

Die Landwirtschaft als Lösungsanbieter für den Klimaschutz

Möglichkeiten für die Landwirtschaft und alternative Einnahmequellen



Edmund Rehwinkel-Stiftung

Die Edmund Rehwinkel-Stiftung wurde 1974 von der Rentenbank in Erinnerung an die Tätigkeit von Bauernpräsident Edmund Rehwinkel, ehemaliger Vorsitzender des Verwaltungsrates der Bank, gegründet.

Ziel der Stiftung ist es, wissenschaftliche Arbeiten mit einem hohen unmittelbaren Nutzen für die Landwirtschaft zu fördern.



rentenbank

Edmund Rehwinkel-Stiftung

inhalt

Prof. Dr. Jan-Hendrik Buhk, Dr. Heiko Hansen, Dr. Philipp Löw,
Dr. Elin Martinsson und Prof. Dr. Torben Tiedemann

**Einzelbetriebliche Klimabilanzen für Ackerbaubetriebe basierend
auf dem BMEL-Jahresabschluss**

7

Prof. Dr. Annette Prochnow und Dr. Venja Röber-Terstegen

**Potenziale für die Bereitstellung, Lagerung und Konservierung
von Moorbiomasse durch landwirtschaftliche Betriebe**

Akronym: MoorMass

55

Prof. Dr. Britta Hachenberg, M.Sc. Moritz Heiß und Prof. Dr. Dirk Schiereck

**Agricultural Green ABS: Innovative Asset-backed Securities
für Klimaschutz und nachhaltige Landwirtschaft**

101

vorwort des vorstands

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Landwirtschaft hat ihre Treibhausgasemissionen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich reduziert. Seit 1990 sind die Lachgas-Emissionen um rund 37 Prozent und die Methan-Emissionen um etwa 30 Prozent gesunken. Die Herausforderungen für die Zukunft bleiben jedoch groß: Bis 2045 soll Deutschland klimaneutral werden. Die Landwirtschaft kann zwar nicht vollständig klimaneutral werden, muss aber weiterhin einen entscheidenden Beitrag leisten. Sie kann dabei auf zahlreiche Erfahrungen und erfolgreiche Lösungsansätze zurückgreifen: Die sparsamere Verwendung von Dünger und die Nutzung von Biogasanlagen haben wesentlich zur Emissionsminderung beigetragen. Auch die gasdichte Lagerung von Gärresten und die Anpassung der Fütterung sind Beispiele für wirksame Maßnahmen.

Klimaschutz in der Landwirtschaft ist dabei aber mehr als die Emissionsminderung in der Produktion. Künftig geht es vor allem darum, innovative Wege zu finden, wie landwirtschaftliche Betriebe noch stärker als Lösungsanbieter auftreten und gleichzeitig neue Einkommensquellen erschließen können. Von der Kreislaufwirtschaft über alternative Wertschöpfung bis hin zur Inwertsetzung von Klimaschutzleistungen – die Möglichkeiten sind vielfältig und reichen über die klassische Produktion hinaus.

Im Rahmen unserer diesjährigen Schriftenreihe möchten wir eine Reihe von Fragen zur Umsetzung beantworten.

Die Edmund Rehwinkel-Stiftung begleitet mit ihrer praxisnahen Forschung immer wieder aktuelle Themen und Herausforderungen in der Landwirtschaft. Sie hat deshalb mit ihrer Ausschreibung 2025 den Schwerpunkt „Die Landwirtschaft als Lösungsanbieter für den Klimaschutz – Möglichkeiten für die Landwirtschaft und alternative Einnahmequellen“ zur Bearbeitung vorgegeben.

Wie gewohnt beleuchten die geförderten Forschungsarbeiten das Schwerpunktthema aus unterschiedlichen Perspektiven. Eine Studie beschäftigt sich mit Moorbiomasse als alternative Einkommensquelle für landwirtschaftliche Betriebe. Eine weitere Studie betrachtet die Erstellung von einzelbetrieblichen Klimabilanzen für Ackerbaubetriebe. Die dritte Studie wiederum gibt einen Einblick in innovative Asset-backed Securities für Klimaschutz und nachhaltige Landwirtschaft.

Die im vorliegenden Band vorgestellten Projekte sind wertvolle Impulse und zeigen, wie innovative Ideen in die Praxis getragen werden können.

Im Namen der Edmund Rehwinkel-Stiftung danke ich allen Autorinnen und Autoren für ihr Engagement und ihre wertvolle Arbeit. Ich wünsche Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, eine inspirierende Lektüre und viele Anregungen für die Zukunft der Landwirtschaft als aktive Gestalterin des Klimaschutzes.

Ihre



NIKOLA STEINBOCK

Vorstandsvorsitzende der Edmund Rehwinkel-Stiftung

Sprecherin des Vorstands der Landwirtschaftlichen Rentenbank

Die Autorin und Autoren

Prof. Dr. Jan-Hendrik Buhk und Prof. Dr. Torben Tiedemann¹
Dr. Heiko Hansen, Dr. Philipp Löw und Dr. Elin Martinsson²

- 1 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Kiel
Fachbereich Agrarwirtschaft
Grüner Kamp 11
24783 Osterrönfeld
- 2 Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Einzelbetriebliche Klimabilanzen für Ackerbaubetriebe basierend auf dem BMEL-Jahresabschluss

1	Einleitung, Hintergrund und Zielsetzung	8
2	Literaturanalyse	11
2.1	Jahresabschlussdaten als Basis von Klima- und Umweltindikatoren	11
3	Vorgehensweise, Datengrundlage und Methodik	13
3.1	Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft	13
3.2	Methodische Vorgehensweise bei der Klimabilanzierung	16
3.3	Verknüpfung von BMEL-Jahresabschlüssen und Klimabilanzierung	19
3.4	Benchmarking	20
4	Ergebnisse	22
4.1	Bilanzierungsergebnisse der Ackerbaubetriebe	22
4.2	Einordnung der Ergebnisse anhand der nationalen Klimaberichterstattung	27
4.3	Einordnung und Bewertung der Treibhausgasemissionen niedersächsischer Ackerbaubetriebe	30
4.4	Bestimmungsgründe für hohe und niedrige Treibhausgasemissionen im Ackerbau	32
4.5	Ergebnisse der Regressionsanalyse zu den Bestimmungsfaktoren von Treibhausgasemissionen im Ackerbau	35
5	Diskussion	39
5.1	Datenverfügbarkeit aus landwirtschaftlichen Jahresabschlüssen	39
5.2	Verbesserung der Bilanzierungsqualität durch Einbeziehung weiterer Datenquellen	42
5.3	Konsequenzen für die Weiterentwicklung von Jahresabschlussdaten als Basis für einzelbetriebliche Klimabilanzen	43
6	Zusammenfassung	45
7	Literaturverzeichnis	47

1 Einleitung, Hintergrund und Zielsetzung

Die einzelbetriebliche Klimabilanzierung gewinnt in landwirtschaftlichen Betrieben zunehmend an Bedeutung. Zum Beispiel können damit Treibhausgasfußabdrücke ermittelt werden, um eine nachhaltige Unternehmensführung nachzuweisen. Unternehmen der Ernährungswirtschaft nutzen dieses Instrument wiederum, um ihren Sorgfaltspflichten nach der EU-Lieferkettenrichtlinie gerecht zu werden. Ebenfalls gewinnen Klimabilanzen vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Finanzierung für Banken an Bedeutung (Gebhardt und Hellstern, 2024). Die Landwirtschaftliche Rentenbank fördert die Erstellung einzelbetrieblicher Klimabilanzen in Form eines Zuschussprogramms (Landwirtschaftliche Rentenbank, 2026a). Darüber hinaus gewährt sie aktuell einen Zinsbonus für die landwirtschaftliche Primärproduktion in Höhe von 0,25 % je Jahr bei Vorlage einer Klimabilanz in Kombination mit dem Kreditantrag (Landwirtschaftliche Rentenbank 2026b). Einzelbetriebliche Klimabilanzen etablieren sich außerdem als ein wichtiger Baustein für die Bewertung der Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Unternehmen. So sieht der DLG-Standard „Nachhaltiger Ackerbau“ beispielsweise Klimabilanzen als eines von insgesamt 23 Kriterien zur Bewertung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise vor. Dabei werden Betriebe, die nach definierten Standards Klimabilanzen erstellen, mit „Bestnoten“ in diesem Prüfkriterium ausgezeichnet (DLG, 2025).

Zur Klimabilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe stehen mittlerweile diverse anwendungsbezogene, aber auch komplexere „Klima-Tools“ beziehungsweise Ansätze zur Verfügung (siehe zum Beispiel Kätsch und Osterburg, 2016), deren Nutzen und Limitationen diskutiert werden (zum Beispiel Ellinghausen und Wiggering, 2023; Ellinghausen et al., 2024). Dabei zeigt sich, dass die nicht immer einheitlich definierten Systemgrenzen und Vorschriften für die Allokation der Treibhausgasemissionen (THG) zu den Haupt- und Nebenprodukten zu großen Ergebnisunterschieden zwischen den verschiedenen Ansätzen führen. Neben einheitlichen Bilanzierungsvorschriften fehlt vor allem eine konsistente, standardisierte Datengrundlage. Vor diesem Hintergrund kann künftig der standardisierte BMEL-Jahresabschluss (BMEL, 2025) für landwirtschaftliche Unternehmen an praktischer Bedeutung gewinnen, da dieser neben Aufwands- und Ertragskonten auch produktionstechnische Kennzahlen wie Anbauumfänge, tierische Leistungen und naturale Erträge, Tierzahlen, Vorräte und Betriebsmittel systematisch ausweist. Buchführungsabschlüsse im Format des BMEL-Jahresabschlusses werden jährlich für das „Testbetriebsnetz Landwirtschaft“ erhoben und ausgewertet.

Die Grundlagen dieser Jahresabschlussdaten ergeben sich aus handels- und steuerrechtlichen Vorschriften zum Jahresabschluss. Die Buchführungsdaten werden seit Jahrzehnten zur Darstellung der Ertragslage in der Landwirtschaft und für die Politikevaluierung sowie Politikfolgenabschätzung genutzt. Zudem dienen die Daten auch dazu, die Berichtspflichten für das Testbetriebsnetz der Europäischen Kommission – dem sogenannten Farm Accountancy Data Network (EU-FADN) – zu erfüllen. Der BMEL-Jahresabschluss stellt daher eine in der Landwirtschaft, Politik und Wissenschaft weit verbreitete Datengrundlage dar, die neben der Beantwortung von ökonomischen Fragestellungen auch für weitere Themenbereiche herangezogen werden kann. Löw et al. (2021) ordnen den BMEL-Jahresabschluss zum Beispiel als potenziell verwendbar für die Erstellung von einzelbetrieblichen Nährstoffindikatoren, wie Brutto-Hoftorbilanzen für Stickstoff und Phosphor („Stoffstrombilanzen“), ein. Im Rahmen der derzeit laufenden Entwicklung des EU-FADN zu einem sogenannten Farm Sustainability Data Network (FSDN) wird – ergänzend zu den Buchführungsdaten – eine Vielzahl sozialer und ökologischer Variablen für die Betriebe erhoben. Diese sollen eine differenzierte Beurteilung der Nachhaltigkeit, einschließlich der Klimabilanzen von landwirtschaftlichen Betrieben, ermöglichen (Europäische Kommission, 2026).

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll untersucht werden, ob der BMEL-Jahresabschluss als Datengrundlage für eine einzelbetriebliche Klimabilanzierung von Ackerbaubetrieben geeignet ist. Dafür werden die Buchführungsdaten niedersächsischer Ackerbaubetriebe im Format des BMEL-Jahresabschlusses mit einem Prototyp des Thünen-Agri-GHG-Tools (Thünen-Institut, 2025) zusammengeführt. Hierdurch können die Emissionen der Treibhausgase wie CO_2 , CH_4 und N_2O auf Betriebsebene transparent und vergleichbar berechnet werden. Die Ergebnisse werden zum einen mit den Zahlen der nationalen Klimaberichterstattung verglichen. Zum anderen wird ein Benchmarking mit hypothetischen Werten der guten fachlichen Praxis durchgeführt, um die Bestimmungsgründe für geringe oder erhöhte Bilanzwerte herauszuarbeiten. Mithilfe der ermittelten Ergebnisse sollen schließlich die Datenbreite und -tiefe des BMEL-Jahresabschlusses im Hinblick auf eine Klimabilanzierung eingeordnet werden.

Die vorliegende Studie ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird auf Basis der bestehenden Literatur untersucht, ob und in welcher Form Buchführungsdaten landwirtschaftlicher Betriebe in Forschungsarbeiten zur Ableitung von Umweltindikatoren und Klimabilanzen genutzt werden können. In diesem Kontext werden ebenfalls die Stärken und Schwächen der Datengrundlage aufgezeigt. Anschließend werden die methodische Vorgehensweise und die Datengrundlage beschrieben. Danach werden die Bilanzierungsergebnisse gezeigt und bewertet und die Bestimmungsgründe für einzelbetrieblich besonders hohe oder niedrige Treibhausgasemissionen identifiziert. Die Studie endet mit einer Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse.

2 Literaturanalyse

2.1 Jahresabschlussdaten als Basis von Klima- und Umweltindikatoren

Eine der ersten Arbeiten, die die Nutzung der Buchführungsdaten aus dem EU-FADN für Umweltindikatoren untersucht, ist die Arbeit von Coderoni et al. (2013). Das Ziel dieser Arbeit war es, einen praxisorientierten, einzelbetrieblichen Bilanzierungsansatz basierend auf IPCC-Emissionsfaktoren zu entwickeln. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Daten für eine die Beurteilung der Klimawirkungen des Sektors Landwirtschaft geeignet sein könnten. Für eine exakte Berechnung auf einzelbetrieblicher Ebene fehlen Coderoni et al. (2013) insbesondere Angaben zu Managementpraktiken wie zum Beispiel Haltungssystemen, Wirtschaftsdüngerausbringverfahren oder Weidehaltung.

Prandecki und Wrzaszcz (2025) ermitteln ebenfalls nach IPCC-Leitlinien Klimabilanzen auf Basis der polnischen Buchführungsdaten des EU-FADN. Sie leiten die Bilanzierungsergebnisse aus betriebswirtschaftlichen Standardgrößen ab, die insbesondere die Tierhaltung, die Düngung und den Energieeinsatz erfassen. Ähnlich wie Coderoni et al. (2013) kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die einzelbetrieblichen Klimabilanzen weiter verbessert werden könnten, wenn zusätzliche Informationen erfasst würden. In welchem Umfang dadurch einzelbetriebliche Abweichungen auftreten können, wird von Prandecki und Wrzaszcz (2025) jedoch nicht weiter beschrieben. Die Autoren räumen der Datenbasis dennoch eine grundsätzliche Eignung zur einzelbetrieblichen Klimabilanzierung ein.

Andere wissenschaftliche Arbeiten ordnen die Buchführungsdaten aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft als vielversprechend für die Erstellung von einzelbetrieblichen Nährstoffindikatoren, wie Brutto-Hoftorbilanzen für Stickstoff und Phosphor, ein (Bach, 2013; Tomáš Šimin et al., 2025; Löw et al., 2021). Die zugrunde liegende methodische Vorgehensweise ist im Rahmen wissenschaftlicher Peer-Review-Verfahren geprüft worden (Löw et al., 2021; Löw und Osterburg, 2024) und hat als Werkzeug Eingang in die wissenschaftliche Politikberatung gefunden (Löw et al., 2025; BMEL und BMUV, 2024; Bundestag Drucksache 20/411, 2021). Im Rahmen dieser Arbeiten sind die Stärken und Schwächen diskutiert und detailliert dokumentiert worden. Hervorgehoben wird dabei die seit einigen Jahren exakt erfasste Menge an ausgebrachten Mineraldüngemitteln für die Hauptnährstoffe Stickstoff,

Phosphor und Kali. Diese Informationen ermöglichen eine belastbare und präzise Abschätzung der eingesetzten Nährstoffmengen und liefern eine wertvolle Datengrundlage für die Berechnung einer Vielzahl betrieblicher Umweltindikatoren. Allerdings werden im BMEL-Jahresabschluss speziell im Bereich der zugekauften Futtermittel sowie im Bereich des Wirtschaftsdüngermanagements (unter anderem Zukauf und Verkauf, Ausbringungstechnik) Datenlücken gesehen.

Nickelsen (2025) berechnet auf Basis der Buchführungsabschlüsse von 37 norddeutschen Ackerbau- und Milchviehbetrieben Klimabilanzen basierend auf dem Ansatz des KTBL zur einzelbetrieblichen Klimabilanzierung (Arbeitsgruppe BEK, 2024) in Kombination mit dem LfL-Klimacheck (LfL, 2026a). Ein Fazit der Arbeit ist, dass Buchführungsabschlüsse grundsätzlich für die einzelbetriebliche Klimabilanzierung geeignet sind, insbesondere dann, wenn Dünger- und Futtermittel eindeutig erfasst werden. Des Weiteren zeigt die Arbeit von Nickelsen (2025), dass es nur zu einer vergleichsweise geringen Änderung der Ergebnisse kommt, wenn weitere beziehungsweise umfangreichere Informationen einbezogen werden (zum Beispiel Düngeplanung und -dokumentation, Ackerschlagkartei). Die Abweichungen betrugen in Milchviehbetrieben circa 2 % und in Ackerbaubetrieben circa 7 %, jeweils bezogen auf das Gesamtbilanzierungsergebnis. Die von Coderoni et al. (2013) genannten Managementfaktoren (zum Beispiel Haltungssysteme, Ausbringungsverfahren für den Wirtschaftsdünger oder Weidehaltung) waren dabei von eher untergeordneter Bedeutung, während fehlende Angaben zu den eingesetzten oder verkauften Wirtschaftsdüngermengen zu größeren Ungenauigkeiten führten.

3 Vorgehensweise, Datengrundlage und Methodik

3.1 Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

Das Testbetriebsnetz Landwirtschaft umfasst die Buchführungsabschlüsse repräsentativ ausgewählter landwirtschaftlicher Betriebe. Derzeit nehmen in Deutschland etwa 7.000 Betriebe freiwillig an dieser Erhebung teil. Für die Fragestellung dieser Studie ist hervorzuheben, dass im Bereich der Mineraldüngemittel seit dem Kalenderjahr 2016 beziehungsweise Wirtschaftsjahr 2016/17 die ausgebrachten Mengen für Stickstoff, Phosphor und Kali (N, P_2O_5 , K_2O) mit erhoben werden. Diese zusätzlichen Informationen wurden aufgrund von Berichtspflichten für das EU-FADN mit in den BMEL-Jahresabschluss aufgenommen. Die genauen Angaben können entweder direkt mit drei „Codes“ ausgewiesen werden (Variante 1), das heißt „Zufuhr Stickstoff“, „Zufuhr Phosphor“ und „Zufuhr Kali“ (jeweils in kg je Hektar landwirtschaftliche Fläche, vgl. Abschnitt 8 im BMEL-Jahresabschluss), oder die ausgebrachten Nährstoffe werden aus dem Verbrauch der detailliert gebuchten zugekauften Düngemittel abgeleitet (Variante 2, vgl. Abschnitt 5 im BMEL-Jahresabschluss). Die Nährstoffmengen werden in diesem Fall direkt aus den eingesetzten Düngemitteln (zum Beispiel Kalkammonsalpeter, Harnstoff) berechnet.

Die Stichprobe der landwirtschaftlichen Betriebe im Testbetriebsnetz ist so ausgewählt, dass sie möglichst die agrarstrukturellen Verhältnisse im deutschen Agrarsektor repräsentativ abbildet. Um einen hohen Grad an Repräsentativität bezogen auf die Grundgesamtheit der Betriebe zu erreichen, werden die Buchführungsdaten mit einzelbetrieblichen Hochrechnungsfaktoren gewichtet (BMLEH, 2026; Haß et al., 2020). Diese Faktoren beruhen auf der Agrarstrukturerhebung (DESTATIS, 2020) und werden nach Betriebsgröße und Betriebsform – jeweils über den Standardoutput definiert – sowie nach der Region beziehungsweise dem Bundesland geschichtet. Der Standardoutput beschreibt dabei den monetären Wert der landwirtschaftlichen Bruttoproduktion. Analysen der Universität Gießen und des Julius-Kühn-Instituts zum Stickstoffüberschuss der nationalen Gesamtbilanz zeigen, dass diese Repräsentativität auch für den Mineraldüngereinsatz gilt (Bundestag Drucksache 20/411, 2021).

Die vorliegende Studie konzentriert sich für einen Zeitraum von sechs Wirtschaftsjahren auf spezialisierte Ackerbaubetriebe in Niedersachsen. Zudem werden nur die Betriebe ausgewählt, für die eine detaillierte Verbuchung der eingesetzten Mineraldüngemittel vorliegt (Variante 2, siehe oben). Ökobetriebe verbleiben grundsätzlich im Datensatz, auch wenn sie keine chemisch-synthetischen Düngemittel einsetzen. Insgesamt können für die Wirtschaftsjahre 2018/2019 bis 2023/2024 zwischen 217 und 302 Betriebe je Wirtschaftsjahr analysiert werden. Spezialisierte Ackerbaubetriebe sind nach dem EU-Klassifizierungssystem diejenigen Betriebe, deren Standardoutput aus dem Marktfruchtbau (Getreide, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Zuckerrüben, Handelsgewächse, Feldgemüse, Futterpflanzen, Sämereien, Hopfen) mehr als zwei Drittel des gesamten Standardoutputs des Betriebs ausmacht (BMEL, 2024). In Tabelle 1 wird die Stichprobe der ausgewerteten Ackerbaubetriebe beschrieben. Im Durchschnitt bewirtschaften sie 107 ha Ackerland und 5 ha Dauergrünland. Mit etwa 200 ha Ackerland gehörten Betriebe zu den größten 10 % in der Stichprobe. In einigen Betrieben werden zudem Mastschweine gehalten. Das Ertragsniveau lag über die Kulturen hinweg normiert nach Getreideeinheiten (die Umrechnung erfolgte nach der „alten“ Getreideeinheitendefinition des BMLEH) im Mittel der Ackerbaubetriebe bei 8,9 tGE je Hektar, was einem Gerstenertrag von 8,9 t/ha entspricht. Die Grenze zu den besseren 10 % lag bei 12,4 tGE/ha. Aus wirtschaftlicher Perspektive erzielten die Betriebe im Mittel ein ordentliches Ergebnis von etwa 700 €/ha. Zu den besten 10 % zählte ein Betrieb ab einem ordentlichen Ergebnis von 1.552 €/ha.

Beschreibung der Stichprobe der niedersächsischen Ackerbaubetriebe im Testbetriebsnetz

	n	Acker- land (ha)	Dauer- grün- land (ha)	Ertrags- niveau (t GE/ha)	Ertrags- messzahl (EMZ/ha)	Stan- dard output (€/ha)	Vieh- einheiten (VE/ha LN)	Vieh- einheiten Mast- schweine (VE/ha LN)	N-Dün- gung mi- neralisch (kg N/ha)	Ord. Er- gebnis (€/ha)
18/19	302	100,4	5,3	8,0	4.042	2.275	0,12	0,07	96,3	581
19/20	298	102,1	5,4	9,1	4.069	2.283	0,12	0,07	100,8	534
20/21	286	108,4	5,4	9,1	4.175	2.339	0,14	0,09	94,4	410
21/22	252	108,1	4,8	9,1	4.104	2.509	0,17	0,11	87,0	669
22/23	218	116,0	4,6	8,8	4.086	2.477	0,13	0,10	93,4	995
23/24	227	105,5	4,9	9,2	3.846	2.656	0,18	0,12	107,0	932
Mittel- wert 18/19 – 23/24	264	107	5	8,9	4.054	2.423	0,14	0,09	97	687
10 %- Per- zentil		25,8	0	4,3	1.722	1.039	0,00	0,00	18	53
90 %- Per- zentil		210,9	16,8	12,4	7.406	3.904	0,24	0,00	165	1.552

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe der niedersächsischen Ackerbaubetriebe im Testbetriebsnetz
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

Abbildung 1 veranschaulicht ergänzend zu Tabelle 1 das Anbauprogramm der Betriebe, das im Durchschnitt zu einem Viertel aus Winterweizen besteht. Mais, Kartoffeln und Zuckerrüben stellen ebenfalls bedeutsame Fruchtfolgeglieder dar. Auf ungefähr einem Zehntel der Anbaufläche werden „Sonstige Kulturen“ angebaut. Diese Kategorie enthält unter anderem Leguminosen und unterschiedliche Gemüsearten.

Anbauprogramm der analysierten niedersächsischen Ackerbaubetriebe im Testbetriebsnetz Landwirtschaft

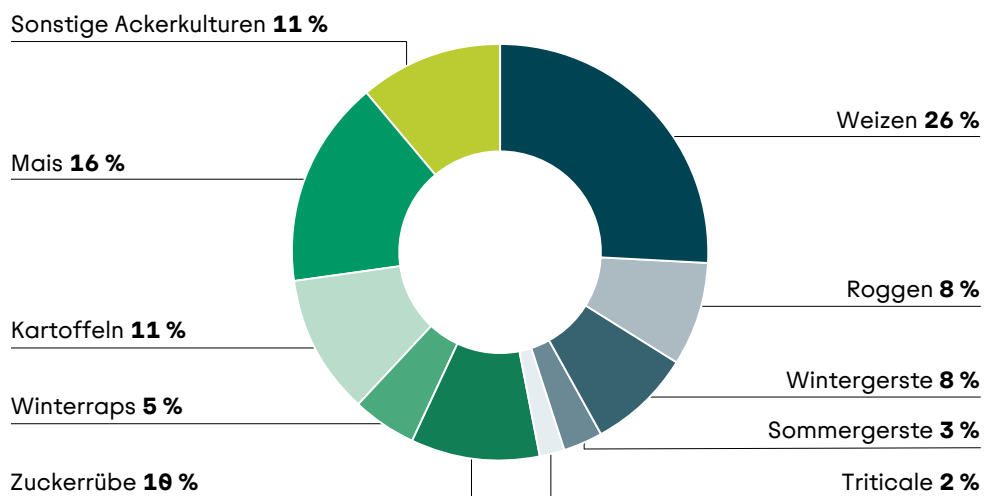


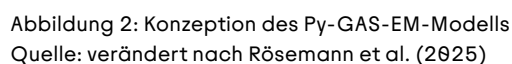
Abbildung 1: Anbauprogramm der analysierten niedersächsischen Ackerbaubetriebe im Testbetriebsnetz Landwirtschaft

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

3.2 Methodische Vorgehensweise bei der Klimabilanzierung

Die Klimabilanzierung der ausgewählten Ackerbaubetriebe erfolgte sowohl für die Scope-1-Emissionen als auch für die Scope-3-Emissionen. Zu den Scope-1-Emissionen zählen nach dem „Greenhouse Gas Protocol“ diejenigen Emissionsquellen, die der Betrieb selbst kontrolliert (WBCSD and WRI, 2004). In landwirtschaftlichen Betrieben sind dies primär die Emissionen, die in der Klimaberichterstattung im Sektor Landwirtschaft berichtet werden. Die Quantifizierung der Scope-1-Emissionen erfolgte über einen Prototyp des Thünen-Agri-GHG-Tools (Thünen-Institut, 2025), das auf der

Konzeption des Py-GAS-EM-Modells



Nach dem Py-GAS-EM-Modell werden in Emissionsquellgruppe 3.D die Lachgasemissionen der Düngung (Mineral- und Wirtschaftsdünger), der Stickstoffmineralisierung innerhalb des Bodens sowie der auf der Fläche verbleibenden Ernterückstände bewertet. Diese Quellgruppe ist für Ackerbaubetriebe von besonderer Relevanz. Die CO₂-Emissionen aus Kalk- und Harnstoffdüngung bewertet Py-GAS-EM in Quellgruppe 3.G. Zusätzlich zu den bodenbürtigen Emissionen werden die Methanemissionen aus der Verdauung von Tieren (3.A.) für 27 unterschiedliche Tierkategorien modelliert. Die unterschiedlichen Emissionen des Wirtschaftsdüngermanagements (primär NH₃, N₂O; 3.B) der aus der Tierhaltung anfallenden Wirtschaftsdünger werden differenziert nach Haltungssystem und Lagerform sowie Ausbringungstechnik des Wirtschaftsdüngers abgeleitet. In Biogasanlagen anfallende Gärrückstände werden ebenfalls quantifiziert (3.J). Die mit diesen in Verbindung stehenden Lachgasemissionen der Düngung betreffen ebenfalls den Boden. Sie werden in Quellgruppe 3.D erfasst (Rösemann et al., 2025).

Der Prototyp des Thünen-Agri-GHG-Tools (Thünen-Institut, 2025) kann bereits für Testzwecke verwendet werden, bildet derzeit jedoch beispielsweise noch keine Scope-3-Emissionen, Berechnungen von energiebedingten Emissionen und den Sektor LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) ab. Scope-3-Emissionen sind die sogenannten „Herstellungsemissionen“, die ein Betrieb über Betriebsmittel zukaft (WBCSD and WRI, 2004). In landwirtschaftlichen Ackerbaubetrieben zählen dazu zum Beispiel die Emissionen, die bei der Produktion von Pflanzenschutz- und Mineraldüngemitteln im Industriebereich anfallen. Formell sind die Herstellungsemissionen des verbrauchten Stroms dem Scope 2 zuzurechnen. Diese werden in der vorliegenden Studie zur Vereinfachung gemeinsam mit den Scope-3-Emissionen quantifiziert. Die Scope-3-Emissionen wiederum werden mithilfe des Berechnungsstandards für einzelbetriebliche Klimabilanzen des KTBL (Arbeitsgruppe BEK, 2024) sowie der zugehörigen Parameterdatei bewertet. Die Emissionsfaktoren gelten dabei für das Jahr 2024, da aktuellere Werte zum Zeitpunkt des Verfassens der Studie nicht verfügbar waren. Emissionen des LULUCF-Sektors werden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

3.3 Verknüpfung von BMEL-Jahresabschlüssen und Klimabilanzierung

Zur Verknüpfung des BMEL-Jahresabschlusses mit den unterschiedlichen THG-Bewertungsansätzen der Scope-1- und Scope-3-Emissionen sind die Buchführungskonten identifiziert worden, die Basisdaten beziehungsweise Aktivitätsgrößen für die Klimabilanzierung darstellen. Die Anbauflächen und Erträge der Ackerbaubetriebe werden den „Ernteflächen“ in Abschnitt 4 des BMEL-Jahresabschlusses entnommen. Sie sind insbesondere relevant, um die Lachgasemissionen aus dem Abbau der Ernterückstände zu bewerten. Für Kulturen, bei denen keine Ertragsdaten im Jahresabschluss zur Verfügung standen (zum Beispiel Silomais), sind für Niedersachsen übliche Durchschnittserträge unterstellt worden. Die über die mineralische Düngung zugeführten Nährstoffmengen sind düngemittelspezifisch in die Kalkulation der Klimabilanzen eingegangen. Die im BMEL-Jahresabschluss erfassten Verbrauchsmengen von organischen Düngemitteln (Code 5240) sind über Standardnährstoffgehalte (LfL, 2023) und ihre anteilige Bedeutung an der Wirtschaftsdüngerausbringung insgesamt (BLE, 2022) bewertet worden. Lachgasemissionen infolge von Mineralisierungsprozessen im Boden sind nicht erfasst worden.

Obwohl die Tierhaltung in den Ackerbaubetrieben eine untergeordnete Rolle spielte, sind deren Emissionen mit bewertet worden. Der Prototyp des Thünen-Agri-GHG-Tools (Thünen-Institut, 2025) bestimmt diesbezüglich anhand der durchschnittlichen Tierbestände, die im BMEL-Jahresabschluss im Anhang zur Bilanz detailliert aufgeführt sind, modellendogen die notwendigen Aktivitätsgrößen. Eine alternative Bewertung der Treibhausgasemissionen der Wirtschaftsdüngung war nicht möglich, da der Wirtschaftsdüngeranfall aus der Tierhaltung nicht direkt im BMEL-Jahresabschluss erfasst wird.

Die Aktivitätsgrößen zur Ermittlung der Scope-3-Emissionen sind ebenfalls dem Jahresabschluss entnommen worden. Die Quantifizierung der Herstellungsemissionen der Mineraldünger ist über die Nährstoffgehalte der Stickstoff-, Phosphor- und Kalidüngemittel sowie der Kalke erfolgt. Die entsprechenden Emissionen der Pflanzenschutzmittel werden auf Basis kulturartspezifischer Wirkstoffmengen (StMELF, 2025), der Anbauflächen dieser Kulturen nach BMEL-Jahresabschluss sowie dem Emissionsfaktor der

Pflanzenschutzmittelherstellung kalkuliert. Der Emissionsfaktor der Herstellungsemissionen des Saatguts bezieht sich auf die verbrauchte Saatgutmenge. Für Kartoffelpflanzgut liefert die Parameterdatei des BEK weder einen direkten Emissionsfaktor noch Näherungswerte. Daher ist an dieser Stelle ein Emissionsfaktor in Annäherung zu Natzius (2023) unterstellt worden. Die Saatgut- beziehungsweise Pflanzgutbedarfe basieren auf Richtwerten für Saatgutmengen nach Angaben des LfL (2025). Der Dieserverbrauch ist aus der Agrardieselsrückvergütung zurückgerechnet beziehungsweise abgeschätzt worden. Auf diese Weise können auch verbrauchte Dieselmengen erfasst werden, die über Lohnunternehmen indirekt zugekauft worden sind, sofern sie in den Rechnungen separat ausgewiesen und gebucht wurden. Für den verbrauchten Strom ist über die durchschnittlichen Strompreise großer Haushalte (> 15.000 kWh jährlicher Verbrauch) nach DESTATIS (2026) ebenfalls eine (grobe) Abschätzung der Verbrauchsmenge erfolgt. Diese Menge wurde wiederum mit dem Treibhausgasfußabdruck des deutschen Strommixes (Icha und Lauf, 2025) bewertet. Aufgrund der geringen Bedeutung der Viehhaltung in den analysierten niedersächsischen Ackerbaubetrieben ist auf eine Bewertung der Futtermittelherstellungsemissionen verzichtet worden.

3.4 Benchmarking

Unter dem Begriff „Benchmarking“ wird nach Camp (1989) ein systematischer Prozess verstanden, um Produkte, Dienstleistungen und Prozesse mit denjenigen von Organisationen zu vergleichen, die in einem Bereich als „Best Practice“ gelten. Ziel ist es, Leistungsreserven aufzudecken und Wege zur Verbesserung der eigenen Leistung zu finden. Im landwirtschaftlichen Kontext wird zur Identifikation von Verbesserungspotenzial in der Regel auf unterschiedliche Formen von Betriebsvergleichen zurückgegriffen (Brüggemann, 2004). Insbesondere die Verwendung von Produktions- und Erfolgskennzahlen, wie sie zum Beispiel durch das Testbetriebsnetz Landwirtschaft bereitgestellt werden, hat sich zur Einordnung der eigenen Betriebszahlen etabliert. Alternativ wird der Begriff des Benchmarkings auch im Bereich der Effizienzanalyse verwendet (Coelli et al., 2005). Diese Methode ist ebenfalls auf den Bereich der Umwelteffizienz erweitert worden. Einen Überblick dazu liefert beispielsweise Dreesman (2007).

Auch wenn die Methoden der Effizienzanalyse vielfältige Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Umwelteffekten wie etwa Treibhausgasemissionen bieten, wird im Rahmen der vorliegenden Studie der Ansatz des Betriebsvergleichs vorgezogen, da diese Methode in der landwirtschaftlichen Praxis stark verbreitet ist. Da entsprechende einzelbetriebliche Daten zu Treibhausgasemissionen nur vereinzelt vorliegen, wird als Benchmark zur Bewertung der niedersächsischen Ackerbaubetriebe auf die Richtwerte der Landwirtschaftskammer Niedersachsen bezüglich des Betriebsmitteleinsatzes zurückgegriffen (LWK NDS, 2025). Die Werte sind als Empfehlungen für eine gute landwirtschaftliche Praxis zu verstehen und bieten somit einen objektiven Vergleichsmaßstab, der von Landwirtinnen und Landwirten nachvollzogen werden kann.

Die Richtwerte der Landwirtschaftskammer umfassen detaillierte Angaben zum Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz für mehr als 30 Kulturen und unterschiedliche Ertragsniveaus. Anhand der durchschnittlichen Ertragsdaten und gemeldeten Flächennutzungsdaten aus der Landesstatistik der Jahre 2018 bis 2023 (LSN, 2025a; 2025b) wurde ein Referenzwert für die Treibhausgasemissionen (Scope 1+3) pro Hektar und pro Getreideeinheit berechnet, der als Benchmark für alle untersuchten Ackerbaubetriebe herangezogen wird.

Die Bestimmungsgründe, aus denen es zu Abweichungen zwischen dem Benchmark und den einzelbetrieblichen Werten kommt, werden in einem zweiten Schritt mithilfe einer Regressionsanalyse genauer untersucht. Die multivariate Regressionsanalyse dient dazu, den Einfluss von mehreren unabhängigen Variablen auf eine zu untersuchende, abhängige Variable zu quantifizieren (Backhaus et al., 2025). Hieraus können im vorliegenden Fall Rückschlüsse gezogen werden, welche Faktoren sich positiv oder negativ auf die einzelbetrieblichen Treibhausgasemissionen auswirken.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Klimabilanzen der betrachteten Ackerbaubetriebe näher beleuchtet. Dazu wurden Beobachtungen mit einem Ertragsniveau von weniger als 1 tGE/ha und einer Klimabilanz von über 7.000 kg CO₂-Äq/ha (Scope 1+3) aus dem Datensatz entfernt. Insgesamt 12 Beobachtungen mit extrem hohen beziehungsweise kaum realistischen Klimabilanzen gingen somit nicht in die Auswertungen ein. Einerseits erfolgt über einen Vergleich mit der nationalen Klimaberichterstattung (Rösemann et al., 2025) eine Einordnung der Ergebnisse, andererseits werden mit einem Benchmarking-ansatz Bestimmungsgründe für Abweichungen der Betriebe untereinander herausgearbeitet.

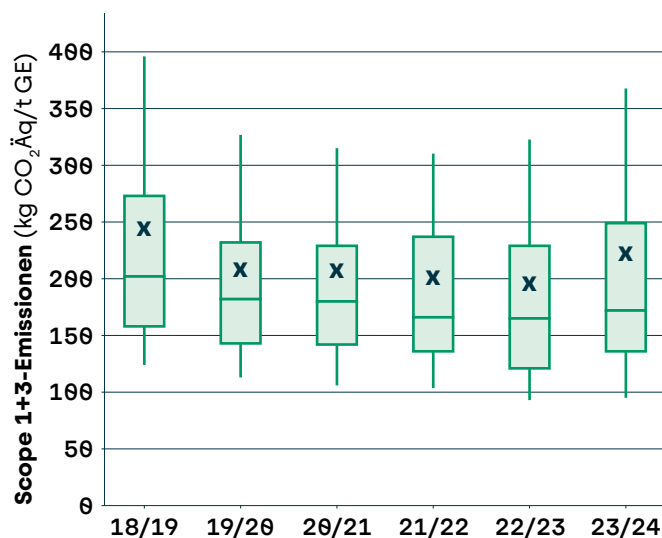
4.1 Bilanzierungsergebnisse der Ackerbaubetriebe

In Abbildung 3 werden die Klimabilanzen (Scope 1+3) der Ackerbaubetriebe für jedes Jahr im Untersuchungszeitraum als Boxplot dargestellt. Dabei werden die Emissionen auf die Getreideeinheit (als Produkteinheit) bezogen. Diese Bezugsgröße wurde gewählt, um eine Korrektur für die unterschiedlichen Ertragsniveaus vorzunehmen. Erfolgt diese Korrektur nicht (zum Beispiel bei Bezug auf einen Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche), werden intensivere Wirtschaftsweisen mit höherem Düngemiteleinsatz gegenüber extensiveren mit weniger Einsatz benachteiligt, da deren Mehrproduktion nicht in Betracht gezogen wird.

Im Mittel der Betriebe liegen die Klimabilanzen in einer Größenordnung von 210 kg CO₂-Äq/t GE. Insbesondere die gleitenden Durchschnittswerte schwanken in den letzten Jahren um dieses Niveau. In den einzelnen Jahren ist die Streuung der Bilanzierungsergebnisse deutlich ausgeprägter und liegt zwischen 195 und 244 kg CO₂-Äq/t GE. Der Median liegt grundsätzlich unter dem Mittelwert. Dies spricht für eine schiefe Verteilung mit hohen Bilanzierungsergebnissen einzelner Betriebe, die den Mittelwert nach oben beeinflussen.

Boxplots der Klimabilanzierungsergebnisse (Scope 1+3) in den Wirtschaftsjahren 2018/19 bis 2023/24 und im dreijährigen gleitenden Durchschnitt

Jährliche Bilanzierungsergebnisse



Gleitender Durchschnitt

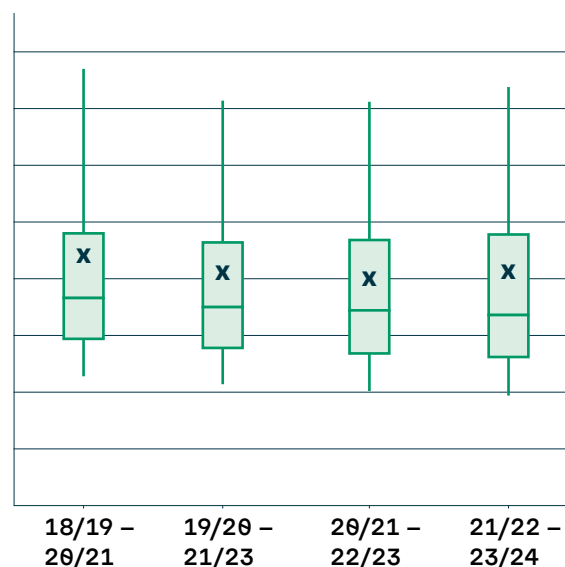


Abbildung 3: Boxplots der Klimabilanzierungsergebnisse (Scope 1+3) in den Wirtschaftsjahren 2018/19 bis 2023/24 und im dreijährigen gleitenden Durchschnitt (Whisker bei 10 %-Perzentil und 90 %-Perzentil abgeschnitten)

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

In Abbildung 4 sind die Scope-1-Emissionen mit der Fläche als Bezugsgröße dargestellt, um den Beitrag der einzelnen Treibhausgase zum Gesamtergebnis herauszuarbeiten. Zwischen den Jahren schwanken die Emissionen im Mittel der Betriebe zwischen circa 630 kg CO₂Äq/ha und 690 kg CO₂Äq/ha. Die Streuung um den Mittelwert verhält sich zwischen den Jahren relativ ähnlich. Der Großteil der Scope-1-Emissionen resultiert aus der Emission von Lachgas (etwa 60 %). Methan macht einen eher kleineren Teil aus und ist insbesondere in tierhaltenden Betrieben von Bedeutung. Direkte CO₂-Emissionen haben mit knapp 30 % den zweitgrößten Anteil an der Gesamtbilanz der Scope-1-Emissionen.

Scope-1-Emissionen der Ackerbaubetriebe in den Wirtschaftsjahren 2018/19 bis 2023/24

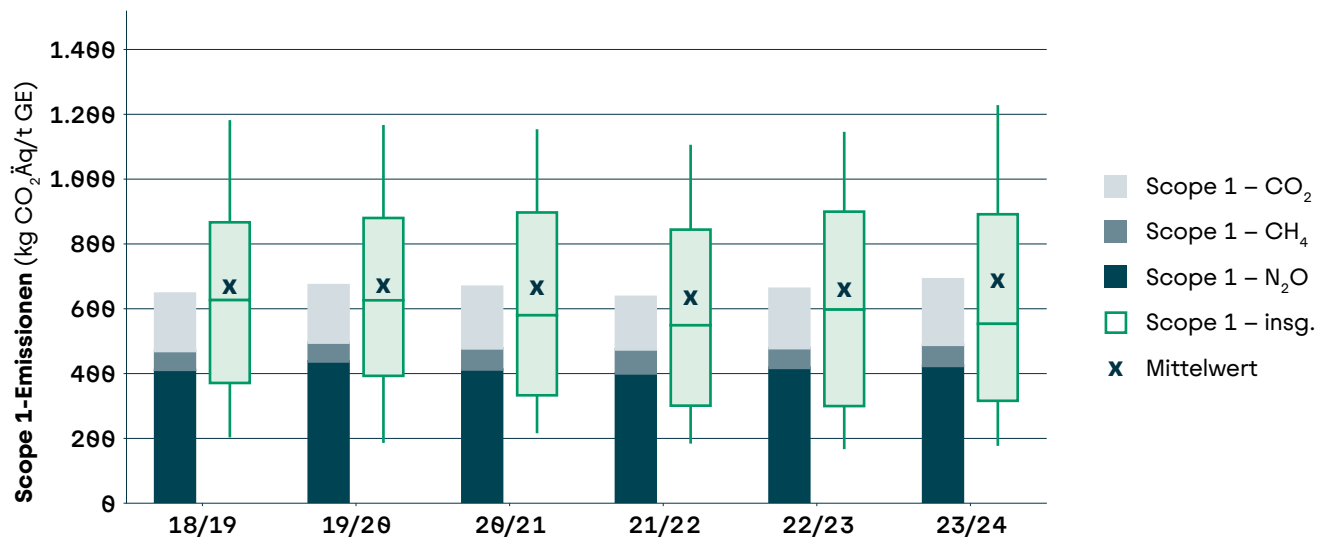


Abbildung 4: Scope-1-Emissionen der Ackerbaubetriebe in den Wirtschaftsjahren 2018/19 bis 2023/24 (Whisker bei 10 %-Perzentil und 90 %-Perzentil abgeschnitten). Die jeweils linken Säulen geben die Zusammensetzung der Scope-1-Emissionen für den Mittelwert wieder (Quellgruppen nach Abbildung 2 wurden treibhausgasspezifisch aggregiert).
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

Die Scope-3 Emissionen betreffen den Zukauf der Betriebsmittel. In Tabelle 2 wird die große Bedeutung des Dieseldarfs beziehungsweise der Dieselverbrennung sowie des Düngemiteleinsatzes für die Scope-3-Emissionen verdeutlicht. Im Vergleich dazu verursachen der Saatguteinsatz und Stromverbrauch relativ geringere Emissionen.

**Scope-1-Emissionen der Ackerbaubetriebe in den Wirtschaftsjahren
2018/19 bis 2023/24** (alle Angaben in kg CO₂Äq/ha)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Mittel- wert	p10/p90
Saatgut	59,8	64,3	74,0	64,3	67,2	59,1	64,8	14,8/158,4
Düngemittel	362,0	392,5	386,9	338,9	346,0	411,8	373,2	110,3/623,3
Pflanzen- schutzmittel	17,9	19,2	20,2	19,3	19,7	19,3	19,2	9,4/31,0
Diesel	412,5	440,9	424,4	422,7	428,0	488,2	435,7	183,8/718,0
Strom	65,8	65,1	59,4	72,9	69,1	66,8	66,5	3,4/173,0
Summe Scope 3	918,0	982,0	964,8	918,2	929,9	1.045,3	959,3	466,4/1.488,3

Tabelle 2: Scope-3-Emissionen im Durchschnitt der Ackerbaubetriebe in den Wirtschaftsjahren 2018/19 bis 2023/24 (alle Angaben in kg CO₂Äq/ha).

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

In Abbildung 3 wird deutlich, dass die einzelbetrieblichen Ergebnisse einer großen Streuung unterliegen. Vor diesem Hintergrund soll im Folgenden zunächst deskriptiv geprüft werden, ob systematische Zusammenhänge zwischen dem Bilanzierungsergebnis und anderen Einflussgrößen vorliegen. Zum einen ist dafür analysiert worden, inwiefern die Bodenqualität (abgebildet in Form der Ertragsmesszahlen) einen Einfluss auf die Bilanzierungsergebnisse hat (vgl. Abbildung 5, oben). Es zeigt sich, dass eine bessere Bodenqualität tendenziell mit niedrigeren Bilanzierungsergebnissen einhergeht. So werden in der EMZ-Klasse 4 (guter Boden) im Mittel aller Betriebe 168 kg CO₂Äq/t GE emittiert, während die Emissionen in EMZ-Klasse 1 (schlechter Boden) 223 kg CO₂Äq/t GE betragen. Zudem nimmt die Streuung mit verbesserter Bodenqualität ab.

Zum anderen wurden die Ackerbaubetriebe nach ihrem ordentlichen Ergebnis gruppiert (vgl. Abbildung 5, unten). Ein klarer Trend ist dabei nicht zu erkennen. Bei hohen ordentlichen Ergebnissen steigen die THG-Emissionen je Getreideeinheit wieder an. Dies könnte in einer größeren Bedeutung der Tierhaltung in der Gruppe mit hohen ordentlichen Ergebnissen begründet sein, da im Fall der Tierhaltung weitere Emissionsquellen relevant werden.

Boxplots der Klimabilanzierungsergebnisse (Scope 1+3) im gleitenden Durchschnitt der drei Wirtschaftsjahre 2021/22 bis 2023/24

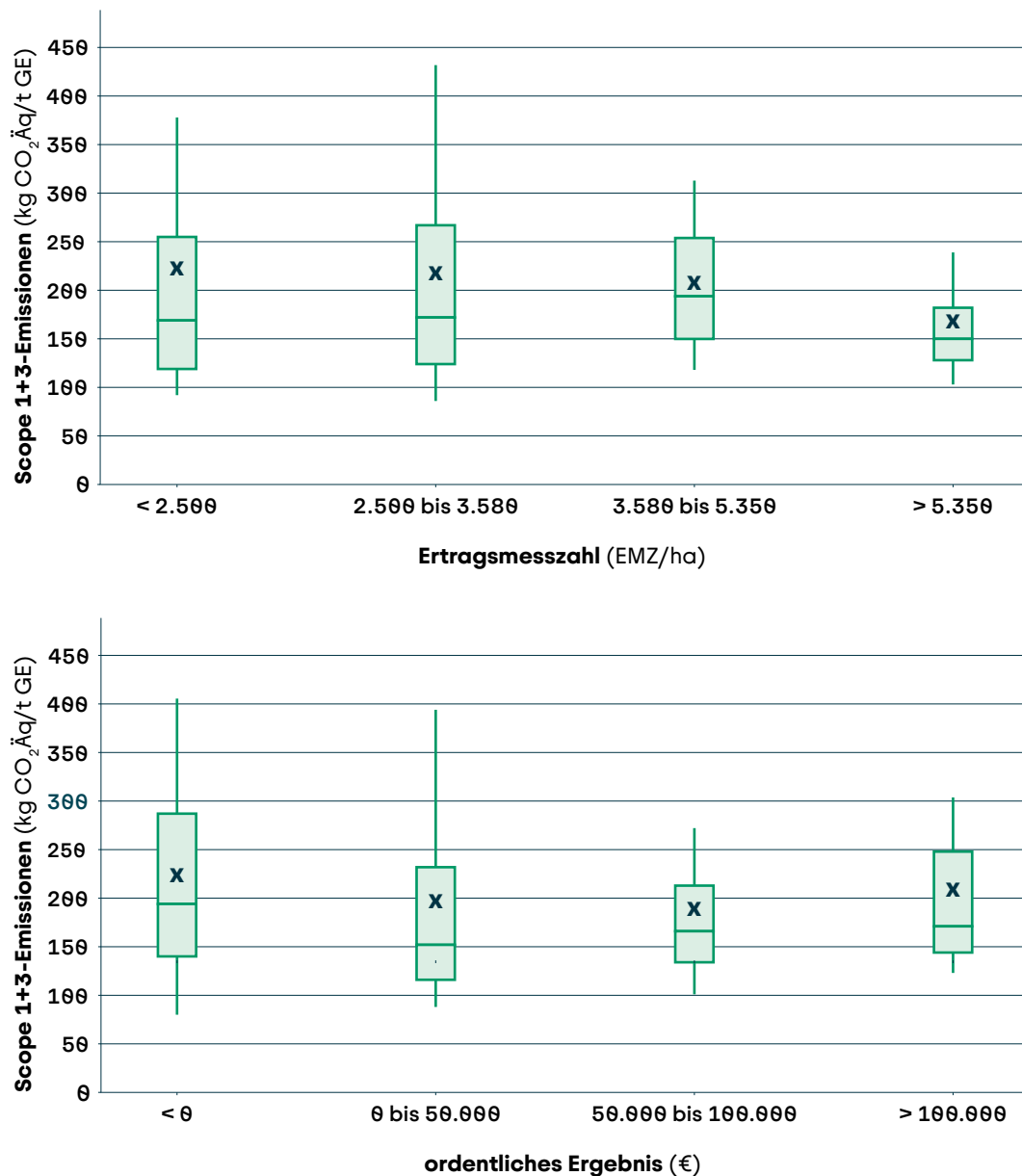


Abbildung 5: Boxplots der Klimabilanzierungsergebnisse (Scope 1+3) im gleitenden Durchschnitt der drei Wirtschaftsjahre 2021/22 bis 2023/24, gruppiert nach Ertragsmesszahl (oben) und nach ordentlichem Ergebnis (unten) (Whisker bei 10 %-Perzentil und 90 %-Perzentil abgeschnitten).
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Buchführungsergebnisse aus dem Testbetriebsnetz Landwirtschaft

4.2 Einordnung der Ergebnisse anhand der nationalen Klimaberichterstattung

Um die Ergebnisse der Analyse der erzielten einzelbetrieblichen Bilanzierungsergebnisse einzuordnen, erfolgt an dieser Stelle ein Vergleich mit den Ergebnissen der nationalen Klimaberichterstattung für das Bundesland Niedersachsen auf Ebene der Scope-1-Emissionen (vgl. Rösemann et al., 2025). Da das Testbetriebsnetz die Landwirtschaft nahezu repräsentativ abbildet, können die einzelbetrieblichen Bilanzierungsergebnisse über die vorhandenen Gewichtungsfaktoren für die Grundgesamtheit der Betriebe im gesamten Bundesland hochgerechnet werden. Da im Rahmen der nationalen Klimaberichterstattung jedoch auch über die THG-Emissionen der Tierhaltung berichtet wird, sind an dieser Stelle alle niedersächsischen Betriebe (also alle Betriebsformen) im Testbetriebsnetz Landwirtschaft, die ihre Düngemittel nach Variante 2 gebucht haben (siehe Beschreibung der Datengrundlage), ausgewertet worden. In Tabelle 3 werden die Ergebnisse bezogen auf den Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche vergleichend gegenübergestellt. Ebenfalls sind die Ergebnisse der spezialisierten Ackerbaubetriebe, auf denen in dieser Studie der Fokus liegt, dargestellt worden.

Vergleich der Scope-1-Emissionen zwischen nationaler Klimaberichterstattung und Testbetriebsnetz Landwirtschaft auf Ebene der einzelnen Emissionsquellgruppen

Emissionsquelle (alle Angaben in t CO ₂ Äq/ha)	Nationale Bericht- erstattung (Mittelwert 2020 – 2023)	TBN alle Betriebe (Mittelwert 2020 – 2023)	TBN Ackerbau- betriebe (Mittelwert 2020 – 2023)
3.D N ₂ O soils ¹	0,88	0,70	0,42
3.B N ₂ O manure management	0,29	0,22	0,01
3.J N ₂ O energy crops storage	0,01	(Eingangsdaten nicht im TBN)	(Eingangsdaten nicht im TBN)
N₂O total (Scope 1)	1,18	0,92	0,43
3.A CH ₄ enteric fermentation	2,29	2,35	0,04
3.B CH ₄ manure management	0,79	0,69	0,03
3.J CH ₄ energy crops fermenter storage	0,15	(Eingangsdaten nicht im TBN)	(Eingangsdaten nicht im TBN)
CH₄ total (Scope 1)	3,23	3,04	0,07
3.H CO ₂ urea application	0,03	0,02	0,05
3.G CO ₂ liming	0,17	0,12	0,14
CO₂ total (Scope 1)	0,20	0,14	0,19
CO₂eq total (Scope 1)	4,61	4,10	0,69

Tabelle 3: Vergleich der Scope-1-Emissionen zwischen nationaler Klimaberichterstattung und Testbetriebsnetz Landwirtschaft auf Ebene der einzelnen Emissionsquellgruppen

Quelle: Eigene Berechnungen, nationale Berichterstattung nach Rösemann et al. (2025)

- 1 Korrigiert um N₂O-Emissionen aus Mineralisierungsprozessen im Boden (organische und mineralische Böden) sowie N₂O- und NH₃-Emissionen der Ausbringung von Gärrückständen, da keine Eingangsdaten im Testbetriebsnetz Landwirtschaft vorliegen.

Tabelle 3 verdeutlicht, dass die Ergebnisse basierend auf den Buchführungsabschlüssen im Testbetriebsnetz Landwirtschaft nahezu die Größenordnungen der nationalen Klimaberichterstattung widerspiegeln. Die Abweichungen in der Quellgruppe 3.J „Gärrückstandslagerung“ (N_2O und CH_4) lassen sich dadurch erklären, dass im Testbetriebsnetz Landwirtschaft keine gewerblichen Biogasanlagen abgebildet werden. Somit kann auf dieser Datenbasis keine Bewertung sämtlicher durch Gärrückstände verursachter Emissionen erfolgen (vgl. Abbildung 2 rechts der gestrichelten Linie). Die höheren Emissionen in der CH_4 -Quellgruppe 3.A „Enterische Fermentation“ sprechen für eine stärker gewichtete Rinderhaltung innerhalb des Testbetriebsnetzes Landwirtschaft im Verhältnis zur Grundgesamtheit der niedersächsischen Betriebe (Basis ist die Agrarstrukturerhebung). Werden die einzelbetrieblichen Tierbestände über die Gewichtungsfaktoren des Testbetriebsnetzes Landwirtschaft auf die Bundeslandebene hochgerechnet, so zeigt sich exakt diese Überschätzung der Rinderbestände. Im Gegensatz dazu sind gewerbliche Veredlungsbetriebe (Mastschweine- und Geflügelhaltung) nicht im Testbetriebsnetz erfasst. Dieser Effekt hebt die höheren Emissionswerte durch überschätzte Rinderbestände in der Quellgruppe 3.B „Wirtschaftsdüngermanagement“ (N_2O und CH_4) auf und reduziert diese sogar weiter. In der Folge liegen die Treibhausgasemissionen hier niedriger. Zudem ist anzumerken, dass im Testbetriebsnetz Landwirtschaft keine (sehr) kleinen Betriebe (< 25.000 € Standardoutput) enthalten sind, die häufig auch Tiere halten. Die leicht erhöhten Lachgasemissionen in Quellgruppe 3.D „Böden“ lassen sich durch einen im Testbetriebsnetz Landwirtschaft tendenziell geringeren Stickstoffdüngereinsatz (im Mittel etwa 10 kg N/ha weniger gegenüber der nationalen Klimaberichterstattung) begründen. Hinzu kommen hier die bereits bei der Quellgruppe 3.B beschriebenen Effekte der unterschiedlichen Tierbestände im Testbetriebsnetz Landwirtschaft und in der Agrarstrukturerhebung. Die niedrigeren Emissionen aus Kalk- und Harnstoffdüngung innerhalb des Testbetriebsnetzes Landwirtschaft deuten auf abweichende Einsatzmengen gegenüber der nationalen Klimaberichterstattung hin. Hier wird der Düngemiteleinsatz aus der Officialstatistik abgeleitet.

In den Ackerbaubetrieben werden nahezu keine Tiere gehalten, sodass in allen hierauf basierenden Emissionsquellgruppen niedrige THG-Emissionen berechnet werden. Die Emissionen aus Kalk- und Harnstoffdüngung fallen hingegen größer aus, da Ackerbaubetriebe tendenziell mehr dieser Düngemittel einsetzen. Die niedrigeren Lachgasemissionen aus Böden (3.D) sprechen einerseits für einen insgesamt niedrigeren Stickstoffdüngereinsatz der Ackerbaubetriebe im Vergleich zum durchschnittlichen Düngerniveau nach

nationaler Klimaberichterstattung. Andererseits ist aufgrund der geringen Tierhaltung der analysierten Ackerbaubetriebe davon auszugehen, dass der Mineraldüngeranteil an der Stickstoffdüngung insgesamt höher liegt als im Durchschnitt aller Betriebe.

4.3 Einordnung und Bewertung der Treibhausgasemissionen niedersächsischer Ackerbaubetriebe

In diesem Kapitel sollen die aus den Buchführungsdaten ermittelten Treibhausgasemissionen weitergehend eingeordnet und Bestimmungsfaktoren für einzelbetrieblich besonders hohe beziehungsweise niedrige Treibhausgasemissionen ermittelt werden. Die Erträge und die Anbauprogramme in Niedersachsen variieren aufgrund unterschiedlicher Boden- und Klimaverhältnisse sowie lokaler Absatzbedingungen (Zuckerrüben- und Stärkefabriken, Biogasanlagen usw.) deutlich. Daher wird mit den Daten zu Anbauanteilen und durchschnittlichen Ertragsniveaus des Niedersächsischen Landesamts für Statistik ein Basisanbauprogramm als Referenz definiert (LSN, 2025a; 2025b). Mithilfe der „Richtwert-Deckungsbeiträge“ der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK NDS, 2025) zu Düngung, Dieserverbrauch und Anbau ist ein einheitlicher Referenzwert als Benchmark definiert worden. In Tabelle 4 ist dieses Referenzszenario im Ackerbau dargestellt. Das durchschnittliche Ertragsniveau beträgt umgerechnet auf Getreideeinheiten circa 8,8 t/ha.

Referenzsituation für die Bewertung der Treibhausgasemissionen aus dem niedersächsischen Ackerbau (Scope 1+3)

Kultur	Anbauanteil	THG-Emissionen (kg CO ₂ -Äq/ha)	THG-Emissionen (kg CO ₂ -Äq/t GE)
Weizen	23 %	2.120	251
Roggen/Triticale	12 %	1.890	316
Gerste	9 %	1.865	287
Mais	37 %	1.888	235
Kartoffeln	7 %	2.572	275
Zuckerrüben	6 %	2.448	117
Raps	6 %	2.035	232
Anbauprogramm im Durchschnitt	100 %	2.032	249

Tabelle 4: Referenzsituation für die Bewertung der Treibhausgasemissionen aus dem niedersächsischen Ackerbau (Scope 1+3).

Quelle: Eigene Berechnungen, Daten: LSN (2025a; 2025b) und LWK Niedersachsen (2025)

Auf Basis des in Tabelle 4 dargestellten Anbauprogramms sind Referenzwerte für die Treibhausgasemissionen pro Hektar Ackerland und pro Getreideeinheit berechnet worden, die die gute fachliche Praxis widerspiegeln. Im betrachteten Anbauprogramm betragen diese pro Hektar circa 2.000 kg CO₂-Äq beziehungsweise pro Getreideeinheit circa 25 kg CO₂-Äq. Mit diesen Referenzwerten werden die einzelbetrieblichen Treibhausgasemissionen der untersuchten Ackerbaubetriebe verglichen. Emissionen unterhalb des Referenzwerts bedeuten, dass diese Betriebe aus Klimasicht besser abschneiden, als es bei den unterstellten Standardwerten für die gute fachliche Praxis zu erwarten gewesen wäre. Abweichungen nach oben zeigen hingegen höhere Treibhausgasemissionen im Vergleich zum unterstellten

Basisanbauprogramm mit gutem fachlichem Management an. In einem zweiten Schritt werden mithilfe einer Regressionsanalyse die Bestimmungsgründe für die Abweichungen vom Referenzwert ermittelt.

4.4 Bestimmungsgründe für hohe und niedrige Treibhausgasemissionen im Ackerbau

Neben dem Düngemiteleinsatz von Stickstoff, Phosphor und Kali sowie den Dieselmengen pro Hektar, die nach dem Berechnungsmodell wichtige Quellen für die Treibhausgasemissionen in Ackerbaubetrieben darstellen (vgl. Tabelle 2), werden vier weitere Einflussgrößen mit in das Erklärungsmodell einbezogen:

Hypothese 1: „Das Anbauprogramm nimmt Einfluss auf die Treibhausgasemissionen“

Die einzelnen Ackerfrüchte haben unterschiedliche Nährstoffansprüche. Sie erzeugen unterschiedliche Mengen an Wurzelmasse und Nebenprodukten, die die bodenbürtigen Emissionen beeinflussen. Außerdem unterscheiden sie sich in der Intensität der Bodenbearbeitung und der Ernteverfahren, was letztlich Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch hat. Bereits aus Tabelle 4 ist zu erkennen, dass Hackfrüchte wie Zuckerrübe und Kartoffeln höhere Treibhausgasemissionen pro Hektar verursachen als beispielsweise der Getreideanbau. Auch im Feldgemüseanbau (Salat, Wurzeln, Kohl usw.) findet häufig eine intensive Düngung statt, um insbesondere die vom Lebensmittelhandel geforderten Qualitäten abzudecken (Thompson et al., 2018). Hingegen weisen grobkörnige Leguminosen wie Ackerbohnen oder Erbsen deutlich niedrigere Treibhausgasemissionen von circa 600 bis 700 kg CO₂-Äq pro Hektar auf (LfL, 2026b), da für die Stickstoffversorgung kein Dünger zugeführt werden muss.

In der Regressionsanalyse werden deshalb die Anbauanteile von Hackfrüchten, Feldgemüse und Leguminosen berücksichtigt, um den Einfluss des Anbauprogramms auf die Treibhausgasemissionen pro Hektar und pro Getreideeinheit zu erfassen. Es wird erwartet, dass der Anbau von Hackfrüchten und Gemüse aufgrund der Intensität des Anbaus zu höheren

Treibhausgasemissionen im Vergleich zur Referenzfruchtfolge führt, während der Anbau von Leguminosen aufgrund der eingesparten Stickstoffdüngung geringere Treibhausgasemissionen verursacht.

Hypothese 2: „Eine bessere Bodengüte führt zu geringeren Treibhausgasemissionen“

Dem Boden kommt bei der Erzeugung von pflanzlicher Biomasse eine Schlüsselrolle zu. Je höher die Bodengüte, desto höher auch das Produktivitätspotenzial der entsprechenden Standorte (Müller et al., 2019). Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass der gleiche Inputeinsatz auf Standorten mit besserer Bodengüte zu höheren Erträgen führt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird die Bodengüte der untersuchten Betriebe über die durchschnittliche Ertragsmesszahl pro Hektar berücksichtigt (vgl. Code 0044 im BMEL-Jahresabschluss). Die im Rahmen der Bodenwertschätzung ermittelte Acker- oder Grünlandzahl wird in der Regel pro Ar angegeben. Die Ertragsmesszahl pro Hektar ergibt sich somit aus dem Produkt aus der Acker- oder Grünlandzahl mit dem Faktor 100.

Hypothese 3: „Der Viehbesatz beeinflusst die Treibhausgasemissionen“

Betriebe mit Viehhaltung decken einen Teil ihres Nährstoffbedarfs im Ackerbau über den anfallenden Wirtschaftsdünger ab, sodass der Einsatz von mineralischem Dünger reduziert werden kann. Für das Referenzanbauprogramm ist ausschließlich eine Düngung mit Mineraldüngern (Stickstoff: 57 % N über Kalkammonsalpeter, 26 % N über Harnstoff und 17 % N über AHL, Phosphor und Kali als Einnährstoffdünger) unterstellt worden. Wirtschaftsdünger weisen im Vergleich zu Mineraldüngern größere Treibhausgasemissionen bei der Lagerung und auch bei der Ausbringung auf. Laut dem Industrieverband Agrar e.V. ist daher ein erhöhter Wirtschaftsdüngereinsatz keine geeignete Strategie, um die Treibhausgasemissionen im Ackerbau zu reduzieren (IVA, 2024). Den genannten Nachteilen stehen jedoch die vermiedenen Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Mineraldünger gegenüber. Als weiterer Einflussfaktor auf die einzelbetrieblichen Treibhausgasemissionen wird deshalb der Viehbesatz pro Hektar in der Schätzung berücksichtigt.

Hypothese 4: „Erfolgreiches Management führt zu geringeren Treibhausgasemissionen“

Zur Berechnung des Benchmarks für die Treibhausgasemissionen ist auf Werte für die gute landwirtschaftliche Praxis der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zurückgegriffen worden. In der landwirtschaftlichen Praxis hängen viele Treibhausgasemissionen von den Managementfähigkeiten der Betriebsleitung ab. Durch Managementmaßnahmen wie die Anbauplanung können beispielsweise Arbeitsgänge in der Feldarbeit reduziert, Nährstoffe in den Ernterückständen optimal genutzt und so insgesamt höhere Naturalerträge realisiert werden. Da Managementfähigkeiten in der landwirtschaftlichen Produktion nur schwer zu erfassen sind, wird als Näherungsgröße der wirtschaftliche Erfolg herangezogen, der sich aus den Buchführungsdaten ableiten lässt. Es wird davon ausgegangen, dass sich ein besseres Management in einem höheren ordentlichen Ergebnis pro Hektar niederschlägt. Damit wird unterstellt, dass eine wirtschaftlich erfolgreichere Betriebsleitung auch mit geringeren Treibhausgasemissionen produzieren kann.

Für die Regression werden alle zur Verfügung stehenden Beobachtungen in Form eines unbalancierten Panels verwendet. Um mögliche Jahreseffekte zu berücksichtigen, werden zusätzliche Jahres-Dummys in die Schätzung mit aufgenommen.

4.5 Ergebnisse der Regressionsanalyse zu den Bestimmungsfaktoren von Treibhausgasemissionen im Ackerbau

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sind in Tabelle 5 dargestellt. Die erste Ergebnisspalte zeigt den Einfluss der untersuchten Variablen auf die Abweichungen vom Benchmark beziehungsweise Referenzwert bei den Treibhausgasemissionen pro Hektar und die zweite Ergebnisspalte bei den Emissionen pro Getreideeinheit. Ein negatives Vorzeichen bedeutet in diesem Zusammenhang, dass diese Einflussgröße zu geringeren Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Referenzwert führt, während bei einem positiven Vorzeichen höhere Emissionen im Vergleich zum Referenzwert festzustellen sind.

Die Schätzergebnisse in Tabelle 5 machen deutlich, dass die ausgewählten Einflussfaktoren einen großen Anteil der Varianz in den beobachteten Abweichungen erklären. Bei den Schätzungen für die Getreideeinheiten liegt das ermittelte Bestimmtheitsmaß mit circa 40 % in einem mittleren Bereich, während bei der Schätzung für die Ergebnisse pro Hektar mit circa 70 % ein vergleichsweise hoher Anteil der Varianz erklärt wird (Backhaus et al., 2025).

Bestimmungsfaktoren für die Abweichungen der Treibhausgasemissionen vom Referenzwert

Unabhängige Variablen	Abhängige Variable: Abweichungen vom Referenzwert pro Hektar	Abhängige Variable: Abweichungen vom Referenzwert pro GE
Konstante	- 1.800,9***	135,79***
N kg/ha LF	6,7***	0,74***
P ₂ O ₅ /ha LF	1,4***	0,52***
K ₂ O/ha LF	0,9***	- 0,01
Dieselmenge/ha LF	3,9***	0,48***
Anteil Hackfrüchte (%-Punkte)	6,0***	- 0,45*
Anteil Feldgemüse (%-Punkte)	3,6*	6,55***
Anteil Leguminosen (%-Punkte)	5,7**	5,64***
Ertragsmesszahl/ha (Tsd.)	- 4,9	- 14,96***
Viehbesatz/ha (VE)	288,1***	46,49***
Ordentliches Ergebnis/ha (Tsd. €)	13,8	- 15,39***
Dummy Jahr 2020	- 12,1	- 34,54***
Dummy Jahr 2021	19,8	- 33,82***
Dummy Jahr 2022	- 10,0	- 37,71***
Dummy Jahr 2023	- 8,1	- 35,74***
Dummy Jahr 2024	23,7	- 28,31**
Anzahl Beobachtungen	1.571	1.571
Angepasstes Bestimmtheitsmaß (R ²)	0,6900***	0,4043***

Tabelle 5: Bestimmungsfaktoren für die Abweichungen der Treibhausgasemissionen vom Referenzwert
Anmerkung: *, **, *** kennzeichnen Signifikanzen auf einem Niveau von 10 %, 5 % und 1 %
Quelle: Eigene Berechnungen

Bei der ersten Schätzung für die Abweichungen pro Hektar weisen die Einsatzmengen an mineralischem Dünger und der Dieseleinsatz pro Hektar erwartungsgemäß ein positives Vorzeichen auf und weichen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % signifikant von Null ab. Des Weiteren zeigt sich, dass lediglich die untersuchten Anbauanteile und der Viehbesatz einen signifikanten Einfluss auf die Abweichung der Emissionen pro Hektar haben. Es wird deutlich, dass Betriebe mit hohen Anteilen von Hackfrüchten, Feldgemüse und auch Leguminosen im Anbauprogramm in der Tendenz höhere Emissionen als die aus den Werten der Landwirtschaftskammer ermittelte Referenz aufweisen. Für Hackfrüchte und Feldgemüse deckt sich dieses Ergebnis mit den Erwartungen. Bei den Leguminosen ist ein anderes Ergebnis erwartet worden. Ein Grund hierfür kann sein, dass nicht nur grobkörnige Leguminosen, sondern auch feinkörnige Leguminosen im Gemenge (zum Beispiel Klee gras) für die Viehhaltung angebaut worden sind, die höhere Treibhausgasemissionen pro Hektar aufweisen. Zudem könnten die Betriebe mit Leguminosenanbau in vielfältigen Fruchtfolgen wirtschaften, die insgesamt zu höheren Emissionen führen. Für diesen Effekt kontrolliert das Regressionsmodell jedoch nicht an anderer Stelle.

Betriebe mit hohem Viehbesatz weisen ebenfalls positive Abweichungen vom Referenzwert auf, für den eine ausschließliche Mineraldüngung unterstellt worden ist. Dies legt den Schluss nahe, dass insbesondere in Ackerbetrieben mit verstärkter Viehhaltung nicht so effizient gedüngt werden kann, wie ausschließlich mit Mineraldünger. Jedoch muss beachtet werden, dass die Treibhausgasemissionen der Tierhaltung (insbesondere die Methanemissionen) mit auf die Fläche umgelegt werden, da keine Allokationen erfolgen.

Bei der Schätzung bezogen auf die erzeugten Getreideeinheiten (Ergebnisspalte 2) zeigen sich ähnliche Effekte bezüglich der Anbauanteile und des Viehbesatzes. So führt ein hoher Viehbesatz zu erhöhten Emissionen pro Getreideeinheit. Auch ein hoher Gemüseanteil und ein steigender Leguminosenanteil im Anbauprogramm sind für vermehrte Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Benchmark verantwortlich. Dass auch in diesem Fall der Leguminosenanteil ein positives Vorzeichen verzeichnet, ist eher zu begründen: Leguminosen schneiden bei einer Normierung auf Getreideeinheit aufgrund eines ungünstigen Umrechnungsfaktors nicht so gut ab, sodass es zu einer höheren Klimabilanz je Getreideeinheit kommt. Bezogen auf die Trockenmasse verdeutlichen die Ergebnisse der LfL (2026a) einen ähnlichen Effekt beim Vergleich von Weizen und Ackerbohne. Der Hackfruchtanteil hat ein negatives Vorzeichen, jedoch ist der Effekt bei dieser Schätzung lediglich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10 % signifikant.

Signifikant sind bei dieser zweiten Schätzung hingegen die Bodengüte (Ertragsmesszahl) und das als Näherungsgröße für die Managementfähigkeiten der Betriebsleitung verwendete ordentliche Ergebnis pro Hektar. Beide Größen haben in der Schätzung einen signifikant von null abweichenden, negativen Effekt. Zurückzuführen ist dies auf die Tatsache, dass bessere Böden ein höheres Ertragspotenzial bei gleichem Faktoreinsatz pro Hektar aufweisen. So kann ein höherer Naturalertrag pro Hektar erzeugt werden, weshalb bei einer Betrachtung pro erzeugter Getreideeinheit Betriebe mit besseren Bodenverhältnissen geringere Treibhausgasemissionen erzeugen.

Während die Bodengüte als natürlicher Standortfaktor nur in geringerem Maße beeinflussbar ist, kommt dem Betriebsmanagement bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen eine Schlüsselfunktion zu. Die Ergebnisse der Schätzung pro Getreideeinheit verdeutlichen, dass ökonomischer Erfolg und Klimaschutz nicht im Widerspruch zueinanderstehen, sondern vielmehr einander bedingen. Wirtschaftlich erfolgreicherer Betrieben gelingt es, mit weniger Faktoreinsatz höhere Naturalerträge zu erwirtschaften. Dies wirkt sich auch positiv auf die Treibhausgasemissionen aus. Ob und inwieweit in der landwirtschaftlichen Praxis noch Verbesserungspotenzial besteht, ist im Rahmen weiterer Studien genauer zu untersuchen.

5 Diskussion

5.1 Datenverfügbarkeit aus landwirtschaftlichen Jahresabschlüssen

Die vorliegende Studie zeigt, dass mithilfe des BMEL-Jahresabschlusses prinzipiell einzelbetriebliche Klimabilanzen erstellt werden können. Für die Ermittlung der Scope-1-Emissionen liefert der Jahresabschluss Anbauflächen, Naturalerträge, Düngemittelverbräuche beziehungsweise Nährstoffmengen und Tierbestände. Ebenfalls lassen sich daraus weitere Aktivitätsgrößen wie zum Beispiel Diesel- und Stromverbräuche für die Scope-3-Emissionen (näherungsweise) zurückrechnen.

Limitationen bestehen im Bereich der Futtermittelzukäufe und im Bereich des Wirtschaftsdüngerzukaufs beziehungsweise der Wirtschaftsdüngerabgabe. Die Mengen zugekaufter Futtermittel lassen sich aus den Jahresabschlüssen im Testbetriebsnetz Landwirtschaft bislang lediglich aus Aufwandskonten abschätzen, basierend auf einer groben Zuordnung zu den Kategorien „Kraftfutter“ sowie „Rau- und Saftfutter“ für die unterschiedlichen Tierkategorien. Darüber hinaus sind Wirtschaftsdünger („Organische Düngemittel“) im Testbetriebsnetz Landwirtschaft bislang nur aggregiert abgebildet, das heißt, jeweils in einem Code in der Ertrags- und Aufwandsrechnung zusammengefasst. Die detaillierte Erfassung der Tierzahlen ermöglicht zwar grundsätzlich eine Quantifizierung der tierischen Ausscheidungen; es liegen jedoch keine Informationen zur Lagerung, Ausbringungstechnik oder Form der tierischen Wirtschaftsdünger (zum Beispiel Stallmist, Gülle) vor. Der Code „Organische Düngemittel“ soll zudem Zu- und Verkäufe im Rahmen der überbetrieblichen Wirtschaftsdüngerverbringung quantifizieren. Allerdings sind auch hier keine Angaben zur Form der Wirtschaftsdünger hinterlegt. Alternative Herangehensweisen zur Bewertung der Wirtschaftsdüngerabgabe basieren auf der Annahme, dass anfallende Wirtschaftsdüngermengen oberhalb von 170 kg N/ha exportiert werden. Ebenfalls könnte angenommen werden, dass zugeführte Gärrückstände in einer Größenordnung aufgenommen werden, die dem Silomaisverkauf entspricht (Löw und Osterburg, 2024).

Diese Aspekte verdeutlichen, dass der BMEL-Jahresabschluss insbesondere im Bereich der Futtermittel und der Wirtschaftsdünger nicht die für eine Klimabilanzierung notwendige Detailtiefe erreicht. In Steuerberatungsbüros liegen diese Informationen jedoch zum Teil in den Kontenrahmen spezieller landwirtschaftlicher Buchführungssoftware vor. Vor diesem Hintergrund

berechnete Nickelsen (2025) anhand von betriebswirtschaftlichen Jahresabschlüssen, zu denen umfangreiche Kontenrahmen mit höherer Detailtiefe als beim BMEL-Jahresabschluss vorlagen, Klimabilanzen für Milchvieh- und Ackerbaubetriebe. Abbildung 6 ordnet die Datenverfügbarkeit der Jahresabschlüsse im Hinblick auf die Relevanz für eine Klimabilanzierung ein.

Grundsätzlich zeigt sich, dass viele für die Klimabilanzierung notwendige Naturalgrößen (zum Beispiel düngemittelspezifische Nährstoffmengen, futtermittelspezifisch erfasste Kraftfuttermengen) aus den Kontenrahmen der Buchführungssoftware beziehungsweise aus den Jahresabschlüssen übernommen werden können. Saatgut- und Kraftfuttermengen sind in diesen Kontenrahmen ebenfalls mengenmäßig erfasst worden, sodass sie eine (noch) bessere Datengrundlage darstellen als der stärker verdichtete BMEL-Jahresabschluss. Allerdings war es auch mit diesen umfangreicheren Daten nicht vollständig möglich, zum Beispiel veräußerte Ernterückstände (etwa Stroh) zu quantifizieren, da keine Mengen erfasst werden. Gleiches gilt in der Tierhaltung für den Bereich der Grundfuttermittel, deren Mengen in der Regel nicht genau erfasst werden, da sie lediglich innerbetrieblich verwendet werden. Auch abgegebene und aufgenommene Wirtschaftsdünger werden nicht immer vollständig erfasst, sofern für den Transfer keine Geldzahlung erfolgt. Auch werden in der Praxis übliche Tauschgeschäfte wie zum Beispiel „Stroh gegen Gülle“ nicht immer in der Buchführung erfasst.

Datenverfügbarkeit und Relevanz von Buchführungsdaten zu betriebswirtschaftlichen Jahresabschlüssen für einzelbetriebliche Klimabilanzen



Abbildung 6: Datenverfügbarkeit und Relevanz von Buchführungsdaten zu betriebswirtschaftlichen Jahresabschlüssen für einzelbetriebliche Klimabilanzen
Quelle: In Anlehnung an Nickelsen (2025)

Die Konsequenz im Sinne einer weiter verbesserten Bilanzierungsqualität wäre, Buchführungsdaten beziehungsweise Jahresabschlussdaten um weitere Datenquellen zu ergänzen. Anbieten würden sich insbesondere Datenquellen wie die offizielle Düngedokumentation (in Niedersachsen ENNI – „Elektronische Nährstoffmeldung Niedersachsen“). Hier ist die Wirtschaftsdüngung im Detail zu dokumentieren, und auch Strohabfahren müssen berücksichtigt werden. Zudem erfolgt ein Abgleich mit der Wirtschaftsdüngerdatenbank, in der Zu- und Abfahren erfasst sind.

5.2 Verbesserung der Bilanzierungsqualität durch Einbeziehung weiterer Datenquellen

Trotz der detaillierteren Buchführungsausgangsdaten in der Studie von Nickelsen (2025) zeigten sich weiter verbesserte Bilanzierungsergebnisse, wenn zusätzliche Basisdaten einzelbetrieblich nacherhoben wurden (Nickelsen, 2025). Diese sind der Düngeplanung und -dokumentation, der Ackerschlagkartei, der Datenbank des Herkunftssicherungs- und Informationssystems für Tiere (HIT) und weiteren individuellen, einzelbetrieblichen Datenquellen entnommen worden. Schließlich konnte Nickelsen (2025) zeigen, dass die Emissionen in Ackerbaubetrieben unter Einbeziehung der nacherhobenen Daten tendenziell höher ausfielen. Die auf das Gesamtbilanzierungsergebnis (Scope 1+3) bezogenen Abweichungen nach oben und nach unten sind in Tabelle 6 dargestellt.

Effekt einer einzelbetrieblichen Datennacherhebung in Ackerbaubetrieben in Ergänzung zum betriebswirtschaftlichen Jahresabschluss auf das Gesamtbilanzierungsergebnis

Quellgruppe	Abweichung	min/max
N ₂ O Wirtschaftsdüngung	+ 5,4 %	- 1 %/+ 25 %
N ₂ O Mineraldüngung	+ 0,4 %	- 2 %/+ 5 %
N ₂ O Ernterückstände	- 0,1 %	- 3 %/+ 2 %
CO ₂ Kalk- und Harnstoffdüngung	+ 1,4 %	- 15 %/+ 20 %
CO ₂ Äq Herstellung Düngemittel	+ 1,0 %	- 5 %/+ 17 %
CO ₂ Äq Herstellung Saatgut	- 1,1 %	- 18 %/+ 1 %
CO ₂ Äq Herstellung Pflanzenschutz	+/- 0,0 %	- 0 %/+ 0 %
CO ₂ Äq Herstellung Energie und Maschinen	+ 4,1 %	- 7 %/+ 21 %

Tabelle 6: Effekt einer einzelbetrieblichen Datennacherhebung in Ackerbaubetrieben in Ergänzung zum betriebswirtschaftlichen Jahresabschluss auf das Gesamtbilanzierungsergebnis. Positive Werte verdeutlichen eine Unterschätzung des Bilanzierungsergebnisses vor Nacherhebung (Bilanzergebnis fällt durch Nacherhebung größer aus), negative Werte verhalten sich gegenläufig.
Quelle: Eigene Berechnungen aus Basis von Nickelsen (2025)

Tabelle 6 zeigt, dass auf Basis der einzelbetrieblichen Buchführungen insbesondere die Emissionen aus Wirtschaftsdüngern unterschätzt wurden. Im Fall der Nacherhebung stieg das Bilanzierungsergebnis durch eine fundiertere Erfassung der Wirtschaftsdüngerausbringung (Mengen und Technik) um 5 % an. Im Maximum erreichte dieser Effekt eine Größenordnung von 25 %. Begründen konnte Nickelsen (2025) diese Abweichungen durch eine schlechte(re) Abbildung der Mengengerüste beim Wirtschaftsdünger in den Jahresabschlussdaten. Die Mineraldüngermengen wurden hingegen im Durchschnitt gut durch die Jahresabschlüsse erfasst (0,4 % Abweichung), bei Schwankungen von unter 5 % in Bezug auf das Gesamtbilanzierungsergebnis. Kalkungen gingen hingegen nicht immer eindeutig aus den Jahresabschlussdaten hervor. Zudem erhöhte eine detaillierte Erfassung des Dieserverbrauchs (zum Beispiel auch Diesel, der durch Lohnunternehmer auf den Flächen verbraucht wurde) die THG-Emissionen im Durchschnitt um 4,1 %. Grundsätzlich waren den Jahresabschlüssen in der Studie von Nickelsen (2025) keine Mengenangaben zum Dieserkauf zu entnehmen.

5.3 Konsequenzen für die Weiterentwicklung von Jahresabschlussdaten als Basis für einzelbetriebliche Klimabilanzen

Die ermittelten Klimabilanzen für spezialisierte Ackerbaubetriebe zeigen, dass die Bilanzierungsergebnisse zwischen einzelnen Jahren schwanken. Diese Schwankungen sind natürlichen Einflussgrößen geschuldet. Sie können jedoch dadurch weiter verstärkt sein, dass Produktion und Ernte in unterschiedlichen Wirtschaftsjahren abgerechnet werden. Gemäß der typischen Wirtschaftsjahresgrenze für Ackerbaubetriebe (30.6. eines jeden Jahres) erfolgt die Ernte der wichtigsten Marktfrüchte zu Beginn des Wirtschaftsjahres. Der Aufwand zur Produktion dieser Ernte erfolgte hingegen im vorangegangenen Wirtschaftsjahr. Gerade bei sich abzeichnenden Trockenheiten oder besonders guten Ernten passen landwirtschaftliche Betriebe ihre Produktion dahingehend an (zum Beispiel die Düngung oder den Pflanzenschutz). Diese Anpassung wird in den Klimabilanzen nicht deutlich, wenn keine direkte Zuordnung von Aufwand zum Ertrag erfolgt. Um diese Effekte zu berücksichtigen beziehungsweise zu glätten, müsste über mehrere Wirtschaftsjahre ein Mittelwert gebildet werden. Beispielsweise wurden sowohl beim Nährstoffvergleich gemäß Düngeverordnung 2017 als auch bei der Stoffstrombilanzierung dreijährige Mittelwerte als Kontrollwerte festgelegt.

Vor dem Hintergrund der Weiterentwicklung des EU-FADN zum FSDN und der damit verbundenen Ergänzung von ausgewählten sozialen und ökologischen Variablen plant die Europäische Kommission, mithilfe dieser Datenbasis unter anderem einzelbetriebliche Klimabilanzen zu berechnen. Im Bereich der Futtermittel wird es zusätzliche Angaben zu den zugekauften Mengen geben. Aufgenommene und abgegebene Wirtschaftsdüngermengen sollen ebenfalls detailliert erfasst werden. Grundsätzlich sind diese Daten in landwirtschaftlichen Betrieben bereits dokumentiert (zum Beispiel in der verpflichtenden Düngedokumentation, in Niedersachsen „ENNI“), sodass Schnittstellen das Zusammenführen der Daten erleichtern können. Auch Daten zur Haltungsform der Nutztiere sowie zur Wirtschaftsdüngerlagerung und -ausbringungstechnik im landwirtschaftlichen Betrieb sind in einem künftigen FSDN neue Variablen (Amtsblatt der Europäischen Union, 2024). Im Kontext der Emissionsminderung könnten zudem Futterzusatzstoffe (Latacz-Lohmann et al., 2022) oder reduzierte Bodenbearbeitungsverfahren an Bedeutung gewinnen. Diese für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen relevanten Größen werden in einem künftigen FSDN als zusätzliche Variablen erfasst.

Es zeigt sich zunehmend, dass unterschiedliche Klimabilanzierungsmethoden zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. Daher sind neben einheitlichen Systemgrenzen die Methoden zur Allokation auf Haupt- und Nebenprodukte von entscheidender Bedeutung (Dentler et al., 2020). Ebenfalls beeinflussen die gewählten Emissionsfaktoren das Bilanzierungsergebnis. Der Prototyp des sogenannten Thünen-Agri-GHG-Tools verspricht ein konformes Vorgehen zur nationalen Klimaberichterstattung. Damit ließen sich einzelbetriebliche Effekte auf das nationale Inventar abbilden. Gerade im Kontext von Emissionsminderungsmaßnahmen kann dies von Bedeutung sein, um die eingesparten Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft deutlich zu machen. Die Weiterentwicklung beziehungsweise Fertigstellung des Thünen-Agri-GHG-Tools wäre daher wünschenswert, im besten Fall in Verbindung mit einer Schnittstelle zum BMEL-Jahresabschluss, da dieser bereits eine Vielzahl an einzelbetrieblichen Daten bereitstellt.

6 Zusammenfassung

Die einzelbetriebliche Klimagasbilanzierung gewinnt im Zuge steigender Nachhaltigkeitsanforderungen in der Lieferkette und im Bankensektor zunehmend an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Studie untersucht, inwieweit der standardisierte BMEL-Jahresabschluss – das Jahresabschlussformat des deutschen Testbetriebsnetzes Landwirtschaft – für die Erstellung einzelbetrieblicher Treibhausgasbilanzen von spezialisierten Ackerbaubetrieben geeignet ist. Ziel ist es, die Datenverfügbarkeit, die methodische Umsetzbarkeit sowie die Aussagekraft der daraus abgeleiteten Klimabilanzen zu prüfen.

Die Datengrundlage bildet ein unbalanciertes Panel aus Jahresabschlüssen spezialisierter Ackerbaubetriebe aus Niedersachsen. Die Klimabilanzierung erfolgt für die Scope-1-Emissionen (direkte Emissionen aus Düngung und Bodenprozessen) unter Nutzung eines Prototyps des Thünen-Agri-GHG-Tools auf Basis der Py-GAS-EM-Methodik. Die Scope-3-Emissionen (vorgelagerte Emissionen aus der Herstellung der Betriebsmittel) werden gemäß KTBL-Berechnungsstandard bilanziert. Die Verknüpfung mit den Jahresabschlussdaten erfolgt über die Aktivitätsgrößen der Klimagasbilanzierung wie Anbauflächen, Erträge, Mineraldüngermengen, Tierbestände, Diesel- und Stromverbräuche.

Im Mittel aller Ackerbaubetriebe betragen die gesamten Treibhausgasemissionen (Scope 1+3) bezogen auf eine über Kulturen hinweg standardisierte Outputereinheit – der Getreideeinheit – rund 210 kg CO₂-Äq. Lachgasemissionen aus der Düngung und aus Bodenprozessen machen rund 60 % der Scope-1-Emissionen aus. Bei den Scope-3-Emissionen dominieren Diesel- und Mineraldüngereinsatz. Die einzelbetrieblichen Ergebnisse streuen deutlich, was auf strukturelle und managementbedingte Unterschiede hinweist.

Ein Abgleich mit der nationalen Klimaberichterstattung zeigt, dass die aus dem Testbetriebsnetz abgeleiteten Emissionen die sektoralen Größenordnungen grundsätzlich realistisch widerspiegeln. Abweichungen ergeben sich vor allem im Bereich der Tierhaltung und bei Biogasanlagen. Die Tierbestände weichen insbesondere im Bereich der gewerblichen Tierhaltung von der Datenbasis der nationalen Klimaberichterstattung ab. Biogasanlagen sind im Datensatz ebenfalls nur eingeschränkt erfasst. Damit bestätigt sich die grundsätzliche Eignung des BMEL-Jahresabschlusses als Datengrundlage für Klimabilanzen im Ackerbau.

Zur Einordnung der Ergebnisse wurde ein Benchmark in Form einer Treibhausgasbilanz auf Basis der Richtwerte guter fachlicher Praxis der Landwirtschaftskammer Niedersachsen definiert. Eine Regressionsanalyse zeigt, dass der Mineraldüngereinsatz (N, P, K) und der Dieselverbrauch die Abweichungen einzelner Betriebe vom Benchmark signifikant erhöhen. Auch hohe Anteile von Hackfrüchten und Feldgemüse sowie ein höherer Viehbesatz gehen mit höheren Emissionen einher. Dagegen führen bessere Bodenqualitäten und ein höheres ordentliches Ergebnis je Hektar – als Proxy für die Managementfähigkeit der Betriebsleitung – zu signifikant geringeren Emissionen je Getreideeinheit. Es zeigt sich, dass ökonomischer Erfolg und Klimaschutz im Ackerbau nicht im Widerspruch stehen müssen.

Limitationen bestehen insbesondere bei der Erfassung von Futtermittelzukaufen und bei der Quantifizierung der Wirtschaftsdüngermengen. Hier wäre eine ergänzende Datenerhebung erforderlich, um die Bilanzierungsqualität weiter zu erhöhen. Insgesamt zeigt die Studie jedoch, dass der BMEL-Jahresabschluss eine geeignete, standardisierte und breit verfügbare Grundlage für einzelbetriebliche Klimabilanzen im Ackerbau darstellt. Die Ergänzung weiterer Managementvariablen ist in Form eines Farm Sustainability Data Network (FSDN) angedacht und könnte die Bilanzierungsqualität weiter erhöhen.

7 Literaturverzeichnis

Amtsblatt der Europäischen Union (2024): Durchführungsverordnung (EU) 2024/2746 der Kommission vom 25. Oktober 2024 mit Durchführungsbestimmungen zur Verordnung (EG) Nr. 1217/2009 des Rates zur Bildung eines Datennetzes für die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe und zur Aufhebung der Durchführungsverordnung (EU) 2015/220 der Kommission. http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2024/2746/oj

Arbeitsgruppe BEK (2024): Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft. Handbuch, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

Bach, M. (2013): Regionalisierung des Stickstoff-Überschuss einzelbetrieblicher Hoftorbilanzen (Beispiel Hessen): Überlegungen zur methodischen Weiterentwicklung der N-Bilanzierung. doi: 10.13140/RG.2.1.2194.5844

Backhaus, K., Erichson, B., Gensler, S., Weiber, R., und Weiber, T. (2025): Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung. 18. Auflage, Springer Gabler, Wiesbaden.

BLE – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (2022): Wie viel Wirtschaftsdünger wird auf deutschen Äckern und Grünland ausgebracht? <https://www.praxis-agrar.de/service/infografiken/wirtschaftsduenger>, 31.3.2026

BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2025): Buchführung der Testbetriebe – Ausführungsanweisung zum BMEL-Jahresabschluss. <https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/0113004-2025.pdf>, 15.2.2026

BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2024): Klassifizierungssystem für landwirtschaftliche Betriebe. Stand: 28.10.2024. <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/landwirtschaftliche-betriebe/spezialisierung>, 2.2.2026

BMEL und BMUV – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2024): Nitratbericht 2024. Bericht der Bundesrepublik Deutschland gemäß Richtlinie 91/676/EWG zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. Berlin. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/nitratbericht_2024_bf.pdf, 11.2.2026

BMLEH – Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (2026): Testbetriebsnetz. Erläuterungen und Definition der Kennzahlen. Methodische Erläuterungen.
<https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/testbetriebsnetz>, 15.2.2026

BMLEH – Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (2025a): Testbetriebsnetz.
<https://www.bmleh.de/DE/service/statistik/testbetriebe.html>, 11.2.2026

Brüggemann, A. (2004): Online-Betriebsvergleich in der Landwirtschaft. GIL Tagungsband 2004.

Bundestag Drucksache 20/411 (2021): Bericht über die Auswirkungen der verbindlichen Stoffstrombilanzierung: Unterrichtung durch die Bundesregierung. Zusammengefasst von Philipp Löw, Bernhard Osterburg, Hildegard Garming, Sebastian Neuenfeldt, unter Mitarbeit von Ute Schultheiß, sowie der Bund-Länder-AG und einer Expertengruppe. Berlin: Deutscher Bundestag, 193 p. Drucksache 20/411.
<https://dserver.bundestag.de/btd/20/004/2000411.pdf>, 11.2.2026

Camp, R. C. (1989). Benchmarking: The Search for Industry Best Practices that Lead to Superior Performance. ASQC Quality Press.

Coderoni, S., D'Angelo, L., Longhitano, D., Mambella, M., Papaleo, A., and Vanino, S. (2013): Using FADN data to estimate agricultural greenhouse gases emissions at farm level. In Pacioli 20. Complex farms and sustainability in farm level data collection (pp. 86 – 102). LEI WUR.

Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., and Battese, G. E. (2005): An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/b136381>

Dentler, J., Kiefer, L., Hummler, T., Bahrs, E., und Elsässer, M. (2020): Wie nachhaltig und konkurrenzfähig ist die grünlandbasierte Milcherzeugung in benachteiligten Mittelgebirgslagen Süddeutschlands? Berichte über Landwirtschaft 98 (1).
<https://doi.org/10.12767/buel.v98i1.264>

DESTATIS – Statistisches Bundesamt (2026): Strompreise für Haushalte: Deutschland, Halbjahre, Jahresverbrauchsklassen, Preisarten. Code: 61243–0001.

DESTATIS – Statistisches Bundesamt (2021): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Methodische Grundlagen der Landwirtschaftszählung 2020. Statistisches Bundesamt, Fachserie 3 Reihe 2 S. 6.
https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/grundlagen-landwirtschaftszaehlung-2032606209004.pdf?__blob=publicationFile, 31.3.2026

Dreesman, A. (2007): Messung von Produktivität und Effizienz landwirtschaftlicher Betriebe unter Einbeziehung von Umweltwirkungen. Dissertation Universität Kiel.

Ellinghausen, M., und Wiggering, H. (2023): Klimarechner in der Landwirtschaft – ein Treibhausgasbilanzierungstool auf dem Prüfstand. Berichte über Landwirtschaft 101 (1).
<https://doi.org/10.12767/buel.v101i1.448>

Ellinghausen, M., Stange, L., Seidel, A., Loges, R., und Paulsen, H. M. (2024): Digitalisierte Klimabilanzierung. In: Landwirtschaft und Ernährung – Transformation macht nur gemeinsam Sinn, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL): 486 – 487.

Europäische Kommission (2026a): Farm sustainability data network.
https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/farm-structures-and-economics/fsdn_en, 31.3.2026.

Europäische Kommission (2026b): Der europäische Grüne Deal. Erster klimaneutraler Kontinent werden.
https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_de, 31.3.2026.

DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2025): DLG-Standard „Nachhaltiger Ackerbau“.
<https://www.dlg-nachhaltigkeit.info/de/dlg-standard/dlg-standard-ackerbau>, 19.2.2025

Gebhardt, B., und Hellstern, L. (2024): Nachhaltigkeitsexzellenz in der Landwirtschaft: Mehr Sichtbarkeit für die versteckten Leuchttürme der Alltagspraxis. Hohenheimer Agrarökonomische Arbeitsberichte, Nr. 40, Universität Hohenheim, Institut für Agrarpolitik und Landwirtschaftliche Marktlehre, Stuttgart.

<https://doi.org/10.60848/11592>

Haß, M., Banse, M., Deblitz, C., Freund, F., Geibel, I., Gocht, A., Kreins, P., Laquai, V., Offermann, F., Osterburg, B., Pelikan, J., Rieger, J., Rösemann, C., Salamon, P., Zinnbauer, M., und Zirngibl, M.-E. (2020): Thünen-Baseline 2020 – 2030: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Johann Heinrich von Thünen-Institut.

Ichta, P., und Lauf, T. (2025): Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2024. In: UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.): Climate Change 13/2025.

IVA – Industrieverband Agrar e. V. (2024): Technische Minderungs-Potenziale für Treibhausgas-Emissionen im Ackerbau. IVA-Diskussionspapier zum Klimaschutz im Ackerbau. Frankfurt am Main, September 2024.

<https://www.iva.de/sites/default/files/m-2025/2024-12/IVA-Diskussionspapier%20zum%20Klimaschutz%20im%20Ackerbau.pdf>, 2.2.2026

Kätsch, S., und Osterburg, B. (2016). Treibhausgasrechner in der Landwirtschaft-Erfahrungen und Perspektiven. Landbauforschung – Applied Agricultural and Forestry Research 1 2016 (66)29–44.

Landwirtschaftliche Rentenbank (2026a): Zuschussprogramm zur Klimabilanz für Ihr landwirtschaftliches Unternehmen.

<https://www.rentenbank.de/zuschussprogramme/klimabilanz/>, 15.2.2026

Landwirtschaftliche Rentenbank (2026b): Zinsbonus für die Vorlage einer Klimabilanz.

<https://www.rentenbank.de/programm kredite/zinsbonus-klimabilanz/>, 15.2.2026

LfL – Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2026a): Klima-Check Landwirtschaft.

<https://www.lfl.bayern.de/iba/agrarstruktur/296549/index.php>, 15.2.2026

LfL – Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2026b): LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten.

<https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>, 12.2.2026

LfL – Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2023): Basisdaten.

<https://www.lfl.bayern.de/basisdaten>, 11.2.2026

Latacz-Lohmann, U., Tiedemann, T., Taube, F., und Buhk, J.-H. (2022): Untersuchung der THG-Minderungspotenziale ausgewählter Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein. Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein. 105 Seiten. Kieler Institut für Europäische Landwirtschaftsstudien GmbH. Dezember 2022.

https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/L/landwirtschaft/Downloads/gutachten_thg_minderungspotenziale.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Löw, P., Brandes, E., Eysholdt, M., Mattner, C., Zahra, S., und Zinnbauer, M. (2025): The Novel Impact Monitoring of Germany's Nitrates Directive Action Program – From Concept to Implementation. European Association of Agricultural Economists (EAAE) 2025 International Congress, August 26 – 29, 2025, Bonn, Germany.

<https://ageconsearch.umn.edu/record/389994?v=pdf>, 11.2.2026

Löw, P., und Osterburg, B. (2024): Evaluation of nitrogen balances and nitrogen use efficiencies on farm level of the German agricultural sector. *Agricultural Systems* 213 (2024) 103796.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103796>

Löw, P., Osterburg, B., and Klages, S. (2021): Comparison of regulatory approaches for determining application limits for nitrogen fertilizer use in Germany. *Environ. Res. Lett.* 16(5):55009. doi: 10.1088/1748-9326/abf3de

LSN – Landesamt für Statistik Niedersachsen (Hrsg.) (2025a): Landwirtschaftliche Betriebe insgesamt nach jeweiligen Flächen und Anbaukulturen. Bodennutzungshaupterhebung 2025, 2024, 2023, 2022, 2021, 2019, 2018, 2017 (repräsentativ) und 2020 (total) in Niedersachsen.

LSN – Landesamt für Statistik Niedersachsen (Hrsg.) (2025b): Bodennutzung und Ernte 2024. C I 1, C II 1, C II 2, C II 3 – j / 2024.

LWK NDS – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.) (2025): Richtwert-Deckungsbeiträge 2025. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover.

Müller, L., Schindler, U., Ball, B. C., Smolentsewa, E., und Hennings, V. (2010): Ansätze zur Bewertung von Bodengüte und Ertragspotentialen. In: Vortrags- und Exkursionstagung zur Bodenschätzung, 7. – 9.9.2010, Kloster St. Marienthal bei Ostritz/Oberlausitz.

Natzius, M. (2023): Folgen der Fruchtfolgenumstellung auf eine 4-jährige Anbaupause in Pflanzkartoffeln unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Maßgaben im gesamten Anbausystem. Masterthesis im Studiengang Agrarwirtschaft am Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften der Hochschule Neubrandenburg.

Nickelsen, T. (2025): Klimabilanzen aus dem landwirtschaftlichen Jahresabschluss? Potenziale und Grenzen am Beispiel von Milchvieh- und Ackerbaubetrieben. Masterthesis im Studiengang Agrarmanagement am Fachbereich Agrarwirtschaft der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Kiel.

Prandecki, K., and Wrzaszcz, W. (2025): Farm Greenhouse Gas Emissions as a Determinant of Sustainable Development in Agriculture – Methodological and Practical Approach. Sustainability 2025, 17(14), 6452.
<https://doi.org/10.3390/su17146452>

Rösemann, C., Vos, C., Haenel, H.-D., Dämmgen, U., Döring, U., Wulf, S., Eurich-Menden, B., Döhler, H., Steuer, B., Osterburg, B., and Fuß, R. (2025): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2023: Report on methods and data (RMD) Submission 2025.
<https://git-dmz.thuenen.de/vos/emissionsagriculture2025/-/wikis/home>, 11.2.2026

StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (Hrsg.) (2025): Bericht zur Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln in Bayern.
<https://www.stmelf.bayern.de/landwirtschaft/pflanzenbau/bericht-2025-reduktion-pflanzenschutzmittel/index.html>, 12.2.2026

Thompson, R. B., Voogt, A. W., Incrocci, L., Fink, M., and de Neve, S. (2018): Strategies for optimal fertiliser management of vegetable crops in Europe. Acta Hort. 1192. ISHS 2018. doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1192.15

Thünen-Institut (2025): Thünen Agri-GHG-Tool.

<https://agrighg-tool.thuenen.de/>, 31.3.2026

Tomaš Simin, M., Glavaš-Trbić, D., Miljatović, A., Despotović, J., and Novaković, T. (2025): Farm Sustainability Indicators – Exploring FADN Database. Land 14(10), 1950. doi: 10.3390/land14101950

WBCSD and WRI – World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute (eds.) (2004): The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition.
<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>, 2.2.2026

Die Autorinnen

Projektleiterin: Prof. Dr. Annette Prochnow

Projektbearbeiterin: Dr. Venja Röber-Terstegen

Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB)

Max-Eyth-Allee 100

14469 Potsdam

Potenziale für die Bereitstellung, Lagerung und Konservierung von Moorbio­masse durch landwirtschaftliche Betriebe

Akronym: MoorMass

1	Einleitung	56
1.1	Relevanz	56
1.2	Ziele und Schwerpunkte des Projekts	57
2.	Material und Methoden	58
3.	Literaturrecherche	61
3.1	Zustand der Moore in Brandenburg	61
3.2	Biomasseerträge typischer Biototypen	62
3.3	Verwertungsmöglichkeiten der Biomasse	66
4.	Kartenanalysen	69
4.1	Ausmessung der Moorflächen in den moorreichen Regionen Brandenburgs	69
4.2	Aktuell vorliegende Biototypen in den moorreichen Regionen Brandenburgs	69
4.3	Erwartbare Wasserstufen	71
5	Ableitung theoretischer Biomassepotenziale	72
6	Leitfragengestützte Interviews mit landwirtschaftlichen Betrieben	75
6.1	Derzeitige Moornutzung, Biomasseerträge und Ernte- und Konservierungsverfahren	75
6.2	Derzeitige Biomasseverwertung	76
6.3	Umstellungsmöglichkeiten und erforderliche Marktbedingungen	77
7	Ableitung realisierbarer Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung bei Vorhandensein eines Marktes	79
8	Übertragbarkeit auf andere Regionen Deutschlands	81
9	Zusammenfassung und Ausblick	82
10	Literaturverzeichnis	83
11	Anhang	88
11.1	Abbildungen	88
11.2	Tabellen	91

1 Einleitung

1.1 Relevanz

In Deutschland gibt es 1,93 Millionen Hektar Moore (Wittnebel et al., 2023). Diese sind großräumige Speicher für Wasser, Kohlenstoff und Nährstoffe, Lebensraum für Pflanzen und Tiere und Standorte landwirtschaftlicher Produktion (Leopoldina, 2024). Sie werden überwiegend als Grünland und Ackerland genutzt und sind nahezu flächendeckend entwässert (Wittnebel et al., 2023). Die anhaltende Entwässerung führt zu Bodendegradierung und fortschreitendem Verlust der Ökosystemfunktionen und langfristig auch der Produktionsfunktion (Leopoldina, 2024). Infolge der Torfmineralisation setzen Ackerflächen auf organischen Böden im Jahr 44,4 tCO_{2-eq} pro Hektar und Grünlandflächen 31,7 tCO_{2-eq} pro Hektar frei (Tiemeyer et al., 2020). Entwässerte Moorböden verursachen so mehr als 7 % der nationalen Treibhausgasemissionen (Leopoldina, 2024).

Auf dem Weg zu einer klimaneutralen Landwirtschaft ist die Wiedervernässung von Mooren eine der Vermeidungsstrategien mit dem größten Einsparpotenzial (BMUKN, 2020). Auf wiedervernässten Mooren sinken die Treibhausgasemissionen drastisch auf 5,5 tCO_{2-eq} pro Hektar und Jahr (Tiemeyer et al., 2020). Mittel- bis langfristig können vernässte Moore wieder als Kohlenstoffsenken fungieren.

Die Wiedervernässung von Mooren führt aber auch zu gravierenden Veränderungen ihrer Nutzbarkeit. Auf nassen Niedermooren etablieren sich als Hauptbestandsbildner vor allem hochwüchsige, grasähnliche Pflanzenarten der Feuchtgebiete wie Rohrglanzgras, Wasserschwaden, Großseggen, Rohrkolben, Schilf und Binsen (Kreyling et al., 2021). Der Aufwuchs der dauerhaft nassen Flächen eignet sich daher nicht mehr wie bisher als Futter für die Tierhaltung.

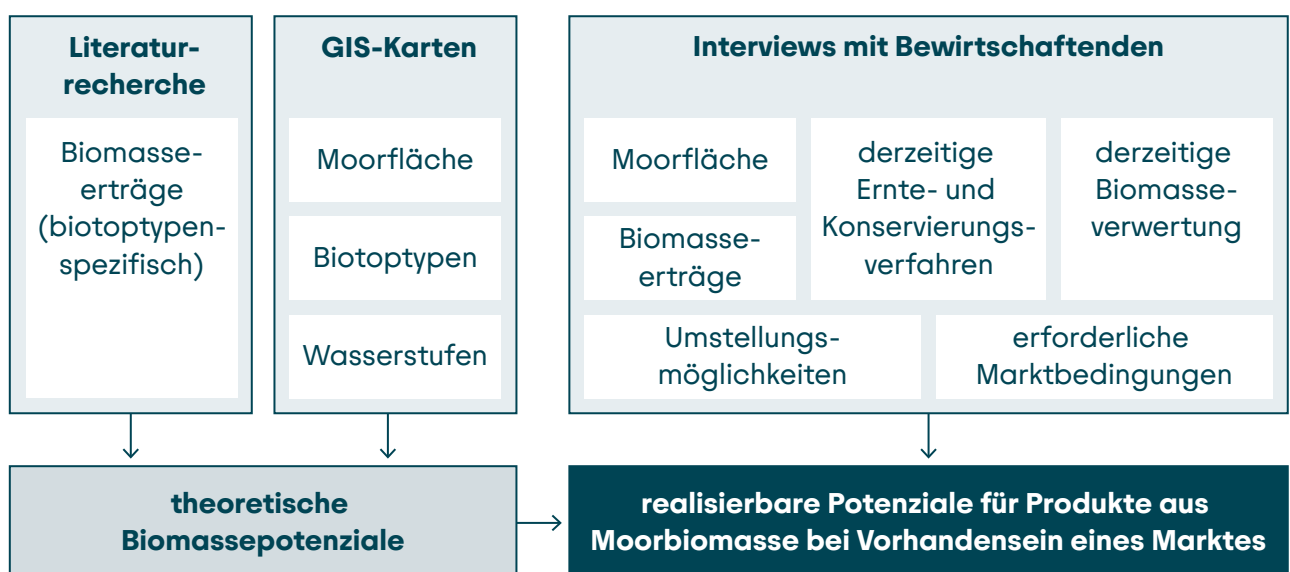
Um wiedervernässte Moore landwirtschaftlich nutzen zu können, müssen neue Wertschöpfungsnetze für die anfallende Biomasse aufgebaut werden (Nordt et al., 2022). Derzeit entwickelt eine Reihe großer Unternehmen Prototypen für die Biomasseverwertung unter anderem als Papier und Verpackungen oder Bau- und Dämmstoffe (tomorrow, 2025). Bei einer sich abzeichnenden zügigen Weiterentwicklung zu Produkten kann kurzfristig eine starke Nachfrage nach Moorbio­masse entstehen. Es fehlt derzeit jedoch an konkreten Potenzialanalysen zur Verfügbarkeit von Moorbio­masse hinsichtlich der Mengen und Bereitstellungsverfahren einschließlich der Lagerung und Konservierung.

1.2 Ziele und Schwerpunkte des Projekts

Ziel des Projekts MoorMass ist es, die Potenziale für die Bereitstellung, Lagerung und Konservierung von Moorbio­masse von wiedervernässten Nieder­mooren durch landwirtschaftliche Betriebe in ausgewählten moorreichen Regionen Brandenburgs abzuschätzen. Hierfür sollen zum einen auf der Basis von Kartenmaterial und Literaturdaten theoretische Biomassepotenziale erfasst werden. Zum anderen soll in Interviews mit Bewirtschaftenden ermittelt werden, wie viel Biomasse von Betrieben kurzfristig bereitgestellt werden kann und welche Konzepte der Lagerung und Konservierung für sie realisierbar sind.

Schwerpunkte des Projekts MoorMass sind die GIS-basierte Analyse der Moorflächen und Biotoptypen sowie erwarteter Veränderungen hinsichtlich der Wasserstufen und die Recherche biotoptypenspezifischer Biomasserträge aus der Literatur (Abbildung 1). Die Ergebnisse beider Schwerpunkte werden zu theoretischen Biomassepotenzialen zusammengeführt. Der dritte Schwerpunkt sind Interviews mit Bewirtschaftenden, in denen die derzeitigen betrieblichen Voraussetzungen, Umstellungsmöglichkeiten und Marktbedingungen für die Bereitstellung von Moorbio­masse erfasst und realisierbare Biomassepotenziale für Moorprodukte bei Vorhandensein eines Marktes abgeleitet werden.

Abbildung 1: Schwerpunkte des Projekts MoorMass



2. Material und Methoden

Für die Literaturrecherche wurde eine Google-Suche mit den Schlagworten *Ertrag* und *Moor* durchgeführt. Außerdem wurden als Schlagworte *Feuchtwiese* bzw. die typischen Moorpflanzen *Schilf*, *Rohrglanzgras*, *Seggen*, *Rohrkolben* ergänzt. Der Schwerpunkt lag auf deutschsprachiger Literatur, um regional repräsentative Angaben zu erhalten.

Die Einteilung der Biotoptypen, das heißt, abgrenzbare Lebensräume mit spezifischen Pflanzengemeinschaften, die durch übereinstimmende Lebensbedingungen gekennzeichnet sind (LfU, 2024), orientierte sich an der Brandenburger Biotoptypenkartierung (LfU, Brandenburger Biotoptypenkartierung, 2025) und wurde für Biotoptypen vorgenommen, die auf Niedermoor typisch sind (Wichmann & Wichmann, 2009). Die Einteilung in Biotoptypen wurde verwendet, da hierfür landesweit Kartenmaterialien vorliegen. Die Biomasseerträge wurden in Tonne (t) Trockenmasse (TM) je Hektar (ha) und Jahr (a) für die jeweiligen Biotoptypen ermittelt.

Im Projekt MoorMass wurden die Biomassepotenziale von Mooren in ausgewählten moorreichen Regionen Brandenburgs analysiert. Die Studie baute dabei auf Vorarbeiten und Kontakten in anderen Projekten ([Klimamoor](#), [BLuMo](#), [WetNetBB](#)) auf. Der Fokus lag auf den Regionen Rhinluch/Havelluch, Mittlere Havel, Uckertal/Randowbruch und Spreewald. Die verwendete Methodik lässt sich auf weitere Regionen in Brandenburg und Deutschland anwenden.

Für die Ableitung von Biomassepotenzialen in Brandenburg wurde verfügbares Kartenmaterial zur Kulisse der [Feuchtgebiete und Moore](#) (GLÖZ 2-Kulisse) verwendet, das in Berlin und Brandenburg lokalisierte kohlenstoffreiche Böden mit einer zusammenhängenden Flächengröße von 0,5 ha abbildet (MLEUV, 2025). In der Kulisse sind kohlenstoffreiche Böden enthalten, die im Jahr 2021 mindestens 10 cm organische Substrate mit mehr als 15 % an organischer Substanz aufwiesen. Im Allgemeinen werden Böden als Moor angesprochen, wenn sie einen Anteil an organischer Substanz von mehr als 30 % aufweisen. Unterschiedliche Bodentypen und Substratarten wurden in der Studie nicht betrachtet.

Die in den Untersuchungsregionen vorliegenden Biotoptypen wurden aus verfügbarem Kartenmaterial der [Biotop- und Landnutzungskartierung \(BTLN\)](#) des Landes Brandenburg extrahiert (LfU, 2025), indem das Kartenmaterial der BTLN mit dem Kartenmaterial der Moorflächen in den in MoorMass untersuchten Regionen mittels QGIS (Version 3.40.8, Bratislava) unter Verwendung

des Koordinatensystems KBS25833 verschnitten wurde (Abbildung A1). Hieraus wurden für folgende Biotoptypen, die sich auf Moorflächen befanden, die Flächengrößen herausgearbeitet: Feuchtwiesen (Biotoptypencode: 05100–05108), Frischwiesen (05110–05114), wechselfeuchtes oder trockenes Grünland (05130–05134, 05140–05143, 05150–05152), Acker und Ackerbrachen (09125, 09130–09139, 09140–09149, 09150–09152), Randbereiche von Fließgewässern (01210–01212), Randbereiche stehender Kleingewässer und Seen (02210–02212), Niedermoore und Sümpfe (04200–04202, 04300–04320, 04400–04420, 04500–04590), (Abbildung A2 – A3).

Zur Beschreibung der Wasserstände in Mooren wurde die Einteilung in Wasserstufen verwendet, mit der Schwankungsbereiche der Jahresmediane der Wasserstände beschrieben werden. Die Wasserstufen 6 + und 5 + weisen auf nasse bis sehr nasse Bedingungen hin, bei denen der Median der Wasserstände im Sommer höher als 10 cm unter Flur ist (Koska et al., 2001). Bei Wasserstufen von 6 + und 5 + liegen moorerhaltende bis torfaufbauende Wasserstände vor, die Ziel des Moorschutzes sind. Wasserstufen von 4 + sowie 4 +/3 + kennzeichnen sehr feuchte bis feuchte Bedingungen mit Wasserständen, die im Median im Sommer zwischen 10 cm bis 40 cm unter Flur liegen. Unter diesen Wasserständen liegen mäßig torfzehrende Gegebenheiten vor, die im Zuge einer Umstellung auf eine nasse Bewirtschaftung als Mindestziel gelten (Haberl & Mosebach, 2023). Wasserstufen von 3 + oder 3 +/2 + beschreiben feuchte bis mäßig feuchte Standorte (Koska et al., 2001), bei denen die Wasserstände im Median im Sommer zwischen 40 cm bis 70 cm unter Flur liegen, wodurch stark torfzehrende Gegebenheiten vorliegen (Haberl & Mosebach, 2023). Wasserstufen von 2 + bis 2 - deuten auf mäßig feuchte bis trockene Standorte hin (Koska et al., 2001), deren Wasserstände im Median im Sommer 70 cm unter Flur oder tiefer liegen. Die tiefe Entwässerung resultiert in stark torfzehrenden Bedingungen, die mit hohen Emissionen von Kohlenstoffdioxid verbunden sind (Haberl & Mosebach, 2023). Die Ableitung der Wasserstufen, die im Falle einer Vernässung für bestimmte Biotoptypen erreichbar sind, basiert auf Wichmann und Wichmann (2009).

Basierend auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche zu biotoptypischen Biomasseerträgen und den Ergebnissen der QGIS-basierten Analyse zu Moorflächen sowie Biotoptypen und unter Einbeziehung der Wasserstufen wurden theoretische Biomassepotenziale für die Untersuchungsregionen abgeleitet.

Die theoretischen Biomassepotenziale geben somit die aufwachsende Biomasse wieder, die sich rechnerisch aus den regional vorhandenen Moorflächen und Literaturwerten für die biotoptypenspezifischen Biomasseerträge ergibt. Theoretische Biomassepotenziale sind jedoch aufgrund unterschiedlicher Einschränkungen nicht vollständig verfügbar. In der Literatur werden technische und wirtschaftliche Biomassepotenziale unterschieden (FNR, 2025). Technische Biomassepotenziale kennzeichnen die Mengen an Biomasse, die technisch erschließbar sind. Für Moorbiomasse können Restriktionen vor allem durch Erschwernisse beim Technikeinsatz auf nassen Flächen und durch Fehlen spezieller Technologien für die Biomasseverwertung entstehen. Wirtschaftliche Biomassepotenziale beziehen sich auf die Mengen an Biomasse, für die eine Wirtschaftlichkeit der Verwertung erzielt werden kann. Die schwierigen Standortbedingungen für die Flächenbewirtschaftung und die oft herausfordernden Stoffeigenschaften von Moorbiomasse führen zu hohen Kosten und lassen erwarten, dass sich die Biomassepotenziale weiter reduzieren. Darüber hinaus können Strukturen in den landwirtschaftlichen Betrieben bedingen, dass die Biomasse für bereits vorhandene Verwertungspfade unverzichtbar ist und daher nicht für eine industrielle Nutzung zur Verfügung steht.

Daher wurden leitfragengestützte Interviews mit Leitenden landwirtschaftlicher Betriebe geführt, um die Relation von ermittelten theoretischen Biomassepotenzialen zu realisierbaren betrieblichen Biomassepotenzialen abschätzen zu können. In den moorreichen Regionen Mittlere Havel und Spreewald wurden jeweils drei landwirtschaftliche Betriebe, die Moorflächen bewirtschaften, befragt. Dabei wurden unterschiedlich große Betriebe ausgewählt, zu denen durch vorherige Projekte bereits Kontakte bestanden. Der Leitfaden umfasste folgende Bereiche:

- derzeitige Flächennutzung: landwirtschaftlich genutzte Flächen, Ackerflächen, Grünlandflächen
- Tierhaltung: Art und Anzahl der Nutztiere
- Moorflächen: Größen, Nutzungsformen und -intensitäten, Vegetationen und Biomasseerträge, Ernte- und Konservierungsverfahren
- Perspektiven auf eine mögliche Anhebung der Wasserstände: erwartete Auswirkungen auf Biomasseerträge und -verwertbarkeit, Technikeinsatz und Kosten, verfügbare Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung

3. Literaturrecherche

3.1 Zustand der Moore in Brandenburg

Mit einer Fläche von 264.000 ha organischer Böden im Jahr 2023 gehört Brandenburg nach Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern zu den moorreichsten Bundesländern Deutschlands. Hiervon können aus bodenkundlicher Sicht noch etwa 166.000 ha als echte Moore eingeordnet werden, während 99.000 ha Moorfolgeböden wie Moorgleye und Anmoore ausmachen (Haberl & Mosebach, 2023).

Die Moore in Brandenburg gehören zu den Niedermooren, deren Wasserhaushalte durch Grundwasser gespeist werden (MLUK, 2003). Die überwiegend flach- bis mittelgründigen Moore zeichnen sich hinsichtlich ihrer Entstehung durch eine große Vielfalt aus (Haberl & Mosebach, 2023). Besonders häufig treten Versumpfungsmoore auf, wie beispielsweise im Havelländischen Luch. Bei naturnahen Mooren handelt sich häufig um Verlandungsmoore wie beim Kremmener Luch. Darüber hinaus finden sich aber auch Auen-Überflutungs- und Kesselmoore sowie Durchströmungs-, Quell- und Hangmoore (Pickert et al., 2015).

Historisch bedingt wird der Großteil der Brandenburger Moore entwässert bewirtschaftet (Haberl & Mosebach, 2023) und als Grünland oder Ackerland genutzt (Wittnebel et al., 2023). Infolge der entwässerungsbasierten Bewirtschaftung degradieren die Böden bedingt durch Humifizierung und Mineralisierung des Torfs unter aeroben Bedingungen. Mit der Bodendegradierung gehen Moorsackungen durch Verdichtung und Schrumpfung einher (MLUK, 2003).

Eine Wiedervernässung von Mooren, die der Bodendegradierung entgegenwirken und langfristig auch zum Aufbau des Torfkörpers führen würde, resultiert in einer Veränderung ihrer Nutzbarkeit, insbesondere dadurch, dass sich neue Hauptbestandsbildner etablieren, die für Feuchtgebiete typisch sind (Kreyling et al., 2021). Dadurch ist eine Verwendung des Aufwuchses als Tierfutter nicht mehr möglich und es werden neue Wertschöpfungsnetze notwendig, um die Arbeitsplätze und Einkommen der Bewirtschaftenden auch weiterhin zu ermöglichen.

3.2 Biomasseerträge typischer Biotoptypen

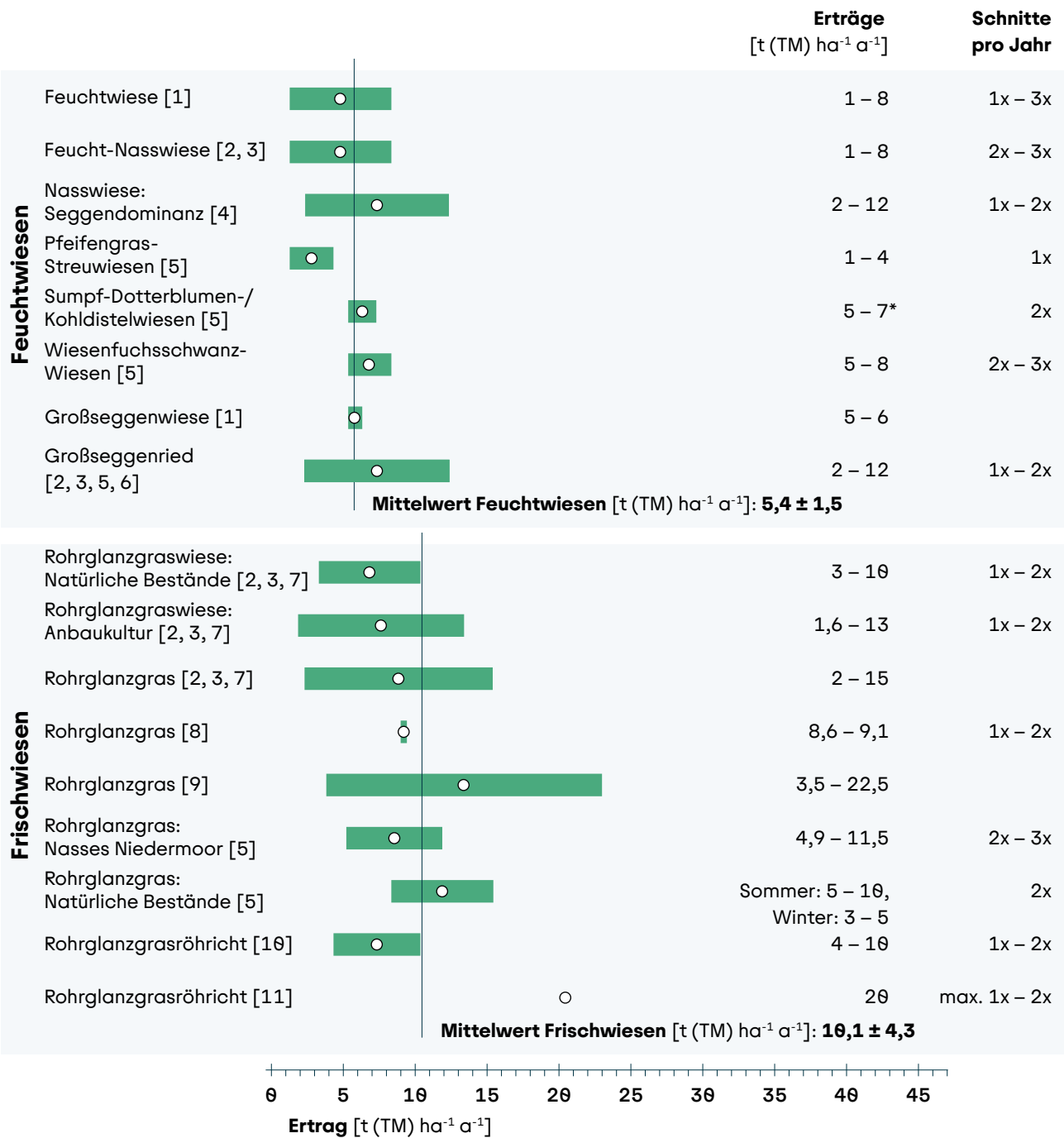
Veränderungen der Wasserstände beeinflussen die Vegetation unmittelbar (Succow & Joosten, 2001). Auf wiedervernässten Niedermooren etablieren sich Pflanzenarten, die hohe Wasserstände gut tolerieren können. Kombinationen von bestimmten Pflanzenarten sind charakteristisch für feuchte Standorte, sodass sich durch die Vegetation auf die vorhandenen Wasserstände rückschließen lässt (Koska et al., 2001).

Die Biomasseerträge auf nassen Niedermooren werden durch die hauptbestandsbildenden Pflanzenarten bestimmt. Zudem variieren die Erträge in Abhängigkeit von den Standortgegebenheiten wie Bodeneigenschaften, Wasserstände, Nährstoffverfügbarkeiten, Wetterbedingungen und Bewirtschaftungsweise, etwa Erntezeitpunkte und -häufigkeiten (Birr et al., 2021). Darüber hinaus dauert es nach der Umstellung von einer trockenen zu einer nassen Bewirtschaftung je nach hauptbestandsbildender Pflanzenart zwischen einem und drei Jahren, bis sich stabile Bestände etabliert haben und Ertragsmaxima erreicht werden (Haberl & Mosebach, 2023). Bei Großseggenried (Nordt et al., 2020), Schilfröhricht (Närrmann et al., 2021) und Rohrkolben (Birr et al., 2021) kann es sinnvoll sein, gezielt anzupflanzen, allerdings handelt es sich bei Anpflanzungen nicht um eine gängige großflächige Praktik. Feucht- und Nasswiesen, die von Seggen (GMC, Flyer Nasswiesen, 2016) oder Großseggenried (Nordt et al., 2020) dominiert werden, Rohrglanzgraswiesen und -röhrichte (GMC, Steckbrief Rohrglanzgraswiese, 2019) und Niedermoorstandorte mit Rohrkolben (Birr et al., 2021) werden auch durch Ansaat etabliert (Haberl & Mosebach, 2023).

Durch die zahlreichen Einflussfaktoren der Vegetationen ergeben sich für Biomasseerträge biotoptypenspezifische Spannbreiten (Abbildung 2 – 3).

Die Biomasseerträge zwischen den Biotoptypen und auch innerhalb der Biotoptypen schwanken stark. Die Biomasseerträge, die im Durchschnitt auf Frischwiesen erreicht werden, sind mit $5,4 \pm 1,5 \text{ t TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ niedriger als die Biomasseerträge auf Frischwiesen, die im Durchschnitt bei $10,1 \pm 4,3 \text{ t TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ lagen. Auf Grünland werden im Durchschnitt Biomasseerträge in Höhe von $8,0 \pm 1,3 \text{ t TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ erzielt, wobei die Biomasseerträge auf feuchtem Grünland niedriger als auf trockenem, intensiv genutztem Grünland sind. Bei Ackerbau sind Biomasseerträge in Bezug auf die Trockenmasse stark davon abhängig, welche Pflanzen angebaut werden. Auf Niedermoor können für Schilf und Rohrkolben zum Teil hohe Biomasseerträge von $16,0 \pm 5,1 \text{ t TM ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bei einem Schnitt pro Jahr erreicht werden.

Biotoptenspezifische Biomasseerträge auf Feucht- und Frischwiesen



* Bei Kalium-Düngung, sonst abnehmend

Abbildung 2: Biotoptenspezifische Biomasseerträge auf Feucht- und Frischwiesen. Die Biomasseerträge wurden aus verfügbarer Literatur zusammengetragen, auf die durch die Zahlen in den eckigen Klammern verwiesen wird. Vertikale Linien stellen die Mittelwerte der Biomasseerträge für die Biotoptypen in Tonnen (t) Trockenmasse (TM) je Hektar (ha) und Jahr (a) ± Standardabweichung dar. Für die Berechnung der Mittelwerte für die Biotoptypen wurden die Mittelwerte der aus der Literatur gewonnenen Spannbreiten der Erträge in t TM ha⁻¹ a⁻¹ herangezogen (Darstellung als Kreis). Literaturverweise: [1] GMC, Steckbrief Feuchtwiese (2019); [2] Birr et al. (2021); [3] Haberl & Mosebach (2023); [4] GMC, Flyer Nasswiesen (2016); [5] Nordt et al. (2020); [6] GMC, Steckbrief Großseggenried (2019); [7] GMC, Steckbrief Rohrglanzgraswiese (2019).

Für Biomasseerträge sind insbesondere Erntezeitpunkte und Anzahl der Schnitte relevant. Standortgegebenheiten wie Nährstoffverfügbarkeiten sind entscheidend für die Entwicklung der Vegetationen und bestimmen dadurch auch die Anzahl der Schnitte, die möglich ist (GMC, Steckbrief Feuchtwiese, 2019). Bei Feuchtwiesen werden ein bis drei Schnitte jährlich durchgeführt (Nordt et al., 2020). Feuchtwiesen können beispielsweise in Abhängigkeit von der Nährstoffverfügbarkeit als einschürige Streuwiesen oder zwei- bis dreischürige Futterwiesen genutzt werden (GMC, Steckbrief Feuchtwiese, 2019). Frischwiesen mit Rohrglanzgras sind in der Regel ein- bis zweischürig (Birr et al., 2021), wobei häufig eine Ernte im Sommer und eine zweite im Winter stattfindet (Nordt et al., 2020). Während wechselfeuchtes Grünland einschürig (gegebenenfalls zweischürig) bewirtschaftet wird (Birr et al., 2021), werden bei intensiv genutztem bis zu drei Schnitte durchgeführt (Wichmann & Wichtmann, 2009). Im Vergleich dazu werden Schilf und Rohrkolben auf Niedermooren in der Regel einmal jährlich nach Bestands-etablierung geschnitten (Birr et al., 2021).

Biotoptenspezifische Biomasseerträge bei Grünland, Ackerbau, Niedermoor und Sümpfen

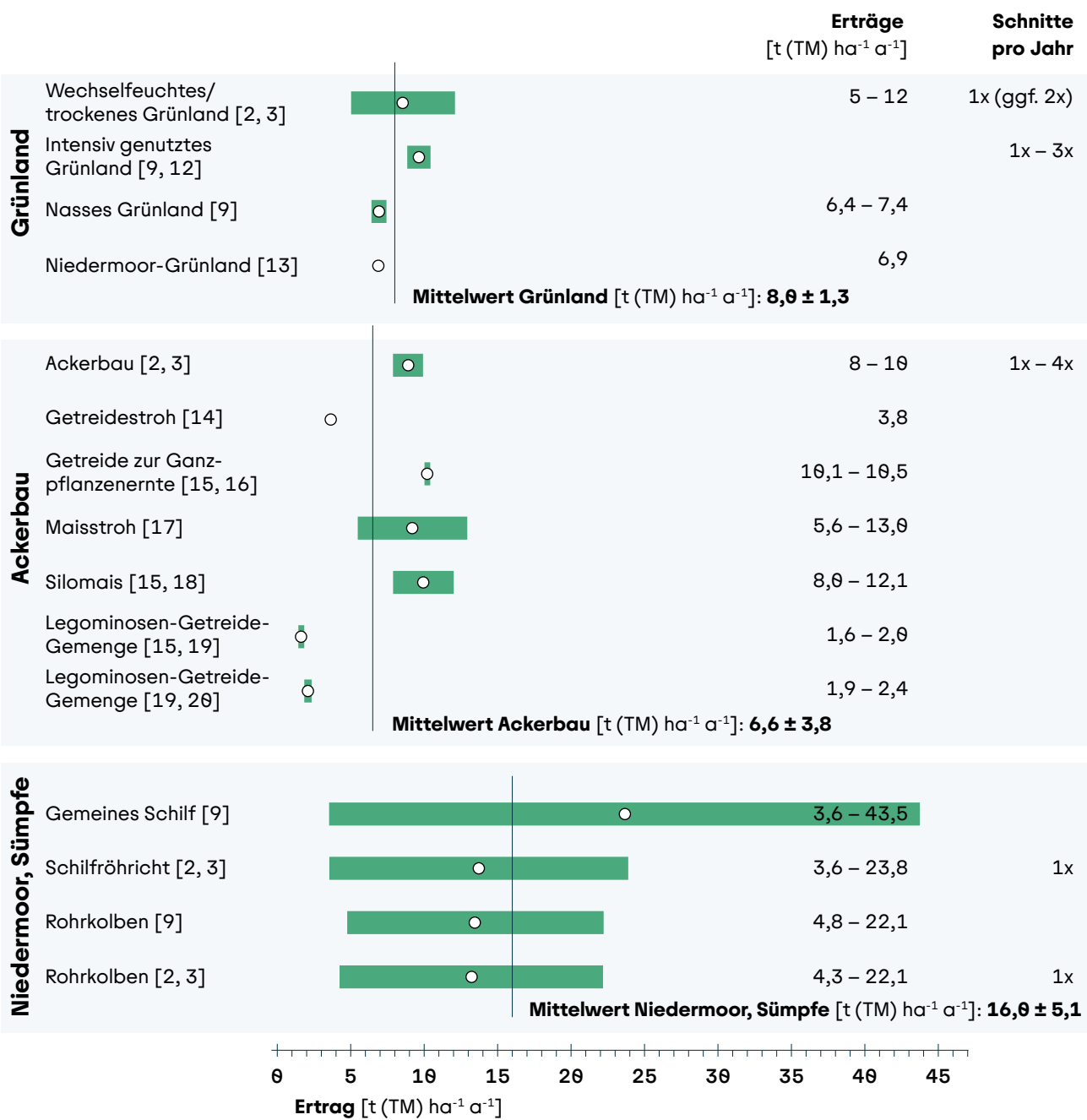


Abbildung 3: Biotoptenspezifische Biomasseerträge bei Grünland, Ackerbau, Niedermoor und Sümpfen. Die Biomasseerträge wurden aus verfügbarer Literatur zusammengetragen, auf die durch die Zahlen in den eckigen Klammern verwiesen wird. Vertikale Linien stellen die Mittelwerte der Biomasseerträge für die Biotoptypen in Tonnen (t) Trockenmasse (TM) je Hektar (ha) und Jahr (a) ± Standardabweichung dar. Für die Berechnung der Mittelwerte für die Biotoptypen wurden die Mittelwerte der aus der Literatur gewonnenen Spannweiten der Erträge in t TM ha⁻¹ a⁻¹ herangezogen (Darstellung als Kreis). Literaturverweise: [2] Birr et al. (2021); [3] Haberl & Mosebach (2023); [9] Wichtmann (2009); [12] Diepolder et al. (2025); [13] Alabsi et al. (2019); [14] Weiser (2014); [15] Berlin-Brandenburg (2024); [16] LUFA (2024); [17] Strobl (2022); [18] Nordrhein-Westfalen (2025); [19] Eberl et al. (2018); [20] Leisen (1996).

3.3 Verwertungsmöglichkeiten der Biomasse

Um die anfallende Biomasse wiedervernässter Moore landwirtschaftlich nutzen zu können, müssen neue Wertschöpfungsnetze aufgebaut werden (Nordt et al., 2022). Für die Verwertung der Biomasse von nass genutzten Moorstandorten wurden verschiedene Verwertungsoptionen im Pilotmaßstab erprobt. Für den Aufbau neuer Wertschöpfungsketten ist es essenziell, dass die Biomasse, die saisonal anfällt, entweder getrocknet gelagert oder siliert werden kann, damit sie für die anschließende Weiterverarbeitung ganzjährig zur Verfügung steht und Produktionsanlagen ausgelastet werden können. Für die Moorbiomasse sind stoffliche Verwertungen wie die Nutzung zur Herstellung von Papier, Baustoffen oder Einstreupellets oder energetische Verwertungen in Biogasanlagen denkbar. Eine energetische Verwertung ist vor allem in der Umstellungsphase einer nasseren Bewirtschaftung sinnvoll, wenn vorhandene Anlagen genutzt werden können. Langfristig ist aus betriebswirtschaftlicher Perspektive und im Sinne des Klimaschutzes eine stoffliche Verwertung vorzuziehen (Haberl & Mosebach, 2023). Im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist auch die energetische Verwertung von Relevanz, um in Prozessketten anfallende Reststoffe, die nicht mehr stofflich genutzt werden können, nutzbar zu machen.

Im Folgenden werden die aktuellen Verwertungsmöglichkeiten der am häufigsten auf Niedermoor in Brandenburg anfallenden Biomasse zusammengefasst:

Die Biomasse, die auf *Feuchtwiesen* anfällt, wird von Gräsern dominiert. Häufig vorkommende Pflanzenarten sind Seggen (*Carex L.*) oder feuchte, tolerante Arten wie Wiesenfuchsschwanz, Pfeifengras, Sumpf-Dotterblumen und Kohldisteln (Nordt et al., 2020). Die Biomasse von Feuchtwiesen zeichnet sich durch ihre hohe Saugfähigkeit aus und eignet sich vor allem für eine tiergebundene Nutzung, beispielsweise als Einstreumaterial, mit anschließender Weiterverwendung als Dünger oder in der energetischen Verwertung in Biogasanlagen (GMC, Steckbrief Feuchtwiese, 2019). Auch eine direkte Verwendung als Kompost auf Ackerflächen ist denkbar. Eine Verwertungsmöglichkeit von frischer sowie siliierter Biomasse von besonders nassen Standorten stellt die hydrothermale Carbonisierung dar, durch die Pflanzenkohle produziert werden kann (Haberl & Mosebach, 2023).

Die Biomasse von Seggen (*Carex acuta* L., *Carex spec.*) zeichnet sich durch ihren hohen Faseranteil aus. Seggen eignen sich als Einstreupellets in der Tierhaltung sowie als Ausgangsstoff für die Herstellung von Papier und Kartonagen (Haberl & Mosebach, 2023). Außerdem ist eine energetische Verwertung als Brennstoff oder in Biogasanlagen denkbar (GMC, Steckbrief Großseggenried, 2019).

Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea* L.), das von Frischwiesen gewonnen werden kann, eignet sich aufgrund seines niedrigen Anteils an Lignin und seines hohen α -Zelulose-Gehalts für Biokunststoffe. Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten liegen in der Nutzung für die Papierherstellung, als Faserwerkstoffplatten sowie als Bau- und Dämmstoffe (Haberl & Mosebach, 2023). Auch tiergebundene Nutzungen sind für Rohrglanzgras denkbar, zum Beispiel eine Nutzung der Biomasse als Futter vor allem für Pferde (GMC, Flyer Rohrglanzgras, 2016). Im Rahmen der energetischen Verwertung ist Rohrglanzgras für eine direkte Verbrennung oder in Biogasanlagen nutzbar (Haberl & Mosebach, 2023).

Gemeines Schilf (*Phragmites australis* L.) zeichnet sich durch seine wasserabweisenden Eigenschaften und schwierige Entflammbarkeit aus. Dadurch eignet sich Schilf als Baustoff für Brandschutzplatten. Gehäckseltes, im Winter geerntetes Schilf kann auch als Dämmstoff in Putzen verwendet werden. Darüber hinaus kann Schilf als Rohstoff zur Gewinnung von Lignin und Zellulose dienen. Historisch wird Schilf für Dachreet verwendet, da durch das luftgefüllte Aerenchymgewebe des Schilfs der Wärmeaustausch verringert wird. Schilf, das im Sommer geerntet wird, eignet sich für eine direkte Verbrennung in Biogasanlagen (Haberl & Mosebach, 2023).

Rohrkolben (*Typha latifolia* L., *Typha angustifolia* L.) besitzt wie Schilf viel luftgefülltes Aerenchymgewebe, das von Stützgewebe umschlossen ist. Aufgrund der daraus resultierenden Eigenschaften ergibt sich die Möglichkeit der stofflichen Verwertung als Einblasdämmung oder zur Herstellung von Dämmplatten. Auch eine Nutzung von Rohrkolben mittels Faseraufschluss für Verpackungsmaterialien, Einweggeschirr oder als Verschalungen im Fahrzeugbau ist denkbar. Eine mögliche Beimischung von Rohrkolben in Torfersatzstoffe befindet sich aktuell in der Erforschung. Eine energetische Verwertung durch direkte Verbrennung oder Nutzung in Biogasanlagen ist bei Rohrkolben ebenso möglich (Haberl & Mosebach, 2023).

Trotz der vielfältigen Möglichkeiten für die Verwertung von Moorbiomasse im Pilotmaßstab mangelt es aktuell noch an der großflächigen Umsetzung neuer Wertschöpfungsnetze. Unter Beteiligung von relevanten Unternehmen wird jedoch bereits an einer großflächigen Realisierung neuer Wertschöpfungsketten gearbeitet (tomorrow, 2025).

Um die Transformation zu einer nachhaltigen Moornutzung realisieren zu können, bedarf es neben tragfähigen Verwertungsmöglichkeiten der Moorbiomasse auch praktikablen Methoden zur Bewirtschaftung der Standorte, Abschätzungen zu erwartbaren Erträgen und effizienten Lösungen für Transport und Lagerung der Biomasse.

4. Kartenanalysen

4.1 Ausmessung der Moorflächen in den moorreichen Regionen Brandenburgs

Insgesamt ergab sich in Brandenburg aus dem verwendeten Kartenmaterial eine Moorfläche von 242.882 ha. Vergleichbare Ergebnisse hatten sich in vorangegangenen Auswertungen ergeben.

Aus dem Kartenmaterial wurden die Moorflächen in den in MoorMass untersuchten Regionen extrahiert. In den untersuchten moorreichen Regionen befand sich insgesamt eine Moorfläche von 63.262 ha. Davon lagen 25.448 ha im Havelluch, 15.933 ha im Rhinluch, 9.883 ha im Spreewald, 7.797 ha in der Mittleren Havel, 3.080 ha im Randowbruch und 1.061 ha im Uckertal. Von der verfügbaren Moorfläche in Brandenburg wurde somit im Rahmen dieser Studie ein Viertel (26 %) betrachtet.

4.2 Aktuell vorliegende Biotoptypen in den moorreichen Regionen Brandenburgs

Auf Moor sind die Biotoptypen Feuchtwiesen, Frischwiesen, wechselfeuchtes oder trockenes Grünland, Acker und Ackerbrachen, Randbereiche von Fließgewässern, Randbereiche stehender Kleingewässer und Seen, Niedermoore und Sümpfe für eine Umstellung in eine nasse Bewirtschaftung interessant (Wichmann & Wichtmann, 2009).

Insgesamt ergab sich in den untersuchten Regionen eine Fläche von 53.811 ha, die sich auf Moor befindet und gleichzeitig einem der Biotoptypen zugehörig ist, die für eine Umstellung in eine nasse Bewirtschaftung interessant sind. Davon lagen 23.144 ha im Havelluch, 13.789 ha im Rhinluch, 6.187 ha in der Mittleren Havel, 6.835 ha im Spreewald, 2.952 ha im Randowbruch und 901 ha im Uckertal. Somit weist in den Untersuchungsregionen der Großteil der Moorflächen (85 %) Biotoptypen auf, die für eine nasse Bewirtschaftung interessant sind.

Die Regionen unterschieden sich in den vorliegenden Biotoptypen, die auf Moorflächen zu finden sind (Abbildung A2-A3). Feuchtwiesen/-weiden überwogen im Uckertal (61 %) und im Spreewald (55 %) und nahmen auch einen nennenswerten Anteil der Moorflächen im Randowbruch (24 %) und in der

Mittleren Havel (29 %) ein. Frischwiesen/-weiden waren vor allem im Rhinluch (25 %) und im Spreewald (21 %) zu finden. Moorflächen mit Frischwiesen/-weiden nahmen in der Mittleren Havel (8 %) und im Havelluch (7 %) nur einen kleineren Anteil ein. Grünland nahm den größten Flächenanteil im Randowbruch (71 %), Havelluch (62 %), Rhinluch (57 %) und in der Mittleren Havel (44 %) ein. Moorflächen mit Grünland traten weniger häufig im Spreewald (15 %) und im Uckertal (4 %) auf. Acker/Ackerbrachen auf Moorflächen fanden sich insbesondere im Havelluch (20 %) und in der Mittleren Havel (18 %). Der Biototyp Niedermoor/Sümpfe fand sich vor allem im Uckertal (31 %).

Die vorliegenden Biototypen eignen sich in unterschiedlichen Maßen für eine nasse Bewirtschaftung (Wichmann & Wichtmann, 2009). Daher erfordert die regionenspezifische Ausgangslage hinsichtlich der Zusammensetzung der Biototypen eine differenzierte Betrachtungsweise bei der Ableitung theoretischer Biomassepotenziale, die infolge einer Anpassung der Wasserstände erwartbar wären. Für Feuchtwiesen wird angenommen, dass bis zu 40 % der Flächen nach einer Wiedervernässung für eine Ernte von Moorbio­masse geeignet wären; bei Frischwiesen werden im Fall der Wiedervernässung 30 % der Flächen als nutzbar angesehen. Da Grünland in der Regel höher gelegen ist, wodurch eine Vernässung schwieriger realisierbar ist, wird angenommen, dass sich 20 % des wechselfeuchten und trockenen Grünlandes für eine nasse Bewirtschaftung eignen. Für Acker/Ackerbrachen, Randbereiche von Fließgewässern, Randbereiche stehender Gewässer/Seen sowie die Biotypen Niedermoor/Sümpfe werden jeweils 10 % der Flächen als nutzbar für eine nasse Bewirtschaftung betrachtet (Wichmann & Wichtmann, 2009).

Unter Einbeziehung der biotopspezifischen Eignung ergab sich insgesamt eine Fläche von 12.746 ha in den Untersuchungsgebieten, die für eine nasse Bewirtschaftung nutzbar wäre. Davon lagen 4.802 ha im Havelluch, 3.242 ha im Rhinluch, 2.210 ha im Spreewald, 1.529 ha in der Mittleren Havel, 702 ha im Randowbruch und 262 ha im Uckertal (Tabelle A1). Von den verfügbaren Moorflächen in den untersuchten Regionen in Brandenburg (63.262 ha) eignet sich somit insgesamt ein Fünftel (20 %) für eine nasse Bewirtschaftung.

4.3 Erwartbare Wasserstufen

Den im Rahmen der Studie betrachteten Biotoptypen können anhand der vorliegenden spezifischen Pflanzenarten Wasserstufen zugeordnet werden. Für Feuchtwiesen und -weiden ergeben sich Wasserstufen von 4 +/3 + und für Frischwiesen sowie für wechselfeuchtes und trockenes Grünland die Wasserstufe 3 +. Für Acker und Ackerbrachen können Wasserstufen zwischen 3 + und 3 - vorliegen. Randbereiche von Fließgewässern und stehenden Kleinstgewässern bzw. Seen sowie dem Biotoptyp Niedermoor werden zu 50 % die Wasserstufe 4 + und zu 50 % die Wasserstufe 5 + zugeordnet. Sümpfe haben eine Wasserstufe von 5 + (Wichmann & Wichtmann, 2009).

Durch moderate Wiedervernässungen verändern sich die Wasserstufen der betrachteten Biotoptypen hin zu den Stufen von 4 +, 5 + oder 6 + (Wichmann & Wichtmann, 2009). Die Wasserstufe 4 + ist für den Großteil der geeigneten Flächen nach einer Wiedervernässung im Randowbruch (61 %), in Havelluch (71 %), in Rhinluch (73 %) und in der Mittleren Havel (56 %) zu erwarten (Tabelle A2 – A4). Wasserstufe 5 + ist für den Großteil der Flächen im Uckertal (66 %) und im Spreewald (53 %) realistisch.

Neben Wasserständen beeinflusst auch die Nährstoffversorgung die erreichbaren Biomasseerträge. Die Nährstoffversorgung könnte in weiterführenden Betrachtungen durch anteilige Einteilung der Biotoptypen nach Trophiestufen mit einbezogen werden (Wichmann & Wichtmann, 2009), war jedoch nicht Teil dieser Studie.

5 Ableitung theoretischer Biomassepotenziale

Die erreichbaren Biomasseerträge nach einer Wiedervernässung werden dadurch beeinflusst, wie die Besiedelung der Flächen stattfindet. Für Schilf ist beschrieben, dass im Mittel nur auf 20 – 40 % der Flächen mit Wasserstufe 5 + sowie 6 + Dominanzbestände ausgebildet werden. Bei Rohrglanzgras bilden sich bei Wasserstufe 4 + auf 40 – 60 % der Flächen Dominanzbestände aus (Timmermann et al. 2009). Durch gezielte Anpflanzung können Dominanzbestände etabliert werden, die 95 – 100 % der Flächen besiedeln (Wichmann & Wichtmann, 2009), jedoch ist dies in der Praxis häufig keine gängige Vorgehensweise.

Um theoretische Biomassepotenziale abzuleiten, wurden zwei Ansätze verwendet:

Ansatz 1: Für die Eignungsflächen, die in den untersuchten Regionen ermittelt wurden (Tabelle A5 – A7), wurde die spontane Etablierung von Mischbeständen angenommen, für die mittlere Biomasseerträge von 4,5 t TM/ha*a beschrieben wurden (Birr et al., 2021).

Ansatz 2: Für die Eignungsflächen, denen in Abhängigkeit der Biotoptypen die Wasserstufen 4 +, 5 + und 6 + zugeordnet wurden (Tabelle A8 – A10), wurde die Etablierung von Dominanzbeständen angenommen. Für die Flächen, für die nach Wiedervernässung eine Wasserstufe von 4 + zu erwarten ist, wurde die Etablierung von Rohrglanzgras auf 50 % der Flächen kalkuliert. Für die Flächen, für die Wasserstufen von 5 + und 6 + erwartbar sind, wurde die Etablierung von Schilf auf 30 % der Flächen angenommen (Wichmann & Wichtmann, 2009).

Beide Ansätze führten zu vergleichbaren theoretischen Biomasseerträgen in den Untersuchungsregionen (Tabelle A5 – A10). Für das Uckertal ergaben sich theoretische Biomasseerträge von 1.621 t TM/a unter Annahme der Etablierung von Mischbeständen bzw. 1.515 t TM/a unter Einbeziehung der Wasserstufen bei spontaner Etablierung von Dominanzbeständen. Für das Randowbruch wurden Erträge von 5.313 t TM/a bei Mischbeständen bzw. 5.535 t TM/a bei Dominanzbeständen errechnet. Die höchsten theoretischen Biomasseerträge ergaben sich aufgrund der großen Eignungsfläche im Havelluch mit 41.659 t TM/a bei Etablierung von Mischbeständen bzw. 44.226 t TM/a bei Dominanzbeständen. Für das Rhinluch ergaben sich

ebenfalls aufgrund der ausgedehnten Eignungsfläche vergleichsweise hohe theoretische Erträge von 24.829 t TM/a bei Mischbeständen bzw. 26.426 t TM/a bei Dominanzbeständen. Für die Regionen Mittlere Havel und Spreewald sind ähnliche Biomasseerträge zu erwarten. In der Mittleren Havel ergaben sich theoretische Erträge von 11.136 t TM/a bei Mischbeständen bzw. 11.470 t TM/a bei Dominanzbeständen; im Spreewald 12.303 t TM/a bei Mischbeständen bzw. 12.141 t TM/a bei Dominanzbeständen.

Insgesamt lassen sich für die untersuchten moorreichen Regionen in Brandenburg theoretische Biomasseerträge von 96.853 t TM/a bei Mischbeständen bzw. 101.313 t TM/a bei Dominanzbeständen von Schilf und Rohrglanzgras ableiten.

Im Vergleich wurden unter Verwendung der mittleren biotoptypischen Biomasseerträge, die aus der Literaturrecherche gewonnen wurden (Abbildung 1), theoretische Erträge ermittelt, die mit den aktuellen Nutzungen auf den Eignungsflächen erwartbar sind (Tabelle A5 – A7). Hieraus ergab sich insgesamt ein theoretischer Ertrag von 164.381 t TM/a. Somit wären die theoretisch erwartbaren Biomasseerträge durch eine Umstellung in eine nasse Bewirtschaftung zwischen 38 % bis 41 % niedriger als durch eine entwässerungsbasierte Bewirtschaftung.

Die vorliegende Einschätzung basiert auf einer Kombination von Kartenanalysen, Annahmen zu Veränderungen der Wasserstände und Etablierungen von bestimmten Pflanzenarten sowie theoretischen Biomasseerträgen und kann daher mit Ungenauigkeiten behaftet sein. Die für die Untersuchung verwendete Kartierung stellt die Zustände der Biotoptypen von 2009 dar, sodass es in der Zwischenzeit zu Veränderungen gekommen sein kann, insbesondere im Hinblick auf Verbuschungen. Nichtsdestoweniger eignet sich das Kartenmaterial, um Flächen von Biotoptypen mit hinreichender Auflösung zu erfassen.

Im Allgemeinen wird die Verfügbarkeit von Flächen für eine nasse Bewirtschaftung von zahlreichen weiteren Aspekten beeinflusst, die in dieser Untersuchung nicht betrachtet wurden, wodurch sich tendenziell niedrigere Biomasseerträge ergeben als berechnet wurden. Aspekte, die in die Ableitung der Biomassepotenziale nicht eingeflossen sind, betreffen beispielsweise

Naturschutzziele. Naturschutzfachlich wertvolle Feuchtwiesen, die als Habitat für Vögel dienen, kommen für eine Nutzung durch Paludikultur nicht in Betracht. Da Wiedervernässungen nicht partiell erfolgen können, sondern größere hydrologische Einheiten und damit in der Regel zahlreiche Bewirtschaftende und Anliegende betreffen, sind Interessenskonflikte wahrscheinlich, die voraussichtlich eine geringere Flächenverfügbarkeit zur Folge haben. Gegebenenfalls ist auch aufgrund der Hydrologie eine Vernässung nicht möglich (Wichmann & Wichtmann, 2009).

6 Leitfragengestützte Interviews mit landwirtschaftlichen Betrieben

6.1 Derzeitige Moornutzung, Biomasseerträge und Ernte- und Konservierungsverfahren

Die befragten Betriebe bewirtschaften eine landwirtschaftliche Fläche von 50 bis 3.500 ha. Mindestens 35 % ihrer Flächen nutzen sie als Grünland. In einigen Betrieben ist der Grünlandanteil mit bis zu 90 % noch deutlich höher. Der Grünlandanteil liegt damit in allen Betrieben über dem Brandenburger Durchschnitt von 24 % (Statistik-Berlin-Brandenburg, 2025).

Der Anteil der Moor- und Anmoorflächen in den Betrieben beträgt 4 bis 57 %. Die Moorflächen werden zum größten Teil als Grünland genutzt. Auf marginalen Anteilen der Anmoorflächen wird Ackerbau betrieben. In der Mittleren Havel wirtschaften die Betriebe auf Moorgrünland in der Regel bei mittleren Wasserständen von 30 – 40 cm unter Flur. Teilbereiche sind aufgrund des aktuellen Wassermanagements aber auch von November bis Mai mit mehr als 10 cm über Flur sehr lange überstaut, wodurch sich die Vegetationsperiode verkürzt und infolgedessen die Biomasseerträge sinken. Im Spreewald wird historisch bedingt oftmals mit mittleren Wasserständen von 10 bis 20 cm unter Flur gearbeitet. Sofern entsprechende Förderungen verfügbar sind, wird in moorschonender Stauhaltung gewirtschaftet.

In allen Betrieben werden die Grünlandflächen als Wiesen oder Mähweiden genutzt. Üblicherweise sind zwei bis vier Schnitte möglich. Die angegebenen Biomasseerträge hängen stark von Bodenbedingungen, Witterung, Wasserverfügbarkeit und Nutzungsintensität ab und werden auf 2 – 9 t TM/ha*a beziffert. Im Mittel sind Erträge von $5,2 \pm 2,9$ t TM/ha*a realistisch. Die von den Betrieben angegebenen Biomasseerträge stimmen mit den Literaturdaten für Mischstände überein, die im Mittel 4,5 t TM/ha*a betragen (Birra et al., 2021).

Die Ernte der Biomasse erfolgt als Häckselgut oder Rundballen für Grassilage oder Rundballen für Heu. Die Lagerung der Heuballen findet in allen Betrieben im Freien und unter Vliesen statt. Trockene Biomasse wird in mehr als der

Hälfte der Betriebe auch als Einstreu verwendet. In zwei Betrieben wird der Aufwuchs mit dem Feldhäcksler geerntet und in Horizontalsilos siliert. Ein Betrieb kompostiert die gehäckselte Biomasse.

Der Technikeinsatz auf Moorflächen ist infolge geringerer Tragfähigkeit mit Erschwernissen verbunden. Die Betriebe setzen überwiegend leichtere Standardtechnik mit Breitreifen ein. In einem Betrieb werden mittels Reifendruckregelungsanlage auf den Flächen niedrigere Reifeninnendrucke eingestellt. In den anderen Betrieben werden die Reifeninnendrucke manuell angepasst. In einem der befragten Betriebe ist ein selbstfahrender Feldhäcksler mit Raupenfahrwerk im Einsatz. Im inneren Kern des Spreewalds besteht die lokale Besonderheit, dass die Erntetechnik und Weidetiere per Kahn zu den zahlreichen, von Gewässerarmen umgebenen Kleinstflächen transportiert werden müssen, ebenso wie die geerntete Biomasse zu den Höfen.

Bei Nässe erhöht sich in beiden Regionen der Arbeitszeitbedarf für die Flächenbewirtschaftung stark. Es treten Probleme im Hinblick auf die Erreichbarkeit und Befahrbarkeit der Flächen auf. Bereiche mit Staunässe müssen umfahren werden. In zwei Betrieben kam es bereits zu Nutzungsausfällen von Teilflächen, die in Abhängigkeit von der Größe und Struktur der Betriebe existenziell herausfordernd sein können.

6.2 Derzeitige Biomasseverwertung

Aktuell wird die Biomasse von Grünland- und Moorflächen in beiden Regionen von allen betrachteten Betrieben vorrangig als Futter für eigene Rinder, Schafe und zum Teil Pferde verwendet. Biomasse, die nicht als betriebseigenes Futter genutzt wird, wird als Futter an andere Betriebe verkauft, im eigenen Betrieb der Biogasanlage zugeführt, kompostiert oder als Einstreu verwendet.

6.3 Umstellungsmöglichkeiten und erforderliche Marktbedingungen

Da ein Markt für die Biomasseverwertung von wiedervernässten Mooren derzeit nicht vorhanden ist, wird eine Umstellung von den befragten Betrieben in beiden Regionen kritisch gesehen.

In allen drei betrachteten Betrieben im Spreewald wird in moorschonender Stauhaltung gewirtschaftet, sofern hierfür Förderprogramme verfügbar sind und die Bewirtschaftung aufrechterhalten werden kann. Noch höhere Wasserstände sind nach Aussage der Befragten nicht umsetzbar, da dann beispielsweise beim Techniktransport mit dem Kahn die Durchfahrt unter den Brücken nicht mehr möglich sei und die landwirtschaftliche Flächennutzung aufgegeben werden müsste, wodurch für Betriebe mit hohen Anteilen an Moorflächen die Existenzgrundlage verloren ginge.

Veränderungen in der Vegetation, insbesondere Verringerungen der Biomasserträge zum Beispiel bei langem Winterüberstau bis ins späte Frühjahr hinein, treten bei einem Betrieb in der Mittleren Havel auf, verringern direkt sein Einkommen und stellen sich für ihn als potenziell existenzgefährdend dar.

Die vielen Erschwernisse, die mit der nassen Bewirtschaftung verbunden sind, insbesondere der stark erhöhte Arbeitsaufwand, würden nach Einschätzung der Betriebe die Biomasse im Falle einer Anhebung der Wasserstände stark verteuern. Um die Biomasse für eine industrielle Verwertung interessant zu machen, ist eine Förderung essenziell. Damit sich der Weiterverkauf der Biomasse im Falle einer nassen Bewirtschaftung außerhalb der Betriebe trotz des erhöhten Arbeitsaufwands trägt, wären Preise von 150 € bis 180 € je Tonne Silage oder Heu notwendig (wenn diese beispielsweise zu Papier weiterverarbeitet werden sollen). Zum jetzigen Zeitpunkt existiert in den betrachteten Regionen kein Markt, der die Biomasse für entsprechende Preise aufnehmen würde. Die Vermarktung der Biomasse liegt zudem bei den Bewirtschaftenden selbst, wodurch zusätzlicher Aufwand entstehen würde. Hinzu kommt die Problematik, dass die geerntete Biomasse oftmals sehr inhomogen ist, sodass industrielle Verwertungsmöglichkeiten für Biomasse aus Mischbeständen als Voraussetzung für eine Umstellung gesehen werden.

Grundlage für eine Umstellung wäre der Aufbau einer regionalen Infrastruktur, in der die anfallende Biomasse verwertet werden kann, oder die Etablierung eines deutschlandweiten Transports der Biomasse (beispielsweise für die Verwertung in der Papierindustrie). Ein Markt, der die Klimawirkung von Biomasse aus wiedervernässten Mooren berücksichtigt, ist Voraussetzung für eine großflächige Umstellung, die sich für die Betriebe noch rentiert. Im Moment sehen die landwirtschaftlichen Betriebe keine industriellen Kunden für die Biomasse.

7 **Ableitung realisierbarer Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung bei Vorhandensein eines Marktes**

Die Betriebe im äußeren Spreewald und in der Mittleren Havel schätzen, dass Moorbio­masse nach einer Anhebung der Wasserstände potenziell verfügbar sein könnte – vorausgesetzt, inhomogene Bio­masse aus Mischbeständen kann verwertet werden und die Wirtschaftlichkeit für die Betriebe bleibt bestehen.

Bei einer Anhebung der Wasserstände erwarten die befragten Betriebe bei langen Perioden mit Überstau, beispielsweise durch Starkregenereignisse, eine Verringerung der Biomasseerträge. Da alle befragten Betriebe Tiere halten, hat die Futterversorgung ihrer Tierbestände für sie oberste Priorität. Sie sehen zurzeit daher nur geringe Biomassepotenziale für einen außerbetrieblichen Verkauf.

Die Bindung der Bio­masse in der Tierhaltung ist ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für die betrieblichen Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung von Moorbio­masse. Hier bestehen Unterschiede zwischen Regionen und Betrieben. In allen neuen Bundesländern gab es Anfang der 1990er-Jahre einen abrupten Einbruch der Tierbestände und seitdem einen weiteren allmählichen, aber stetigen Rückgang der ohnehin niedrigen Tierbesatzdichten, die in Brandenburg mit 0,5 Großvieheinheiten/ha (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2024) weit unter dem Bundesdurchschnitt von 2 Großvieheinheiten/ha liegen (Deblitz, 2023). Eine Fortsetzung dieses Trends ist zu erwarten. Während in den betrachteten Regionen und befragten Betrieben ein unveränderter Bedarf an Futter besteht, ist aus anderen moorreichen Regionen bekannt, dass Tierbestände abgebaut und Nutzungsmöglichkeiten für die nun überschüssige Bio­masse gesucht werden. Bei Entwicklung eines Marktes für Moorbio­masse wären diese Potenziale unmittelbar verfügbar. Zusätzlich würden weitere Potenziale entstehen, wenn der Bio­masseverkauf für eine industrielle Nutzung betriebswirtschaftlich attraktiver wird als Tierhaltung.

Zwei Betriebe verwerten anfallende Bio­masse in betriebseigenen Biogasanlagen. Ein Betrieb nutzt hierfür gezielt Moorbio­masse und hat seine Anlage diesbezüglich angepasst. Biogasanlagen stellen eine etablierte Technologie dar, mit der viele Betriebe Erfahrungen haben. Die vertrauten Prozesse können

die Umstellung auf eine nasse Bewirtschaftung der Moorflächen erleichtern. Im Gegensatz zur Biomasseverwertung als Futter besteht hier auch keine ausschließliche Konkurrenzsituation zur industriellen Nutzung, da vielfältige Kombinationen von stofflicher Biomassenutzung und anaerober Vergärung möglich sind (Ramesohl et al., 2006).

Für den inneren Kern des Spreewaldes erwartet der befragte Betrieb keine Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung. Es werden keine Möglichkeiten gesehen, die Biomasse über den Spreewald hinaus zu transportieren und sie nicht wie aktuell praktiziert ausschließlich für den Eigenbedarf zu nutzen. Der sehr hohe Arbeitsaufwand für Ernte und Transport verursacht zu hohe Kosten für einen Verkauf der Biomasse. Bereits jetzt ist die Verwertung im Eigenbedarf für die Tiere nur im Nebenerwerb mit ergänzenden Einnahmequellen umsetzbar. Für den inneren Kern des Spreewaldes berechnete theoretische Biomassepotenziale stehen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen daher nicht für eine industrielle Nutzung zur Verfügung.

Trotz der Herausforderungen einer nassen Bewirtschaftung der Moorflächen sehen alle befragten Betriebe die Bedeutung für den Bodenerhalt, die Speicherung von Wasser und die Einsparung von Treibhausgasen. Mit Blick auf die Umsetzung betrachten sie die Schaffung der erforderlichen Rahmenbedingungen als Voraussetzung.

Die realisierbaren betrieblichen Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung von Moorbiomasse bei Wiedervernässung sind derzeit nicht quantifizierbar, da viele Unsicherheiten bestehen. Diese ergeben sich aus den vielfältigen Gegebenheiten in den einzelnen Betrieben und der momentan fehlenden Planbarkeit der Entwicklung von Märkten für die Biomasse. Aus den bisherigen Befragungen lassen sich als wesentliche Bestimmungsfaktoren die Bindung der Biomasse in der Tierhaltung, die erwarteten Biomasseerträge und die erwartete Wirtschaftlichkeit ableiten. Um ein repräsentativeres Bild für Brandenburg zu erreichen, ist es notwendig, weitere Betriebe und Regionen mit unterschiedlichen standortspezifischen und strukturellen Bedingungen zu betrachten.

8 Übertragbarkeit auf andere Regionen Deutschlands

Die Methodik zur Ermittlung der theoretischen Biomassepotenziale ist in ganz Brandenburg anwendbar und auf moorreiche Regionen in anderen Bundesländern unter den Voraussetzungen übertragbar, dass Kartenmaterial zu den Moorflächen und Biototypen vorliegt und den Biototypen Biomasseerträge zugeordnet werden können. In Niedersachsen wird im Moorinformationssystem [MoorIS](#) Kartenmaterial zu Biototypen auf kohlenstoffreichen Böden verschnitten. In Mecklenburg-Vorpommern stellt das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) Informationen zum [Vorliegen kohlenstoffreicher Böden](#) und [Biotop- und Nutzungstypen](#) und in Bayern das Bayerische Landesamt für Umwelt eine Moorbodenübersichtskarte (Tegetmeyer et al., 2020) und Informationen zu [Biototypen](#) bereit. Daraus ergeben sich Möglichkeiten, die verwendete Methodik auch auf andere Regionen Deutschlands auszuweiten.

Zu realisierbaren betrieblichen Biomassepotenzialen können derzeit noch keine verallgemeinerbaren Aussagen getroffen werden. Die unterschiedlichen Gegebenheiten in den Betrieben hinsichtlich Strukturen, Flächen, Verwertungsmöglichkeiten sowie Standortbedingungen in Bezug auf Boden-, Wasser- und Witterungsverhältnisse erfordern individuelle Lösungen. Aufgrund der vielen Parameter, die die Bewirtschaftung beeinflussen, sind Einzelbetrachtungen von größter Wichtigkeit. Bereits im Vergleich der Regionen Spreewald und Mittlere Havel zeigten sich standortspezifisch sehr unterschiedliche Problematiken, weshalb Rückschlüsse auf andere Regionen Deutschlands nur sehr begrenzt möglich sind.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel des Projekts MoorMass war es, in ausgewählten moorreichen Regionen Brandenburgs theoretische und betrieblich realisierbare Biomassepotenziale für eine industrielle Nutzung abzuschätzen. Für die Regionen Uckertal, Randowbruch, Rhinluch, Havelluch, Mittlere Havel und Spreewald wurde auf Basis von Kartenmaterial und Literaturdaten ein Umfang der Moor- und Anmoorflächen von 63.262 ha ermittelt. Unter Einbeziehung der biotopspezifischen Eignung ergab sich insgesamt eine Fläche von 12.746 ha, die für eine nasse Bewirtschaftung nutzbar wäre. Für die überwiegend vorhandenen Mischbestände und Dominanzbestände von Rohrglanzgras und Schilf wurde ein mittleres theoretisches Biomassepotenzial von 99.083 t TM/a kalkuliert. Im Vergleich zu den berechneten mittleren Biomasseerträgen von 7,8 t TM/ha ergaben sich in Befragungen von landwirtschaftlichen Betrieben in den Regionen im Mittel Biomasseerträge von $5,2 \pm 2,9$ t TM/ha*a. Die realisierbaren betrieblichen Biomassepotenziale sind aufgrund großer Variabilität der standortspezifischen und einzelbetrieblichen Bedingungen und Planungsunsicherheiten hinsichtlich einer Marktentwicklung und wirtschaftlichen Verwertbarkeit der Biomasse bei Wiedervernässung von Moorflächen derzeit nicht quantifizierbar. Als wesentliche Bestimmungsfaktoren aus den bisherigen Befragungen lassen sich die Bindung der Biomasse in der Tierhaltung, die erwarteten Biomasseerträge und die erwartete Wirtschaftlichkeit ableiten. Im Vergleich zur gegenwärtigen Moornutzung erwarten die befragten Betriebe bei Wiedervernässung eine Verkleinerung der nutzbaren Fläche, eine Verringerung der Biomasseerträge und eine Erhöhung des Arbeitsaufwands für die Flächenbewirtschaftung. Sie schätzen, dass sie für die anfallende inhomogene Biomasse im Verkauf für eine industrielle Nutzung Preise von 150 € bis 180 € je Tonne Silage oder Heu erzielen müssten, um rentabel zu wirtschaften. Derzeit sehen die Betriebe keinen entsprechenden Markt. Trotz der Herausforderungen einer nassen Bewirtschaftung der Moorflächen sehen alle befragten Betriebe die Bedeutung für den Bodenerhalt, die Speicherung von Wasser und die Einsparung von Treibhausgasen. Für die Umsetzung betrachten sie die Schaffung der erforderlichen Rahmenbedingungen als Voraussetzung.

10 Literaturverzeichnis

Amt für Statistik (2024): Statistischer Bericht: Viehbestände im Land Brandenburg. (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Hrsg.)

Alabsi, E., Schönfeld-Bockholt, R., Dittmann, L., & Müller, J. (2010): Wirkung der Nutzung von Niedermoor-Grünland auf Vegetation und Ertrag. TELMA, 167 – 182.

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (2024): Ernteberichterstattung über Feldfrüchte und Grünland im Land Brandenburg 2024. Potsdam.

Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J. & Luthardt, V. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren – Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum, Hrsg.) Auszug aus den BfN-Skripten 616, bearb. Fassung, 1 – 148.

BMUKN (2020): Moorschutzstrategie der Bundesregierung – Diskussionspapier. (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Hrsg.)

Deplitz, C. (2023): Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Ein Überblick. Braunschweig: Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, 15.

Diepolder, M., Koller, T., Brandl, J., & Misthilger, B. (2025): Moorbewirtschaftung mit Nassgrünland – wie ändern sich Erträge und Futterqualitäten? (LfL, Herausgeber) Beitrag im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt, (14), 1 – 5.

Eberl, V., Lunenberg, T., & Fritz, M. (2018): Leguminosen-Getreide-Gemenge. (ALB, Hrsg.) Fachinformation Biogas-Forum-Bayern, 1 – 12.

FNR (2025): Biomasse-Potenziale. Abgerufen am 28.1.2026 von <https://bioenergie.fnr.de/bioenergie/biomasse/biomasse-potenziale>

GMC (2016): Flyer Nasswiesen. (Greifswald Moor Centrum, Hrsg.) Abgerufen am 30.12.2025 von https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Nasswiese.pdf

GMC (2016): Flyer Rohrglanzgras. (Greifswald Moor Centrum, Hrsg.)
Abgerufen am 30.12.2025 von https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Flyer%20Rohrglanzgras.pdf

GMC (2019): Steckbrief Feuchtwiese. (Greifswald Moor Centrum, Hrsg.)
Abgerufen am 30.12.2025 von https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Feuchtwiese.pdf

GMC (2019): Steckbrief Großseggenried. (Greifswald Moor Centrum, Hrsg.)
Abgerufen am 30.12.2025 von [https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Gro%C3%9Fseggenried%20\(Carex%20spec.\).pdf](https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Gro%C3%9Fseggenried%20(Carex%20spec.).pdf)

GMC (2019): Steckbrief Rohrglanzgraswiese. (Greifswald Moor Centrum, Hrsg.) Abgerufen am 30.12.2025 von [https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Rohrglanzgraswiese%20\(Phalaris%20arundinacea\).pdf](https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Rohrglanzgraswiese%20(Phalaris%20arundinacea).pdf)

Haberl, A., & Mosebach, P. (2023): Brandenburgs Moore klimafreundlich bewirtschaften. (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, Hrsg.)

Hochberg, H., Hochberg, E., & Zart, S. (2017): Nachhaltige Bewirtschaftung der Rohrglanzgraswiesen auf Niedermoor. Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue, 1 – 4.

Koska, I., Clausnitzer, U., Gremer, D., Jansen, F., Manthey, M., & Timmermann, T. (2001): Das Vegetationsformenkonzept: Integration von Vegetation. Bericht der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, (13), 257 – 263.

Kreyling, J., Tanneberger, F., Jansen, F., van der Linden, S., Aggenbach, C., Blüml, V., ... Juranski, G. (2021): Rewetting does not return drained fen peatg lands to their old selves. *Nature Communications* (12), 5693. doi: doi.org/10.1038/s41467-021-25619-y

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2025): Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz.

Leisen, E. (1996): Getreide-Leguminosen-Mischungen für Ganzpflanzensilage (Versuchsbeschreibung). Münster: Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen.

Leopoldina Stellungnahme (2024): Klima – Wasserhaushalt – Biodiversität: für eine integrierende Nutzung von Mooren und Auen. (Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. Anton, C. Hohlbein, H. Steinicke, & S. Wetterich, Hrsg.) doi: https://doi.org/10.26164/leopoldina_03_01185

LfU (2024): Biototypkartierung Brandenburg – Kartierungsanleitung (Bd. 1). (Landesamt für Umwelt Brandenburg, Abteilung Naturschutz und Brandenburger Naturlandschaften, Hrsg.) Potsdam.

LfU (2025): Brandenburger Biototypenkartierung. (LfU Brandenburg, Herausgeber) Abgerufen am 31.12.2025 von <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/biotopschutz/biotopkartierung/#>

LfU (Stand der Metadaten: 28.02.2025): Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) im Land Brandenburg (CIR-Biototypen 2009). (LfU, Herausgeber) Abgerufen am 1.8.2025 von <https://geoportal.brandenburg.de/detailansichtdienst/render?view=gdibb&url=https%3A%2F%2Fgeoportal.brandenburg.de%2Fgs-json%2Fxml%3Ffileid%3DA7FBE31E-8C90-4DCC-81FB-699CE9536441>

LUFA (2024) Institut für Futtermittel. Abgerufen am 30.12.2025 von LUFA Nord-West: www.lufa-nord-west.de

MLEUV (Stand der Metadaten: 11.6.2025) Feuchtgebiete und Moore (GLÖZ 2-Kulisse). (Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, Hrsg.) Abgerufen am 1.8.2025 von <https://geoportal.brandenburg.de/detailansichtdienst/render?view=gdibb&url=https://geoportal.brandenburg.de/gs-json/xml?fileid=5ABFFB7-26F0-4DD4-B077-A779147592C0>

MLUK (2003): Erdniedermoor. (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, Hrsg.) Steckbriefe Brandenburger Böden.

Närmann, F., Birr, F., Kaiser, M., Nerger, M., Luthardt, V., Zeitz, J., & Tanneberger, F. (2021): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. (Bundesamt für Naturschutz, Hrsg.) BfN-Skript, 616, 1 – 342.

Nordt, A., Abel, S., Eberts, J., Hoffmann, T., Kost, A., Lampe, M., Peters, J., Wichtmann, W. (2020): Machbarkeitsstudie Aufwuchsverwertung und Artenvielfalt in der Leader-Region „Kulturlandschaften Osterholz“. Greifswald: Michael Succow Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum.

Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C., & Neubert, J. (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. (Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe, Hrsg.).

Pickert, J., Sieper-Ebsen, E., & Thiele, M. (2015): Moorschutz in Brandenburg. (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft, Hrsg.)

Ramesohl, S., Arnold, K., Kaltschmitt, M., Scholwin, F., Hofmann, F., ... Burmeister, F. (2006): Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Band 1: Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen (Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Fraunhofer Institut Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik (UMSICHT)). Endbericht. 1 – 85.

Statistik-Berlin-Brandenburg (2025): Die Brandenburger Landwirtschaft in Zahlen. Pressemitteilung Nr. 79. Abgerufen am 27.1.2026 von <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/079-2025>

Strobel, C., & Hölzel, N. (1994): Lebensraumtyp Feuchtwiesen – Landschaftspflegekonzept Bayern (Bd. II. 6). (Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Hrsg.) München.

Strobl, M. (2022): Information Biogas 010: Maisstroh. München: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Abgerufen von <http://www.lfl.bayern.de/iba/energie/>

Succow, M., & Joosten, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.

Tegetmeyer, C., Barthelmes, K.-D., Busse, S. & Barthelmes, A. (2020): Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/2020 (Selbstverlag, ISSN 2627- 910X), 10.

Tiemeyer, B., Freibauer, A., Borraz, E. A., Augustin, J., Bechthold, M., Beetz, S., ... Drösler, M. (2020): A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data analysis, derivation and application. *Ecological Indicators*, 109, 105838. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105838>

Timmermann, T., Margóczy, K., Takács, G., & Vegelin, K. (2009): Restoring species-poor fen grasslands: the role of water level for early succession. *Applied Vegetation Science* (9(2)), 241 – 250. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2006.tb00673.x>

tomorrow (2025): tomorrow. Abgerufen am 31.12.2025 von <https://tomorrow.org/allianzderpioniere/die-allianz-der-pioniere/>

Weiser, C. (2014): Einflüsse auf den Getreidestrohertrag als Voraussetzung der Bestimmung des nachhaltigen Strohpotenzials. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 23/2, S. 66 – 70.

Wichmann, S., & Wichtmann, W. (2009): Energiebiomasse aus Niedermooren – ENIM. Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt.

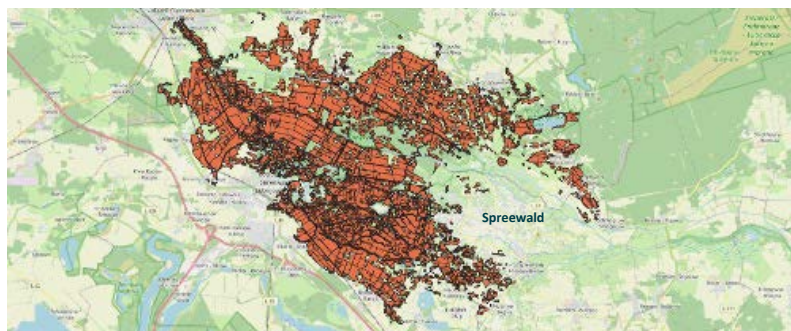
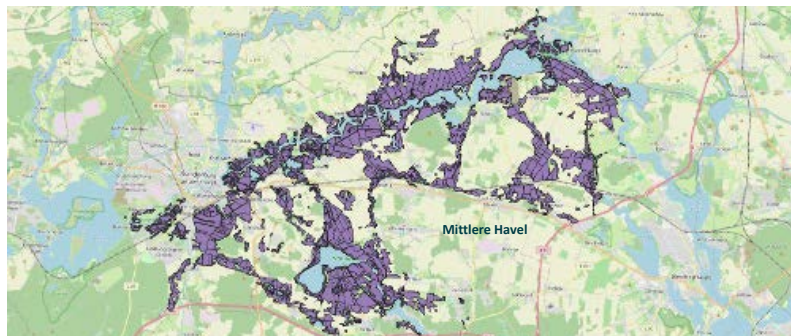
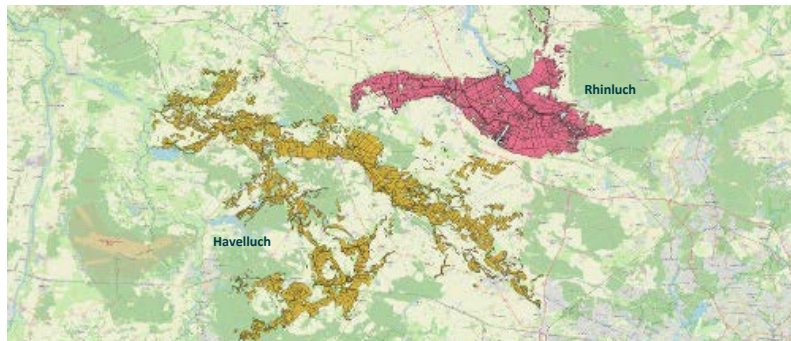
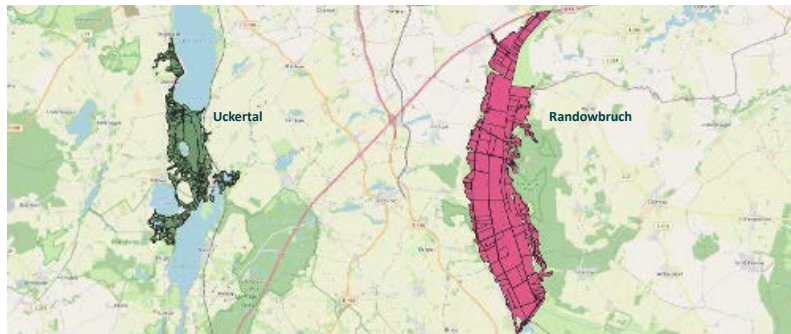
Wichtmann, W. (2009): Das Projekt Energiebiomasse aus wiedervernässten Niedermooren (ENIM). (DUENE e.V. / Michael Succow Stiftung am Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Hrsg.) Abgerufen am 30.12.2025 von https://www.moorwissen.de/files/doc/Projekte%20und%20Praxis/enim/workshop/wichtmann_p.pdf

Wittnebel, M., Frank, S., & Tiemeyer, B. (2023): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Working Paper. doi: <https://doi.org/10.3220/WP1683180852000>

11 Anhang

11.1 Abbildungen

Abbildung A1: Verschneidung der Kartenmaterialien zu Biotoptypen und Moorflächen



Die Verschneidung erfolgte mittels Kartenmaterial der [Biotop- und Landnutzungskartierung \(BTLN\)](#) des Landes Brandenburg (LfU, 2025) und Kartenmaterial der [Feuchtgebiete und Moore](#), das in Berlin und Brandenburg lokalisierte kohlenstoffreiche Böden mit einer zusammenhängenden Flächengröße von 0,5 ha abbildet (MLEUV, 2025).

Abbildung A2: Flächengrößen der betrachteten Biotoptypen in den Regionen Uckertal, Randowbruch und Havelluch

- Feuchtwiese/-weiden

● Frischwiese/-weiden

● Wechselfeuchtes/trockenes Grünland

● Acker/Ackerbrachen
- Randbereiche von Fließgewässern

● Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen

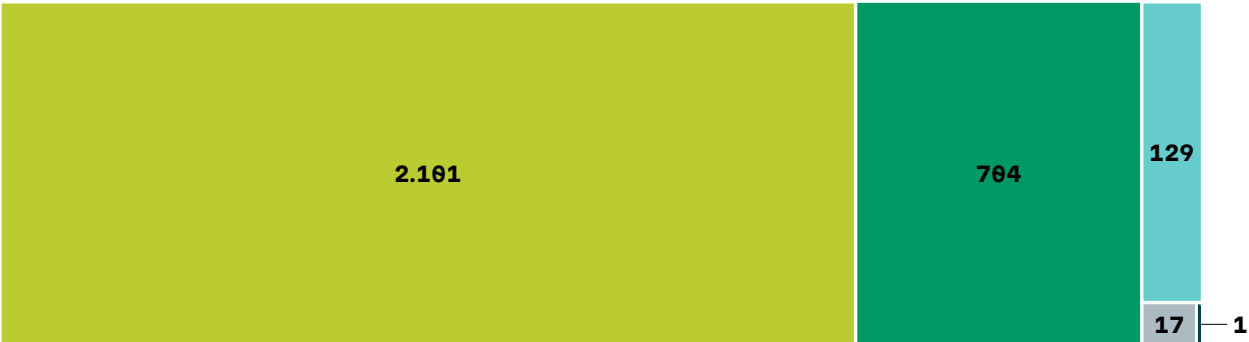
● Niedermoor/Sümpfe

Uckertal



Gesamtfläche aus Verschneidung der Moorfläche mit relevanten Biotoptypen: 991 ha

Randowbruch



Gesamtfläche aus Verschneidung der Moorfläche mit relevanten Biotoptypen: 2.952 ha

Havelluch



Gesamtfläche aus Verschneidung der Moorfläche mit relevanten Biotoptypen: 23.144 ha

Es wurden die Biotoptypen Feuchtwiesen, Frischwiesen, wechselfeuchtes oder trockenes Grünland, Acker und Ackerbrachen, Randbereiche von Fließgewässern, Randbereiche stehender Kleingewässer und Seen, Niedermoore/Sümpfe betrachtet (Wichmann & Wichtmann, 2009). Die in den Regionen vorliegenden Flächengrößen der Biotoptypen wurden aus verfügbarem Kartenmaterial der Biotop- und Landnutzungskartierung des Landes Brandenburg extrahiert (LfU, 2025), das mit Kartenmaterial zu Moorflächen verschnitten wurde (MLEUV, 2025).

Abbildung A3: Flächengrößen der betrachteten Biototypen in den Regionen Rhinluch, Mittlere Havel und Spreewald

- Feuchtwiese/-weiden

● Frischwiese/-weiden

● Wechselfeuchtes/trockenes Grünland

● Acker/Ackerbrachen

● Randbereiche von Fließgewässern

● Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen

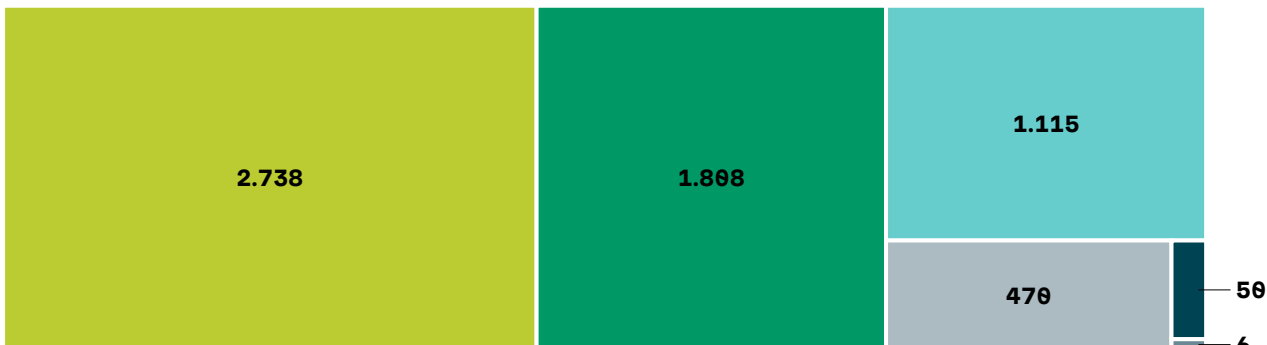
● Niedermoor/Sümpfe

Rhinluch



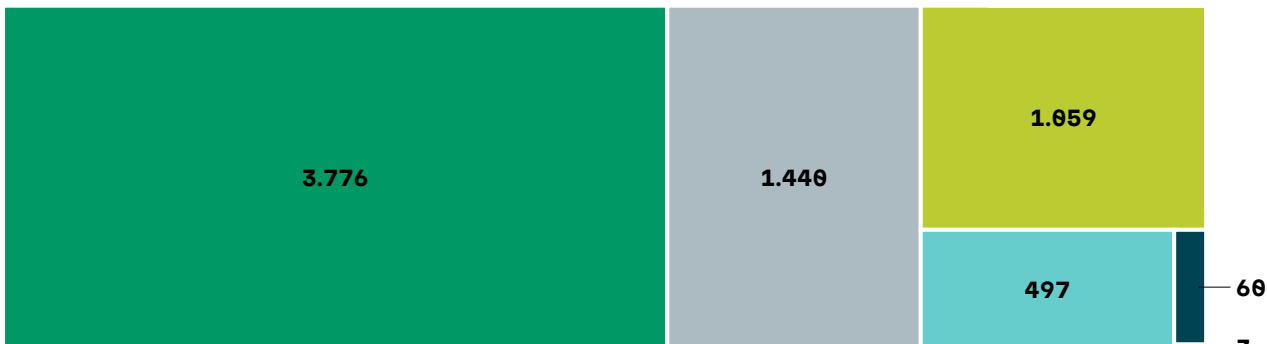
Gesamtfläche aus Verschneidung der Moorfläche mit relevanten Biototypen: 13.789 ha

Mittlere Havel



Gesamtfläche aus Verschneidung der Moorfläche mit relevanten Biototypen: 6.187 ha

Spreewald



Gesamtfläche aus Verschneidung der Moorfläche mit relevanten Biototypen: 6.835 ha

Es wurden die Biototypen Feuchtwiesen, Frischwiesen, wechselfeuchtes oder trockenes Grünland, Acker und Ackerbrachen, Randbereiche von Fließgewässern, Randbereiche stehender Kleingewässer und Seen, Niedermoore/Sümpfe betrachtet (Wichmann & Wichmann, 2009). Die in den Regionen vorliegenden Flächengrößen der Biototypen wurden aus verfügbarem Kartenmaterial der Biotop- und Landnutzungskartierung des Landes Brandenburg extrahiert (LfU, 2025), das mit Kartenmaterial zu Moorflächen verschnitten wurde (MLEUV, 2025).

11.2 Tabellen

Tabelle A1: Ableitung der Eignungsflächen der Moorflächen in den Untersuchungsregionen unter Betrachtung der Biotoptypen

F, Fläche [ha] aus der Verschneidung der Moorflächen mit den Biotoptypen. EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen.

Biotoptypen	Eignung	Uckertal		Randowbruch		Havelluch	
		F [ha]	EF [ha]	F [ha]	EF [ha]	F [ha]	EF [ha]
Feuchtwiese/-weiden	0,4	547	219	704	282	2.485	994
Frischwiese/-weiden	0,3	17	7	17	7	1.578	631
Wechselfeuchtes/ trockenes Grünland	0,2	39	16	2.101	841	14.263	5.705
Acker/Ackerbrachen	0,1	12	5	129	52	4.688	1.875
Randbereiche von Fließgewässern	0,1	0	0	0	0	2	1
Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen	0,1	3	1	1	0	128	51
Niedermoor/Sümpfe	0,1	283	113	0	0	0	0
Gesamtfläche [ha]		901	360	2.952	1.181	23.144	9.258

Biotoptypen	Eignung	Rhinluch		Mittlere Havel		Spreewald	
		F [ha]	EF [ha]	F [ha]	EF [ha]	F [ha]	EF [ha]
Feuchtwiese/-weiden	0,4	1.249	500	1.808	723	3.776	1.510
Frischwiese/-weiden	0,3	3.486	1.394	470	188	1.440	576
Wechselfeuchtes/ trockenes Grünland	0,2	7.907	3.163	2.738	1.095	1.059	424
Acker/Ackerbrachen	0,1	1.101	440	1.115	446	497	199
Randbereiche von Fließgewässern	0,1	0	0	6	2	3	1
Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen	0,1	46	18	50	20	60	24
Niedermoor/Sümpfe	0,1	0	0	0	0	0	0
Gesamtfläche [ha]		13.789	5.516	6.187	2.475	6.835	2.734

Tabelle A2: Wasserstufen, die nach einer Wiedervernässung im Uckertal und Randowbruch erreicht werden

EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen. FW, Fläche [ha], die nach Wiedervernässung die entsprechende Wasserstufe erreicht.

Biotoptyp	Aktuelle Wasserstufe	Änderung der Wasserstufe nach moderater Vernässung		Uckertal		Randowbruch	
		Wasserstufe	Anteil der Fläche, die Wasserstufe erreicht [%]	EF [ha]	FW [ha]	EF [ha]	FW [ha]
Feuchtwiesen	4 +/3 +	5 +	0,8	219	175	282	226
		6 +	0,2		44		56
Frischwiesen	3 +	4 +	0,8	7	6	7	6
		5 +	0,2		1		1
Wechselfeuchtes und trockenes Grünland	3 +	4 +	0,8	16	13	841	673
		5 +	0,2		3		168
Acker und Ackerbrachen	3 + bis 3 -	4 +	0,8	5	4	52	42
		5 +	0,2		1		10
Randbereiche von Fließgewässern	50 % mit 4 +,	4 +	0,1	0	0	0	0
	50 % mit 5 +	5 +	0,5		0		0
		6 +	0,4		0		0
Randbereiche stehender Kleinstgewässer und Seen	50 % mit 4 +,	4 +	0,1	1	0	0	0
	50 % mit 5 +	5 +	0,5		1		0
		6 +	0,4		0		0
Niedermoor	50 % mit 4 +,	4 +	0,1	113	11	0	0
	50 % mit 5 +	5 +	0,5		57		0
		6 +	0,4		45		0
Sümpfe	5 +	6 +	1	0	0	0	0
Gesamtfläche [ha]		4 +			34		720
Gesamtfläche [ha]		5 +			238		406
Gesamtfläche [ha]		6 +			89		56

Tabelle A3: Wasserstufen, die nach einer Wiedervernässung im Havelluch und im Rhinluch erreicht werden

EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen. FW, Fläche [ha], die nach Wiedervernässung die entsprechende Wasserstufe erreicht.

Biotoptyp	Aktuelle Wasserstufe	Änderung der Wasserstufe nach moderater Vernässung		Anteil der Fläche, die Wasserstufe erreicht [%]		Havelluch		Rhinluch	
		Wasserstufe	Wasserstufe	Wasserstufe erreicht [%]		EF [ha]	FW [ha]	EF [ha]	FW [ha]
Feuchtwiesen	4 +/3 +	5 +		0,8		994	795	500	400
		6 +		0,2			199		100
Frischwiesen	3 +	4 +		0,8		631	505	1394	1.115
		5 +		0,2			126		279
Wechselfeuchtes und trockenes Grünland	3 +	4 +		0,8		5.705	4.564	3163	2.530
		5 +		0,2			1.141		633
Acker und Ackerbrachen	3 + bis 3 -	4 +		0,8		1.875	1.500	440	352
		5 +		0,2			375		88
Randbereiche von Fließgewässern	50 %	4 +		0,1		1	0	0	0
	mit 4 +, 50 %	5 +		0,5			1		0
	mit 5 +	6 +		0,4			0		0
Randbereiche stehender Kleinstgewässer und Seen	50 %	4 +		0,1		51	5	18	2
	mit 4 +, 50 %	5 +		0,5			26		9
	mit 5 +	6 +		0,4			20		7
Niedermoor	50 %	4 +		0,1		0	0	0	0
	mit 4 +, 50 %	5 +		0,5			0		0
	mit 5 +	6 +		0,4			0		0
Sümpfe	5 +	6 +		1		0	0	0	0
Gesamtfläche [ha]		4 +					6.574		3.999
Gesamtfläche [ha]		5 +					2.463		1.408
Gesamtfläche [ha]		6 +					220		107

Tabelle A4: Wasserstufen, die nach einer Wiedervernässung in der Mittleren Havel und im Spreewald erreicht werden

EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen. FW, Fläche [ha], die nach Wiedervernässung die entsprechende Wasserstufe erreicht.

Änderung der Wasserstufe nach moderater Vernässung							
Biotyp	Aktuelle Wasserstufe	Wasserstufe	Anteil der Fläche, die Wasserstufe erreicht	Mittlere Havel EF [ha]	Mittlere Havel FW [ha]	Spreewald EF [ha]	Spreewald FW [ha]
Feuchtwiesen	4 +/3 +	5 +	0,8	723	578	1.510	1.208
		6 +	0,2		145		302
Frischwiesen	3 +	4 +	0,8	188	150	576	461
		5 +	0,2		38		115
Wechselfeuchtes und trockenes Grünland	3 +	4 +	0,8	1.095	876	424	339
		5 +	0,2		219		85
Acker und Ackerbrachen	3 + bis 3 -	4 +	0,8	446	357	199	159
		5 +	0,2		89		40
Randbereiche von Fließgewässern	50 % mit 4 +,	4 +	0,1	2	0	1	0
	50 % mit 5 +	5 +	0,5		1		1
		6 +	0,4		1		0
Randbereiche stehender Kleinstgewässer und Seen	50 % mit 4 +,	4 +	0,1	20	2	24	2
	50 % mit 5 +	5 +	0,5		10		12
		6 +	0,4		8		10
Niedermoor	50 % mit 4 +,	4 +	0,1	0	0	0	0
	50 % mit 5 +	5 +	0,5		0		0
		6 +	0,4		0		0
Sümpfe	5 +	6 +	1	0	0	0	0
Gesamtfläche [ha]		4 +		1.385		962	
Gesamtfläche [ha]		5 +		935		1.460	
Gesamtfläche [ha]		6 +		153		312	

Tabelle A5: Aktuelle Biomasseerträge und Biomasseerträge unter der Annahme der Etablierung von Mischbeständen (**Ansatz 1**) auf der Eignungsfläche für eine nasse Bewirtschaftung im Uckertal und Randowbruch

EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen. BBE, Biotoptypische Biomasseerträge. BEM, Biomasseerträge für Mischbestände, für die ein Ertrag von 4,5 t TM/ha*a angenommen wurde. Die mittleren biotoptypenspezifischen Biomasseerträge wurden aus der Literaturrecherche gewonnen (Abbildung 1).

Biotoptypen	Mittlere Biotoptypenspezifische Biomasseerträge [t TM/ha*a]	Uckertal			Randowbruch		
		EF [ha]	BBE [t TM/a]	BEM [t TM/a]	EF [ha]	BBE [t TM/a]	BEM [t TM/a]
Feuchtwiese/-weiden	5,4	219	1.182	985	282	1.521	1.267
Frischwiese/-weiden	10,1	7	70	31	7	69	31
wechselfeuchtes/ trockenes Grünland	8	16	126	71	841	6.724	3.782
Acker/Ackerbrachen	6,6	5	31	21	52	340	232
Randbereiche von Fließgewässern	0	0	0	0	0	0	0
Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen	13,7 ¹	1	15	5	0	3	1
Niedermoor/Sümpfe	16	113	1.808	509	0	0	0
Biomasseerträge gesamt [t TM/a]			3.232	1.621		8.657	5.313

1 (Schilfröhricht angenommen)

Tabelle A6: Aktuelle Biomasseerträge und Biomasseerträge unter der Annahme der Etablierung von Mischbeständen (**Ansatz 1**) auf der Eignungsfläche für eine nasse Bewirtschaftung im Havelluch und im Rhinluch

EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen. BBE, Biotoptypische Biomasseerträge. BEM, Biomasseerträge für Mischbestände, für die ein Ertrag von 4,5 t TM/ha*a angenommen wurde. Die mittleren biotoptypenspezifischen Biomasseerträge wurden aus der Literaturrecherche gewonnen (Abbildung 1).

Biotoptypen	Mittlere Biotop- typenspe- zifische Biomasse- erträge [t TM/ha*a]	Havelluch			Rhinluch		
		EF [ha]	BBE [t TM/a]	BEM [t TM/a]	EF [ha]	BBE [t TM/a]	BEM [t TM/a]
Feuchtwiese/-weiden	5,4	994	5.368	4.473	500	2.699	2.249
Frischwiese/-weiden	10,1	631	6.375	2.840	1.394	14.084	6.275
wechselfeuchtes/ trockenes Grünland	8	5.705	45.642	25.673	3.163	25.303	14.233
Acker/Ackerbrachen	6,6	1.875	12.376	8.438	440	2.906	1.982
Randbereiche von Fließgewässern	0	1	0	4	0	0	0
Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen	13,7 ¹	51	701	230	18	249	82
Niedermoor/Sümpfe	16	0	0	0	0	0	0
Biomasseerträge gesamt [t TM/a]			70.462	41.659		45.241	24.820

1 (Schilfröhricht angenommen)

Tabelle A7: Aktuelle Biomasseerträge und Biomasseerträge unter der Annahme der Etablierung von Mischbeständen (**Ansatz 1**) auf der Eignungsfläche für eine nasse Bewirtschaftung in der Mittleren Havel und im Spreewald

EF, Eignungsfläche [ha] unter Betrachtung der Biotoptypen. BBE, Biotoptypische Biomasseerträge. BEM, Biomasseerträge für Mischbestände, für die ein Ertrag von 4,5 t TM/ha*a angenommen wurde. Die mittleren biotoptypenspezifischen Biomasseerträge wurden aus der Literaturrecherche gewonnen (Abbildung 1).

Biotoptypen	Mittlere Biotop- typenspe- zifische Biomasse- erträge [t TM/ha*a]	Mittlere Havel			Spreewald		
		EF [ha]	BBE [t TM/a]	BEM [t TM/a]	EF [ha]	BBE [t TM/a]	BEM [t TM/a]
Feuchtwiese/-weiden	5,4	723	3.906	3.255	1.510	8.155	6.796
Frischwiese/-weiden	10,1	188	1.898	846	576	5.819	2.593
wechselfeuchtes/ trockenes Grünland	8	1.095	8.762	4.928	424	3.390	1.907
Acker/Ackerbrachen	6,6	446	2.943	2.006	199	1.312	894
Randbereiche von Fließgewässern	0	2	0	10	1	0	5
Randbereiche stehender Kleinstgewässer/Seen	13,7 ¹	20	276	91	24	330	108
Niedermoor/Sümpfe	16	0	0	0	0	0	0
Biomasseerträge gesamt [t TM/a]			17.784	11.136		19.006	12.303

1 (Schilfröhricht angenommen)

Tabelle A8: Biomasseerträge unter der Annahme der Etablierung von Dominanzbeständen (**Ansatz 2**) auf der Eignungsfläche für eine nasse Bewirtschaftung im Uckertal und im Randowbruch

FW, Fläche [ha], die nach Wiedervernässung die entsprechende Wasserstufe erreicht. FSB, Fläche [ha], die besiedelt wird. BED, Biomasseerträge für vorliegende Dominanzbestände.

Wasser- stufe nach Wieder- vernäs- sung	Besie- deler Flächen- anteil [%]	Erwartete Dominanz- bestände	Biomasse- erträge für Dominanz- bestände [t TM/ha*a]	Uckertal			Randowbruch		
				FW [ha]	FSB [ha]	BED [t TM/a]	FW [ha]	FSB [ha]	BED [t TM/a]
4+	0,5	Rohr- glanzgras	10,1	33	17	168	720	360	3.636
5+	0,3	Schilf	13,7	238	71	977	406	122	1.667
6+	0,3	Schilf	13,7	89	27	368	56	17	232
Biomasseerträge gesamt [t TM/a]				1.512			5.535		

Tabelle A9: Biomasseerträge unter der Annahme der Etablierung von Dominanzbeständen (**Ansatz 2**) auf der Eignungsfläche für eine nasse Bewirtschaftung im Havelluch und im Rhinluch.

FW, Fläche [ha], die nach Wiedervernässung die entsprechende Wasserstufe erreicht. FSB, Fläche [ha], die besiedelt wird. BED, Biomasseerträge für vorliegende Dominanzbestände.

Wasser- stufe nach Wieder- vernäs- sung	Besie- deler Flächen- anteil [%]	Erwartete Dominanz- bestände	Biomasse- erträge für Dominanz- bestände [t TM/ha*a]	Havelluch			Rhinluch		
				FW [ha]	FSB [ha]	BED [t TM/a]	FW [ha]	FSB [ha]	BED [t TM/a]
4+	0,5	Rohr- glanzgras	10,1	6.574	3.287	33.199	3.999	2.000	20.197
5+	0,3	Schilf	13,7	2.463	739	10.125	1.408	423	5.789
6+	0,3	Schilf	13,7	220	66	903	107	32	441
Biomasseerträge gesamt [t TM/a]				44.226			26.426		

Tabelle A10: Biomasseerträge unter der Annahme der Etablierung von Dominanzbeständen (**Ansatz 2**) auf der Eignungsfläche für eine nasse Bewirtschaftung in der Mittleren Havel und im Spreewald

FW, Fläche [ha], die nach Wiedervernässung die entsprechende Wasserstufe erreicht. FSB, Fläche [ha], die besiedelt wird. BED, Biomasseerträge für vorliegende Dominanzbestände.

Wasser- stufe nach Wieder- vernäs- sung	Besie- delter Flächen- anteil [%]	Erwartete Dominanz- bestände	Biomasse- erträge für Dominanz- bestände [t TM/ha*a]	Mittlere Havel			Spreewald		
				FW [ha]	FSB [ha]	BED [t TM/a]	FW [ha]	FSB [ha]	BED [t TM/a]
4+	0,5	Rohr- glanzgras	10,1	1.385	693	6.996	962	481	4.857
5+	0,3	Schilf	13,7	935	281	3.844	1.460	438	6.002
6+	0,3	Schilf	13,7	153	46	630	312	94	1.282
Biomasseerträge gesamt [t TM/a]				11.470			12.141		

Die Autorin und Autoren

Prof. Dr. Britta Hachenberg¹

M.Sc. Moritz Heiß und Prof. Dr. Dirk Schiereck ²

1 Technische Hochschule Köln

2 Technische Universität Darmstadt

Agricultural Green ABS: Innovative Asset-backed Securities für Klimaschutz und nachhaltige Landwirtschaft

1	Einleitung	102
2	Der Markt für nachhaltige (Agrar-)Kreditprodukte und Verbriefungen	104
2.1	Neue nachhaltige Kreditprodukte	104
2.2	Nachhaltige Verbriefungsprodukte in Deutschland	104
2.3	Nachhaltige Agrarkreditverbriefungen	105
3	Verbriefungen landwirtschaftlicher Kredite: Grundlagen und Marktumfeld	106
3.1	Funktionsweise von Asset-backed Securities	106
3.2	Besonderheiten der Verbriefung im Agrarsektor	109
3.3	Marktüberblick Finanzierung der Landwirtschaft	112
3.4	Marktüberblick über die Asset-backed Securities in Deutschland und Europa	113
4	Umsetzungserfahrungen und Markterwartungen für Asset-backed Securities	114
4.1	Forschungsfragen, Datengrundlage und Methodik	114
4.2	Internationale Fallstudien	115
4.2.1	Farmer Mac	115
4.2.2	Pasha Bank	116
4.3	Experteninterviews zur Anwendbarkeit in Deutschland	117
4.3.1	Kosten von Verbriefungen im Vergleich zur klassischen Kreditfinanzierung	119
4.3.2	Mögliche Strukturierungsansätze	120
4.3.3	Ausblick und Handlungsempfehlungen	122
5	FinTechs als Kooperationspartner	124
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	126
7	Literaturverzeichnis	127

1 Einleitung

Der Sektor Ernährung und damit die Landwirtschaft zählt seit 2011 zur kritischen Infrastruktur in Deutschland. Damit ist die zuverlässige Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln zwar einerseits ein zentraler Bestandteil der staatlichen Daseinsvorsorge, andererseits steht gerade hier ganz besonders auch der Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz im Blickpunkt, der parallel zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit umgesetzt werden muss (Steinbock, 2026). So ist die Landwirtschaft für 8,8 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich und damit ein sehr relevanter Wirtschaftszweig für die nachhaltige Transformation des Landes. Um eine nationale Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, sind sowohl Emissionsreduktionen als auch laut Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) jährlich Investitionen von rund 190 Mrd. Euro erforderlich (KfW, 2023). „Der damit einhergehende Finanzierungsbedarf ist enorm, und es wird entscheidend sein, diese erforderlichen Mittel zu mobilisieren. Gerade in der mittelstandsgeprägten Wirtschaftsstruktur Deutschlands mit ihren drei Säulen des Bankenmarkts können und müssen Verbriefungen dabei an der Schnittstelle zwischen bankbasierter Unternehmensfinanzierung und Kapitalmarkt einen Beitrag zur Finanzierung der Transformation leisten“ (TSI, 2023).

Dieser Forderung der True Sale Initiative (TSI) stehen positive Erfahrungen aus verschiedenen Wirtschaftszweigen wie der Automobilindustrie gegenüber, in denen durch die Verbriefung von Krediten und den Einsatz von Asset-backed Securities attraktive Finanzierungsbedingungen für nachhaltige Investitionen erreicht wurden (Hachenberg et al., 2018; Groß & Renner, 2013). Verbriefungen spielen im modernen Finanzwesen eine zentrale Rolle, da sie die Umwandlung von Finanzforderungen, beispielsweise Krediten, in handelbare Wertpapiere ermöglichen. Dadurch können Banken ihre Kreditportfolios auslagern, Liquidität freisetzen und Risiken diversifizieren. Gleichzeitig eröffnen Verbriefungen Investierenden den Zugang zu neuen Anlageklassen und tragen zur Effizienz und Stabilität der Finanzmärkte bei. Für die Realwirtschaft bedeutet dies, dass zusätzliche Finanzierungsmöglichkeiten geschaffen werden und Investitionspotenziale besser ausgeschöpft werden können. Insbesondere in Sektoren mit hohem Kapitalbedarf, wie beispielsweise der Landwirtschaft oder nachhaltigen Infrastrukturprojekten, kann die Verbriefung dazu beitragen, die Finanzierungslücke zu schließen und Innovationen zu fördern.

Während die Auswirkungen einer guten Kreditversorgung auf die Steigerung der Produktivität in der Landwirtschaft nicht nur für Europa gut dokumentiert sind (Blancard et al., 2006) und zuletzt auch von Zhang et al. (2024) für die Landwirtschaft in China belegt wurden, ist der potenzielle Beitrag von über Asset-backed Securities verbrieften Landwirtschaftskrediten zur nachhaltigen Investitionsfinanzierung in Deutschland bislang weitgehend unbeachtet geblieben. Hier setzt die nachfolgende Analyse an.

Basierend auf der Auswertung von Kapitalmarktdaten, der Betrachtung von zwei internationalen Fallstudien, zahlreichen Expertenbefragungen und einer Sichtung der kreditbezogenen FinTech-Landschaft in Deutschland werden Voraussetzungen herausgearbeitet, die für die Verbriefung von Agrarkrediten erfüllt sein müssen, und Finanzierungsvorteile abgeschätzt, die mit dem Einsatz von Asset-backed Securities erzielbar sind.

2 Der Markt für nachhaltige (Agrar-)Kreditprodukte und Verbriefungen

Um ein Verständnis für die Erfolgsaussichten von verbrieften Agrarkreditprodukten mit Nachhaltigkeitsfokus in Deutschland zu erreichen, erscheint es in einem ersten Schritt hilfreich, einen Überblick über den gesamten aktuellen Markt für nachhaltige Kapitalmarktkreditprodukte mit und ohne konkreten Fokus auf die Landwirtschaft zu geben. Dazu zählen nicht nur nachhaltige Verbriefungen im deutschen Markt und Verbriefungen von Agrarkrediten in einer breiteren, auch internationalen Betrachtung, sondern auch Kreditprodukte, die ähnlich wie Verbriefungen geeignet erscheinen, Bankbilanzen zu entlasten und neue Investorengruppen anzusprechen. Insbesondere Private-Debt-Fonds verdienen hier eine nähere Analyse.

2.1 Neue nachhaltige Kreditprodukte

Im März 2025 verkündete Goldman Sachs Asset Management die Lancierung eines neuen Kreditfonds für Umwelt- und Klimaunternehmen mit einem erreichten Volumen von 1 Mrd. US-Dollar. Mit diesem Fonds will Goldman Sachs eine Lücke im Private-Debt-Markt schließen, in dem Private-Debt-Kapital mit Nachhaltigkeitsfokus bislang wenig vertreten ist (Habdank, 2025).

2.2 Nachhaltige Verbriefungsprodukte in Deutschland

Im März 2024 teilte das Solar-Start-up Enpal die Emission von zwei Asset-backed-Einheiten im Volumen von insgesamt 1 Mrd. Euro mit, mit denen Kundenkredite an deutsche Hausbesitzer verbrieft wurden. Enpal bezeichnete sich dabei selbst als Pionier in Europa für diese Form der Verbriefung (Rohde, 2024).

Generell werden für den deutschen Verbriefungsmarkt immer wieder Reformen gefordert, weil beispielsweise Forderungen aus Dauerschuldverhältnissen nach deutschem Recht nicht als True Sales verkauft werden können, was unter anderem als bestehender Wettbewerbsnachteil für deutsche Tech-Start-ups angesehen wird (Kaiser, 2024). Fahrholz & Hülbert (2023) stellen ebenfalls fest, dass der gegenwärtige Regulierungsrahmen mit umfangreichen Transparenz- und Sorgfältigkeitsanforderungen zu prohibitiv wirkenden

Kosten von Verbriefungstransaktionen führt und damit die nachhaltige Transformation der deutschen Wirtschaft bremst. Diese Kosten- und Komplexitätsproblematik wird auch von Marktteilnehmenden als zentrales Hemmnis des deutschen Verbriefungsmarktes hervorgehoben (Fechtner, 2024).

2.3 Nachhaltige Agrarkreditverbriefungen

Nachhaltige Agrarkreditverbriefungen stellen eine potenziell bedeutende Innovation an der Schnittstelle zwischen nachhaltiger Finanzierung und Landwirtschaft dar. Während der Markt für nachhaltige Verbriefungen in Deutschland in Sektoren wie Immobilien, E-Mobilität oder erneuerbare Energien zuletzt spürbar gewachsen ist, existieren auf dem deutschen Markt bislang keine nachhaltigen Agrarkreditverbriefungen. Zwar wurden international, etwa in den USA und der Türkei, bereits erfolgreich traditionelle Agrarkreditverbriefungen emittiert, und lassen sich in Deutschland entsprechende Aktivitäten im Rahmen von Asset-backed Commercial-Paper-Transaktionen im Agrarbereich beobachten; eine explizite Verbindung von Nachhaltigkeitskriterien mit der Verbriefung landwirtschaftlicher Kredite wurde hierzulande allerdings bislang nicht umgesetzt.

Vor dem Hintergrund politischer Zielsetzungen – insbesondere im Hinblick auf die Transformation zu einer nachhaltigen und resilienten Agrarwirtschaft – erscheint die Entwicklung nachhaltiger Agrarkreditverbriefungen als wichtige Ergänzung des Finanzierungsspektrums. Zudem deutet die Erfahrung mit nachhaltigen Kredit- und Wertpapierprodukten in anderen Sektoren darauf hin, dass entsprechende Verbriefungen einen Beitrag zur Mobilisierung privaten Kapitals für die grüne Transformation der Landwirtschaft leisten könnten.

Insgesamt besteht somit eine signifikante Forschungslücke hinsichtlich der Konzeption, des Marktpotenzials sowie möglicher Herausforderungen nachhaltiger Agrarkreditverbriefungen in Deutschland. Die systematische wissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesem innovativen Marktsegment ist bislang kaum erfolgt und eröffnet damit zahlreiche Forschungsansätze, sowohl aus finanzwirtschaftlicher als auch aus agrarökonomischer Perspektive.

3 Verbriefungen landwirtschaftlicher Kredite: Grundlagen und Marktumfeld

Nachfolgend wird eine konzeptionelle und marktliche Einordnung von Verbriefungen landwirtschaftlicher Kredite vorgenommen. Zunächst werden die grundlegende Funktionsweise von Asset-backed Securities sowie zentrale Strukturmerkmale dargestellt. Darauf aufbauend werden die spezifischen Besonderheiten der Verbriefung im Agrarsektor herausgearbeitet, die sich insbesondere aus sektoralen Risiken, institutionellen Rahmenbedingungen und saisonalen Zahlungsstrukturen ergeben. Abschließend erfolgt ein Überblick über die Finanzierung der Landwirtschaft sowie über den Markt für Asset-backed Securities in Deutschland und Europa, um das Marktumfeld für potenzielle Agrarkreditverbriefungen einzuordnen.

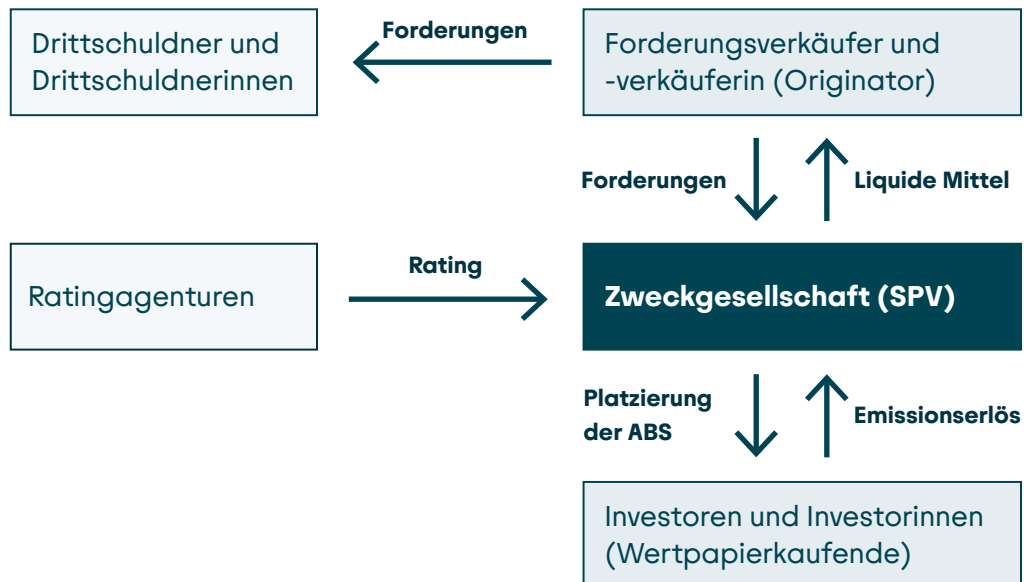
3.1 Funktionsweise von Asset-backed Securities

Bei einer Asset-backed Security-Transaktion werden Forderungsansprüche verbrieft. Dadurch werden Wertpapiere (Securities) geschaffen, die durch Finanzaktiva (Assets) abgesichert und gedeckt (backed) sind (Olfert, 2017). Die Forderungen können bereits existieren oder zukünftig im Rahmen der laufenden Geschäftstätigkeit entstehen. Beispielsweise kann es sich um Forderungen aus Autofinanzierungen, Kreditkartenverträgen oder Forderungen aus Lieferungen und Leistungen handeln (Pape, 2023).

Die Person, die die Forderungen innehat, erhält durch den Verkauf der Forderungen Liquidität, weshalb diese Form der Finanzierung Ähnlichkeiten mit dem Factoring oder der Forfaitierung aufweist (Zantow & Dinauer, 2011).

Für die Transaktion wird eine Zweckgesellschaft (Special Purpose Vehicle, SPV) gegründet, die die Forderungen kauft und sich über die Ausgabe verschiedener nach ihrem Risiko gestaffelten Wertpapiertranchen (siehe Abbildung 1) refinanziert, die bei Investierenden platziert werden (Pape, 2023). Den Verkauf der Forderungen bezeichnet man als „True Sale“. Alternativen zu dieser Form der Asset-backed Securities werden in dieser Analyse nicht behandelt.

Abbildung 1: Struktur einer ABS-Transaktion



Quelle: Eigene Abbildung in Anlehnung an Pape (2023).

Die Zins- und Tilgungszahlungen für die verschiedenen Wertpapiere werden aus den Rückflüssen der verbrieften Forderungen bedient. Dabei wird zunächst die ranghöchste Tranche (Senior Tranche, siehe Abbildung 2) bedient, die somit das geringste Ausfallrisiko, das höchste Rating und eine vergleichsweise niedrige Verzinsung aufweist. Anschließend folgen die weiteren Tranchen, die jeweils ein höheres Ausfallrisiko, ein niedrigeres Rating und eine höhere Verzinsung besitzen (Pape, 2023).

Banken, die in Deutschland Asset-backed Securities strukturieren und platzieren, sind beispielsweise BNP Paribas, BofA Securities und UniCredit. Die Transaktionen werden von Anwaltskanzleien mit ausgewiesener Expertise im Bereich Verbriefungen, wie Clifford Chance, Hogan Lovells und Linklaters, sowie von den Ratingagenturen Standard & Poor's, Moody's und Fitch Ratings begleitet.

Abbildung 2: Tranchen einer ABS-Transaktion

Wertpapier	Rating	Volumen (€)	Verzinsung
Senior Tranche	AAA	20 Mio.	3 %
Mezzanine Tranche	A	2 Mio.	4 %
Mezzanine Tranche	BBB	2 Mio.	4,5 %
Junior Debt	CCC	1 Mio.	10 %

Quelle: Eigene Abbildung in Anlehnung an Pape (2023).

3.2 Besonderheiten der Verbriefung im Agrarsektor

Die Anwendung von Verbriefungsinstrumenten im Agrarsektor unterliegt spezifischen Herausforderungen, die sich aus den strukturellen, institutionellen und ökologischen Rahmenbedingungen der Landwirtschaft ergeben. Während sich die klassische Verbriefung zunächst in homogen strukturierten Kreditmärkten wie bei Hypotheken oder Konsumentenkrediten etablieren konnte, weist der Agrarsektor in vielen Ländern eine hohe Fragmentierung, unregelmäßige Zahlungsströme sowie eine starke Abhängigkeit von natürlichen und politischen Risikofaktoren auf (Bernard et al., 2011; Climate Bonds Initiative, 2018a). Diese Merkmale erschweren die Standardisierung, Aggregation und Risikobewertung von Agrarkrediten und stellen besondere Anforderungen an die Konzeption und Umsetzung von Asset-backed Security-Strukturen. Zugleich zeigen internationale Entwicklungen, dass angepasste Modelle und institutionelle Reformen eine strukturelle Verbriefungsfähigkeit landwirtschaftlicher Kreditmärkte ermöglichen können. Die zentralen Besonderheiten der Agrarkreditverbriefung und die Anpassungen, mit denen der Agrarsektor an Kapitalmarktlösungen herangeführt werden kann, ergeben sich wie folgt:

Fragmentierung der landwirtschaftlichen Kreditlandschaft:

International betrachtet ist ein zentrales Merkmal vieler Agrarsektoren die strukturelle Fragmentierung der Kreditlandschaft. In Ländern wie der Türkei oder Indien dominieren kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe die Produktionsstruktur (Kuslu, 2020), und Agrarkredite sind häufig kleinteilig, lokal gebunden und durch informelle Beziehungen geprägt. Für die Verbriefung ergeben sich in solchen Märkten zwei zentrale Herausforderungen: Erstens erschwert die geringe Standardisierung von Kreditverträgen und Sicherheiten die Bildung homogener Kreditpools; zweitens erhöhen heterogene Bonitätsprofile und regionale Risiken die Komplexität der Risikomodellierung (Ugur & Erkus, 2007).

In Deutschland stellt sich die Ausgangslage dagegen anders dar. Die landwirtschaftliche Kreditvergabe ist vergleichsweise standardisiert. Diese Homogenität der deutschen Agrarfinanzierung stellt im Hinblick auf eine mögliche Verbriefung einen Vorteil dar, da standardisierte Forderungen die Bildung homogener Kreditpools und eine verlässliche Risikobewertung erleichtern. Die zentrale Herausforderung für den deutschen Markt liegt

daher weniger in der Heterogenität der Kreditverträge als vielmehr in der Aggregation ausreichend großer Volumina aus einer dezentralen, aber standardisiert arbeitenden Kreditlandschaft.

Saisonale Zahlungsströme und Liquiditätszyklen:

Ein wesentlicher Unterschied der Landwirtschaft gegenüber anderen Sektoren liegt in der ausgeprägten Saisonalität von Einnahmen und Ausgaben. Da die Produktion an natürliche Vegetationszyklen gebunden ist, liegen Kreditaufnahme, Investition und Rückzahlung zeitlich weit auseinander (Gunes & Movassaghi, 2017). Für Asset-backed Security-Strukturen bedeutet dies, dass klassische monatliche Zahlungsprofile nicht ohne Weiteres übertragbar sind. Stattdessen sind angepasste Rückzahlungspläne und ebenso tranchierungs- und tilgungsbezogene Modelle erforderlich, die auf saisonale Schwankungen Rücksicht nehmen. In Indien werden saisonale Mikrokredite zunehmend mit revolvingenden Strukturen kombiniert, um mehrere Erntezyklen in einem Verbriefungspool abzubilden (Climate Bonds Initiative, 2018b). Solche Modelle basieren häufig auf Future Flow Securitizations, bei denen erwartete Ernteerlöse oder Lieferverträge zur Grundlage der Zahlungsströme werden (Bernard et al., 2011). Diese saisonalen Rückflüsse beeinflussen unmittelbar die Strukturierung der Asset-backed Security-Tranchen. Senior-Tranchen müssen häufig mit zusätzlichen Risikopuffern abgesichert werden, etwa durch Überbesicherung, Ernteversicherungen oder Liquiditätsreserven, um trotz verzögerter Rückflüsse stabile Ratings zu ermöglichen. Zudem gewinnen flexible Modelle an Bedeutung, bei denen Rückzahlungen an den erwarteten Produktionszyklus gekoppelt sind (Hanson & Hepp, 1989; Sabarwal, 2006).

Natur- und Klimarisiken:

Agrarkredite sind in besonderem Maße klimatischen Risiken ausgesetzt. Dürren, Überschwemmungen, Schädlingsbefall oder Marktvolatilitäten können zu massiven Ertragsausfällen und in der Folge zu Zahlungsausfällen führen (Gowda et al., 2018). Diese Volatilität erhöht nicht nur das Kreditrisiko, sondern erschwert auch die Risikobewertung innerhalb von Asset-backed Security-Strukturen. In diesem Zusammenhang gewinnen Environmental-, Social- und Governance-Kriterien an Bedeutung. Nachhaltige Anbauformen, CO₂-arme Produktionsmethoden und resiliente Sorten gelten als risikomindernd und stoßen auf wachsende Nachfrage bei institutionellen Investorinnen und Investoren (Climate Bonds Initiative, 2018a). In Indien werden derzeit Environmental-, Social- und Governance-basierte Klassifikationssysteme

entwickelt, um Green Asset-backed Securities auf agrarischer Basis zu strukturieren (Jaspal & Khanna, 2024). In den USA werden Klimaszenarien bereits systematisch in die Risikomodelle öffentlicher Verbriefungsinstitutionen wie Farmer Mac integriert (Hanson & Hepp, 1989; Boerema, 2005).

Institutionelle Voraussetzungen, staatliche Rolle und Blended Finance:

In zahlreichen Ländern erfolgt die landwirtschaftliche Kreditvergabe primär über staatliche Banken oder Förderinstitutionen. Diese dominieren nicht nur den Markt, sondern beeinflussen auch Standards, Vertragsstrukturen und Risikoverteilung. Eine derartige Konzentration erschwert die Diversifizierung von Asset-backed Security-Pools und hemmt den Wettbewerb unter den Kreditgebenden. Gleichzeitig können staatliche Akteure als Treiber von Verbriefungslösungen fungieren. Dies kann über Garantien, steuerliche Anreize oder regulatorische Klarstellungen erfolgen. In Serbien wurde vorgeschlagen, erste Agrarverbriefungen über staatlich kontrollierte Zweckgesellschaften zu initiieren, um institutionellen Investierenden mehr Sicherheit zu bieten (Mirović & Bolesnikov, 2013). In Indien unterstützt die Zentralbank ausdrücklich die Verbriefung von Priority-Sector-Lending-Krediten im Agrarsektor (Damodaran & van den Heuvel, 2023). Eine zunehmend bedeutende Rolle spielt auch Blended Finance. Dabei werden öffentliche Mittel oder multilaterale Garantien genutzt, um das Erstausfallrisiko für private Investierende abzusichern. Studien zeigen, dass dadurch Hebelwirkungen von bis zum Zwanzigfachen des eingesetzten öffentlichen Kapitals erzielt werden können, insbesondere im Bereich klimafreundlicher Agrartransformation (Ketkar & Ratha, 2009).

Fazit:

Die Verbriefung landwirtschaftlicher Kredite erfordert sektorspezifische Anpassungen auf mehreren Ebenen. Saisonal schwankende Einnahmen, klimatische Risiken und staatliche Marktstrukturen machen ein differenziertes Design agrarspezifischer Asset-backed Securities erforderlich. Gleichzeitig zeigen internationale Erfahrungen, dass sich mit gezielten institutionellen Reformen, digitaler Infrastruktur, Environmental-, Social- und Governance-orientierter Klassifikation und der Nutzung von Blended-Finance-Modellen auch in strukturschwachen Märkten investorenfähige Verbriefungsansätze realisieren lassen. Die im internationalen Vergleich hohe Standardisierung der Kreditvergabe in Deutschland bildet dabei eine strukturelle Grundlage, die eine Aggregation landwirtschaftlicher Forderungen zu verbriefungsfähigen Kreditpools grundsätzlich erleichtert.

3.3 Marktüberblick Finanzierung der Landwirtschaft

Mit einem Kapital von 836.400 Euro je erwerbstätiger Person gehört die Landwirtschaft zu den kapitalintensivsten Branchen der deutschen Volkswirtschaft. Der Fremdkapitalbestand der deutschen Land- und Forstwirtschaft belief sich Ende September 2025 auf rund 55,8 Mrd. Euro. Das land- und forstwirtschaftliche Sachkapital ist dabei zu etwa 27 % fremd- und zu 73 % eigenfinanziert. Die Kreditstruktur ist überwiegend langfristig ausgerichtet: Rund 86 % der Verbindlichkeiten entfallen auf Kredite mit langen Laufzeiten, während lediglich 14 % kurz- und mittelfristige Kredite mit Laufzeiten unter fünf Jahren ausmachen (Deutscher Bauernverband, 2025). Diese Struktur reflektiert sowohl die hohe Kapitalbindung in langlebige Produktionsmittel als auch die langfristigen Investitionszyklen des Agrarsektors.

Neben der hohen Kapitalintensität ist die Finanzierung landwirtschaftlicher Betriebe zunehmend von strukturellen und konjunkturellen Unsicherheiten geprägt. Wie der Deutsche Bauernverband (2025) im aktuellen Situationsbericht zeigt, beeinträchtigen steigende Inputkosten, volatile Erzeugerpreise sowie zunehmende Klima- und Wetterrisiken die Ertragsstabilität vieler Betriebe und dämpfen die Investitionsbereitschaft. Gleichzeitig besteht ein anhaltend hoher Bedarf an langfristigen Investitionen, etwa in Maschinen, Gebäude, Tierwohlmaßnahmen, Digitalisierung sowie klima- und umweltfreundliche Produktionsverfahren. Die Finanzierung dieser Vorhaben erfolgt überwiegend über bankbasierte Strukturen, insbesondere über regionale Kreditinstitute, genossenschaftliche Banken und Förderbanken, die traditionell eine zentrale Rolle in der Agrarfinanzierung einnehmen.

Aber inzwischen beeinflussen regulatorische Anforderungen sowie eine wachsende Risikoaversion aufseiten der Kreditgebenden zunehmend die Kreditvergabe im Agrarbereich. Da aus dem Klimawandel resultierende Katastrophenrisiken hier kaum versicherbar sind (Kramer et al., 2022), werden innovative Finanzierungslösungen benötigt, um Risiken neu in der Gesellschaft zu verteilen (Phan & Schwartzman, 2024), sodass Investitionsfinanzierungen wieder erleichtert werden. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Frage nach ergänzenden, kapitalmarktbasierten Finanzierungsinstrumenten, die institutionelle Investorinnen und Investoren mit weniger risikoaversen Profilen ansprechen, für die Landwirtschaft an Bedeutung.

3.4 Marktüberblick über die Asset-backed Securities in Deutschland und Europa

Der gesamte Neuverbriefungsmarkt in Europa betrug im Kalenderjahr 2024 ca. 245 Mrd. Euro, damit konnte gegenüber dem Jahr 2023 ein Wachstum von ca. 15 % verzeichnet werden (AFME, 2025). Die gezahlten Risikoprämien blieben trotz der schwierigen geopolitischen Lage weitestgehend stabil (DZ Bank, 2024). Betrachtet man die verschiedenen Assetklassen der Verbriefungen, fällt auf, dass insbesondere Verbriefungen kleiner und mittelständischer Unternehmen mit rund 108 Mrd. Euro eine bedeutende Rolle spielten (AFME, 2025).

Das ausstehende Volumen der Verbriefungen in Deutschland lag im letzten Quartal 2024 bei rund 89 Mrd. Euro. Damit belegt Deutschland im europäischen Vergleich den sechsten Platz – hinter dem Vereinigten Königreich, Frankreich, Italien, Spanien und den Niederlanden (AFME, 2025). Die platzierten Verbriefungen in Deutschland hatten im Jahr 2024 ein ungefähres Volumen von 14 Mrd. Euro (AFME, 2025). Damit spielen Verbriefungen in Deutschland mit ungefähr 4 % des gesamten Kreditbestandes eine untergeordnete Rolle.

Nachdem im Jahr 2013 bereits die erste öffentliche Solarverbriefung in den USA emittiert wurde (RMI, 2014), wurden in den Jahren 2023 und 2024 auch in Europa durch Solar- und Grüne E-Auto-Asset-backed Securities neue Marktsegmente erschlossen (DZ Bank, 2024). Die Landesbank Baden-Württemberg begab beispielsweise eine mit einer Garantie der Europäischen Investitionsbank-Gruppe (EIB-Gruppe) versehene Transaktion, die Kredite für Windparks und Solaranlagen verbrieft (LBBW, 2023). Die Environmental-, Social- und Governance-Quote im Bereich der Verbriefungen lag 2024 bei 2,3 % und wird 2025 voraussichtlich etwa 3 % erreichen (DZ Bank, 2024). Sie befindet sich damit noch auf einem sehr niedrigen Niveau und bleibt bisher hinter anderen Kreditmärkten zurück, zeigt aber aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach nachhaltigen Finanzprodukten ein stetiges Wachstumspotenzial.

4 Umsetzungserfahrungen und Markterwartungen für Asset-backed Securities

Die nachfolgenden Ausführungen widmen sich den praktischen Umsetzungserfahrungen und den Markterwartungen im Zusammenhang mit Asset-backed Securities im Agrarsektor. Anhand internationaler Fallstudien und Experteneinschätzungen wird analysiert, unter welchen Voraussetzungen Agricultural Green Asset-backed Securities im deutschen Markt realisierbar erscheinen.

4.1 Forschungsfragen, Datengrundlage und Methodik

Um zu untersuchen, inwieweit Agricultural Green Asset-backed Securities als innovative Asset-backed Securities in Deutschland für Klimaschutz und nachhaltige Landwirtschaft eingesetzt werden können, wurden in einem ersten Schritt Forschungsfragen abgeleitet, um wesentliche Detailaspekte konkret zu adressieren. So soll im Rahmen der weiteren Erhebungen geklärt werden,

- welche Finanzierungsströme sich vorrangig für die Verbriefung eignen,
- wie sichergestellt wird, dass die Finanzierungsströme nachhaltig sind,
- welche Art der Zertifizierungen der Nachhaltigkeit möglich/nötig wäre,
- wie die Kosten im Vergleich zu traditionellen Bankkrediten über die Hausbanken und die verschiedenen Förderprogramme sind,
- wie die Akzeptanz der Agricultural Green Asset-backed Securities unter den Investierenden ist,
- ob eine Verbriefungsplattform eine gangbare Lösung wäre,
- wie technologische Innovationen (wie Blockchain) genutzt werden können, um Transparenz und Effizienz in der Verbriefung zu verbessern,
- welche Rolle öffentliche Institutionen oder internationale Organisationen bei der Förderung von Agricultural Green Asset-backed Securities spielen könnten,
- ab welchem Emissionsvolumen Asset-backed Securities eine Kosteneffizienz erreichen und

- welche direkten Konkurrenzprodukte zu Agricultural Green Asset-backed Securities derzeit in Deutschland verfügbar sind und Anklang bei Investorinnen und Investoren finden.

Um möglichst Antworten auf alle Detailfragen generieren zu können, wurde ein zweistufiges Forschungsdesign gewählt. Zunächst erlauben zwei kompakte fallstudienartige Erhebungen etablierter Marktteilnehmender aus den USA und der Türkei, von bereits erwiesenen erfolgreichen Formaten Rückschlüsse auf institutionelle Designs zu ziehen. Mit diesem Vorwissen wurden wesentliche Kapitalmarktteilnehmende in Deutschland im Rahmen von halbstrukturierten Experteninterviews zu ihren Einschätzungen und Vorschlägen befragt. Aus der Aggregation der gewonnenen Erkenntnisse wurden schließlich Antworten auf die Forschungsfragen abgeleitet.

4.2 Internationale Fallstudien

Die nachfolgenden internationalen Fallstudien illustrieren anhand zweier etablierter Marktakteure, wie Asset-backed Security-Strukturen im Agrarsektor bereits erfolgreich umgesetzt werden. Dabei werden zwei unterschiedliche Ansätze aus den USA und der Türkei betrachtet.

4.2.1 Farmer Mac

Farmer Mac (Federal Agricultural Mortgage Corporation) stellt seit 1988 einen Sekundärmarkt für landwirtschaftliche Hypothekendarlehen bereit. Durch den Ankauf und die Verbriefung von Agrarkrediten in Form von hypotheckenbesicherten Wertpapieren (Agricultural Mortgage-Backed Securities) schafft Farmer Mac zusätzliche Liquidität und unterstützt eine stabile, langfristige Kreditvergabe in ländlichen Regionen. Investierende können diese durch Kreditpools abgesicherten Wertpapiere erwerben, was die Finanzierungsmöglichkeiten für Landwirte, ländliche Infrastrukturprojekte und institutionelle Anlegende verbessert (Farmer Mac, 2022).

Die neueste Agricultural Mortgage-Backed Security-Transaktion von Farmer Mac aus dem Juni 2025 umfasst ein Volumen von rund 300 Mio. US-Dollar an landwirtschaftlich besicherten Pass-Through-Zertifikaten. Diese sogenannten

Pass-Through-Zertifikate sind Wertpapiere, bei denen die eingehenden Tilgungen und Zinszahlungen aus den zugrunde liegenden Krediten direkt und anteilig an die Investierenden weitergeleitet werden. Die Emission basiert auf 350 Hypothekendarlehen, die jeweils durch landwirtschaftlich genutzte Immobilien besichert sind. Dabei enthält das Portfolio sowohl fest als auch variabel verzinsten Darlehen. Die Darlehen wurden gemäß den Richtlinien von Farmer Mac vergeben und stammen von verschiedenen Originatoren und Originatorinnen. Sie werden von zentralen Dienstleistern wie Farmer Mac, CGB Agri Financial Services und der Zions Bank verwaltet. Die Transaktion setzt sich aus zwei Senior-Tranchen (A-1 und A-2), einer Subordinate-Tranche (B), einer Interest-Only-Tranche (X1) sowie einer Residual-Tranche (R) zusammen. Dabei entsprechen die beiden Senior-Tranchen rund 92 % des gesamten Nennwertes der Darlehen und die Subordinate-Tranche 8 % (Farmer Mac, 2025).

Die Tranchen weisen unterschiedliche Laufzeiten, Verzinsungen und Rückzahlungsfenster auf. Die Zinssätze der Tranchen A-1 und A-2 sind durch eine Weighted-Average-Coupon-Obergrenze gedeckelt (aktuell 5,22 %), während Tranche B einen höheren Zinssatz (5,62 %) bietet. Dabei ist Tranche B allerdings nicht durch Farmer Mac garantiert. Die Tranche X1 besteht aus Interest-Only-Strips, welche von überschüssigen Zinsen profitieren. Die Rückzahlungen und Renditen für Investierende hängen stark von den Rückzahlungsraten der Darlehen und etwaigen Zinsanpassungen bei variabel verzinsten Darlehen ab. Das Angebot richtet sich ausschließlich an qualifizierte institutionelle Investierende und unterliegt verschiedenen rechtlichen und aufsichtsrechtlichen Beschränkungen, insbesondere im EU- und UK-Raum (Farmer Mac, 2025).

4.2.2 Pasha Bank

Die Pasha Bank war 2020 die erste Bank in der Türkei, die Asset-backed Securities emittierte. Innerhalb von vier Jahren begleitete sie 30 Asset-backed Security-Emissionen in den Bereichen Landwirtschaft, Chemie und Automobil und mobilisierte dabei Finanzmittel in Höhe von über 50 Mio. US-Dollar. Ein Schwerpunkt liegt auf Unternehmen im Agrarsektor, die zwar qualitativ hochwertige Vermögenswerte besitzen, aber nur schwer zu günstigen Konditionen Fremdkapital erhalten (Pasha Bank, 2024).

Eine zentrale Partnerschaft stellt dabei das Agrar-FinTech-Unternehmen Tarfin dar, das Landwirten über flexible Finanzierungsmodelle den Zugang zu Betriebsmitteln wie Dünger, Saatgut und Futtermitteln ermöglicht. Konkret verbrieft werden Forderungen, die aus dem Verkauf von landwirtschaftlichen Betriebsmitteln entstehen. Diese landwirtschaftlichen Betriebsmittel werden von Tarfin auf Kreditbasis an die Landwirte verkauft. Die daraus resultierenden Forderungen der Landwirte dienen als Basis für die Asset-backed Security-Struktur. Diese Forderungen werden gebündelt und in eine Zweckgesellschaft übertragen, die daraufhin Wertpapiere emittiert, welche durch diese Forderungen besichert sind (Tarfin, 2022).

4.3 Experteninterviews zur Anwendbarkeit in Deutschland

Um zu beurteilen, inwieweit die in anderen Märkten etablierten Modelle von Agricultural Green Asset-backed Securities auf Deutschland übertragbar sind, wurden beim TSI Congress 2025 in Berlin halbstrukturierte Interviews mit Verbriefungsexpertinnen und -experten sowie Investorinnen und Investoren nachhaltiger Anlageprodukte geführt. Ziel dieser Gespräche war es, in Verbindung mit nachhaltigen Verbriefungen zentrale Erfolgsfaktoren, Hemmnisse und Erwartungen im deutschen Kontext zu identifizieren und einzuschätzen, inwieweit vergleichbare Strukturen auch im deutschen Markt implementierbar sind.

Die Interviewpartnerinnen und -partner stammten aus dem Bankensektor, dem Bereich des Asset Managements und von Dienstleistern für strukturierte Finanzierungen. Dabei wurde besonderer Wert auf eine ausgewogene Auswahl von Expertinnen und Experten aus dem In- und Ausland gelegt, um eine möglichst breite Perspektive abzudecken. Zudem wurde darauf geachtet, alle relevanten Segmente, wie Investorinnen und Investoren, Originatorinnen und Originatoren sowie Strukturiererinnen und Strukturierer, in die Befragung einzubeziehen.

Die Gespräche verdeutlichten, dass der Einsatz von Asset-backed Securities in der landwirtschaftlichen Finanzierung grundsätzlich Potenzial bietet, derartige Strukturen in Deutschland bislang jedoch kaum etabliert sind und sich bisher auf wenige Asset-backed Commercial Paper-Programme

beschränken. Geeignet erscheinen insbesondere Forderungen aus Leasingverträgen, Subventionen, nachhaltigen Energieprojekten (insbesondere im Bereich von Solar-, Biogas- und Windenergie), forstwirtschaftlichen Aktivitäten sowie Carbon-Credit-Programmen. Auch Biodiversitäts- und Renaturierungsprojekte oder Forderungen entlang der landwirtschaftlichen Lieferkette, etwa von Molkereien oder Landhandelsunternehmen, wurden als potenzielle Basiswerte identifiziert. Für wirtschaftlich tragfähige Transaktionen wurden Mindestvolumina von etwa 50 bis 100 Mio. Euro bei Asset-backed Commercial Paper-Programmen und rund 300 Mio. Euro oder mehr bei klassischen Asset-backed Securities genannt.

Strukturell bevorzugen Marktteilnehmende einfache, private Verbriefungsformen ohne öffentliches Rating, da öffentliche Asset-backed Security-Emissionen mit hohen Transaktions- und Ratingkosten verbunden sind. Pooling-Konzepte gelten als schwierig, da sie Mehrfachrisiken (Ausfallrisiko der Forderungen und des Verkäufers) erzeugen und die Haftungsstruktur komplex machen. Ein zentrales Hindernis bleibt das geringe Finanzierungsvolumen einzelner landwirtschaftlicher Betriebe, das eine Bündelung über geeignete Intermediäre oder Genossenschaften erforderlich macht.

Obwohl Nachhaltigkeit im Verbriefungsumfeld an Bedeutung gewinnt, ist sie in bestehenden Strukturen bislang nur wenig ausgeprägt. Institutionelle Investierende mit Nachhaltigkeitsmandat signalisieren wachsendes Interesse an Green Asset-backed Securities, sofern deren unmittelbarer Einfluss auf die CO₂-Emissionen nachvollziehbar und messbar ist. Nachhaltigkeitszertifizierungen gelten dabei als wichtiges Vertrauenselement zur Vermeidung von Greenwashing, auch wenn die Praxis derzeit noch unter uneinheitlichen Labels und hohem Reportingaufwand leidet. Mehrere Interviewpartner betonten, dass insbesondere die Offenlegungs- und Berichtspflichten nach Artikel 8 und 9 der EU-Offenlegungsverordnung (Sustainable Finance Disclosure Regulation) eine Hürde darstellen, da sie umfangreiche Datenverfügbarkeit und standardisierte Nachweisführung erfordern.

Technologische Innovationen werden mehrheitlich als Chance gesehen, die Transparenz und Effizienz von Agricultural Green Asset-backed Securities zu erhöhen. Sie könnten zur Dokumentation von ESG-Kennzahlen und zur automatisierten Überwachung von CO₂-Reduktionspfaden beitragen. Daneben wurden auch Carbon Credits und Biodiversitätsleistungen als zusätzliche Cashflow-Quellen diskutiert, die sich in eine strukturierte Finanzierung integrieren ließen.

Im internationalen Vergleich wurde hervorgehoben, dass der europäische Verbriefungsmarkt im Allgemeinen (und der deutsche im Besonderen) konservativer und stärker reguliert ist als der US-amerikanische Markt. Gleichzeitig zeichnet sich eine zunehmende Aktivierung institutioneller Investierender ab, die nach nachhaltigen Anlageformen suchen. Messbare CO₂-Reduktion und Transparenz über die Nachhaltigkeitswirkung gelten dabei als zentrale Treiber zukünftiger Investments.

Öffentliche Institutionen wie die KfW oder die Rentenbank könnten nach Einschätzung mehrerer Gesprächspartner eine Schlüsselrolle bei der Etablierung des Marktes spielen, etwa durch Garantie- oder Ankerinvestitionen sowie durch Förderung innovativer Pilotprojekte. Insgesamt bestätigen die Interviews, dass die Realisierung von Agricultural Green Asset-backed Securities in Deutschland grundsätzlich möglich ist, jedoch von mehreren Voraussetzungen abhängt: ausreichenden Volumina und Standardisierung der Forderungen, einer verlässlichen Datenbasis zur Erfassung der Nachhaltigkeit sowie einer aktiven Unterstützung durch institutionelle und öffentliche Akteure.

4.3.1 Kosten von Verbriefungen im Vergleich zur klassischen Kreditfinanzierung

Die Wirtschaftlichkeit von Agricultural Green Asset-backed Securities wird maßgeblich durch die im Vergleich zur klassischen Kreditfinanzierung höheren Transaktionskosten bestimmt. Insbesondere öffentliche Asset-backed Security-Emissionen sind mit erheblichen fixen Kosten verbunden, die ihre Einsatzfähigkeit stark vom Emissionsvolumen abhängig machen.

Ein zentraler Kostenfaktor ist das externe Rating. Für ein öffentliches Rating durch große Ratingagenturen wurden indikative Kosten von rund 170.000 Euro für das Initialrating genannt, ergänzt um laufende jährliche Kosten von etwa 50.000 Euro. Diese Kosten fallen weitgehend unabhängig vom Transaktionsvolumen an und wirken damit insbesondere bei kleineren Emissionen kostentreibend. Vor diesem Hintergrund gelten öffentliche Asset-backed Security-Strukturen in der Praxis erst ab Volumina von etwa 300 Mio. Euro als wirtschaftlich sinnvoll.

Demgegenüber bieten private Verbriefungsstrukturen ohne öffentliches Rating deutlich geringere Kosten. In solchen Fällen kann auf externe Ratings verzichtet werden, sofern Investierende eigene Kreditprüfungen durchführen. Für entsprechende Private-Placement-Strukturen wurden Strukturierungskosten in der Größenordnung von etwa 10 Basispunkten des Emissionsvolumens genannt, während ratingbedingte Zusatzkosten entfallen.

Im Vergleich dazu ist die klassische bankbasierte Kreditfinanzierung, insbesondere über Förderbanken, durch niedrigere Transaktionskosten und standardisierte Prozesse gekennzeichnet. Förderkredite zeichnen sich durch günstige Konditionen und standardisierte Prozesse aus, wodurch sie für landwirtschaftliche Betriebe häufig eine kostengünstige Finanzierungsalternative darstellen. Entsprechend lässt sich die Attraktivität von Agricultural Green Asset-backed Securities weniger durch kurzfristige Kostenvorteile begründen, sondern vielmehr über zusätzliche Diversifikations- und Impactaspekte auf Investorenseite. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Kreditausfallrisiko nicht bei den Banken verbleibt, sondern vollständig von den Investierenden der Asset-backed Security-Tranchen getragen wird. Somit ermöglichen Asset-backed Securities eine bankenunabhängige Form der Finanzierung.

4.3.2 Mögliche Strukturierungsansätze

Die Interviews lieferten eine Reihe konkreter Anregungen, welche Arten von Finanzierungsströmen sich für die Strukturierung von Agricultural Green Asset-backed Securities eignen könnten. Im Mittelpunkt steht dabei die Identifikation solcher Vermögenswerte, deren Cashflows stabil, nachvollziehbar und im besten Fall mit einer messbaren ökologischen Wirkung verknüpft sind. Die folgenden Ansätze wurden von verschiedenen Gesprächspartnern als besonders relevant erachtet.

Maschinenleasing:

Mehrere Interviewpartner verwiesen auf bestehende Leasingprogramme für landwirtschaftliche Maschinen, die bereits teilweise über Asset-backed Commercial Paper-Strukturen refinanziert werden. Hierbei könnten standardisierte Leasingforderungen, beispielsweise von Herstellern wie Claas, John Deere oder Krone, als Basiswerte dienen. Eine grüne Variante dieser Strukturen wäre insbesondere dann möglich, wenn die finanzierten Maschinen einen Beitrag zur Emissionsminderung leisten, etwa durch den Einsatz

energieeffizienter oder elektrisch betriebener Motoren. Der Vorteil dieser Strukturen liegt in den homogenen und wiederkehrenden Cashflows, die eine verlässliche Kalkulationsgrundlage für Investierende bieten.

Subventionen:

Einige Interviewpartner aus dem Investorensumfeld sahen auch in landwirtschaftlichen Subventionsansprüchen oder Förderzahlungen potenziell geeignete Basiswerte für Verbriefungen. Diese Zahlungsströme sind in der Regel stabil und staatlich garantiert, wodurch sie grundsätzlich für eine Asset-backed Security-Struktur geeignet erscheinen. Allerdings bestehen erhebliche rechtliche und administrative Hürden: Subventionsansprüche sind häufig nicht abtretbar, unterscheiden sich regional und können sich durch politische Entscheidungen kurzfristig verändern. Dennoch könnte ein solches Modell, insbesondere bei klar definierter Förderlogik, einen glaubwürdigen Beitrag zur nachhaltigen Finanzierung landwirtschaftlicher Betriebe leisten, da die Mittel direkt an ökologische Bewirtschaftungsmaßnahmen gekoppelt wären.

Energie- und Klimaprojekte:

Ein weiteres Anwendungsfeld liegt in der Verbriefung von Cashflows aus Projekten im Bereich erneuerbarer Energien. Mehrere Fachleute aus dem Bereich institutioneller Investments und Strukturierung verwiesen auf bestehende Strukturen im Solar- und Biogassektor sowie auf mögliche Erweiterungen in Richtung Windkraft oder Forstwirtschaft. Die zugrunde liegenden Einnahmen, etwa aus Stromverkauf, Einspeisevergütungen oder Holzproduktion, sind regelmäßig und langfristig planbar. Durch die direkte Verbindung zu CO₂-Einsparungen und Ressourcenschonung eignen sich solche Strukturen besonders für Green-Label-Zertifizierungen und können von Investierenden als Nachweis realer Nachhaltigkeitswirkung genutzt werden.

Carbon Credits:

Ein weiterer im Rahmen der Interviews vielfach diskutierter Ansatz ist die Integration von Carbon Credits in eine Strukturierung. Dabei könnten Einnahmen aus dem Verkauf freiwilliger Emissionszertifikate (Voluntary Carbon Market) oder Biodiversitätsgutschriften als Basiswerte in eine Verbriefung einfließen. Dieses Konzept würde eine direkte Verbindung zwischen ökologischer Leistung und Kapitalmarktfinanzierung schaffen. Allerdings bestehen noch erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der regulatorischen Anerkennung, der Preisstabilität und der Verlässlichkeit der zugrunde liegenden CO₂-Zertifikate. Entsprechend wird dieses Modell aktuell eher als langfristige Perspektive für einen reiferen Markt gesehen.

Insgesamt verdeutlichen diese Ansätze, dass Agricultural Green Asset-backed Securities auf einer Vielzahl von Cashflow-Quellen aufbauen könnten, die von klassischen Finanzierungsinstrumenten wie Leasingforderungen bis hin zu innovativen, wirkungsbezogenen Zahlungsströmen aus dem Klimaschutz reichen. Entscheidend für ihre Umsetzbarkeit ist eine ausreichende Standardisierung der Forderungen, die Sicherstellung verlässlicher Nachhaltigkeitsdaten sowie ein regulatorisches Umfeld, das neue Strukturen unterstützt und anerkennt.

4.3.3 Ausblick und Handlungsempfehlungen

Die Interviews zeigen deutlich, dass die Realisierung eines Agricultural Green Asset-backed Security-Marktes in Deutschland nicht allein von der Verfügbarkeit geeigneter Basiswerte abhängt, sondern von einer gezielten institutionellen und regulatorischen Unterstützung. Mehrere Gesprächspartner betonten, dass es zur Etablierung eines funktionsfähigen Marktes konkrete Anschubimpulse und Pilotinitiativen benötigt, um die praktische Umsetzbarkeit und Investorenakzeptanz nachhaltiger Verbriefungsstrukturen zu demonstrieren.

Nach Einschätzung der Interviewpartner könnten öffentliche Förderbanken eine Schlüsselrolle hierbei übernehmen, indem sie als Anker-Investierende oder Garanten auftreten. Durch die Bereitstellung von Startkapital oder Teilgarantien könnten sie erste Transaktionen ermöglichen und so Vertrauen im Markt schaffen. Vertreter aus dem Strukturierungsumfeld verwiesen zudem darauf, dass Förderbanken häufig über die notwendige Reputation und Risikotragfähigkeit verfügen, um in einer frühen Marktphase innovative Finanzierungsformen abzusichern.

Um Investierenden und Emittierenden gleichermaßen Sicherheit zu geben, könnte der Aufbau eines Pilotprojekts mit klar standardisierten Green Assets durchgeführt werden. Ein solches Projekt könnte beispielhaft zeigen, wie nachhaltige Forderungen aus Bereichen wie Maschinenleasing, Energie- oder Forstprojekten strukturiert, bewertet und nach Environmental-, Social- und Governance-Kriterien klassifiziert werden können. Standardisierte Prozesse bei Datenerfassung, Dokumentation und Berichterstattung wurden als entscheidende Voraussetzung genannt, um Transaktionskosten zu senken und Skalierbarkeit zu erreichen.

Technologien, insbesondere Blockchain- und Datenplattformlösungen, könnten ein Instrument darstellen, um die Transparenz und Nachweisfähigkeit zu erhöhen. Durch die automatisierte Erfassung und Verifizierung von Nachhaltigkeitsdaten könnten nicht nur regulatorische Anforderungen (zum Beispiel nach Artikel 8 und 9 der Sustainable Finance Disclosure Regulation) effizienter erfüllt, sondern auch das Vertrauen institutioneller Investierender in die ökologische Integrität der Produkte gestärkt werden.

Schließlich wurde betont, dass der Aufbau eines Agricultural Green Asset-backed Security-Marktes politische Unterstützung benötigt. Dazu zählen die Entwicklung von Nachhaltigkeitskriterien sowie die Schaffung von rechtlichen Klarstellungen zur Abtretbarkeit öffentlicher Förderansprüche.

Ein koordiniertes Vorgehen zwischen Politik, Förderinstitutionen und Marktteilnehmenden könnte somit den Grundstein für einen funktionierenden Markt für Agricultural Green Asset-backed Securities in Deutschland legen. Ein gemeinsames Pilotprojekt unter Beteiligung einer Förderbank, technischer Plattformen sowie Investorinnen und Investoren kann hierbei ein realistischer nächster Schritt sein, um diese Marktinnovation praktisch zu erproben und sichtbar zu machen. Allerdings steht diesen umsetzungsorientierten Anregungen die Grundsatzfrage gegenüber, warum überhaupt in einem gut funktionierenden System mit einer Förderbank und vielen Primärbanken den traditionellen Agrarkrediten eine kapitalmarktorientierte Finanzierungslösung über Verbriefungsinstrumente zur Seite gestellt werden sollte. Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass Investierende für eine ABS-Lösung zwar insgesamt sehr offen sind, aber bislang entsprechende Kapitalmarktprodukte in Deutschland noch nicht eingesetzt werden. Dies liegt sicherlich zu großen Teilen an der guten Verfügbarkeit von Krediten über die Rentenbank. Es liegt aber auch an den gerade skizzierten Einstiegshürden, die für ein erstes erfolgreiches Produkt zu überwinden sind. Nach den Einschätzungen der Experten können Asset-backed Securities auch in Deutschland ein attraktives zweites Standbein in der (Re-)Finanzierung von Agrarkrediten sein, wenn diese Hürden genommen sind.

5 FinTechs als Kooperationspartner

Das Angebot an FinTech-Lösungen für Kredite an kleinste, kleine und mittlere Unternehmen ist in Deutschland insgesamt sehr begrenzt. Sucht man darüber hinaus noch zusätzlich nach einem spezifischen Fokus auf Kreditfinanzierungen von nachhaltigen Investitionen, findet sich mit der Crowdfunding-Plattform Bettervest lediglich ein seit Längerem etablierter digitaler Marktplatz. Bettervest wurde 2012 gegründet und startete 2013 mit der Finanzierung von ersten Projekten. Seitdem bietet das Unternehmen Beteiligungsmöglichkeiten an nachhaltigkeitsorientierten Vorhaben, deren Finanzierungsvolumina und thematische Schwerpunkte kontinuierlich erweitert werden (Bettervest, o. J.-a). Die digitale Plattform verfolgt das Ziel, Initiatoren nachhaltigkeitsorientierter Projekte und Investierende über die Begebung von Anleihen und Nachrangdarlehen zusammenzubringen. Dabei richtet sich das Angebot vorrangig an Kleinanlegende, es bestehen jedoch auch Optionen für Unternehmen, größere Summen zu investieren. Für Kapitalgesellschaften besteht keine Investitionsobergrenze, sofern das Emissionsvolumen eines Projekts zwischen 100.000 Euro und 6 Mio. Euro liegt (Bettervest, o. J.-b). Die technische Infrastruktur, einschließlich Treuhänder und Zahlungsabwicklung, wird vollständig von Bettervest bereitgestellt. Die Plattform finanziert sich über Entgelte, die von den jeweiligen Kapitalnehmern entrichtet werden (Bettervest, o. J.-b).

Investierende erhalten eine einfache und benutzerfreundliche Möglichkeit zur Finanzierung nachhaltiger Projekte. Dafür werden auf der Webseite detaillierte Informationen, erwartete Renditen und regelmäßige Updates zu allen Projekten transparent dargestellt. Die Tilgung und Zinsen finanzieren sich aus projektgenerierten Einnahmen oder Kosteneinsparungen und werden in der Regel über die Laufzeit in Form von jährlichen Annuitäten beglichen (Bettervest, o. J.-c). Obwohl bereits seit 2013 am Markt, wurden erst ca. 150 Projekte finanziert, wobei das Resultat der Projekte (getilgt/finanziert/Ausfall) ebenfalls transparent gelistet ist (Bettervest, o. J.-d). Die Projektauswahl erfolgt anhand diverser Nachhaltigkeitsziele und Ausschlusskriterien, die in der Ethics Policy des Unternehmens aufgeführt sind und fortlaufend ergänzt werden (Bettervest, o. J.-b). Der Tätigkeitsfokus erstreckt sich primär auf Deutschland und einige afrikanische Staaten (Bettervest, o. J.-a). Vorrangig befassen sich diese Projekte mit Energieeinsparungen oder der Bereitstellung nachhaltiger Energiesysteme. Exemplarisch finden sich auch

Agrarprojekte auf der Plattform. So wurden kumuliert über 400.000 Euro für den Ausbau einer nachhaltigen Dattelfarm (Bettervest, o. J.-e), den Aufbau einer solarbetriebenen Avocado-Verarbeitungsanlage (Bettervest, o. J.-f) sowie die Bereitstellung effizienter Heizgeräte für eine nachhaltigere Landwirtschaft in Uganda aufgebracht (Bettervest, o. J.-g).

Die gegenwärtige Marktstellung von Bettervest und das Ausbleiben anderer FinTechs im Bereich der Finanzierung von Agrarinvestitionen legt nahe, dass dieses Segment nur als Nischensegment und insgesamt wenig attraktiv erachtet wird. Das kann zum einen auch daran liegen, dass die öffentlich-rechtlichen und genossenschaftlichen Verbünde und einige Spezialfinanzierer die Kreditversorgung gut abdecken; zum anderen wurden aber gerade auch FinTechs mit kreditbezogenen Geschäftsmodellen von der Corona-Krise und den nachfolgenden staatlichen Interventionen in die Finanzmärkte besonders kritisch getroffen (Kakhkharov et al., 2024). So leiden in Deutschland beispielsweise auch die Finanzierungsplattformen im Immobilienbereich an schwachen Akzeptanzraten im Markt (Jumpertz, 2025). Das legt den Schluss nahe, dass das Segment der kreditbezogenen FinTechs in absehbarer Zukunft erneut gesichtet werden sollte, um mögliche Veränderungen und neue Produktangebote zu erfassen, die auch im nachhaltigen Agrarkreditbereich Erfolg haben könnten.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Analyse zeigt, dass Agricultural Green Asset-backed Securities grundsätzlich ein geeignetes Instrument darstellen können, um zusätzliche private Kapitalströme für die nachhaltige Transformation der Landwirtschaft in Deutschland zu mobilisieren. Internationale Fallstudien belegen die grundsätzliche Funktionsfähigkeit agrarspezifischer Verbriefungsmodelle, während die Marktanalyse verdeutlicht, dass der deutsche Verbriefungsmarkt bislang nur begrenzt für Agrarfinanzierungen genutzt wird. Insbesondere die hohe Kapitalintensität der Landwirtschaft, der steigende Investitionsbedarf im Zuge von Klima- und Umweltauflagen sowie die zunehmende Risikoaversion klassischer Kreditgebender sprechen für ergänzende kapitalmarktbasierte Finanzierungsinstrumente. Agricultural Green Asset-backed Securities sind dabei weniger als kurzfristig kostengünstige Finanzierungsalternative zu verstehen, sondern vielmehr als strategisches Instrument zur Risikoallokation und Kapitalmarktöffnung im Kontext nachhaltiger Agrarfinanzierung.

Die Umsetzung ist allerdings an mehrere Voraussetzungen geknüpft. Neben ausreichenden Emissionsvolumina und einer stärkeren Standardisierung geeigneter Forderungen sind vor allem belastbare Nachhaltigkeitsdaten und transparente Wirkungsnachweise erforderlich. Auf regulatorischer Seite ist eine Vereinfachung der Verbriefungsvorschriften für klar definierte nachhaltige Assetklassen anzustreben, ergänzt um rechtliche Klarstellungen zur Abtretbarkeit öffentlicher Förderansprüche. Auf institutioneller Ebene könnten öffentliche Akteure durch Garantien und Ankerinvestitionen eine Katalysatorfunktion für erste Pilottransaktionen übernehmen. Schließlich gilt es, institutionelle Anlegende gezielt für landwirtschaftliche Forderungen als Assetklasse zu gewinnen, indem deren ökologische Wirkung messbar dargestellt wird.

7 Literaturverzeichnis

AFME (2025): Securitisation Data Report Q4 2024 & Full Year 2024.

<https://www.afme.eu/publications/data-research/securitisation-data-report-q4-2024-2024-full-year/>, letzter Zugriff: 5.1.2025.

Bernard, J., Labie, M., & Périlleux, A. (2011): Microfinance and Agricultural Credit: Challenges and Perspectives. *Revue Tiers Monde*, 205, 155 – 172.

Bettervest (o. J.-a): Die Pioniere im nachhaltigen Crowdfunding.

<https://www.bettervest.com/de/ueber-bettervest>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Bettervest (o. J.-b): Fragen zu bettervest. <https://www.bettervest.com/de/faq>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Bettervest (o. J.-c): In 4 Schritten Impact-Investor:in werden. <https://www.bettervest.com/de/so-funktioniert-es>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Bettervest (o. J.-d): Impact, Risikoreduzierung und Wirtschaftlichkeit im Einklang. <https://www.bettervest.com/de/unsere-projekte>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Bettervest (o. J.-e): Unterstützen Sie mit Ihrer Investition den Ausbau einer nachhaltigen Dattelfarm, die Pflanzung von über 21.000 neuen Medjool-Dattelpalmen und fördern Sie damit die soziale und wirtschaftliche Entwicklung einer bislang stark benachteiligten Region in Ägypten. <https://www.bettervest.com/de/project/eg-for-agriculture>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Bettervest (o. J.-f): Unterstützen Sie Karanja beim Aufbau einer solarbetriebenen Avocado-Verarbeitungsanlage in Rumuruti, Kenia – mit 200 kWp Solarenergie, über 7.500 neuen Jobs und jährlich 256 Tonnen CO₂-Einsparung. <https://www.bettervest.com/de/project/aaas-energy>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Bettervest (o. J.-g): Unterstützen Sie Bio-Innovations im Kampf gegen die Abholzung in Uganda durch die Herstellung und den Vertrieb innovativer Heizgeräte, die mit nachhaltigen Biomasse-Briketts betrieben werden und jährlich mindestens 495 Tonnen CO₂ einsparen. <https://www.bettervest.com/de/project/bio-innovations-3>, letzter Zugriff: 13.11.2025.

Blancard, S., Boussemart, J. P., Briec, W., & Kerstens, K. (2006): Short- and long-run credit constraints in French agriculture: A directional distance function framework using expenditure-constrained profit functions. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(2), 351 – 364.

Boerema, G. E. (2005): Turning Straw into Gold: Federal Securitization of Agricultural Commodities. *North Carolina Law Review*, 83(3), 691 – 735.

Climate Bonds Initiative (2018a): Green Securitisation: Unlocking finance for small-scale low-carbon projects. https://www.climatebonds.net/files/documents/publications/Green-Securitisation-Unlocking-finance-for-small-scale-low-carbon-projects_2025-02-17-163147_tlok.pdf, letzter Zugriff: 14.5.2025.

Climate Bonds Initiative (2018b): Securitisation as an Enabler of Green Asset Finance in India. <https://www.climatebonds.net/data-insights/publications/securitisation-enabler-green-asset-finance-india>, letzter Zugriff: 14.5.2025.

Damodaran, A., & van den Heuvel, O. (2023): India's Low Carbon Value Chain, Green Debt, and Global Climate Finance Architecture. *IIMB Management Review*, 35, 97 – 107.

Deutscher Bauernverband (2025): Situationsbericht 2025/26: Trends und Fakten zur Landwirtschaft. <https://www.situationsbericht.de/inhalt>, letzter Zugriff: 29.12.2025.

DZ Bank (2024): Ein turbulentes Jahr 2025 für den europäischen Verbriefungsmarkt. <https://dzresearchblog.dzbank.de/content/dzresearch/de/2024/11/25/ein-turbulentes-jahr-2025-fuer-den-europaeischen-verbriefungsmar.html>, letzter Zugriff: 11.1.2026.

Fahrholz, C., & Hülbert, J.-P. (2023): Der Beitrag von Verbriefungen zur Finanzierung des Mittelstands in der nachhaltigen Transformation. *Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen*, 76(7), 332 – 335.

Farmer Mac (2022): About Farmer Mac. <https://www.fca.gov/farmer-mac-oversight/about-farmer-mac>, letzter Zugriff: 17.6.2025.

Farmer Mac (2025): FARM 2025–1 mortgage trust: Agricultural mortgage pass-through certificates, Series 2025–1. Offering circular, 5.6.2025.

Fechtner, D. (2024): Die Komplexität muss reduziert werden.

<https://www.boersen-zeitung.de/banken-finanzen/die-komplexitaet-muss-reduziert-werden>, letzter Zugriff: 20.1.2026.

Gowda, P., Steiner, J. L., Olson, C., Boggess, M., Farrigan, T., & Grusak, M. A. (2018): Agriculture and Rural Communities. Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II.

Groß, T., & Renner, M. (2013): Verbriefung für Firmenkunden. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 67, 35 – 41.

Gunes, E., & Movassaghi, H. (2017): Agricultural Credit Market and Farmers' Response: A Case Study of Turkey. Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology, 5(1), 84 – 92.

Hachenberg, B., Kiesel, F., & Schiereck, D. (2018): Dieselgate and its expected consequences on the European auto ABS market. Economics Letters, 167, 180 – 182.

Hanson, S. D., & Hepp, R. E. (1989): The Status of Farmer Mac. Agricultural Economics Report No. 529. East Lansing, MI: Department of Agricultural Economics, Michigan State University.

Jaspal, M., & Khanna, N. (Eds.). (2024): A roadmap for green and transition finance in India. Observer Research Foundation & Climate Policy Initiative.

Jumpertz, N. (2025): Im langen Schatten der Geldtürme. Immobilienwirtschaft, Heft 6, 48 – 51.

Kaiser, M. (2024): Vorschläge für eine Reform des europäischen und deutschen Rechtsrahmens für Verbriefungen. Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 77(24), 1192 – 1194.

Kakhkharov, J., Bianchi, R. J., & Akhtaruzzaman, M. (2024): The impact of monetary and financial policy on FinTech firms during the crisis. International Review of Economics and Finance, 96, 103556.

Ketkar, S., & Ratha, D. (2009): Innovative financing for development. Washington, DC: World Bank.

KfW (2023): KfW-Klimabarometer 2023. Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-KfW-Klimabarometer/KfW-Klimabarometer-2023.pdf>, letzter Zugriff: 20.1.2026.

Kramer, B., Hazell, P., Alderman, H., Ceballos, F., Kumar, N., & Timu, A. G. (2022): Is agricultural insurance fulfilling its promise for the developing world? A review of recent evidence. *Annual Review of Resource Economics*, 14(1), 291 – 311.

Kuslu, Y. (2020): The Study on Components of the Rural Structure in Turkey. *Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, 6(3), 899 – 906.

LBBW (2023): LBBW und EIB-Gruppe fördern erneuerbare Energien mit grünen Verbriefungen. https://www.lbbw.de/artikel/pressemitteilung/lbbw-ei-berneuerbare-energien_ag7okgd578_d.html, letzter Zugriff: 11.1.2026.

Mirović, V., & Bolesnikov, D. (2013): Application of Asset Securitization in Financing Agriculture in Serbia. *Economics of Agriculture*, 60(1), 25 – 38.

Olfert, K. (2017): Finanzierung (9. Auflage). Herne: Kiehl.

Habdank, P. (2025): Goldman sammelt 1 Mrd. Euro für Klimakreditfonds ein. <https://www.boersen-zeitung.de/esg-pro/goldman-sammelt-1-milliarde-fuer-klimakreditfonds-ein>, letzter Zugriff: 20.1.2026.

Pape, U. (2023): Grundlagen der Finanzierung und Investition. Mit Fallbeispielen und Übungen (5. Auflage). Berlin/Boston: Walter de Gruyter.

Pasha Bank (2024): Turkey's first and only! Participate in ABS issuances with just a click, even if you're not a PASHA Bank customer. <https://www.pashabank.com.tr/en/news/detail/Turkeys-FIRST-and-ONLY-Participate-in-ABS-Issuances-with-Just-a-Click-Even-If-Youre-Not-a-PASHA/221/5480/0#>, letzter Zugriff: 17.6.2025.

Phan, T., & Schwartzman, F. (2024): Climate defaults and financial adaption. *European Economic Review*, 170, 104866.

RMI (2014): Solar securitization: SolarCity issues first publicly known solar ABS. Rocky Mountain Institute. https://rmi.org/blog_2014_01_15_solar_securitization/, letzter Zugriff: 5.1.2026.

Rohde, H. (2024): Enpal holt sich Milliarden mit verbrieften Krediten. Börsen-Zeitung. <https://www.boersen-zeitung.de/unternehmen-branchen/enpal-sichert-sich-milliardenfinanzierung>, letzter Zugriff: 20.1.2026.

Sabarwal, T. (2006): Common structures of asset-backed securities and their risks. Corporate Ownership and Control, 2(4), 1 – 25.

Steinbock, N. (2026): Die Rentenbank – Ein einzigartiges Geschäftsmodell im Wandel der Zeit. Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen, 79(5), S. 199 – 203.

Tarfin (2022): Another round of Turkey's one and only ABS issuances based on agricultural receivables was issued. <https://tarfin.com/en/blog/another-round-of-turkeys-one-and-only-abs-issuances-based-on-agricultural-receivables-was-issued>, letzter Zugriff: 17.6.2025.

TSI (2023): Die Herausforderung der Transformationsfinanzierung für Unternehmen und Banken in Deutschland – Verbriefungen als Instrument zur Verbindung von Bankkredit und Kapitalmarkt. https://www.true-sale-international.de/fileadmin/tsi-gmbh/tsi_downloads/aktuelles/Abschlussbericht_Deutsche_Verbriefungsplattform_2023-09.pdf, letzter Zugriff: 20.1.2026.

Uğur, A., & Erkuş, H. (2007): Securitization: A Basic Tool of Financing for the Firms. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(22), 220 – 246.

Zantow R., & Dinauer J. (2011): Finanzwirtschaft des Unternehmens. Die Grundlagen des modernen Finanzmanagements (3. Auflage). München: Pearson Studium.

Zhang, W., Xia, X., Zhu, Y., Zhao, S., & Zhou, Z. (2024): Rural financial institutions, access to credit and production inputs of rural households. Finance Research Letters, 70, 106298.

**Edmund Rehwinkel-Stiftung
der Landwirtschaftlichen Rentenbank**

Theodor-Heuss-Allee 80
60486 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 2107-0
stiftung@rentenbank.de

www.rehwinkel-stiftung.de



rentenbank
Edmund Rehwinkel-Stiftung