfung. Die Landwirtschaft trägt einen beträchtlichen Teil zu den deutschen THG-Emissionen bei. In Summe ist die deutsche Landwirtschaft im Jahr 2021 für etwa 12,5 Prozent der gesamten Scope-1-THG-Emissionen des Landes verantwortlich. So emittierte der deutsche Agrarsektor direkt 54,8 Millionen (mT) Kohlendioxid-Äquivalente (CO₂-e), was 7 Prozent der gesamten Scope-1-THG-Emissionen des Landes in Höhe von 728,7 mT entspricht.² Dabei macht Methan, ein besonders potentes THG, mehr als die Hälfte der Emissionen des

² Umweltbundesamt, 21.03.2022: Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen

Landwirtschaftssektors aus. Methan entsteht vor allem bei der Verdauung von Wiederkäuern und aus den tierischen Exkrementen der Nutztieren.³ Lachgas, ein weiteres potentes THG, dessen Emission aus dem Einsatz von Stickstoffdünger in Verbindung mit Bodenbearbeitung resultiert, machte fast 40 Prozent der landwirtschaftlichen Emissionen aus.⁴ Zusätzlich zu den direkten Emissionen kommen weitere 36,5 Mio. Tonnen CO₂-e-Emissionen aus resultierend aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung und Flächennutzungsänderungen von Acker- und Grünland, vor allem CO₂-e-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden in Folge von nicht nachhaltiger Bodennutzung.⁵

Als Reaktion darauf verschärfen die Regierungen und Aufsichtsbehörden in Deutschland und der EU weiterhin die Vorschriften für landwirtschaftliche Praktiken wie den Einsatz von Betriebsmitteln und die Art und Weise, wie Agrarbetriebe ihr Land bearbeiten dürfen. Das Ende 2019 verabschiedete Bundesklimaschutzgesetz verpflichtet den Agrarsektor, seine Scope-1- und Scope-2-Emissionen bis 2030 um rund 10 Prozent* gegenüber dem Basisjahr 2020 zu reduzieren.⁶

Auf europäischer Ebene wird das ordnungspolitische Umfeld durch den Green Deal der EU, die „Farm to Fork“- und Biodiversitätsstrategie sowie das „Fit for 55“-Paket bestimmt. Diese beinhalten Verpflichtungen zur Reduzierung von Emissionen sowie des Einsatzes von Düngemitteln und Pestiziden. Die Hauptziele der EU-Strategie „Farm to Fork“ in Bezug auf die Verringerung des Düngemiteleinsetzes und des Risikos von Pestiziden sind durch den globalen Biodiversitätsrahmen (GBF), der auf der Biodiversitätskonferenz KOP15 in Montreal im Dezember 2022 festgelegt wurde, zu globalen Zielen geworden.

Da die europäische Landwirtschaft jedoch weiterhin durch Direktzahlungen an Agrarbetriebe subventioniert wird, die nur teilweise an ökologische Anforderungen gekoppelt sind, steht die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU weitgehend im Widerspruch zu diesen transformativen Zielen, zumindest bis zur nächsten Revision im Jahr 2027.⁷

Alles in allem ist der Druck auf die deutsche Landwirtschaft groß. Neben regenerativen Anbaumethoden können eine Reihe von neuen Technologien und Innovationen sowie Veränderungen auf der Nachfrageseite dazu beitragen, eine Transformation zu einem zukunftsfähigen System zu ermöglichen. Digitale und Precision-Ag-Technologien können die Effizienz des Betriebsmittelein-

setzes erhöhen, während biologische Innovationen aus der Züchtung widerstandsfähigere und stresstolerantere Pflanzensorten hervorbringen können.

Eine wichtige Rolle könnte auch die Änderung des deutschen landwirtschaftlichen Geschäftsmodells, der Produktion und der Export tierischer Proteine, einschließlich Milchprodukte und Schweinefleisch, spielen – in Richtung einer weniger intensiven Tierhaltung. Die Förderung von Veränderungen in der Ernährung, unterstützt durch Vorschriften wie Steuern auf Fleisch, könnte die Substitution von tierischen Produkten durch alternative Proteine fördern.

Die Argumente für regenerative Landwirtschaft

Trotz des immer strengeren Umfelds wird die Regulierung der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft nicht schnell genug zu Veränderungen in der Produktionsweise, Verteilung und Bezahlung von Lebensmitteln in Deutschland führen.⁸ Tatsächlich wurden viele politische Maßnahmen und Verordnungen, welche die Branche nachhaltiger entwickeln sollen, auf Eis gelegt oder sogar vorübergehend rückgängig gemacht, mit der erklärten Absicht, genügend Lebensmittel zu produzieren, um den derzeitigen Produktionsrückgang in der Ukraine zu kompensieren.

Die wichtigsten AkteurInnen der Agrar- und Ernährungswirtschaft unternehmen zwar wertvolle Schritte, um die Nachhaltigkeit zu verbessern und Kosten für Lebensmittel in Deutschland zu senken, aber sie handeln nicht schnell genug. Mehrere Konsumgüterhersteller haben Programme zur Förderung nachhaltigerer landwirtschaftlicher Praktiken aufgelegt, doch befinden sich diese noch in der Phase der Erprobung. Die Agrarbetriebe ändern ihre Anbaumethoden nur langsam, schließlich sind die meisten deutschen Landwirt*innen in einem konventionellen Landwirtschaftssystem aufgewachsen und wurden nach einem Lehrplan ausgebildet, der sich auf die Optimierung des Einsatzes synthetischer Betriebsmittel als standardmäßige Problemlöser konzentriert. Regenerativere Methoden sind im Allgemeinen kein Kernbestandteil ihrer Ausbildung.

Angesichts der derzeitigen gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wird sich die Situation in Deutschland in absehbarer Zeit nicht verbessern. Obwohl die regenerative Landwirtschaft eine echte Chance für einen Richtungswechsel bietet, gibt es in der Lebensmittel-

* Dabei ist allerdings zu beachten, dass mit der Berichterstattung 2022 erstmals neue Emissionsfaktoren zur Berechnung der N₂O-Emissionen verwendet wurden. Dadurch waren die Emissionen aus der Bewirtschaftung und Düngung landwirtschaftlicher Böden um rund 5 Millionen Tonnen CO₂-e niedriger als 2021. Der Zielwert wurde hingegen noch nicht angepasst.

³ Umweltbundesamt, 21.03.2022: Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen

⁴ Umweltbundesamt, 21.03.2022: Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen

⁵ Umweltbundesamt, 21.03.22: Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft

⁶ Umweltbundesamt, 09.02.2022; Germany's greenhouse gas reduction targets

⁷ Naturschutzbund, 2022: New CAP unpacked . . . and unfit

⁸ Umweltbundesamt, 09.02.2022; Treibhausgasminderungsziele Deutschlands

Das Paradox des Klimawandels in der Landwirtschaft



Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in Deutschland nehmen zu – und damit auch die Auswirkungen des Sektors auf den Klimawandel. Extreme Wetterereignisse nehmen in Deutschland sowohl in ihrer Häufigkeit als auch in ihrem Ausmaß zu. Hitze und Dürre in den Jahren 2018 und 2019 kosteten den Landwirtschaftssektor des Landes 7,8 Milliarden Euro aufgrund von Ertragsausfällen,¹ und aktuelle Studien stimmen darin überein, dass Dürren in Zukunft noch wahrscheinlicher und schwerwiegender werden.²



Auch die Zahl der Unwetterereignisse, wie Starkregen, hat sich in Deutschland zwischen 2001 und 2020 mehr als verdoppelt.³ Die durch solche Ereignisse verursachten Schäden werden dadurch verstärkt, dass die trockenen und verdichteten landwirtschaftlichen Böden immer weniger in der Lage sind, Wasser aufzunehmen, zu speichern und es effizient an das Grundwasser weiterzuleiten, wodurch Sturzfluten, wie beispielsweise im Jahr 2021, verstärkt werden.⁴ Und die zunehmenden Dürren und Starkregenerereignisse sind nicht die einzigen Auswirkungen. Wärmere Winter werden das Wachstum neuer Krankheitserreger und Pflanzensorten begünstigen, was Bemühungen zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes erschwert.⁵



Kurz gesagt: Da das Wetter immer unbeständiger wird, muss sich das landwirtschaftliche Paradigma von „maximaler Ertrag unter perfekten Bedingungen“ zu „Widerstandsfähigkeit der Erträge unter schwankenden Wetterbedingungen“ ändern.

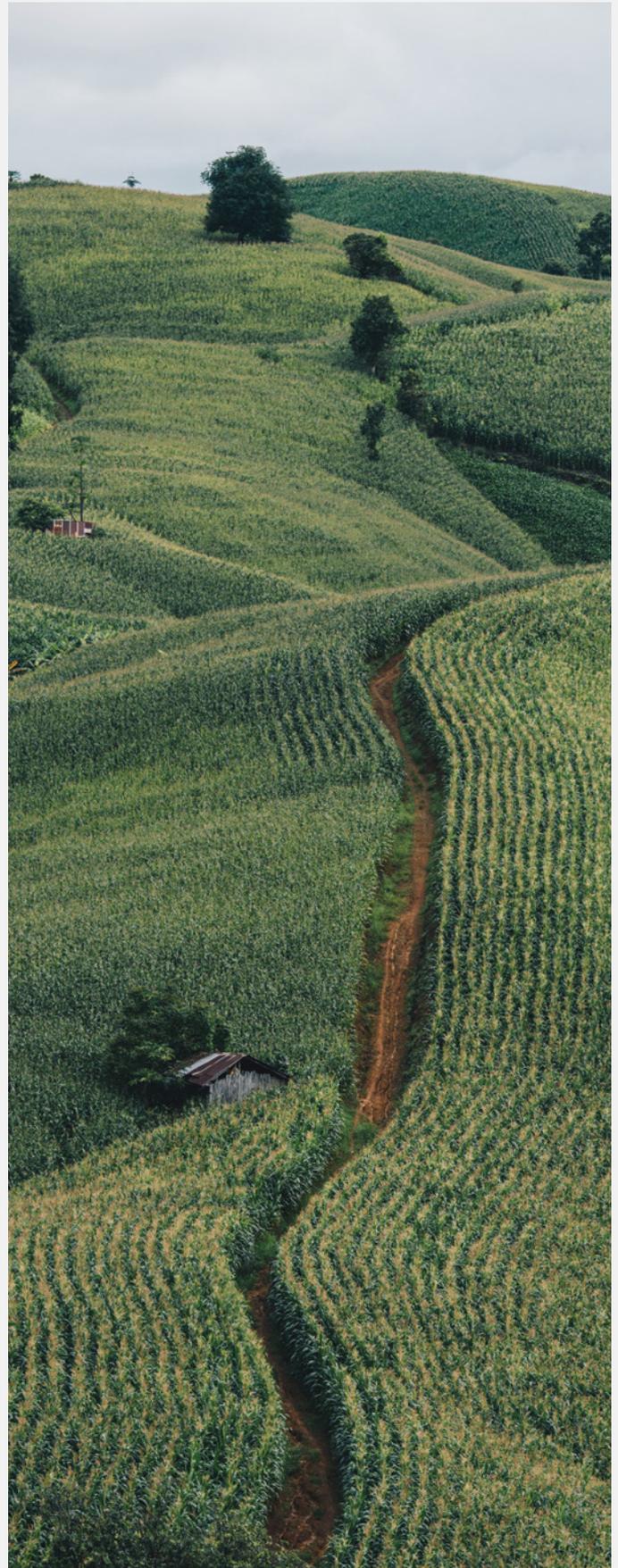
¹ Prognos für Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, März 2022: Extremwitterschäden in Deutschland seit 2018

² Grillakis, M. G.: Increase in severe and extreme soil moisture droughts for Europe under climate change, *Sci. Total Environ.*, 660, 1245–1255, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.001>, 2019.; Samaniego, L., Kumar, R., and Zink, M.: Implications of parameter uncertainty on soil moisture drought analysis in Germany, *J. Hydrometeorol.*, 14, 47–68, <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-075.1>, 2013. a, b, c, d, e

³ Deutscher Wetterdienst, 26.08.2021: Studie der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“

⁴ Prognos für Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, März 2022: Extremwitterschäden in Deutschland seit 2018

⁵ Velásquez, Castroverde, & He, 2018Ö: Plant-Pathogen Warfare under Changing Climate Conditions. *Current biology: CB*, 28(10), R619–R634. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054>



Wertschöpfungskette kaum regulatorische Anreize oder Unterstützung für einen Wandel. Momentan ist die Zahl der Agrarbetriebe, die auf ökologischen Landbau umstellen, rückläufig, obwohl ihre Bereitschaft, sich angesichts des Klimawandels anzupassen, wächst. Was die Verbraucher*innen betrifft, so ändert sich zwar ihre Einstellung zur Gesundheit und Umweltfreundlichkeit der konsumierten Lebensmittel. Jedoch sind sie im Allgemeinen nicht bereit, den Preis für verantwortungsvoller angebaute Lebensmittel zu zahlen.⁹

Kurz gesagt, der Status quo ist nicht nachhaltig. Wenn sich Praktiken und Einstellungen nicht ändern, werden den nächsten Generationen ausgelaugte Böden, ungewisse Erträge aufgrund mangelnder Widerstandsfähigkeit gegen die globale Erwärmung sowie eine immer kleiner werdende Palette an Alternativen angesichts immer strengerer Vorschriften hinterlassen.

Die einzige Möglichkeit, die notwendigen Veränderungen im Nahrungsmittelsystem herbeizuführen, besteht in der breiten Einführung einer regenerativen Landwirtschaft – ein dreifacher Gewinn für Agrarbetriebe, viele weitere Akteur*innen im Agrar- und Ernährungssystem, Verbraucher*innen und die Gesellschaft insgesamt.

⁹ Bspw., Aschemann-Witzel & Zielke: Can't Buy Me Green? A Review of Consumer Perceptions of and Behavior Toward the Price of Organic Food, The journal of consumer affairs.



Regenerative Landwirtschaft als kontextbedingter Wandel

Es gibt keine allgemeingültige Definition der regenerativen Landwirtschaft, obwohl sie in der Regel mit einer Vielzahl von Schlagwörtern, Initiativen und bewährten Verfahren in Verbindung gebracht wird.¹⁰ (Siehe Exkurs „Mythen ... und ihre Realität“) Allen Definitionen gemeinsam ist das Konzept, dass regenerative Landwirtschaft kein „Einheitsansatz“ ist. Vielmehr handelt es sich um einen kontextspezifischen Weg, dessen konkrete Umsetzung von der Art und Beschaffenheit des Bodens, dem lokalen Ökosystem und Mikroklima, den anzubauenden Pflanzen und weiteren Faktoren abhängt – ein Prozess, der kontinuierliche Innovationen auf dem Betrieb erfordert.

Definition regenerativer Landwirtschaft

Entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung der regenerativen Landwirtschaft ist eine Abkehr von der ausschließlichen Optimierung der Ernteerträge in der jeweiligen Saison hin zu einer längerfristigen Betrachtung der Bodengesundheit, des Beitrags zu Biodiversität und Ökosystemleistungen – den regulierenden, versorgenden, Lebensraum schaffenden und kulturellen Funktionen, die die Natur selbst bereitstellt –, und der Ertragsstabilität. In diesem Sinne fördert und schützt die regenerative Landwirtschaft die entscheidenden langfristigen landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren.

¹⁰ Zu den verschiedenen Definitionen und Beschreibungen gehören Gabe Browns Fünf Prinzipien der regenerativen Landwirtschaft in „From Dirt to Soil“, sowie FAO, Unilever, Nestlé, etc.

Mythen über regenerative Landwirtschaft ... und ihre Realität

Abbildung A. Fünf Mythen



Quelle: BCG-Analyse, WWF, NABU, et. al.: NABU-Standpunkt zu biodiversitätsfördernden Kohlenstoffbindungsstrategien in der Landnutzung und deren mögliche Vergütung durch CO₂-Zertifikate

Mythos #1: Regenerative Landwirtschaft ist eine esoterische Ideologie!.

Realität: Regenerative Landwirtschaft ist undogmatisch, wissenschaftlich fundiert und basiert auf praktisch bewährten Verfahren. Es müssen keine spezifischen Anforderungen erfüllt werden; die Praktiken können auf jeden Betrieb zugeschnitten werden, und die Agrarbetriebe können experimentieren und umsetzen, was in ihrer spezifischen Situation am besten funktioniert.

Mythos #2: Regenerative Landwirtschaft ist nur ein weiterer neuer Trend nach Bio!

Realität: Regenerative Landwirtschaft basiert auf der seit Jahrzehnten bewährten konservierenden Landwirtschaft¹ und kann sowohl auf konventionellen als auch ökologischen* Betrieben eingesetzt werden.

Mythos #3: Regenerative Landwirtschaft ist dasselbe wie „Carbon Farming“!

¹ Kassam für die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) der Vereinten Nationen, 2020. Advances in Conservation Agriculture: Volume 2: Practice and Benefits. Burleigh Dodds Science Publishing. <https://doi.org/10.1201/9780429268731>

* beispielsweise die „Regenerative Organic Alliance“

² Kirchmann, 2019: Why organic farming is not the way forward. Outlook on Agriculture, 48(1), 22–27. <https://doi.org/10.1177/0030727019831702>

Realität: Realität: Regenerative Landwirtschaft ist ein rentablerer Ansatz, der im Allgemeinen nicht zu geringeren Erträgen führt.² In den meisten Fällen erfahren Agrarbetriebe bereits im ersten Jahr der Umstellung positive Effekte auf Profitabilität, und etwaige kurzfristige negative Auswirkungen sind oft das Ergebnis von unzureichender Information und Fehlern. Die Umstellung auf regenerative Land-

wirtschaft bringt viele Vorteile mit sich, darunter geringere Kosten für Düngemittel, Arbeit und andere Betriebsmittel. Weitere Vorzüge sind neue Einkommensquellen durch Carbon Credits, höhere Erträge aufgrund einer besseren Widerstandsfähigkeit bei extremen Wetterereignissen und letztlich höhere Bodenwerte aufgrund gesünderer Böden.

Regenerative Landwirtschaft beschreibt einen adaptiven Ansatz Landwirtschaft zu betreiben, der praktisch erprobte und wissenschaftlich fundierte Maßnahmen anwendet, die sich auf die Gesundheit von Böden und Pflanzen konzentrieren, um die Ertragsresilienz zu steigern und gleichzeitig positive Auswirkungen auf Kohlenstoff- und Wasserkreisläufe sowie Biodiversität zu schaffen.

Die regenerative Landwirtschaft beruht auf drei Grundprinzipien: (1) No-till-Verfahren inklusive Direktsaat, (2) dauerhafte Bodenbedeckung mit Pflanzen und (3) Förderung der Biodiversität einschließlich einer erweiterten Fruchtfolge. Diese Grundsätze haben vor allem ein Ziel: die Funktionen des Bodens zu unterstützen, indem seine Biodiversität geschützt und gefördert wird. Regenerative Landwirtschaft folgt darüber hinaus keinen standardisierten Vorschriften oder gere-



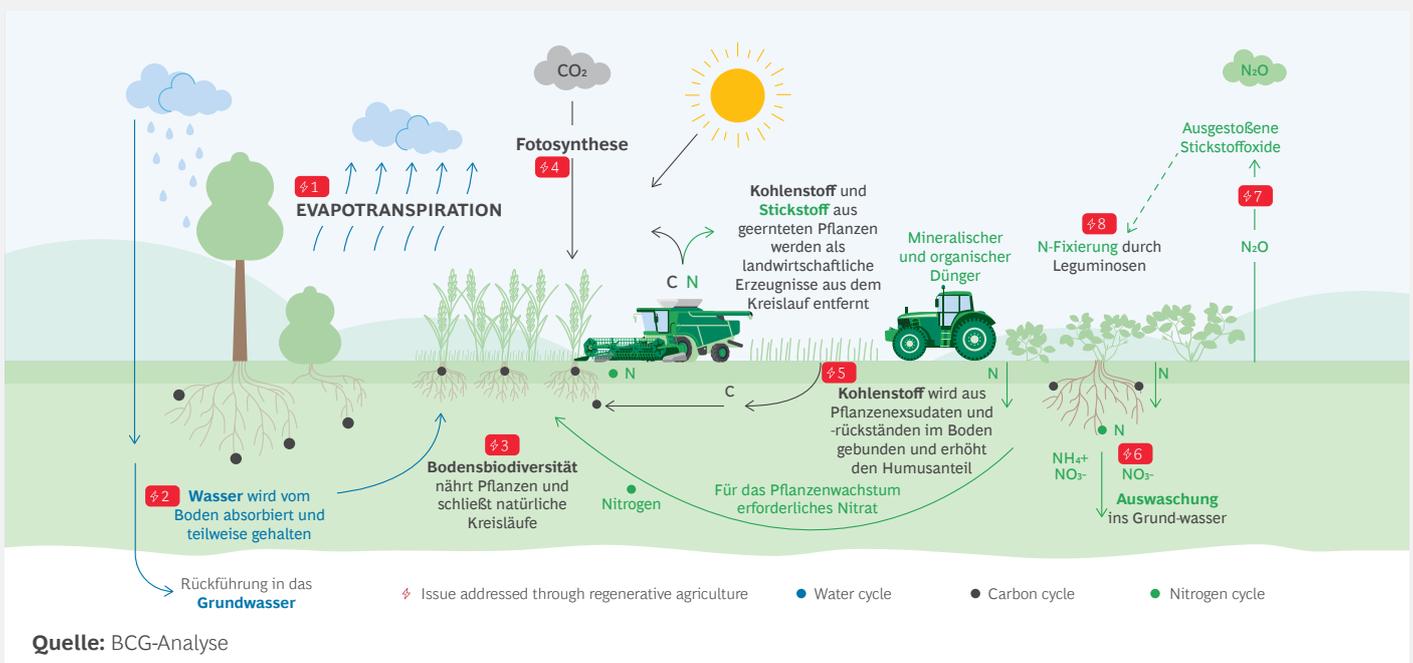
Die Herausforderungen bei konventioneller Landwirtschaft

Die derzeitige konventionelle Landwirtschaft ist nachweislich umweltschädlich, denn sie stört unter anderem den natürlichen Kohlenstoff-, Wasser- und Stickstoffkreislauf, die Biodiversität des Bodens, und schränkt das Produktionspotenzial der Photosynthese ein. **Abbildung B** veranschaulicht die negativen Einflüsse auf natürliche Kreisläufe, die konventionelle Landwirtschaft hervorrufen kann.

1. Ein großer Teil des kostbaren Wassers verdunstet aus dem Boden, wenn er nach der Bodenbearbeitung nicht bedeckt ist. Außerdem ist die Fähigkeit des nackten und bearbeiteten Bodens, bei starkem Regen Wasser zu absorbieren, viel geringer als bei einem mit Pflanzen bewachsenen humosen Boden. Die Folgen: Oberflächenerwärmung, geringere Bodenfeuchtigkeit, Erosion und höherer Bedarf an Bewässerung.
2. Ausgelaugte und verdichtete Böden mit einem geringeren Anteil an organischer Bodensubstanz* können nicht so viel Wasser aufnehmen oder halten wie Böden mit einem höheren Anteil an organischer Substanz, was den Bewässerungsbedarf erhöht.
3. Die Biodiversität des Bodens ist für die Gesundheit der Pflanzen und für die Schließung natürlicher Kreisläufe von entscheidender Bedeutung, spielt aber bei konventionellen agronomischen Verfahren keine Rolle. Bodenbearbeitung und synthetische Einträge schaden der Biodiversität des Bodens.

4. Das Potenzial der Photosynthese zur Bindung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre wird nicht voll ausgeschöpft, wenn z. B. Felder brach liegen und keine Zwischenfrüchte angebaut werden. Dies führt zu einer geringeren Produktion von (Wurzel-)Biomasse und verringert langfristig die Fähigkeit des Bodens, Kohlenstoff und Stickstoff zu binden.
5. Der Abbau des Gehalts an organischer Substanz im Boden führt zu Netto-Kohlenstoffemissionen, während das Potenzial der landwirtschaftlichen Böden zur Bindung von Kohlenstoff nicht einmal annähernd ausgeschöpft wird.
6. Nitrat aus der Ausbringung von tierischem und Stickstoffdünger, das ins Grundwasser sickert, führt zu Wasserverschmutzung und Algenblüte in den Gewässern.
7. Nitrifikationsprozesse wandeln tierischen und Stickstoffdünger und Tiermist teilweise in N_2O um, ein starkes Treibhausgas mit einer mehr als 250-mal stärkeren Klimawirkung als CO_2 .¹
8. Wenig oder gar keine Leguminosen in der Anbaumischung schränken das Potenzial für die natürliche Stickstofffixierung ein – eine verpasste Gelegenheit, den Stickstoffkreislauf zu schließen und den Bedarf an synthetischen und tierischen Stickstoffquellen zu verringern.

Abbildung B. Die Zyklen der natürlichen Ressourcen in der Landwirtschaft



* Der Einfachheit halber werden die Begriffe organische Bodensubstanz und Humus synonym verwendet. Definitionen sind im Anhang zu finden.

¹Umweltbundesamt, 2021: Stickstoff

gelten Anforderungen, sondern kann an die aktuellen landwirtschaftlichen Praktiken angepasst werden und sowohl konventionelle als auch ökologische Betriebe umgestalten.

Im Gegensatz dazu werden in der konventionellen Landwirtschaft, deren Methoden zwar von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich sind, in der Regel Bodenbearbeitung mit Pflug, synthetische Düngemittel sowie Herbizide und Pestizide eingesetzt, um den Ertrag und die kurzfristigen Gewinne zu maximieren, während nur selten eine vielgliedrige Fruchtfolge praktiziert wird. Die konventionelle Landwirtschaft gewährleistet jedoch keine langfristige Bodenfruchtbarkeit und bietet keine ausreichende Ertragsstabilität angesichts extremer Wetterereignisse und sich ändernder klimatischer Bedingungen. (Siehe Exkurs „Die Herausforderungen bei konventioneller Landwirtschaft“)

Ökologische Landwirtschaft ist mit strengen Vorschriften behaftet, die jeglichen Einsatz von Chemikalien verbieten,

einen diverseren Fruchtwechsel vorschreiben und eine definierte Übergangszeit vom konventionellen zum ökologischen Landbau vorgeben. Ökologisch erzeugte Lebensmittel werden unter verschiedenen verbraucher*innenorientierten Bezeichnungen wie „EU-Bio“ und „Naturland“ verkauft, je nach Höhe der ökologischen Standards. Der ökologische Landbau ist zwar weniger umweltschädlich, stört aber durch höhere maschinelle Unkraut- und Schädlingsbekämpfung, sowie Bodenbearbeitung mit Pflug die natürliche Struktur des Bodens und kann aufgrund von geringeren Erträgen, welche bis zu 40 Prozent unter den konventionellen Erntemengen liegen, keine nachhaltige Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln gewährleisten.¹¹

Eine Änderung der derzeitigen Bodennutzung ist für die Verbesserung der Ernährungssicherheit und die Wiederherstellung der deutschen Agrarökosysteme unerlässlich (siehe Exkurs „Wie Deutschlands Böden genutzt werden“). Die gegensätzlichen Prinzipien und Ideologien konventio-

Wie Deutschlands Flächen genutzt werden

Um die potenziellen Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft auf den deutschen Agrarsektor zu analysieren, muss zunächst die adressierbare Fläche ermittelt werden. Ganze 46 Prozent der Landesfläche, d. h. 16,3 Millionen Hektar, werden landwirtschaftlich genutzt, wovon 90 Prozent, d. h. etwa 14,8 Millionen Hektar, für regenerative landwirtschaftliche Verfahren in Frage kommen. Darin nicht enthalten sind Moore und Kulturen außerhalb des Geltungsbereichs dieser Studie (siehe Abbildung C).

Moore, die etwa 5 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausmachen, sind von dieser Studie ausgenommen, da sie im Kampf gegen die globale Erwärmung wertvoller sind, wenn sie wiederhergestellt werden. Weiterhin wurden mehrjährige Kulturen in unserer Studie nicht betrachtet, da für diese etwas andere Regenerationsverfahren erforderlich sind. Zudem wurden Feldfrüchte wie Kartoffeln und Rüben, welche einen Anteil von weniger als 5 Prozent der deutschen Ackerfläche ausmachen, aus den Analysen ausgeschlossen. Die Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft auf diese Kulturen im Detail zu quantifizieren, geht über den Zweck dieser Studie hinaus. Des Weiteren wurden Flächen mit ökologischem Landbau – etwa 10 Prozent der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland – bei unserer Analyse nicht berücksichtigt, da hier bereits einige regenerative Verfahren angewendet werden und die Nutzfläche daher nicht mit Flächen konventioneller Produktionssysteme gleichgesetzt werden sollte.

In Summe konzentriert sich die in dieser Studie durchgeführte Quantifizierung also auf 13,3 Millionen Hektar Fläche, davon 10 Millionen Hektar Ackerland und weitere 3,3 Millionen Hektar Grünland (siehe Abbildung C).

Die deutsche Landwirtschaft setzt sich aus vielen verschiedenen Betriebstypen und -größen zusammen. In der Regel gilt: Je größer der Betrieb, desto größer ist der Anteil der Ackerfläche anstelle von Grünland. Um die Komplexität zu reduzieren, haben wir für diese Studie drei Betriebsarchetypen definiert.

Die drei von uns definierten Archetypen der deutschen landwirtschaftlichen Betriebe sind:

- **Kleinbetriebe**

(ca. 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche): bis zu 50 Hektar, 50/50 zwischen Ackerland und Grünland,

- **Mischbetriebe**

(ca. 45 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche): 300 Hektar, 2/3 Ackerland und 1/3 Grünland, einschließlich Rinder und Grünland für Futterzwecke,

- **Ackerbaubetriebe**

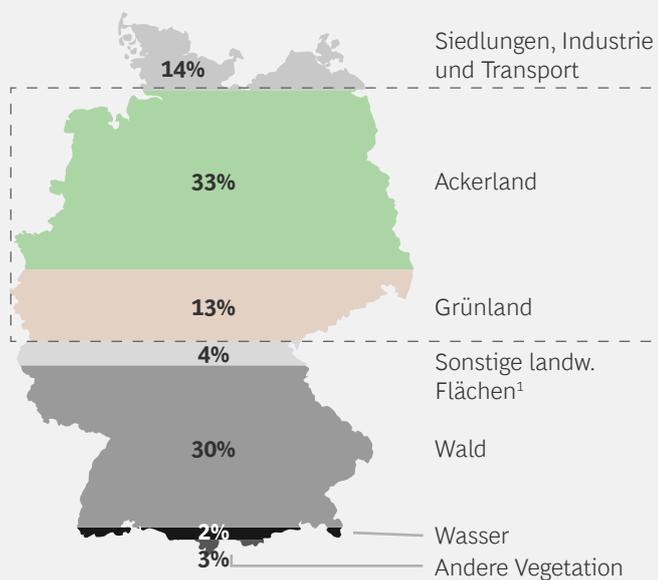
(ca. 35 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Geltungsbereich): 1.000 Hektar, 100 Prozent Ackerland, keine Viehhaltung

¹¹ Kirchmann, 2019: Why organic farming is not the way forward. Outlook on Agriculture, 48(1), 22–27. <https://doi.org/10.1177/0030727019831702>

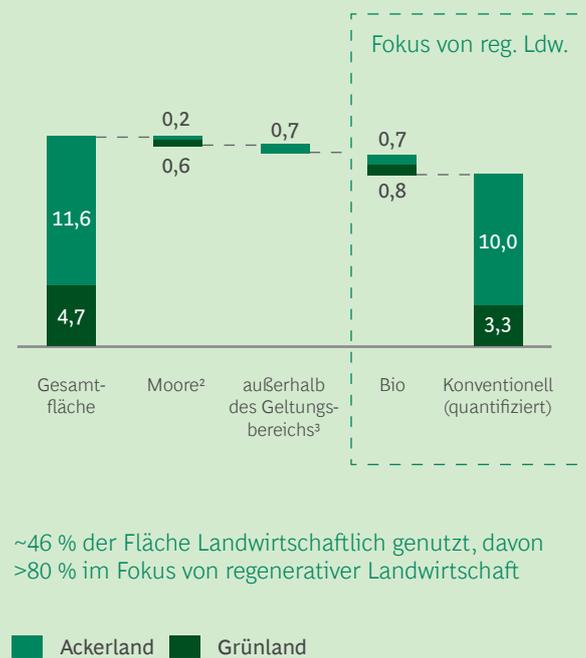


Abbildung C. Flächennutzung in Deutschland

35.7 Mio. ha (357.592 km²)



Ackerland und Grünland M ha



¹ Sonstige landwirtschaftliche Flächen: Nicht unmittelbar landwirtschaftlich genutzte Flächen (z. B. aus wirtschaftlichen, sozialen oder anderen Gründen), Gebäude und Hofflächen, Straßen usw.

² Moore, die nicht wiederhergestellt werden können (z. B. schlechter Zustand, betroffene Siedlungen werden nicht berücksichtigt)

³ Im Rahmen dieser Studie wurden aus Gründen der Vereinfachung Sonderkulturen (etwa Gemüseanbau und Blumen) sowie Permakulturen (etwa Weinbau oder Obstbaum-Plantagen) nicht betrachtet

Quelle: Destatis - Statistisches Bundesamt, BCG-Analyse

neller und ökologischer Landwirtschaft haben jedoch zu einem Stillstand bei diesen Bemühungen geführt. Regenerative Landwirtschaft kann diesen Wandel einleiten, indem sie einen klaren Transformationspfad für konventionelle Agrarbetriebe bietet und gleichzeitig die derzeitigen ökologischen Praktiken modifiziert und ergänzt.

Implementierung regenerativer Landwirtschaft

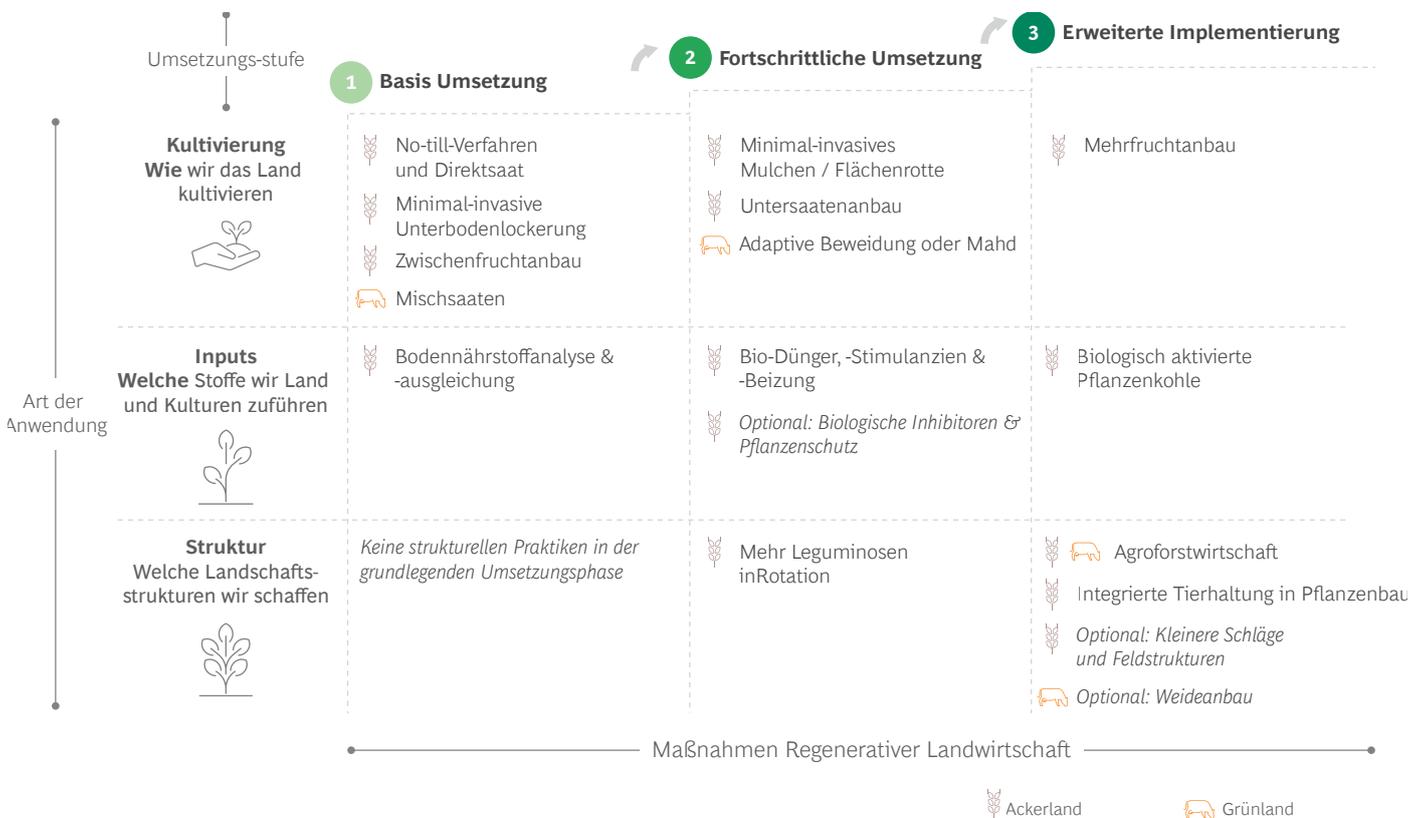
Unser Ziel in diesem Kapitel ist es, die Umsetzungsmaßnahmen für regenerative Landwirtschaft für verschiedene Arten von Kulturen zu erläutern. Wie bereits erwähnt, ist die Umsetzung regenerativer Landwirtschaft kontextspezifisch und von den bestimmten Bedingungen auf jedem Feld und für jede Kultur abhängig. Auch wenn es eine breite Palette möglicher Praktiken gibt, die theoretisch weltweit eingesetzt werden können, konzentriert sich diese Studie speziell auf Praktiken, die für Deutschland am relevantesten sind und über deren potenzielle Auswirkungen ein wissenschaftlicher Konsens besteht. Wir haben uns dafür entschieden, Praktiken und Technologien nicht einzubeziehen, die bereits durch Vorschriften stark gefördert werden, wie z. B. Blühstreifen, die noch neu und ungetestet sind oder über deren Auswirkungen es einen wis-

senschaftlichen und/oder öffentlichen Diskurs gibt, wie z. B. die Verwendung gentechnisch veränderter Organismen (GVO).¹²

Unsere Beschreibung des Weges zur regenerativen Landwirtschaft besteht aus drei Umsetzungsstufen für Maßnahmen auf Acker- und Grünland – Basis-Umsetzung, fortschrittliche Umsetzung und erweiterte Implementierung. Jede Stufe ist in dem so genannten KIS-Modell unterteilt: Kultivierung, Inputs und Struktur (siehe Abbildung 2.1.).

- **Kultivierung:** Praktiken, die sich direkt darauf auswirken, wie Pflanzen angebaut und bewirtschaftet werden, wie z. B. No-till-Verfahren und Zwischenfrüchte.
- **Inputs:** Produkte, die dem Boden und den Pflanzen auf dem Feld zugeführt werden, vor allem Dünge- und Pflanzenschutzmittel.
- **Struktur:** Veränderungen, die sich auf die räumliche und zeitliche Anordnung der Landnutzung auswirken, einschließlich Faktoren wie die Entwicklung von Anbauzyklen von Hauptfrüchten, veränderte oberirdische Strukturen und die Integration der Agroforstwirtschaft.

Abbildung 2.1. Drei Stufen von regenerativer Landwirtschaft



Quelle: BCG- & NABU-Analyse

¹² Hilbeck et al., 2015: No scientific consensus on GMO safety; Environmental Sciences Europe



Die Umsetzung regenerativer Landwirtschaft beginnt in der Basis Umsetzung mit Maßnahmen, die grundlegend und einfach umzusetzen sind, und baut darauf bis zur erweiterten Implementierung mit Praktiken auf, deren Umsetzung viele Jahre dauern kann, mehr Kapazitäten und Investitionen erfordert, und teilweise nur unter besonderen Umständen anwendbar ist.

Je nach Betrieb, Kontext und bisherigen Praktiken werden unterschiedliche regenerative Maßnahmen benötigt. Um die Grundlage für optimale Ergebnisse zu schaffen, sollten alle Maßnahmen der Stufe 1 gleichzeitig umgesetzt werden. Die nachfolgenden Stufen mit den entsprechenden Praktiken sind nicht konsequent festgelegt, sondern eher situationsabhängig. Je nach der spezifischen Situation des Einzelbetriebs, z. B. in Bezug auf Klima und Bodenart, können unterschiedliche regenerative Praktiken sinnvoll sein. Die Umstellung auf eine regenerative Landwirtschaft ist dabei ein stetiger Prozess und erfordert Zeit, um die Umstände des einzelnen Agrarbetriebs und des einzelnen Schlags im Detail zu erfassen. Hierbei ist immer darauf zu achten, zu reflektieren und regenerative Maßnahmen entsprechend anzupassen.

Basis. Die ersten Schritte auf dem Weg zur regenerativen Landwirtschaft sollten als Sondierungsphase betrachtet werden, typischerweise auf einem Teil des Landes – eine Zeit des Lernens, des Austauschs mit anderen Agrarbetriebern¹³ und der Beratung über kontextspezifische Praktiken und Herausforderungen. In dieser Phase sollte der Schwerpunkt auf der konsequenten Anwendung der festgelegten Praktiken und der Umstellung auf No-till-Verfahren mit diversem Zwischenfruchtanbau liegen. Zu diesem Zweck ist es wichtig, die ersten Ergebnisse zu messen, schnell zu lernen und Schlussfolgerungen zu ziehen, auf denen zukünftige Bemühungen aufbauen können. Zu den Basis-Praktiken gehören:

- **No-till-Verfahren, Direktsaat und minimal-invasive Unterbodenlockerung:** Der Schwerpunkt sollte auf der Verringerung der Bodenverdichtung bei gleichzeitiger Vermeidung von Bodenbearbeitung liegen, um eine Grundlage für die Regeneration der Bodengesundheit und den Aufbau organischer Substanz zu schaffen. Zu diesem Zweck sollte die Umsetzung mit einer Unterbodenlockerung beginnen, um den Boden „in Form“ zu bringen. Weitere Eingriffe sollten nicht angestrebt werden.
- **Bodennährstoffanalyse & -ausgleichung:** Ziel ist es, von der ausschließlichen Konzentration auf den Einsatz chemischer Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumdünger zu einer ganzheitlicheren Betrachtung aller notwendigen Bodennährstoffe, einschließlich sekundärer und Mikronährstoffe, überzugehen.

- **Zwischenfruchtanbau:** Der Anbau von diversen Pflanzengemeinschaften nach der Ernte der Hauptfrucht schützt den Boden vor Erosion, baut organische Substanz auf, fördert die Biodiversität im Boden und trägt im Falle von Leguminosen zur Stickstoffbindung im Boden bei, wodurch der Bedarf an Düngemitteln teilweise ersetzt wird.
- **Grünland:** Hier geht es darum, den Einsatz synthetischer Stickstoffdünger zu reduzieren und die Produktivität, Biodiversität und Bodenstruktur des Bodens durch die Einsaat anderer Gräser, Leguminosen und Kräuter zu verbessern.

Die Basisstufe erfordert keine spezifischen strukturellen Änderungen der landwirtschaftlichen Praktiken.

Fortschrittlich. Diese Stufe umfasst Praktiken, deren Umsetzung im Allgemeinen mehr Zeit oder mehr Erfahrung erfordern. Diese Praktiken benötigen daher in der Regel eine längerfristige Planung.

Zu den fortschrittlichen Praktiken gehören:

- **Minimal-invasives Mulchen/ Flächenrotte:** Hierbei wird die Zwischenfrucht zerkleinert und unter Umständen eingearbeitet, wobei darauf geachtet wird, dass die Bodenoberfläche nur minimal gestört wird; wenn möglich und machbar, können Biostimulanzien und/oder Biodünger zugegeben werden.
- **Untersaatenanbau:** Ähnlich wie der Zwischenfruchtanbau, aber die Untersaaten werden so gepflanzt, dass sie sich mit der Hauptkultur überschneiden, manchmal mit dauerhaften Untersaaten, die über einen Anbauzyklus hinausgehen.
- **Bio-Dünger, -Stimulanzien & -Beizung:** In dieser Maßnahme werden Bio-Produkte aus überwiegend landwirtschaftlicher Biomasse verwendet, um die Kreislaufwirtschaft zu verbessern. Dazu können Kompostextrakte, Kompostsamenbeschichtungen, Fermente und Blattspritzmittel gehören.
- **Mehr Leguminosen in Rotation:** Hier werden Leguminosen in den Hauptanbauzyklus integriert, um die Bodenstruktur zu verbessern und Stickstoff im Boden zu binden (siehe Exkurs „Leben mit Leguminosen“).
- **Grünland:** Die fortschrittliche Stufe für Grünland beinhaltet die adaptive Beweidung oder Mahd. Bei adaptiver Beweidung grasst das Vieh zeitweise auf bestimmten Teilen des Landes, um abwechselnde Perioden des Beweidens und Zertrampelns sowie des Wiederaufwachstums von Gras zu ermöglichen. Auch adaptives Mähen kann eingesetzt werden, damit sich die Pflanzen nach

¹³ Neben den Kontakten zu Agrarbetriebern vor Ort, die über Erfahrungen verfügen, möchten wir auch auf mögliche Ressourcen in Deutschland hinweisen: Soilify.Org, GKB e.V. (Society for Conservation Tillage), annual event “Soil Evolution”

Leben mit Leguminosen

Aufgrund ihrer vielen Vorzüge in einem sorgfältig geführten landwirtschaftlichen Produktionssystem sind Leguminosen ein wichtiger Bestandteil der regenerativen Landwirtschaft. An erster Stelle steht ihre Fähigkeit, Stickstoff im Boden zu binden, was zu einem geringeren benötigten Einsatz von Düngemitteln führt. Die positiven wirtschaftlichen Auswirkungen der Stickstofffixierung hängen jedoch weitgehend vom Preis für Stickstoffdünger ab, der in letzter Zeit vor allem aufgrund des Krieges in der Ukraine erheblich gestiegen ist. Änderungen der Düngemittelpreise werden die wirtschaftliche Attraktivität von Leguminosen im Vergleich zu anderen Kulturen bestimmen (siehe Abbildung D). Außerdem tragen die tief in den Boden reichenden Wurzeln der Leguminosen dazu bei, der Bodenverdichtung entgegenzuwirken und den Gehalt an organischer Substanz im Boden zu erhöhen.

Wenn Leguminosen als Nutzpflanzen angebaut werden, gibt es starke regionale Unterschiede sowohl bei den Erträgen als auch bei den erzielbaren Preisen. In einigen Teilen des Landes bieten regionale Subventionen erhebliche Vorteile. Das Kulap-Programm in Thüringen beispielsweise, das von 2014 bis 2022 lief, subventionierte neben anderen pflanzenbaulichen und Fruchtfolgemaßnahmen vor allem den Anbau von Leguminosen auf mindestens 10 Prozent

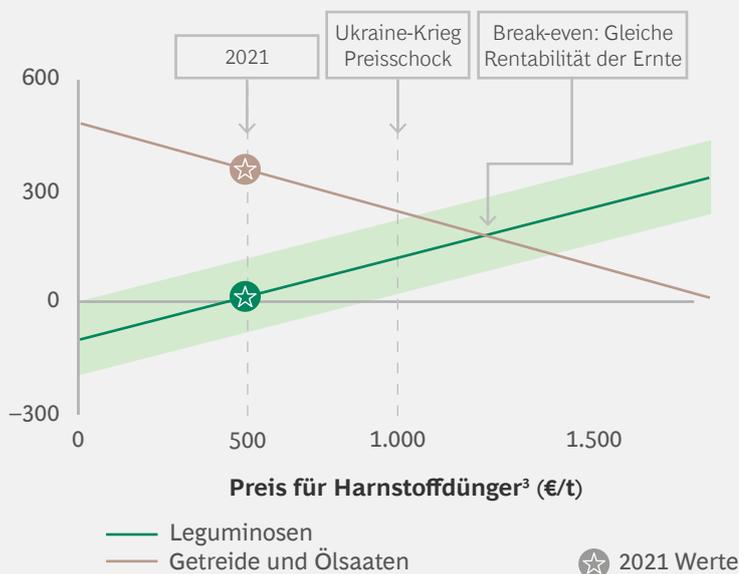
der Ackerfläche, mit 90 Euro pro Hektar. Bezogen auf den 10-prozentigen Anteil der Leguminosen an der gesamten Fruchtfolge entspricht diese Förderung rund 900 Euro pro Hektar für die angebauten Leguminosen, mehr als der durchschnittliche Gewinn aus Winterweizen.¹

Der Wert der Leguminosen hängt auch davon ab, welche Hauptfrucht sie ersetzen. Getreide und Ölsaaten zum Beispiel erwirtschaften derzeit rund 355 Euro pro Hektar, während Leguminosen mit 9 Euro pro Hektar (vor Subventionen) kaum kostendeckend sind. Betriebe, die Vieh züchten, können Leguminosen jedoch als Futtermittel verwenden und haben so einen weiteren positiven Wert auf ihre Gewinne.² Obwohl der Anbau und Verkauf von Leguminosen als Hauptfrucht in Deutschland noch nicht weit verbreitet ist, wird die steigende Nachfrage nach pflanzlichen Proteinen, die oft aus Leguminosen hergestellt werden, zu höheren Preisen führen, da sich die Bevölkerung zunehmend von Fleischproteinen abwendet.³

Alles in allem ist es wichtig, Leguminosen nicht nur als potenzielle Hauptfrucht zu betrachten, sondern vielmehr als eine Pflanze, die den Agrarbetrieben eine Vielzahl von Vorteilen in einem regenerativen Produktionssystem bietet.

Abbildung D. Rentabilität von Leguminosen

Gewinne (€/ha)



Gewinn von Leguminosen abhängig von:

Umsatz

- Ertrag, Preis oder Subventionen

Düngemittelpreis

- Ermöglicht die Stickstoffbindung und damit die Einsparung von Düngemitteln im nächsten Erntezyklus (~ 110 kg N/ha)

— Basisfall für Hülsenfrüchte¹
Gewinnschwelle bei ~ 1.200 €/t Harnstoffdünger
Preis mit ±10 %-Intervall

— Getreide und Ölsaaten²
Gewinn sinkt mit steigendem Düngemittelpreis

¹ Leguminosen-Durchschnitt für Deutschland 2021: Ertrag: 36 dt/ha, Preis: 27 €/kg 2. 2021 Getreide- und Ölsaatenenertrag: 355 €/ha (Düngerpreise 2021), 120 kg N/ha Düngung

² Harnstoffdünger mit 46 % N-Gehalt

Quelle: Bundesgütegemeinschaft Kompost, Landwirtschaftsbericht 2021/22, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, BCG-Analyse

¹ Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz Thüringen: KULAP: Kulturlandschaftsprogramm in Thüringen

² Fachartikel auf Proteinmarkt.de: Heimische Körnerleguminosen in der Rinderfütterung

³ BCG, 24.03.2021: Food for Thought: The Protein Transformation

dem Schnitt schneller erholen und das Wurzelwachstum der Gräser und damit auch die Bodenstruktur verbessert wird.

Erweitert. Die in dieser Phase angewendeten Praktiken – einschließlich integrierter Tierhaltung, der Neudefinition von oberirdischen Strukturen und dem Anlegen von Hecken oder Agroforstwirtschaft – sind sehr spezifisch für jedes Feld und die Struktur des Betriebs. Ihre Umsetzung kann langwierig sein, und sie kann erhebliche Vorabinvestitionen erfordern, sodass die Erzielung einer positiven Investitionsrendite typischerweise relativ lange dauern kann. Zu den Praktiken der erweiterten Stufe gehören:

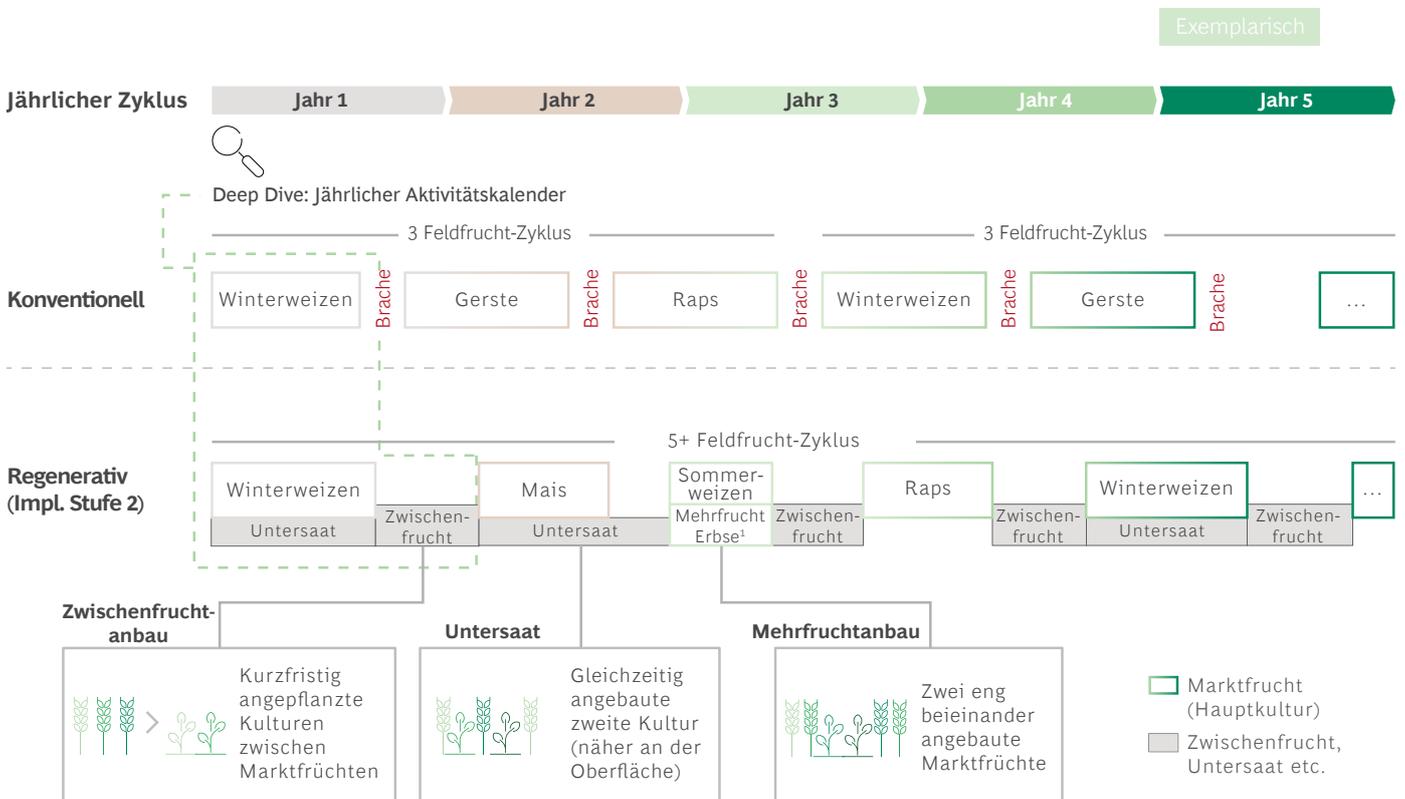
- **Mehrfruchtanbau:** Hierbei werden zwei oder mehr Hauptkulturen gleichzeitig angebaut, entweder in Streifen oder miteinander; das Potenzial hängt stark von der Art der angebauten Kultur ab.
- **Biologisch aktivierte Pflanzenkohle:** In dieser Maßnahme wird karbonisierte Biomasse ausgebracht, die durch Fermentation mit Mikroben geimpft wurde, um unter anderem die Bodenstruktur und die Nährstoffspeicherfähigkeit zu verbessern.
- **Kleinere Strukturen & Agroforstwirtschaft:** Hier werden Hecken oder Bäume in Acker- oder Grünland integriert, um die Biodiversität und Beschattung zu er-

höhen und die Wasserverdunstung zu verringern sowie mehrjährige Nutzpflanzen anzubauen.

- **Integrierte Tierhaltung in Pflanzenbau:** Dabei wird die Tierhaltung mit dem Anbau von Kulturpflanzen kombiniert, indem das Vieh z. B. Zwischenfrüchte oder Ackerfutter beweidet, und dadurch die Kohlenstoffbindung erhöht und den Boden direkt düngt.

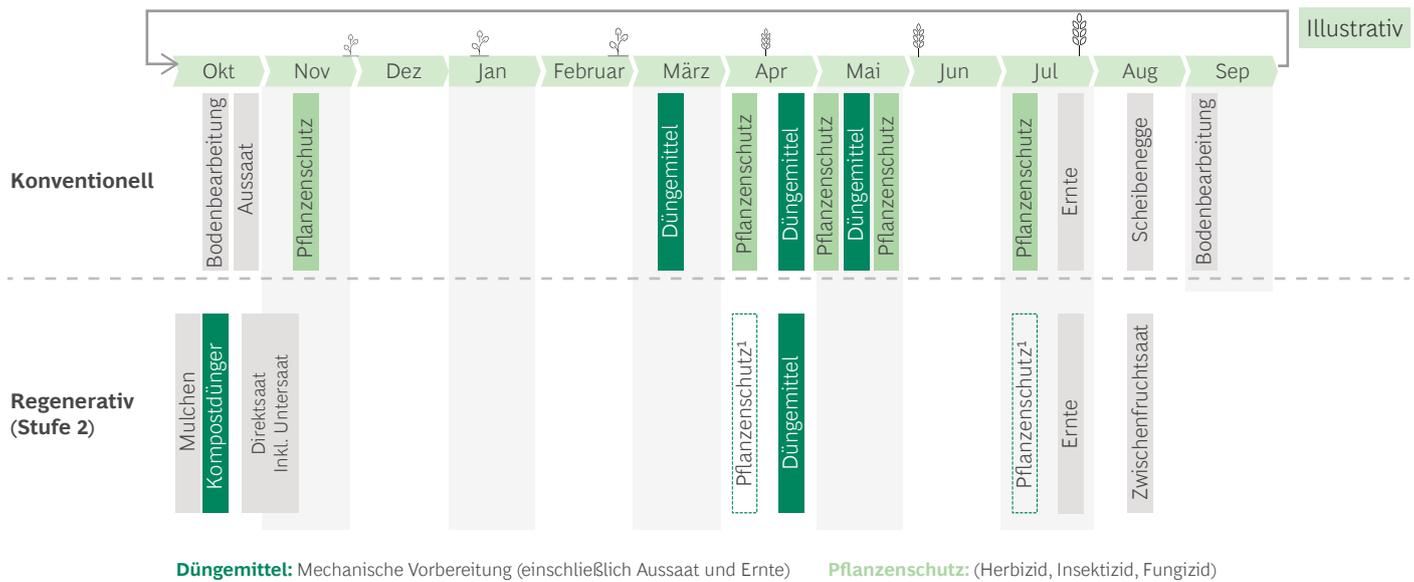
Wie sieht die regenerative Landwirtschaft in der Praxis aus, und wie unterscheidet sie sich von konventionellen Anbaumethoden? In [Abbildung 2.2](#) wird ein exemplarischer Erntezyklus in einem konventionellen Betrieb mit der Fruchtfolge in einem regenerativen Betrieb auf Feldebene verglichen. In einem rein konventionellen Betrieb liegen die Felder jedes Jahr über einen längeren Zeitraum brach, während die Felder in regenerativen Betrieben dauerhaft begrünt sind, entweder mit Zwischenfrüchten oder mit Untersaaten. Dies führt zu einer konstanten Bodenbedeckung und lebenden Wurzeln, welche Erosion verhindern, die Biodiversität des Bodens fördern, die Verdunstung von Bodenfeuchtigkeit in Dürreperioden verringern und die Fähigkeit des Bodens verbessern, bei Starkregenereignissen Wasser aufzunehmen und das Regenwasser effizient ins Grundwasser zu leiten. (Siehe [Abbildung 2.2](#) für einen Vergleich zwischen der regenerativen Landwirtschaft und dem konventionellen und ökologischen Landbau).

Abbildung 2.2. Beispiel für konventionelle versus regenerative Praktiken über einen mehrjährigen Zyklus



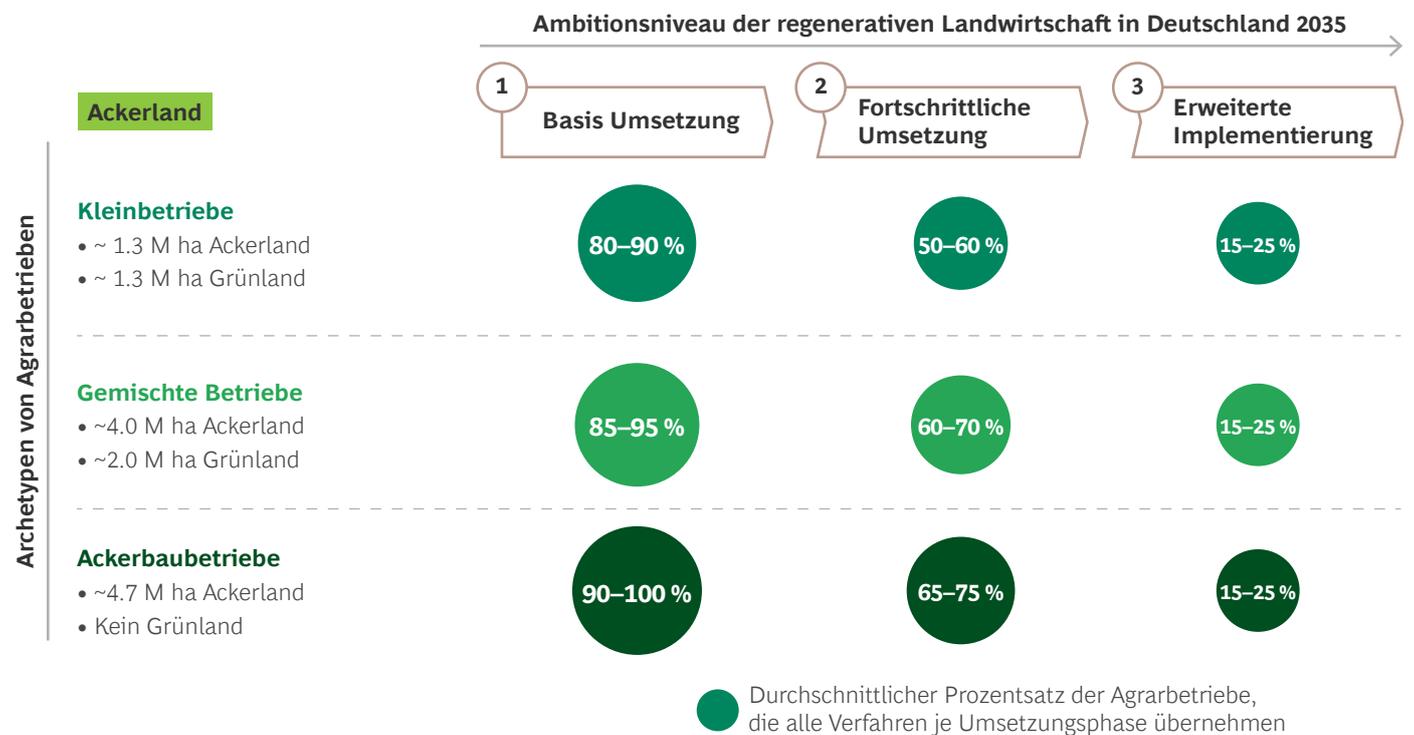
¹ Stufe 3

Abbildung 2.3. Konventionelle und regenerative Praktiken im Vergleich, über die gesamte Vegetationsperiode am Beispiel Winterweizen



Hinweis: Beispielhaft für Hauptkultur (Winterweizen) & Untersaat, Zwischenfruchtmischung inkl. Leguminosen nach der Ernte der Hauptkultur
¹ Pflanzenschutz je nach Krankheits-/Schädlingsdruck und der Möglichkeit, Pflanzenrückstände der letzten Saison durch Mulchen zu beseitigen
Quelle: Teasgac Winter Wheat Guide, BCG-Analyse

Abbildung 2.4. Realistische Umsetzungsquoten für das Jahr 2035 für die verschiedenen Betriebstypen in den drei Stufen



Anmerkung: ohne optionale Praktiken
Quelle: BCG-Analyse

Abbildung 2.3. veranschaulicht die Aktivitäten, beim Anbau von Winterweizen, in einem typischen Jahr von der Aussaat im Oktober bis zur Ernte im Juli.

Nach der Aussaat verwenden konventionelle Agrarbetriebe im Laufe der Vegetationsperiode je nach Bodenbeschaffenheit und dem Auftreten bestimmter Krankheiten, Unkräuter und Schädlinge chemische Düngemittel, Herbizide und Pestizide. Nach der Ernte bearbeiten sie den Boden und lassen das Feld dann bis zur Neubepflanzung brach liegen.

Im Gegensatz dazu würden regenerative Agrarbetriebe auf der zweiten, fortschrittlichen Stufe die Vegetationsperiode mit Mulchen der vorhandenen Zwischenfrucht oder Untersaaten sowie einer Kompostdüngergabe beginnen und den Weizen per Direktsaat inklusive einer neuen Untersaat ausbringen. Dies reduziert den Bedarf an Düngemitteln und Herbiziden weitgehend, da Unkräuter und Ernterückstände durch die Pflanzenkonkurrenz der Untersaaten und die Beschattungswirkung der Mulchschicht unter Kontrolle gehalten werden.

Obwohl der Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel ein langfristiges Ziel sein sollte, wird die Reduzierung der Herbizide wahrscheinlich schrittweise erfolgen, da ihre Anwendung vor allem in den ersten Jahren der Umstellung noch notwendig sein kann, um den Keimdruck von Unkräutern aus Vorjahren zu kontrollieren bis sich ein neues regeneratives Gleichgewicht eingestellt hat. Nach der Ernte der Marktfrucht kann das Feld, das mit der Untersaat unbestellt bleibt, auch mit einer Zwischenfrucht, beispielsweise mit Leguminosen, bepflanzt werden, welche dann zu Beginn der nächsten Vegetationsperiode erneut gemulcht (und ggf. mit der Flächenrotte bearbeitet) wird.

Transformationspfade zu regenerativer Landwirtschaft in Deutschland

Die Einführung der regenerativen Landwirtschaft in Deutschland wird ein mehrjähriger Prozess sein, und es ist unwahrscheinlich, dass die meisten landwirtschaftlichen Betriebe des Landes in den 2020er-Jahren die Stufe 3 erreichen werden. Unser Ziel in dieser Studie ist es, ein realistisches Zielbild für die regenerative Landwirtschaft in Deutschland bis zum Jahr 2035 zu zeichnen und einen Transformationspfad zur Erreichung dieses Ziels aufzuzeigen.

Unsere Analyse eines realistischen Zeitrahmens für die Einführung – entwickelt in enger Abstimmung mit praktizierenden Agrarbetrieben, Akademiker*innen, Industrieexpert*innen und durch unsere eigenen Erfahrungen – variiert je nach Betriebstyp und basiert auf der Ausgangssituation, den wirtschaftlichen Gegebenheiten, den Fähigkeiten und der Umsetzungscomplexität des jeweiligen Betriebs. Während regulatorische Anforderungen und Anreize eine wichtige Triebkraft für die Einführung regenerativer Praktiken sein werden, konzentrieren wir uns

in dieser Studie ausschließlich auf die wirtschaftlichen Risiken und Vorteile für die Agrarbetriebe, ohne dabei etwaige regulatorische Anreize zu berücksichtigen, die auf dem Weg dorthin eingeführt werden könnten.

Abbildung 2.4. zeigt die angenommenen Umsetzungsquoten für jeden Betriebsarchetyp und für alle drei Stufen der regenerativen Landwirtschaft in einem realistischen Szenario für 2035. Diese Raten spiegeln den prozentualen Anteil der Agrarbetriebe wider, die im Durchschnitt in jeder Phase regenerative Praktiken anwenden. Diese Schätzungen gelten nur für Ackerbaupraktiken; die Annahmeraten für Grünland finden Sie im Anhang ([Anhang 1](#)). Es gilt zu beachten, dass sich die Umsetzungsquoten auf den Umfang unserer Studie beziehen, wie oben beschrieben, und nicht die gesamte landwirtschaftliche Fläche Deutschlands abdecken.

Basis-Umsetzung. Da sie relativ einfach einzuführen sind, gehen wir davon aus, dass grundlegende regenerative Praktiken bis 2035 von 80 bis 100 Prozent der deutschen Landwirtschaftsbetriebe umgesetzt werden können, je nach Archetyp. Die Umsetzungsrate bei Kleinbetrieben schätzen wir etwas niedriger als bei den anderen Archetypen, da bestimmte Praktiken, wie regelmäßige Bodennährstoffanalysen & -ausgleichungen, für sie möglicherweise noch nicht wirtschaftlich sind.

Fortschrittliche Umsetzung. Auch wenn die Akzeptanz der fortschrittlichen Praktiken immer noch relativ hoch ist, liegt die Umsetzung zwischen 50 und 75 Prozent; vor allem weil diese Verfahren komplexer sind, größere Änderungen im Anbau erfordern und wahrscheinlich von den vielen Faktoren beeinflusst werden, die eine Verringerung des Einsatzes synthetischer Betriebsmittel behindern. Zu den Verfahren mit der höchsten Umsetzungsrate gehören Untersaaten, Mulchsysteme mit minimaler Bodenbeeinträchtigung inkl. Flächenrotte sowie Biostimulanzien und -Düngemittel, da sie die deutlichsten wirtschaftlichen Vorteile bieten und die erforderlichen Vorabinvestitionen schnell amortisiert werden können. Die Akzeptanz des Einsatzes von Leguminosen als Hauptkultur in einer Fruchtfolge wird wahrscheinlich etwas geringer sein, da die wirtschaftliche Tragfähigkeit dieser Praxis stark von den regionalen Gegebenheiten und den allgemeinen Markt- und Regulierungsbedingungen abhängt.

Erweiterte Implementierung. Die Umsetzungsquoten in der dritten Stufe werden wahrscheinlich deutlich niedriger sein – etwa 15 bis 25 Prozent für alle Betriebstypen –, da diese Praktiken sehr spezifisch sind und ihre Rentabilität weitgehend von den Gegebenheiten des jeweiligen Betriebs abhängt. Die Akzeptanz von Praktiken wie der Agroforstwirtschaft wird je nach Betriebstyp und lokalem Agrarökosystem stark abweichen. Da die landwirtschaftlichen Praktiken in diesem Stadium noch nicht gut durch die Forschung abgedeckt sind und ihre Durchführbarkeit stark von den regionalen Gegebenheiten und den individuellen Betriebsstrukturen abhängt, haben wir sie für die Quantifizierung der Effekte regenerativer Landwirtschaft im folgenden Kapitel ausgeschlossen.



Ökonomische und sozio-ökologische Bewertung von regenerativer Landwirtschaft

In diesem Kapitel wollen wir die erste ganzheitliche Bewertung der Auswirkungen regenerativer Landwirtschaft vornehmen. Daher wird der Einfluss regenerativer Landwirtschaft auf die Wirtschaftlichkeit der Agrarbetriebe, die breitere Lebensmittelwertschöpfungskette und die Gesellschaft und Umwelt als Ganzes näher betrachtet.

Effekte regenerativer Landwirtschaft auf die Wirtschaftlichkeit von Agrarbetrieben

Regenerative Landwirtschaft wurde lange Zeit mit sinkenden Ernteerträgen und schrumpfenden Gewinnen der Agrarbetriebe in Verbindung gebracht. Wenn man jedoch die betriebswirtschaftlichen Daten von deutschen Höfen

auf einer Pro-Hektar-Basis analysiert, zeigt sich, dass die regenerative Landwirtschaft mittel- bis langfristig beträchtliche Vorteile mit sich bringt und die Gewinne der Agrarbetriebe sogar steigert. Insgesamt gilt: Bei einem eingependelten Umsetzungsstand – der in der Regel nach sechs bis zehn Jahren erreicht ist – können die Gewinne der Landwirt*innen durch die Praktiken der Stufe 1 und 2 um bis zu 60 Prozent und mehr steigen.

Die Berechnung des wirtschaftlichen Nutzens der regenerativen Landwirtschaft erfolgt in drei Schritten:

- **Schritt 1.** Ermittlung der Gewinne pro Hektar für konventionelle Betriebe, die eine typische Mischung von Kulturen anbauen, inklusive der Kosten und Erlöse für

die vier häufigsten Kulturarten: Getreide und Ölsaaten, Mais, Leguminosen und Gras.

- **Schritt 2.** Quantifizierung der Auswirkungen der einzelnen Praktiken der Stufen 1 und 2 von regenerativer Landwirtschaft auf die Kosten und Erlöse pro Hektar durch Auswertung vorhandener Literatur und Befragung praktizierender Agrarbetriebe, Akademiker*innen und Industrieexpert*innen, einschließlich der Erlöse aus dem Verkauf von Carbon Credits (siehe Exkurs „Was sind Carbon Credits wert“). Es gilt zu beachten, dass Praktiken der Stufe 3, wie z. B. Agroforstwirtschaft, nicht quantifiziert werden, da es sehr lange dauert, bis die genannten Maßnahmen ihre Wirkung entfalten, und die Forschung über ihre wirtschaftlichen Auswirkungen noch begrenzt ist.
- **Schritt 3.** Exemplarische Modellierung der finanziellen Auswirkungen für jeden Betriebsarchetype, um die end-

gültigen wirtschaftlichen Auswirkungen auf Betriebsebene zu ermitteln.

Grundlage unserer Analyse sind „rein konventionelle“ Betriebe, welche noch keine regenerativen Praktiken anwenden. Mögliche staatliche Bundes- und Landes-Subventionen sind ebenfalls aus der Quantifizierung ausgeschlossen. Dies ermöglicht es den Agrarbetrieben, die Auswirkungen spezifischer regenerativer Praktiken auf ihre Gewinne, ohne verzerrende externe Effekte oder verschiedene Startpunkte, zu erkennen.

Außerdem haben wir die Arbeitskosten aus der Quantifizierung der regenerativen Praktiken ausgeschlossen. Dies liegt zum einen daran, dass wir davon ausgehen, dass sich die Art der Arbeit nach Umsetzung regenerativer Landwirtschaft von der reinen Ausführung auf dem Feld hin zu mehr Planungs- und Analysetätigkeiten verlagern wird, was wahrscheinlich einen Teil der Einsparungen bei der Feld-



Was sind Carbon Credits wert?

Bei der Quantifizierung der Auswirkungen regenerativer Landwirtschaft auf deutsche Agrarbetriebe, die Ökologie und die gesamte Wertschöpfungskette im Lebensmittelbereich ist es von entscheidender Bedeutung, das Ausmaß zu bewerten, in dem die regenerative Landwirtschaft den gesamten CO₂-Fußabdruck des Landes reduzieren kann. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: (1) durch die Senkung der direkten CO₂-e-Emissionen von Landmaschinen, dem Einsatz synthetischer Betriebsmittel und dem Boden selbst sowie (2) durch die Bindung erheblich größerer Kohlenstoffmengen in Agrarökosystemen. Beide Effekte bieten auch einen impliziten oder expliziten monetären Wert für die Agrarbetriebe, die Gesellschaft und die Akteur*innen in der breiteren Lebensmittelwertschöpfungskette des Landes.

Um den wirtschaftlichen Wert regenerativer Landwirtschaft in Bezug auf die Reduzierung der CO₂-e-Emissionen zu

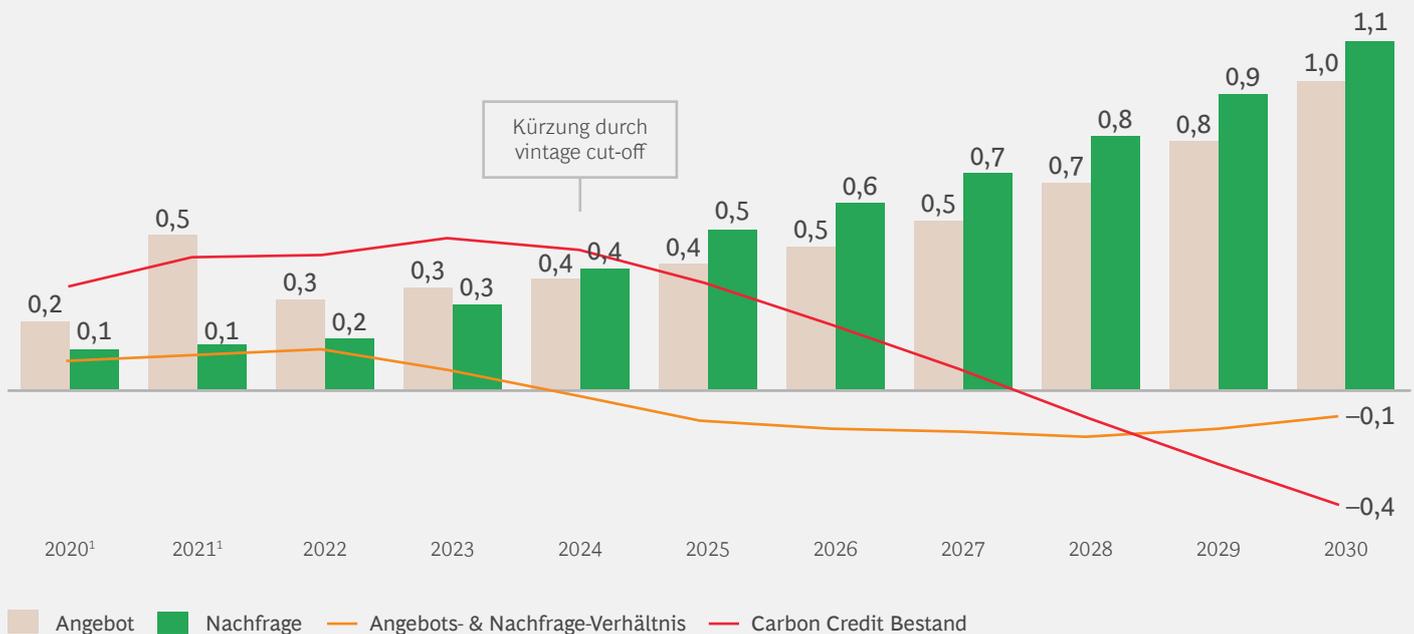
bewerten, haben wir drei verschiedene Preise pro Tonne CO₂-e verwendet, die für das Jahr 2035 prognostiziert werden:

- Externe Klimakosten, die die gesamten gesellschaftlichen Kosten von Kohlenstoff aufzeigen: etwa 223 Euro pro Tonne.¹
- Preis für Carbon Credits auf dem obligatorischen Markt, auf der Grundlage des Terminpreises des Europäischen Emissionshandels (ETS): rund 157 Euro pro Tonne.²
- Preis für Carbon Credits auf dem freiwilligen Markt, auf Grundlage von Konsensschätzungen und Expert*innen-einschätzungen: Rund 55 Euro pro Tonne.³

Während die Kosten, die der Gesellschaft durch die landwirtschaftlich bedingten CO₂-Emissionen entstehen, in

Abbildung A. Der Wert von Carbon Credits wird stark steigen, da Nachfrage perspektivisch das Angebot übersteigt

Nachfrage und Angebot an VCM-Gutschriften (Gt/CO₂-e p. a.)



Anmerkung: Werte basierend auf aktualisierten Daten der Weltbank, Global Carbon Project; VCM = Voluntary Carbon Market

¹ Actuals, alle anderen Werte sind Erwartungswerte

Quelle: Forest Trends, Verra, Gold Standard, ACR, CAR, UN IPCC, Branchenbefragungen, BCG-Analyse

¹ Ermittelte externe Klimakosten von Kohlenstoffemissionen bis 2030; 2023e basierend auf Kostenannahmen des Bundesumweltamtes 2020

² Voraussichtlicher Durchschnitt bis 2029; Erwarteter Wert für 2035 basierend auf CAGR (2018-2019); Intercontinental Exchange ENDEX European Union Allowance (EUA); Month Electronic Energy Future ENDEX

³ Ermittelter Durchschnittswert bis 2040; Ecosystems Marketplace report 2019; Bloomberg; Princeton; World Bank Group – Climate Change 2015; CDP report 2015; Expert*innen Interviews; BCG Analyse

unseren früheren Studien dokumentiert wurden und die obligatorischen Werte durch die Terminpreise für Carbon Credits gut belegt sind, befindet sich die Entwicklung der freiwilligen Märkte für Kohlenstoffzertifikate noch in einem frühen Stadium und muss eingehender untersucht werden.

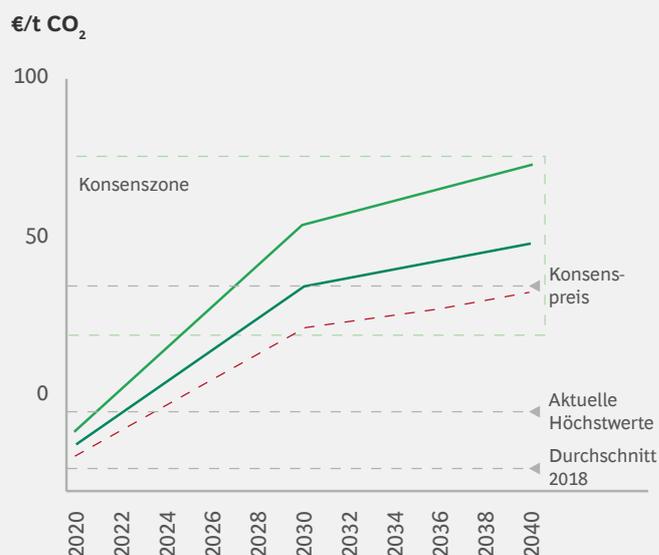
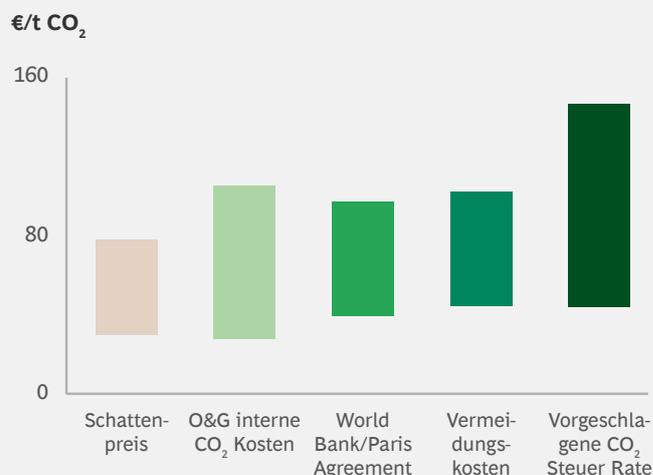
Insgesamt gehen wir davon aus, dass die weltweite Nachfrage nach CO₂-Ausgleichszertifikaten von 0,1 Gigatonnen (Gt) CO₂-e pro Jahr im Jahr 2020 auf etwa 1,1 Gt CO₂-e im Jahr 2030 steigen wird (siehe Abbildung A). Während das Angebot an Zertifikaten derzeit die Nachfrage übersteigt, wird es um 2024 einen Wendepunkt geben, an dem der Markt für Emissionskompensationen die wachsende Nachfrage nicht mehr decken kann.

Es wird erwartet, dass im Jahr 2030 die weltweite Nachfrage nach CO₂-Kompensationen in Höhe von etwa 1,1 Gt das Angebot an Carbon Credits übersteigen wird, was zu einem erheblichen Preisanstieg für freiwillige Carbon Credits führen wird.

Infolgedessen werden die Preise für Carbon Credits auf den freiwilligen Märkten wahrscheinlich ab 2024 erheblich steigen, wenn die von vielen Unternehmen eingegangenen Verpflichtungen zur Erfüllung der Ziele der Science-Based Target Initiative (SBTi) wirksam werden. Eine Vorhersage der Preise für freiwillige Credits ist nach wie vor schwierig, weil viele Faktoren bei der Preisbildung durch Angebot und Nachfrage eine Rolle spielen werden. Dennoch zeichnet sich unter den Expert*innen ein Konsens über die künftigen Preise ab, der zusammen mit unserer Einschätzung zu einem prognostizierten Preis für freiwillige Carbon Credits im Jahr 2035 von etwa 55 Euro pro Tonne führt (siehe Abbildung B).

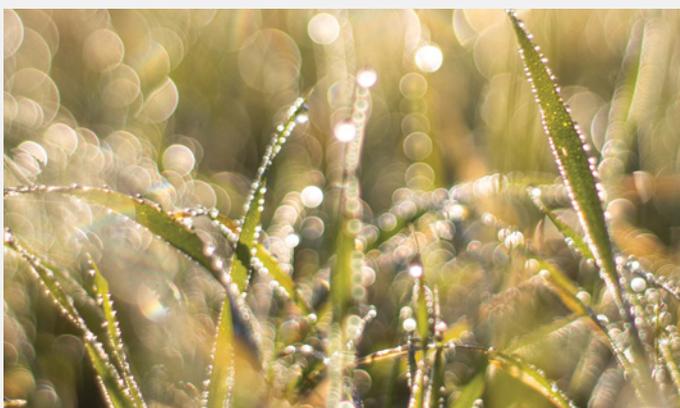
In unserer Analyse sind die Preise für Carbon Credits sowohl für die Agrarbetriebe als auch für ihre Auswirkungen auf die sozio-ökologische Wirtschaft relevant (siehe Kapitel 3.2). Bei der Quantifizierung der wirtschaftlichen Auswirkungen auf die Agrarbetriebe haben wir den freiwilligen Preis als Grundlage verwendet, da die Agrarbetriebe in Zukunft wahrscheinlich am Markt für freiwillige Kompensationsmaßnahmen teilnehmen werden. Bei den sozio-ökologischen Auswirkungen haben wir die externen Klimakosten zugrunde gelegt, da diese letztlich von der Gesellschaft getragen werden.

Abbildung B. Erwarteter Anstieg der CO₂-Zertifikatspreise für die Landwirtschaft bis 2035 auf durchschnittlich 55 Euro pro Tonne



Anmerkung: Unter der Annahme einer Umrechnung €/US\$ 1:1

Quelle: Ecosystems Marketplace Bericht 2019; Bloomberg; Princeton; Weltbankgruppe - Klimawandel 2015; CDP-Bericht 2015 Expert*innen-interviews; BCG-Analyse



arbeit ausgleicht. Zum anderen sind die meisten Kosteneinsparungen eher theoretischer Natur, da in der Regel nur ein kleiner Bruchteil tatsächlicher Arbeitsstunden eingespart wird, welcher nicht zu einer signifikanten realen Gewinnsteigerung führt. Jedoch wurden für die Quantifizierung der wirtschaftlichen Ausgangssituation in Schritt 1 die Arbeitskosten einbezogen, um einen realistischeren Ausgangswert zu ermitteln.

Im Gegensatz zur Quantifizierung der ökologischen Auswirkungen regenerativer Praktiken in Kapitel 3.2. werden die Wasserkosten in dieser betriebswirtschaftlichen Analyse nicht berücksichtigt. Dies liegt daran, dass die deutschen Agrarbetriebe derzeit nur geringe Gebühren für ihre Grundwassernutzung zahlen und der Bewässerungsbedarf weitgehend von Region und Bodenart abhängt.

Schritt 1: Die aktuelle wirtschaftliche Ausgangssituation

Die Analyse der aktuellen Hektargewinne der konventionellen Betriebe in Deutschland wird in Einnahmen und fünf Kostenkategorien unterteilt: Maschinenkosten, Betriebsmittelkosten, Arbeitskosten, Pacht und sonstige Kosten wie Reinigung, Trocknung der Ernte und Versicherung. Es werden Preise und Kosten für das Jahr 2021 angenommen.

Zu den Erntekategorien und den damit verbundenen Einnahmen gehören:

- **Getreide und Ölsaaten:** Eine Mischung aus 50 Prozent Weizen, 30 Prozent Gerste und 20 Prozent Raps, was ihrem typischen relativen Anteil in deutschen Betrieben entspricht. Es handelt sich um die in Deutschland am häufigsten angebauten Kulturen, mit welchen Agrarbetriebe den höchsten relativen Gewinn erwirtschaften: rund 355 Euro pro Hektar und Jahr, vor Subventionen.
 - **Mais:** Mais ist die am zweithäufigsten angebaute Kulturpflanze in Deutschland. Er wird in der Regel zur Fütterung des Viehbestands und zur Energieerzeugung (Biokraftstoff, Biogas) verwendet. Bei der Verwendung als Silofutter wird ein Gewinn von etwa 250 Euro pro Hektar und Jahr erzielt.
 - **Leguminosen:** Für unsere Analyse nehmen wir eine Mischung aus 50 Prozent Erbsen und 50 Prozent Bohnen an. Leguminosen sind in der Regel nicht Teil des Hauptanbauzyklus in deutschen Betrieben, da ihr Verkauf höchstens einen sehr geringen Gewinn abwirft, was sie im Vergleich zu den Alternativen finanziell unattraktiv macht. Neuere Erkenntnisse zeigen jedoch, dass sie als Teil einer regenerativen Fruchtfolge erhebliche Nährstoffnebeneffekte für den Boden bieten (siehe Exkurs „Leben mit Leguminosen“). Ihre Fähigkeit, im Boden Stickstoff für die nächste Nutzpflanze zu binden –

schätzungsweise durchschnittlich 110 Kilogramm Stickstoff pro Hektar - wird mit etwa 115 Euro oder mehr pro Hektar bewertet. Dieser Wert ist nicht wettbewerbsfähig mit den Preisen für chemische Düngemittel von 2021; dies kann sich jedoch bei steigenden Düngemittelpreisen ändern.

- **Gras:** Heuwiesen, deren Ertrag in Form von Rundballen verkauft wird, bringen einen Gewinn von etwa 125 Euro pro Hektar.

Es gilt zu beachten, dass diese Einnahmeschätzungen aus Leitlinien der Landwirtschaftskammern und Landesanstalten für Landwirtschaft mehrerer Bundesländer in Deutschland stammen.¹⁴ Die größten Kostenblöcke für jede Kulturart stellen die verwendeten Betriebsmittel (Inputs), einschließlich Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutz, dar.

Schritt 2: Quantifizierung der Maßnahmen der Stufen 1 und 2

In diesem Schritt werden die veränderten Einnahmen und Kosten durch regenerative Praktiken der Stufen 1 und 2 für Getreide und Ölsaaten, die wichtigsten Kulturen in Deutschland, analysiert. Die Erträge und Kosten werden unter der Annahme eines stabilen Umsetzungszustands ermittelt, welcher in der Regel nach 6 bis 10 Jahren erreicht ist.

Stufe 1. Abbildung 3.1. zeigt den erwarteten Gewinn aus der Umsetzungsstufe 1 (Basis) regenerativer Praktiken auf Feldern, auf denen Getreide und Raps angebaut werden. No-till-Verfahren mit Direktsaat beispielsweise erhöhen den Gewinn um schätzungsweise 25 Prozent oder mehr, vor allem durch die Senkung der Kosten für Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung und durch höhere Durchschnittserträge aufgrund einer größeren Widerstandsfähigkeit gegenüber extremen Wetterereignissen. Insgesamt können die Praktiken der Stufe 1 die Gewinne der Agrarbetriebe um schätzungsweise 40 Prozent oder mehr steigern, wovon ein Viertel der Steigerung auf den Verkauf von Carbon Credits entfällt.

“ Mit Blick auf die Zukunft bereiten den Agrarbetrieben häufigere Dürreperioden und die damit verbundenen Ertragseinbußen große Sorgen. Regenerative Praktiken wie No-till-Verfahren und Zwischenfruchtanbau können dazu beitragen, diese Risiken zu mindern.“

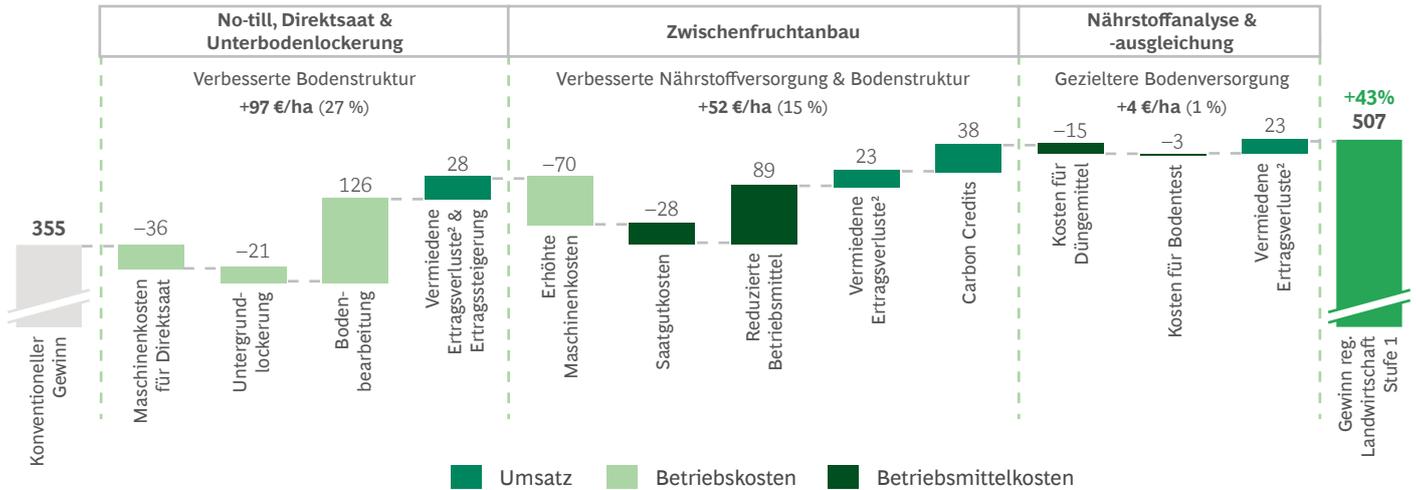
Markus Pflugfelder, Universität Hohenheim

Stufe 2. Abbildung 3.2. zeigt die erwarteten Gewinnsteigerungen durch die Umsetzung regenerativer Praktiken der Stufe 2 auf Feldern, auf denen Getreide und Raps angebaut werden. In diesem Stadium sind die höheren Gewinne in erster Linie das Ergebnis niedrigerer Inputkosten,

¹⁴ Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten der Landwirtschaftskammer Schleswig Holstein, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg

Abbildung 3.1: Verfahren der Stufe 1 bieten den Landwirt*innen beträchtliche Vorteile

Stufe 1 (stabiler Zustand nach 6-10 Jahren)
Getreide und Ölsaaten¹ (€/ha.)



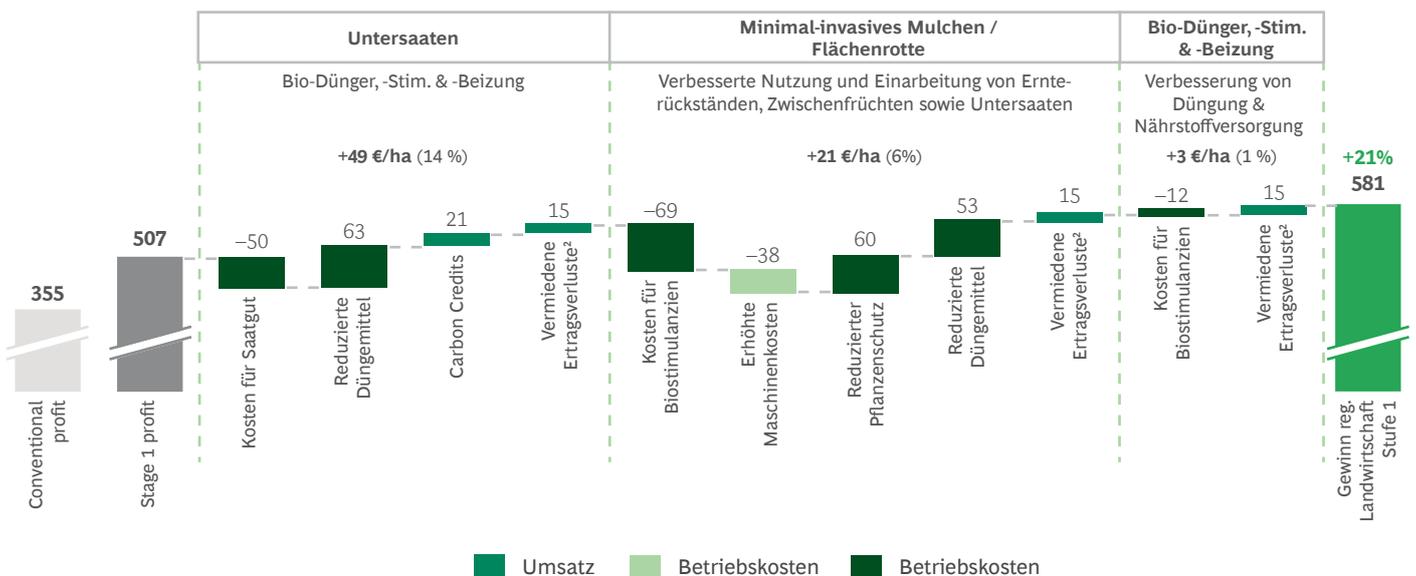
¹ Winterweizen, Gerste und Raps durchschnittlich Raps

² inkl. Resilienz gegenüber Dürre durch bessere Bodenstruktur, basierend auf 2018 Dürrejahr

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; FAO; Bundeslandwirtschaftsministerium; DLG; BayWa; KTBL; Befragung von Landwirt*innen; BCG-Analyse

Abbildung 3.2. Maßnahmen der Stufe 2 können die Gewinne um zusätzliche 21 Prozent steigern

Stufe 2 (stabiler Zustand nach 6-10 Jahren)
Getreide und Ölsaaten¹ (€/ha.)



¹ Winterweizen, Gerste und Raps durchschnittlich Raps

² inkl. Resilienz gegenüber Dürre durch bessere Bodenstruktur, basierend auf Dürrejahr 2018

Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; FAO; Bundeslandwirtschaftsministerium; DLG; BayWa; KTBL; Befragung von Landwirt*innen; BCG-Analyse.

Tabelle 1. Maßnahmen der Stufe 1 und deren Effekte

Tabelle 1 enthält Einzelheiten zu den positiven und negativen Auswirkungen der regenerativen Praktiken der Stufe 1.

Maßnahmen	Positive Effekte +	Negative Effekte -
Verbesserte Bodenstruktur (No-till, Direktsaat & Unterbodenlockerung)	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebliche Einsparungen bei der Bodenbearbeitung und Saatgutvorbereitung, da das herkömmliche Pflügen viel Zeit und Kraftstoff verbraucht • Geringe positive Auswirkungen auf den durchschnittlichen Getreideertrag (weniger als 0,5 % oder etwa 6 € pro Hektar und Jahr)¹⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Maschinenkosten für Direktsaat (kann gekauft und abgeschrieben, gemietet oder über Lohnunternehmer genutzt werden) • Nur in Einzelfällen: Maschinenkosten für den Einsatz eines Tieflockers, falls erforderlich; dies kann besonders für Maschinenspuren nötig sein, wenn No-till in Verbindung mit festgelegten Fahrgassen („controlled traffic farming“) praktiziert wird.
Zwischenfruchtbau (Einsatz von artenreichen Zwischenfrüchten)	<ul style="list-style-type: none"> • Artenreiche Zwischenfrüchte ermöglichen eine beträchtliche Düngerreduzierung, indem sie relevante Nährstoffe im Boden für die nächste Nutzpflanze binden (bis zu 35 kg Stickstoff, 15 kg Phosphat, 100 kg Kalium (pro Hektar)¹⁶ und außerdem die SNE erhöhen. • Carbon credits aufgrund der Speicherung von Kohlenstoff im Boden (im Durchschnitt ~1,7 t CO₂e pro Hektar und Jahr; siehe technischer Anhang 3) • Der Carbon Credit Preis ist momentan noch nicht sehr transparent. BCG schätzt diesen Wert für den freiwilligen Markt bis 2035 auf etwa 55 €/t CO₂-e, was auf eine Angebotsverknappung ab 2024 zurückzuführen ist. • 38 € pro Hektar und Jahr für den Gewinn der Agrarbetriebe stellen einen konservativen Gewinnanteil von 40 % des Zertifikatspreises von 55 € dar, da erhebliche Kosten für Prüfung, Zertifizierung und Transaktionsgebühren der Marktplätze anfallen (Nettogewinn: rund 22 €/t CO₂-e). 	<ul style="list-style-type: none"> • Maschinenkosten für die Aussaat von Zwischenfrüchten nach der Ernte von Nutzpflanzen sowie für einfaches Mulchen vor Beginn des nächsten Nutzpflanzenzyklus • Die Saatgutkosten für Zwischenfrüchte variieren je nach Artenmischung erheblich. Für optimale Ergebnisse sollten mehrere Arten kombiniert werden.
Nährstoffanalyse & -ausgleichung	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Nährstoffversorgung im Boden – nicht separat quantifiziert 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für den Haney/Kinsey-Test: Ein Test mit mehreren Proben (85 €) pro 5 Hektar alle 5 Jahre • Zusätzliche Düngemittel, die über NPK hinausgehen, um den Boden auszugleichen, können nach dem Test erforderlich sein, typischerweise Kalzium, Magnesium und/oder Silizium.
Zusätzliche maßnahmenübergreifende Effekte der Stufe 1 auf Ackerland	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Ertragseinbußen durch erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Extremwetter (die Dürre 2018 führte zu einem durchschnittlichen Rückgang der Getreideerträge um 16 %¹⁷) • Vier der letzten fünf Jahre waren Dürrejahre, die auf die Auswirkungen des Klimawandels zurückzuführen sind (und sich in den nächsten 5 bis 10 Jahren noch verschärfen dürften). • Es wird davon ausgegangen, dass die Ertragseinbußen in Dürrejahren durch Praktiken der Stufe 1, die dazu beitragen, Wasser im Boden zu binden und die Verdunstung durch eine bessere Bodenbedeckung zu begrenzen, um 30 % gemindert werden können. • Alle Verfahren tragen zur Wasseraufnahme und -speicherung sowie zur Rückgewinnung von Grundwasser bei; daher werden die quantifizierten Auswirkungen auf die Ertragsresistenz gleichmäßig auf alle Maßnahmen verteilt (23 € pro Hektar und Jahr, pro Maßnahme). 	
Grünland: Mischsaaten	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Anteil von 20 % Leguminosensaatgut kann zu einer Stickstofffixierung von etwa 60 kg pro Hektar und Jahr führen, was den Bedarf an synthetischem Dünger verringert. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saatgutkosten für eine fortgeschrittene Mischung von Einsaaten, einschließlich Leguminosen

¹⁵ Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) der Vereinten Nationen, 2020: Advances in Conservation Agriculture Volume 2: Practice and benefits. Burleigh Dodds Series in Agricultural Science

¹⁶ Bauernblatt, 1.04.2017: Minderdünger einsparen – Vorzüge des Zwischenfruchtbau nutzen

¹⁷ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 05.05.2022: Trockenheit und Dürre im Jahr 2018

Tabelle 2. Maßnahmen der Stufe 2 und deren Effekte

Tabelle 2 enthält Einzelheiten zu den positiven und negativen Auswirkungen der regenerativen Praktiken der Stufe 2.

Maßnahmen	Positive Effekte +	Negative Effekte -
Untersaaten-anbau (Anbau von Zweitkultur zur besseren Bodenbedeckung)	<ul style="list-style-type: none"> • Düngerreduzierung durch Fixierung im Boden von 30 kg Stickstoff pro Hektar und 40 kg Kalium pro Hektar¹⁸ • Carbon Credits aufgrund der Kohlenstoffbindung im Boden von durchschnittlich 0,97 Tonnen CO₂-e pro Hektar und Jahr (siehe Anhang 3) • Wie in Tabelle 1 beschrieben wird dabei von einem Nettoeinkommen von etwa 22 € pro Tonne CO₂-e ausgegangen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Saatgutkosten für Untersaaten liegen bei etwa 50 € pro Hektar. Keine zusätzlichen Maschinenkosten, da die Aussaat parallel zur Aussaat der Hauptkulturen erfolgt.
Minimal-invasives Mulchen / Flächenrotte (Fortgeschrittene Verwendung von Ernte- und Fruchtresten)	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzenschutzkosten können drastisch gesenkt werden, da Herbizide durch die Wirkung des Mulchsystems vermieden werden können.¹⁹ • Einsparung von 50-90 kg Stickstoffdünger pro Hektar (und damit Erreichen des Green Deal 2030 Düngerreduktionsziels von • 20 %; konservative Schätzung von 50 kg wird angenommen)²⁰ • Jeweils zwei Herbizid- und Düngemaschineneinsätze können vermieden werden, was die Gesamtkosten der Maschinen reduziert. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maschinenkosten für das Mulchen und (falls situationsabhängig sinnvoll) zur Einarbeitung der gemulchten Zwischenfrüchte in die ersten Zentimeter des Bodens • Kosten für Bio-Stimulanzien, die benötigt werden, um die Wirkung des Mulchsystems zu maximieren (durch Inkubation und Steuerung von Prozessen der Mikroorganismen²¹)
Bio-Dünger (Verbesserung der Düngung)	<ul style="list-style-type: none"> • Substitution von synthetischen Düngemitteln/Mengenreduzierung (nicht quantifiziert, da sehr situationsabhängig) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Biostimulanzien, die in die Gülle gemischt werden • Kosten für biologische Saatgutbeschichtung, Kompostextraktkosten inkl. Mikronährstoff-Blattspritzungen (von der Berechnung ausgeschlossen, da sehr situationsabhängig)
Zusätzlicher Effekt von Praktiken der Stufe 2 auf Ackerland	<ul style="list-style-type: none"> • Vermiedene Ertragseinbußen (Widerstandsfähigkeit gegenüber Extremwetter) • Es wird davon ausgegangen, dass wie in Stufe 1 die Ertragseinbußen in Dürrejahre durch die Praktiken der Stufe 2 um weitere 20 % gemindert werden können (beispielsweise durch bessere Bindung von Wasser im Boden und reduzierte Verdunstung durch eine bessere Bodenbedeckung). 	
Grünland: Adaptive Beweidung oder Mahd	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen der Widerstandsfähigkeit gegenüber Dürreperioden • Annahme, dass Ertragseinbußen von durchschnittlich etwa 30 % bei der Weide- und Heuproduktion vermieden werden können • Beweidung: Verringerung der vom Vieh zertrampelten Grasnarbe • Heuproduktion: in Dürrejahre ermöglicht adaptives Mähen einen zusätzlichen Schnitt 	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebskosten für einen zusätzlichen Mähschnitt alle vier Jahre • Gilt nur für Wiesen (40 % Grünlandanteil)

¹⁸ Arbeitskreis junger Agrarbetriebe, 10.09.2013: Aktuelles aus dem Gewässerschutz

¹⁹ https://n2-landwirtschaft.de/online/2021_06/20Getreidemagazin_Pflanzenbau%20Seite%2012-14.pdf

²⁰ Fischer's EM-Chiemgau, 27.10.2021: Steigende Düngemittel Preise

²¹ <https://shop.em-chiemgau.de/produkt/bodenverjuenger/>

sowie gesteigerter Ertragsresilienz. Der Untersaatanbau beispielsweise steigert die Gewinne um fast 15 Prozent pro Hektar und Jahr, vor allem durch die Senkung der Düngemittelkosten. Insgesamt dürften die Praktiken der Stufe 2 die Gewinne der Agrarbetriebe um schätzungsweise 20 Prozent oder mehr steigern, wobei knapp ein Drittel davon aus dem Verkauf von Carbon Credits stammt.

Stufe 3. Wie bereits erwähnt, enthält diese Analyse keine Quantifizierung des Nutzens der Maßnahmen in Stufe 3, da es an Forschungsergebnissen mangelt und der Nutzen stark von den regionalen und betrieblichen Gegebenheiten abhängt. Es ist jedoch möglich, die Vorteile qualitativ zu beschreiben. Sie umfassen:

- **Verbesserte Bodenstruktur:** Biologisch aktivierte Pflanzenkohle erhöht die Kohlenstoffbindung sowie das Wasserhaltevermögen und verringert die Nitratauswaschung im Boden.
- **Geringere Wasserverdunstung und Wärme:** Agroforste und Hecken spenden Schatten und wirken als Windschutz, um die Verdunstung zu begrenzen und die Taubildung zu verbessern, was zur Kühlung der Bodenoberfläche beiträgt.²²
- **Geringere Erosion:** Diversifizierte Feldstrukturen reduzieren das Risiko der Bodenerosion bei starken Regenfällen.
- **Verbesserte Nutzung von Biodiversität und Ökosystemleistungen:** Zu den Vorteilen, die sich aus der Nutzung verbesserter Ökosystemleistungen ergeben, gehören bessere Bestäubung und natürliche Schädlingsbekämpfung.

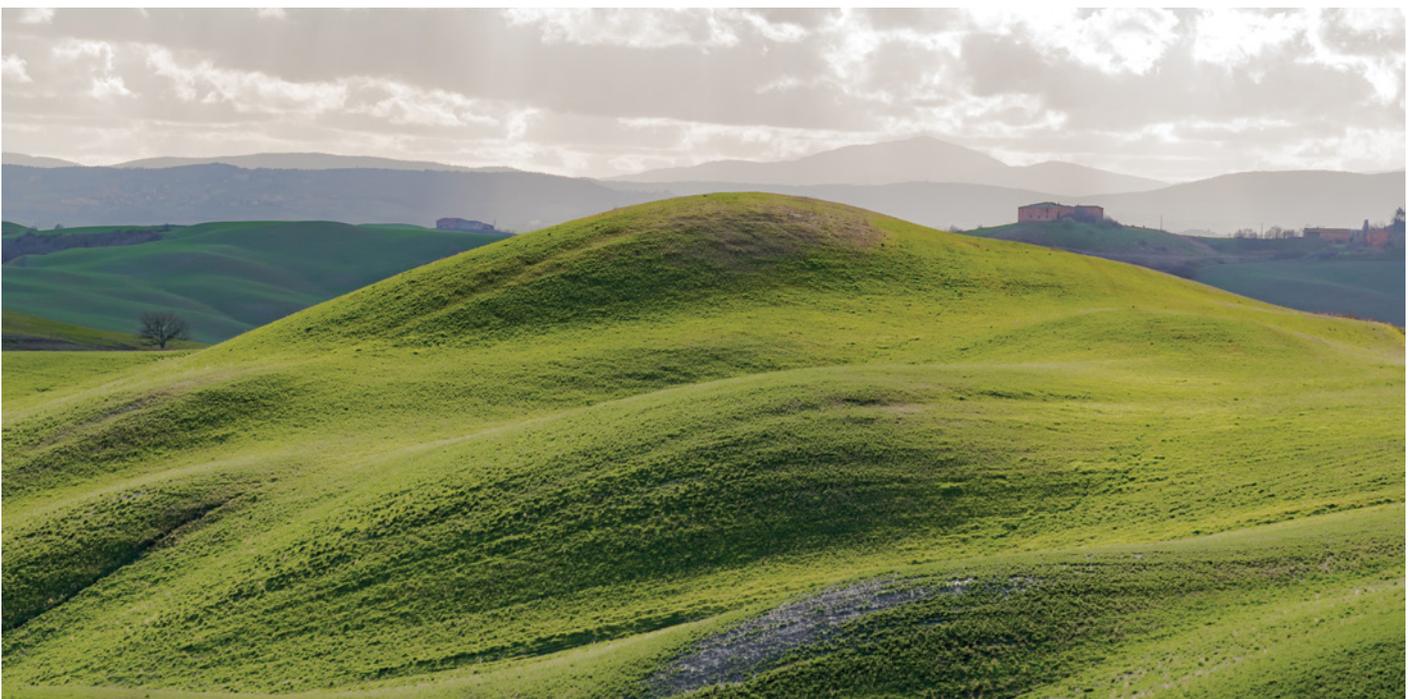
Einige Praktiken der Stufe 3 können aufgrund der strukturellen Veränderungen, die für die Umsetzung von Agroforstwirtschaft, Mehrfruchtanbau und kleineren Feldern erforderlich sind, zu zusätzlichen Kosten führen. Besonders die Verkleinerung und Diversifizierung von Feldstrukturen kann mittelfristig eine besondere Herausforderung darstellen, da die derzeitigen Landmaschinen meist eine große Arbeitsbreite erfordern. Mit der Entwicklung hin zu flexibleren, autonomen Landmaschinen dürfte dieses Problem jedoch mitigiert werden.

Schritt 3. Finanzielle Auswirkung auf landwirtschaftliche Betriebsarchetypen

Was bedeutet die Auswirkung regenerativer Landwirtschaft der Stufen 1 und 2 für den typischen deutschen Agrarbetrieb? Wie würden sich die Art der angebauten Pflanzen und finanzielle Erträge verändern? Und vor allem: Sollten deutsche Agrarbetriebe auf regenerative Landwirtschaft umsteigen?

Jeder der drei in Kapitel 2 definierten Archetypen – Kleinbetrieb, mittlerer Mischbetrieb, großer Ackerbaubetrieb – weist nach Umstellung auf regenerative Landwirtschaft ein anderes, jedoch stets positiveres Gewinnprofil auf.

- **Kleinbetrieb.** Bei diesen Betrieben wird davon ausgegangen, dass etwa die Hälfte der Fläche als Ackerland und die andere Hälfte als Grünland genutzt wird; zwei Drittel des Gewinns entfallen jedoch auf das Ackerland. Die Gesamtgewinne würden nach Stufe 2 von etwa 11.000 auf 17.000 Euro pro Jahr steigen, Subventionen nicht eingerechnet. Dabei wird von einem 50/50-Verhältnis von Getreide und Mais zu einem 50/40-Verhältnis ausgegangen, wobei 10 Prozent Leguminosen integriert werden.



²² Umweltprogramm der Vereinten Nationen, 16.08.2021: Working with plants, soils and water to cool the climate and rehydrate Earth's landscapes.

- **Mischbetriebe.** Hier würden die Gesamtgewinne von etwa 80.000 auf über 120.000 Euro pro Jahr steigen, ohne Subventionen. Getreide und Raps würden mehr als 60 Prozent des Bruttogewinns ausmachen, während regenerative Verfahren auf Grünland den geringsten Gewinn pro Hektar erzielen würden (siehe Abbildung 3.3.).
- **Ackerbaubetriebe.** Der archetypische konventionelle Großbetrieb erwirtschaftet derzeit einen Gesamtgewinn von etwa 350.000 Euro und baut auf einem Großteil der Flächen Getreide an, ergänzt durch Raps und Mais. In Stufe 2 gehen wir von einem 10-prozentigen Anteil von Leguminosen aus, die die Fruchtfolge ergänzen. Die Gesamtgewinne würden im eingeschwungenen Zustand auf 525.000 Euro ansteigen, wenn alle Maßnahmen der regenerativen Landwirtschaft umgesetzt sind.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass der zusätzliche Gewinn durch den Anbau von Leguminosen schwer zu berechnen ist, da er weitgehend vom Preis für Stickstoffdünger und von lokalen Subventionsprogrammen für Leguminosen abhängt.

Regenerative Landwirtschaft zum akzeptierten Standard machen

Betrachtet man das gesamte Maßnahmenpaket der Stufen 1 und 2, so würden alle Betriebstypen von einer Umstellung auf regenerative Landwirtschaft finanziell profitieren. Angesichts des Potenzials für Gewinnsteigerungen von bis zu 65 Prozent in Extremfällen stellt sich die Frage: Warum wenden die Agrarbetriebe regenerative Maßnahmen nicht schon seit Jahren an?

Anders ausgedrückt: Was sind die Faktoren, die die regenerative Landwirtschaft jetzt und in Zukunft so attraktiv machen? Wir gehen davon aus, dass die Akzeptanz von drei Schlüsselfaktoren bestimmt wird:

- **Die Notwendigkeit.** Der Klimawandel hat zu einer Zunahme der Häufigkeit und Schwere extremer Wetterereignisse, insbesondere von Dürren und starken Regenfällen, geführt. Ebenso hat der Verlust der Biodiversität zu einer geringeren Widerstandsfähigkeit der landwirtschaftlichen Produktion geführt. Unter diesen Bedingungen können regenerative Praktiken dazu beitragen, Ertragseinbußen abzumildern.
- **Die Realisierbarkeit.** Forschung und Entwicklung haben zu neuen Technologien geführt, welche die agronomischen Praktiken weiter regenerativ optimieren, einschließlich Bio-Stimulanzien, Fruchtfolge und Zwischenfruchtanbau, und das beträchtliche Potenzial der regenerativen Landwirtschaft verdeutlichen.

- **Der Impact.** Die Entstehung und Professionalisierung von freiwilligen Marktplätzen für Emissionshandel bietet Agrarbetrieben die Möglichkeit, durch den Verkauf der verfügbaren Carbon Credits durch regenerative Maßnahmen ihre Gewinne zu steigern.

Zusätzlich zu den Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft auf das Einkommen der Agrarbetriebe kann sie sich auch positiv auf den Wert des Bodens selbst auswirken. Durch die Verbesserung der Bodenstruktur und Biodiversität werden die Erträge angesichts der zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels widerstandsfähiger. Größere Anstrengungen zur Bindung von Kohlenstoff im Boden können zu einem verbesserten Bodenstoffwechsel und einer Erhöhung des Gehalts an organischer Substanz und damit zu einer langfristigen Erhöhung und Verfügbarkeit

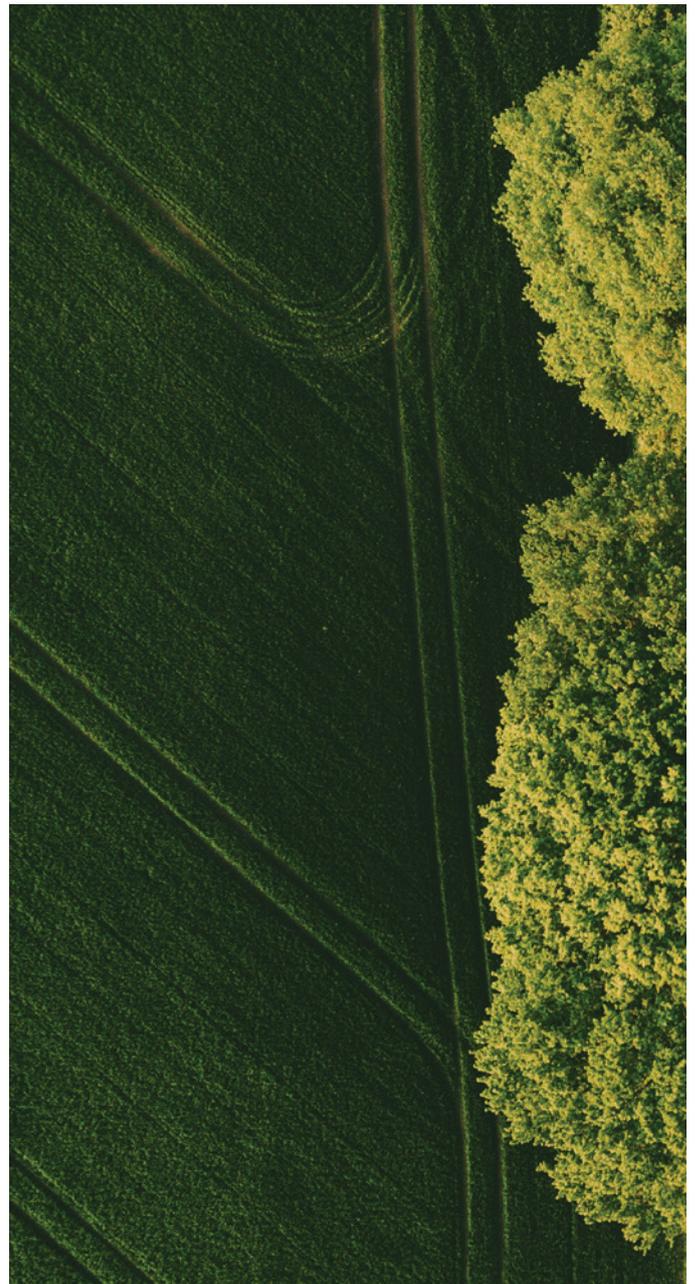


Abbildung 3.3. Gewinne gemischter Betriebe würden erheblich steigen



Archetyp 2:
Gemischte Betriebe

300 ha
Durchschnittliche Größe

200 ha
Ackerland

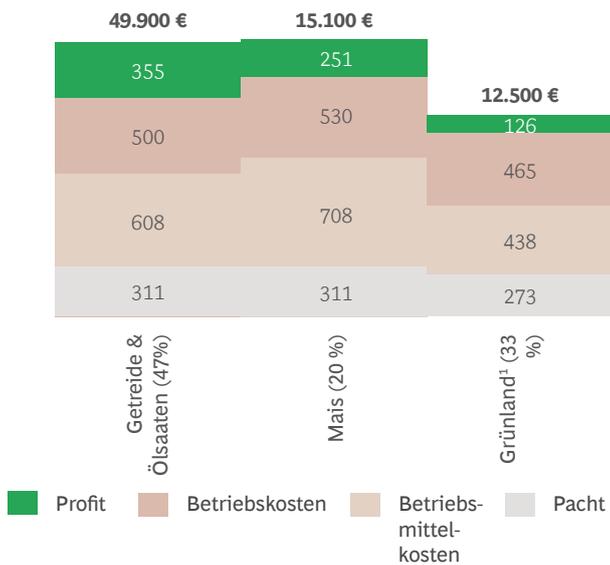
100 ha
Grünland

40%
aller landwirtschaftlichen Flächen
Gesamtanteil des Archetyps

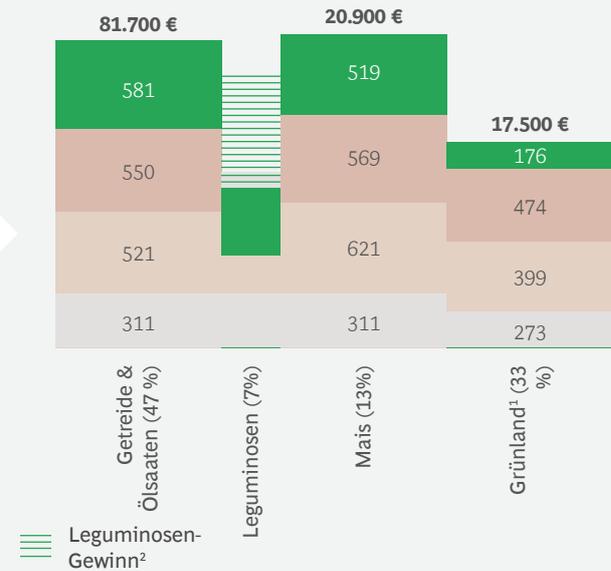
Gewinne nach Landnutzung (€/ha)

Steady State ohne Subventionen

Konventionell



Regenerativ - Stufe 2



¹ Gleiches Ertragsniveau für Wiese und Weide angenommen

² Gewinne mit Leguminosen teilweise abhängig von staatlicher Förderung und von Kosteneinsparungen durch vermiedenen Kauf von Stickstoffdüngern

Quelle: FAO; Bundesministerium für Landwirtschaft; DLG; BayWa; KTBL; Befragung von Landwirt*innen; BCG-Analyse

des Nährstoffgehalts des Bodens führen. Diese langfristigen Verbesserungen der Bodenfruchtbarkeit haben ein echtes Potenzial, auch den finanziellen Wert der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland zu steigern.

Es gibt jedoch noch ein Hindernis – die wahrgenommenen Kosten der Umstellung. Manche Agrarbetriebe haben nicht das nötige Kapital, um bestimmte regenerative Praktiken einzuführen, oder sehen zu große Risiken in der Änderung ihrer „bewährten“ Anbau- und Bewirtschaftungsmethoden. Um die Ängste zu überwinden, müssen die Agrarbetriebe erfahrungsgemäß davon überzeugt werden, dass regenerative Landwirtschaft kurzfristig zu zusätzlichen Gewinnen von mindestens 10 bis 15 Prozent führen wird.

²³ Montgomery, D. R., Biklé, A., Archuleta, R., Brown, P., & Jordan, J. (2022). Soil health and nutrient density: preliminary comparison of regenerative and conventional farming. PeerJ, 10, e12848.

Die sozio-ökologischen Effekte regenerativer Landwirtschaft

Die Umstellung auf eine regenerative Landwirtschaft käme nicht nur den Agrarbetrieben, sondern auch der deutschen Gesellschaft zugute, da die damit verbundenen landwirtschaftlichen Praktiken mehrere positive Effekte auf die Umwelt haben und die Lebensmittelqualität erhöhen können.²³ Das Ziel dieses Kapitels ist es, das Ausmaß dieses Beitrags der regenerativen Landwirtschaft zu erläutern und zu quantifizieren.

Unsere Analyse zeigt, dass die sozio-ökologischen Auswirkungen einer Umstellung auf regenerative Landwirtschaft in Deutschland in einem eingeschwungenen Zustand ab

Der Weg eines Agrarbetriebs zur regenerativen Landwirtschaft

Wie sieht der Übergang zur regenerativen Landwirtschaft aus der Sicht des Agrarbetriebs aus? Obwohl jeder Betrieb anders ist, gelten einige allgemeine Grundsätze für die Einführung der regenerativen Landwirtschaft und einen typischen zeitlichen Transformationspfad der Umstellung. Die folgenden Ausführungen basieren auf den praktischen Erfahrungen von Agrarbetrieben in Deutschland und in anderen landwirtschaftlichen Produktionssystemen auf der ganzen Welt. (Siehe Abbildung A: „Wie man regenerative Landwirtschaft umsetzt“)

Vorbereitung der Umstellung (Jahr 1):

Der erste Schritt in der Umstellung, noch bevor ein einziger Arbeitsschritt vollzogen wird, ist die Planung für die kommenden Jahre. Es muss entschieden werden, auf welchem Anteil der Fläche mit regenerativen Praktiken begonnen werden soll. Je nach Größe des Betriebs werden regenerative Verfahren in der Regel zuerst auf 10 bis 40 Prozent der Fläche eingeführt, mit dem Ziel, Prozesse und Methoden kennenzulernen und dann weiter auszubauen, während gleichzeitig die Risiken der Umsetzung verringert und die ersten Ergebnisse gemessen werden können.

Nun ist es auch an der Zeit, einen Fruchtfolgeplan für die kommenden Jahre zu erstellen, einschließlich der zu verwendenden Zwischenfrüchte und eventueller neuer Hauptkulturen, um die Vielfalt zu erhöhen und den Druck durch Unkräuter und Krankheitserreger zu verringern. In dieser Phase ist eine genauere Planung erforderlich, um sicherzustellen, dass Pflanzensorten mit hoher Toleranz gegenüber Insekten- und Pilzbefall, guter Nährstoffausnutzung und Eignung für No-till und Direktsaatsysteme verwendet werden.

Der Boden auf der umzuwandelnden Fläche sollte eingehend analysiert werden, um seinen aktuellen Zustand zu verstehen, und er muss von Unkräutern befreit werden, gegebenenfalls durch den Einsatz von Herbiziden. Je nach Bodenart und den Ergebnissen der Analyse muss der Boden auch für den Übergang zu No-till und Direktsaat vorbereitet werden. Dadurch werden eine ausreichende Belüftung und Drainage sowie eine Glättung der Oberfläche gewährleistet.

Die größte Investition in dieser Phase ist das Equipment für die Direktsaat, die je nach Größe und Qualität zwischen 60.000 und 130.000 Euro kosten kann. Es besteht die Möglichkeit, eine Maschine direkt zu kaufen, sie von einem örtlichen Maschinenring zu mieten oder die Arbeit von einem Lohnunternehmer ausführen zu lassen. Die Entscheidung für den Kauf oder die Beauftragung eines Lohnunternehmens hängt von dem Erneuerungszyklus der Maschinen des Betriebs und der Verfügbarkeit von Direkt-

saatmaschinen in der Region ab. In der regenerativen Landwirtschaft ist die erforderliche Traktorleistung (PS pro Hektar) in der Regel geringer als in der konventionellen Landwirtschaft, da keine schwere Bodenbearbeitung erforderlich ist.

Besonders in dieser und der kommenden Phase sind umfangreiche Beratungs- und Schulungsmaßnahmen sowie die Entwicklung einer langfristigen Strategie für den Betrieb erforderlich.

Ausführung der ersten Saison (Jahr 2-4):

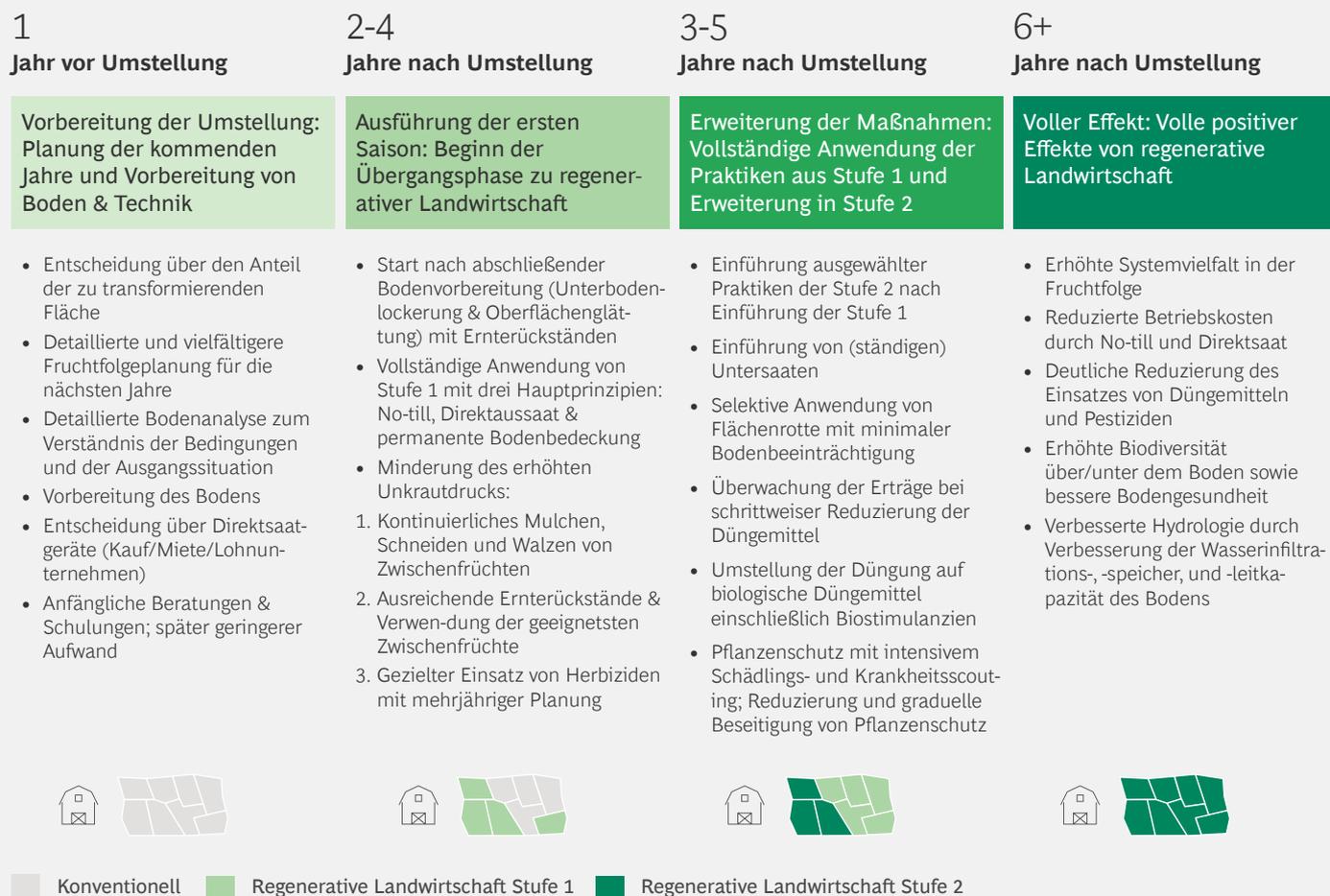
Die nächsten zwei bis vier Jahre sind die Übergangsphase, in der es an der Zeit ist, die Verfahren der Stufe 1 auf den vorab definierten Flächen anzuwenden und die Ergebnisse zu messen. Dies gilt insbesondere für die strikte Umsetzung von No-till-Verfahren in Kombination mit Direktsaat und Zwischenfrüchten, da eine stufenweise und unabhängige Umsetzung dieser Maßnahmen nicht zu den besten Ergebnissen führt. Entscheidend ist, dass die Feldoberfläche immer bedeckt bleibt. Vor dem ersten Jahr sollten einige Rückstände der letzten Ernte auf dem Feld verbleiben. Zwischenfrüchte, Untersaaten zwischen den Hauptkulturen oder gemulchte Ernterückstände verhindern zudem, dass Unkraut an das Sonnenlicht gelangt.

In der Regel ergeben sich bereits im ersten Jahr positive wirtschaftliche Auswirkungen, vor allem aufgrund der geringeren Arbeits-, Kraftstoff- und Maschinenstundenkosten für die Bodenbearbeitung und der besseren Bodenstruktur, sowie keine Ertragseinbußen.

In der Übergangsphase ist der Unkrautdruck zwischen den Hauptkulturen am größten, da die im Boden verbliebenen Samen und Unkräuter vor allem im Frühjahr und Sommer zu wachsen beginnen. Dies kann auf verschiedene Weise gemildert werden. „Samenunkräuter“ können durch Mulchen, Schneiden und Walzen von Zwischenfrüchten unterdrückt werden. „Wurzelunkräuter“ können bekämpft werden, indem man ausreichend Ernterückstände auf dem Feld belässt und mit Zwischenfrüchten eine ausreichend dicke und dichte Vegetationsschicht auf dem Feld belässt. In dieser Phase werden jedoch auch gezielte Herbizide zur Unkrautbekämpfung benötigt. Wenn die Fruchtfolge erweitert und vielfältiger wird, ist eine mehrjährige und spezifische Herbizidplanung erforderlich.

Um die Bodenverdichtung in großen Betrieben mit sehr schweren Maschinen zu vermeiden, sollten permanente Fahrspuren, so genanntes „controlled traffic farming“, in Betracht gezogen werden. Die definierten Fahrspuren werden dann verdichtet und ausschließlich für die Befahrung des Feldes genutzt. Zwischen den Fahrspuren kann

Abbildung A: Wie man regenerative Landwirtschaft umsetzt



Quelle: NABU; BCG-Analyse

somit eine Verdichtung auch bei ungünstigen Bodenverhältnissen vollständig vermieden werden. Bei kleineren Betrieben lässt sich die Verdichtung mit Reifendruckkontrollsystemen und breiten Niederdruckreifen oder Raupenfahrwerken verringern. Die Bodenverdichtung sollte kontinuierlich überwacht und mit tiefwurzelnden Deckfrüchten oder in extremen Fällen mit minimal-invasiver Untergrundlockerung reduziert werden.

Nach der Einführung, dem Erlernen und der Adaption regenerativer Praktiken auf den zuerst definierten Flächen können Agrarbetriebe damit beginnen, regenerative Verfahren der Stufe 1 auf dem gesamten Betrieb auszurollen.

„Bei der Umstellung auf Basis-Maßnahmen der regenerativen Landwirtschaft sind in der Regel bereits im ersten Jahr positive Effekte auf die Erträge und die Wirtschaftlichkeit der Agrarbetriebe zu verzeichnen, wenn keine größeren Fehler bei der Planung und Ausführung gemacht werden.“

Dr. Theodor Friedrich, ehemaliger FAO-Experte und Vertreter für konservierende Landwirtschaft

Erweiterung der Maßnahmen (Jahr 3-5):

Nach Abschluss der Einführung von Stufe 1 können je nach Betrieb, Bodentyp sowie Klima und Feldbedingungen ausgewählte Verfahren der Stufe 2 umgesetzt werden.

Neben der Einführung (ständiger) Untersaaten können Zwischenfrüchte zwischen den Hauptkulturen, wo sinnvoll auch mittels Flächenrotte, minimal bodenbeeinträchtigend bearbeitet werden. Dies erfordert eine Investition von etwa 30.000 bis 40.000 Euro in Geräte, wie Messerwalzen und/oder Flächenrotte-Equipment zur bodenschonenden Einarbeitung von Pflanzenresten in die oberste Bodenschicht. Mit dem Einsatz von Leguminosen als Hauptfrucht in der Fruchtfolge sowie fortgeführtem Zwischenfruchtanbau reduziert sich die erforderliche Stickstoffdüngermenge. Diese sollte sehr eng gesteuert werden, um das neue Optimum zu erreichen. Das Gleiche gilt für andere Düngemittel, die höchstwahrscheinlich ebenfalls schrittweise reduziert werden können. Sofern verfügbar, sollte organischer Dünger verwendet werden, um Nährstoffreste aus der Tierhaltung nachhaltig im Kreislauf zu erhalten. Darüber hinaus sollten mehr biologische Düngemitteltypen einschließlich organischer Säuren oder anderer Biostimu-

lanzen zur Verbesserung der Nährstoffausnutzung, wie Kompostbeizungen, eingesetzt werden.

In der Regel werden in dieser Phase weitere Betriebsversuche zur Optimierung des Anbausystems durchgeführt, einschließlich weiterer Maßnahmen auf dem Grünland, wo vor allem die adaptive Beweidung in Deutschland oft noch unterschätzte Ertragspotenziale heben kann.

Wenn der Erregerdruck aus der Übergangsphase abgenommen hat und sich schrittweise eine größere Biodiversität über und unter dem Boden etabliert hat, lässt sich der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, vor allem auch wegen der verbesserten Nutzpflanzengesundheit, deutlich reduzieren. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sollte sich strikt an den Scouting-Ergebnissen von Schädlingen und Krankheiten orientieren und kann perspektivisch bis auf Sonderfälle vermieden werden.

ca. 2035 insgesamt einen positiven Wertbeitrag von rund 8,5 Milliarden Euro pro Jahr haben kann: 7,9 Mrd. Euro durch Kohlenstoffabbau* und 0,6 Mrd. Euro durch die Verbesserung der Wasserqualität. Dabei wird davon ausgegangen, dass die regenerativen Landwirtschaftspraktiken der Stufen 1 und 2 einen stabilen Zustand erreicht haben, bei dem die Umsetzungsraten die in Kapitel 2 beschriebenen Werte erreichen. (Wären die Umsetzungsraten für die Praktiken der Stufen 1 und 2 in einem optimistischen Szenario 25 Prozent höher, würde sich der Nutzen auf insgesamt 9,8 Mrd. Euro pro Jahr belaufen. Wären in einem pessimistischen Szenario die Praktiken der Stufe 1 um 25 Prozent und die Praktiken der Stufe 2 um 50 Prozent niedriger, würde sich der Nutzen immer noch auf insgesamt 5,7 Mrd. Euro pro Jahr belaufen).

Zur Veranschaulichung dieser Zahlen würde die Umstellung auf regenerative Landwirtschaft jährlich etwa 35 Millionen Tonnen CO₂-e einsparen helfen. Das ist so viel, als würde jeder Einwohner Frankfurts ein ganzes Jahr lang einmal pro

Voller Effekt (Jahr 6 und darüber hinaus):

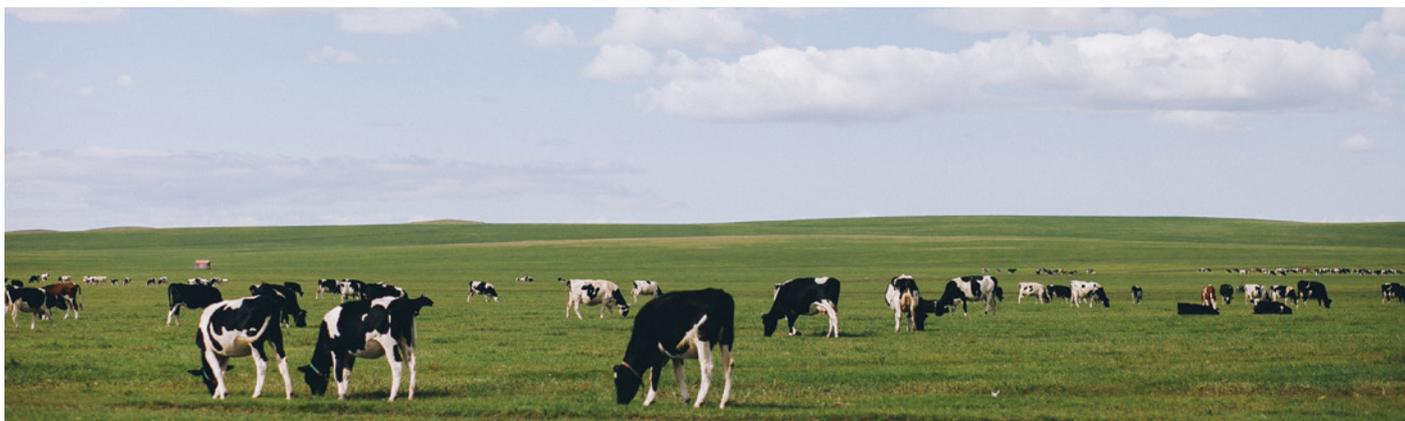
In diesem Stadium wird ein stabiler Zustand erreicht sein. Die Fruchtfolge ist viel breiter geworden, die Produktion wird sich stabilisieren und die Erträge werden allmählich steigen, während der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden deutlich zurückgehen wird. Totalherbizide wie Glyphosat werden nur noch in Jahren mit außergewöhnlichem Unkrautwachstum und in wesentlich geringerer Dosierung benötigt.

Die Biodiversität des Betriebs wird sowohl im Boden als auch darüber stark zunehmen – in Form erheblich verbesserter Bodengesundheit, mit einem höheren Humusgehalt, einer höheren Feuchtigkeits- und Wasserinfiltrationskapazität und einem besseren Nährstoffgleichgewicht.

Woche nach New York und zurück fliegen – oder entspricht einem Drittel der Emissionen aller PKW in Deutschland²⁴ (siehe Abbildung 3.4.). Die Verringerung des Bewässerungsbedarfs, der auf etwa 20 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr geschätzt wird, entspricht dem jährlichen Wasserverbrauch von 430.000 Deutschen²⁵ – oder genug Trinkwasser für die gesamte Bevölkerung Polens für ein Jahr.²⁶

Der Wert der Erhöhung der Biodiversität sowie der Nutzen eines verbesserten Grünwassermanagements²⁷ sind schwieriger zu quantifizieren, lassen sich aber qualitativ beschreiben.

Mehr als 80 Prozent des quantifizierten sozio-ökologischen Nutzens der regenerativen Landwirtschaft – etwa 6,5 Milliarden Euro jährlich – stammen aus der Anwendung regenerativer Verfahren auf den 10 Millionen Hektar Ackerland in Deutschland. Die verbleibenden 20 Prozent, d. h. rund 2 Mrd. Euro pro Jahr, stammen aus der Anwendung regenerativer Verfahren auf den 3,3 Mio. Hektar Grünland



* Der Begriff Kohlenstoff wird im Rahmen der Analyse synonym für THG verwendet, insbesondere Stickstoffverbindungen.

²⁴ Deutsches Statistisches Bundesamt, 2022: Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Verkehr und Umwelt, Berichtszeitraum 2005 - 2020

²⁵ Umweltbundesamt, 14.10.2022: Wassernutzung privater Haushalte

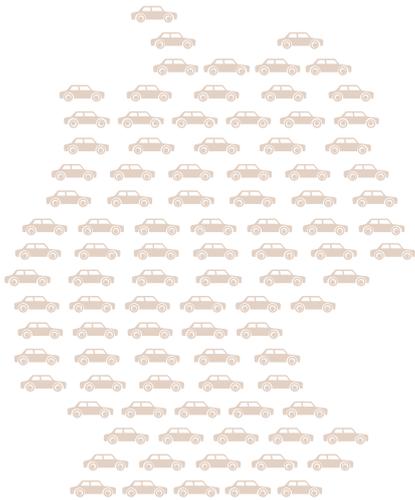
²⁶ Verbraucherzentrale, 07.11.2022: Wie viel sollte man am Tag trinken?

²⁷ Wang-Erlandsson et al., 2022. A planetary boundary for green water. Nature Reviews Earth and Environment. <http://dx.doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8>

Abbildung 3.4. Die Einführung regenerativer Landwirtschaft in Deutschland spart Emissionen entsprechend einem Drittel der deutschen PKW Flotte

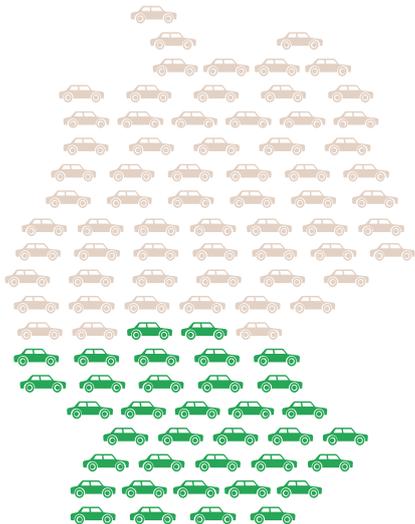
Ohne regenerative Agt

~100 Mio. Tonnen Gesamtemissionen von Kraftfahrzeugen in Deutschland 2019



Nach Einführung der regenerativen Ag

Reduktion von einem Drittel aller Emissionen von PKWs in Deutschland



 Einsparung von 1 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen  1Mt CO₂-Emissionen

Quellen: Statista / Destatis; Destatis & Eurostat



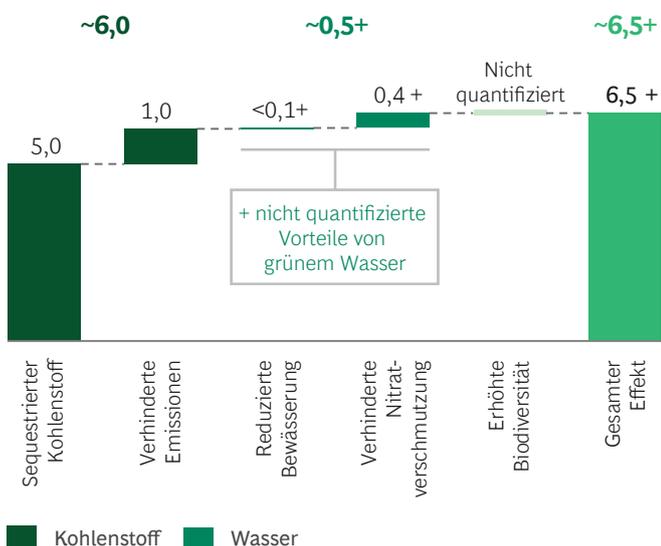
in Deutschland. Die bei Weitem größten Auswirkungen – mehr als 90 Prozent – ergeben sich aus der verbesserten Fähigkeit der landwirtschaftlichen Flächen, Kohlenstoff zu binden und zu speichern, sowie aus der Verringerung der CO₂-e-Emissionen. Jedes Jahr würde sich allein der Wert der Kohlenstoffreduzierung auf rund 5 Milliarden Euro für Ackerland und 1,8 Milliarden Euro für Grünland belaufen (siehe Abbildung 3.5.).

Die Ergebnisse unserer Analyse des Wertes der regenerativen Landwirtschaft für die beiden quantifizierten Faktoren – Kohlenstoff und Wasser – hängen von einer Reihe von wirtschaftlichen Annahmen für jeden Faktor ab. Die Sensitivitätsanalyse, in der die Auswirkungen der Wertespanne auf die Kohlenstoffentfernung untersucht werden, wird aufgrund der großen Bandbreite wahrscheinlicher zukünftiger CO₂-Preisszenarien ausführlicher erläutert; Einzelheiten zur Sensitivitätsanalyse in Bezug auf Wasser werden im Anhang dargestellt.

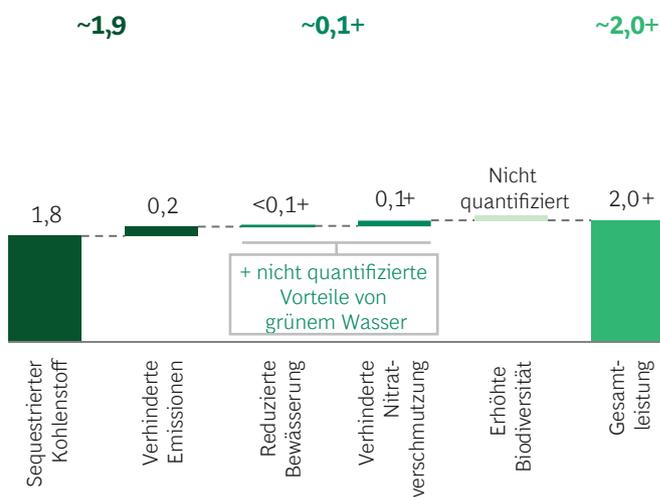
In den folgenden Abschnitten analysieren wir im Detail die Effekte regenerativer Landwirtschaft auf Kohlenstoff, Wasser sowie Biodiversität und analysieren ihre quantitativen und qualitativen Auswirkungen auf die deutsche Gesellschaft und ihre Umwelt.

Abbildung 3.5: Regenerative Landwirtschaft bietet Vorteile in drei ökologischen Dimensionen

Ackerland Mrd. €/Jahr



Grünland Mrd. €/Jahr



Anmerkung: Sequestrierter Kohlenstoff = gebundener Kohlenstoff im Boden; Rundungsdifferenzen möglich; unter der Annahme regenerativer Praktiken in der Umsetzungsphase 2 im eingeschwungenen Zustand (im Vergleich zur konventionellen Basislinie), ohne die Übergangsphase von 6-10 Jahren

Quelle: BCG- & NABU-Analyse

²⁸ Umweltbundesamt, 2013: Global land and biomass – sustainable and resource-conserving use.

²⁹ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft & Johan Heirich von Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, August 2019: Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden Deutschlands (thuenen.de)

³⁰ Umweltbundesamt, 15.03.2021: Greenhouse gas emissions in Germany

Kohlenstoff

Die Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft auf den CO₂-Fußabdruck Deutschlands sind zweigeteilt. Einerseits hat der landwirtschaftliche Boden das Potenzial, eine große CO₂-Senke zu sein; der Prozess des Anbaus von Pflanzen bindet Kohlenstoff und ermöglicht es, ihn im Boden selbst zu speichern. Die landwirtschaftlich genutzten Böden in Deutschland sind jedoch durch humuszehrende Bewirtschaftung erheblich geschädigt worden,²⁸ was zu einem Verlust von bis zu zwei Millionen Tonnen Kohlenstoff pro Jahr führt.²⁹ Unsere Analyse zeigt, dass sich regenerative Praktiken positiv auf den Aufbau der organischen Bodensubstanz und damit auf die Menge an Kohlenstoff auswirken, die der Boden speichern kann (Einzelheiten zu dieser Analyse im technischen Anhang 4).

Der zweite Einfluss auf den CO₂-Fußabdruck Deutschlands betrifft die Menge an CO₂-e-Emissionen, die direkt durch die Landwirtschaft verursacht werden, vor allem in Form von Lachgas (N₂O) durch den Einsatz von Stickstoffdünger. Während die gesamten N₂O-Emissionen in Deutschland in den letzten drei Jahrzehnten deutlich reduziert wurden, ist der Anteil des Agrarsektors an den Gesamtemissionen gestiegen, da er nur geringfügige Reduktionen erzielt hat.³⁰ Im Jahr 2021 wird die Landwirtschaft schätzungsweise für fast 77 Prozent des in Deutschland in die Atmosphäre freigesetzten N₂O verantwortlich sein.

Ausgebrachter Stickstoffdünger wird nicht vollständig von den Pflanzen aufgenommen. Tatsächlich wird die „Stickstoffnutzungseffizienz“ (SNE) in Deutschland auf etwa 45 bis 50 Prozent geschätzt³¹ was bedeutet, dass weniger als die Hälfte des ausgebrachten Stickstoffs tatsächlich von den Pflanzen aufgenommen wird. Der verbleibende Stickstoff dient somit der Düngung von Unkräutern, versickert im Boden oder in Oberflächengewässern oder wird in Form von N₂O in die Atmosphäre freigesetzt. Wie im vorangegangenen Kapitel gezeigt wurde, können regenerative Verfahren den Einsatz von Stickstoffdünger und damit den Stickstoffüberschuss, der in die Luft gelangt, erheblich verringern. Außerdem kann die regenerative Landwirtschaft die Nährstoffverfügbarkeit für die Nutzpflanzen erhöhen, indem sie eine bessere Bodenbiologie schafft.

Quantifizierungsansatz. Bei der Quantifizierung der im Boden gebundenen Kohlenstoffmenge wird in dieser Analyse berücksichtigt, wie viel Kohlenstoff die einzelnen regenerativen Praktiken im Boden binden, und zwar nach den zutreffendsten und verfügbaren wissenschaftlichen Schätzungen. Die Anzahl der CO₂-e-Emissionen, die durch die Verringerung des Einsatzes von Stickstoffdünger vermieden werden, wird quantifiziert, indem die durch die einzelnen Praktiken erzielten durchschnittlichen Reduktionen zusammengefasst werden (siehe Tabelle 3).

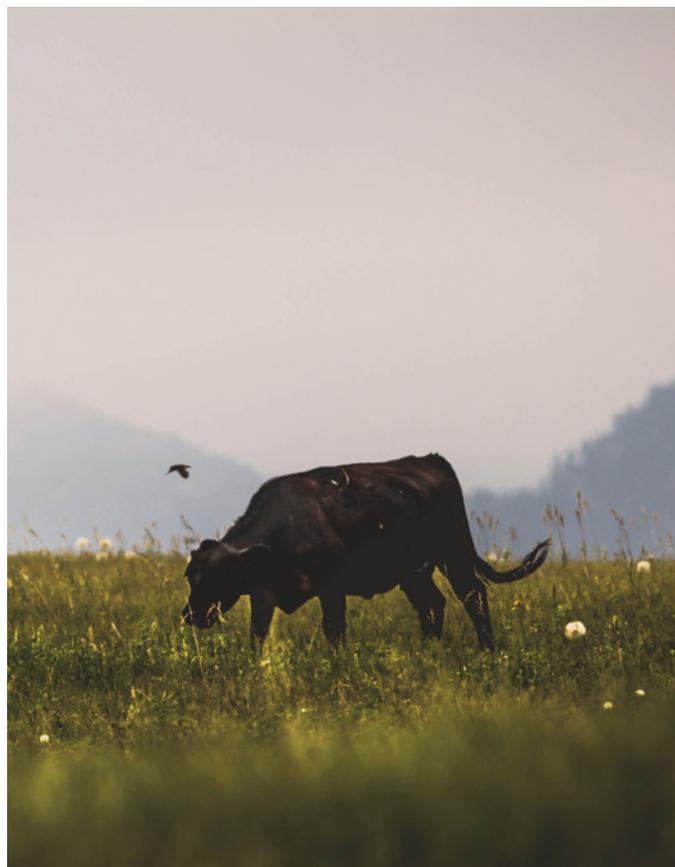


Tabelle 3. Erwarteter Effekt, Methodik und Annahmen für Kohlenstoff

Ökologische Dimension	Erwarteter Effekt	Methodik	Annahmen
Sequestrierter Kohlenstoff im Boden	Jährlich 6,8 Mrd. €	Aggregierte durchschnittliche Menge des im Boden gebundenen Kohlenstoffs je Praktik	CO ₂ -Preis, der die externen Klimakosten widerspiegelt, bei etwa 223 € pro Tonne CO ₂ -e im Jahr 2035 ³² Stickstoffnutzungseffizienz von Düngemitteln, etwa 45 bis 50 % ³³ , Anstieg der SNE nicht geschätzt
Verhinderte CO₂-e Emissionen durch reduzierten Stickstoffdüngereinsatz	Jährlich 1,1 Mrd. €	Aggregierte, durchschnittliche Verringerung des Einsatzes von Stickstoffdünger durch die einzelnen Praktiken	

¹ Predicted external climate costs for carbon emissions 2035e, based on cost rates for 2030e and 2050e from the German federal environment agency 2020.

* Es gilt zu beachten, dass diese Analyse die beträchtliche Vielfalt an Bodentypen und -bedingungen in Deutschland nicht berücksichtigt, da sie nicht in den Rahmen der von uns angenommenen Ausgangssituation pro Hektar fallen. Auch die durch die Tierhaltung verursachten Methanemissionen sind in dieser Analyse nicht enthalten, da sie in dieser Studie nicht berücksichtigt sind. Es ist erwähnenswert, dass mehr als 65 Prozent der Methanemissionen in Deutschland durch die Landwirtschaft verursacht werden und dass der effizienteste Weg zur Verringerung dieser Emissionen in einer Änderung der Ernährungsgewohnheiten und somit in einer Verringerung der Tierhaltung besteht.

³¹ Expert*inneneinschätzung, Withers et al., 2014: Agriculture and Eutrophication: Where Do We Go from Here?

³² Voraussichtliche externe Klimakosten für Kohlenstoffemissionen 2035: Basierend auf den Kostensätzen für 2030 und 2050 aus dem Umweltbundesamt 2020

³³ Expert*inneneinschätzung, Withers et al., 2014: Agriculture and Eutrophication: Where Do We Go from Here?

Sensitivitätsanalysen. Der gesamte monetäre Nutzen aus Kohlenstoff in Höhe von 7,9 Milliarden € jährlich hängt weitgehend von der Menge des im Boden gebundenen Kohlenstoffs und dem CO₂-Preis ab; die Höhe der vermiedenen CO₂-e-Emissionen infolge des geringeren Einsatzes von Stickstoffdünger macht nur etwa 15 Prozent des Gesamtbetrags aus (siehe Abbildung 3.6.).

Was den ersten Faktor anbelangt, so variiert der CO₂-Preis je nach Art des Marktes für Carbon Credits (siehe Exkurs „Was sind Carbon Credits wert“). Für die Quantifizierung der ökologischen Effekte auf die Gesellschaft wurde ein CO₂-Preis verwendet, der die externen Klimakosten widerspiegelt (etwa 223 Euro pro Tonne CO₂-e im Jahr 2035)³⁴, und nicht die freiwilligen Preisniveaus, die sich auf die Wirtschaft der Agrarbetriebe auswirken, wie im vorherigen Kapitel genutzt. Wissenschaftliche Schätzungen über die Höhe des im Boden gebundenen Kohlenstoffs, der durch die einzelnen regenerativen Praktiken erzeugt wird, variieren je nach landwirtschaftlichem Kontext und der Intensität der Anwendung der Verfahren.

Abbildung 3.6. Der Nutzen der Kohlenstoffreduzierung hängt weitgehend vom CO₂-Preis und der Menge des im Boden gebundenen Kohlenstoffs ab

Kohlenstoffnutzen (€/Jahr)

Preisniveau für Kohlenstoff (€/t CO₂e)

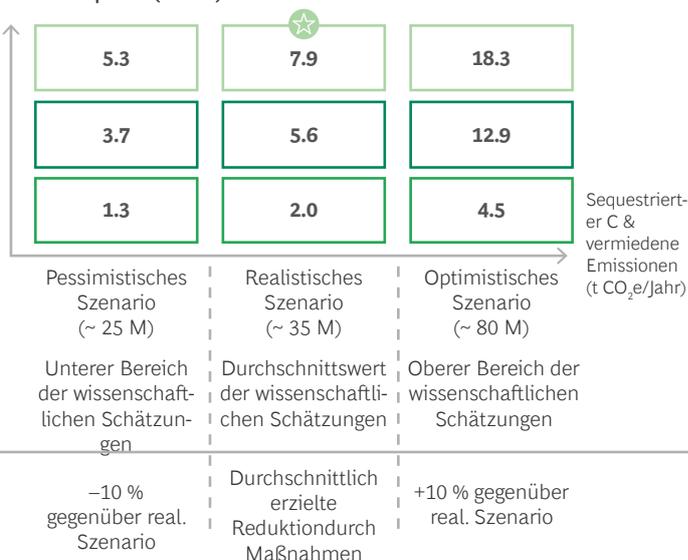
~199	~223	Externe Klimakosten ¹ (2035e)
~82	~157	Preis verpflichtender Markt auf Basis des ETS-Termin-preises ² (2035e)
~20	~55	Preis für freiwillige Zertifikate ³ (2035e)
2022	2035	

☆ Gewählte Basis für das Szenario 2035

Sequestrierter Kohlenstoff durch regenerative Maßnahmen

Vermiedene Emissionen durch reduzierten Einsatz von Stickstoffdünger

Carbon price (€/ton)



¹ Prognostizierte externe Klimakosten für Kohlenstoffemissionen; 2022: basierend auf Kostensätzen für 2020 und 2030e; 2035e: basierend auf Kostensätzen für 2030e und 2050e des Umweltbundesamtes 2020

² Preis 2022: Q3 2022 EU ETS Preis; Preis 2035e: Voraussichtlicher Durchschnitt bis 2029; 2035e basierend auf CAGR (2018-2019); Intercontinental Exchange ENDEX European Union Allowance (EUA); Monat Electronic Energy Future ENDEX

³ Prognostizierter Durchschnitt bis 2040; Ecosystems Marketplace Report 2019; Bloomberg; Princeton; Weltbankgruppe - Klimawandel 2015; CDP-Bericht 2015; Experteninterviews; BCG-Analyse

Anmerkung: Differenzen in den Werten aufgrund von Rundungen möglich; unter der Annahme der definierten Umsetzungsraten von regenerativer Landwirtschaft in 2035

³⁴ Voraussichtliche externe Klimakosten für Kohlenstoffemissionen 2035: Basierend auf den Kostensätzen für 2030 und 2050 aus dem Umweltbundesamt 2020

³⁵ Wang-Erlandsson et al., 2022. A planetary boundary for green water. Nature Reviews Earth and Environment. <http://dx.doi.org/10.1038/s43017-022-00287-8>

³⁶ OECD (2019): Agriculture and water policies, Deutschland.

te Anbaufläche in Deutschland bis 2035 voraussichtlich vervierfachen.³⁷

Gleichzeitig sinkt in einigen Gebieten Deutschlands der Grundwasserspiegel, was nach Ansicht von Expert*innen problematisch ist,³⁸ zumal ein Großteil des für die Bewässerung verwendeten Wassers aus Grund- und Quellwasservorkommen stammt.³⁹ Regenerative Praktiken erhöhen die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzunehmen, zu speichern und effizient ins Grundwasser zu leiten. Damit tragen sie nicht nur dazu bei, die Auswirkungen vorübergehender Trockenheit abzumildern und den Bedarf an mechanischer Bewässerung zu verringern, sondern auch die Wiederauffüllung des Grundwasserspiegels zu unterstützen.⁴⁰ Außerdem wird durch die ganzjährige Bodenbedeckung der Wasserverlust durch Verdunstung verringert, ein weiterer positiver Effekt auf die Ertragsresilienz von Kulturpflanzen.

Was die Nitratverschmutzung anbelangt, so belaufen sich die jährlichen Kosten im Zusammenhang mit erhöhtem Nitratgehalt in deutschen Gewässern inzwischen auf mehr als eine Milliarde Euro pro Jahr. Darin enthalten sind geschätzte 670 Millionen Euro für die jährliche Nitratfilterung

aus dem Trinkwasser⁴¹ und mehr als 300 Millionen Euro pro Jahr an zu erwartenden Strafen der EU für Verstöße gegen die Nitratgrenzwerte im Grundwasser.⁴² Allein die zu erwartenden Kosten für die Nitratfilterung würden eine vierköpfige deutsche Familie jährlich bis zu 134 Euro zusätzlich kosten.⁴³

Zwar ist die Landwirtschaft nicht die alleinige Ursache für die Nitratverschmutzung in Deutschlands Gewässern, doch ist es beachtenswert, dass die Nitratwerte in Gebieten mit erheblicher landwirtschaftlicher Aktivität – insbesondere mit intensiver Viehhaltung und einem hohen Anteil an Sonderkulturen wie Obst, Wein und Hopfen – häufiger die zulässigen Nitratwerte im Wasser überschreiten.⁴⁴

Wie im vorangegangenen Kapitel erwähnt, kann die regenerative Landwirtschaft den Bedarf an bodenbelastender Bewirtschaftung und Stickstoffdünger deutlich senken und damit den Stickstoffüberschuss, der in die Gewässer gelangt, verringern.

Quantifizierungsansatz. Wie beim Kohlenstoff wird auch bei der Analyse des Wassernutzens davon ausgegangen,

Tabelle 4. Erwarteter Effekt, Methodik und Annahmen für Wasser

Ökologische Dimension	Erwarteter Effekt	Methodik	Annahmen
Reduzierte Bewässerung	Jährlich 50 Mio. €	Aggregierter Durchschnitt der vermiedenen Bewässerung durch jedes Verfahren, basierend auf der Korrelation mit der Zunahme der organischen Bodensubstanz	Wasserpreis von 2,30 € pro Kubikmeter im Jahr 2035 2 Millionen Hektar bewässerte Anbaufläche im Jahr 2035 ⁴⁵ 5 % der bewässerten Grünlandflächen im Jahr 2035
Verhinderte Nitratverschmutzung durch reduzierten Stickstoffdüngereinsatz	Jährlich 510 Mio. €	Aggregierte durchschnittliche Verringerung des Stickstoffdüngereinsatzes durch jedes Verfahren	Jährliche Nitratbeseitigungskosten in Höhe von 730 Mio. €, von denen 75 % auf die Landwirtschaft entfallen ⁴⁶ Mögliche Kostensenkung um 70 %, wenn 30 % des überschüssigen Wirtschaftsdüngers nicht verteilt werden

³⁷ Rosa et al., 2020: Potential for sustainable irrigation expansion in a 3 °C warmer climate. PNAS. Potential for sustainable irrigation expansion in a 3 °C warmer climate | PNAS

³⁸ Science Media Center Germany, 2022: Groundwater in Germany is sinking – how do we adapt?

³⁹ Statistisches Bundesamt, 2016: Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturerhebung

⁴⁰ Langford und Orr, 2022: Exploring the Critical Role of Water in Regenerative Agriculture; Building Promises and Avoiding Pitfalls. Froniers in Sustainable Food Systems

⁴¹ Umweltbundesamt, 2017: Factsheet Nitrate Costs

⁴² Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Pressemitteilung 2022: Factsheet Nitratkosten (umweltbundesamt.de)

⁴³ Umweltbundesamt, 2017: Quantification of agriculturally induced costs to secure drinking water supply.

⁴⁴ Umweltbundesamt, 2017: Factsheet Nitrate Costs

⁴⁵ Rosa et al., 2020: Potential for sustainable irrigation expansion in a 3 °C warmer climate. PNAS. Potential for sustainable irrigation expansion in a 3 °C warmer climate | PNAS

⁴⁶ Umweltbundesamt 2017, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2022

dass alle regenerativen Verfahren der Stufen 1 und 2 nach der Übergangsphase einen stabilen Zustand erreicht haben. Insgesamt wird der Wert des Nutzens der regenerativen Landwirtschaft für die Wasserqualität in Deutschland bis 2035 auf etwa 560 Mio. Euro pro Jahr geschätzt, wovon etwa 80 Prozent auf Ackerbauverfahren und 20 Prozent auf Grünlandverfahren entfallen.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die geschätzten erwarteten Auswirkungen, die Methodik und die in der Analyse verwendeten Annahmen.

Es ist zu beachten, dass diese Analyse zum Teil von den zukünftigen Wasserpreisen abhängt, die aufgrund verschiedener Faktoren ungewiss bleiben. Dazu gehören die Diskrepanz zwischen der Wassernachfrage und -verfügbarkeit aufgrund saisonaler Spitzenwerte in niederschlagsarmen Zeiten⁴⁷ sowie die manchmal undurchsichtige Preisgestaltung bei der Nutzung von Wasser.⁴⁸ Während einige Expert*innen einen starken Anstieg der Wasserpreise für die Landwirtschaft erwarten, geht unsere Analyse davon aus,

dass die Wasserpreise weiterhin mit konservativeren Raten steigen werden, die der Entwicklung der letzten Jahre entsprechen.

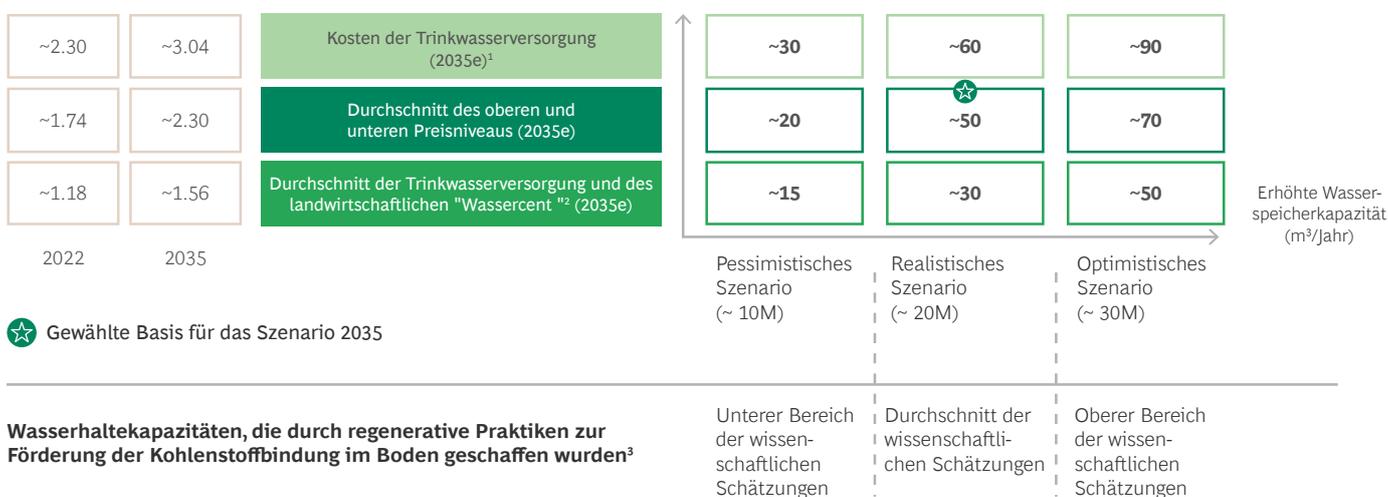
„In Anbetracht der derzeit sinkenden Grundwasserstände in Deutschland ist in den kommenden Jahren mit einem starken Anstieg der Wasserpreise über die bisherigen Wachstumsraten hinaus zu rechnen.“

Markus Pflugfelder, Universität Hohenheim

Sensitivitätsanalysen. Der berechnete monetäre Nutzen des Wassers – etwa 560 Mio. Euro pro Jahr – hängt von zwei Faktoren ab, die in separaten Sensitivitätsanalysen untersucht wurden. Der erste ist die Auswirkung der regenerativen Landwirtschaft auf den Bewässerungsbedarf und die Bewässerungskosten, die wiederum von der Wasserspeicherkapazität des Bodens und vom zukünftigen Wasserpreis abhängen. Unsere Analyse geht von einer erhöhten Wasserspeicherkapazität der deutschen Böden um etwa 20 Millionen Kubikmeter pro Jahr aus, basierend auf

Sensitivitätsanalyse | Reduzierter Bewässerungsnutzen hängt stark vom Wasserpreis und dem Wasserhaltevermögen des Bodens ab

Reduzierter Bewässerungsnutzen, abhängig von Wasserpreis und -menge der Wasserhaltekapazität (M €/Jahr)
 Höhe der Wasserpreise (Deutschland, €/m³)



¹Gebühren für die Trinkwasserversorgung 2019 (nur m³-Gebühr); Statistisches Bundesamt, Deutschland (destatis.de); 2035e basierend auf 2,2% CAGR (2017-2019)

²Durchschnitt der Kosten für die landwirtschaftliche Grundwasserentnahme "Wassercent" (2019: ~0,01 - 0,12 €/m³, ohne Stadtstaaten und Bundesländer mit kostenloser Entnahme) und der Kosten für die Trinkwasserversorgung; 2035e basierend auf 2,2% CAGR

³Angenommene Korrelation zwischen Bodenkohlenstoffbindung und Wasserhaltekapazität (~ 2.586 l/t C Org); Natural Resources Defense Council, 2015

Anmerkung: Grünes Wasser im Sinne von terrestrischem Niederschlag, Verdunstung und Bodenfeuchtigkeit wird nicht weiter quantifiziert, z. B. Auswirkungen erhöhter Bodenfeuchtigkeit auf die Pufferung extremer Wetterereignisse/Regeneration kleiner Wasserkreisläufe; Differenzen in den Werten sind aufgrund von Rundungen möglich; Annahme, dass alle Agrarbetriebe für die Wasserentnahme zahlen müssen; Annahme, dass 2035 regenerative Verfahren entsprechend der angenommenen Umsetzungsraten genutzt werden

⁴⁷ European Environment Agency, 2017: Water management in Europe: price and non-price approaches to water conservation

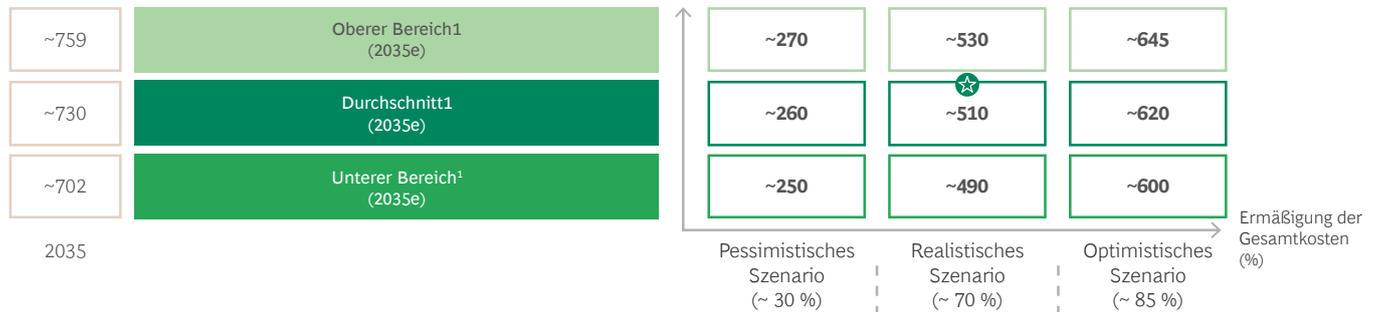
⁴⁸ Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., Wochenbericht 49/2022: Wertvolle Ressource Wasser auch in Deutschland zunehmend belastet und regional übermäßig genutzt

Sensitivitätsanalyse | Der Nutzen der vermiedenen Nitratverschmutzung hängt stark von den Kosten der Nitratbeseitigung ab

Vermiedener Nutzen der Nitratverschmutzung, abhängig von der Höhe der Gesamtbeseitigungskosten und dem Grad der Kostensenkung (M €/Jahr)

Kosten der Nitratenfernung (Deutschland, M€/Jahr)

Gesamtkosten der Nitratbeseitigung (M€/Jahr)



☆ Gewählte Basis für das Szenario 2035

Vermeiden von Nitrifikation durch Anwendung von regenerativen Praktiken

Angewandte Praktiken der Stufe 1	Angewandte Praktiken der Stufen 1 & 2, 30 % des überschüssigen Wirtschaftsdüngers werden nicht verteilt ²	Angewandte Praktiken der Stufen 1 und 2 einschließlich 100% Verteilung von überschüssigem Wirtschaftsdünger
----------------------------------	--	---

¹ 75 % der jährlichen Gesamtkosten für die Beseitigung von Nitrat im Wasser (unter der Annahme, dass 75 % durch die Landwirtschaft verursacht werden) durch Filtrationskosten und zu erwartende EU-Sanktionen bei Nitratüberschreitung; Umweltbundesamt 2017, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022;

² überschüssiger Wirtschaftsdünger kann nicht zu 100 % realloziert werden und führt daher weiterhin zu leichter Auswaschung (Leaching)

Anmerkung: Differenzen in den Werten aufgrund von Rundungen möglich; Annahme, dass 2035 regenerative Verfahren entsprechend der angenommenen Umsetzungsraten genutzt werden; Annahme, dass 40-45% des N-Düngers im Boden/Wasser ausgewaschen werden, basierend auf NUE (55-60%)

einem Durchschnitt wissenschaftlicher Schätzungen. Unser Szenario geht von einem Wasserpreis von 2,30 Euro pro Kubikmeter im Jahr 2035 aus.

Der zweite Faktor ist der Nutzen der vermiedenen Nitratbelastung. Dieser hängt wiederum von den durchschnittlichen jährlichen Kosten für die Beseitigung der durch die Landwirtschaft verursachten Nitratbelastung ab – etwa 730 Millionen Euro pro Jahr⁴⁹ – und von dem Anteil dieser Kosten, der durch die regenerative Landwirtschaft verringert wird. In unserer Analyse gehen wir davon aus, dass 70 Prozent der Kosten gesenkt werden können, wenn die Agrarbetriebe die regenerativen Praktiken der Stufen 1 und 2 entlang unseres skizzierten Transformationspfades anwenden.

Biodiversität

Gemäß der Definition in „Wirtschaften im Einklang mit der Natur – Handlungswege zur Sicherung der Biodiversität“⁵⁰ ist Biodiversität mehrdimensional. Sie umfasst das Vorhandensein und Zusammenspiel von drei Diversitätsebenen: Gene, Arten und Ökosysteme. Um den Grad der Biodiversität in einem bestimmten Gebiet vollständig zu verstehen, müssen nicht nur die sichtbaren Arten über dem Boden, wie etwa Säugetierpopulationen oder Pflanzenarten, analysiert werden. Sie muss auch die genetische Vielfalt von Arten und Mikrobiomen (einschließlich aller Mikroorganismen in Pflanzen und Böden) sowie die komplexen Wechselwirkungen innerhalb von und zwischen Ökosystemen einbeziehen – beispielsweise die Biodiversität der Böden auf Ackerflächen und in benachbarten Fluss- und Waldökosystemen.

⁴⁹ Umweltbundesamt 2017, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022

⁵⁰ NABU & BCG: „Wirtschaften im Einklang mit der Natur – Handlungswege zur Sicherung der Biodiversität“ (2020). Link: <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/biodiv/200923-nabu-bcg-studie-biodiv2.pdf>

Die Anbauflächen der Welt erbringen jährlich Ökosystemleistungen im Wert von rund sieben Billionen Euro – nicht nur in Form der angebauten Lebensmittel, sondern auch durch Bodenbildung, Klimaregulierung, Lebensraum, Abfallbehandlung und die vielen anderen „Dienstleistungen“, die die Natur uns Menschen bietet. Gleichzeitig übt die Landwirtschaft von allen Formen der Wirtschaftstätigkeit den größten Druck auf die Biodiversität aus; vor allem durch veränderte Landnutzung, da immer mehr Land für landwirtschaftliche Zwecke umgewandelt wird, und durch die Verschmutzung von Boden, Wasser und Luft. Schätzungen zufolge sind landwirtschaftliche Aktivitäten für mehr als 25 Prozent des weltweiten Verlusts von Biodiversität verantwortlich.⁵¹ Und das, obwohl die globale Agrar- und Ernährungswirtschaft in hohem Maße auf Biodiversität über und unter der Erde angewiesen ist, um die von uns benötigten Nahrungsmittel zu liefern.

Ein Hauptziel der regenerativen Landwirtschaft ist der Schutz der Biodiversität durch die Verringerung der negativen Auswirkungen der konventionellen Landwirtschaft und die Erhöhung der Gesamtbiodiversität von Acker- und Grünland und damit ihres Beitrags zu den Ökosystemleistungen.

Qualitativer Bewertungsansatz. Es ist jedoch sehr schwierig, den Wert der Biodiversität unter finanziellen Gesichtspunkten zu quantifizieren – zum Teil deshalb, weil es keine allgemein anerkannte Messgröße für ihren Wert über erbrachte Ökosystemleistungen hinaus gibt. Diese Leistungen wurden in dieser Studie jedoch bereits teilweise durch die Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft auf Kohlenstoff und Wasser erfasst.

Daher konzentriert sich unsere Analyse auf die qualitativen Auswirkungen spezifischer Praktiken der regenerativen Landwirtschaft auf die Biodiversität, sowohl in Bezug auf den Artenreichtum über dem Boden als auch auf die Verbesserung der Biodiversität im Boden (siehe Abbildung 3.7.). Im Allgemeinen liegen die Vorteile regenerativer Landwirtschaft vor allem in der Vermeidung von Eingriffen in die Bodenstruktur, in der Verringerung des Einsatzes von synthetischen Pflanzenschutz- und Düngemitteln und der damit verbundenen Verbesserung der Biodiversität. Es lohnt sich, zwei besonders vorteilhafte Praktiken hervorzuheben, die die Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft verdeutlichen.

Abbildung 3.7. Regenerative Praktiken können erhebliche positive Auswirkungen auf die Biodiversität haben (exemplarisch)



Zwischenfrüchte, Untersaaten und Leguminosen-Fruchtfolgen:

Ausgedehnter Lebensraum und Bereitstellung eines vielfältigen Nahrungsangebots für Tiere und Organismen^{1,2,3}

Kleinere Agrar-Strukturen mit diversifizierenden Elementen:

Höherer Artenreichtum auf Landschaftsebene^{4,5}



No-till inkl. Direktsaat: Erhöhte mikrobielle Biomasse und Populationen wirbelloser Tiere wie Regenwürmer (potenziell 25 % höhere Ernteerträge)⁶



Grünland Mischsaaten inkl. Leguminosen: Vielfältige Wurzeln von Leguminosen, Gräsern und Kräuter verbessern die Artenvielfalt im Boden⁵



Integrierte Tierhaltung in Pflanzenbau:

Verbessert die Ökosystemleistungen, wie Bestäubung und Schädlingsbekämpfung⁵



Agroforstwirtschaft und Heckenaufbau:

Zusätzliche Lebensräume und Ökosysteme³



Biologisch aktivierte Pflanzenkohle:

Verringerung von Boden und Wasser Nitrifikation durch verbesserte Bodenstruktur und geringere Düngerauswaschung⁵

Adaptive Beweidung oder Mahd:

Fördert ein vielfältiges Pflanzenwachstum⁷

Geringerer Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln

Quelle:

¹ Beillouin et al. (2021) ² Triquet et. al. (2022) ³ Jones et al. (2021) ⁴ Tschardt et al. (2021) ⁵ Kremen und Merenlender (2018) ⁶ Experteninterviews ⁷ FAO Report "Advances in Conservation Agriculture Volume 2" 7. Enri et al. (2017)

⁵¹ NABU & BCG: „Wirtschaften im Einklang mit der Natur – Handlungswege zur Sicherung der Biodiversität“ (2020). Link: <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/biodiv/200923-nabu-bcg-studie-biodiv2.pdf>

Keine oder minimale Bodenbearbeitung: Es gibt deutliche Hinweise darauf, dass No-till oder minimal bearbeiten Verfahren, welche den Boden so wenig wie möglich stören, die mikrobielle Biomasse und die Populationen wirbelloser Tiere wie Regenwürmer um bis zu 150 Prozent erhöhen.^{52,53} Allein das Vorhandensein von Regenwürmern kann beispielsweise zu einem Anstieg der unterirdischen Biomasse um 23 Prozent und zu einem Anstieg der Ernteerträge um 25 Prozent beitragen.⁵⁴ Zudem erhöhen Regenwurmgänge die Wasserinfiltrations- und -leitfähigkeit des Bodens.

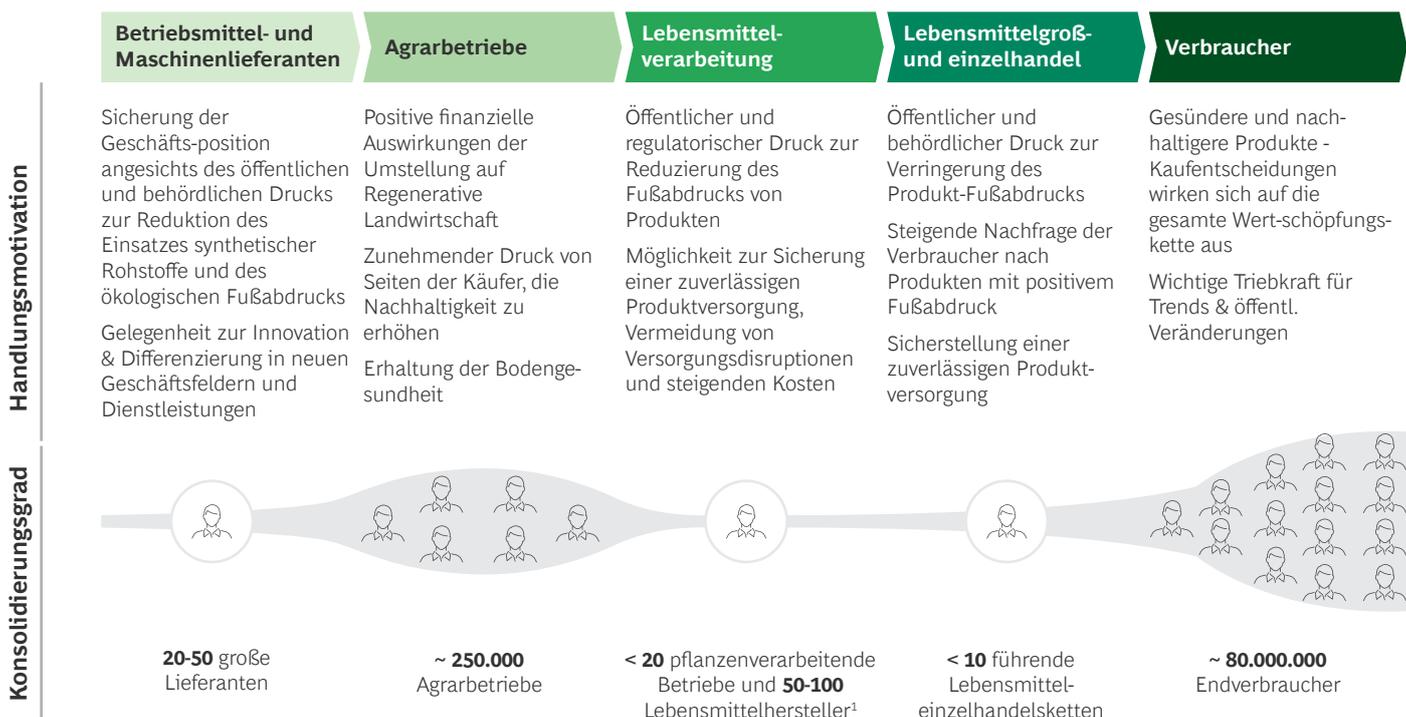
- **Kleinere Felder:** Sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, dass eine geringere Feldgröße positiv mit einem größeren Artenreichtum auf Landschaftsebene korreliert ist.⁵⁵ In Landschaften mit einer geringeren durchschnittlichen Feldgröße gedeihen mehr Arten und bauen ihren Lebensraum auf, was sich wiederum positiv auf die lokalen Ökosystemleistungen auswirkt. Darunter fallen mehr Wildbienen zur Bestäubung von Nutzpflanzen und Steigerung der Erträge. Vielfältigere Landschaften, in denen Anbauflächen mit Wäldern und Weideflächen

gemischt sind, haben ebenfalls nachweislich positive Auswirkungen auf die Biodiversität.⁵⁶

Es ist erwähnenswert, dass die positiven Auswirkungen regenerativer Praktiken auf die Biodiversität den Agrarbetrieben weitere pragmatische Vorteile bieten, darunter die Verringerung der Zugangshürden zu Umweltbeihilfen und ein besserer Schutz vor behördlichen Sanktionen während des Übergangs zu regenerativer Landwirtschaft. Je nach Erfordernissen und Zielen des Naturschutzes in bestimmten Regionen bieten einige Umweltvorschriften den Agrarbetrieben, die bereit sind, diese Praktiken anzuwenden, sogar finanzielle Unterstützung.

Mehr als die Hälfte aller bewohnbaren Flächen der Welt⁵⁷ und fast die Hälfte der Fläche Deutschlands werden landwirtschaftlich genutzt. Genauso wie wir dafür verantwortlich sind, dass unser Ernährungssystem die wachsende Weltbevölkerung fair und bezahlbar ernähren kann, müssen wir uns auch um eine Agrar- und Ernährungswirtschaft bemühen, die die Qualität unseres Wassers verbessert, die Biodiversität fördert und im Kampf gegen die globale Erwärmung hilft.

Abbildung 3.8. Das deutsche Agrar- und Ernährungssystem



¹ Zusätzlich ~4000 kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in der deutschen Lebensmittelindustrie

Quelle: BCG-Analyse

⁵² Kassam für die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) der Vereinten Nationen, 2020. Advances in Conservation Agriculture: Volume 2: Practice and Benefits. Burleigh Dodds Science Publishing. <https://doi.org/10.1201/9780429268731>

⁵³ Wittwer et al., 2021: Organic and conservation agriculture promote ecosystem multifunctionality. Science Advances 2021 Aug 20;7(34).

⁵⁴ Van Groenigen et al. (2014): Earthworms increase plant production: a meta-analysis.

⁵⁵ Tschardt et al. (2021): Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. Link: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953472100183X>

⁵⁶ Kremen und Merenlender (2018): Landscapes that work for biodiversity and people. Link: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aau6020>

⁵⁷ Statistisches Bundesamt Destatis

Insgesamt erfasst unsere Analyse so detailliert wie möglich die sozio-ökologischen Vorteile der regenerativen Landwirtschaft bei der Entnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre, der Reduzierung von CO₂-e-Emissionen, der Erhaltung von sauberem Wasser und der Förderung der Biodiversität. Wir sind jedoch der Meinung, dass unser geschätzter Nutzen von 8,5 Milliarden Euro jährlich den wahren Wert regenerativer Landwirtschaft in Deutschland nicht vollständig erfasst – oder das Ausmaß, in dem die Anwendung dieser Praktiken zur Gesundheit und zum Wohlbefinden Deutschlands und unseres Planeten beitragen kann.

Auswirkungen regenerativer Landwirtschaft auf das deutsche Agrar- und Ernährungssystem

Wie wir gezeigt haben, hat regenerative Landwirtschaft das Potenzial, die Einnahmen und Gewinne der deutschen Agrarbetriebe zu steigern und bietet echte sozio-ökologische Vorteile. Lassen sich diese Vorteile auch auf das gesamte Agrar- und Ernährungssystem des Landes erweitern?

Die Antwort auf diese entscheidende Frage lautet: Ja.

Die deutsche Agrar- und Ernährungswirtschaft ist stark konzentriert, wobei jede Stufe der Kette, mit Ausnahme der Landwirtschaft, weitgehend von einigen wenigen führenden Akteur*innen kontrolliert wird (siehe Abbildung 3.8.). Insbesondere die Lebensmittelhersteller*innen und der Einzelhandel haben eine beträchtliche Verhandlungsmacht gegenüber den Agrarbetrieben und sind daher ein wesentlicher Bestandteil der Bemühungen, die Vorteile der regenerativen Landwirtschaft auf das ganze Land auszuweiten. Indem sie die regenerativen Ziele ihrer landwirtschaftlichen Lieferanten unterstützen und mit ihnen an der Umstellung auf regenerative Praktiken arbeiten, werden diese Unternehmen eine wesentliche Rolle bei der Umstellung spielen.

Die Bereitschaft von Lebensmittelherstellern, sich an der Umstellung auf eine regenerative Landwirtschaft zu beteiligen, wird jedoch davon abhängen, inwieweit sie selbst Vorteile daraus generieren können. In diesem Kapitel untersuchen wir die Auswirkungen regenerativer Landwirtschaft auf die nachgelagerte Wertschöpfungskette, einschließlich Lebensmittelproduktion, Zwischen-, Groß- und Einzelhandel. Wir heben zwei Hauptvorteile hervor: Die Sicherung ihrer Reputation und die Sicherung der aktuellen und zukünftigen Versorgung mit Lebensmitteln.

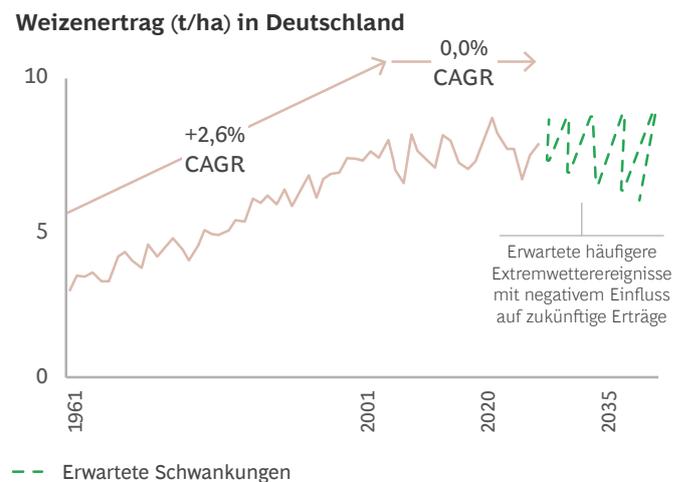
⁵⁸ FAOSTAT Weizen-ertragsdaten für Deutschland, BCG Analyse

⁵⁹ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 05.05.2022: Trockenheit und Dürre im Jahr 2018

Sicherung zukünftiger Nahrungsmittelversorgung durch Ertragsresilienz

Dank der „grünen Revolution“ stiegen die Ernteerträge in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts enorm an. Die jährlichen Weizen-erträge in Deutschland verdreifachten sich von 1961 bis 2001 von durchschnittlich 2,8 Tonnen auf 7,9 Tonnen pro Hektar, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 2,6 Prozent entspricht.⁵⁸ Dieses rasante Wachstum wurde getrieben durch Verbesserungen bei Düngemitteln und Pflanzenschutz, leistungsfähigere und effizientere Maschinen sowie erhebliche Fortschritte in der Pflanzenzucht (siehe Abbildung 3.9.).

Abbildung 3.9. Deutsche Weizen-erträge werden volatiler



Quelle: FAO

Seit Anfang der 2000er-Jahre haben die Auswirkungen des Klimawandels diesen Fortschritt jedoch deutlich verlangsamt, da sie zu größeren Schwankungen der jährlichen Erträge geführt haben. In mehreren Jahren haben heiße und trockene Perioden im Frühjahr und Sommer zu erheblichen Ertragseinbußen geführt; 2018 war beispielsweise ein Dürrejahr, in dem die Getreideerträge in Deutschland um 16 Prozent zurückgingen.⁵⁹ Da die Auswirkungen des Klimawandels zunehmen, ist zukünftig mit intensiveren Dürrejahren zu rechnen, welche die Volatilität der Erträge weiter erhöhen.

Diese Veränderungen werden sich wahrscheinlich in zweierlei Hinsicht auf die Lebensmittelunternehmen auswirken: Einerseits schränken geringere Ernteerträge den Zugang der Lebensmittelhersteller zu ihren benötigten Rohstoffen ein, was die Geschäftstätigkeit und das Produktionsvolumen gefährdet. Zum anderen wird der Preis für Agrarrohstoffe steigen, insbesondere in Jahren mit niedrigen Erträgen.



Wie Weizenpreise mit Dürren und Erträgen zusammenhängen

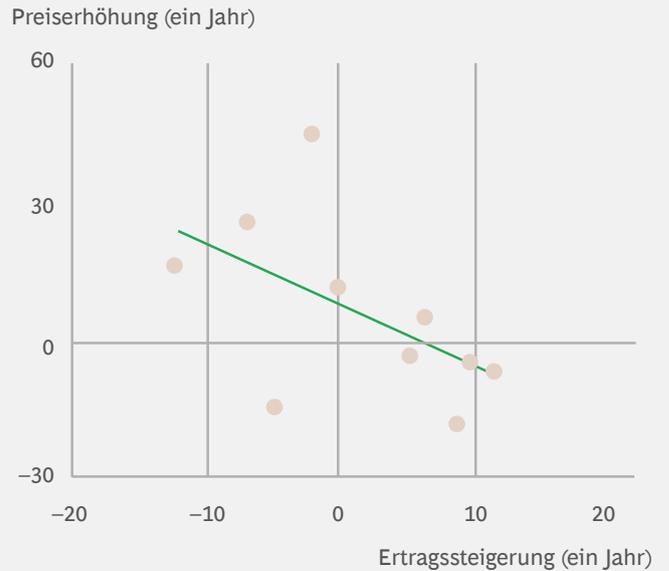
Wir haben die jährliche Ertragsentwicklung von Weizen und Mais in Deutschland mit der jeweiligen Preisentwicklung in den letzten zehn Jahren analysiert. Die wichtigsten Ergebnisse sind, dass sowohl Weizen als auch Mais eine negative Korrelation von Ertrags- und Preiswachstum aufweisen. Mit anderen Worten, geringere Erträge führen zu kurzfristigen Preisschocks auf dem Markt.

Witterungsbedingte Ertragsschocks bei Weizen, z. B. in Dürrejahren, weisen einen Regressionskoeffizienten von -1,3 auf; d. h. ein Ertragsrückgang der deutschen Weizenproduktion um 16 Prozent, wie im Dürrejahr 2018, führt zu einem Preisanstieg von rund 20 Prozent (siehe Abbildung A). Der Korrelationskoeffizient ist bei Mais, der hauptsächlich für Futtermittel und die Erzeugung von Biokraftstoffen und Biogas verwendet wird, niedriger; ein Ertragsrückgang von 16 Prozent führt zu einem Preisanstieg von rund 8 Prozent.

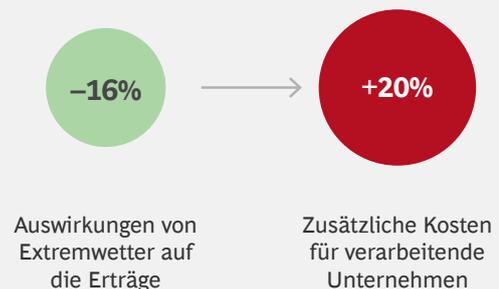


Abbildung A. Beispiel Weizen | Weizenerträge und Preisniveau sind negativ korreliert

Deutscher Weizenpreis im Vergleich zu Ertragssteigerungen (2010-20)¹



Exemplarische Analyse des Dürrejahres 2018



Hinweis: Die Grafiken zeigen die Korrelation zwischen Ertrag und Preisen, aber auch andere Faktoren beeinflussen die Preise (einschließlich Düngemittelkosten, Nachfrage und Lagerbestände); Jeder Ertragsrückgang von 1 % geht mit einem Anstieg des Weizenpreises um 1.3 % einher;

¹ 2015 als Ausreißerjahr

Quelle: FAOSTAT-Daten; BCG-Analyse

Natürlich wird Weizen weltweit auf allen Kontinenten angebaut, und die Weizenpreise werden auf globalen und öffentlichen Märkten wie dem Chicago Board of Trade festgelegt. Eine Korrelation zwischen den durchschnittlichen Erträgen und den Preisen in Deutschland scheint jedoch trotzdem berechtigt, da ein Dürrejahr typischerweise nicht nur auf Deutschland beschränkt ist, sondern in der Regel auch andere Weizen produzierende Länder in der gesamten EU betrifft, darunter Frankreich, Polen sowie die nordischen und baltischen Länder. Daher kann der Produktionsrückgang in Deutschland als stellvertretend für ein insgesamt geringeres Produktionsvolumen in der gesamten EU angesehen werden.

Darüber hinaus ist es schwierig, hochwertige Weizensorten, wie z. B. Weizen in Bäckerqualität, auf den Weltmärkten zu ersetzen, da diese besondere Anforderungen an Inhaltsstoffe (bspw. Proteine) gemäß den EU-Lebensmittelvorschriften haben. Daher können Produktionsdefizite im Inland nicht ohne Weiteres durch den Welthandel ausgeglichen werden. Aus diesem Grund kann die beobachtete Korrelation von Erträgen und Preisen in Deutschland als guter Indikator für die gesamte EU dienen.

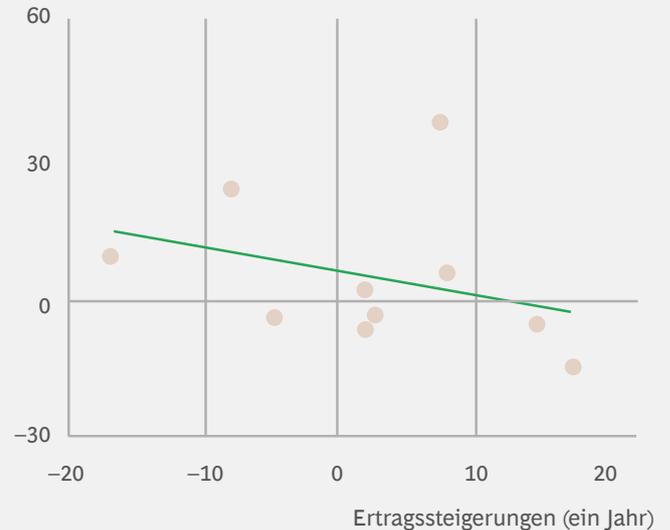
Preiserhöhungen sind für alle Zutaten, die auf den Spotmärkten gekauft werden, relevant und betreffen in Jahren mit ungünstigen Witterungsbedingungen Lebensmittelherstellung, Einzelhandel und Verbraucher*innen gleichermaßen.



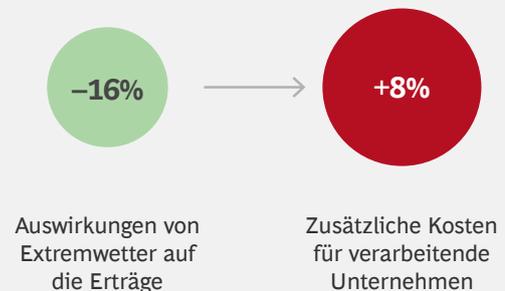
Beispiel Mais | Maiserträge und Preisniveau sind negativ korreliert.¹

Deutscher Maispreis im Vergleich zu Ertragssteigerungen (2010-20)²

Preiserhöhung (ein Jahr)



Exemplarische Analyse des Dürrejahres 2018



Hinweis: Die Grafiken zeigen die Korrelation zwischen Ertrag und Preisen, aber auch andere Faktoren beeinflussen die Preise (einschließlich Düngemittelkosten, Nachfrage und Lagerbestände); jeder Ertragsrückgang von 1 % geht mit einem Anstieg des Weizenpreises um 0.5 % einher;

¹ 2015 als Ausreißerjahr

Quelle: FAOSTAT-Daten, BCG-Analyse

Indem die regenerative Landwirtschaft dazu beiträgt, die Widerstandsfähigkeit der Erträge von Agrarbetrieben gegenüber extremen Witterungsbedingungen zu verbessern, kann sie einen wichtigen Beitrag zur Sicherung einer stabilen Nahrungsmittelversorgung mit nachhaltigen Produkten leisten und so Preisspitzen in schwierigeren Jahren abmildern. Die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der deutschen Nahrungsmittelproduktion trägt auch zur Verbesserung der globalen Ernährungssicherheit und des Zugangs zu Nahrungsmitteln bei, indem sie globale Nahrungsmittelmärkte in Jahren mit extremen klimatischen Bedingungen entlastet. Unsere Analyse zeigt, dass regenerative Praktiken – insbesondere No-till-Verfahren mit Direktsaat und Zwischenfruchtanbau – Ertragsverluste in Jahren mit schweren Wetterbedingungen um bis zu 50 Prozent reduzieren können. In trockenen Jahren wie 2018, in denen die Erträge um bis zu 16 Prozent zurückgingen, müssten Lebensmittelunternehmen normalerweise mit Kostensteigerungen von rund 20 Prozent rechnen. Regenerative Anbaumethoden können den Anstieg jedoch auf etwa 10 Prozent begrenzen (siehe Exkurs „Wie Weizenpreise mit Dürren und Erträgen korrelieren“).

Verbesserte Reputation

Der Druck auf Unternehmen aller Branchen, ihre Treibhausgasemissionen zu senken und umweltfreundlichere Praktiken einzuführen, nimmt gleichermaßen getrieben durch Investoren, Regulierungsbehörden und Verbraucher*innen rapide zu. Unternehmen in der nachgelagerten Lebensmittel-Wertschöpfungskette haben eine besondere Verpflichtung, sich ambitionierte grüne Ziele zu setzen und diese zu erreichen, angesichts der schieren Größe ihres CO₂- und Umweltfußabdrucks und ihrer Rolle bei der Bereitstellung von Lebensmitteln in Deutschland. Mit der Förderung und Skalierung regenerativer Landwirtschaftsmethoden bei ihren zuliefernden Agrarbetrieben können sie ihren Ruf als umweltfreundliche Unternehmen verbessern und sicherstellen, dass sie die aktuellen und zukünftigen Umwelt- und Klimavorschriften einhalten.

Es gibt drei Stufen, die Unternehmen in der deutschen Lebensmittel-Wertschöpfungskette anstreben können, wenn sie sich an der regenerativen Landwirtschaft orientieren, wobei jede dieser Stufen zusätzliche Reputationsvorteile und gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit mit sich bringt:

- **Comply:** Einhaltung bestehender und künftiger Vorschriften; Zusammenarbeit mit wichtigen vorgelagerten Lieferanten und nachgelagerten Kund*innen, um Scope 3-Emissionsziele zu erreichen.
- **Compete:** Setzung freiwilliger Ziele, die über die Vorschriften hinausgehen, um die erhöhte gesellschaftliche Anerkennung zu erhalten.
- **Lead:** Einnahme einer Vorreiterrolle in der regenerativen Landwirtschaft zur Steigerung des Wettbewerbsvorteil und der Rendite der Aktionäre (TSR).

Comply und compete. Die ersten beiden Stufen der Ausrichtung auf regenerative Ziele werden für Lebensmittelproduzenten immer wichtiger, da die Ergebnisse der SBTi zum De-facto-Standard werden und sich alle Akteur*innen bei ihren Bemühungen um eine Verringerung ihres CO₂-Fußabdrucks dazu verpflichtet haben. Regenerative Landwirtschaft kann einen wesentlichen Beitrag zu den Scope-3-THG-Emissionszielen dieser Unternehmen leisten, die schätzungsweise 85 Prozent der Emissionen ausmachen, die den Unternehmen der nachgelagerten Lebensmittelkette zuzurechnen sind. Es wird geschätzt, dass die regenerative Landwirtschaft zwischen 35 und 50 Prozent dieser Scope-3-Emissionen beeinflussen kann.⁶⁰ Mehrere wichtige Akteure, darunter Nestle, Danone und



⁶⁰ Quelle: World Economic Forum & BCG report „The Supply Chain Opportunity“ (Jan 2021); Poore et al. Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers (2018)



Kraft Heinz, haben sich bereits das Ziel gesetzt, ihre Scope-3-Emissionen bis 2030 um 50 Prozent zu reduzieren und bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen.⁶¹

Zweitens besteht die Möglichkeit, durch langfristige Partnerschaften mit Agrarbetrieben, deren regenerative Praktiken es ihnen ermöglichen, Carbon Credits zu erzeugen, einen Vorteil beim Zugang zu diesen Zertifikaten zu erlangen, die Unternehmen als Ausgleich für nicht vermeidbare Emissionen nutzen können. Wie bereits erwähnt, wird es auf den Märkten für Carbon Credits in den kommenden Jahren wahrscheinlich zu einem Nachfrageüberschuss kommen. Lebensmittelunternehmen können mit Agrarbetrieben zusammenarbeiten und sie bei der Erstellung und Zertifizierung dieser Credits, beispielsweise durch eigene Bodenuntersuchungsprogramme, unterstützen. Zusätzlich könnten sie die Carbon Credits der Agrarbetriebe in ihren Lieferverträgen, zusammen mit den Agrarrohstoffen, verankern und sich so langfristigen und kontrollierten Zugang zu Zertifikaten sichern.

Drittens haben Lebensmittelunternehmen die Möglichkeit, die Transparenz und Nachhaltigkeit ihrer Lieferketten zu erhöhen, indem sie mit den Agrarbetrieben zusammenarbeiten und ihnen dabei helfen, ihren CO₂- und ökologischen Fußabdruck zu verbessern. Durch diese Bemühungen können sich die Lebensmittelunternehmen auf die Wahrscheinlichkeit vorbereiten, dass die Regulierungsbehörden weiterhin auf mehr Transparenz und Nachhaltigkeit im deutschen Ernährungssystem drängen werden.

Lead. Unternehmen, die führend in der Umstellung auf regenerative Landwirtschaft sind, können in mehrfacher Hinsicht profitieren – vor allem diejenigen, die an der

Spitze der Bemühungen stehen.⁶² Erstens können sie in den Lebensmittelsegmenten mit höherem Wachstum rechnen. Weltweit werden derzeit nur 5 Milliarden Dollar für nachhaltige Lebensmittelalternativen ausgegeben, verglichen mit 2 Billionen Dollar für konventionelle Lebensmittel. Aber grüne Alternativen weisen jährliche Wachstumsraten um 22 Prozent auf, während es bei konventionell produzierten Lebensmitteln nur 6 Prozent pro Jahr sind.⁶³ Führende Unternehmen haben auch leichteren Zugang zu billigerem Kapital; westeuropäische Marktführer im Bereich der nachhaltigen Lebensmittel leihen sich Geld zu Zinssätzen, die im Durchschnitt 72 Basispunkte niedriger sind als bei anderen. Und sie erzielen bessere Aktionärsrenditen – ein Anstieg von 6 Prozentpunkten bei vierjährigen Gesamtaktienrenditen.⁶⁴

Die positiven Effekte regenerativer Landwirtschaft auf die Ernährungswertschöpfungskette in Deutschland gehen über die Unternehmen hinaus, die die Lebensmittel in Deutschland herstellen, vertreiben und verkaufen. Auch die Endverbraucher*innen und die Gesellschaft im weiteren Sinne profitieren in mehrfacher Hinsicht. Eine sicherere, lokal angebaute und nachhaltige Lebensmittelversorgung bedeutet, dass das Land weniger abhängig von Lebensmittelquellen und Energieimporten aus anderen Ländern ist. Größere Preisstabilität bedeutet weniger finanziellen Druck auf die Verbraucher*innen, insbesondere in Zeiten hoher Inflation. Und Deutschland könnte sogar mehr von den angebauten Lebensmitteln exportieren, was in Krisenzeiten weit über die Landesgrenzen hinaus von großem Nutzen ist.

⁶¹ Unternehmensveröffentlichungen, BCG Analyse

⁶² Refinitiv Daten (29/11/2021) für börsennotierte Unternehmen mit > 500 M \$ Marktwert (> 5 B \$ für Automobilunternehmen aufgrund des konsolidierten Charakters der Branche), CapitalIQ dividendenbereinigte Aktienkurse (30/11/2021) für börsennotierte Unternehmen mit > 500 M \$ Marktwert; BCG ValueScience; WEF – Winning the Race to Net Zero, BCG Analyse

⁶³ Umsatz mit pflanzlichem Fleisch vs. tierischem Fleisch (3-Jahres-Durchschnitt 2017-20) - Statista, Plant Based Food Association, BCG Analyse

⁶⁴ Einfacher durchschnittlicher WACC % (Vorreiter – Nachzügler), Ausreißer wurden nach der Interquartilsregel aus der Stichprobe entfernt; Nachhaltigkeitsführer (Nachzügler) definiert als oberes (unteres) Quartil der Refinitiv-Umweltsäule; Quelle: Refinitiv data (29/11/2021) for listed companies with >\$500M market cap (>\$5B for automotive due to consolidated nature of industry), CapitalIQ dividend-adjusted share prices (30/11/2021) for listed companies with >\$500M market cap; BCG ValueScience; WEF – Winning the Race to Net Zero; BCG Ahaoyse



Der Aufbruch zu einer regenerativen Landwirtschaft

Wie wir gezeigt haben, hat regenerative Landwirtschaft das Potenzial für einen dreifachen Gewinn für Deutschland: Erhebliche Vorteile für die Agrarbetriebe und die nachgelagerten Lebensmittelunternehmen sowie für den gesamten sozio-ökologischen Kontext – sowohl in wirtschaftlicher Hinsicht als auch in Bezug auf die Gesundheit und das Wohlergehen des Landes. Dies kann ohne die Belastung der Verbraucher*innen durch Preiserhöhungen oder Prämien erreicht werden und erfordert keine Einführung von Labels. Da alle drei Interessengruppen – die Agrarbetriebe, die Lebensmittelindustrie und die Gesellschaft – in hohem Maße davon profitieren werden, sollte der Übergang zu einer regenerativen Landwirtschaft einfach zu bewerkstelligen sein – zumindest in der Theorie.

Die Umstellung in der Praxis wird nicht einfach sein. In diesem Kapitel gehen wir auf die Herausforderungen ein, die der schnellen Umstellung auf regenerative Landwirt-

schaft im Wege stehen, und skizzieren einen Weg für Agrarbetriebe und andere relevante Interessengruppen.

Im Zentrum der Umstellung stehen die Agrarbetriebe, als Produzenten der Lebensmittel unseres Landes. Sie zu einer Umstellung zu überzeugen wird der Schlüssel für einen baldigen Übergang zu einer regenerativen Landwirtschaft sein. Wir sehen vor allem fünf Hürden, welche die Umstellung behindern könnten.

Die erste ist das Fehlen eines Notstands, der ein Gefühl für die unmittelbare Notwendigkeit eines Wandels schaffen könnte. Agrarbetriebe, die noch nicht unter Ertragseinbußen aufgrund von Unwettern gelitten haben oder mit den Folgen ausgelaugter Böden konfrontiert waren, werden wahrscheinlich weiterhin die seit Jahren bewährten und bekannten, konventionellen Anbaumethoden anwenden wollen.

Zum Zweiten fehlt es an Informationen und Erfahrungen mit innovativen neuen Praktiken wie Untersaaten und Zwischenfruchtanbau sowie mit neuen Technologien wie Biostimulanzien und Bio-Nitrifikationshemmern. Die Agrarbetriebe neigen dazu, neuen Methoden und ihren potenziellen Auswirkungen gegenüber zurückhaltend zu sein, selbst wenn diese ausreichend wissenschaftlich fundiert und praktisch erprobt sind.

Der dritte Punkt ist das rechtliche Umfeld. Bislang wird die Bindung von Kohlenstoff in Agrarökosystemen weder durch die Monetarisierung in Form von Carbon Credits noch durch staatliche Beihilfen ausreichend honoriert. In dem Maße, wie sich die Zahlungen für Ökosystemleistungen weiterentwickeln, etwa durch den Erwerb von Credits auf den Emissionshandelsmärkten, wird sich dies jedoch wahrscheinlich ändern.

Der vierte Punkt sind die wahrgenommenen Gewinneinbußen infolge der regenerativen Landwirtschaft. Die Umstellung erfordert unmittelbare Vorlaufkosten wie Equipment, Saatgut für Zwischenfrüchte, Biostimulanzien, Bodenverbesserungsmittel, während die Einsparungen erst später eintreten, da Zwischenfrüchte beispielsweise Stickstoff im Boden anreichern und die Kosten für Düngemittel in späteren Jahren senken. Die Möglichkeit geringerer Erträge während der Umstellungsphase – auch wenn sie nur theoretisch besteht – verstärkt diese Bedenken, insbesondere bei hohen Getreidepreisen, und die Agrarbetriebe sind besonders abgeneigt, kurzfristige Einkommensverluste zu riskieren.

Die fünfte Hürde ist vielleicht die höchste – der tief verwurzelte Glaube vieler deutscher Agrarbetriebe an die

Vorteile synthetischer Betriebsmittel, Bodenbearbeitung und all der anderen Methoden der konventionellen Landwirtschaft. Dieser Glaube wurde lange Zeit durch die deutsche Agrarstrategie gestärkt. Einerseits haben die Agrarbetriebe Subventionen erhalten, um Monokulturen anzubauen und Milchprodukte und Schweine für den Weltmarkt zu möglichst niedrigen Kosten zu produzieren, was die negativen externen Effekte der deutschen Landwirtschaft noch verstärkt. Auf der anderen Seite werden die Agrarbetriebe ständig dazu angehalten, die Nachhaltigkeit ihrer Betriebe durch „Greening“-Subventionen und Sonderhilfen bei der Umstellung auf den ökologischen Landbau zu steigern.

Diese Entweder-Oder-Mentalität wird durch die Lehrpläne der Agrarbetriebe, die landwirtschaftlichen Studiengänge der Universitäten, die zahlreichen Beratungsringe und die privaten Berater*innen sowie die Officialberatung der Landwirtschaftskammern immer wieder verstärkt.

Die Überwindung dieser Hürden wird nicht einfach sein. Die Lösung liegt in der Unterstützung der Agrarbetriebe bei der Umstellung auf eine regenerative Landwirtschaft und während der gesamten Umstellungsphase. Der Schwerpunkt muss zunächst darauf liegen, die Agrarbetriebe zu ermutigen, lohnenswerte erste Schritte zu machen, um direkte Erfolge zu erzielen und gleichzeitig die wahrgenommenen Risiken auf ein Minimum zu reduzieren.

Längerfristig müssen die Bemühungen zur Unterstützung der Agrarbetriebe drei Elemente umfassen (siehe [Abbildung 4.1.](#)).

Abbildung 4.1. Ein dreiteiliger Ansatz zur Förderung einer regenerativen Landwirtschaft

Beispiele, ohne Anspruch auf Vollständigkeit



Direkte Unterstützung der Agrarbetriebe, Ausbildung, Schulung und Beratung

Zum einen sollten die Praktiken der regenerativen Landwirtschaft in die Lehrlings- und universitäre Ausbildung aufgenommen werden, zum anderen sollten die Inhalte der regenerativen Landwirtschaft in den Schulungs- und Beratungsangeboten der Landwirtschaftskammern (Offizialberatung) erhöht werden. Auch die privaten Beratungsringe sollten sich verstärkt für regenerative Landwirtschaft einsetzen und die Weitergabe bewährter Methoden an ihre Kund*innen fördern. Ein strukturierter Erfahrungsaustausch und mögliche Mentoring-Programme sollten zentral gestärkt werden.

Landwirtschaftliche Medien und Veranstaltungen, einschließlich Online- und Print-Zeitschriften und gesponserte Feldtage, müssen der regenerativen Landwirtschaft mehr Raum geben. Zu den Inhalten könnten Tests von Geräten wie Direktsaatmaschinen, Erfahrungsberichte über den Wert regenerativer Praktiken wie die Verwendung von Biostimulanzien und Zwischenfrüchten, Langzeitstudien über die Auswirkungen regenerativer Landwirtschaft und vieles mehr gehören.

Um sowohl die Aufklärung als auch die Aufmerksamkeit der Medien zu fördern, ist es notwendig, die Auswirkungen der regenerativen Landwirtschaft in Mitteleuropa weiter zu erforschen, da die meisten Forschungsarbeiten bisher für Nordamerika durchgeführt wurden, wo es erhebliche Unterschiede bei den Böden, den Fruchtfolge- und Produktionssystemen, sowie den Betriebsgrößen gibt. Nach Ansicht der Expert*innen sind vor allem Forschungen zu Praktiken erforderlich, die die Bodengesundheit verbessern.

Auch die Industrie für landwirtschaftliche Betriebsmittel muss ihre Forschungs- & Entwicklungs-Anstrengungen ausweiten. Der Großteil der von Saatgut-, Pflanzenschutz- und Düngemittelherstellern durchgeführten Forschung ist auf das Verständnis von Kulturpflanzen und die Erzielung maximaler Erträge unter optimalen Bedingungen ausgerichtet, während es ihnen an Wissen über die Widerstandsfähigkeit unter weniger perfekten Bedingungen fehlt. Die künftige Forschung muss sich auch mit der Bodengesundheit befassen, um besser zu verstehen, wie sich Böden am schnellsten regenerieren und gleichzeitig eine hohe Pflanzenproduktion aufrechterhalten lässt – zum Beispiel, wie die Interaktion zwischen dem Bodenmikrobiom und den Pflanzen zu einer maximalen Nährstoffaufnahme führt.

Unternehmen des Landhandels landwirtschaftlicher Betriebsmittel sowie Genossenschaften müssen den Agrarbetrieben Betriebsmittel und Ausrüstung für die regenerative Landwirtschaft zur Verfügung stellen und technische Unterstützung bei der Verwendung dieser Produkte anbieten. Auch verwandte Dienstleistungen wie Bodennährstoffanalyse und -ausgleichung müssen zum Standardangebot gehören.

Anbieter*innen digitaler Entscheidungshilfen für die Landwirtschaft müssen ihr Angebot um Funktionen erweitern,

die für die regenerative Landwirtschaft geeignet sind. Diese Tools sollten die längerfristige Entscheidungsfindung stärker unterstützen und beispielsweise die mehrjährige Nährstoffanreicherung und -bilanzierung berücksichtigen, anstatt sich nur auf die Optimierung der Ernteerträge und der Betriebsmittelkosten für einzelne Saisons zu konzentrieren. Diese Instrumente sollten auch regenerative Praktiken wie Zwischenfrucht- und Untersaatenanbau unterstützen.

Staatshilfen und maßgeschneiderte Subventionen

Der deutsche GAP-Strategieplan sollte überarbeitet werden, um sicherzustellen, dass die Agrarsubventionen den Übergang zu einer regenerativen Landwirtschaft so schnell wie möglich zu unterstützen. Bei der nächsten GAP-Reform im Jahr 2027 sollten radikalere Änderungen vorgenommen werden, um die GAP zu einem starken Förderer der regenerativen Landwirtschaft zu machen, sowohl für konventionelle als auch für ökologische Agrarbetriebe. Die Direktzahlungen müssen an sozio-ökologische Ergebnisse gekoppelt werden. Um den Agrarbetrieben Planungssicherheit zu geben und damit die Kosten für die Umsetzung der regenerativen Landwirtschaft auf Betriebsebene zu senken, sollten Landnutzungsvorschriften und Subventionsregelungen schrittweise auf ergebnisorientierte Förderungen und Sanktionen umgestellt werden.

Politische Entscheidungsträger*innen und staatliche Stellen auf Bundes- und Landesebene können den Wandel ebenfalls unterstützen und durch gezielte finanzielle Unterstützung und Förderung auf ein Umdenken bei den Agrarbetrieben hinwirken, einschließlich regionaler Programme und Fonds für Agrarbetriebe, die den Übergang zur regenerativen Landwirtschaft einleiten. Diese könnten beispielsweise Agrarbetrieben zur Verfügung gestellt werden, die ihre Fruchtfolge erweitern und einen bestimmten Anteil an Leguminosen einbeziehen, oder Agrarbetrieben, die Zwischenfrüchte und No-Till-Verfahren einsetzen. Es hat sich bereits gezeigt, dass solche Subventionen einen erheblichen Unterschied ausmachen. In Bundesländern, in denen Subventionen für die Einbeziehung von Leguminosen in die Fruchtfolge gewährt wurden – zum Beispiel in Thüringen – hat sich der Anteil dieser Kulturen im Vergleich zu Bundesländern, in denen dies nicht der Fall war, deutlich erhöht.

Subventionen könnten auch zur Unterstützung von Strukturmaßnahmen gewährt werden, einschließlich Prämien für kleinere Felder und für agroforstwirtschaftliche Systeme, bei denen ein bestimmter Anteil oder eine bestimmte Anordnung von Hecken um die Felder herum gepflanzt wird.

Zusätzlich zu den öffentlichen Subventionen ist ein klarer Rechtsrahmen erforderlich, um die Kohlenstoffbindung und den Beitrag zu Ökosystemleistungen auf Betriebsebene zu unterstützen. Dies würde den Agrarbetrieben Sicherheit geben und es ihnen ermöglichen, die Vorteile der regenerativen Landwirtschaft zu quantifizieren. Hier könnten die Bemühungen Folgendes umfassen:

- Klare und pragmatische Regelungen für die Generierung von Credits für freiwillige Emissionshandelsmärkte, z. B. für die erforderliche Häufigkeit und Granularität der Messung des gebundenen Kohlenstoffs.
- Klare Vorschriften für die Bilanzierung von Carbon Credits, einschließlich der Frage, wie die nachgelagerte Lebensmittelherstellung und der Einzelhandel die von landwirtschaftlichen Betrieben erzeugten Credits in ihrer Scope-3-Bilanzierung behandeln sollten.
- Ein klarer Rahmen für die Bewertung der Beiträge von landwirtschaftlichen Betrieben zu Ökosystemleistungen und verbesserten ökologischen Ergebnissen. Dies sollte Regelungen für die Entschädigung bei der Umwandlung von Land in regenerative Landwirtschaft beinhalten, so wie es bei der Umwandlung von Land für Projekte zur Nutzung erneuerbarer Energien der Fall ist.

Unterstützung durch Lebensmittelindustrie und Einzelhandel

Viele Akteur*innen in der nachgelagerten Lebensmittel-Wertschöpfungskette, darunter Konsumgüterherstellung und großer Einzelhandel, haben Pilotprogramme gestartet, um mit Agrarbetrieben zusammenzuarbeiten und regenerative Landwirtschaftsmethoden zu erproben. Einige dieser Pilotprojekte haben bereits eine größere Dimension erreicht, aber es müssen noch mehr davon umgesetzt werden. Dies bedeutet, dass langfristige Partnerschaften mit Agrarbetrieben eingegangen und gepflegt werden müssen, um die Versorgung mit regenerativ erzeugten Agrarrohstoffen sicherzustellen und den Agrarbetrieben einen garantierten Markt und Preise für ihre Produkte und Ökosystemleistungen zu bieten. Lebensmittelhersteller sollten auch neutrale und innovative agronomische Schulungen und Beratungsdienste in Zusammenarbeit mit Dritten anbieten, um die Agrarbetriebe bei ihren Bemühungen um den Übergang zu einer regenerativen Landwirtschaft zu unterstützen.

Und so wie derzeitige Lieferverträge häufig die Verwendung synthetischer Pflanzenschutzmittel durch definierte Sekundärstandards regeln, sollten nachgelagerte Unternehmen beginnen, regenerative Praktiken auch in ihren Lieferverträgen durchzusetzen. Letztendlich könnten Lebensmittelindustrie und Einzelhandel sogar eine neue Einnahmequelle generieren, indem sie die organischen Abfälle, die in der Lebensmittelkette natürlicherweise anfallen, in biologisch aktivierte Pflanzenkohle umwandeln und diese an regenerative Agrarbetriebe verkaufen.

Wir sind davon überzeugt, dass diese Maßnahmen zusammengenommen den Übergang zu einer regenerativen Landwirtschaft in ganz Deutschland fördern und unterstützen würden. Die Rendite regenerativer Praktiken ist hoch, nicht nur für die Agrarbetriebe des Landes, sondern auch für die Unternehmen, die Lebensmittel herstellen, vertreiben und verkaufen – und vor allem für die Verbraucher*innen und die Gesellschaft insgesamt, die von einer gesünderen, nachhaltigeren und sichereren Lebensmittelversorgung profitieren werden.

Um die Umstellung zu fördern, sollte eine bundesweite Arbeitsgruppe „Regenerative Landwirtschaft“ eingerichtet werden, in der alle Akteur*innen der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft vertreten sind; darunter Agrarbetriebe, das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Landwirtschaftskammern, landwirtschaftliche Hochschulen und Schulen, Konsumgüterherstellung und Einzelhandel sowie die wichtigsten Anbieter*innen landwirtschaftlicher Betriebsmittel, Beratungsdienste, Maschinenhersteller*innen und -vermieter*innen. Ihre Aufgabe: die Umsetzung der Maßnahmen in die Praxis zu koordinieren und den Übergang zu einer regenerativen Landwirtschaft zu verwirklichen.

Tabelle der Methoden regenerativer Landwirtschaft



Stufe	Methode	Definition
Stufe 1	No-till-Verfahren, inkl. Direktsaatverfahren	Beseitigung (oder Verringerung) der Eingriffe in die Bodenstruktur durch Bodenbearbeitungsmaschinen und Nutzung von Direktsaat
	Unterbodenlockerung	Minimal invasives Auflockern des Bodens unter der Oberfläche, um Verdichtung zu reduzieren
	Zwischenfruchtanbau	Anpflanzung diverser Pflanzengemeinschaften auf Flächen, die sonst während bestimmter Teile des Jahres brach liegen würden
	Bodennährstoffanalyse & -ausgleichung	Vermeidung von Überdüngung und Verbesserung der Bodengesundheit durch Nährstoffkontrollen und -ausgleich (Haney/Kinsey-Test)
	Grünland: Mischsaaten	Aufwertung des Grünlands durch Einsaat von Gräsern, Leguminosen und Kräutern
Stufe 2	Minimal-invasives Mulchen / Flächenrotte	Sehr flaches Einarbeiten von zerkleinerten Zwischenfrüchten, um während des Verrottungsprozesses den Kontakt mit dem Boden herzustellen, wobei der Boden so wenig wie möglich gestört wird; eventuell unter Einsatz von Biostimulanzien zur Inkubation und Steuerung der Rotte
	Untersaatenanbau	Gleichzeitiger Anbau von Zweitkulturen neben der Hauptkultur zur besseren Bodenbedeckung
	Bio-Dünger, -Stimulanzien & -Beizung	Herstellung und Verwendung von Biodünger aus überwiegend landwirtschaftlicher Biomasse (einschließlich Kompost) mit positiven Auswirkungen auf Biodiversität aufgrund von Verbesserungen in der Mikrobiologie (z. B. Pilz-Bakterien-Gleichgewicht)
	(optional) Biologische Inhibitoren	Biologische Lösungen zur Verringerung der Nitratauswaschung (derzeit in Entwicklung)
	(optional) Biologischer Pflanzenschutz	Nicht-synthetischer Pflanzenschutz, wie Schädlingsbekämpfungsmittel und Biopestizide
	Mehr Leguminosen in Rotation	Integration von Leguminosen in den Hauptanbauzyklus
	Grünland: Adaptive Beweidung oder Mahd	Beweidung: Optimierung der Bewegung von Weidetieren auf der Weide (z. B. Mob Grazing) Mahd: Verringerung der Schnittlänge des Heus zur Verbesserung der Stabilität des Grases
Stufe 3	Mehrfruchtanbau	Gleichzeitiger Anbau mehrerer Pflanzenarten auf einem Feld (auch als Mischanbau bezeichnet)
	Biologisch aktivierte Pflanzenkohle	Ausbringung von biologisch aktivierter Pflanzenkohle, einem mit Mikroorganismen aktivierten Nebenprodukt aus der Verbrennung von Biomasse unter Ausschluss von Sauerstoff, auf Felder
	(optional) Kleinere Schläge und Feldstrukturen	Aufteilung größerer Monokulturfelder in kleinere und vielfältigere Segmente
	Integrierte Tierhaltung in Pflanzenbau	Vorübergehende Viehhaltung auf Ackerflächen, entweder zur Beweidung von Zwischenfrüchten oder in der Fruchtfolge zur Beweidung von Ackerfutter
	(optional) Konturpflügen	Contour-Anbau (auch Contour-Farming oder -Bunting genannt) pflanzt quer oder senkrecht. Diese Anordnung der Pflanzen unterbricht den Wasserfluss und erschwert die Bodenerosion.
	Agroforstwirtschaft	Integration von Bäumen, Hecken und Sträuchern in Ackerland und Grünland
	[Agroforstwirtschaft] Grünland: Silvopastorales Weideland	Anpflanzen von Bäumen auf Grünland
	[Agroforstwirtschaft] Ackerland: Gehölzstreifen	Pflanzung von Bäumen in Reihen zusammen mit Begleitkulturen; Annahme einer 10-jährigen Anlaufzeit für jeden gepflanzten Baum, um das volle Kohlenstoffbindungspotenzial auszuschöpfen
	Andere Agroforstwirtschaft (für Acker- und Grünland)	Anpflanzung von Hecken in Reihen, Windschutzbäumen am Rande von Feldern oder Auwäldern entlang von Gewässern
	Grünland: (optional) Weidenanbau	Anbau von Ackerkulturen auf Grünland

Glossar

Begriff	Definition
Ackerland	Land, auf dem landwirtschaftliche Nutzpflanzen angebaut werden, einschließlich aller ein- und mehrjährigen Kulturen
Auswaschung	Auswaschung von Nährstoffüberschüssen, die nicht von den Pflanzen aufgenommen, sondern in Luft, Boden und Wasser abgegeben werden.
Biodiversität	Von der molekularen Ebene bis zur Makro-Umwelt-Ebene umfasst die Biodiversität die Variabilität der Gene, die Anzahl, Unterscheidbarkeit und räumliche Verteilung der Arten und die Vielfalt der Ökosysteme. Das Zusammenspiel all dieser Elemente ermöglicht Ökosystemleistungen durch die regulierenden, versorgenden, Lebensraum schaffenden und kulturellen Funktionen der Natur. Die Veränderung nur eines Elements innerhalb eines Ökosystems kann diese Funktionen einschränken.
Biologische Landwirtschaft	Ein Produktionssystem, das die Gesundheit von Böden, Ökosystemen und Menschen aufrechterhält. Es stützt sich auf ökologische Prozesse, biologische Vielfalt und an die lokalen Bedingungen angepasste Kreisläufe und nicht auf den Einsatz von Betriebsmitteln, die potenziell schädliche Auswirkungen haben.
Biologische Saatgutbeschichtung	Beschichtung der Oberfläche von Saatgut mit geringen Mengen biologisch aktiver Inhaltsstoffe zur Verbesserung der Saatgutleistung und des Pflanzenwachstums bei gleichzeitiger Senkung der Produktionskosten (durch Abschwächung biotischer und abiotischer Stressfaktoren).
Bio-Stimulanzen	Natürliche Dünger, die auf Saatgut, Pflanzen und Boden aufgebracht werden können. Diese Stoffe bewirken Veränderungen in vitalen und strukturellen Prozessen, um das Pflanzenwachstum durch verbesserte Toleranz gegenüber abiotischem Stress zu beeinflussen, ihre Gesundheit stärken und den Ertrag und die Qualität von u. a. Saatgut und/oder Getreide zu erhöhen.
Bodenbearbeitung (tillage)	Vorbereitung des Bodens vor der Aussaat durch intensive Bearbeitung der oberen Bodenhorizonte (Schneiden, Rühren, Graben) zur Unkrautbekämpfung und Bodenlockerung
Bodenmikrobiom	Gesamtheit aller Mikroorganismen im Boden; sie trägt zu wesentlichen Ökosystemleistungen bei, darunter Kohlenstoff- und Nährstoffrecycling, Schutz der Bodenstruktur und Unterdrückung von Krankheitserregern.
CAGR	Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in einem bestimmten Zeitraum („Compound annual growth rate“)
Carbon credit	Finanzprodukte, die durch die Verringerung oder Beseitigung von Treibhausgasemissionen entstehen; werden auf dem freiwilligen, branchenbezogenen und geografischen Pflichtmarkt von Einzelpersonen, Unternehmen und Ländern zum Ausgleich (oder zur „Neutralisierung“) von Emissionen gehandelt; ein Credit entspricht einer Tonne reduzierter Treibhausgasemissionen, ausgedrückt in Tonnen CO ₂ -Äquivalent (t/CO ₂ -e).
Carbon farming	Unter Carbon Farming versteht man die Bindung und Speicherung von Kohlenstoff und/oder die Reduzierung von Treibhausgasemissionen auf agrarbetrieblicher Ebene mit dem Ziel, Carbon Credits zu erhalten.
CO₂-Senke	Speicherung von Kohlenstoff im Boden, in den Ozeanen und Wäldern und dadurch Vermeidung seiner Freisetzung in Wasser (Oberfläche und Boden) und in die Atmosphäre; eine Senke ist definiert als ein Prozess oder eine Aktivität, die Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernt.
Gesamtrendite für die Aktionäre (Total Shareholder Return)	Berechnung des Wertes der Aktien eines Unternehmens auf der Grundlage des Anstiegs oder Rückgangs des Aktienkurses und der an die Aktionäre gezahlten Dividenden in einem bestimmten Zeitraum.

Begriff	Definition
Gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten (Weighted Average Cost of Capital)	Stellt die gemischten Kapitalkosten des Unternehmens für alle Quellen dar, einschließlich Stammaktien, Vorzugsaktien und Schulden.
Grünes Wasser	Testrischer Niederschlag, Verdunstung und Bodenfeuchtigkeit
Grünland	Eine insbesondere für die Gras- und Grünfutterproduktion genutzte Fläche
G&V	Gewinn- und Verlustrechnung
Hauptkultur	Für den Verkauf bestimmte Anbaufrucht
Humus	Ein Kontinuum von fortgeschrittenen, sich zersetzenden organischen Verbindungen
Kleine Wasserkreisläufe	Der geschlossene Kreislauf des vom Land verdunsteten Wassers, das in Form von Niederschlägen auf dieselbe terrestrische, sprich die Erde betreffende, Umgebung fällt.
Kompostlösungen	Anwendung von kompostierten organischen Materialien wie Ernterückständen in Form von Komposttee oder -extrakt, um u. a. die Anzahl und Vielfalt der Mikroben im Boden und in den Pflanzen zu erhöhen
Konservierende Landwirtschaft	Landwirtschaftliches Produktionssystem, das die Erhaltung einer dauerhaften Bodenbedeckung, eine minimale Bodenstörung und die Diversifizierung der Pflanzenarten fördert.
Kohlenstoff	Chemisches Element, C.
Konventionelle Landwirtschaft	Landwirtschaftliche Praktiken, die nicht unter die Definition der ökologischen oder regenerativen Landwirtschaft fallen.
Lachgas	N ₂ O; ein sehr potentes Treibhausgas mit einer mehr als 250-mal schädlicheren Wirkung als CO ₂ in der Atmosphäre
Lebensmittelgroß- und einzelhandel	In der Regel Kauf von Produkten von Lebensmittelherstellern und Verkauf direkt an die Endverbraucher*innen in ihren Geschäften
Lebensmittelverarbeitung	In der Regel Kauf von Rohstoffen (z. B. Weizen oder Zucker) und zur Herstellung von Lebensmittelprodukten; üblicherweise besteht kein direkter Kontakt zum Endkund*innen.
Leguminosen	Die Früchte oder Samen von Pflanzen aus der Familie der Leguminosen (u. a. Hülsenfrüchte, wie Erbsen oder Bohnen), die als Nahrungsmittel verwendet werden.
Liebig'sches Gesetz des Minimums	Die Wachstumsrate einer Pflanze, ihre Größe und ihr allgemeiner Gesundheitszustand hängen von der Menge des knappsten der ihr zur Verfügung stehenden essenziellen Nährstoffe ab.
Mehrjährige Kulturen	Kulturen, die länger als ein Jahr wachsen
Methan	CH ₄ ; ein potentes Treibhausgas (25-mal klimaschädlicher als CO ₂ in der Atmosphäre)
Mikrobielle Biopestizide	Aus Mikroorganismen gewonnene Produkte, die nützlich sind und gegen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge eingesetzt werden können
Nitrat	NO ₃ ⁻ , eine Stickstoffverbindung
NPK Dünger	Dünger mit Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K), den drei Hauptnährstoffen, die für das Pflanzenwachstum erforderlich sind
Ökosystem	Ein System aus interagierenden lebenden Organismen und ihrer physischen Umgebung. Die Definition der Grenzen eines Ökosystems variiert je nach dem Schwerpunkt der Studie. Daher kann der Maßstab eines Ökosystems von sehr klein bis global reichen.
Ökosystemleistungen	Die regulierenden, versorgenden, lebensraumschaffenden und kulturellen Funktionen der Natur

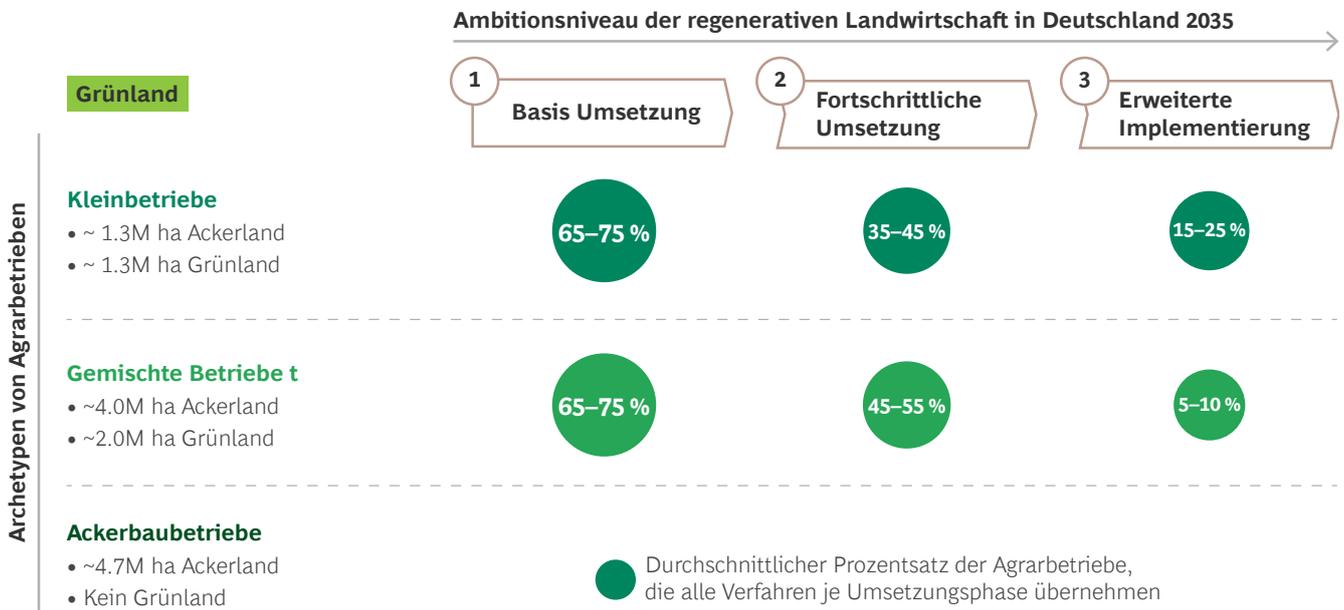
Begriff	Definition
Wert der Ökosystemleistungen	Der Wert der Regulierungs-, Versorgungs-, Lebensraum- und Kulturleistungen, die die Natur für uns Menschen erbringt.
Organische Bodensubstanz	Pflanzliches oder tierisches Material im Boden in verschiedenen Stadien der Zersetzung.
Permanente Fahrgassen (controlled traffic farming)	Beschränkung aller Maschinenlasten auf die kleinstmögliche Fläche von ständigen Fahrspuren
Pflügen	Bearbeitungsmethode vor der Aussaat durch tiefes Umgraben und Umdrehen des Bodens
Regenerative Landwirtschaft	Ein adaptiver Ansatz, Landwirtschaft zu betreiben, der praktisch erprobte und wissenschaftlich fundierte Maßnahmen anwendet, die sich auf die Gesundheit von Böden und Pflanzen konzentrieren, um die Ertragsresilienz zu steigern und positive Auswirkungen auf Kohlenstoff- und Wasserkreisläufe sowie Biodiversität zu schaffen.
Regressionskoeffizient	Definiert das Ausmaß, in dem sich eine abhängige Variable ändert, wenn die unabhängige Variable verändert wird.
Stickstoff	Chemisches Element, N.
Stickstoffnutzungseffizienz (SNE)	Anteil der von den Pflanzen zurückgewonnenen Nährstoffe (gemessen in Prozent)
Scope-1-Emissionen	Direkte THG-Emissionen aus Quellen, die sich im Besitz oder unter der Kontrolle eines Unternehmens befinden; umfasst beispielsweise Emissionen aus der Verbrennung in eigenen oder kontrollierten Kesseln, Öfen und Fahrzeugen sowie Emissionen aus der chemischen Produktion in eigenen oder kontrollierten Prozessanlagen.
Scope-2-Emissionen	Alle THG-Emissionen aus der Erzeugung von gekauftem Strom, der von einem Unternehmen verbraucht wird. Gekaufte Elektrizität ist definiert als Elektrizität, die gekauft oder anderweitig in die organisatorischen Grenzen des Unternehmens gebracht wird. Je nach regionalen Gegebenheiten können auch Emissionen aus dem Bezug von Wärme, Kälte oder Wasser von Dritten auf Scope 2 angerechnet werden. Scope-2-Emissionen entstehen physisch in der Anlage, in der der Strom erzeugt wird.
Scope-3-Emissionen	Scope-3-Emissionen sind eine Folge der Aktivitäten des Unternehmens, stammen aber aus Quellen, die nicht dem Unternehmen gehören oder von ihm kontrolliert werden. Beispiele für Scope-3-Aktivitäten sind die Gewinnung und Produktion von eingekauften Materialien, der Transport von eingekauften Kraftstoffen und die Nutzung von verkauften Produkten und Dienstleistungen.
Scouting	Pflanzenscouting ist ein landwirtschaftliches Verfahren, bei dem der Gesundheitszustand von Pflanzen durch das Auskundschaften eines Feldes beobachtet wird.
Sequestrierter Kohlenstoff (im Boden)	Menge des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs pro Flächeneinheit, Bodentiefe und innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens
Spotmarkt	Ein Markt für Währungen oder Waren, die verkauft und dem Käufer sofort ausgehändigt werden, anstatt sie auf Termin zu verkaufen und zu einem späteren Zeitpunkt zu liefern.
Streifenanbau	Form des Mehrfruchtanbaus in Streifenform, schafft kleinere Feldstrukturen.
Treibhausgas(THG)-Emissionen	Gasförmige Bestandteile der Atmosphäre, sowohl natürliche als auch anthropogene, die Strahlung in bestimmten Wellenlängen innerhalb des Spektrums der von der Erdoberfläche, der Atmosphäre selbst und den Wolken abgegebenen Erdstrahlung absorbieren und emittieren. Diese Eigenschaft verursacht den Treibhauseffekt.
Wirtschaftsdünger	Dünger nur aus tierischen Ausscheidungen aus der Tierhaltung oder pflanzlichen Stoffen, die im Rahmen der Pflanzenproduktion in der Landwirtschaft anfallen.



Anhang

1. Umsetzungsquoten regenerativer Maßnahmen für Grünland

Realistische Umsetzungsquoten für das Jahr 2035 für die verschiedenen Betriebstypen in den drei Stufen

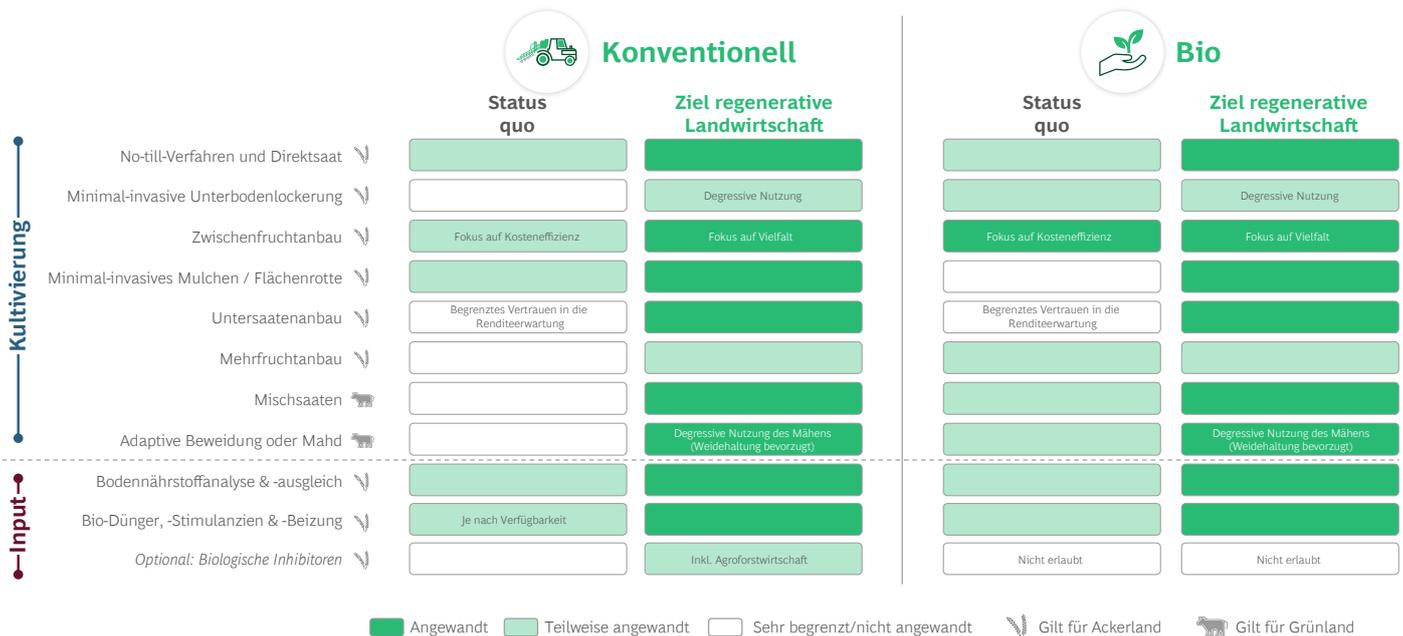


Anmerkung: ohne optionale Maßnahmen

Quelle: BCG-Analyse

2. Überschneidungen regenerativer Maßnahmen mit konventioneller und ökologischer Landwirtschaft

Realistische Umsetzungsquoten für das Jahr 2035 für die verschiedenen Betriebstypen in den drei Stufen



Quelle: Expert*innenbefragungen; BCG-Analyse

Regen Ag überschneidet sich mit konventionellen und biologischen Verfahren und führt gleichzeitig neue Praktiken ein, die eine kontinuierliche Weiterentwicklung ermöglichen (II/II)

Inp.	Struktur	Konventionell		Bio	
		Status quo	Ziel regenerative Landwirtschaft	Status quo	Ziel regenerative Landwirtschaft
	Optional: Bio-Pflanzenschutz	Selten verwendet (z. B. parasitäre Wespen)		Hohes Niveau der Forschung und Entwicklung	
	Biologisch aktivierte Pflanzenkohle	Geringe Akzeptanz aufgrund hoher Preise		Geringe Akzeptanz aufgrund hoher Preise	
	Mehr Leguminosen in Rotation	Minimal, optimiert für kurzfristigen Gewinn		Oftmals für Nährstoffmanagement benötigt	
	Integrierte Tierhaltung in Pflanzenbau		Wenn möglich		Wenn möglich
	Optional: Kleinere Schläge				
	Optional: Gezielte Unterbodenlockerung				
	Agroforstwirtschaft				
	Optional: Weideanbau				

Angewandt
 Teilweise angewandt
 Sehr begrenzt/nicht angewandt
 Gilt für Ackerland
 Gilt für Grünland

Quelle: Expert*innenbefragungen; BCG-Analyse

Anhang

3. Technischer Anhang – Auswirkungen auf die G&V eines Agrarbetriebs

Technischer Anhang | G&V Ausgangssituation

Aspekt	Beschreibung	Annahme/Berechnung	Quelle
Zusammenfassung	Mittelwertbildung von Rentabilitätsdaten über Regionen und Zeit	<ul style="list-style-type: none"> • 33 % Schleswig-Holstein 2021/2022 • 33 % Bayern 2021 • 33 % Brandenburg 2020/2021 	Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; Landwirtschaftskammer Brandenburg
Getreide und Ölsaaten	Winterweizen, Gerste und Raps	<ul style="list-style-type: none"> • 50 % Winterweizen, 30 % Gerste, 20 % Raps 	
Leguminosen	Erbsen und Bohnen	<ul style="list-style-type: none"> • 50 % Erbsen, 50 % Bohnen (für Brandenburg nur Erbsen) • Stickstofffixierung als zusätzlicher Ertrag (Düngereinsparung) 	Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft für Getreide der australischen Regierung
Mais	Mais für Silage	<ul style="list-style-type: none"> • 100 % Mais für Silage • Preis und Ertrag in Nassmasse, Preisangaben nur aus Bayern 	
Gras	Heuwiesen (Rundballen)	<ul style="list-style-type: none"> • 100 % Wiese für Heuballen • Gleicher Wert für Weide angenommen 	Externe Preisentwicklung für Rundballen über die Zeit: heupreis.de
Betriebsmittelkosten	Kosten für benötigte Betriebsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Saatgut • Düngemittel (Stickstoff, Phosphat, Kalium) • Pflanzenschutzmittel (Herbizide, Fungizide, Pestizide) 	
Maschinenkosten	Kosten für Besitz und Betrieb von Maschinen	<ul style="list-style-type: none"> • Maschinenkosten beinhalten Investitionskosten inkl. Zinsen, Reparatur und Wartung, Treibstoff (Diesel @ 1,2 €/l) und Sonstiges (Versicherung, Unterstand, Gebühren); Kurzarbeit nicht in den Berechnungen enthalten • Angenommene Feldgröße: 5 ha; 2 km vom Maschinenpark entfernt • Angenommene Arbeitsbreiten je nach Stufe; typischerweise 3 m, 4,5 m, 9 m, 21 m und 36 m • Angenommene Traktorleistung: typischerweise 138 KW, ggf. mit ausgewählten Anpassungen 	KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.) Rechner
Arbeits- und sonstige Kosten	Arbeits- und sonstige Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitskosten für den Betrieb • Hagelversicherung, Trocknung, Reinigung 	
Pachtung	Landpachtung	<ul style="list-style-type: none"> • Monatliche Pachtung 	

Technischer Anhang | Maßnahmen der Stufe 1

Umsatz | **Maschinenkosten** | **Betriebskosten**

Maßnahme	Beschreibung	G&V Hebel*	Annahme/ Berechnung	Quellen
Verbesserte Bodenstruktur: No-till-Verfahren, inkl. Direktsaat	Beseitigung (oder Verringerung) der Eingriffe in die Bodenstruktur durch Bodenbearbeitungsmaschinen und Nutzung von Direktsaat	<ul style="list-style-type: none"> Zusätzliche Maschinenkosten für Direktsaat: -36 €/Hektar Einsparungen bei konventioneller Bodenbearbeitung und Saatgutaufbereitung: +126 €/Hektar Ertragseffekte und vermiedene Verluste: +6 €/Hektar für Getreide, +46 €/Hektar für Mais, plus +23 €/Hektar (1/3) durch Dürre-resistenz 	<ul style="list-style-type: none"> Standard-Maschinenkosten Vergleich von Studien über die Auswirkungen auf den Ertrag nach der Umstellung auf Direktsaatverfahren 	<ul style="list-style-type: none"> KTBL (Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.) Rechner FAO (Advances in Conservation Agriculture Volume 2)
Verbesserte Bodenstruktur: Unterbodenlockerung	Minimal invasives Auflockern des Bodens unter der Oberfläche, um Verdichtung zu reduzieren	<ul style="list-style-type: none"> Unterbodenlockerung alle 2 Jahre: -21 €/ha 	<ul style="list-style-type: none"> Standard-Maschinenkosten, Unterbodenlockerung vor allem in Phase der Umstellung erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> KTBL-Rechner
Zwischenfruchtanbau	Anpflanzung diverser Pflanzengemeinschaften auf Flächen, die sonst während bestimmter Teile des Jahres brach liegen würden	<ul style="list-style-type: none"> Saatgutkosten -28 €/Hektar Betriebskosten -70 €/Hektar Düngemittelleinsparung +89 €/Hektar Vermiedene Ertragsverluste: +23 €/Hektar (1/3) durch Dürre-resistenz +38 €/Hektar für Carbon Credits 	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittliche Kosten für Saatgut von Zwischenfrüchten und erforderliche Maschinenarbeiten Düngemittelvorrat für das folgende Jahr: N 35 kg; P 15 kg; K 50 kg Durchschnittliche Preise für NPK von 2021 Angenommener Nettogewinn des Agrarbetriebs für Carbon Credits in Höhe von 22 €/Hektar (Bruttogewinn: 55 €, 40 % entfallen auf Transaktions- und Handelsdienstleistungen; 20 % auf Prüfkosten), multipliziert mit 1,7 t CO₂-e/Hektar/Jahr (vgl. Kohlenstoffeffekt) 	<ul style="list-style-type: none"> KTBL-Rechner Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten – Deckungsbeitragsrechner 2030 Carbon Certificate consensus range (Ecosystems Marketplace; Bloomberg; Princeton; World Bank Group; CDP)
Bodennährstoffanalyse & -ausgleichung	Vermeidung von Überdüngung und Verbesserung der Bodengesundheit durch Nährstoffkontrollen und -ausgleich (Haney/Kinsey-Test)	<ul style="list-style-type: none"> Testkosten: -3 €/Hektar Betriebsmittelkosten nach Test: -15 €/Hektar Vermiedene Ertragsverluste: +23 €/Hektar (1/3) durch Dürre-resistenz 	<ul style="list-style-type: none"> Ein Test (85 €) pro 5 Hektar alle 5 Jahre Düngemittel (Kalzium und Magnesium): 13 dt/Hektar, Kosten 3,50 € alle 3 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> Bodenbalance GbR agrarheute.com
Grünland: Mischsaaten	Aufwertung des Grünlands durch Einsaat von Gräsern, Leguminosen und Kräutern	<ul style="list-style-type: none"> Saatgutkosten: -25 €/Hektar Düngemittelleinsparung: +64 €/Hektar 	<ul style="list-style-type: none"> 10% zusätzliche Aussaat 20% Leguminosenanteil ermöglicht 60 kg N/ha Düngereinsparung 	<ul style="list-style-type: none"> DLG – Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
Übergreifend (in verschiedenen Maßnahmen enthalten)	<p>Auswirkungen der Kombination der oben genannten Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> Auswirkungen auf den Ertrag durch Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit 	<ul style="list-style-type: none"> Den oben genannten Maßnahmen werden übergreifende Auswirkungen zugeschrieben. Dürre-resistenz durch Direktsaat, Zwischenfruchtanbau und Bodennährstoffausgleichung (Liebig'sches Gesetz des Minimums) 	<ul style="list-style-type: none"> Die Dürre 2018 verursachte einen durchschnittlichen Rückgang der Weizenerträge um 16 %. 4 der letzten 5 Jahre waren Dürrejahre (in den nächsten 5 bis 10 Jahren wird mit einer Verschärfung gerechnet). Annahme: 30-%ige Reduzierung des Ertragsverlustes durch Stufe 1 regenerativer Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> Deutsches Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – Maßnahme während der Dürre 2018

* Positiver Effekt (+), zusätzliche Kosten (-)

Technischer Anhang | Maßnahmen der Stufe 2

Umsatz | **Maschinenkosten** | **Betriebskosten**

Maßnahme	Beschreibung	G&V Hebel*	Annahme/ Berechnung	Quellen
Minimal-invasives Mulchen / Flächenrotte	Sehr flaches Einarbeiten von zerkleinerten Zwischenfrüchten, um während des Verrottungsprozesses den Kontakt mit dem Boden herzustellen, wobei der Boden so wenig wie möglich gestört wird; eventuell unter Einsatz von Biostimulanzien zur Inkubation und Steuerung der Rotte	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebskosten: -38 €/Hektar • Kosten für Biostimulanzien: -69 €/Hektar • Düngemittleinsparung: +53 €/Hektar • Reduzierung des Pflanzenschutzes: +60 €/Hektar • Vermiedene Ertragsverluste: +15 €/Hektar (1/3) für Dürresistenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Maschinenkosten für das Mulchen; Einsparung von 2x Herbizid- und 2x Düngergaben • 75 l/Hektar Bio-Stimulanzien benötigt bei 0,92 €/l • Düngereinsparung von 50 kg N pro Hektar • Keine zusätzlichen Breitband-/Totalherbizide mehr erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> • KTBL-Rechner • Hersteller von Bio-Stimulanzien für Oberflächenfäule • humusfarming.de
Untersaatenbau	Gleichzeitiger Anbau von Zweitkulturen neben der Hauptkultur zur besseren Bodenbedeckung	<ul style="list-style-type: none"> • Saatguteinsparung: -50 €/Hektar • Düngemittleinsparung: +63 €/Hektar • +21 €/Hektar für Carbon Credits • Vermiedene Ertragsverluste: +15 €/Hektar (1/3) für Dürresistenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittspreis für Saatgut zur Untersaat • Fixierung von Stickstoff (30 kg/ha) und Kalium (40 kg/ha) • Angenommener Nettogewinn des Agrarbetriebs für Carbon Credit in Höhe von 22 €/Hektar (Bruttogewinn: 55 €, 40 % gehen für Transaktions- und Handelsdienstleistungen verloren, 20 % für Prüfkosten), multipliziert mit 1,1 t CO₂-e/Hektar/Jahr (vgl. Kohlenstoffeffekte) 	<ul style="list-style-type: none"> • Durchschnittlicher Erzeugerpreis für Saatgut • Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten – Deckungsbeitragsrechner • 2030 Carbon Certificate consensus range (vgl. Stufe 1)
Bio-Dünger, -Stimulanzien & -Beizung	Herstellung und Verwendung von Biodünger aus überwiegend landwirtschaftlicher Biomasse (einschließlich Kompost) mit positiven Auswirkungen auf Biodiversität aufgrund von Verbesserungen in der Mikrobiologie (z. B. Pilz-Bakterien-Gleichgewicht)	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Biostimulanzien: -12 €/ha • Vermiedene Ertragsverluste: +15 €/ha (1/3) für Dürresistenz 	<ul style="list-style-type: none"> • ~ 90 kg Stickstoff/Hektar durchschnittlicher Austrag aus landwirtschaftlichen Quellen insgesamt, angenommen ~ 50 kg davon Gülle • 1 m³ Gülle erzeugt 5 kg Stickstoff • 1 l für 1 m³ Stimulanzien mit Kosten von 1.19€/l 	<ul style="list-style-type: none"> • Nitratbericht 2020 – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten • Deutsches Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft • Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen • chiemgau-agrar.de
(optional) Biologische Inhibitoren	Biologische Lösungen zur Verringerung der Nitratauswaschung (derzeit in Entwicklung)	Optional, nicht ausgewertet		
(optional) Biologischer Pflanzenschutz	Nicht-synthetischer Pflanzenschutz, wie Schädlingsbekämpfungsmittel und Biopestizide	Optional, nicht ausgewertet		

* Positiver Effekt (+), zusätzliche Kosten (-)

Maßnahme	Beschreibung	G&V Hebel*	Annahme/ Berechnung	Quellen
Mehr Leguminosen in Rotation	Integration von Leguminosen in den Hauptanbauzyklus	Für Sensitivitätsanalyse: <ul style="list-style-type: none"> Stickstoffdüngereinsparungen: 116 kg N /Hektar mit 1,06 €/kg N In der Regel auf 10 % der Fläche/des Erntezyklus umgesetzt		<ul style="list-style-type: none"> Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten – Deckungsbeitragsrechner
Grünland: Adaptive Beweidung oder Mahd	Beweidung: Optimierung der Bewegung von Weidetieren auf der Weide (z. B. Mob Grazing)	<ul style="list-style-type: none"> Vermiedene Ertragsverluste durch zusätzliche Mahd: +20 €/Hektar Maschinenkosten durch zusätzliche Mahd: -8 €/Hektar 	<ul style="list-style-type: none"> Auswirkungen der Widerstandsfähigkeit gegenüber Dürreperioden, Annahmen: 4 von 5 Jahren sind Dürrejahre 16 % Verlust (ähnlich wie bei Weizen, 16 %) aufgrund von Dürre Mittels der Maßnahmen 30 % Verlustvermeidung möglich (entspricht der Dürresistenzstufe 1 für Kulturpflanzen) Gilt für 40 % der Wiesenfläche (Anteil am gesamten Grünland) 	<ul style="list-style-type: none"> KTBL-Rechner Deutsches Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – Maßnahme während der Dürre 2018
Übergreifend (in verschiedenen Maßnahmen enthalten)	Auswirkungen der Kombination der oben genannten Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> Auswirkungen auf den Ertrag durch Widerstandsfähigkeit gegen Dürre Einkommenseffekte durch Kohlenstoffgutschriften 	Den oben genannten Maßnahmen werden übergreifende Auswirkungen zugeschrieben.	<ul style="list-style-type: none"> Die Dürre 2018 verursachte einen durchschnittlichen Rückgang der Weizen-erträge um 16 %. 4 der letzten 5 Jahre waren Dürrejahre (in den nächsten 5 bis 10 Jahren wird mit einer Verschärfung gerechnet). Annahme: Verringerung der Ertragsverluste um 20 % durch Stufe 2 (zusätzlich zu den 30 % aus Stufe 1) 	<ul style="list-style-type: none"> Deutsches Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – Maßnahme während der Dürre 2018

* Positiver Effekt (+), zusätzliche Kosten (-)

Technischer Anhang | Maßnahmen der Stufe 3

Maßnahme	Beschreibung	G&V Hebel*	Annahme/ Berechnung	Quelle
Mehrfrucht- anbau	Gleichzeitiger Anbau mehrerer Pflanzenarten auf einem Feld (auch als Mischanbau bezeichnet)			
Biologisch aktivierte Pflanzkohle	Ausbringung von biologisch aktivierter Pflanzkohle, einem mit Mikroorganismen aktivierten Nebenprodukt aus der Verbrennung von Biomasse unter Ausschluss von Sauerstoff, auf Felder			
Agroforst- wirtschaft	Integration von Bäumen, Hecken und Sträuchern in Ackerland und Grünland: <ul style="list-style-type: none"> • Silvopastorales Weideland (Grünland): Anpflanzen von Bäumen auf Grünland • Gehölzstreifen (Ackerland): Pflanzung von Bäumen in Reihen zusammen mit Begleitkulturen; Annahme einer 10-jährigen Anlaufzeit für jeden gepflanzten Baum, um das volle Kohlenstoffbindungspotenzial auszuschöpfen • Andere Agroforstwirtschaft (Acker- und Grünland): Anpflanzung von Hecken in Reihen, Windschutzbäumen am Rande von Feldern oder Auwäldern entlang von Gewässern 			Stufe 3 nicht quantitativ bewertet in Bezug auf finanzielle Auswirkungen auf Betriebsebene
Integrierte Tierhaltung in Pflanzenbau	Vorübergehende Viehhaltung auf Ackerflächen, entweder zur Beweidung von Zwischenfrüchten oder in der Fruchtfolge zur Beweidung von Ackerfutter			
(optional) Kleinere Schläge und Feldstrukturen	Aufteilung größerer Monokulturfelder in kleinere und vielfältigere Segmente			
Optional: Konturpflügen	Contour-Anbau (auch Contour-Farming oder -Bunting genannt) pflanzt quer oder senkrecht. Diese Anordnung der Pflanzen unterbricht den Wasserfluss und erschwert die Bodenerosion.			
Grünland: (optional) Weidenanbau	Anbau von Ackerkulturen auf Grünland			

* Positiver Effekt (+), zusätzliche Kosten (-)

4. Technischer Anhang – Sozio-ökonomischer Effekt

Technischer Anhang | Quantifizierung des sozio-ökologischen Effektes

Effekttreiber	Quellen
Generelle Annahmen	
<ul style="list-style-type: none"> Adressierte landwirtschaftliche Fläche: 13,3 M Hektar <ul style="list-style-type: none"> Ackerland: 10 M Hektar Grünland: 3,3 M Hektar 	<ul style="list-style-type: none"> Statistisches Bundesamt 2020, Deutschland*; Nicht erfasste Flächen der gesamten landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland (16,3 M Hektar): <ul style="list-style-type: none"> Moore (0,8 M Hektar: 0,2 M h Ackerland, 0,6 M Hektar Grünland) Ökologische Flächennutzung (1,5 M Hektar: 0,7 M Hektar Ackerland, sowie 0,8 M Hektar Grünland) Feldfrüchte (Kartoffeln und Rüben) (0,7 M Hektar Ackerland)
Kohlenstoff	
<ul style="list-style-type: none"> Preisniveau für Kohlenstoff für Transformationspfad (2035): ~ 223 €/ t CO₂-e Andere Vergleichspreise (entsprechend der Sensitivitätsanalyse): <ul style="list-style-type: none"> ~ 55 €/ t CO₂-e ~ 157 €/ t CO₂e 	<ul style="list-style-type: none"> Wert für Transformationspfad: Voraussichtliche externe Klimakosten für CO₂-e-Emissionen im Jahr 2035[†] Alternativen in Sensitivitätsanalyse: <ul style="list-style-type: none"> Voraussichtlicher durchschnittlicher Preis für freiwillige Emissionsgutschriften aus der Landwirtschaft im Jahr 2035[‡] Voraussichtlicher verbindlicher Kohlenstoffpreis im Jahr 2035 auf der Grundlage des ETS-Terminpreises[§]
(1) Sequestrierter Kohlenstoff	
<ul style="list-style-type: none"> Kohlenstoffsequestrierungsrate je regenerativer Maßnahme in t CO₂-e/Hektar/Jahr (untere Spannweite, Durchschnitt und obere Spannweite der verfügbaren Werte) 	Literaturrecherche, siehe praxisbezogener technischer Anhang
(2) Verhinderte Emissionen durch Stickstoffdünger	
<ul style="list-style-type: none"> Höhe der Reduzierung von Stickstoffdünger/Hektar/Jahr für Transformationspfad <ul style="list-style-type: none"> Ackerland: ~ 79 kg N/Hektar/Jahr Grünland: ~ 34 kg N/Hektar/Jahr Andere Reduzierungsniveaus (entsprechend der Sensitivitätsanalyse): Untere Spannweite: ~ 71 kg/Hektar/Jahr (Ackerland), ~ 87 kg/Hektar/Jahr (Grünland) Obere Spannweite: ~ 31 kg/Hektar/Jahr (Ackerland), ~ 37 kg/Hektar/Jahr (Grünland) 	<ul style="list-style-type: none"> Wert für Transformationspfad: Geringerer Einsatz von Stickstoffdünger/Hektar/Jahr bei voraussichtlicher Übernahme von Maßnahmen in 2035 Untere Spannweite: Transformationspfad – 10 % Obere Spannweite: Transformationspfad + 10 %
<ul style="list-style-type: none"> CO₂-e Emissionen/kg Stickstoffdüngerauftrag: 5,6 t CO₂-e/t N 	YARA 2015 ^{**} : Average footprint for nitrogen fertilizer use (excluding fertilizer production and transportation) ⁴
Wasser	
(1) Reduzierte Bewässerung	
<ul style="list-style-type: none"> Wasserhaltekapazität korreliert mit Kohlenstoffsequestrierungsrate: 2.586 l/t C Org (organischer Kohlenstoff) 	<ul style="list-style-type: none"> Libohova et al., 2018[‡] <ul style="list-style-type: none"> Organische Bodensubstanz hält bis zu 1,5 g Wasser 1,5 g/g organische Bodensubstanz = ~ 0,002 l/g Umrechnung zu t/l C Org unter der Annahme, dass C Org 0,58 % organischer Bodensubstanz entspricht*

* Statistisches Bundesamt Deutschland (destatis.de)

† Deutsches Umweltbundesamt, 2020: Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze, Stand 12/20

‡ Annahme einer Umrechnung von €/US\$ 1:1; Ecosystems Marketplace report 2019; Bloomberg; Princeton; World Bank Group – Climate Change 2015; CDP report 2015; ExpertInneninterviews; BCG Analyse

§ It's crops I want, not CO₂ (yara.is)

** Deutsches Umweltbundesamt, 2020: Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze, Stand 12/20; It's crops I want, not CO₂ (yara.is)

†† Reevaluating the effects of soil organic matter and other properties on available water-holding capacity using the National Cooperative Soil Survey Characterization Database. Journal of Soil and Water Conservation

Effekttreiber	Quellen
<ul style="list-style-type: none"> Wasserspeicherkapazität pro regenerative Maßnahme in T CO₂-e/Hektar/Jahr (untere Spannweite, Mittelwert und obere Spannweite der verfügbaren Werte) 	<ul style="list-style-type: none"> Wert für Transformationspfad: Durchschnitt aller Werte (untere bis obere Spannweite) Literaturrecherche für Kohlenstoffsequestrierung, siehe maßnahmen-basierter technischer Appendix
<ul style="list-style-type: none"> Bewässerungskostenniveau für Transformationspfad (Annahme, dass alle Agrarbetriebe für Wasserentnahme zahlen müssen): ~ 1,54 €/m³ Alternative Wasserkosten (entsprechend der Sensitivitätsanalyse) <ul style="list-style-type: none"> Untere Spannweite: ~ 1,05 €/m³ Obere Spannweite: 2,03 €/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> Wert für Transformationspfad: Durchschnitt aller Werte (untere bis obere Spannweite) Untere Spannweite: Voraussichtlicher Durchschnitt der Kosten für die landwirtschaftliche Grundwasserentnahme „Wassercent“[†] und der Kosten für die Trinkwasserversorgung im Jahr 2035[‡], Deutschland Obere Spannweite: Voraussichtliche Trinkwasserkosten im Jahr 2035 basierend auf den Trinkwasserkosten im Jahr 2022 (1,75 €/m³)^{††}, Deutschland
<ul style="list-style-type: none"> Bewässerte Fläche (in M Hektar) Ackerland: 2 M Hektar Grünland: 0,17 M Hektar 	<ul style="list-style-type: none"> Ackerland: Rosa et al., 2020: Potential for sustainable irrigation expansion in a 3°C warmer climate Grünland: 5 % der Grünlandfläche; Expert*Inneneinschätzung
(2) Verhinderte Nitratverschmutzung	
<ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Nitratwerte im Trinkwasser werden zu ~75 % durch die Landwirtschaft verursacht 	<p>Annahme basierend auf Expert*Inneneinschätzung und Datenannäherungen</p> <ul style="list-style-type: none"> 77 % deutscher N₂O-Emissionen durch Landwirtschaft verursacht 81 % der Stickstoffüberschüsse in Deutschland durch Landnutzung verursacht <p>Der Ansatz für die Gesamtkosten ist eine Tendenz für die durch die Landwirtschaft verursachten Kosten der Trinkwasserversorgung. Rückschlüsse auf Kosten, die in weniger belasteten und in stark belasteten Gebieten anfallen, sind aufgrund der bundesweit sehr unterschiedlichen Belastungssituation nicht möglich.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Nitratwerte im Trinkwasser, die von einem 1 Hektar Ackerland wurden, sind 1,5 x höher als die Werte, die von 1 Hektar Grünland verursacht wurden 	<p>Annahme basierend auf Expert*Inneneinschätzung</p>
<ul style="list-style-type: none"> Kostenniveau verursacht durch Landwirtschaft (mit 2 Kostentreibern[‡]) für Transformationspfad: ~ 731 M €/Jahr <ol style="list-style-type: none"> Durchschnittliche Filterkosten: ~ 503 M €/Jahr (Minimum: ~475 M €/Jahr; Maximum: ~532 M €/Jahr) Voraussichtliche EU-Sanktionen für überschrittene Nitratwerte: ~227 M €/Jahr Alternative Kostenniveaus (entsprechend der Sensitivitätsanalyse) basierend auf den in den Quellen angegebenen Spanne <ul style="list-style-type: none"> Untere Spannweite: ~702 M €/Jahr Obere Spannweite: ~759 M €/Jahr 	<p>Entspricht 75 % der jährlichen Gesamtkosten</p> <ul style="list-style-type: none"> Wert für Transformationspfad basiert auf zwei additiven Kostentreibern <ol style="list-style-type: none"> Deutsches Umweltbundesamt 2017 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Juni 2022 Untere Spannweite: auf Basis der angegebenen Spanne der Filtrationskosten (siehe 1) Obere Spannweite: auf Basis der angegebenen Spanne für Filtrationskosten (siehe 2)
<ul style="list-style-type: none"> 40–45 % Auswaschung des Stickstoffdüngers in Boden/Wasser basierend auf SNE (55–60 %) 	<p>Withers et al., 2014[‡] (NUE of 60 %) and expert judgment</p>
<ul style="list-style-type: none"> Lineare Beziehung zwischen dem Nitratgehalt im Wasser und den Kosten der Nitratentfernung 	<p>Expert*inneneinschätzung</p>

[†] BUND Studie 2019: Die Wasserentnahmegelder der Länder (ausgenommen Stadtstaaten und Bundesländer mit kostenfreier Wasserentnahme); 2019: ~0.01–0.12 €/m³; 2035e: Entwicklung auf Basis von Trinkwasserkosten: 1,2 % CAGR (2018-2019)

[‡] Entgelte für die Trinkwasserversorgung in Tarifgebieten nach Tarifarten, Statistisches Bundesamt, Deutschland (destatis.de); 1,2 % CAGR 2018-2019

[§] Deutsches Umweltbundesamt, 15.03.2021: Treibhausgase in Deutschland

^{**} Deutsches Umweltbundesamt, 2021: Stickstoff

^{††} Jährliche zusätzliche Kosten für die Industrie zur Einhaltung der neuen Düngemittelverordnung (2021) sind von den Kostentreibern ausgeschlossen, da sich die Kosten mit regenerativen Praktiken überschneiden (z. B. vorgeschriebene Bodenanalysen, Umstellung auf Wirtschaftsdünger, Verwendung von Auslaugungshemmern usw.)

[#] Agriculture and Eutrophication: Where Do We Go from Here?

Effekttreiber

- Höhe der Kostenreduzierung für die Nitratentfernung für Transformationspfad: 70 %
- Alternative Reduzierungsniveaus (entsprechend der Sensitivitätsanalyse)
 - Untere Spannbreite: 35 %
 - Obere Spannbreite: 85 %

Quellen

- Nitratentfernungskosten abgeleitet aus dem Stickstoffdünger-Reduktionspotenzial regenerativer Maßnahmen (sowohl Acker- als auch Grünland)
- Transformationspfad: Maßnahmen der Stufe 1 und 3 angewandt, 30 % des überschüssigen (organischen) Wirtschaftsdüngers, wird nicht umverteilt, sondern noch verwendet (= keine Umverteilung auf andere Flächen zur anderweitigen Verwendung)
 - Untere Spannbreite: Maßnahmen der Stufe 1 angewandt
 - Obere Spannbreite: Maßnahmen der Stufe 1 und 2 angewandt, inkl. 100 % Reallokation von überschüssigem Wirtschaftsdünger

Hinweise

Grünwasser

- Grünes Wasser als terrestrischer Niederschlag, Verdunstung und Bodenfeuchtigkeit nicht weiter quantifiziert, z. B. Auswirkungen erhöhter Bodenfeuchtigkeit auf die Pufferung extremer Wetterereignisse/Regeneration kleiner Wasserkreisläufe

Quellen

- Wang-Erlandsson et al., 2022: A planetary boundary for green water | Nature Reviews Earth and Environment

Oberflächengewässer

- Oberflächengewässer außerhalb des Geltungsbereichs der Wasserdimension: Obwohl in dieser Studie nicht quantifiziert, sollten die Auswirkungen von N-Verbindungen aus der Landwirtschaft auf Oberflächengewässer beachtet werden
- Eine Nährstoffakkumulation, die zu einem beschleunigten Algenwachstum führt, kann zu einem erheblichen Sauerstoffmangel führen, der für Tiere und andere Pflanzen ungünstige Bedingungen schafft.
- Diese Auswirkung ist nicht in dieser Analyse erfasst, da in den meisten Binnengewässern Phosphor (der ebenfalls aus der Landwirtschaft stammt, z. B. aus Düngemitteln) für übermäßiges Pflanzenwachstum verantwortlich gemacht werden kann, nicht aber Stickstoff, da das Verhältnis von Stickstoff zu Phosphor für die Wachstumsbedingungen der Pflanzen entscheidend ist

Umweltbundesamt, 2021: Stickstoff

Technischer Anhang | Stufe 1 + 2 Maßnahmen – Kohlenstoff/Wassereffekt*

Maßnahme	Beschreibung	Kohlenstoff	Wasser	Quellen
Stufe 1 — Basis Umsetzung				
No-till-Verfahren, inkl. Direktsaatverfahren	Beseitigung (oder Verringerung) der Eingriffe in die Bodenstruktur durch Bodenbearbeitungsmaschinen und Nutzung von Direktsaat	0,12–1,48 t CO ₂ -e/ Hektar/Jahr	0,09–1,05 m ³ /Hektar/Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • BCG and Walton Family Foundation, 2022: US Agriculture and the Net-Zero Challenge
Zwischenfruchtanbau	Anpflanzung diverser Pflanzengemeinschaften auf Flächen, die sonst während bestimmter Teile des Jahres brach liegen würden	0,40–1,47 t CO ₂ -e/ Hektar/Jahr	0,28–1,03 m ³ /Hektar/Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • Poeplau und Don, 2015: Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems and Environment • BCG & Walton Family Foundation, 2022: US Agriculture and the Net-Zero Challenge
Grünland: Mischsaaten	Aufwertung des Grünlands durch Einsaat von Gräsern, Leguminosen und Kräutern	1,33–2,22 t CO ₂ -e/ Hektar/Jahr	0,94–2,20 m ³ / Hektar/Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • De Deyn et al., 2010: Additional carbon sequestration benefits of Grünland diversity restoration. Journal of Applied Ecology • BCG & Walton Family Foundation, 2022: US Agriculture and the Net-Zero Challenge
Stufe 2 — Fortschrittliche Umsetzung				
Untersaatenanbau	Gleichzeitiger Anbau von Zweitkulturen neben der Hauptkultur zur besseren Bodenbedeckung	~0,97 t CO ₂ -e/ Hektar/Jahr	~0,68 m ³ /Hektar/ Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • Poudel et. Al, 2022: Italian Ryegrass, Perennial Ryegrass, and Meadow Fescue as Undersown Cover Crops in Spring Wheat and Barley: Results from a Mixed Methods Study in Norway. Sustainability. Special issue: Agrobiodiversity and Sustainable Food Systems
Grünland: Adaptive Beweidung oder Mahd*	<p>Beweidung: Optimierung der Bewegung von Weidetieren auf der Weide (z.B. Mob Grazing)</p> <p>Mahd: Verringerung der Schnittlänge des Heus zur Verbesserung der Stabilität des Grases</p>	<p>Beweidung: 0,03–3,78 t CO₂-e/ Hektar/Jahr</p>	<p>Beweidung: 0,02–2,67 m³/Hektar/Jahr</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rowntree et. al, 2020: Ecosystem Impacts and Productive Capacity of a Multi-Species Pastured Livestock System. Frontiers in Sustainable Food Systems • Kurtz et. al, 2020: The impact of Grünland management on physical and chemical properties of a psammaquent in northeastern Argentina. Revista Argentina de Producción Animal • BCG und Walton Family Foundation, 2022: US Agriculture and the Net-Zero Challenge • Weitere Studien ausgeschlossen aufgrund von Bewertung der Ergebnisse als hohe Ausreißer
Mehr Leguminosen in Rotation	Integration von Leguminosen in den Hauptanbauzyklus	2,20–3,33 t CO ₂ -e/ Hektar/Jahr	1,55–3,15 m ³ / Hektar/Jahr	<ul style="list-style-type: none"> • Österreichisches Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 2015: Boden und Klima - Einflussfaktoren, Daten, Maßnahmen und Anpassungsmöglichkeiten (aggregierte Auswirkungen von Klee, Gras und Alfafa)

* Annahme, dass Beweidung (im Vergleich zur Mahd) zu 45 % (im Vergleich zu 55 %) betrieben wird

Technischer Anhang | Stufe 3 Maßnahmen — Kohlenstoff/Wassereffekt

Maßnahme	Beschreibung	Kohlenstoff	Wasser	Quellen
Stufe 3 — Erweiterte Implementierung				
Mehrfruchtanbau	Gleichzeitiger Anbau mehrerer Pflanzenarten auf einem Feld (auch als Mischanbau bezeichnet)	Stufe 3 nicht auf Maßnahmenebene quantitativ bewertet (analog zu Effekt auf G&V der Agrarbetriebe)		
Biologisch aktivierte Pflanzenkohle	Ausbringung von biologisch aktivierter Pflanzenkohle, einem mit Mikroorganismen aktivierten Nebenprodukt aus der Verbrennung von Biomasse unter Ausschluss von Sauerstoff, auf Felder			
Agroforstwirtschaft	Integration von Bäumen, Hecken und Sträuchern in Ackerland und Grünland			
Integrierte Tierhaltung in Pflanzenbau	Vorübergehende Viehhaltung auf Ackerflächen, entweder zur Beweidung von Zwischenfrüchten oder in der Fruchtfolge zur Beweidung von Ackerfutter			

Technischer Anhang | Biodiversitätseffekt

Maßnahme	Beschreibung	Kohlenstoff	Wasser
Stufe 1 — Basis Umsetzung			
No-till-Verfahren, inkl. Direktsaatverfahren	Beseitigung (oder Verringerung) der Eingriffe in die Bodenstruktur durch Bodenbearbeitungsmaschinen und Nutzung von Direktsaat	Erhöhung der mikrobiellen Biomasse und der Populationen wirbelloser Tiere	<ul style="list-style-type: none"> • FAO Bericht „Advances in Conservation Agriculture Volume 2“
Zwischenfruchtanbau	Anpflanzung diverser Pflanzengemeinschaften auf Flächen, die sonst während bestimmter Teile des Jahres brach liegen würden	Erweiterter Lebensraum und Bereitstellung eines vielfältigen Nahrungsangebots für verschiedene Tiere und Organismen; geringerer Chemikalieneinsatz	<ul style="list-style-type: none"> • Beillouin et al., 2021: Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. Global Change Biology • Triquet et. al, 2022: Undestroyed winter cover crop strip in maize fields supports ground-dwelling arthropods and predation. Agriculture, Ecosystems and Environment
Grünland: Mischsaaten	Aufwertung des Grünlands durch Einsatz von Gräsern, Leguminosen und Kräutern	Vielfältige Wurzeln verbessern die Biodiversität im Boden; vielfältiges Weideland und geringerer Einsatz von Stickstoffdünger fördern die Biodiversität von Insekten.	<ul style="list-style-type: none"> • Expert*innenbefragungen von BCG & NABU
Stufe 2 — Fortschrittliche Umsetzung			
Minimal-invasives Mulchen / Flächenrotte	Sehr flaches Einarbeiten von zerkleinerten Zwischenfrüchten, um während des Verrottungsprozesses den Kontakt mit dem Boden herzustellen, wobei der Boden so wenig wie möglich gestört wird; eventuell unter Einsatz von Biostimulanzien zur Inkubation und Steuerung der Rotte	Siehe „No-till-Verfahren“	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe „No-till-Verfahren“

Maßnahme	Beschreibung	Kohlenstoff	Wasser
Untersaatenanbau	Gleichzeitiger Anbau von Zweitkulturen neben der Hauptkultur zur besseren Bodenbedeckung	Siehe „Zwischenfruchtanbau“	<ul style="list-style-type: none"> Jones et al., 2021: A global database of diversified farming effects on biodiversity and yield. Scientific data
Mehr Leguminosen in Rotation	Integration von Leguminosen in den Hauptanbauzyklus	Siehe „Zwischenfruchtanbau“	<ul style="list-style-type: none"> Jones et al., 2021: A global database of diversified farming effects on biodiversity and yield. Scientific data
Grünland: Adaptive Beweidung oder Mahd	Beweidung: Optimierung der Bewegung von Weidetieren auf der Weide (z. B. Mob Grazing)	Fördert ein vielfältiges Pflanzenwachstum	<ul style="list-style-type: none"> Enri et al., 2017: A biodiversity-friendly rotational grazing system enhancing flower-visiting insect assemblages while maintaining animal and Grünland productivity. Agriculture Ecosystems and Environment Expert*innenbefragungen von BCG & NABU

5. Technischer Anhang – Effektmodellierung der nachgelagerten Wertschöpfungskette

Technischer Anhang | Impact on German Wheat Supply

Annahme	Beschreibung
Deutscher vs. EU-Preis	Wir sind uns bewusst, dass die Spotmarktpreise für Weizen nicht in Deutschland, sondern auf europäischer und globaler Ebene bestimmt werden; die erforderlichen Qualitätsstufen werden jedoch wahrscheinlich nur regional produziert, sodass man davon ausgehen kann, dass die Auswirkungen auf die Erträge und Preise in allen Regionen Europas gleich sind.
Flexible Marktgestaltung	Wir haben die Preisannahmen vereinfacht, indem wir den gesamten Prozess der Marktbildung flexibel gestaltet haben; in der Realität wird es längerfristige Vereinbarungen zwischen Landwirt*innen und Lebensmittelakteur*innen geben, die den Gesamteffekt auf die Durchschnittspreise für die gesamte Ernte verringern; die angenommenen Produktionsmengen in den Szenarien sind von dieser Annahme jedoch nicht betroffen.
Anteil der vermeidbaren Ertragsminderung durch regenerative Landwirtschaft	35-50 % basierend auf G&V Kalkulationen und Umsetzungsquote
Auswirkungen von extremen Wetterereignissen wie Dürren in Deutschland auf die Erträge	-16 %; BMEL–Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (basierend auf Trockenjahr 2018)
Empfindlichkeit der deutschen Weizen- und Maispreise gegenüber Ertragsschwankungen	1,3x für Weizen und 0,5x für Mais; Analyse der FAOSTAT-Daten 2010–2020 (Analyse auf der vorherigen Seite)

Über die Autor*innen

Torsten Kurth ist Managing Director und Senior Partner im Berliner Büro der Boston Consulting Group und leitet die Arbeit des Unternehmens im Landwirtschaftssektor in Europa. Sie können ihn per Mail kontaktieren unter kurth.torsten@bcg.com.

Benjamin Subei ist Partner und Associate Director im Düsseldorfer Büro der Boston Consulting Group und Landwirtschaftsexperte. Sie können ihn per Mail kontaktieren unter subei.benjamin@bcg.com.

Felicitas Bünger Beraterin im Berliner Büro der Boston Consulting Group.

Paul Plötner ist Projektleiter im Berliner Büro der Boston Consulting Group mit den Schwerpunkten Agribusiness und Greentech. Sie können ihn per Mail kontaktieren unter ploetner.paul@bcg.com.

Simon Krämer ist Referent für Ernährungssysteme und Bodenpolitik in der NABU-Zentrale in Berlin mit dem Schwerpunkt regenerative Landwirtschaft. Sie können ihn per Mail kontaktieren unter simon.kraemer@nabu.de.

Max Havermeier Berater im Münchner Büro der Boston Consulting Group.

Danksagungen

Die Autor*innen danken den folgenden Personen für ihren Beitrag und die Unterstützung bei der Erstellung der Studie.

NABU

Joerg-Andreas Krueger, Konstantin Kreiser, Maximilian Meister und Marc Süßer

BCG

Louise Berrebi, Jack Bugas, Elena Corrales, Chris Grant-ham, Jan-Frederik Jerratsch, Georg Kappen, Annastacia Kouvela, Dean Muruven, Helena Nannes, Adrien Portafaix, Johanna Puetz, Rachel Ross, Jonas Schroeder und Shalini Unnikrishna

In besonderem Maße danken die Autoren den folgenden Landwirten, Agronomen und Regen Ag Praktikern für ihre kontinuierliche Begleitung der Studie und die vielen inspirierenden Diskussionen:

Ivo Degn (Co-founder Climate Farmers), Theodor Friedrich (früherer FAO Repräsentant, Experte für konservierende Landwirtschaft), Falk Hoffmann (farm manager Lindhorst Gruppe), Lukas Kersten (Farm Manager Gut Friedersdorf), Georg König (Landwirt, Co-founder of Kiebitz), Hartmut van Lengerich (Head of Strategy & Sustainability CP Asset Management, Bayer AG), Malte Neuhaus (Bioland), Markus Pflugfelder (University Hohenheim, farmer), Ludwig Riedesel (Co-founder Kiebitz)

Weitere Informationen

Bei Interesse an dieser Studie wenden Sie sich bitte an die Autor*innen.

Obwohl angemessene Maßnahmen ergriffen wurden, um die Richtigkeit der in dieser Studie enthaltenen Informationen zu gewährleisten, übernimmt BCG keine Garantie für die Gültigkeit der gemachten Aussagen und haftet nicht für Fehler oder Auslassungen. BCG, seine Partner*innen, Mitarbeitenden und VertreterInnen geben gegenüber Interessierten, die diese Studie nutzen, keine ausdrücklichen oder stillschweigenden Garantien oder Zusicherungen ab und übernehmen keine Haftung oder Verantwortung, weder jetzt noch in Zukunft. Jegliche Haftung wird hiermit ausdrücklich ausgeschlossen. Die Ergebnisse dieser Studie sollten nicht ohne unabhängige Analysen verwendet werden, für die BCG ebenfalls keine Haftung übernimmt.

