

Leitfaden für Hochschulen zur Treibhausgas-Bilanzierung, Reduktion und Kompensation in eigenen landwirtschaftlichen Flächen

Autoren: Carmen Steinmeier¹, Simone van Riesen¹, Michaela Kuschel¹, Bernhard Schaubberger^{1*}

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen des Projekts „REKLINEU - Regionale Wege zu klimaneutralen Hochschulen“ erstellt. REKLINEU wurde durch das BMFTR, FKZ 01UN2208B, vom 01.10.2022 bis 31.01.2026 gefördert.

Freising, im Februar 2026

¹ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme, Am Staudengarten 1, 85354 Freising,

* Ansprechpartner bei Rückfragen: Bernhard Schaubberger (bernhard.schaubberger@hswt.de)



Inhalt

Zusammenfassung.....	4
1. Hintergrund und Zielsetzung.....	5
1.1 Hintergrund.....	5
1.2 Zielsetzung und Aufbau des Leitfadens	5
2. Rechtlicher Rahmen für Klimaneutralität und CO ₂ -Kompensation für Hochschulen...	6
2.1 Rechtlicher Rahmen für Deutschland	6
2.2 Rechtlicher Rahmen für Bayern	6
3. Integrierter Fahrplan für die Praxis: Von der THG-Bilanzierung zur Umsetzung von Reduktions- und Sequestrierungsmaßnahmen an Hochschulen.....	8
3.1 Erfassung der Ausgangssituation	9
3.1.1 Flächeninventur	9
3.1.2 Bewertung der Wesentlichkeit.....	10
3.1.3 Auswahl an THG-Rechnern für die Landwirtschaft	10
3.1.4 THG-Rechner ‚Klima-Check‘ der LfL	11
3.2 Maßnahmen zur Emissionsreduktion	12
3.3 Maßnahmen zur CO ₂ -Sequestrierung.....	15
4. Alternative zur CO ₂ -Kompensation: Contribution Claim	17
4.1 Herausforderungen der CO ₂ -Kompensation.....	17
4.2 Contribution Claim: Definition, Ansätze und Vorteile.....	18
5. Fallstudie HSWT: Flächenbilanzierung, THG-Erfassung, Maßnahmenauswahl und -umsetzung.....	20
Danksagung.....	28
Literaturverzeichnis	28

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
Äq	Äquivalente
BayHIG	Bayerisches Hochschulinnovationsgesetz
BayKlimaG	Bayerisches Klimaschutzgesetz
BEK	Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen
BMFTR	Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
IDB	Informations- und Datenzentrum Betriebswirtschaft
JMU	Julius-Maximilians-Universität Würzburg
LENK	Landesagentur für Energie und Klimaschutz
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfU	Bayerische Landesamt für Umwelt
N ₂ O	Lachgas
REKLINEU	Forschungsprojekt ‚Regionale Wege zu klimaneutralen Hochschulen‘
SALCA	Swiss Agricultural Life Cycle Assessment
StMUV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
THG	Treibhausgas
THWS	Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt

Haftungsausschluss und Hinweise

Die Rechtsgrundlage zu diesem Thema variiert zwischen den Bundesländern und unterliegt einer ständigen Entwicklung. Dieser Leitfaden wurde mit größter Sorgfalt erstellt; dennoch übernehmen die Autoren keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität der dargestellten Inhalte. Eine Haftung für Schäden, die aus der Nutzung dieser Informationen entstehen, ist ausgeschlossen.

Die Verantwortung für Inhalt und Aussagen dieses Leitfadens liegt ausschließlich bei den Autorinnen und Autoren. Sie geben nicht notwendigerweise die Auffassung des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) oder weiterer Institutionen wieder. Eine Haftung für die Inhalte von hier verlinkten Webseiten ist ausgeschlossen; deren Inhalt wurde bei Erstellung geprüft, liegt jedoch außerhalb unseres Einflusses und Verantwortung.

Dieser Leitfaden stellt eine komprimierte Handlungsanweisung dar und verzichtet auf zahlreiche Detailspekte. Weiterführende Informationen und vertiefende Inhalte können über die jeweils angegebenen Referenzen erschlossen werden.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Leitfaden auf eine durchgängige geschlechtergerechte Sprachform verzichtet. Sämtliche personenbezogenen Bezeichnungen gelten jedoch ausdrücklich für alle Geschlechter gleichermaßen.

Zusammenfassung

Dieser Leitfaden für Hochschulmitarbeiter entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „Regionale Wege zu klimaneutralen Hochschulen“ (REKLINEU) und adressiert die bislang unzureichende Berücksichtigung landwirtschaftlich genutzter Hochschulflächen in der Treibhausgasbilanzierung. Vor dem Hintergrund nationaler und landesrechtlicher Klimaziele sowie der besonderen Verantwortung von Hochschulen als öffentliche Einrichtungen zielt er darauf ab, landwirtschaftliche Emissionen und Senken systematisch zu erfassen und praxisnahe Ansätze zur Emissionsreduktion und Kohlenstoffsequestrierung aufzuzeigen. Damit schließt der Leitfaden eine Lücke bestehender Instrumente wie BayCalc, in denen landwirtschaftliche Flächen bislang nicht konsistent abgebildet sind.

Der Leitfaden verbindet den rechtlichen Rahmen mit einem integrierten Praxisfahrplan, der von der Flächeninventur und Wesentlichkeitsbewertung über die Treibhausgasbilanzierung bis zur Planung, Umsetzung und Kommunikation von Minderungs- und Sequestrierungsmaßnahmen reicht. Als Standardwerkzeug wird in diesem Leitfaden der „Klima-Check“ der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) verwendet und empfohlen. Ergänzend werden zentrale Maßnahmen zur Emissionsminderung sowie besonders wirksame Sequestrierungsoptionen, etwa Agroforstsysteme, Aufforstung und Moorwiedervernässung, systematisch eingeordnet. Angesichts der Grenzen klassischer CO₂-Kompensation wird zudem der Contribution-Claim-Ansatz als alternative Strategie vorgestellt. Eine Fallstudie der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf veranschaulicht die praktische Anwendung und zeigt, wie die Bilanzierung der landwirtschaftlichen Flächen die bereits bestehende THG-Bilanzierung der Hochschule ergänzen kann.

1. Hintergrund und Zielsetzung

1.1 Hintergrund

Angesichts der dringlichen Herausforderungen des Klimawandels tragen Hochschulen als öffentliche Einrichtungen und Akteure der Wissensproduktion und -vermittlung eine besondere Verantwortung, gesellschaftliche Transformationsprozesse aktiv mitzugestalten.

Vor diesem Hintergrund verfolgt das Forschungsprojekt ‚Regionale Wege zu klimaneutralen Hochschulen‘ (REKLINEU²), in dessen Rahmen dieser Leitfaden entstanden ist, das Ziel, an den drei beteiligten Hochschulen (JMU, HSWT, THWS) eine ‚Kultur der Nachhaltigkeit‘ zu etablieren. Im Mittelpunkt stehen die systematische Erfassung sowie die Vermeidung, Reduktion und Kompensation von Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO₂).

Treibhausgasemissionen entstehen im Hochschulbetrieb unter anderem bei der Bewirtschaftung hochschuleigener Flächen, einschließlich landwirtschaftlich genutzter Flächen. Diese verursachen nicht nur Emissionen, sondern weisen zugleich ein Potenzial zur Kohlenstoffsequestrierung (= Bindung) und damit zum Klimaschutz auf. Während andere Hochschulaktivitäten zumeist bereits im Rahmen der **BayCalc-Richtlinie**³ bzw. dem zugehörigen THG-Tool bilanziert werden, sind **landwirtschaftlich genutzte Flächen bislang nicht systematisch berücksichtigt**. Der vorliegende Leitfaden schließt diese Lücke, indem er eine methodisch konsistente Vorgehensweise zur Erfassung landwirtschaftlicher Treibhausgasemissionen und -senken vorstellt.

1.2 Zielsetzung und Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden beschreibt die Ermittlung landwirtschaftlicher Emissionen und leitet daraus praxisnahe Ansätze für eine klimafreundliche Bewirtschaftung hochschuleigener Flächen ab, insbesondere durch Emissionsreduktion und Kohlenstoffsequestrierung.

Adressiert werden Hochschulen sowie weitere öffentliche Einrichtungen mit landwirtschaftlichen Liegenschaften in Bayern und darüber hinaus. Nach einem Überblick über den **rechtlichen Rahmen der Klimaneutralität und CO₂-Kompensation** an Hochschulen in Bayern und Deutschland (Kap. 2) wird ein integrierter **Praxisfahrplan** vorgestellt (Kap. 3), der den Prozess der **Treibhausgasbilanzierung** (Kap. 3.1) bis zur Umsetzung von **Reduktions- und Sequestrierungsmaßnahmen** (Kap. 3.2/Kap. 3.3) beschreibt. Ergänzend wird das Konzept des **Contribution Claim** als Alternative zur klassischen Kompensation erläutert (Kap. 4). Die Anwendung wird anhand einer **Fallstudie** an der HSWT veranschaulicht (Kap. 5).

² Website abrufbar unter <https://reklineu.de/> ; Zugriff am 26.02.2026

³Sargl et al. (2025), abrufbar unter <https://www.bayzen.de/materialien/baycalc/> ; Zugriff am 26.02.2026

2. Rechtlicher Rahmen für Klimaneutralität und CO₂-Kompensation für Hochschulen

2.1 Rechtlicher Rahmen für Deutschland

Die **Vorgaben zur Klimaneutralität**⁴ von Hochschulen ergeben sich aus den rechtlichen Grundlagen der Bundes- und Landesklimaschutzgesetze. Auf **Bundesebene** ist festgelegt, dass Deutschland bis zum Jahr **2045 treibhausgasneutral** werden soll (§ 3 Abs. 2 KSG). Für die **Bundesverwaltung** gilt dabei ein vorgezogenes Zieljahr: Sie ist verpflichtet, bereits bis **2030 Treibhausgasneutralität** zu erreichen (§ 15 Abs. 1 KSG). Die Landesverwaltungen orientieren sich in der Regel an diesen bundesweiten Zielen, legen jedoch teils abweichende oder eigenständige Vorgaben fest (Nußbaum et al., 2024). Für **öffentlich-rechtliche Hochschulen** sind in der Regel die Klimaziele des jeweiligen Bundeslandes maßgeblich (s. Übersicht in Nußbaum et al., 2024).

Die **Vorgaben zur Kompensation** von Treibhausgasemissionen sind **auf Länderebene** bislang **uneinheitlich** geregelt. In einigen Bundesländern besteht eine Verpflichtung zur Kompensation von **Emissionen aus Dienstreisen**, insbesondere aus Flugreisen (s. Übersicht in Nußbaum et al., 2024). Gleichzeitig erschwert eine bestehende rechtliche Unsicherheit den Erwerb entsprechender Kompensationszertifikate. In vielen Fällen ist ein **Zertifikatskauf rechtlich gar nicht möglich** (Nußbaum et al., 2024). Dort, wo der Erwerb von Zertifikaten zulässig ist, erfolgt die Kompensation teilweise zentral über zuständige Landesstellen, wobei die Finanzierung je nach Bundesland entweder durch das Land selbst oder durch die jeweilige Hochschule getragen wird (Nußbaum et al., 2024). Eine **allgemeine Verpflichtung zur Kompensation** von verbleibenden **Restemissionen** besteht (nach jetzigem Stand) **bislang nicht**. Ohne klare gesetzliche Grundlage sind Hochschulen in diesem Bereich derzeit nur eingeschränkt handlungsfähig (Nußbaum et al., 2024).

2.2 Rechtlicher Rahmen für Bayern

Der rechtliche Rahmen zur Klimaneutralität in Bayern ergibt sich aus dem Bayerischen Hochschulinnovationsgesetz (BayHIG) und dem Bayerischen Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) und wird durch nicht-gesetzliche Regelungen ergänzt. Dazu zählen insbesondere Vorgaben aus Hochschulverträgen sowie aus der Rahmenvereinbarung der bayerischer Hochschulen mit dem Freistaat Bayern (Beyer et al., 2024)⁵. Nach Art. 2 Abs.

⁴ Die Begriffe Treibhausgasneutralität und Klimaneutralität werden in diesem Leitfaden synonym verwendet. Zur Definition s. <https://leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/rahmenbedingungen/treibhausgasneutralitaet-vs-klimaneutralitaet-und-das-zusammenspiel-von-klima-schutz-und-klimaanpassung/>

⁵ Abschlussbericht der Law Clinic Transformationsrecht: https://www.jura.uni-wuerzburg.de/fileadmin/02140031/2024/Law-Clinic-Transformationsrecht-Bericht_2024.pdf; im Rahmen des Forschungsprojekts REKLINEU entstanden.

2 BayKlimaG soll der **Freistaat** Bayern spätestens **bis zum Jahr 2040**⁶ **Klimaneutralität** erreichen (Art. 2 Abs. 2 BayKlimaG (Beyer et al., 2024)). Für die unmittelbare⁷ **Staatsverwaltung** ist ein ambitionierteres Ziel vorgesehen: Sie strebt Klimaneutralität bereits bis **2028** an, wobei Staatskanzlei und Ministerien durch den Erwerb von Zertifikaten bereits seit dem Jahr 2023 als klimaneutral gelten (Nußbaum et al., 2024). Für die **Hochschulen gilt grundsätzlich das Landesziel** der Klimaneutralität 2040 (Nußbaum et al., 2024).

Ab dem **Jahr 2028** könnten – je nach Rechtsauffassung – bayerische Hochschulen **verpflichtet sein**, ihre **verbleibenden Treibhausgasemissionen auszugleichen** (Beyer et al., 2024). Parallel dazu besteht die Verpflichtung, die eigenen **THG-Emissionen zu bilanzieren** (s. Rahmenvereinbarung Hochschulen 2023-2027⁸). Für die konkrete Methodik der Treibhausgasbilanzierung liegen bislang jedoch keine verbindlichen staatlichen Vorgaben vor (Beyer et al., 2024). Darüber hinaus besteht eine **Pflicht zur Kompensation von Emissionen aus Dienstreisen**: In den Jahren 2020 und 2021 wurden diese Emissionen zentral über die **Landesagentur für Energie und Klimaschutz (LENK)** kompensiert, wobei ein Preis von 8,78 €/t CO₂ zugrunde gelegt wurde (Bayerischer Landtag, 2023). Seit dem Jahr 2022 sollen Hochschulen die nötigen Mittel aus ihren Haushalten an die LENK bereitstellen (Nußbaum et al., 2024). Die Zuständigkeit für die Prüfung, Bewertung und Vermittlung geeigneter **Ausgleichsmaßnahmen** liegt beim **Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU)** (Art. 4 Abs. 2 BayKlimaG) (Beyer et al., 2024; LfU Bayern, 2025). Bislang griff der Freistaat Bayern auf internationale Kompensationszertifikate zurück, plant jedoch künftig verstärkt den Einsatz **regionaler Ausgleichsmaßnahmen**, die anhand definierter Qualitätskriterien im Rahmen eines sogenannten ‚Bayern-Standard‘ bewertet und über Ausschreibungsverfahren vergeben werden sollen (LfU Bayern, 2025; StMUV Bayern, 2025; LENK, 2025).

Handlungsempfehlungen für Hochschulen

1. **Landesspezifische Vorgaben einordnen:** Verbindliche Bundes- und Landes-Klimaziele systematisch erfassen und auf ihre Relevanz prüfen.
2. **Rechtliche Rahmenbedingungen der Kompensation prüfen:** Zulässigkeit von Zertifikatskäufen sowie zuständige Stellen klären; Vermeidung stets vor Ausgleich priorisieren
3. **Methodisch belastbare Treibhausgasbilanzierung sicherstellen:** Instrumente kritisch wählen sowie Systemgrenzen und Methoden transparent dokumentieren.

⁶ Die Bayerische Staatsregierung kündigte im Oktober 2025 anm dieses Ziel auf 2045 zu verschieben, s. www.br.de/nachrichten/bayern/umweltminister-bestaetigt-bayern-gibt-bisheriges-klimaziel-auf,V1Dt40i

⁷ Für Begriffserläuterung s. Beyer et al. (2024)

⁸ Abrufbar unter

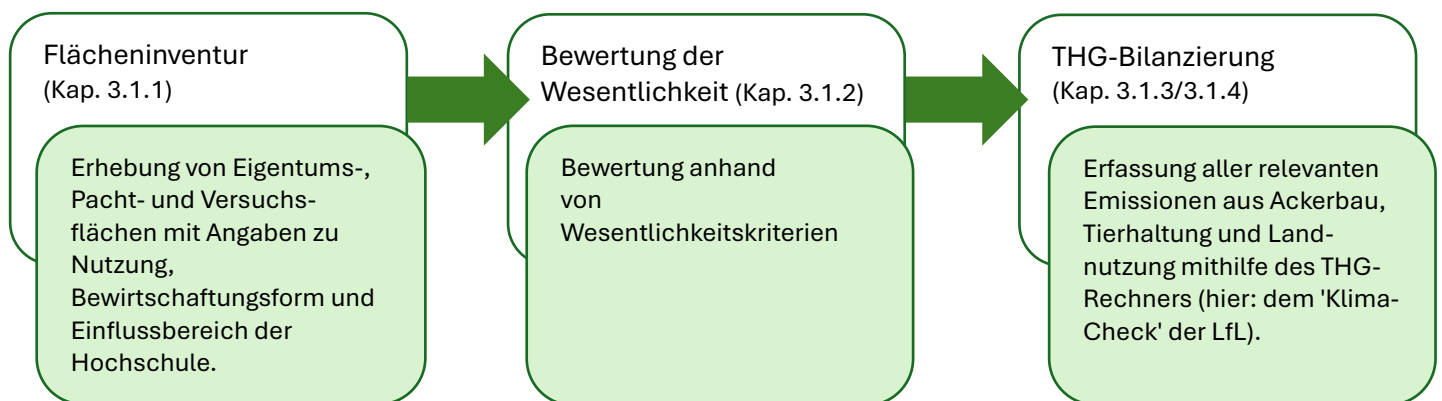
<https://stmwk.bayern.de/wissenschaftler/wissenschaftspolitik/rahmenvereinbarung.html>

3. Integrierter Fahrplan für die Praxis: Von der THG-Bilanzierung zur Umsetzung von Reduktions- und Sequestrierungsmaßnahmen an Hochschulen

Dieses Kapitel beschreibt die vier zentralen Schritte des integrierten Fahrplans, die in den folgenden Abschnitten detailliert erläutert werden.

Schritt 1: Erfassung der Ausgangssituation (Kap. 3.1)

Die Erfassung der Ausgangssituation umfasst die in der nachstehenden Abbildung dargestellten Arbeitsschritte.



Schritt 2: Potenzialanalyse und Maßnahmenplanung (Kap. 3.2/Kap. 3.3)

Auf Basis der Bilanz wird das Potenzial der Flächen analysiert, um **Reduktions- und Sequestrierungsoptionen** (vgl. Kap. 3.2 und 3.3) zu identifizieren.

Die Maßnahmen sollten nach Klimawirkung, Machbarkeit, Kosten (für Anlage/Pflege) und rechtlicher Komplexität priorisiert und in einen **Maßnahmenplan** überführt werden, der auch Zuständigkeiten und Zeitpläne definiert. Die Prioritäten müssen hierbei hochschulspezifisch festgelegt werden.

Schritt 3: Umsetzung, Monitoring und Reporting

Die Umsetzung erfolgt schrittweise und unter Einbindung relevanter Fachbereiche (Landwirtschaftliche Lehrstühle, Technischer Dienst, zugehörige Forschungseinrichtungen). Ein begleitendes **Monitoring-System** stellt sicher, dass Effekte messbar bleiben. Das MRV-System (Monitoring – Reporting – Verification) gemäß GHG-Standard⁹ umfasst:

- **Monitoring:** Datenerhebung zu Flächenmanagement (Düngung, Fahrten, etc.).
- **Reporting:** Regelmäßige, nachvollziehbare Berichterstattung über Fortschritte.

⁹ Greenhouse Gas Protocol: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2026-01/Land-Sector-and-Removals-Standard.pdf>; European Commission: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/monitoring-reporting-and-verification_en

- **Verification:** Interne oder externe Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse. Eine jährliche Fortschreibung der THG-Bilanz dient der Bewertung von Maßnahmenwirksamkeit und Nachsteuerung.

Schritt 4: Kommunikation und Integration

Transparente Kommunikation schafft Glaubwürdigkeit und Akzeptanz. Die Ergebnisse sollten **hochschulintern** in Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsstrategien integriert werden, **öffentlich** (z. B. Nachhaltigkeitsbericht, Website, Runder Tisch) dokumentiert und diskutiert werden und über **Contribution-Claim-Ansätze** (Kap. 4) auch nachweisbare, qualitative Beiträge – etwa regionale Projekte oder Forschungsvorhaben – sichtbar machen.

3.1 Erfassung der Ausgangssituation

Die Erfassung der Ausgangssituation bildet die Grundlage für die Ableitung und Bewertung von Reduktions- und Sequestrierungsmaßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen von Hochschulen. Während die **THG-Bilanzierung** der übrigen Hochschulaktivitäten gemäß der **BayCalc-Richtlinie** (Sargl et al., 2025) erfolgt, sind landwirtschaftlich genutzte Flächen darin bislang nicht systematisch abgebildet. Für diese Flächen wird im Folgenden eine methodisch konsistente Vorgehensweise zur Erfassung landwirtschaftlicher Treibhausgasemissionen beschrieben. Die Bilanzierung folgt dem **operativen Kontrollansatz** und berücksichtigt daher ausschließlich Flächen und Bewirtschaftungsformen, die von der Hochschule direkt gesteuert oder beeinflusst werden können.

3.1.1 Flächeninventur

Erfasst werden ausschließlich Ländereien, die im Eigentum der Hochschule stehen oder von ihr gepachtet und aktiv bewirtschaftet werden:

- **Eigene, selbst verwaltete Flächen** werden in die Bilanz aufgenommen.
- **Verpachtete Flächen ohne Einflussnahme** bleiben während der Laufzeit des Pachtvertrags unberücksichtigt.
- **Gepachtete Flächen** werden für die Dauer der Pacht einbezogen.

Änderungen des Nutzungs- oder Pachtstatus sind zu dokumentieren, da sie die Emissionsbilanz beeinflussen können. Zur Transparenz sollen alle Flächen mit ihrem aktuellen Nutzungsstatus ausgewiesen werden, auch wenn sie nicht bilanziert werden. Gebäude werden im **Sektor Infrastruktur** bilanziert und sind hier nicht enthalten. Auch **Versuchs- und Lehrflächen** sind zu bilanzieren. Aufgrund ihrer oft heterogenen Flächenstruktur und Bewirtschaftungsweisen empfiehlt sich der Einsatz von **Bilanzströmen oder Skalierungsfaktoren** zur Reduzierung des Erhebungsaufwands bei gleichbleibender Aussagekraft. Flächenbezogene, durchschnittliche Emissionswerte (kg CO₂-Äq/ha) können die Vergleichbarkeit sicherstellen.

3.1.2 Bewertung der Wesentlichkeit

Die Relevanz der Landnutzung für die Gesamtemissionen einer Hochschule hängt von den gewählten Systemgrenzen ab. Grundsätzlich sollten **alle direkten und indirekten Emissionen** aus der Nutzung von Ländereien erfasst werden – einschließlich Wälder, Acker- und Grünlandflächen, Moore, Gärten sowie gegebenenfalls Tierhaltung. In diesem Leitfaden liegt der Fokus auf landwirtschaftlichen Flächen.

Da die Erhebung besonders in der Land- und Forstwirtschaft aufwendig sein kann, ist eine **Abwägung zwischen Aufwand und Nutzen** erforderlich. Nach dem **Wesentlichkeitsprinzip** dürfen Emissionen dann (und nur dann) ausgeschlossen werden, wenn sie keinen relevanten Einfluss auf das Gesamtergebnis haben¹⁰ oder der Erfassungsaufwand unverhältnismäßig ist (Sargl et al., 2025).

Maßgebliche Kriterien für die Wesentlichkeit und damit Berücksichtigung in der Bilanz sind:

- Umfang und Höhe der Emissionen,
- Einflussmöglichkeit der Hochschule,
- Relevanz der Emissionsquelle für Stakeholder,
- Aufwand zur Datenermittlung/Datenverfügbarkeit.

Ergänzend können Flächengröße oder Tierbestand berücksichtigt werden, um eine **praktikable** und zugleich **nachvollziehbare Bilanzierung** sicherzustellen ohne wesentliche Emissionen zu vernachlässigen.

3.1.3 Auswahl an THG-Rechnern für die Landwirtschaft

Für die Erfassung landwirtschaftlicher Treibhausgasemissionen stehen zahlreiche Bilanzierungs- und Beratungstools zur Verfügung; eine Übersicht bietet das **Expertennetzwerk THeKLa**¹¹.

Unterschiedliche Zielsetzungen, Systemgrenzen, Komplexitätsgrade, räumliche Bezugsebenen (z.B. regional oder global) sowie methodische Ansätze führen häufig zu abweichenden Ergebnissen (Kätsch und Osterburg, 2016) und schränken damit deren Vergleichbarkeit ein. Eine **Standardisierung der Berechnungsmethode** ist daher für Hochschulen zentral, um Transparenz und Vergleichbarkeit sicherzustellen.

Im vorliegenden Leitfaden wird der „**Klima-Check**“ der **Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)** verwendet und als Standardwerkzeug empfohlen. Er verbindet wissenschaftliche Fundierung mit hoher Anwendungsfreundlichkeit, wird kontinuierlich weiterentwickelt und ist in der Praxis etabliert. Damit eignet er sich besonders für die Bilanzierung landwirtschaftlich genutzter Flächen an Hochschulen.

¹⁰ Die Summe der Emissionen aller ausgeschlossener Quellen muss unter 5% der Gesamtemissionen - also der allgemeinen THG-Bilanzierung - liegen (Sargl et al., 2025).

¹¹ <https://www.thekla-netzwerk.de>

3.1.4 THG-Rechner ‚Klima-Check‘ der LfL

Der **LfL-Klima-Check**¹² ist eine Kombination aus ökonomischer Analyse und **THG-Bewertung für landwirtschaftliche Produktionsverfahren**.

Bewertet werden können sowohl **einzelne Produktionsverfahren** als auch der gesamte Betrieb. Die Dateneingabe erfolgt durch die Anwender, womit die Datenverantwortung bei der Hochschule liegt.

Die Berechnung wird mit dem **Internetdeckungsbeitragsrechner (IDB)** durchgeführt, beruht auf der Anwendung ‚LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten‘, die Daten stammen zum Großteil aus dem **im IDB hinterlegten Datenpool**⁸ und methodisch basiert die Berechnung auf der nationalen Emissionsberichterstattung (Rösemann et al., 2021). Eingabedaten wie Düngemittel oder Futtermittel können aus einem vorgegebenen Pool ausgewählt werden¹³, was die **Individualisierung begrenzt**, aber die Vergleichbarkeit erhöht.

Berücksichtigt werden:

Direkte Emissionen aus landwirtschaftlicher Produktion:

- N₂O-Emissionen durch Düngung
- N₂O-Emissionen aus Wurzel- und Ernterückstände sowie am Feld verbleibende Nebenprodukte
- CH₄-Emissionen aus der Verdauung der Tiere und Wirtschaftsdünger
- CH₄-Emissionen aus carbonathaltigen Düngemitteln und Harnstoffdüngung

Indirekte Emissionen:

- N₂O-Emissionen durch Auswaschung aus der Düngung
- N₂O-Emissionen aus NH₃- und NO-Verlusten (Deposition von reaktivem Stickstoff)
- N₂O-Emissionen durch Auswaschung aus Wurzel- und Ernterückständen sowie am Feld verbleibende Nebenprodukte

Vorgelagerte Emissionen:

- CO₂-Äq.-Emissionen aus der Herstellung von Betriebsmitteln (z.B. Mineraldünger, Futtermittel, Energieträger etc.)
- CO₂-Äq.-Emissionen aus der Nutzung von fossilen Energieträgern
- CO₂-Äq.-Emissionen aus Bestandsergänzung/Zugang von Tieren

¹² LfL Klima-Check: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/thgbetriebstart.html> ; Beschreibung des IDB.THG

Klima-Check Tools: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iba/dateien/klimacheck_landwirtschaft-moeglichkeiten_und_grenzen.pdf

Anleitung zur Benutzung des Tools:

<https://www.stmelf.bayern.de/idb/images/Klimacheck%20Landwirtschaft%20-%20Betrieb.pdf>

FAQ zum LfL Klima-Check:

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iba/dateien/faq_lfl_klimacheck_2023_01_25_bf.pdf

¹³ Hierbei kann die Vorauswahl an Futter- und Düngemitteln insofern individualisiert werden, indem bspw. Energiegehalte, N-Gehalte oder Emissionsfaktoren der Voreinstellung angepasst werden.

Nicht berücksichtigt werden:

- CO₂-Äq.-Emissionen aus Humusabbau
- **CO₂-Äq.-Bindung aus Humusaufbau**, da hierfür derzeit **keine wissenschaftlich abgesicherte Methode vorliegt** (Wiesmeier et al., 2020).
- CO₂-Emissionen aus Atmung Pflanze/Tier, da diese im natürlichen Kohlenstoffkreislauf als neutral gelten.
- CO₂-Bindung durch Pflanzenbestand (außer Zwischenfrüchte)
- CO₂-Äq.-Emissionen aus Herstellung der Gebäude und Maschinen

Zur Behandlung von Humus:

Der LfL Klima-Check wird kontinuierlich weiterentwickelt und eine Einbindung von Humusdynamiken wird erörtert. Eigene Humusrechnungen mit z.B. SALCA¹⁴ oder dem Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK)¹⁵ können erstellt werden, die Umrechnung in atmosphärischen Kohlenstoff ist jedoch nicht eindeutig geregelt. Entsprechende Humus-Kohlenstoffbilanzen sollten daher getrennt und unter Angabe der Methodik ausgewiesen werden.

3.2 Maßnahmen zur Emissionsreduktion

Nach der Bilanzierung der landwirtschaftlich genutzten Flächen können gezielt **Maßnahmen zur Senkung von Treibhausgasemissionen** umgesetzt werden. In diesem Kapitel werden v.a. Maßnahmen vorgeschlagen, die Emissionsreduktion **bei der Düngung, im Ackerbau, im Stall oder bei der Fütterung** betreffen. Weitere Reduktionsmöglichkeiten im Bereich der Landwirtschaft, die bspw. den Einsatz von Biokraftstoffen, die Erzeugung erneuerbarer Energien (Biogas, Agri-PV) oder Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz betreffen, werden hier nicht behandelt. Diese werden in BayCalc in den Sektoren Gebäude und Mobilität erfasst. Der Dieserverbrauch wird sowohl in BayCalc als auch im LfL Klima-Check erfasst, hier muss er rausgerechnet werden, um eine Doppelzählung zu vermeiden.

Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz sind ähnlich wie im Gebäudesektor, etwa **Dämmung, Prozessoptimierung**. Im Gebäude- und Stallbereich können durch **Elektrifizierung** und Einsatz von erneuerbaren Energien bei Fütterung, Einstreuen und Entmisten Energie und Emissionen eingespart werden. In der Außenwirtschaft, wo der größte Teil des Energieverbrauchs entsteht, steckt das Potenzial insbesondere in der **Weiterentwicklung alternativer Antriebe**. Der Einsatz von Biokraftstoffen wird derzeit kontrovers diskutiert, insbesondere aufgrund der Auswirkungen auf

¹⁴ <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/umwelt-ressourcen/oekobilanzen/oekobilanzmethode-salca/salca.html>

¹⁵ <https://www.ktbl.de/themen/bek>

Landnutzungsänderungen und der Ineffizienz der Produktion im Vergleich zu PV oder Windstrom (Dreisbach et al., 2025; Fehrenbach und Bürck, 2022).

Strukturelle Maßnahmen wie eine **Reduktion des Konsums tierischer Produkte** oder die **Begrenzung der Viehbesatzdichte** bieten erhebliche, jedoch politisch und gesellschaftlich übergeordnete Reduktionspotenziale (Dreisbach et al., 2025), die außerhalb des direkten Verantwortungsbereichs der Hochschulen liegen.

In der Landwirtschaft stehen **zahlreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung** zur Verfügung. Tabelle 1 gibt eine Auswahl zentraler technischer und betrieblicher Minderungsmaßnahmen wieder, die auf landwirtschaftlichen Flächen von Hochschulen umsetzbar sind. Das jeweilige **Reduktionspotenzial** ist in **Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten** angegeben und bezieht sich auf den **gesamten Landwirtschaftssektor** in Deutschland im Vergleich zu einer Baseline-Projektion für das Jahr 2030 (Haß et al., 2022). Auf **einzelbetrieblicher Ebene** können die **Einsparungen aufgrund von Skalierungseffekten abweichen**. Die in Tabelle 1 aufgeführten Maßnahmen korrespondieren teilweise mit den im LfL Klima-Check bilanzierten Emissionsquellen. Dennoch besteht keine vollständige Deckungsgleichheit zwischen allen im LfL Klima-Check erfassten Emissionsfaktoren und den hier vorgeschlagenen Maßnahmen. Diese können zudem mit weiteren **Umweltwirkungen oder Risiken** verbunden sein, z.B. beim Einsatz von Nitrifikationshemmstoffen. Die ausgewiesenen Potenziale beruhen auf unterschiedlichen Annahmen (Dreisbach et al., 2025).

Tabelle 1: **Maßnahmen zur Emissionsreduktion**, inklusive Minderungseffekt und Reduktionspotenzial (Dreisbach et al., 2025).

Maßnahme	Beschreibung und Minderungseffekt	Reduktionspotenzial [Mio. t CO ₂ -Äq] ¹⁶
Bereich Düngung und Ackerbau		
Ausweitung des Ökolandbaus ¹⁷	Reduktion von Emissionen durch Minderung der N-Mineraldüngung, sowie Tierleistung und Erträge	1,6
Senkung der Stickstoffüberschüsse	Reduktion durch Einsparung der Stickstoff (N)-Mineraldüngung auf 70kg N ha ⁻¹	0,5
Optimierte Düngeplanung¹⁹	Senkung der Mineraldüngung durch angepasste Düngeplanung	0,5
Anbau von Körnerleguminosen	Geringerer N-Bedarf durch Mineraldüngung	0,6 – 1,2
Einsatz von Nitrifikations-Hemmstoffen	Minderung der Lachgasfreisetzung durch die Hemmung der Lachgasbildung	1,0 ¹⁸
Bereich Stall und Lager		
Steigerung der Vergärung von Wirtschaftsdünger¹⁹	Reduktion von Methan- und Lachgasemissionen durch Steigerung des anfallenden Anteils des Wirtschaftsdüngers, der in Biogasanlagen vergoren wird, in Kombination mit einer technisch gasdichten Abdeckung der Gärrestelager.	1,1
Gülleansäuerung im Stall	Reduzierte Ammoniakemissionen und indirekte Lachgasemissionen	1,6 ²⁰
Güllezusätze¹⁹ (Methanogenese-hemmend)	Reduktion der Methanbildung und -freisetzung durch Zusatzstoffe bei der Güllelagerung	1,4
Bereich Fütterung und Züchtung		
Förderung von Mehrnutzungsrindern	Rückgang der Tierzahlen	-2,6 ²¹ – 1,4
Futterzusätze	Geringere Methanemissionen aus der enterischen Fermentation	1,3

¹⁶ Alle Angaben nach Dreisbach et al. (2025), sofern nicht anders vermerkt; Abweichungen zum LfL Klima-Check sind möglich.

¹⁷ Minderungspotenzial ist nicht produktbezogen; erfordert Nachfrageanpassung zur Vermeidung von Verlagerungseffekten; für Versuchsflächen ungeeignet. Effekte reduzierter N-Düngung sinken bei zunehmend emissionsarmer Mineraldüngerproduktion.

¹⁸ Laut Biewald et al. (2025) keine eindeutige Aussage zum Emissionsminderungspotenzial, außerdem können Umweltrisiken auftreten. Langfristige Einsparungen oder Folgen sind nicht ausreichend erforscht.

¹⁹ Diese Maßnahmen eignen sich aus Gründen der leichten Umsetzung besonders für Hochschulen.

²⁰ Die Versauerung des Bodens durch angesäuerte Gülle erfordert zusätzliche Kalkgaben, deren Emissionen das Einsparpotenzial auf 1,4 Mio. t CO₂-Äq reduzieren.

²¹ Einsparpotenzial nur gegeben, wenn Fleischproduktion konstant bleibt und folglich weniger Fleischrinder gehalten werden, sonst steigen THG-Emissionen stark an.

3.3 Maßnahmen zur CO₂-Sequestrierung

Neben Maßnahmen zur Emissionsreduktion gibt es auch Maßnahmen, die zur CO₂-Sequestrierung dienen. Dabei wird atmosphärischer Kohlenstoff langfristig in Böden oder Biomasse gebunden. Zu den zentralen **natürlichen Kohlenstoffsenken** zählen **Moore, Wälder** und **Böden** (Reise et al., 2021).

In Deutschland fungieren diese Senken zugleich als Kohlenstoffspeicher und als Emissionsquellen. Besonders landwirtschaftlich genutzte organische Böden – insbesondere **Moore**, die lediglich rund 6 % der landwirtschaftlichen Fläche ausmachen – sind für einen **überproportionalen Anteil der Emissionen** im Landnutzungssektor verantwortlich und verursachen etwa **zwei Drittel der dortigen Gesamtemissionen**. Hauptursachen hierfür sind die Entwässerung von Mooren sowie der Abbau von Torf (Reise et al., 2021). Auch der deutsche **Wald** hat sich seit 2017 infolge von Trockenheit, Schädlingen und Nutzung von einer Senke zu einer **Nettoquelle** entwickelt (BMEL, 2024a).

Gleichzeitig verfügen **natürliche Senken** über ein relevantes **Minderungspotenzial**. Folgende drei Maßnahmen haben eine besonders hohe Wirksamkeit pro Flächeneinheit (Reise et al., 2021; Frelih-Larsen et al., 2022):

1. **Moor:** Paludikultur; Erhalt und Wiedervernässung von Mooren.
2. **Forst:** Aufforstung, Feuermanagement, verbessertes Waldmanagement (Chiti et al., 2024).
3. **Acker:** Agroforstwirtschaft, Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des organischen Kohlenstoffs in Mineralböden.

Im Vergleich weist die Wiedervernässung von **Mooren** das **größte Potenzial** zur Emissionsreduktion und Sequestrierung **pro Flächeneinheit** auf, ist jedoch mit teils tiefgreifenden Änderungen der Flächennutzung verbunden (Reise et al., 2021). **Wälder** stellen aufgrund ihrer großflächigen Verbreitung die bedeutendste natürliche Kohlenstoffsenke in Deutschland dar; insbesondere Aufforstung und ein verbessertes Waldmanagement entfalten hier ein **hohes Gesamtpotenzial** (Reise et al., 2021). **Agroforstsysteme kombinieren Vorteile aus Land- und Forstwirtschaft**, indem sie Kohlenstoff sowohl in der Biomasse als auch im Boden speichern und gleichzeitig positive Effekte auf Mikroklima und Erträge entfalten können. **Ergänzend** tragen Maßnahmen des **Acker- und Grünlandmanagements** zur Erhöhung des organischen Bodenkohlenstoffs bei und sind auch auf Hochschul- und Versuchsflächen praktikabel.

Alle Maßnahmen sind jedoch mit **Herausforderungen** verbunden. **Nutzungskonkurrenzen** um verfügbare Flächen (bei manchen der Maßnahmen; Reise et al., 2021) sowie die Sicherstellung der langfristigen Kohlenstoffspeicherung (Permanenz) stellen zentrale Risiken dar (Reise et al., 2021). Gleichzeitig bieten viele Maßnahmen zusätzliche **ökologische Co-Benefits**, etwa für Biodiversität, Wasserhaushalt und

Bodengesundheit (Frelih-Larsen et al., 2022; Scheid et al., 2023). Tabelle 2 fasst zentrale Maßnahmen und deren Sequestrierungspotenziale zusammen.

Tabelle 2: Maßnahmen zur CO₂-Sequestrierung, inklusive Sequestrierungspotenzial (Frelih-Larsen et al., 2022; McDonald et al., 2021).

Maßnahmen	Subkategorien der Maßnahmen	Sequestrierungspotenzial in t CO ₂ -Äq/ha/Jahr ²²
Bewirtschaftung von Mooren	Erhalt von Mooren	3,5 – 29 ^{**23}
	Wiedervernässung	1 ^{**24}
	Produktive Nutzung mit Paludikultur	Keine Daten verfügbar
Agroforstwirtschaft	Silvoarabler Agroforst	0,8-7,3*
	Silvopastoraler Agroforst	0,3-27*
	Gemischte Systeme mit Ackerbau und Viehzucht	0,1*
Acker- und Grünlandmanagement: Erhaltung und Verbesserung des organischen Kohlenstoffs in Mineralböden	Zwischenfruchtanbau	0,3-1,1*
	Verbesserte Fruchtfolge	0,2*
	Fruchtfolge mit Futterleguminosen	2-2,4*
	Dauergrünlandbewirtschaftung	0,2-1*
	Umwandlung von Ackerland in Grünland	0,6-3,3*
	Ökologische Landwirtschaft	1,65*
	Rückstandsmanagement	2,5*
	Pufferstreifen	7,2-9,3*
	Low Input Grünland/Flächenstilllegung	0,14*
	Fruchtfolge mit Körnerleguminosen	Keine Daten verfügbar*
	Management von Weideflächen und Grünland (z. B. durch Optimierung der Besatzdichte oder Grünlanderneuerung)	Keine Daten verfügbar**
	Mulchen	Keine Daten verfügbar*
	Verringerung der Bodenverdichtung	Keine Daten verfügbar*

²² Für genauere Daten zu Sequestrierungspotenzial s. Frelih-Larsen et al. (2022) * und McDonald et al. (2021) **

²³ Vermiedene Emissionen; Quelle für 29 CO₂-Äq/ha/Jahr: Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V. et al. (2020): Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions: Diese Menge an vermiedenen Emissionen würde durch die Wiedervernässung von Torfmooren erreicht, die zuvor Ackerland waren, in borealen oder gemäßigten Klimazonen (siehe Tabelle 2 in Günther et al. (2020), die sich auf Emissionsfaktoren des IPCC stützt).

²⁴ CO₂-Sequestrierung

4. Alternative zur CO₂-Kompensation: Contribution Claim

4.1 Herausforderungen der CO₂-Kompensation

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 3 dargestellten Möglichkeiten zur Emissionsminderung und Kohlenstoffsequestrierung stellt sich für verbleibende, kurzfristig nicht vermeidbare Emissionen die Frage nach **geeigneten Formen des Ausgleichs**. Der **freiwillige Kompensationsmarkt**, über den Hochschulen – sofern rechtlich zulässig (vgl. Kap. 2) - CO₂-Zertifikate erwerben können, wird jedoch seit Jahren **kritisch diskutiert** (Kreibich et al., 2024a). In diesem Zusammenhang wird CO₂-Kompensation teilweise als „moderner Ablasshandel“ eingeordnet (Nußbaum et al., 2024), wodurch Hochschulen in den Verdacht des Greenwashings geraten können (Nußbaum et al., 2024).

Zudem stellt die **Finanzierung** eine **erhebliche Herausforderung** dar: Der langfristige Erwerb größerer Mengen an Kompensationszertifikaten kann für Hochschulen und Länder mit hohen finanziellen Aufwendungen verbunden sein und bestehende Budgets deutlich belasten. Eine politische oder juristische Legitimation des Zertifikatekaufs bedeutet folglich nicht zwangsläufig, dass diese Option dauerhaft und in erforderlichem Umfang finanziell tragfähig ist (Nußbaum et al., 2024).

Außerdem ist bei der CO₂-Kompensation über natürliche Kohlenstoffsinken, wie Wälder, Moore und Böden zu berücksichtigen, dass deren **Speicherleistung und Permanenz** durch den Klimawandel aufgrund von **zunehmenden Stresssituationen** (Trockenheit, Schädlingsbefall) beeinträchtigt wird (Reise et al., 2021). Gleichwohl wird Deutschland zur Kompensation verbleibender Emissionen auf natürliche Kohlenstoffsinken angewiesen sein (Reise et al., 2021). **Technische Kohlenstoffentnahmen** stellen bislang **keine kurzfristigen Alternativen** dar, da sie vielfach noch nicht marktreif, mit hohen Kosten und teilweise mit Umweltkonflikten behaftet sind (Siemons et al., 2023).

Schließlich bleibt der Begriff **Treibhausgasneutralität** unscharf. Unterschiedliche Bilanzierungen und Systemgrenzen verhindern Vergleichbarkeit. Selbst ein Ausgleich der bilanzierten Emissionen deckt nur einen Teil des tatsächlichen Fußabdrucks ab (Nußbaum et al., 2024). Damit wird das Ziel einer 1:1-Neutralität zunehmend fraglich und der Zertifikatkauf erscheint als **Auslagerung von Verantwortung** (Nußbaum et al., 2024).

Vor diesem Hintergrund gewinnen alternative Ansätze wie der sogenannte Contribution Claim an Bedeutung. Dieses Modell richtet sich an Organisationen, die über ihre Wertschöpfungskette hinaus einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und ihrer Verantwortung nachkommen möchten (Kreibich et al., 2024a)

4.2 Contribution Claim: Definition, Ansätze und Vorteile

Das Modell des Contribution Claim versteht Klimaschutz **nicht als rechnerischen Ausgleich verbleibender Emissionen**, sondern als **kontinuierlichen Beitrag zur gesellschaftlichen Transformation**. Im Unterschied zur klassischen Kompensation zielt er nicht auf die Neutralisierung eigener Emissionen ab, sondern auf die gezielte Unterstützung von Klimaschutzmaßnahmen außerhalb der eigenen Wertschöpfungskette²⁵. Die dabei erzielten **Emissionsminderungen** werden ausdrücklich **nicht auf das eigene Reduktionsziel oder die THG-Bilanz angerechnet**, sondern ergänzen diese (Nußbaum et al., 2024; Kreibich et al., 2024b)²⁶. Bislang existierte keine einheitliche Definition des Contribution-Claim-Ansatzes, vielmehr lagen unterschiedliche Interpretationen und Anwendungsformen vor. Vor diesem Hintergrund haben Kreibich et al. (2023) die bestehenden Ansätze systematisiert, inhaltlich gebündelt und darauf aufbauend ein konsistentes Narrativ sowie zentrale Leitsätze zum Contribution Claim formuliert.

Kreibich et al. (2024a) beschreiben in ihrem Leitfaden zum Contribution Claim drei Finanzierungsoptionen:

1. **Ankauf und Stilllegung von Zertifikaten,**
2. **Unterstützung eines Klimafonds,**
3. **Direktfinanzierung eigener Klimaschutzprojekte.**

Der Vorteil der zweiten und vor allem dritten Option ist, dass die Projekte passgenau auf die jeweilige Organisation ausgerichtet werden können (Kreibich et al., 2024a).

Beispiele für geeignete Ansätze für Hochschulen (Nußbaum et al., 2024):

- **Interne Klimaschutzfonds** (z. B. für Flugreisen), deren Einnahmen in Campusprojekte fließen.
- **Insetting** (= Emissionsausgleich auf eigenen Flächen, z.B. durch Moorvernässung oder Waldmanagement).
- **Beteiligung an Forschungs- und Innovationsprojekten** zur Klimaneutralität.

Die **Einordnung** hochschulinterner oder regionaler Klimaschutzprojekte als Kompensation oder als Contribution Claim ist maßgeblich **von rechtlichen und bilanztechnischen Rahmenbedingungen abhängig** (vgl. Kap. 2). Derzeit gibt es keine verbindliche gesetzliche Vorgabe zur Nutzung eines bestimmten THG-Bilanzierungstools gibt und es ist **nicht eindeutig geregelt**, inwieweit hochschuleigene Klimaschutzprojekte als Kompensation **in die THG-Bilanz** einfließen können oder **als Contribution Claim**

²⁵ Die „Wertschöpfungskette“ bezieht sich bei Kreibich et al. (2024a) auf Organisationen allgemein; es gibt für Hochschulen keine genaue Definition, was zur Wertschöpfungskette zählt.

²⁶ Näheres zum Konzept, Grundprinzipien und Anforderungen an Maßnahmen des Contribution Claims s. Konzeptpapier und Leitfaden des Wuppertal-Instituts (<https://wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/8689>).

außerhalb der Bilanz zu deklarieren sind. Hochschulen sollten daher frühzeitig eine **Abstimmung mit der LENK** vornehmen, um Planungssicherheit zu gewährleisten.

Vorteile des Contribution Claims²⁷:

- **Sichtbarkeit & Akzeptanz:** Wenn Projekte an der eigenen Hochschule, auf dem eigenen Campus oder zumindest im regionalen Umgriff stattfinden, sind sie für Hochschulangehörige nachvollziehbar und fördern Identifikation (Nußbaum et al., 2024).
- **Finanzielle Effizienz:** Mittel bleiben bei hochschuleigenen Klimaschutzprojekten innerhalb der Hochschule, statt über den Zertifikatemarkt abzufließen (Nußbaum et al., 2024).
- **Stärkung des „Handabdrucks“:** Der gesellschaftliche Beitrag der Hochschule wird sichtbar und ergänzt die reine Reduktion des eigenen Footprints (Nußbaum et al., 2024) um eine positive Komponente, den sogenannten „Handabdruck“²⁸.

Handlungsempfehlungen für Hochschulen

1. Klimaneutralität neu denken:

Hochschulen sollten über die klassische Neutralitätsrechnung hinausdenken und den Fokus auf Verantwortung, realen Klimanutzen und nachhaltige Transformation legen. Rechenmäßige Bilanzierung allein erfasst nicht alle Beiträge, die Hochschulen leisten können.

2. Handabdruck gezielt stärken:

Durch gezielte Projekte – z. B. regionale Klimaschutzmaßnahmen, Insetting auf eigenen Flächen oder Forschungsvorhaben – können Hochschulen ihren gesellschaftlichen Handabdruck erhöhen und sichtbare Beiträge zum Klimaschutz außerhalb der eigenen THG-Bilanz leisten.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen und Transparenz sicherstellen:

Vor Umsetzung von Contribution-Claim-Projekten sollte die rechtliche Einordnung geklärt und eine transparente Dokumentation von Ziel, Methodik und Wirkung sichergestellt werden, um Nachvollziehbarkeit und Glaubwürdigkeit zu gewährleisten.

²⁷ Weitere Alleinstellungsmerkmale des Contribution Claims gegenüber der Kompensation s. ‚Infosheet: Das Contribution Claim Modell‘ unter <https://wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/8689>

²⁸ Für den Begriff ‚Handabdruck‘ gibt es keine legale Definition; für die Verwendung dieses Konzepts gibt es keine rechtliche Grundlage.

5. Fallstudie HSWT: Flächenbilanzierung, THG-Erfassung, Maßnahmenauswahl und -umsetzung

Im Folgenden wird anhand der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) die Umsetzung des integrierten Fahrplans für die Praxis – wie in Kapitel 3 vorgestellt – erläutert.

Schritt 1: Erfassung der Ausgangssituation:

Flächeninventur (zu Kap. 3.1.1)

Gesamte Flächenanzahl²⁹: 38 Schläge³⁰; gesamte Flächengröße: 63,8 ha. Davon 13,5 ha (16 Schläge) Eigentumsflächen, davon 1 ha (1 Schlag) verpachtete Flächen (Grünland) (diese werden nicht in der THG-Bilanz berücksichtigt, wurden aber zu Beginn erfasst) und 50,32 ha gepachtete Flächen. Die durchschnittliche Größe je Feld beträgt 2 ha.

Nutzungsformen: konventioneller Ackerbau (15 Schläge, gesamt 28,9 ha), ökologischer Ackerbau (3 Schläge, gesamt 7,9 ha) und Grünland (18 Schläge, gesamt 26ha). Für alle drei Nutzungsformen wurde jeweils eine repräsentative Fläche ausgewählt, hier die Daten erfasst und die THG-Berechnungen durchgeführt. Danach wurden die Werte auf die übrigen Flächen hochgerechnet. Alle Daten wurden durch den landwirtschaftlichen Betrieb der HSWT bereitgestellt.

Für den **konventionellen Ackerbau**³¹ wurden die Fruchtfolgen³² (z.B. Winterweizen, Sojabohne) und Erträge der letzten Jahre erfasst, sowie die Art und Anzahl der Düngung, Pflanzenschutzmaßnahmen, und der Maschinenbearbeitung (z.B. Grubbern, Drusch) und Ernterückstände. Dem angegebenen Bewirtschaftungsverfahren einer **Fruchtart** wurde **mithilfe des LfL Klima-Check-Tools entsprechende kg CO₂-Äq/ha zugewiesen**, sodass eine Gesamtaufstellung pro Fruchtart ausgegeben wird. Für die THG-Bilanzierung wurden die Jahre 2017 bis 2024 berücksichtigt und ein Durchschnittswert pro ha bzw. pro ha*Jahr berechnet.

In Tabelle 3 sind als **Beispiel** die Daten der repräsentativen Fläche für konventionellen Ackerbau für das **Jahr 2022** mit der **Hauptfrucht Raps**³³, den verschiedenen Kategorien aus dem LfL Klima-Check und den jeweilig entsprechenden Emissionen abgebildet. Im

²⁹ s. S. 23 Abschnitt ‚Bewertung der Wesentlichkeit‘ für nicht berücksichtigte Flächen.

³⁰ Die Summe der den Nutzungsformen zugeordneten Schläge weicht von der Gesamtzahl ab, da einzelne Schläge sowohl als Grünland als auch im Ackerbau genutzt werden.

³¹ Fruchtarten, die nicht durch die repräsentative Fläche erfasst wurden, wurden ergänzend berechnet.

³² Die meisten Ackerfrüchte konnten anhand der Bewirtschaftungsdaten im LfL Klima-Check berechnet werden, Sommerhafer und Roggen wurden wie Sommergerste behandelt, für Wintergerste und Zwischenfrüchte wurden Standardwerte aus dem LfL Klima-Check übernommen. Die C-Seq. von Ackerbohnen wurde basierend auf LfL-Daten angepasst.

³³ Feldfrüchte unterscheiden sich in ihren Emissionen. So haben Sommergerste, Sommerhafer und Roggen wesentlich niedrigere Emissionen/ha als bspw. Körnermais. Zudem hängen die produktbezogenen Emissionen (kg CO_{2eq}/t Erntegut) erheblich von der geernteten Menge und dem Trockengehalt ab.

Jahr 2022 führte diese Hauptfrucht zu Emissionen von ca. 9650 kg CO₂-Äq, was ca. **1730 kg CO₂-Äq pro Hektar** entspricht. **Hauptverursacher** für diese Emissionen sind hierbei die **mineralische Düngung** sowie die **THG-Emissionen auf dem Feld und durch Maschinen**. In den anderen Jahren wurden auf der Fläche jedoch u.a. auch Zwischenfrüchte, Soja, Ackerbohne oder Luzerne angebaut, welche zur Kohlenstoffbindung beitragen. Jedoch **übersteigen die Emissionen diese Bindung** bei weitem, weshalb die **konventionell bewirtschafteten Ackerflächen** insgesamt eine **Emissionsquelle** darstellen (s. S. 23/24).

Tabelle 3: Repräsentative Fläche für konventionellen Ackerbau (5,57 ha) im Jahr 2022.

Kategorie aus LfL Klima-Check	Schlagspezifische Daten	Kategorie aus LfL Klima-Check	Emissionen in kg CO ₂ -Äq/ha
Hauptfrucht	Raps	Saatgut	2
Erträge	45dt	Düngung	1067
Saatgut	Smaragd 50 Körner/m ²	Ernterückstände	383
Dünger	100 kg N Mischdünger, 80 kg N NPK	Pflanzenschutz	24
Anzahl Düngung	2	Dieselherstellung und - verbrennung	240
Pflanzenschutz	3kg/ha Schneckenkorn, 2,5 l/ha Butisan Gold, 1l Corvetto, 0,2 l Trebon, 0,5 l Cantus Gold	Energieverbrauch Reinigung Trocknung	17
Intensität	mittel	THG-Emissionen aus der Herstellung der eingesetzten Betriebsmittel	514
Anzahl Pflanzenschutz	4	THG-Emissionen auf dem Feld	1219
Variable Maschinenkosten	Stoppelbearbeitung Scheibenegge, Pflug, Vorkreiseln, Vorbeet Pflug, Trefflergrubber, Kreiselegge, Aussaat	THG-Emissionen gesamt je ha	1733
Ernterückstände	-	THG-Emissionen gesamt 5,57 ha	9652,81
Trocknung	-	kurzfristige CO ₂ -Bindung aus Humuserhalt/- aufbau	0
		CO ₂ Bindung Gesamt 5,57 ha	0

Die Daten für den **ökologischen Ackerbau** wurden analog erfasst und berechnet. Dabei wurde die Fruchtfolge der repräsentativen Fläche als Standardfruchtfolge angenommen und für die übrigen Flächen hochgerechnet. Hierbei wurden die Jahre 2022 bis 2024 berücksichtigt und ein Durchschnittswert pro ha bzw. pro ha*Jahr berechnet.

In Tabelle 4 sind als **Beispiel** die Daten der repräsentativen Fläche für ökologischen Ackerbau für das **Jahr 2022** mit der **Hauptfrucht Klee gras**, den verschiedenen Kategorien aus dem LfL Klima-Check und den jeweilig entsprechenden Emissionen abgebildet. Im Jahr 2022 führte diese Hauptfrucht zu **Emissionen** von **607 kg CO₂-Äq/ha**, gleichzeitig wurden **1172 kg CO₂-Äq/ha gebunden**, was zu einer **negativen CO₂-Bilanz von -567 kg CO₂-Äq/ha** führt. Hauptverursacher für die Emissionen sind hierbei die Emissionen, die auf dem Feld entstehen. In den anderen Jahren wurden auf der Fläche jedoch auch Winterweizen, Hafer (mit einer positiven THG-Bilanz), sowie Soja, eine Zwischenfrucht und Buchweizen (mit einer negativen THG-Bilanz) angebaut. Hierbei ist die kurzfristige CO₂-Bindung deutlich größer und die Emissionen aufgrund der biologischen Düngung niedriger als beim konventionellen Ackerbau. Jedoch übersteigen die Emissionen auch hier die THG-Bindung, weshalb die **ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen ebenfalls** – wenn auch **deutlich geringerem Ausmaß als die konventionell bewirtschafteten Ackerflächen** – eine **Emissionsquelle** darstellen (s. S. 23/24).

Tabelle 4: Repräsentative Fläche für ökologischen Anbau (0,578 ha) im Jahr 2022.

Kategorie aus LfL Klima-Check	Schlagspezifische Daten	Kategorie aus LfL Klima-Check	Emissionen in kg CO ₂ -Äq/ha
Hauptfrucht	Klee gras (KG)	Saatgut	21
Hektar	0,576	Düngung	0
Erträge	Keine Daten ³⁴	Ernterückstände	524
Saatgut	Leguminosengras LG 430	Pflanzenschutz	0
Dünger	0	Dieselherstellung und -verbrennung	62
Anzahl Düngung	0	Energieverbrauch Reinigung Trocknung	0
Intensität Pflanzenschutz	0	THG-Emissionen aus der Herstellung der eingesetzten Betriebsmittel	20
Anzahl Pflanzenschutz	0	THG-Emissionen auf dem Feld	587
Variable Maschinenkosten	Pflug, Kreiselegge, Saat, 1 Schnitt, Mulchen	THG-Emissionen gesamt je ha	607
Ernterückstände	-	kurzfristige CO₂-Bindung aus Humuserhalt/-aufbau	-1174
Trocknung	-	CO₂ Bilanz pro ha	-567
		THG-Emissionen Fläche	350
		CO ₂ -Bilanz Fläche	-327
		<i>Anmerkungen zur Berechnung im LfL-Klima-Check</i>	<i>Zwischenfrucht, Schnitt = 0.5 Mulchen</i>

³⁴ Zwei Schnitte pro Jahr: der erste Schnitt wird gemäht und abgefahren, der zweite Schnitt wird gemulcht und eingearbeitet.

Für das **Grünland** wurden die Art und Anzahl der Düngung und die Art der Maschinenbearbeitung erfasst und berechnet. Dabei wurde auf allen Flächen dasselbe Management angenommen. Hierbei wurden die Jahre 2020 bis 2024 berücksichtigt und ein Durchschnittswert pro ha bzw. pro ha*Jahr berechnet.

In Tabelle 5 sind als **Beispiel** die Daten der repräsentativen Fläche für Grünland für das **Jahr 2022** den verschiedenen Kategorien aus dem LfL Klima-Check und den jeweilig entsprechenden Emissionen abgebildet. Im Jahr 2022 wurden auf dieser Fläche 258 CO₂-Äq/ha emittiert, was ca. **560 kg CO₂-Äq/ha** entspricht. Gleichzeitig wurden **1101 kg CO₂-Äq/ha gebunden**, was zu einer **negativen CO₂-Bilanz** von **-541 kg CO₂-Äq/ha** führt. Hauptverursacher für die Emissionen sind hierbei die Emissionen, die auf dem Feld entstehen. Insgesamt ist die **CO₂-Bindung** beim **Grünland** wesentlich **höher als** die **Emissionen**, sodass das Grünland (hier) eine **Emissionsenke** darstellt (s. S. 23/24).

Tabelle 5: Repräsentative Fläche für Grünland (0,46 ha) im Jahr 2022.

Kategorie aus LfL Klima-Check	Schlagspezifische Daten	Kategorie aus LfL Klima-Check	Emissionen in kg CO ₂ -Äq/ha
Erträge	-	Saatgut	0
Saatgut	-	Düngung	258
Dünger	Rindermist 10t/ha	Ernterückstände	63
Anzahl Düngung	1	Pflanzenschutz	0
Variable Maschinenkosten	Schleppen, Mahd, Silage, Mist	Silounterhalt	55
		Dieselerstellung und -verbrennung	184
		THG-Emissionen aus der Herstellung der eingesetzten Betriebsmittel	78
Summen		THG-Emissionen auf dem Feld	482
		THG-Emissionen gesamt je ha	560
		kurzfristige³⁵ CO₂-Bindung aus Humuserhalt/-aufbau	-1101
		CO₂-Bilanz pro ha	-541
		THG-Emissionen Fläche	257,6
		CO ₂ -Bilanz Fläche	-248,86
		<i>Anmerkungen zur Berechnung im LfL-Klima-Check</i>	<i>Grassilage, 2 Schnitt, Rundballen</i>

³⁵ Bei der im LfL Klima-Check ausgewiesenen kurzfristigen CO₂-Bindung aus Humuserhalt/-aufbau handelt es sich um eine reversible Bindung, die nicht als langfristige Bindung in der THG-Bilanz berücksichtigt werden sollte.

Bewertung der Wesentlichkeit (zu Kap. 3.1.2):

Die ausgewählten Flächen und Bewirtschaftungsformen erfüllen die Kriterien der Wesentlichkeit: Der Beitrag der Emissionen aus landwirtschaftlichen hier berechneten Flächen entspricht etwa 1,8% der Gesamtemissionen der HSWT (bezogen auf Daten aus dem Klimaschutzkonzept der HSWT von 2023). Der Einflussgrad ist damit laut BayCalc-Richtlinien gegeben, die Daten lassen sich mit angemessenem Aufwand erheben und die Emissionsquelle ist von mittlerer Relevanz für Stakeholder³⁶.

Weitere Flächen der HSWT (Versuchsflächen auf dem Campus, Arboretum, Obstflächen, Gewächshäuser, Gärten) wurden in diesem Leitfaden nicht erfasst, da sie entweder die Wesentlichkeitskriterien nicht erfüllen oder keine landwirtschaftlichen Flächen sind. Die Emissionen aus der Bewirtschaftung eines Lehr- und Versuchsbetriebs mit Milch- und Mutterkuhhaltung wurden hier nicht berücksichtigt, da sie im Projektrahmen nicht untersucht wurden. Tierbezogene Emissionen müssen daher separat bilanziert werden; der LfL Klima-Check ist hierfür ebenfalls geeignet.

THG-Bilanzierung der landwirtschaftlichen Flächen (zu Kap. 3.1.4):

Auf Grundlage der erfassten Daten wurde die THG-Bilanzierung der landwirtschaftlichen Flächen mithilfe des LfL Klima-Checks durchgeführt. Daten zu Silounerhalt (bei Grünland), Dieselherstellung und -verbrennung, Energieverbrauch für Reinigung und Trocknung, THG-Emissionen aus der Herstellung der eingesetzten Betriebsmittel und THG-Emissionen auf dem Feld wurden als Standardwerte aus dem LfL Klima-Check übernommen.

Das **Gesamtergebnis der THG-Bilanzierung** ist in Tabelle 6 sowie im untenstehenden Diagramm abgebildet. Wie bereits oben erläutert ist die **THG-Bilanz** auf **konventionell**, sowie auf **ökologisch** bewirtschafteten **Ackerflächen positiv**. Hierbei sind die Emissionen auf **konventionell** bewirtschafteten Ackerflächen im Vergleich zu den anderen beiden Nutzungsformen **am größten**. Das **Grünland** stellt im Vergleich zu den anderen beiden Nutzungsformen die **größte Emissionsenke** dar. **Insgesamt** ist die **THG-Bilanz der landwirtschaftlich genutzten Flächen der HSWT** mit 0,8 t CO₂-Äq/ha*Jahr bzw. **48,3 t CO₂-Äq/Jahr positiv**.

³⁶ Für genauere Bewertung der Wesentlichkeit s. Sargl et al. (2025).

Tabelle 6: Gesamtergebnis der THG-Bilanzierung der landwirtschaftlichen Flächen der HSWT (skaliert, basierend auf repräsentativ ausgewählten Flächen)

THG-Bilanz der Flächen der HSWT	konventioneller Ackerbau	ökologischer Ackerbau	Grünland	Gesamtflächen
ha	28,9	7,9	26,0	62,8
Zeitraum der Daten	2017-2024	2022-2024	2020-2024	
Emissionen in t CO ₂ Äq/ha*Jahr	2,0	2,2	0,5	1,4
CO ₂ Bindung in t CO ₂ Äq/ha*Jahr	0,0	-1,1	-1,1	-0,6
Bilanz in t CO₂Äq/ha*Jahr	1,9	1,1	-0,6	0,8
Emissionen in t CO ₂ Äq/Jahr	56,5	17,2	12,5	86,2
CO ₂ Bindung in t CO ₂ Äq/Jahr	-0,3	-8,9	-28,7	-37,9
Bilanz in t CO₂Äq/Jahr	56,2	8,3	-16,2	48,3

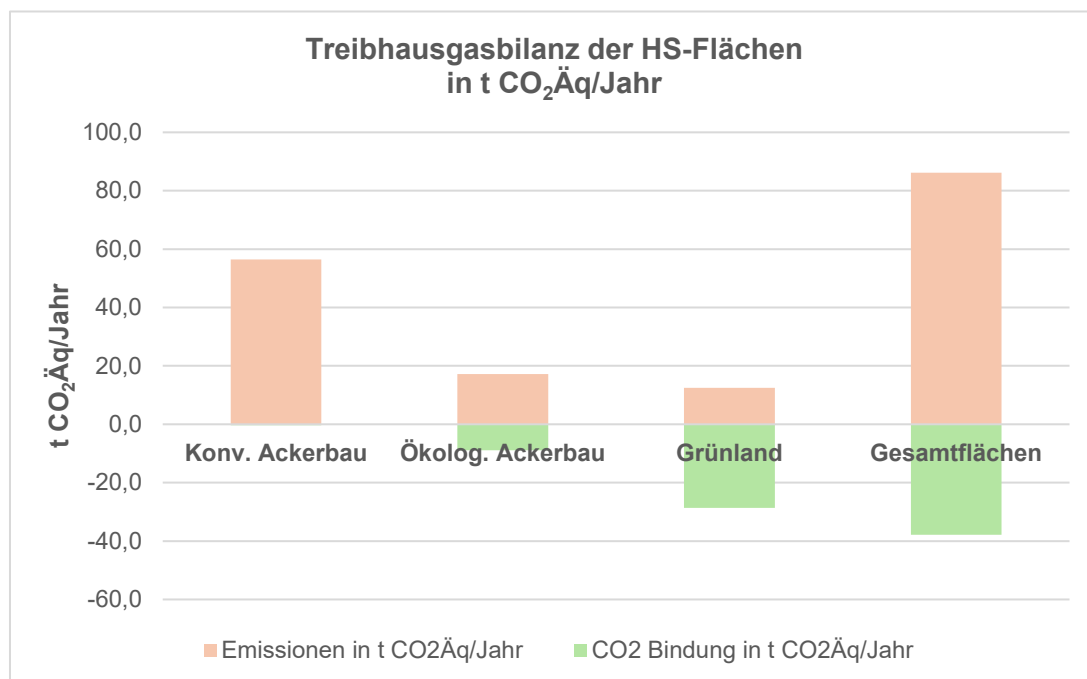


Abbildung: Gesamtergebnis der THG-Bilanzierung der landwirtschaftlichen Flächen der HSWT

Kritische Auseinandersetzung mit der Bilanz:

Die Werte für die CO₂-Bindung stammen von Zwischenfrüchten und Feldfrüchten wie bspw. Soja oder Buchweizen. Diese Werte der CO₂-Bindung sind kritisch zu hinterfragen, da im LfL Klima-Check nur für Zwischenfrüchte ein CO₂-Bindungswert angegeben ist und

dieser unabhängig von der konkreten Pflanzenmischung eine pauschale Annahme darstellt. Daher wurden einige Fruchtarten (Soja und Klee gras) als Zwischenfrucht berechnet oder Literaturdaten hinzugezogen; dies könnte noch ergänzt und optimiert werden. Alle Abweichungen wurden entsprechend in der Datenerfassung vermerkt. Grundsätzlich wird davon abgeraten, kurzfristige CO₂-Bindungsraten in der THG-Bilanz zu berücksichtigen, da die wissenschaftlichen Grundlagen noch nicht ausreichend sind. Für detaillierte Abschätzungen können Modelle wie z.B. RothC³⁷ verwendet werden, die aber den Rahmen einer Treibhausgasinventur überschreiten.

Auf der repräsentativen Fläche für konventionellen Ackerbau ist seit 2023 ein silvoarables Agroforstsystem etabliert, welches die Ertragsdaten ab 2023 beeinflusst.

Schritt 2: Potenzialanalyse und Maßnahmenplanung

Es wurde keine umfassende Potenzialanalyse erstellt, jedoch als wirksame Reduktions- und Sequestrierungsoption die Anlage eines **silvoarablen Agroforsts** sowie die **Umstellung auf eine humusoptimierte Fruchtfolge** identifiziert. Auf einer hochschuleigenen Ackerfläche mit 5,6 ha erfolgte daher im Jahr 2023 die Anlage eines Agroforstsystems mit 480 Pappeln, 120 Grauerlen und Flatterulmen sowie 56 Werthölzern in fünf Gehölzstreifen. Im Sommer 2023 wurde die Fruchtfolge auf dieser Fläche von einer konventionellen Marktfrucht-Fruchtfolge (Winterweizen, Soja, Mais, Gerste, Raps) mit mineralischer Düngung auf eine ökologisch bewirtschaftete Marktfrucht-Fruchtfolge (zweijähriges Klee gras, Winterweizen, Körnermais, Körnerleguminose wie Soja, Dinkel) mit organischer Düngung und Zwischenfrüchten umgestellt.

Für die übrigen Flächen gilt es noch, geeignete Maßnahmen zu identifizieren.

Schritt 3: Umsetzung, Monitoring und Reporting (MRV)

Die Umsetzung erfolgte im Jahr 2023, unter Einbeziehung des landwirtschaftlichen Betriebs der HSWT. Das weitere Monitoring und Reporting erfolgt im Rahmen weiterer Forschungsprojekte. Eine Plausibilitätsprüfung und das jährliche Fortschreiben der THG-Bilanz (Verification) stehen noch aus.

Schritt 4: Kommunikation und Integration

Die Pflanzung des Agroforsts wurde mithilfe einer Infotafel, Website und im Rahmen von Lehrveranstaltungen und Exkursionen mit Studierenden kommuniziert und dokumentiert. Eine Integration der THG-Bilanz der landwirtschaftlichen Flächen in die allgemeine THG-Bilanzierung und damit in das Klimaschutzkonzept der HSWT steht noch aus.

Als Contribution-Claim Ansatz kann hier die Multiplikatorwirkung des Agroforsts als Lehrfläche, auf der weitere Forschungsprojekte laufen, genannt werden.

³⁷ <https://www.rothamsted.ac.uk/rothamsted-carbon-model-rothc>; Zugriff am 26.02.2026

Zusammenfassung der Fallstudie:

Die Fallstudie der HSWT verdeutlicht, dass Ackerflächen trotz ökologischer Optimierung mit 48,3 t CO₂-Äq/Jahr eine Emissionsquelle bleiben, während nur das Grünland als echte Senke fungiert. Kritisch zu bewerten ist die methodische Unsicherheit bei der CO₂-Bindung, da pauschale Faktoren des LfL Klima-Checks die tatsächliche Humusdynamik nur unzureichend abbilden. Zudem zeigt die Wesentlichkeitsanalyse, dass die Flächen zwar 1,8 % der HSWT-Gesamtemissionen ausmachen, die Bilanz jedoch ohne die (hier nicht behandelten) Emissionen aus der Tierhaltung unvollständig bleibt. Die Umsetzung eines Agroforstsystems an der HSWT ab 2023 dient als wichtiger Ansatz zur weiteren Klärung von möglichen THG-Senken, erfordert aber künftig ein präziseres Monitoring und eine Ausweitung der Bilanzgrenzen. Dieser Prozess unterstreicht die Notwendigkeit, Bilanzierungsergebnisse stets im Kontext ihrer datentechnischen Annahmen und methodischen Grenzen zu interpretieren.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Markus Karmann (HSWT) für die Bereitstellung der Daten und bei folgenden Reviewern für sehr hilfreiche und konstruktive Kritik während der Erarbeitung dieses Leitfadens: Thomas Hiendleder (HSWT), Vanessa Karger (LfL Bayern), Nicola Oswald (JMU Würzburg), Anton Reindl (LfL Bayern), Manfred Sargl (Universität der Bundeswehr, München), Tim Schilderoth (JMU Würzburg).

Die Verantwortung für die finale Fassung liegt allein beim Autorenteam; die Reviewer hatten darauf keinen Einfluss. Die Arbeit an diesem Leitfaden wurde durch das BMFTR (FKZ 01UN2208B) gefördert.

Literaturverzeichnis

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (2025) *Regionaler Treibhausgasausgleich*, verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/klima/klimaschutz/regionaler_thg_ausgleich/index.htm (Zugriff: 30.12.2025).
- Bayerischer Landtag, 2023. Schriftliche Anfrage der Abgeordneten Verena Osgyan BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 18.09.2023: CO₂-Kompensation für Dienstreisen bayerischer Hochschulen. Drucksache 18/30670.
- Bayerischer Rundfunk (2025): *Umweltministerium bestätigt: Bayern gibt bisheriges Klimaziel auf*, verfügbar unter: <https://www.br.de/nachrichten/bayern/umweltminister-bestaetigt-bayern-gibt-bisheriges-klimaziel-auf,V1Dt40i> (Zugriff am 30.12.2025)
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2025) *Klimaneutrale Staatsverwaltung*, verfügbar unter: <https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/staatsverwaltung/index.htm> (Zugriff: 30.12.2025).
- Beyer, D., Speier, D., Süßmann, J., 2024. Klimaschutzverpflichtungen bayerischer Hochschulen – Abschlussbericht der Law Clinic Transformationsrecht des Sommersemesters 2024. Feichtner, I., Schilderoth, T. (Hrsg.).
- BMEL, 2024a. Der Wald in Deutschland - Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur.
- Chiti, T., Rey, A., Abildtrup, J., Böttcher, H., Diaci, J., Frings, O., Lehtonen, A., Schindlbacher, A., Zavala, M.A., European Forest Institute, Wunder, S., 2024. Carbon farming in the European forestry sector (From Science to Policy), From Science to Policy. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs17>
- Dreisbach, N., Häußermann, U., Bach, M., Breuer, L., Döhler, H., Müller, H., Lohrberg, T., Döhler, S., 2025. Entwicklung eines Modells zur Bewertung von THG-

- Minderungsmaßnahmen in der Landwirtschaft (E-MoLL). Umweltbundesamt.
<https://doi.org/10.60810/OPENUMWELT-7675>
- Fehrenbach, H., Bürck, S., 2022. CO₂-Opportunitätskosten von Biokraftstoffen in Deutschland. Erstellt im Auftrag der Deutschen Umwelthilfe (DUH); ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (Hrsg.).
- Frelih-Larsen, A., Riedel, A., Hobeika, M., Scheid, A., Gattinger, A., Niether, W., Siemons, A., 2022. Role of soils in climate change mitigation. UBA (Hrsg.), CLIMATE CHANGE 56/2022.
- Haß, M., Deblitz, C., Freund, F., Kreins, P., Laquai, V., Offermann, F., Pelikan, J., Sturm, V., Wegmann, J., Witte, T. de, Wüstemann, F., Zinnbauer, M., 2022. Thünen-Baseline 2022 - 2032: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Johann Heinrich von Thünen-Institut, DE.
- Kätsch, S., Osterburg, B., 2016. Treibhausgasrechner in der Landwirtschaft - Erfahrungen und Perspektiven. *Landbauforschung - applied agricultural and forestry research* 29–44. <https://doi.org/10.3220/LBF1456905354000>
- Kreibich, N., Fraling, J., Schulze-Steinen, M., Köhlert, M., 2024a. Ein Leitfaden für die Umsetzung des Contribution Claim-Modells. Stiftung Allianz für Entwicklung und Klima (Hrsg.).
- Kreibich, N., Köhlert, M., Brod, S., 2024b. Unternehmen in der Transformationsverantwortung: Das Contribution-Claim-Modell als Alternative zur CO₂-Kompensation. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 33, 263–264. <https://doi.org/10.14512/gaia.33.2.25>
- Kreibich, N., Köhlert, M., Schulze-Steinen, M., Brandt, J., Präger, A., Schöneberg, G., Karatassios, D., 2023. Grundprinzipien eines Contribution Claim-Ansatzes. Konzeptpapier. Wuppertal Institut und Stiftung Allianz für Entwicklung und Klima. Wuppertal.
- Landesagentur für Energie und Klimaschutz (LENK) (2025) *Klimaneutrale Staatsverwaltung*, verfügbar unter:
https://www.lenk.bayern.de/themen/klimaschutz/staatsverwaltung_klimaneutral/index.html (Zugriff: 30.12.2025).
- McDonald, H., Frelih-Larsen, A., Lorant, A., Duin, L., Andersen, S.P., Costa, G., Bradley, H., 2021. Carbon farming | Making agriculture fit for 2030. Study for the committee on Environment, Public Health and Food Safety (ENVI), Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg.
- Nußbaum, P., Ruiz, M., Stibbe, J., Wöhning, C., Dietrich, C., 2024. Bilanzierung, Reduktion und Kompensation von Treibhausgasemissionen an Hochschulen: vom Footprint zum Handprint, HIS-HE:Forum. HIS-Institut für Hochschulentwicklung e. V., Hannover.

- Reise, J., Hennenberg, K., Böttcher, H., Benndorf, A., 2021. Natürliche Senken – Kurzgutachten im Rahmen der denaLeitstudie Aufbruch Klimaneutralität, erstellt vom Ökoinstitut e. V. Deutsche Energie-Agentur (dena) (Hrsg.).
- Rösemann, C., Haenel, H.-D., Vos, C., Dämmgen, U., Döring, U., Wulf, S., Eurich-Menden, B., Freibauer, A., Döhler, H., Schreiner, C., Osterburg, B., Fuß, R., 2021. Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2019: Report on methods and data (RMD) Submission 2021, Thünen Report 84. Johann Heinrich von Thünen-Institut, DE.
- Sargl, M., Färber, K., Schlesinger, J., 2025. BayCalc-Richtlinie (Version 2.1) zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen der Hochschulen in Bayern.
- Siemons, A., Böttcher, H., Liste, V., Jörß, W., 2023. Short Typology of Carbon Dioxide Removals. UBA (Hrsg.).
- Wuppertal Institut (2024): *Contribution Claim: Eine Alternative zur CO₂-Kompensation*, verfügbar unter: <https://wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/8689> (Zugriff: 30.12.2025)