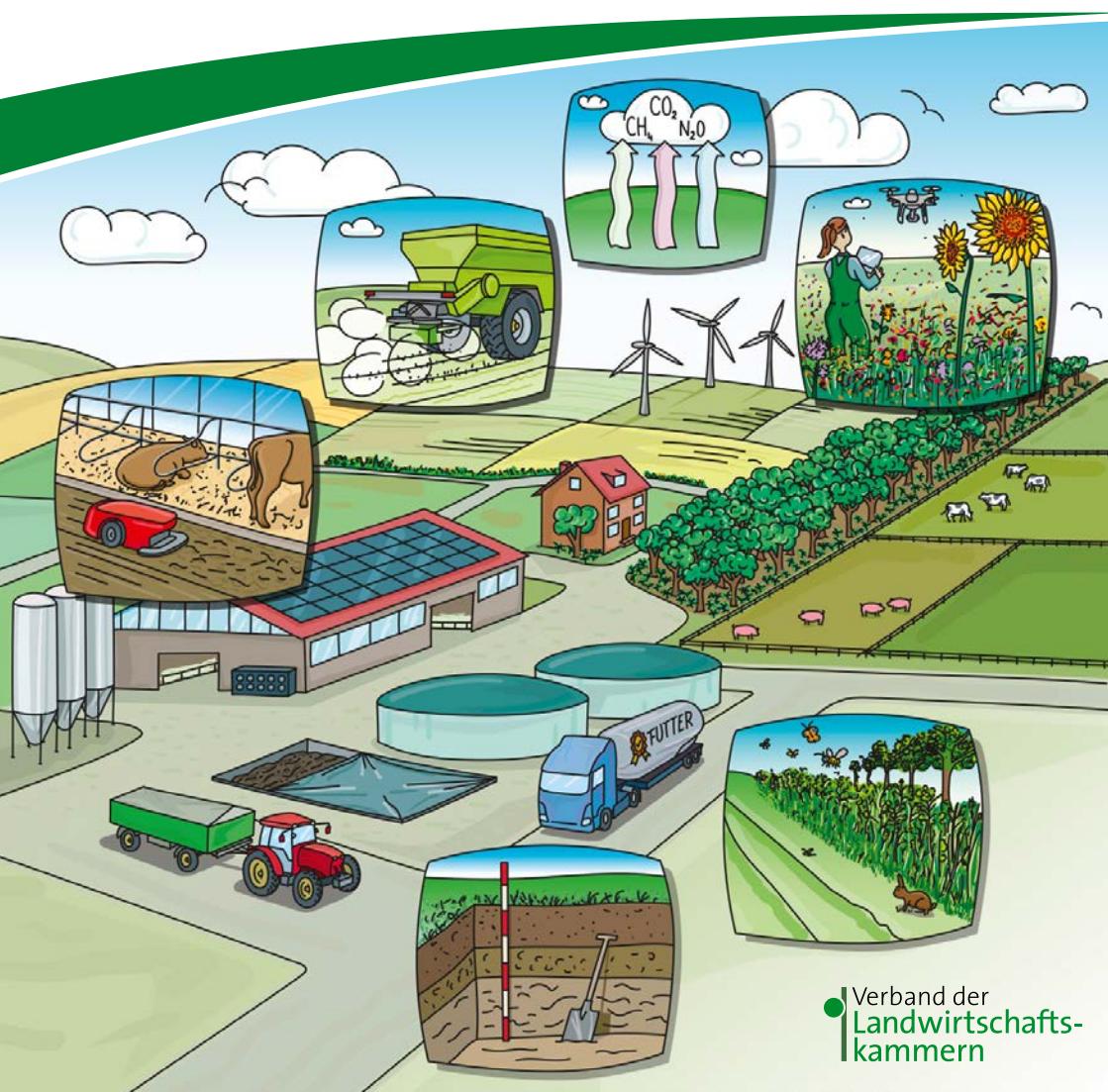




# Klimaschutz im landwirtschaftlichen Betrieb





Liebe Leserin, lieber Leser,

der Klimawandel stellt die Landwirtschaft vor große Herausforderungen. Die produktionsbedingten Treibhausgas-Emissionen sind zwar unvermeidbar, dennoch ist es entscheidend, alle reduzierbaren Emissionen weitestgehend zu minimieren. Dazu müssen die landwirtschaftlichen Betriebe aktiv einen Beitrag leisten, sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierhaltung.

Mit dieser Broschüre möchten wir Landwirtinnen und Landwirte, Beraterinnen und Berater sowie Multiplikatorinnen und Multiplikatoren ansprechen. Sie stellt eine Auswahl an Maßnahmen vor, wie die Landwirtschaft sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierhaltung durch geeignete betriebliche Maßnahmen die Treibhausgas-Emissionen senken kann. Die vorgestellten Maßnahmen unterstützen den Klimaschutz im landwirtschaftlichen Betrieb.

Ebenfalls wird das Prinzip der Klimabilanzierung vorgestellt, um die verschiedenen Emissionsquellen im Pflanzenbau und der Tierhaltung zu identifizieren, mögliche Stellschrauben aufzudecken und konkrete Verbesserungspotenziale zu erkennen.

Diese Broschüre ist in Zusammenarbeit mit dem Verband der Landwirtschaftskammern entstanden. Sie bündelt die Fachexpertise aus der Beratung.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen.

Ihr  
Bundesinformationszentrum Landwirtschaft



**Bundesinformationszentrum  
Landwirtschaft**

# Inhalt

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Maßnahmen in der Pflanzenproduktion .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Böden erfüllen vielfältige Funktionen .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Die Rolle des Bodenschutzes in der Landwirtschaft .....	10
2.1.2 Ursachen für Bodendegradation .....	10
2.1.3 Maßnahmen zum Bodenschutz in der Landwirtschaft .....	11
2.1.4 Der Einfluss einer regelmäßigen Kalkung auf die Bodenstruktur .....	12
2.1.5 Bodenschutz für den Klimaschutz .....	12
<b>2.2 Humusaufbau und Klimaschutz in der Landwirtschaft .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Die Bedeutung von Humus .....	13
2.2.2 Humusaufbau als Beitrag zum Klimaschutz .....	13
2.2.3 Maßnahmen zum Humusaufbau .....	14
<b>2.3 Zwischenfrüchte sind wahre Multitalente .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Ein Blick in den Boden lohnt sich .....	16
2.3.2 Erfolgreicher Zwischenfruchtanbau .....	17
2.3.3 Geschätzte Kosten .....	18
<b>2.4 Strukturelemente in der Agrarlandschaft .....</b>	<b>19</b>
2.4.1 Hecken .....	19
2.4.2 Mehrjährige Brachestreifen .....	21
<b>2.5 Agroforstsysteme in der Agrarlandschaft .....</b>	<b>22</b>
<b>3 Maßnahmen in der Tierhaltung .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Reduzierung haltungsbedingter Emissionen in der Tierhaltung .....</b>	<b>26</b>
3.1.1 Haltung auf Stroh: Chancen und Herausforderungen .....	27
3.1.2 Haltung auf perforierten Böden mit Unterflurlagerung: Entwicklung und Optimierungspotenziale .....	28
3.1.3 Managementbedingte Potenziale im Hinblick auf Emissionsreduzierung .....	30
<b>3.2 Futterverwertung und Futterqualität optimieren .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Wirtschaftsdünger klimaschonend lagern .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 Güllevergärung und Klimaschutz .....</b>	<b>35</b>
3.4.1 Voraussetzungen für den Bau einer Kleinbiogasanlage .....	37
<b>3.5 Strom- und Wärmeverbrauch optimieren .....</b>	<b>37</b>

<b>4 Einführung in die Klimabilanzierung .....</b>	<b>40</b>
4.1 Klimabilanzierung im Pflanzenbau .....	42
4.2 Klimabilanzierung in der Tierhaltung .....	45
<b>5 Landwirtschaft im Klimawandel: Herausforderungen und Chancen .....</b>	<b>48</b>
<b>6 Anhang .....</b>	<b>51</b>
6.1 Abkürzungsverzeichnis .....	51
6.2 Weitere Informationen und Lesehinweise .....	52
6.3 Literatur .....	54
KTBL-Medien .....	59
Weitere BZL-Medien .....	60
<b>Das BZL im Netz .....</b>	<b>62</b>
<b>Impressum .....</b>	<b>63</b>



# 1 Einleitung

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Daher wurde bereits 2021 im **Bundes-Klimaschutzgesetz** beschlossen, dass Deutschland bis 2030 seine Treibhausgas(THG)-Emissionen um mindestens 65 Prozent mindern soll, im Vergleich zum Jahr 1990. Bis 2040 sollen die Emissionen um 88 Prozent sinken und bis 2045 soll Deutschland die Netto-Treibhausgasneutralität erreichen. Das bedeutet, dass der jährliche THG-Ausstoß, insbesondere die Emissionen von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), geringer ist, als in den natürlichen Senken gebunden werden kann. Somit wird kein zusätzlicher Beitrag zum Klimawandel verursacht. Grundlage für das Bundes-Klimaschutzgesetz ist die Pariser Klimarahmenkonvention der

Vereinten Nationen (BMUKN 2021). Maßnahmen, mit denen diese Ziele erreicht werden sollen, wurden im Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung (Bundesregierung 2019) und im Klimaschutzprogramm 2023 (Bundesregierung 2023) verankert.

## Landwirtschaft und Klimawandel

Die Landwirtschaft hat im Jahr 2024 rund 9,6 Prozent der gesamten THG-Emissionen Deutschlands verursacht (UBA 2025a). Diese Emissionen stammen unter anderem aus natürlichen Prozessen und sind zu einem großen Teil unvermeidbar. Dennoch besteht großes Potenzial durch geeignete Maßnahmen THG-Emissionen zu senken.

Die Auswirkungen des Klimawandels sind auch in der Landwirtschaft spürbar und es besteht Handlungsbedarf. So nehmen beispielsweise Extremwettereignisse zu und führen zu einer geringeren Ertragssicherheit (BMEL 2024). Höhere Temperaturen bedingen steigende Bodentemperaturen, wodurch sich bei einem gleichbleibenden Wasserangebot die biologische Aktivität im Boden erhöht. Dies führt zu einer verstärkten Mineralisierung und zum Abbau von wertvollem Humus (VLK 2019).

Es werden Strategien benötigt, wie die Landwirtschaft auf den Klimawandel reagieren und zum Klimaschutz beitragen kann. Insbesondere sind Maßnahmen erforderlich, die zur Reduktion der THG-Emissionen in der Pflanzenproduktion und der Tierhaltung beitragen.

**Auswirkungen auf die Pflanzenentwicklung**  
Auf die Pflanzenentwicklung hat der Klimawandel einen entscheidenden Einfluss, da sich die phänologische Vegetationszeit zunehmend verlängert. Mildere Winter und Frühjahre führen zu einem früheren Start in die Vegetationsperiode (LWK Nordrhein-Westfalen 2012). Somit treten frostempfindliche Phasen der Pflanzenentwicklung früher im Jahr auf und das Risiko für Spätfröste steigt. Höhere Temperaturen und geringere Niederschläge im Sommer bedingen, dass die Winterniederschläge vermehrt zurückgehalten und gespeichert werden müssen.

Auf der anderen Seite kann die Pflanzenproduktion auch vom Klimawandel profitieren. Durch den steigenden CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre können Kulturen wie Getreide,



*Extremwetterereignisse infolge des Klimawandels stellt die Landwirtschaft zunehmend vor Herausforderungen. Nach einem Unwetter steht das Wasser in den Fahrgassen eines Getreidefelds.*

Zuckerrüben, Kartoffeln und Winterraps beispielsweise vermehrt Biomasse und Ertrag bilden (LWK Nordrhein-Westfalen 2012), da die Wassernutzungseffizienz steigt. Gleichzeitig ist damit zu rechnen, dass die Oberflächentemperaturen der Pflanzen steigen und der optimale Temperaturbereich überschritten wird (BZL 2025). Die steigenden Lufttemperaturen ermöglichen aber auch, dass Pflanzenarten und -sorten in Regionen angebaut werden können, die bisher für die Kultivierung zu kühl waren (VLK 2019).

### **Die Bedeutung der Böden**

In der Pflanzenproduktion spielen Bodenschutz und Bodenfruchtbarkeit eine zentrale Rolle (KTBL 2017). Als Produktionsort landwirtschaftlicher Kulturen bildet ein gesunder Boden die Grundlage für stabile Erträge und den Schutz der Umwelt. Entsprechend müssen die Ursachen für Bodendegradation vermieden und die Bodenfunktionen erhalten werden. Eine große Bedeutung hat dabei Humus. Eine vielfältige Fruchfolge, Zwischenfruchtanbau und eine ganzjährige Bodenbedeckung können die Humusbildung fördern.

Wenn es um Klimaschutz-Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen geht, müssen auch Landschaftselemente wie Hecken und Agroforstanlagen berücksichtigt werden (IPCC 2021, Kapitel 5). Sie fördern einerseits die Biotopvernetzung und Biodiversität. Andererseits binden sie Kohlenstoff, schützen vor Erosion und beeinflussen das Mikroklima auf den Flächen.

### **Klimaschutz in der Tierhaltung**

Die Tierhaltung verursacht rund zwei Drittel (64,5 Prozent) der landwirtschaftlichen Treibhausgas(THG)-Emissionen und

etwa 5,4 Prozent der Gesamt-Emissionen Deutschlands (UBA 2025a). Der größte Anteil stammt aus natürlichen Prozessen. Insbesondere zählen dazu die Methanemissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern sowie Methan- und Lachgas-Emissionen, die beim Lagern und Ausbringen von Wirtschaftsdüngern freigesetzt werden. Hier können Maßnahmen ansetzen, um die Emissionen in der Tierhaltung zu reduzieren.

So haben beispielsweise die Haltungsbedingungen, die Futterqualität und auch die Futterverwertung einen Einfluss auf die Emissionen von Treibhausgasen und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Durch neue Technologien in beispielsweise der Stalltechnik werden diese Emissionen verringert. Zudem können Strom und Wärme eingespart werden. Wird Energie aus erneuerbaren Quellen wie Photovoltaikanlagen oder Biogas aus der Wirtschaftsdüngervergärung direkt auf dem Hof produziert, verstärkt sich die Einsparung an THG-Emissionen. Auch Management und Lagerung von Wirtschaftsdüngern können einen großen Einfluss haben und die THG-Emissionen verringern.

Gleichzeitig ist die Tierhaltung direkt und indirekt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Insbesondere die erhöhten Temperaturen führen zu Hitzestress bei den Tieren, der sich beispielsweise auf die Futteraufnahme, die Milchleistung oder das Immunsystem negativ auswirken kann (Bodensee Stiftung 2022). Es gilt also, in der Tierhaltung Anpassungsstrategien an den Klimawandel umzusetzen und dabei den Klimaschutz, die Tiergesundheit und das Tierwohl zu berücksichtigen.

## Klimabilanzierung als Werkzeug

Für einen umfassenden Überblick, an welchen Stellen im Betrieb Emissionen anfallen und wo konkrete Verbesserungspotenziale liegen, bietet sich eine Klimabilanzierung an. Sie ist sehr umfangreich und wird im Rahmen von Klimaschutzberatungen erstellt. Dennoch ist eine Klimabilanzierung keine Klimaschutzmaßnahme. Stattdessen zeigt sie mögliche Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten entlang der gesamten Produktionskette auf, sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierhaltung.

## Forschung und Chancen

Auch die Forschung beschäftigt sich intensiv mit Klimaschutz, Klimawandel, dessen Auswirkungen auf die Landwirtschaft und mögliche Anpassungs- sowie Schutzstrategien. So wurden beispielsweise insgesamt 28 Klimaschutzmaßnahmen bezüglich ihres Minderungspotenzials von Treibhausgasen und ihrer Auswirkungen auf andere Schutzgüter untersucht (Dreisbach et al. 2025). Einige davon werden auch in dieser Broschüre vorgestellt.

Außerdem wurde im Projekt eine Methode entwickelt, um die Kosten zur Minderung der Treibhausgase zu kalkulieren. Abhängig von den jeweiligen Maßnahmen ist die Umsetzung mit Mehrkosten aber auch mit Kosten einsparungen verbunden. Die Studie berücksichtigt ebenfalls Umweltwirkungen wie die Freisetzung von Luftschadstoffen oder den Einfluss auf das Auswaschungspotenzial von Nitrat (UBA 2025b). Die Studienergebnisse können als hilfreiche Grundlage für die Auswahl von Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft dienen (Dreisbach et al. 2025, UBA 2025b).

Trotz der großen Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, bietet dieser auch Chancen, denn Klimaschutz und Landwirtschaft lassen sich miteinander kombinieren. Durch geeignete Ansätze in der Tierhaltung und Pflanzenproduktion sowie das Betrachten der gesamten Betriebsabläufe kann die Landwirtschaft einen aktiven Beitrag leisten.



## 2 Maßnahmen in der Pflanzenproduktion

Im Pflanzenbau gibt es zahlreiche Ansätze, um Emissionen zu senken, Kohlenstoff zu speichern und einen Beitrag für den Klimaschutz zu leisten. Dabei spielt der Boden eine zentrale Rolle. Denn: Böden sind der größte terrestrische Kohlenstoff-Speicher und eine große natürliche Quelle für Kohlenstoffdioxid in unserer Atmosphäre, insbesondere die organische Bodensubstanz ist nicht nur für die Bodenfruchtbarkeit relevant (Strumpf und Trumbore 2011). Daher sollten Klimaschutzmaßnahmen im Pflanzenbau auch immer auf Bodenschutz und -fruchtbarkeit abzielen.

Im Zuge dessen kommt dem Humusaufbau eine Schlüsselrolle zu. So haben beispielsweise die Fruchtfolgegestaltung oder der Anbau von Zwischenfrüchten einen Einfluss auf den Humusaufbau und sind damit geeignete Maßnahmen für den Klimaschutz.

Auch Strukturelemente wie Hecken oder Agroforstsysteme, bei denen Acker- oder Grünlandflächen mit mehrjährigen Gehölzen kombiniert werden, leisten durch ihren Einfluss auf das Mikroklima, den Boden und die Kohlenstoffbindung einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz.

## 2.1 Böden erfüllen vielfältige Funktionen

Axel Vorwald, *Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen*

Die Bedeutung intakter Böden für die Landwirtschaft und die Umwelt ist unumstritten. Bodenschutz ist daher ein zentrales Thema, das zunehmend an Bedeutung gewinnt. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der steigenden Anforderungen an die Nahrungsmittelproduktion sind Maßnahmen unerlässlich, um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, zu verbessern sowie die Böden nachhaltig zu schützen.

### 2.1.1 Die Rolle des Bodenschutzes in der Landwirtschaft

Unsere Böden sind die Grundlage für eine nachhaltige Landwirtschaft und die Produktion von Nahrungs- und Futtermittel

sowie nachwachsender Rohstoffe. Darüber hinaus spielt der Boden eine entscheidende Rolle für den Schutz und die Neubildung des Grundwassers. Böden liefern Nährstoffe für Pflanzen, speichern Wasser, regulieren das Mikroklima und dienen als Lebensraum für Menschen, Tiere und eine Vielzahl von Bodenorganismen. Verschiedene Faktoren, darunter auch die landwirtschaftliche Nutzung, wirken sich auf die verschiedenen Bodenfunktionen aus und können diese nachhaltig beeinflussen. Ein intakter Boden ist daher von entscheidender Bedeutung für stabile Erträge und den Schutz der Umwelt.

### 2.1.2 Ursachen für Bodendegradation

Die Böden sind vielerorts durch verschiedene Faktoren gefährdet; Erosion, Versalzung, Verdichtung, Versauerung, Verunreinigung durch Schadstoffe sowie der Verlust organischer Substanz sind nur einige der möglichen Ursachen für die Degradation von Böden.



Abbildung 1: Bodenverlust durch Erosion.

Diese Prozesse beeinträchtigen die Bodenfruchtbarkeit, reduzieren die Erträge und führen langfristig zu einer Beeinträchtigung der Umwelt.

### **2.1.3 Maßnahmen zum Bodenschutz in der Landwirtschaft**

Um die Böden zu schützen und ihre vielfältigen Funktionen zu erhalten, sind gezielte Maßnahmen erforderlich. Dazu gehören unter anderem:

#### **1. Erhalt der Bodenstruktur**

Eine an die jeweiligen Bodenbedingungen angepasste Bodenbearbeitung und der Einsatz moderner Bewirtschaftungsmethoden sind wesentliche Faktoren, um die Bodenstruktur zu erhalten, Erosion zu verringern und die Ertragsstabilität zu sichern. Die Intensität der Bodenbearbeitung ist an die jeweiligen Witterungs- und Standortbedingungen anzupassen.



Abbildung 2: Eine intensive Durchwurzelung und Förderung des Bodenlebens wirkt sich positiv auf die Bodenstruktur aus.

Bei der Feldarbeit ist insbesondere auf die Befahrbarkeit der Böden zu achten. So lassen sich Bodenverdichtungen vermeiden.

#### **2. Fruchfolge und Zwischenfruchtanbau**

Eine abwechslungsreiche Fruchfolge und der Anbau von Zwischenfrüchten tragen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei und verhindern die Verlagerung von Nährstoffen. Auch die biologische Aktivität wird durch eine vielfältige Fruchfolge gefördert. So verbessern beispielsweise Regenwurmgänge die Wasserinfiltration in den Boden.

#### **3. Integrierter Pflanzenbau**

Maßnahmen des integrierten Pflanzenbaus tragen dazu bei, die Biodiversität im Boden zu erhalten und den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren.

#### **4. Organische Düngung**

Der Einsatz von organischen Düngemitteln wie Kompost oder tierischen Wirtschaftsdüngern sorgt für eine Rückführung der organischen Substanz. Bodenstruktur und -gefüge sowie die biologische Aktivität des Bodens werden dadurch gefördert.

#### **5. Bodenbedeckung**

Eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung durch Mulch, Pflanzenreste oder eine gezielte Begrünung schützt den Boden vor Erosion und Austrocknung, gleichzeitig wird die Humusbildung gefördert.

#### **6. Kalkung**

Eine regelmäßige Kalkversorgung ist unter anderem für die Aggregatstabilität der

Böden wichtig. Calcium-Ionen verbinden Ton- und Humusteilchen zu größeren und stabileren Bodenkrümeln. Dadurch werden beispielsweise die Wasserspeicherfähigkeit, die Durchlüftung und das Wurzelwachstum positiv beeinflusst.

#### **2.1.4 Der Einfluss einer regelmäßigen Kalkung auf die Bodenstruktur**

Die regelmäßige Kalkung hat verschiedene positive Effekte auf die Bodenstruktur und somit auf die Bodenfunktionen. Zum einen neutralisiert Kalk saure Böden und reguliert den pH-Wert, was die Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzen verbessert. Ein optimaler pH-Wert fördert das Wurzelwachstum und die Nährstoffaufnahme, was sich positiv auf die Erträge auswirken kann. Ein gut strukturierter Boden ist locker, durchlässig und bietet den Pflanzenwurzeln einen guten Halt. Dies erleichtert das Wurzelwachstum, die Wasseraufnahme und die Durchlüftung des Bodens, was sich insgesamt positiv auf die Bodenfruchtbarkeit auswirkt.

Die Kalkung als integralen Bestandteil der Bodenpflegepraxis zu betrachten, kann dazu beitragen, gesunde Böden zu erhalten, das Pflanzenwachstum zu fördern und langfristig nachhaltige Erträge zu sichern.

Die Bedeutung des Bodenschutzes in der Landwirtschaft ist elementar für einen langfristigen pflanzenbaulichen Erfolg in der Landwirtschaft. Ein bewusster Umgang mit Bodenschutzmaßnahmen ist entscheidend, um die Herausforderungen der modernen Landwirtschaft zu bewältigen und die Umwelt zu schützen.

#### **2.1.5 Bodenschutz für den Klimaschutz**

Die Maßnahmen, die zum Bodenschutz beitragen, haben auch vielfältige Vorteile für den Klimaschutz. Eine gute Bodenstruktur verbessert die Wasserinfiltration und -speicherung. Auch das Wurzelwachstum und die Nährstoffspeicherung sowie -nachlieferung werden positiv beeinflusst. Dies wirkt sich wiederum günstig auf die Ertragsstabilität aus. Auch der Humusgehalt und somit die Kohlenstoffbindung werden durch eine gute Bodenstruktur gefördert. Darüber hinaus sind Böden mit einer guten Bodenstruktur weniger anfällig gegenüber Extremwetterereignissen wie Starkregen oder Dürrephasen. Verdichtete und staunasse Böden bergen hingegen die Gefahr einer erhöhten Lachgas-Bildung.

Eine gute Bodenstruktur kann dazu beitragen, Kosten einzusparen. Die Böden haben eine bessere Nährstoffnachlieferung, Wasserverfügbarkeit und Durchwurzelung. Somit kann eine gute Bodenstruktur auch zu stabilen Erträgen führen.

**Bodenschutz ist eine dauerhafte Maßnahme.** Nur so können die vielfältigen Bodenfunktionen erhalten und nach Möglichkeit verbessert werden. Der Schutz der Bodenfunktionen ist wichtig für den Klimaschutz: Neben den natürlichen Funktionen als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen sind Böden der größte terrestrische Speicher für Kohlenstoff. Durch humusmehrende Maßnahmen kann  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre langfristig in der organischen Bodensubstanz gebunden werden.

## 2.2 Humusaufbau und Klimaschutz in der Landwirtschaft

*Lisa Fröhlich und Marcel Phieler,  
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen*

Der Klimawandel und weltweit ansteigende Temperaturen stellen die Landwirtschaft vor große Herausforderungen. Eine nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen wird immer wichtiger, um den Klimawandel einzudämmen und die Produktivität langfristig zu sichern. Eine Schlüsselrolle kommt dabei dem Humusaufbau zu, der nicht nur essenziell für fruchtbare Böden ist, sondern auch zum Klimaschutz beitragen kann.

### 2.2.1 Die Bedeutung von Humus

Als Humus wird die gesamte abgestorbene organische Substanz des Bodens bezeichnet. Humus besteht zu einem Großteil aus Kohlenstoff, der überwiegend aus Pflanzenresten und ihren Umsetzungsprodukten sowie aus Ausscheidungen und Umwandlungsprodukten von Bodentieren und Mikroorganismen stammt (Vorderbrügge et al. 2022).

Die organische Substanz beziehungsweise der Humus hat vielfältige Auswirkungen auf die biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften eines Bodens. Neben der Nährstoffspeicherung und -freisetzung hat der Bodenhumus einen großen Einfluss auf die Bodenstruktur und das Bodenleben. Insbesondere beständige Humusformen bilden zusammen mit den Tonmineralen stabile Bodenaggregate. Diese tragen unter anderem zu einem besseren Luft- und Wasserhaushalt sowie zu einem

verbesserten Nährstoffspeichervermögen bei. Das daraus resultierende stabile Bodengefüge kann zudem zu einer schnelleren Wasserinfiltration und zu einem gesteigerten Wasserhaltevermögen führen. Gleichzeitig reduziert eine gute Bodenstruktur das Risiko von Bodenerosion, Verschlämmlung und Bodenverdichtung.

### 2.2.2 Humusaufbau als Beitrag zum Klimaschutz

Neben seiner Bedeutung für die vielfältigen Bodenfunktionen und die Ertragsleistung spielt Humus auch eine wichtige Rolle beim Klimaschutz. Pflanzen nehmen bei der Photosynthese Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus der Atmosphäre auf und wandeln es in organische Substanz um. Ein Teil davon gelangt über Wurzausscheidungen und abgestorbene Pflanzenteile in den Boden, kann dort längerfristig gespeichert werden und zum Humusaufbau beitragen.

Organisch gebundener Bodenkohlenstoff kann somit dazu beitragen,  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre zu binden. Umgekehrt führt der Verlust von organischem Bodenkohlenstoff, sei es durch Veränderungen in der Bewirtschaftung oder aufgrund klimatischer Faktoren, zu einer Freisetzung von  $\text{CO}_2$ . Insbesondere die stabilen Humusverbindungen können als langfristige Kohlenstoffsenke betrachtet werden und sind für den Klimaschutz von großer Relevanz.

## 2.2.3 Maßnahmen zum Humusaufbau

Der Bodenhumusgehalt ist einer hohen Dynamik unterworfen und wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst.

Einflussfaktoren auf den Humusgehalt sind:

- Bodeneigenschaften des Standorts, wie pH-Wert, Wassersättigung und Boden- textur,
- klimatische Gegebenheiten wie Temperatur und Niederschlag sowie
- Menge und Zusammensetzung der einge tragenen organischen Substanz.

Ob und in welchem Umfang der Bodenhu mus beeinflusst werden kann, hängt von der



Abbildung 3: Vielfältige Fruchtfolgen fördern den Humuserhalt und -aufbau, Wickrrogen eignet sich als Winterzwischenfrucht.

Art und Weise der Bewirtschaftung sowie vom jeweiligen Standort ab.

Bei langanhaltender ähnlicher Bewirtschaf tung stellt sich ein standortangepasster Humusgehalt ein. Wird die Bewirtschaftung geändert, so ergibt sich daraus ein höheres oder niedrigeres neues Gleichgewicht des Bodenkohlenstoffvorrats.

Durch ackerbauliche und produktionstechnische Maßnahmen kann der Humusgehalt langfristig erhalten und gefördert werden.

Diese sind beispielsweise:

- nachhaltige Fruchtfolgegestaltung,
- organische Düngung und eine
- an Standortbedingungen angepasste Bodenbearbeitung.

Im Folgenden werden einige bewährte Methoden und Tipps vorgestellt, die dabei helfen, den Humusaufbau von landwirtschaftlichen Flächen zu fördern:

**Fruchtfolgegestaltung:** Eine vielfältige Fruchtfolge, die ein ausgewogenes Verhältnis zwischen humuszehrenden Kulturen wie Getreide, Mais und Hackfrüchten sowie humusmehrenden Kulturen wie Leguminosen und Feldfutter aufweist, hat einen entscheidenden Einfluss auf die Humusversorgung. Ebenso wichtig ist der Wechsel zwischen Winterungen und Sommerungen sowie die Integration von Leguminosen, tiefwurzelnden Kulturen und geeigneten Zwischenfrüchten. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Wurzelmasse, der spezifischen Anforderungen an die Bodenbearbeitung sowie der Qualität und Stabilität der Ernterückstände beeinflussen die Kulturen den Humusgehalt auf unterschiedliche Art und

Weise. Insbesondere die Wurzelrückstände verbleiben im Boden und wirken sich positiv auf den Bodenkohlenstoffvorrat aus.

**Zwischenfruchtanbau:** Der regelmäßige Anbau von Zwischenfrüchten oder Unterarten bringt zusätzlichen organischen Kohlenstoff in den Boden. Gleichzeitig ist der Boden über den Winter bedeckt und somit vor Nährstoffausträgen geschützt.

**Organische Düngung:** Die organische Düngung umfasst alle Wirtschaftsdünger wie zum Beispiel Gülle und Stallmist. Sie umfasst auch Komposte und Klärschlamm. Organische Düngemittel dienen der Rückführung von Nährstoffen und organischer Substanz, die dem Boden über die Ernteprodukte entzogen wurden. Gleichzeitig kann die mineralische Düngung reduziert werden, was zusätzlich zur Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen beiträgt.

**Bodenbedeckung:** Eine dauerhafte Bodenbedeckung durch Mulch oder Pflanzenreste schützt den Boden vor Erosion und Austrocknung. Dadurch werden die Humusbildung und das Bodenleben gefördert.

## Fazit

Der Aufbau von Humus benötigt Zeit. Veränderungen im Kohlenstoffvorrat der Böden finden relativ langsam statt und sind **frühestens nach sechs bis zehn Jahren nachweisbar**. Die humusfördernden Bewirtschaftungsmaßnahmen sollten daher dauerhaft implementiert werden, um die organische Bodensubstanz langfristig zu erhalten und zu fördern. Die aus einem Humusabbau resultierenden Emissionen in die Atmosphäre oder in das Grundwasser können auf diese

Weise vermieden werden. Der nachhaltige und langfristige Humusaufbau und -erhalt kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Humusfördernde Maßnahmen tragen zum Klimaschutz bei. Neben seiner Bedeutung für die vielfältigen Bodenfunktionen und die Ertragsleistung spielt Humus eine entscheidende Rolle bei der Kohlenstoffbindung und damit bei der Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Humusfördernde Maßnahmen sind nicht zwangsläufig mit höheren und/oder zusätzlichen Kosten verbunden. Die Maßnahmen bringen auch viele ackerbauliche Vorteile mit sich, wie beispielsweise die Auflockerung der Fruchtfolge als auch die Verbesserung der Bodenstruktur und der Ertragsleistung.

**Humusaufbau ist reversibel.** Damit die organische Bodensubstanz langfristig erhalten bleibt, sollten **humusfördernde Bewirtschaftungsmaßnahmen langfristig angelegt** sein. Maßnahmen zum Humusaufbau sollten daher dauerhaft in die Bewirtschaftung integriert werden. Die Förderung der Kohlenstoffbindung in den landwirtschaftlich genutzten Böden hat einen großen Einfluss auf die Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## 2.3 Zwischenfrüchte sind wahre Multitalente

*Lisa Fröhlich, Axel Vorwald und Marcel Phieler, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen*

Der Anbau von Zwischenfrüchten bringt bekanntermaßen diverse pflanzenbauliche und ökologische Vorteile mit sich. Eine sorgfältige Auswahl der Zwischenfrüchte in Abstimmung mit den Hauptkulturen in der Fruchfolge kann beispielsweise die Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen verringern. Zudem können schnellwachsende Pflanzenarten zur Unkrautunterdrückung beitragen und damit den Konkurrenzdruck für die nachfolgende Hauptkultur reduzieren. Im günstigsten Fall können auf diese Weise Bodenbearbeitungsgänge oder Herbizid-Einsätze eingespart werden. Insbesondere Zwischenfruchtmischungen mit tief wurzelnden Pflanzenarten können aufgrund ihrer intensiven Durchwurzelung die Bodenstruktur positiv beeinflussen.

### Winterliche Bodenabdeckung und Nährstoffbindung

Ein wesentlicher Vorteil der Zwischenfrüchte besteht darin, den Boden über die Wintermonate hinweg zu bedecken und die Nährstoffe (vornehmlich Stickstoff) während dieser Zeit in ihrer Biomasse zu konservieren. Dadurch wird die Verlagerung von Stickstoff in tiefere Bodenschichten und in das Grundwasser verhindert. Der in der Biomasse gespeicherte Stickstoff steht der Folgefrucht nach Umsetzungsprozessen im Laufe des Frühjahrs zur Verfügung. Die zur Folgefrucht auszubringende Düngungsmenge kann somit reduziert werden. Sofern die Zwischenfruchtmischung Leguminosen

als Mischungspartner enthält, wird zusätzlich Luftstickstoff gebunden, der wiederum der Folgekultur zur Verfügung steht. Der Zwischenfruchtanbau kann somit auch zur Verbesserung der Stickstoff-Effizienz im Ackerbau beitragen.

### Erosionsschutz und Wasserhaushalt

Darüber hinaus schützt die geschlossene Pflanzendecke vor Verschlammung und Bodenerosion, was insbesondere hinsichtlich zunehmender Starkregenereignisse von besonderer Bedeutung ist. Die bodenstrukturverbessernde Wirkung beeinflusst gleichzeitig die Wasserinfiltration und den Wasserhaushalt positiv. So fließt weniger Niederschlagswasser ungenutzt oberflächig ab und steht stattdessen den Hauptkulturen zur Verfügung. Durch die Bedeckung des Bodens mit einer Mulchschicht wird auch die Wasserverdunstung aus dem Boden reduziert. Dies gilt insbesondere für abfrierende Zwischenfrüchte. Winterharte Zwischenfrüchte benötigen deutlich mehr Wasser, da sie über den Vegetationsbeginn hinaus weiterwachsen und damit die Bodenwassereserassen beanspruchen. Je nach Standortbedingungen ist dies bei der Wahl der Zwischenfruchtmischung zu berücksichtigen. Eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung fördert das Bodenleben. Der Zwischenfruchtanbau kann somit auch als Futter für die *Herde unter der Erde* verstanden werden.

#### 2.3.1 Ein Blick in den Boden lohnt sich

Neben der Nährstoffbindung nach der Ernte der Hauptkultur oder der Unkrautregulierung führt der Zwischenfruchtanbau zu einer erhöhten Zufuhr organischer Substanz in den Boden. Insbesondere die unterirdische



Abbildung 4: Synergieeffekte durch vielfältigen Zwischenfruchtanbau mit verschiedenen Mischungspartnern wie Phacelia, Sorghum, Ölein oder Sonnenblume.

Biomasse, in Form von Wurzeln, verbleibt im Boden und kann zur Bindung von organischem Kohlenstoff im Boden beitragen. Gerade die vielfältige Durchwurzelungsstruktur und -tiefe von Zwischenfruchtmischungen erschließt den Bodenraum in unterschiedlichen Bodenschichten. So bilden beispielsweise Ölrettich oder Ackerbohnen eine tiefe Pfahlwurzel aus, während Rauhafer ein Wurzelnetz im Oberboden ausbildet.

Durch den regelmäßigen, jährlichen Anbau von Zwischenfrüchten können im Boden zusätzlich bis zu 320 Kilogramm Kohlenstoff pro Hektar und Jahr gespeichert werden. Dies entspricht bis zu einer Tonne CO<sub>2</sub> (Pöplau und Don 2015, Wüstemann et al. 2024). Der Zwischenfruchtanbau ist somit eine sehr

wirksame Maßnahme, um die Bodenstruktur und die Ertragsleistung zu verbessern, den Wasserhaushalt positiv zu beeinflussen, die Boden-Kohlenstoffvorräte zu erhöhen und damit zum Humusaufbau beizutragen.

### 2.3.2 Erfolgreicher Zwischenfruchtanbau

Für einen erfolgreichen Zwischenfruchtanbau ist die Auswahl der Zwischenfruchtmischung in Abstimmung mit den Hauptkulturen in der Fruchtfolge und den Standortbedingungen von zentraler Bedeutung. Die Voraussetzung für das Gelingen des Zwischenfruchtanbaus ist, dass den gewählten Kulturen ausreichend Niederschlags- oder Bodenwasser zur Verfügung steht und

die Vegetationszeit ausreichend lang ist. Die Zwischenfrucht sollte daher möglichst zeitnah nach der Ernte der Hauptfrucht etabliert werden, um so die Voraussetzungen für eine gute Biomassebildung und Nährstoffaufnahme zu schaffen. Auch die Aussaat-Technik sollte so gewählt werden, dass eine schnelle Etablierung der Zwischenfrüchte gewährleistet ist. Um die positiven Aspekte voll ausschöpfen zu können, ist es ratsam, die Zwischenfrucht mit derselben Sorgfalt in den Boden einzubringen wie die Hauptkulturen. Alternative Aussaat-Techniken, wie zum Beispiel die Ausbringung per Drohne, können an manchen Standorten vorteilhaft sein, an anderen jedoch nicht. Diese Methode sollte daher im Einzelfall geprüft werden.

### 2.3.3 Geschätzte Kosten

Die Kosten für den Zwischenfruchtanbau variieren je nach Zwischenfruchtmischung und der Intensität der Bodenbearbeitung zur Aussaat. Aufgrund der verbesserten Bodengare durch die Zwischenfrucht kann im Frühjahr im Idealfall eine flachere

Bodenbearbeitung zur Aussaat oder eine Direktsaat der Folgekultur erfolgen. Diese Maßnahme spart Diesel und reduziert damit die Kosten. Durch die Nährstoffbindung über den Winter kann zudem die mineralische oder organische Düngung im Frühjahr reduziert werden, was ebenfalls zur Kosten einsparung beiträgt.

### Fazit

Grundsätzlich ist der Zwischenfruchtanbau eine relativ schnell umsetzbare Klimaschutzmaßnahme mit zahlreichen Vorteilen. Ergänzend zur Nährstoffspeicherung über den Winter ist der Zwischenfruchtanbau eine wichtige Maßnahme, die zur Kohlenstoffbindung im Boden und zur Kompensation von CO<sub>2</sub>-Emissionen beiträgt.

Neben den vielen pflanzenbaulichen und ökologischen Vorteilen bringt ein regelmäßiger, jährlicher Zwischenfruchtanbau zusätzliche organische Substanz in den Boden ein. Er fördert auf diese Weise den Humuserhalt und -aufbau.

### Vorteile des Zwischenfruchtanbaus auf einen Blick

Zwischenfrüchte ...

- fördern eine günstige Bodenstruktur und das Bodenleben,
- verbessern die Wasserinfiltration und -speicherfähigkeit,
- vermindern die Erosionsanfälligkeit,
- reduzieren die Auswaschung von Nährstoffen,
- verbessern die Nährstoffspeicherung und -nachlieferung,
- erhöhen die Aggregatstabilität,
- unterdrücken Unkraut durch Licht-, Wasser- und Nährstoffentzug,
- bringen zusätzliche organische Biomasse in den Boden,
- erhöhen die Kohlenstoffbindung und fördern somit den Humusaufbau.



Abbildung 5: Hecken sind Lebensräume für zahlreiche Artengruppen, wie diese Hecke in Greifswald, Mecklenburg-Vorpommern.

## 2.4 Strukturelemente in der Agrarlandschaft

*Dr. Mirjam Seeliger, LMS Agrarberatung  
GmbH*

Die Intensivierung der Landwirtschaft hat seit Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts mithilfe der Flurbereinigung zu einem Strukturverlust in der Agrarlandschaft geführt. Auch die Einführung der Flächenprämie hat den Rückgang von Feldrainen, Hecken und anderen Feldgehölzen in den Bundesländern vorangetrieben, in denen diese Strukturen nicht förderfähig waren.

Um den negativen Auswirkungen dieser Entwicklungen entgegenzuwirken, gewinnen Strukturelemente wie Hecken und Brachestreifen zunehmend an Bedeutung. Diese

Elemente tragen nicht nur zur Förderung der Biodiversität bei, sondern leisten auch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

### 2.4.1 Hecken

Hecken sind wertvolle Strukturelemente in der Landwirtschaft, die zahlreiche Vorteile bieten. Bei der Anlage sind jedoch einige Punkte zu beachten. Die Hecken sollten in Bewirtschaftungsrichtung und von Norden nach Süden ausgerichtet werden, um die Beschattung der Flächen zu minimieren. Hochhecken werden mehrzeilig mit einer Mindestbreite von 3,5 Metern auf einer Mindestlänge von zehn Metern angelegt und müssen anfangs zum Schutz vor Wildverbiss eingezäunt werden. Auf landwirtschaftlichen Flächen muss zudem beidseitig ein Pufferstreifen von mindestens zwei Metern Breite

eingeplant werden. Einzelbäume können die Strauchreihen ergänzen, sollten aber weniger als zehn Prozent der Gesamtfläche ausmachen. Bei der Auswahl der Gehölze sollen möglichst einheimische, regional vorkommende Arten gewählt werden.

### Nutzen für den Klimaschutz

Die Neuanlage mehrjähriger Strukturelemente ist sehr effektiv zur Steigerung der Biodiversität und der Bindung von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) sowie zur Förderung von Wasserkreisläufen und Mikroklimabildungen auf ausgeräumten Ackerschlägen (Drexler et al. 2021). Durch die permanente Bodenbedeckung und die höhere Transpirationsleistung als angrenzende Kulturpflanzenbestände können Strukturelemente wie Hecken zur Senkung der Lufttemperatur beitragen und

Nährstoffauswaschungen reduzieren. Die Nutzung des Aufwuchses als Hackschnitzel stellt eine weitere Möglichkeit dar, um fossile Brennstoffe und somit  $\text{CO}_2$ -Emissionen zu reduzieren.

### Nutzen für die Praxis

Bei einer adäquaten Anlage und Pflege von Hecken bieten diese im Ackerbau Transpirations- und Windschutz, was sich positiv auf Erträge angrenzender Kulturen auswirken kann. Zudem fördern Hecken Bodenlebewesen wie Mykorrhizapilze und Regenwürmer, was wiederum den Aufbau von Humus steigert (Holden et al. 2019). Auf Viehweiden können Hecken als Futterlaubhecken angelegt werden, die Tieren gleichzeitig Schatten spenden.



Abbildung 6: Insektenwall in Boldekow, Mecklenburg-Vorpommern. Insektenwälle sind eine Kombination aus Blühstreifen und Strukturelement.

## Aufwand und Kosten

Regelmäßige Pflegemaßnahmen, wie das sukzessive Auf-den-Stock-setzen, sind für den Erhalt der Heckenstruktur wichtig, dürfen aber nur von Anfang Oktober bis Ende Februar und in Absprache mit den zuständigen Behörden durchgeführt werden. Bei der Anlage und Pflege von Hecken können lokale Naturschutz- und Landschaftspflegeorganisationen unterstützen. Heckenpflanzungen sind sehr kostenintensiv. Allerdings gibt es für die Neuanlage von Hecken je nach Bundesland verschiedene Fördermöglichkeiten.

Insgesamt bilden Hecken mit ihren zahlreichen Ökosystemleistungen einen wichtigen Bestandteil der Agrarlandschaft. Die Neupflanzung von Hecken ist zudem eine effiziente Strategie, um Kohlenstoff zu binden und sich an den voranschreitenden Klimawandel anzupassen.

## 2.4.2 Mehrjährige Brachestreifen

Wenn keine Gehölzpflanzung möglich ist, können auch mehrjährige Brachestreifen zur strukturellen Aufwertung offener Agrarlandschaften beitragen. An Parzellengrenzen oder entlang von Gehölzreihen, Wäldern, Gewässern, Söllen oder Feldwegen bieten sie angrenzenden Biotopen Schutz vor Stoffeinträgen aus der Bewirtschaftung. Eine Mindestbreite von fünf Metern ist für diesen Zweck ausreichend. Wenn der Saumstreifen auch als Lebensraum für beispielsweise Bodenbrüter genutzt werden soll, empfiehlt sich eine Mindestbreite von zwölf Metern.

Saumstreifen können entweder selbstbegrünt sein oder zur Unterdrückung von dominanten Beikrautarten wie beispielsweise Disteln auch mit Regiosaatgut angesät werden. Eine

regelmäßige Pflege mit einer Mahd beziehungsweise Schröpf schnitten im Frühjahr oder Spätsommer ist zu empfehlen. Wenn gemulcht wird, sollten Teile des Aufwuchses stehen gelassen werden, um wiederum die Strukturvielfalt innerhalb des Streifens zu erhöhen. Weiterhin können die Streifen mit Kleinstrukturelementen, wie beispielsweise Lesesteinhaufen, Insektenwällen, Trockenmauern oder Totholzhaufen, ergänzt werden. Zur Umsetzung dieser Maßnahmen ist eine ruhige, sonnenexponierte Lage entscheidend.

## Nutzen für den Klimaschutz

Generell speichert jede begrünte Fläche ohne Bodenbearbeitung Kohlenstoff, weshalb auch Brachen zur Bindung von CO<sub>2</sub> beitragen. Durch die ausbleibende Düngung werden außerdem Treibhausgase wie Lachgas (N<sub>2</sub>O) vermieden. Besonders wertvoll für den Klimaschutz sind deswegen mehrjährige Brachestreifen.

## Nutzen für die Praxis

Brachen sind für den Humusaufbau und zur Reduktion von Fruchtfolgekrankheiten von großer Bedeutung. Brachestreifen können gezielt entlang von Gewässern oder Biotopen angelegt werden, um die Schutzauflagen der jeweiligen Richtlinien zu erfüllen. Innerhalb von Schlägen und bei gezielter Anlage sind Brachestreifen außerdem eine geeignete Maßnahme zur Reduktion von Bodenerosion. In der Produktion profitieren vor allem der Obstbau und Ackerkulturen wie unter anderem Raps von der Förderung der Bestäuber-insekten durch beispielsweise die Anlage von Insektenwällen.

## Aufwand und Kosten

Brachestreifen können kurzfristig angelegt werden und erzeugen bei Selbstbegrünung

bis auf die Pflege und den Ertragsverlust keine weiteren Kosten. Je mehr Strukturen jedoch geschaffen werden, zum Beispiel durch den Aufbau von Insektenwällen, desto höher sind der Aufwand und auch die Kosten.

Für die Finanzierung lohnt sich eine Recherche, da Brachen als eine der effektivsten Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität in der Agrarlandschaft häufig Teil von Naturschutzförderprogrammen sind (Röder et al. 2022).

Brachen bilden in der Landwirtschaft nicht nur einen wichtigen Bestandteil der Fruchtfolge und sind essenziell für die Bodenbildung, sondern können zum Klima- und Biodiversitätsschutz beitragen. Das gilt auch für die gezielte Anlage von Brachestreifen mit Strukturelementen.

## 2.5 Agroforstsysteme in der Agrarlandschaft

*Dr. Mirjam Seeliger, LMS Agrarberatung GmbH*

Die gemeinsame Bewirtschaftung von Acker- oder Grünlandflächen mit mehrjährigen Gehölzen (wie Bäumen und Sträuchern) wird allgemein als Agroforst bezeichnet. Beispiele für Agroforstsysteme (AFS) sind Hutewälder, Knicks, Waldgärten oder Streuobstwiesen.

In Deutschland ist Agroforst seit 2023 als Form der Landnutzung definiert, wodurch der Erhalt des Ackerstatus und somit die Grundprämienzahlung sowie die Nutzbarkeit der Gehölze gewährleistet werden soll. Aufgrund der langen Standdauer der Gehölze empfiehlt sich die Anlage von AFS vor allem



Abbildung 7: Silvopastorales Agroforstsystem mit Kirschbäumen und Schafbeweidung in Havelland, Brandenburg.



Abbildung 8: Silvoarables Agroforstsysteem mit Wintergetreide und verschiedenen Wertholzbäumen in Schaalsee, Schleswig-Holstein.

auf Eigentumsflächen oder im Einvernehmen mit den Verpächtern von Grundstücken.

Es gibt unterschiedliche Systeme von Agroforst, abhängig von der Nutzungsart:

- Streifenförmige AFS: Werden schnellwachsende Gehölze gewählt, können sie mechanisiert angelegt und bewirtschaftet werden.
- Agroforst mit verstreuter Pflanzung eignet sich vor allem auf Weiden als Schattenspender.
- Zur Steigerung des Tierwohls können AFS auch als Streifen beispielsweise als Futterlaubhecken oder in Geflügelaufläufen angelegt werden.

#### Aufwand und Kosten

Die Kosten für die Anlage sind bei AFS unter anderem von folgenden Faktoren abhängig:

- Baumdichte,
- gewählte Baumarten,
- gegebenenfalls Baumschutz und Bewässerungssysteme,
- Anbauregion und
- aktuelle Marktpreise.

Als Richtwert für Systeme mit Pappeln im Kurzumtrieb können etwa 5.000 bis 7.000 Euro pro Hektar Gehölzfläche (Wetzig 2024) einkalkuliert werden. Je nach Vermarktung werden Pappeln als Hackschnitzel oder Baustoff nach sechs bis 20 Jahren beerntet.

Auch Obst, Nuss- oder Wertholzbäume, wie zum Beispiel Kirsche, Walnuss oder Bergahorn, können in Reihen auf Ackerflächen angelegt werden. Dafür ist mit wesentlich höheren Kosten ab etwa 9.000 Euro je Hektar

Gehölzfläche für Pflanzgut, Baumschutz und gegebenenfalls Bewässerung zu rechnen (Schulz et al. 2020). Diese AFS sind gerade in den ersten Jahren pflegeintensiv und erfordern langfristige Vermarktungsstrategien, da im Fall von Wertholz erst nach 50 bis 70 Jahren ein Ertrag abfällt. Dennoch kann mit AFS ein Betriebszweig unabhängig von fluktuierenden Agrarmärkten geschaffen werden.

Insgesamt ist Agroforst eine langfristige Maßnahme, die vor der Umsetzung eine sorgfältige Planung erfordert. Während die Vorteile von AFS in der Tierhaltung offensichtlich sind, wird im Ackerbau häufig eine mögliche Abnahme der Erträge durch die Konkurrenz von Gehölzen und Kulturen befürchtet. Einzelne Studien belegen, dass je nach Standort und Streifenabständen mit zunehmender Distanz zu den Baumreihen die Erträge der Ackerkultur ansteigen und so keine Mindererträge entstehen, die Erntequalitäten können sogar gesteigert werden (Veldkamp et al. 2023). Dazu kommen die Mehrerträge der Gehölze, wodurch insgesamt die potenzielle Biomasseproduktion und somit die Ertragsleistung einer Ackerfläche (LER = Land Equivalent Ratio) erweitert wird.

Bei einer optimalen Anlage des AFS hinsichtlich der Windrichtung und der Sonneinstrahlung bildet sich zwischen den Baumstreifen ein Mikroklima mit geringerer Verdunstung, wodurch die Luftfeuchtigkeit steigt. Gleichzeitig fördern die Baumwurzeln Wasser in die oberen Bodenschichten, welches so für Kulturpflanzen verfügbar wird. Um eine direkte Konkurrenz der Wurzeln zu vermeiden, sollten in neuen AFS die Wurzeln zunächst durch Bodenbearbeitung entlang der Streifen in die Tiefe erzogen werden. Außerdem ist es für das Anwachsen der Gehölze wichtig,

die Baumscheiben in den ersten zwei Jahren beikrautfrei zu halten.

### Nutzen für den Klimaschutz

Die Anbaudiversifizierung und der Laubeintrag durch die Gehölze auf landwirtschaftlichen Flächen fördern das Bodenleben, was wiederum die Humusbildung anregt (Mayer et al. 2022). Tatsächlich zählt Agroforst zu den vielversprechendsten Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Landwirtschaft, weshalb Agroforst explizit im Weltklima-Report (IPCC 2022) als wirksame Anpassungsstrategie gegen den Klimawandel aufgeführt wird.

### Nutzen für die Praxis

Die Vorteile von AFS in der Landwirtschaft ergeben sich vor allem aus den bereits genannten Umwelteffekten, die landwirtschaftliche Nutzfläche resilenter gegenüber Extremwetterereignissen, wie Starkregen, Hitze und Dürre, machen. Die Gehölze reduzieren Wasser- und Winderosionen (Zehlius-Eckert et al. 2020) und spenden Weidetieren Schatten. Im Ackerbau sind gerade in trockenen Jahren Kulturpflanzen zwischen Baumreihen durch die niedrigere Verdunstung weniger anfällig für Trockenheitsschäden (Kanzler und Böhm 2020).

Für landwirtschaftliche Betriebe bedeutet Agroforst, eine forstliche und somit langfristige Denkweise zu adaptieren. Ein großer Vorteil dabei ist, dass die Gehölzfläche als landwirtschaftliche Nutzfläche erhalten werden kann, sodass die Bäume bei Bedarf auch jederzeit wieder entnommen werden können. Allerdings kann nur eine langfristige Umsetzung der genannten Maßnahmen die vielen positiven Effekte von Agroforst auf Klima, Boden und Produktivität hervorbringen.



### 3 Maßnahmen in der Tierhaltung

Die Tierhaltung emittiert mit etwa 57 Prozent gegenüber dem Pflanzenbau (mit etwa 27 Prozent) den Großteil der landwirtschaftlichen Treibhausgas(THG)-Emissionen (Xu et al. 2021) und hat somit einen entscheidenden Einfluss auf den Klimawandel. Gleichzeitig ist sie in Bezug auf Tierwohl und die Versorgung der Tiere mit Futter vom Klimawandel betroffen. Aus diesem Grund müssen auch in der Tierhaltung gewisse Anpassungsstrategien umgesetzt werden, um die Emissionen zu reduzieren.

Durch angepasste Haltungsbedingungen können beispielsweise Emissionen von Methan ( $\text{CH}_4$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) reduziert werden. Wird Futter

aus Koppelprodukten der Lebensmittelherstellung wie Press schnitzel oder Bier treber bereit gestellt und die Rations gestaltung optimal an die tierische Leistung angepasst, hat dies einen positiven Effekt auf die THG-Emissionen. Auch die ideale Lagerung und Vergärung von Wirtschaftsdüngern hat einen großen Einfluss auf die Emissionen.

Zudem kann in der Tierhaltung an verschiedenen Stellen Strom und Wärme eingespart werden. Der gezielte Einsatz energieeffizienter Technik und erneuerbarer Energien hilft dabei, den Strom- und Wärmeverbrauch zu senken und somit die Emissionen zu verringern.

## 3.1 Reduzierung haltungsbedingter Emissionen in der Tierhaltung

*Andreas Pelzer, Maria Trilling und Tobias Scholz, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen*

In den vergangenen Jahrzehnten haben sich verschiedene Haltungssysteme etabliert.

Dabei haben sich in der Schweine- und Rinderhaltung weitestgehend Stallsysteme auf Gülle durchgesetzt. Dies liegt insbesondere am Fokus auf niedrigen Baukosten.

Während sich in der Haltung von Milchkühen und Junggrindern der Liegeboxenlaufstall in Kombination mit perforierten Laufflächen

oder planbefestigten Laufgängen mit Schieberentmistung zunehmend etabliert hat, gewinnen in der Rindermast Haltungsverfahren auf Stroh immer mehr an Bedeutung und werden verstärkt gefordert sowie gefördert.

In der Schweinehaltung vollzieht sich ein Wandel: Weg vom Vollspaltenboden hin zu Haltungssystemen mit strukturierten Buchten mit Außenklimaeinfluss sowie zu teilgeschlossenen Flächen.

Unabhängig von der Tierart und dem Haltungssystem entstehen durch tierische Exkremente Emissionen wie beispielsweise Gerüche und Schadgase, unter anderem Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), die die Umwelt belasten. Dennoch gibt es bauliche, technische sowie auch managementbezogene Maßnahmen, um diese Emissionen zu reduzieren.

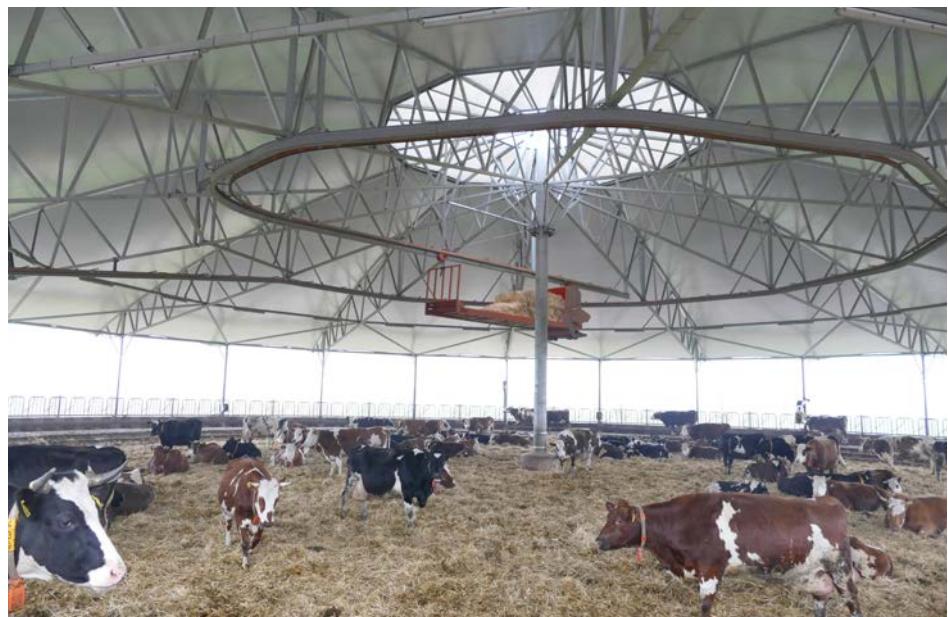


Abbildung 9: Strohställe entsprechen den Wünschen von Politik, Handel und Gesellschaft.

### 3.1.1 Haltung auf Stroh: Chancen und Herausforderungen

Haltungsverfahren mit Stroh erfüllen die Anforderungen von Gesellschaft, Politik und Handel in Bezug auf relevante Tierwohlkriterien. Diese Ställe zeichnen sich jedoch dadurch aus, dass sowohl der Flächenbedarf je Tier als auch die Emissionsflächen deutlich größer sind. Zudem ist bei Strohställen zu berücksichtigen, dass in der Strohmistmatratze unter Sauerstoffabschluss Verrottungsprozesse (Denitrifikation) ablaufen.

Dadurch wird unter anderem Lachgas ( $N_2O$ ) freigesetzt, ein Gas, mit einer 273-mal stärkeren Klimawirksamkeit verglichen mit Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ) (IPCC 2021, Kapitel 7). Um diese Emissionen zu verringern, sollten gezielte Maßnahmen ergriffen werden. Eine Auswahl geeigneter Maßnahmen wird vorgestellt.

#### Tiergerechte Einstreumengen und regelmäßiges Entmisten

Beim regelmäßigen Entmisten wird der Mist aufgelockert und mit Sauerstoff angereichert. Weitere Emissionen entstehen anschließend bei der Lagerung von Mist.

Dadurch lässt sich zusätzlich ein positiver Effekt auf die Tiergesundheit ableiten.

#### Schaffung von Zweiflächenbuchen

Kot und Urin werden während oder nach der Futteraufnahme auf dem planbefestigten Bereich, dem Fressgang hinter dem Futtertisch, abgesetzt. Dadurch bleiben der Liegebereich und das Stroh auf der Liegefäche länger sauber. Dies reduziert das Emissionspotenzial im Liegebereich der Tiere. Der anfallende Kot und Urin werden regelmäßig durch mobile oder stationäre Schieber abgeschoben.

#### Belüftung der Mistfläche

Die Belüftung zielt darauf ab, die Entstehung eines anaeroben Zustandes in der Mistmatratze zu verhindern und dadurch die Bildung von Lachgas zu reduzieren oder vollständig zu vermeiden.

Eine natürliche Möglichkeit hierfür ist der Einsatz eines Tretmiststalls in der Rinderhaltung. Dabei wird die dünne Strohmatratze durch den Tritt der Tiere in Bewegung gehalten, wodurch Sauerstoff eingearbeitet wird. Eine bauliche und technische Möglichkeit ist die Belüftung von organischen Liegefächeln,



Abbildung 10: Im Kompostierungsställen werden Belüftungsrohre unter der Kompostmatte verlegt.

wie beispielsweise Strohmistmatratzen. Solche Systeme werden bereits in modernen Kompostierungsställen erfolgreich eingesetzt. Dabei wird ein System in die Bodenplatte integriert, das Luft durch die Matratze drückt oder saugt (Abbildung 10, Seite 27).

Lachgas ( $N_2O$ ) entsteht bei der Umwandlung von Stickstoff in Gülle durch Nitrifikation (unter Sauerstoff) und Denitrifikation (ohne Sauerstoff). Dabei wird Ammoniak ( $NH_3$ ) zuerst zu Nitrat und dann zu  $N_2O$  umgebaut. Faktoren wie Temperatur, pH-Wert, Stickstoffgehalt und Sauerstoffbedarf der Mikroorganismen beeinflussen dessen Bildung. Mehr Belüftung beeinflusst die Reaktionen und damit die  $N_2O$ -Freisetzung. Da Gülle wenig Sauerstoff enthält und pH-neutral gepuffert ist, steigt die Lachgas-Produktion mit stärkerer Belüftung, obwohl die Denitrifikation selbst eine sauerstoffarme Umgebung benötigt.

### **3.1.2 Haltung auf perforierten Böden mit Unterflurlagerung: Entwicklung und Optimierungspotenziale**

Die in den vergangenen 50 Jahren etablierten Göllesysteme basieren in der Regel auf Ställen mit Spaltenböden und darunterliegenden Göllekellern. Diese Systeme haben sich wirtschaftlich bewährt, stehen jedoch zunehmend in der Kritik, insbesondere im Hinblick auf Umwelt- und Produktionsanforderungen. Die Lagerung der Gülle unter dem Stall für einen längeren Zeitraum sowie die Gas-Emissionen durch die perforierten Flächen verhindern eine effektive Kontrolle

und Nutzung der entstehenden und entweichenden Gase.

### **Maßnahmen zur Emissions-Reduzierung in der Rinderhaltung**

In der Rinderhaltung fallen Emissionen durch die Verbindung von Kot und Urin und eine großflächige Kontamination der Laufgänge an. Entsteht dadurch ein Göllesee, stellt dies in Bezug auf Emissionen und Klaugengesundheit ein Problem dar.



Abbildung 11: Negative Umweltwirkungen durch die Verbindung von Kot und Urin.

Daher lassen sich die Emissionen deutlich reduzieren, indem die Laufflächen durch häufigeres Abschieben regelmäßig gereinigt werden. Der Einsatz intelligenter Roboterlösungen optimiert dabei die Sauberhaltung der Flächen und sorgt für eine bessere Auslastung der Schieberanlagen.

Auch **emissionsmindernde Bodenbeläge** auf den Laufflächen können einen Beitrag zur Reduzierung der Ammoniakemissionen leisten: Auf Bodenbelägen mit einem Gefälle läuft Urin schneller ab, wodurch die Emissionen auf der Lauffläche sinken.

Treffen Kot und Urin aufeinander, wird Ammoniak freigesetzt. Werden die



Abbildung 12: Erhöhte Fressstände reduzieren die Emissionsfläche im Milchviehstall.

Exkremeante jedoch zeitnah nach dem Ausscheiden getrennt (**Kot-Harn-Trennung**), lassen sich die Emissionen deutlich verringern.

Auch erhöhte Fressstände mit einer Fressplatz-Abtrennung sind eine mögliche Lösung, da die verschmutzte Aktivitätsfläche und damit auch die emittierende Oberfläche im Stall reduziert wird (Abbildung 12).

## Maßnahmen zur Emissions-Reduzierung in der Schweinehaltung

Auch in der Schweinehaltung gibt es vielfältige Lösungsansätze, um die Emissionen durch angepasste Haltungssysteme zu reduzieren.

**Mittels Unterflur-Schrägboden-Schiebesystemen** können flüssige und feste Bestandteile der Exkremeante durch das Gefälle und die im Kanal integrierte Harnrinne zügig getrennt werden. Der Unterflurschieber reinigt den Kanal und die Harnrinne mehrmals täglich.

Eine weitere Möglichkeit ist die Trennung der Bucht in Funktionsbereiche in Form eines Aktivitäts-, Liege- und Kotbereichs. Bei gutem Management, Stallklima und Akzeptanz durch die Tiere kann somit die Emissionsfläche verringert werden (Abbildung 13).

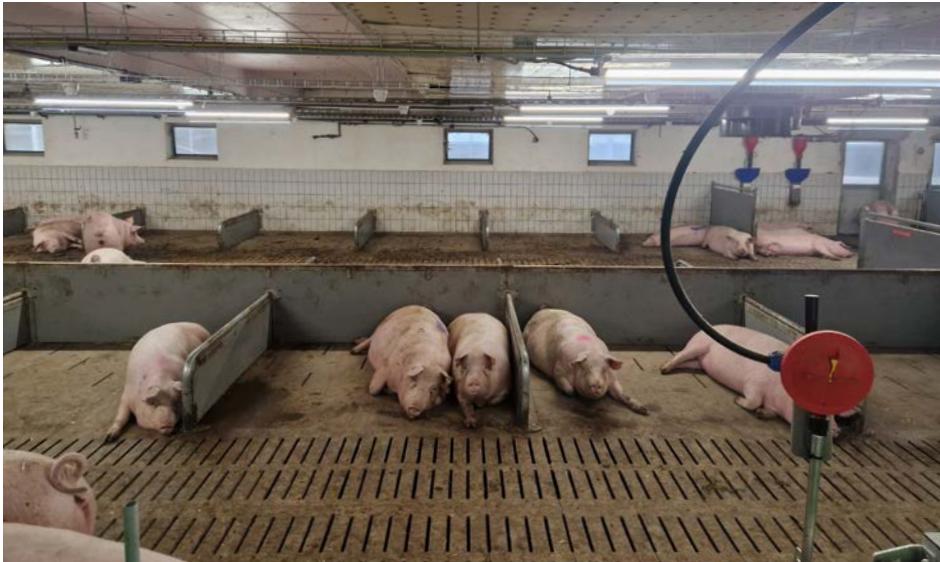


Abbildung 13: Trennung von Liege- und Laufflächen.

Eine technisch aufwändige und teure Möglichkeit zur Emissionsreduzierung ist die **Abluftreinigung** (Abbildung 14). Dieses Verfahren ist nur bei zwangsbelüfteten Stallsystemen umsetzbar. Dabei werden Geruchsstoffe, Stäube und Ammoniak aus der Abluft abgeschieden und von der Gasphase in die Wasserphase überführt.

Zudem gibt es Ansätze zu verfahrensintegrierten Maßnahmen zur Minderung der Ammoniakemission, wie beispielsweise der **Güllekühlung** und der Einsatz von **Ureas-Inhibitoren**. Durch die Kühlung der Gülle wird der Umsetzungsprozess von Harnstoff in Ammonium stark verlangsamt. Die Ammoniakemissionen sinken. Den gleichen Effekt erzielt das Aufbringen von Ureas-Inhibitoren auf die Stallflächen. Diese

senken die Aktivität des für die Umsetzung zuständigen Enzyms Urease. Diese Verfahren sind jedoch technisch noch nicht abschließend erprobt, weshalb ihr Potenzial zur Minderung der Emissionen weiter erforscht werden muss und noch nicht für die Anwendung in der breiten Praxis zur Verfügung steht.

### 3.1.3 Managementbedingte Potenziale im Hinblick auf Emissionsreduzierung

Obwohl die verschiedenen Haltungsformen verfahrenstechnisch unterschiedliche Emissionen freisetzen, lässt sich die jeweilige Emissionsfracht durch ein gezieltes, fachliches Management deutlich beeinflussen.



Abbildung 14: Die Reinigung der Abluft durch ein organisches Filtermaterial (obere Etage des Gebäudes) ist ein technisch aufwändiges und teures Verfahren, um Emissionen zu reduzieren.

Dabei spielen folgende Faktoren eine entscheidende Rolle:

- eingesetzte Strohmenge,
- Häufigkeit der Einstreuintervalle,
- Zustand der Einstreu und
- Häufigkeit der Mistentnahme.

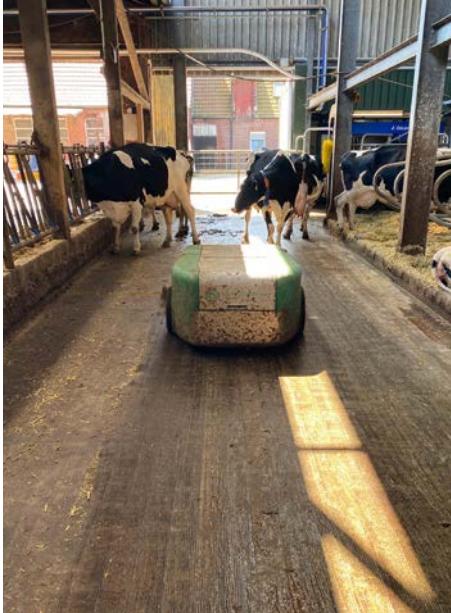
Diese bestimmen maßgeblich darüber, welche Mengen an Schadgasen in die Umwelt gelangen.

Auf befestigten Laufflächen können Roboter eingesetzt werden, um Kot und Gülle aufzunehmen. Im Zuge dessen müssen die Laufflächen nicht mehr gereinigt werden, denn sie bleiben sauber. Das führt zu einer Reduzierung der Emissionen, fördert die Tier- beziehungsweise Kluengesundheit und sorgt zudem für ein saubereres und

angenehmeres Arbeitsumfeld. Für den Einsatz von Robotern sollten ausreichend Reserven in Bezug auf die Flächen eingeplant werden. Zudem ist darauf zu achten, dass die Roboter die Fläche häufig befahren können.

### Nutzen für den Klimaschutz

Die Landwirtschaft wird sowohl durch die Tierhaltung als auch durch den Pflanzenbau geprägt. Die Nährstoffkreisläufe bilden dabei eine relevante Grundlage und Basis für eine zukunftsorientierte Produktion von Lebensmitteln. Potenziale für den Klimaschutz sind zahlreich vorhanden. Ein Fokus auf die baulichen Aspekte der Ställe, technische Innovationen und Hilfestellungen sowie ein verantwortungsbewusstes Management sind verschiedene Ansätze, die die teils negativen Umweltwirkungen der Tierhaltung nachhaltig reduzieren können.



*Abbildung 15: Roboter halten die Laufflächen sauber und reduzieren dadurch die Emissionen.*

### Nutzen für die Praxis

Die Optimierung der Haltungsverfahren kann und sollte nicht ausschließlich als emissionsmindernde Maßnahme betrachtet werden. Häufig lassen sich auch positive Effekte für Tiergesundheit und Tierwohl erzielen. Zudem kann die Reduzierung der Umweltbelastungen zu einem angenehmeren Arbeitsumfeld für die Landwirtinnen und Landwirte sowie Stall-Mitarbeitende beitragen.

### Aufwand und Kosten

Die Kosten und der zusätzliche Aufwand für eine klimaschonende Produktion tierischer Lebensmittel lassen sich schwer beziffern, dass die Kosten durch die oben genannten Maßnahmen jedoch steigen werden, ist ein Fakt. Im Rahmen einer nachhaltigen Produktion von Lebensmitteln ist zudem sicherzustellen, dass alle Beteiligten der

Wertschöpfungskette Verantwortung übernehmen, auch in Bezug auf die entstehenden Kosten.

### Fazit

Die Klimarelevanz der Tierhaltung wird neben Zucht, Leistung und Fütterung maßgeblich von den Haltungsbedingungen beeinflusst. In den kommenden Jahren sollten bestehende Systeme hinsichtlich ihrer Emissionsfrachten kritisch hinterfragt und weiter optimiert werden.

Die erforderlichen Kenntnisse und entsprechenden Technologien, um das Wissen anzuwenden, sind in vielerlei Hinsicht bereits vorhanden. Allerdings müssen diese Potenziale zukünftig auch ausgeschöpft und in der Praxis umgesetzt werden.

## 3.2 Futterverwertung und Futterqualität optimieren

*Friederike Gerken-Wiegmann und  
Anke Paulsen, Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen*

Für Tierhalter ist es selbstverständlich, dass sie ihre Tiere mit hochwertigem und tiergerechtem Futter versorgen. Doch was hat das mit Klimaschutz zu tun?

Eine gute Qualität des tier- und leistungsgerecht ausgewählten Futters sorgt für eine bessere Verwertung der enthaltenen Inhaltsstoffe. Dadurch können die Tiere unter optimalen Voraussetzungen mehr Leistung bei der identischen Futtermenge erbringen. Führt dies zu einer Reduzierung

der eingesetzten Futtermenge je Kilogramm Produkteinheit (Futterverwertung), muss insgesamt weniger Futter erzeugt werden.

### Nutzen für den Klimaschutz

Eine geringere Menge an Futter, welches je Kilogramm tierischer Produkteinheit hergestellt werden muss, senkt die Treibhausgas-Emissionen für die Futterherstellung. Die Emissionen sinken zudem, wenn Nebenprodukte der Nahrungsmittelherstellung, die nicht für die menschliche Ernährung geeignet sind, als hochwertige Futtermittel im Trog der Tiere landen. Dazu zählen beispielsweise der Einsatz von Weizenkleie, die als Nebenprodukt des Getreideanbaus anfällt, Biertreber aus der Bierherstellung oder die Verfütterung von Sojaextraktionsschrot, das bei der Herstellung von Sojaöl übrigbleibt. All diese Produkte sind Reststoffe ihrer ursprünglichen Produkte und erhalten auf diese Weise eine neue Funktion.

### Nutzen für die Praxis

Durch den effizienten Einsatz von Futtermitteln werden die Futtermittel-Inhaltsstoffe besser ausgenutzt und die Tierleistungen steigen, wie beispielsweise die Milchleistung bei Kühen. Gleichzeitig sinken die Futterkosten je Kilogramm Milch. Dies fördert bei optimaler Ausnutzung und tiergerechtem Futter die Gesundheit der Tiere.

### Aufwand und Kosten

Die Kosten und der Produktionsaufwand für die eingesetzten Futtermittel fallen je nach Tierart unterschiedlich aus. Bei der Produktion und Bergung von Raufutter, das meist für Rinder, Pferde, Schafe oder Ziegen verwendet wird, liegt der Aufwand bei:

- Bestimmung des optimalen Erntezeitpunkts,
- Lagerung und
- Futterbergung durch die Betriebsleitung.

Die Kosten für die eigene Futterbergung hängen von Faktoren wie Witterung und den zu erntenden Futtermitteln ab. Hierbei können durch mehr Fahrten für das Ansilieren auf dem Feld oder aufgrund des Einsatzes von Silierzivilstoffen höhere Kosten entstehen. Ebenso hat der Einsatz spezieller Mahdtechnik wie insektenschonender Mahd einen großen Einfluss auf die Kosten. Auch die Verwendung einer Spezialbereifung, etwa Moorbereifung, besonders breite Reifen oder Doppelbereifung für nasse Standorte, die aufgrund ihrer Überbreite eine besondere Straßenzulassung benötigen, haben einen entscheidenden Einfluss auf die Kosten.

Grundfuttermittel sollten immer auf die Inhaltsstoffe untersucht werden. Bei Zukaufs-Futtermitteln kann der Betrieb

durch die Entscheidung, welche Futterinhaltsstoffe ihm wichtig sind, die entsprechende Zulieferfirma auswählen. Die Zulieferfirma wiederum hat Einfluss auf den Aufwand, die Kosten und die Herkunft der eingesetzten Komponenten.

Die Futtermittelqualität ist im Bereich der Fütterung für Emissionsminderungen entscheidend. Je besser die Inhaltsstoffe auf die jeweiligen Tiere in den unterschiedlichen Alters- und Leistungskategorien abgestimmt sind, desto besser ist auch die Futterverwertung und damit einhergehend auch die Klimawirkung durch die Futtermittelerzeugung.

In dieser Maßnahme liegt ein mittleres Potenzial, die Treibhausgas-Emissionen zu senken und es ist sehr stark von äußerer Einflüssen wie der Witterung abhängig. Zeitlich kann beim Grundfutter nur von Jahr zu Jahr gearbeitet werden, Fertigfutter lässt sich theoretisch von Lieferung zu Lieferung anpassen.

<b>Institut für Futtermittel</b>		Eingangsdaten (nur vom Labor auszufüllen)	
Jägerstraße 23-27 26121 Oldenburg <a href="http://www.lufa-nord-west.de">www.lufa-nord-west.de</a>		Telefon: 0441 801 847 E-Mail: grundfutter@lufa-nord-west.de	
<b>Untersuchungsauftrag wirtschaftseigene Futtermittel 2024/25</b> Nur für die hier aufgeführten Futtermittel		 DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-N-N: 14165-01-00	
<b>Auftraggeber/in = Rechnungsempfänger/in</b> <b>LUFA Kd.-Nr.:</b> <input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 10px;" type="text"/> (falls vorhanden)		<b>Zweitschrift des Prüfberichts für</b> <b>LUFA Kd.-Nr.:</b> <input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 10px;" type="text"/> (falls vorhanden)	
Name, Vorname oder Unternehmen		Name/Vorname (Unternehmen)	
Straße, Hausnummer		Straße, Hausnummer	
PLZ/Ort		Telefonnummer	
PLZ/Ort		Telefonnummer	
E-Mail (bei Angabe der E-Mail-Adresse wird Prüfbericht/Rechnung gemailt)		E-Mail (bei Angabe der E-Mail-Adresse wird die Durchschrift gemailt)	
<b>Datenübertragung in Rationsberechnungsprogramme:</b> <input type="checkbox"/> HYBRIMIN® Futter 5 <input type="checkbox"/> Futter-R <input type="checkbox"/> Fodjan		<b>Öko-Betrieb</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Probenbezeichnung:</b> _____ konserviert/siliziert mit: _____		<b>Erntetermin (Datum):</b> _____	
<input type="checkbox"/> Siliziumwettbewerb Maisilage: Inhaltsstoffanalys* und Diskontanzahl*		<b>Probenehmer:</b> _____	
74 00 €			

Abbildung 16: Muster eines Untersuchungsauftrags der LUFA NORD-WEST, der mit dem betriebeigenen Futtermittel zur Untersuchung eingereicht wird.

### 3.3 Wirtschaftsdünger klimaschonend lagern

*Friederike Gerken-Wiegmann und  
Anke Paulsen, Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen*

Wirtschaftsdünger (WD) sind die Ausscheidungen von Nutztieren. Es gibt sie als flüssige und feste Wirtschaftsdünger. Der Einsatz von WD ist ein wichtiger Teil der Kreislaufwirtschaft, indem er Nährstoffe aus der Natur entnimmt und wieder in diese zurückführt. Rinder- und Schweinegülle sind dabei sehr häufig flüssige WD, die in Lagerstätten unterhalb von Ställen und/oder in meist offenen Hochbehältern gelagert werden. Während der Lagerung entweichen die Gase Methan ( $\text{CH}_4$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), die als düngewirksame Nährstoffe fungieren. Alle drei sind direkt

oder indirekt treibhauswirksam. Werden die Lagerstätten der WD abgedeckt, kann das Ausgasen dieser Stoffe je nach System vollständig oder größtenteils verhindert werden.

Hierzu gibt es verschiedene Verfahren, wie beispielsweise

- Folienabdeckung (wirksam bei Ammoniak),
- Schwimmfolien und
- gasdichte Abdeckung über Doppelmembranhauben (wirksam gegen Lachgas und Methan).

Spezielle Sicherheitsvorkehrungen sind notwendig, wenn die Doppelmembranhaube verwendet wird, um der Bildung eines explosionsgefährlichen Gasgemisches vorzubeugen und/oder das Methangas zu speichern oder zu verwerten. Die am weitesten verbreitete Form der gasdichten Lagerung ist



Abbildung 17: Biogasanlage in Niedersachsen.

die Überführung des WD in eine Biogasanlage. Nach der Vergärung erfolgt die gasdichte Lagerung der Gärreste.

### Nutzen für den Klimaschutz

Wird die Ausgasung der Treibhausgase Methan und Lachgas vermindert, hat dies einen großen unmittelbaren Einfluss auf das Klima. Wird das Methan zur Erzeugung von Strom und Wärme verwendet oder zu Treibstoff aufbereitet, verringert sich zusätzlich der Einsatz von fossilen Energieträgern für diese Bereiche.

### Nutzen für die Praxis

Die Verwendung von Methan als Energie-, Wärme- oder Treibstoffträger ermöglicht zusätzliche Einsparungen im Betrieb, wie beispielsweise Energie- und Wärmeeinsparung. Das ermöglicht mehr Umsatz.

### Aufwand und Kosten

Veränderungen an der baulichen Substanz oder der Neubau von Güllelagerstätten bedürfen einer Genehmigung der Baubehörden, was je nach Verfahren und Planungsbedarf mehr als zwölf Monate dauern kann. Die Kosten für solche Um- beziehungsweise Neubaumaßnahmen können erheblich sein, da sie von vielen Einzelfaktoren abhängen, wie beispielsweise:

- Behältergröße,
- notwendige Umrüstungen,
- Materialkosten, insbesondere für Spezialtechnik und
- Kosten für Erschließung und Bodenarbeiten.

Insgesamt nimmt die Lagerung des WD einen wichtigen Anteil der Gesamt-Emissionen aus der Landwirtschaft ein. Bei der gasdichten Lagerung handelt es sich um

die effektivste Maßnahme, Emissionen von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e) einzusparen. Die Umsetzung ist für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden und daher nicht immer realisierbar.

Diese Maßnahme hat jedoch großes Potenzial hinsichtlich der Senkung der Treibhausgas-Emissionen. Sie ist Teil des Klimaschutzprogramms 2030 der deutschen Bundesregierung (Bundesregierung 2019).

## 3.4 Güllevergärung und Klimaschutz

*Arnim Treißl, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen*

Deutschland hat sich im Klimaschutzgesetz dazu verpflichtet, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden. So müssen auch im landwirtschaftlichen Sektor in den folgenden Jahren die Emissionen gesenkt werden. Einen hohen Anteil an den Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft haben die Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdüngern. Diese können unter anderem durch eine gasdichte Lagerung (Kapitel 3.3) und Vergärung von Wirtschaftsdüngern (WD) deutlich reduziert werden und so einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Einen besonderen Stellenwert haben seit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2012 Gülle-Kleinanlagen mit ihrer Sondervergütungsklasse. Im EEG ist genau festgelegt, wie hoch der Anteil an WD mindestens sein muss und wie hoch die installierte Anlagenleistung sein darf.

Aktuell gilt für Neuanlagen das EEG 2023 (BMJV 2014) mit folgenden Rahmenbedingungen:

- Das Gärsubstrat muss zu mindestens 80 Masse-Prozent aus Wirtschaftsdüngern bestehen, wobei auch bis zu zehn Prozent mehrjähriges Kleegras anrechenbar ist.
- Die installierte Anlagenleistung ist auf 150 Kilowatt (kW) begrenzt.
- Vergütung: bis 75 kW Bemessungsleistung 22,00 ct/kWh, über 75 kW bis 150 kW liegt die Vergütung bei 19,00 ct/kWh.

Der Begriff „Gülle“ definiert sich im EEG 2023 weiterhin mit Bezug auf die Verordnung (EG) Nummer 1069/2009. Hierzu zählen die Exkreme und/oder Urin von Nutztieren (mit Ausnahme von Zuchtfischen) mit und ohne Einstreu. Nicht enthalten sind Futterreste.

2024 waren in Deutschland etwa 900 Gülle-Kleinanlagen in Betrieb. Gülle-Kleinanlagen haben bedingt durch ihre Leistung zwar eine geringere Bedeutung mit Blick auf den Energiemarkt, wirken sich jedoch erheblich auf den Klimaschutz aus.

Durch die Vergärung von Gülle und Festmist reduzieren sich die Methan-Emissionen aus der Tierhaltung. Dies ergibt sich zum einen aus der Nutzung des erzeugten Biogases zur Strom- und Wärmeerzeugung und zum anderen aus der gasdichten Lagerung der anfallenden Gärreste.

Zu beachten ist, dass auch Biogasanlagen, die nachwachsende Rohstoffe wie Mais verwenden, einen erheblichen Teil an Wirtschaftsdüngern vergären und somit ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Das deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) hat in einer Studie herausgefunden, dass durch die Biogaserzeugung pro Kilogramm Gülle (Frischmasse) zwischen



Abbildung 18: Beispiel einer Gülle-Kleinanlage.

42 und 54 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalente eingespart werden können. In Deutschland vergären rund 9.900 Biogasanlagen aktuell etwa ein Drittel des Aufkommens an Wirtschaftsdüngern (50 Millionen Tonnen von insgesamt rund 150 bis 190 Millionen Tonnen). Durch diese Menge werden laut DBFZ insgesamt ca. 2,6 bis 3,1 Millionen Tonnen Emissionen eingespart (Majen et al. 2019). Dies ergibt sich einerseits aus den vermiedenen Emissionen, die durch die konventionelle Lagerung (nicht gasdicht) entstanden wären, und zum anderen durch die Stromerzeugung.

Weiterhin wurde in der Studie aufgeführt, dass bei der Vergärung aller anfallenden Wirtschaftsdünger in Deutschland nochmals bis zu 6,3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente eingespart werden könnten. Dieser Punkt ist jedoch kritisch zu betrachten, da dies aus logistischen und ökonomischen Gründen kaum umsetzbar wäre.

### **3.4.1 Voraussetzungen für den Bau einer Kleinbiogasanlage**

Der entscheidende Aspekt für den Bau einer Kleinbiogasanlage ist eine ausreichende Menge an Wirtschaftsdünger für einen Zeitraum von 20 Jahren. Nach den Berechnungen des Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen sind rund 12.000 Kubikmeter Gülle erforderlich, um eine solche Anlage wirtschaftlich betreiben zu können. Durch vergangene und aktuelle Krisen sind die Baukosten stark gestiegen. Dies hat dazu geführt, dass sich die Investitionskosten solcher Anlagen zwischen 800.000 Euro und einer Million Euro bewegen.

Somit ist eine detaillierte Prüfung der Wirtschaftlichkeit zwingend erforderlich.

Weiterhin sollten Betreiber ein technisches Verständnis haben und es ist im Vorfeld zu prüfen, ob Kapazitäten für den zusätzlichen Arbeitsaufwand von rund einer Stunde täglich vorhanden sind. Ebenso müssen die baulichen Voraussetzungen gegeben sein.

### **Fazit**

Die Vergärung von Wirtschaftsdüngern ist eine technisch etablierte Möglichkeit, um Methan-Emissionen aus der Tierhaltung zu mindern. Die Rahmenbedingungen müssen jedoch so gestaltet sein, dass ein langfristiger und wirtschaftlicher Anlagenbetrieb möglich ist.

## **3.5 Strom- und Wärmeverbrauch optimieren**

*Friederike Gerken-Wiegmann und  
Anke Paulsen, Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen*

Für alle Bereiche eines landwirtschaftlichen Betriebes, sowohl im privaten Bereich (Wohnhaus, Mitarbeiterwohnung) als auch in den Wirtschaftsbereichen (Stall, Werkstatt oder auch Maschinenhalle), sind die Kosten für den Energie-Einsatz in den vergangenen Jahren gestiegen. Die Energiequellen aus fossilen Energieträgern wie Kohle, Gas oder Heizöl sind dabei für den Ausstoß großer Mengen an Treibhausgasen (THG) verantwortlich.

Auch die Landwirtschaft ist auf Strom und in einigen Bereichen auch auf Wärme angewiesen. Daher gilt es hier zu überlegen, welche Maßnahmen sich zur Senkung des Einsatzes dieser Energieträger eignen.

In Bezug auf den Stromverbrauch sollte zunächst darauf geachtet werden, dass bei einem Austausch von Energieverbrauchern diese einen möglichst geringen Verbrauch bei einer gleichzeitig langen Lebensdauer aufweisen. So sollte beispielsweise LED-Technik anderen Leuchtmitteln vorgezogen werden. Im baulichen Bereich ist beim Einsatz von Wärmequellen zu klären, welche am effektivsten und gut nachzurüsten sind, beispielsweise schützt eine Dämmung von Warmställen gleichermaßen vor Wärme und Kälte.

Genauso ist vorab zu bestimmen, wo die Wärme vorrangig benötigt wird. Beispielsweise bringt ein Ferkelnest mit Fußbodenheizung die Wärme besser zu den Tieren als eine Wärmelampe über dem Liegeplatz, die zusätzlich die Luft aufheizt und das Muttertier zudem stressen kann.

Auch der Einsatz erneuerbarer Energiequellen ist in Erwägung zu ziehen. Dabei sollte geprüft werden, ob diese auf dem eigenen Hof produziert werden können. Mögliche erneuerbare Energiequellen sind Photovoltaikanlagen, Biogasanlagen für Strom und Wärme sowie Windkraftanlagen.

Ein bekanntes Beispiel aus der Milchviehhaltung ist die Wärmerückgewinnung aus der Milchkühlung. Dabei wird der warmen Milch die Wärme entzogen und die freigesetzte Wärme erwärmt wiederum Wasser, das in anderen Bereichen eingesetzt werden kann.

#### **Nutzen für den Klimaschutz**

Ein geringerer Verbrauch von Strom und Wärme aus fossilen Energiequellen sowie der Umstieg auf langlebigere und effizientere Produkte, indem beispielsweise Neonröhren verwendet werden, die eine längere



Abbildung 19: Ferkel liegen auf einer Heizplatte in der Abferkelbucht.



Abbildung 20: Eine Photovoltaik- und eine Biogasanlage können als Energiequellen miteinander kombiniert werden.

Lebensdauer als Glühbirnen haben, führen jeweils zu weniger THG-Emissionen.

### Nutzen für die Praxis

Geringere Energie- und Wärmeverbräuche gehen mit geringeren einzelbetrieblichen Kosten einher. Es lässt sich zudem eine gewisse Energieautarkie auf dem Einzelbetrieb herstellen, wenn Energie und Wärme selbst erzeugt und verwendet werden.

### Aufwand und Kosten

Abhängig von der jeweiligen Maßnahme unterscheiden sich die Kosten deutlich. Werden beispielsweise Lampen ausgetauscht, sind die Kosten gering, wohingegen hohe Investitionskosten beim Bau einer eigenen Biogasanlage anfallen.

Der zeitliche Aufwand verschiedener Maßnahmen unterscheidet sich zudem erheblich. Werden bauliche Veränderungen geplant, sind Planungs- und Genehmigungsverfahren

vonnöten. Der zeitliche Horizont erstreckt sich dabei schnell auf mehrere Monate bis hin zu Jahren. Kleinere Maßnahmen lassen sich in kurzer Zeit, meist innerhalb weniger Wochen, realisieren.

Der effiziente Einsatz von Energie und Wärme spart nicht nur Kosten, sondern senkt auch THG-Emissionen. Unabhängig von der Art des Einsparungsvorhabens ist es ratsam, kompetente Beratung von Expertinnen und Experten mit Praxiserfahrung in Anspruch zu nehmen.

Wie die Kosten sind auch die Einsparpotenziale sehr unterschiedlich. Kleinere Maßnahmen haben häufig auch nur einen geringen Einfluss, wohingegen der Einstieg in die Energieproduktion schon einen mittleren Einspar-Effekt hat.



## 4 Einführung in die Klimabilanzierung

*Caroline Labonte, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen*

Damit landwirtschaftliche Betriebe ihre Emissionen gezielt reduzieren können, bedarf es einer fundierten Analyse. Die Treibhausgas(THG)-Bilanz ist hierfür ein unverzichtbares Werkzeug. Sie ermöglicht es, Emissionsquellen entlang der Produktionskette zu identifizieren, Schwachstellen aufzudecken und konkrete Verbesserungspotenziale zu erkennen.

Wichtig ist jedoch: Eine Bilanz selbst ist keine Klimaschutzmaßnahme. Sie bildet lediglich die Grundlage, um Maßnahmen zu entwickeln und deren Wirksamkeit zu überprüfen. Insbesondere in der landwirtschaftlichen

Beratung spielt die Bilanz eine zentrale Rolle, da sie Landwirtinnen und Landwirten konkrete Ansätze aufzeigt, wie sie Emissionen auf Betriebsebene gezielt senken können.

Bei der Erstellung der THG-Bilanz werden die Emissionen entlang der gesamten Lieferkette eines Produkts erfasst. Dabei wird der Prozess in drei Hauptbereiche unterteilt:

- **Vorgelagerter Bereich:** Hierzu zählen Emissionen, die bereits **vor** der eigentlichen landwirtschaftlichen Produktion entstehen, wie beispielsweise bei der Herstellung von Düngemitteln, bei der Energieerzeugung oder beim Transport von Futtermitteln und Betriebsmitteln.

- **Prozess-Emissionen:** Diese Emissionen entstehen direkt im landwirtschaftlichen Betrieb. Im Pflanzenbau sind dies beispielsweise Emissionen aus der Bodenbearbeitung oder der Düngung, während in der Tierhaltung Methan( $\text{CH}_4$ )-Emissionen aus der Verdauung der Tiere und Lachgas( $\text{N}_2\text{O}$ )-Emissionen aus der Güllewirtschaft eine zentrale Rolle spielen.
- **Nachgelagerter Bereich:** Dieser umfasst die Emissionen, die nach der Produktion im landwirtschaftlichen Betrieb anfallen, wie durch Transport, Verarbeitung oder Lagerung der Produkte.

Für die landwirtschaftliche Beratung liegt der Fokus auf den **vorgelagerten Bereichen und den Prozess-Emissionen**, da hier durch gezielte Maßnahmen die größten Emissions-Einsparungen auf Betriebsebene erzielt werden können (ISO 14069:2013). Der nachgelagerte Bereich hingegen benötigt Daten aus der Bilanzierung, um die gesamte Klimawirkung eines Endprodukts zu berechnen. Diese Werte sind essenziell, um die Lieferkette vollständig abzubilden und die Klimabilanz von Lebensmitteln bis zum Verbraucher und der Verbraucherin transparent zu machen (ISO 14067:2018).

### Verschiedene Treibhausgas-Potenziale

Die Treibhausgase verfügen über ein unterschiedliches Potenzial zur Erderwärmung, das als *Treibhausgas-Potenzial* (THP) oder auch *Global Warming Potential* (GWP) bezeichnet wird. Das THP wird anhand der Klimawirksamkeit von Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) mit einem THP von  $\text{CO}_2 = 1$  angegeben. Daher wird das THP der anderen Gase, Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ )

relativ zum  $\text{CO}_2$  bemessen (Statistisches Bundesamt 2025).

Ein zentraler Bestandteil der Treibhausgas-Bilanz ist daher die Umrechnung aller Emissionen in  **$\text{CO}_2$ -Äquivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ )**, um die Klimawirkung der verschiedenen Treibhausgase – Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) – miteinander vergleichbar zu machen (IPCC 2021, Kapitel 7).

Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) entsteht bei der Herstellung von Düngemitteln und dem Einsatz von Brennstoffen.

THP von  $\text{CO}_2 = 1$   
(IPCC 2021, Kapitel 7)

Methan ( $\text{CH}_4$ ) entsteht während der Verdauung im Magen von Wiederkäuern. Darüber hinaus wird es bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern freigesetzt.

THP von  $\text{CH}_4 = 27^1 \times \text{CO}_2\text{e}$   
(IPCC 2021, Kapitel 7)

Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) entsteht beim Einsatz von Stickstoff und wird in direkte und indirekte Emissionen unterschieden. Die Quellen des Stickstoffs können dabei aus Wirtschaftsdünger, Mineraldünger und Ernteresten stammen.

THP von  $\text{N}_2\text{O} = 273^2 \times \text{CO}_2\text{e}$   
(IPCC 2021, Kapitel 7)

---

1 Dieser Wert bezieht sich auf den hundertjährigen Zeithorizont des sechsten Sachstandsberichts des IPCC 2021, Kapitel 7.

2 Dieser Wert bezieht sich auf den hundertjährigen Zeithorizont des sechsten Sachstandsberichts des IPCC 2021, Kapitel 7.

Jedes dieser Gase hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Erderwärmung. Diese Unterschiede ergeben sich aus der Fähigkeit der Gase, Wärmestrahlung in der Atmosphäre zu absorbieren und wieder abzugeben. Während Kohlenstoffdioxid über lange Zeiträume in der Atmosphäre verbleibt und kontinuierlich zu deren Erwärmung beiträgt, ist Methan deutlich kurzelbiger, aber um ein Vielfaches wirksamer bei der Absorption von Infrarotstrahlung. Lachgas hingegen hat eine noch höhere Klimawirkung pro Molekül und trägt durch komplexe chemische Prozesse zusätzlich zum Ozonabbau in der Stratosphäre bei (WBCSD und WRI 2004).

Die Umrechnung in CO<sub>2</sub>-Äquivalente erleichtert es, die Klimawirkung einzelner Produktionsschritte entlang der Lieferkette zu bewerten und die relevanten Emissionsquellen zu identifizieren (WBCSD und WRI 2004).

## 4.1 Klimabilanzierung im Pflanzenbau

Die Treibhausgas(THG)-Bilanz im Pflanzenbau erfasst die Emissionen, die entlang der gesamten Lieferkette eines pflanzlichen Produkts entstehen – vom Anbau bis zur Verarbeitung und Lagerung. Dabei handelt es sich um eine exemplarische Darstellung, die einen Eindruck der relevanten Emissionsquellen vermitteln soll, jedoch keine umfassende, abschließende Betrachtung des Themas ermöglicht.

Bereits im **vorgelagerten Bereich** entstehen bedeutende Emissionen, noch bevor die landwirtschaftliche Produktion beginnt. Ursprünge von Treibhausgasen sind:

- **Düngung:** Die Herstellung von Düngemitteln ist eine Hauptquelle für die



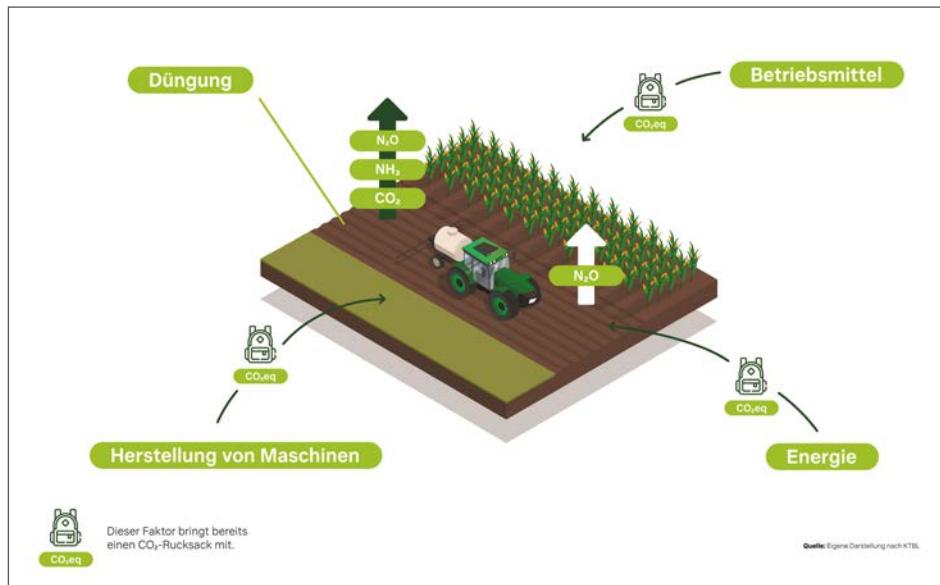


Abbildung 21: Treibhausgas-Bilanz im Pflanzenbau: Treibhausgasquellen in Ackerbau und Grünlandwirtschaft. (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2025, verändert nach Ktbl)

Entstehung von Emissionen, insbesondere bei der Produktion stickstoffhaltiger Präparate. Hierfür wird viel Energie benötigt, die häufig aus fossilen Brennstoffen stammt, wodurch große Mengen an Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt werden. Bei der Ausbringung von Mineral- und Wirtschaftsdüngern werden Lachgas (N<sub>2</sub>O) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) freigesetzt. Auch Ernterückstände und Gründünger emittieren Lachgas.

- **Betriebsmittel:** Herstellung und Transport von Pflanzenschutzmitteln verursachen ebenfalls Treibhausgase, vor allem CO<sub>2</sub>. Auch die Produktion und Logistik von Saatgut, das für den Anbau genutzt wird, tragen zu den Emissionen bei. Dies umfasst sowohl die Energie für Zuchtbetriebe als auch den

Transport der Saatgüter zu den landwirtschaftlichen Betrieben.

- **Energie:** Für den Kraftstoffverbrauch von Landmaschinen und für den Wärme- und Stromverbrauch von beispielsweise Gewächshäusern fallen ebenfalls Treibhausgas-Emissionen an.
- **Herstellung von Maschinen:** Für die Herstellung landwirtschaftlicher Maschinen werden große Mengen an Energie und Ressourcen aufgewendet.

Die **Prozess-Emissionen** entstehen direkt während der landwirtschaftlichen Produktion. Im Pflanzenbau sind diese Emissionen vor allem mit dem Einsatz von Maschinen und der Stickstoffdüngung verbunden.

Typische Emittenten im Produktionsprozess sind:

- Bodenbearbeitung: Vom Pflügen bis zur Ernte werden Maschinen benötigt, die durch ihren Dieserverbrauch CO<sub>2</sub> emittieren.
- Besonders relevant sind die Lachgas-Emissionen, die nach der Ausbringung von Stickstoffdünger durch mikrobielle Prozesse im Boden entstehen.
- Bei der Zersetzung von Pflanzenresten auf dem Feld entstehen geringe Mengen an Lachgas.
- Auch die Bewässerung – insbesondere in Regionen mit Wasserknappheit – kann durch den Energieverbrauch für Pumpen zu Emissionen beitragen.

Im **nachgelagerten Bereich** fallen Emissionen an, nachdem die pflanzlichen Produkte geerntet wurden. Diese tragen zur THG-Bilanzierung bei. Beispiele für Emittenten sind:

- Transport zu Verarbeitungsbetrieben, insbesondere bei langen Transportwegen.
- Die Verarbeitung von Rohprodukten wie Getreide, Kartoffeln oder Zuckerrüben zu Lebensmitteln erfordert Energie, die meist aus fossilen Quellen stammt. Ein Beispiel hierfür ist die Verarbeitung von Weizen zu Mehl, bei der Maschinen, Trocknungsanlagen und andere energieintensive Verfahren zum Einsatz kommen.

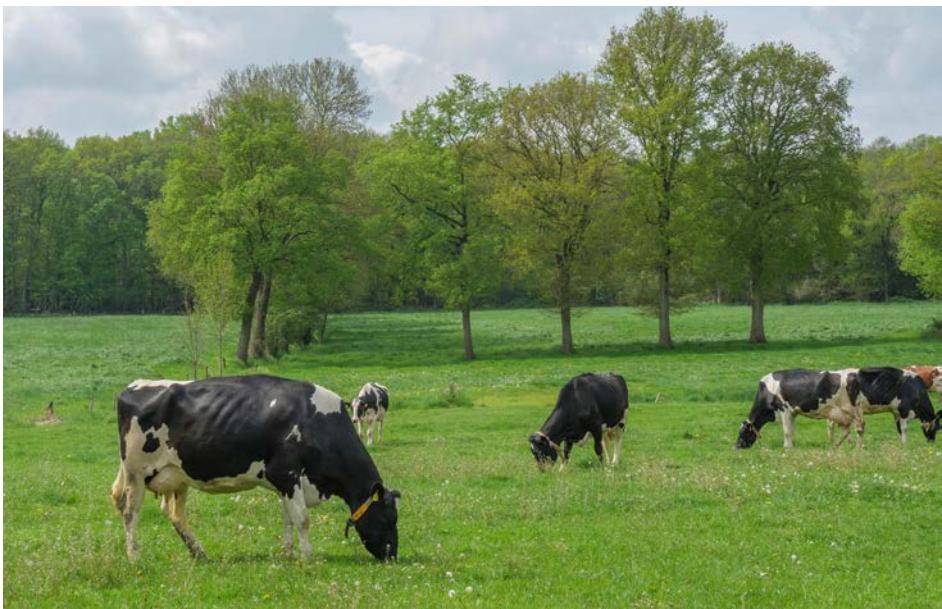
- Die Lagerung von Produkten, insbesondere in gekühlten oder belüfteten Lagern, bedeutet einen hohen Energieaufwand.

Die Bilanzierung zeigt, dass im Pflanzenbau viele kleine Prozesse zu den Gesamt-Emissionen beitragen. Von der Stickstoffdüngung bis zur Verarbeitung gibt es zahlreiche Ansatzpunkte, um die Klimawirkung pflanzlicher Produkte zu reduzieren. Die Emissionen eines Produktes werden nicht nur durch die Arbeit auf dem Feld bestimmt, sondern durch die gesamte Lieferkette vom Saatgut bis zum verpackten Endprodukt.

#### Wie können Emissionen reduziert werden?

Bei der Stickstoffdüngung gibt es mehrere Möglichkeiten, die Effizienz zu steigern und Emissionen zu reduzieren. Neben einer bedarfsgerechten Anpassung der Düngermenge kann auch der Einsatz moderner Technik zu einer effizienteren Ausbringung beitragen. Zudem spielt das Management der Erntereste eine wichtige Rolle, da durch gezielte Optimierungsprozesse und Verwertungskonzepte Nährstoffverluste verringert und die Bodenfruchtbarkeit verbessert werden können.

Ein stabiler Ertrag ist dabei besonders wichtig, da dieser die produktbezogene Klimabilanz direkt beeinflusst: Unter wechselnden klimatischen Bedingungen kommt der Ertragsstabilisierung daher eine besondere Bedeutung zu. Auch der gezielte Pflanzenschutz Einsatz kann hierzu beitragen: Mit vergleichsweise geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen trägt er dazu bei, Ertragsschwankungen zu minimieren und eine nachhaltige Produktion zu sichern.



## 4.2 Klimabilanzierung in der Tierhaltung

Die Treibhausgas(THG)-Bilanz in der Tierhaltung umfasst alle Emissionen, die entlang der gesamten Lieferkette eines tierischen Produkts entstehen – von der Futtermittelproduktion über die Tierhaltung bis hin zur Verarbeitung und Lagerung der erzeugten Lebensmittel. Sie ermöglicht eine umfassende Analyse, um die größten Emissionsquellen zu identifizieren und gezielt Maßnahmen einzuleiten, um diese zu reduzieren.

Es handelt sich um eine exemplarische Darstellung, mit dem Ziel einen Eindruck der relevanten Emissionsquellen zu vermitteln. Sie ermöglicht jedoch keine umfassende, abschließende Betrachtung des Themas.

Bereits im **vorgelagerten Bereich**, also vor der eigentlichen Tierhaltung, entstehen erhebliche Treibhausgas-Emissionen. Ein zentraler Faktor ist die Produktion von **Futtermitteln**:

- Beim Anbau von Mais, Soja oder Getreide, das als Tierfutter verwendet wird, fallen durch den Einsatz von Maschinen, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln Emissionen an. Werden Futtermittel aus anderen Ländern importiert, wie Sojaschrot aus Südamerika, entstehen zusätzlich Emissionen durch den Transport sowie durch Landnutzungsänderungen, beispielsweise die Umwandlung von Wäldern in Anbauflächen.
- **Einstreu:** Beim Anbau, der Verarbeitung und dem Transport von Einstreu, das in Ställen meist aus Stroh besteht, fallen Emissionen an.

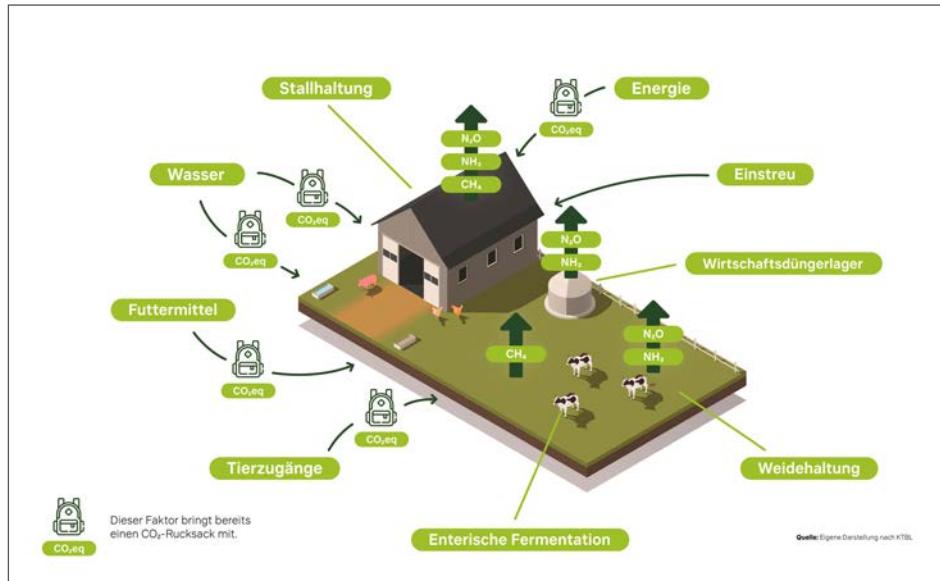


Abbildung 22: Treibhausgas-Bilanz in der Tierhaltung: Treibhausgasquellen in Stall, Weide und Wirtschaftsdüngermanagement. (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2025, verändert nach KTBBL)

- **Tierzugänge:** Bei der Bilanzierung von neuen Tieren im Betrieb werden die entstandenen Emissionen bei der Aufzucht und dem Transport berücksichtigt.
- **Wasser:** Im vorgelagerten Bereich fallen bei der Aufbereitung und technischen Bereitstellung von Wasser, das im Betrieb für Tränken und zur Reinigung benötigt wird, Emissionen an.

Die **Prozess-Emissionen**, die direkt im Betrieb anfallen, stellen einen weiteren wichtigen Bereich der Bilanz dar. Eine der größten Einzelquellen ist die Methanfreisetzung durch die Verdauung von Wiederkäuern (enterische Fermentation). Zusätzlich entstehen Methan- und Lachgas-Emissionen sowie Ammoniak im Stall und in Ausläufen (Stallhaltung). Je nach Tierart und Haltungsform

werden Ammoniak und Lachgas ausgestoßen. Auch bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern entweichen aus Gülle oder Mist Emissionen von Methan, Lachgas und Ammoniak (Wirtschaftsdüngerlagerung). Diese Prozesse hängen von der jeweiligen Tierart, dem Haltungsverfahren sowie der Lagerungsdauer und der Art der Behandlung des Wirtschaftsdüngers ab.

Auch der Energieverbrauch im Stall trägt zu den Emissionen bei, etwa durch den Betrieb von Lüftungsanlagen, Melktechnik oder Beleuchtung. Werden die Tiere auf einer Weide gehalten (Weidehaltung), dann verbleiben die Ausscheidungen direkt auf dem Grünland. Somit fallen die Lachgas- und Ammoniak-Emissionen dort an.

Im **nachgelagerten Bereich**, also nach der eigentlichen Produktion, entstehen weitere Emissionen:

- Ein Großteil entfällt hierbei auf den Transport der tierischen Produkte zu den jeweiligen Verarbeitungsbetrieben.
- Fleisch, Milch oder Eier werden häufig gekühlt oder gefroren transportiert, was durch den Betrieb von Kühlanlagen zusätzliche Emissionen verursacht. Besonders Produkte, die über längere Zeiträume gekühlt oder tiefgefroren gelagert werden müssen, haben einen höheren Energiebedarf. Damit sind wiederum zusätzliche Emissionen verbunden.
- Die Verarbeitung, beispielsweise die Umwandlung von Rohmilch zu Käse oder von Fleisch zu Wurst, benötigt ebenfalls Energie, die oft aus fossilen Quellen stammt.

Ein genauerer Blick auf die Tierhaltung zeigt, dass Methan-Emissionen, die bei der Verdauung von Wiederkäuern entstehen, häufig den größten Anteil ausmachen, gefolgt von Emissionen aus der Güllewirtschaft und der Futtermittelproduktion.

Diese differenzierte Betrachtung ermöglicht eine klare Einordnung der Klimarelevanz einzelner Produktionsprozesse und hilft, die Hauptemissionsquellen zu lokalisieren und Einsparpotenziale aufzuzeigen. Minderungen der Emissionen können durch eine gasdichte Lagerung (Kapitel 3.3), beispielsweise in einer Biogasanlage, erreicht werden. Auch über die Futtergestaltung (Kapitel 3.2) lassen sich die Emissionen reduzieren.

#### Wie können Emissionen reduziert werden?

Ein zentraler Hebel zur Reduzierung von Emissionen ist die Verbesserung der Futterverwertung, da die Verdauungsprozesse maßgeblich zur Emissions-Entstehung beitragen. Eine gezielte Rationsgestaltung kann die Effizienz der Nährstoffverwertung verbessern und die Methan-Emissionen aus der Verdauung senken. Dies wird insbesondere durch die Optimierung der Einsatzmengen, die Auswahl emissionsarmer Futtermittel und die Sicherstellung hoher Futterqualitäten erreicht.

Gleichzeitig spielt die Reduktion von Futterverlusten eine wichtige Rolle, um Ressourcenverluste zu minimieren und die Emissions-Intensität pro produzierter Einheit zu verringern. Sie zeigt, wie eng die Emissionen eines tierischen Produktes mit der gesamten Lieferkette – von der Futtermittelproduktion über die -verarbeitung bis zur -vermarktung – verknüpft sind.



## 5 Landwirtschaft im Klimawandel: Herausforderungen und Chancen

Der zunehmende Klimawandel bedeutet für landwirtschaftliche Betriebe eine wachsende Unsicherheit und stellt die Produktion vor große Herausforderungen. In den vorangegangenen Kapiteln dieser Broschüre wird dennoch deutlich, dass Landwirtinnen und Landwirte eine zentrale Rolle bei der Entwicklung von Lösungen spielen und anhand vielfältiger Stellschrauben einen Beitrag zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft leisten können. Klimaschutz in der Landwirtschaft bedeutet nicht nur Emissions-Vermeidung, sondern auch Stärkung der Resilienz.

Im Pflanzenbau nimmt der **Bodenschutz** eine zentrale Rolle ein, denn Bodenschutz bedeutet gleichzeitig Klimaschutz. Schließlich sind Böden der größte terrestrische Kohlenstoff-Speicher. Dies lässt sich mit Hilfe einer vielfältigen Fruchtfolge, dem Anbau von Zwischenfrüchten sowie einer angepassten Bodenbearbeitung umsetzen. Dadurch werden die Bodengesundheit und der Humusaufbau gefördert. Gleichzeitig wird langfristig Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre in organischer Bodensubstanz gebunden.

Der **Humusaufbau** ist allerdings ein langsam ablaufender Prozess und die Ergebnisse sind frühestens nach sechs bis zehn Jahren nachweisbar. Besonders erfolgreich ist der Humusaufbau, wenn die humusfördernden Bewirtschaftungsmaßnahmen langfristig umgesetzt werden, denn der Humusaufbau ist reversibel.

Der **Anbau von Zwischenfrüchten** hat pflanzenbauliche und ökologische Vorteile. So verbessern Zwischenfrüchte beispielsweise die Bodenstruktur. Der Anbau fördert des Weiteren das Bodenleben und verbessert zudem die Wasser- und Nährstoffspeicherung von Böden. Somit sinkt ihre Erosionsanfälligkeit und Nährstoffauswaschungen werden reduziert. Gleichzeitig unterdrücken Zwischenfrüchte Unkraut und bringen Biomasse in den Boden ein, was wiederum langfristig den Humusaufbau fördert. Daher sollten Zwischenfrüchte jährlich und regelmäßig angebaut werden.

**Strukturelemente** wie Hecken, mehrjährige Brachestreifen und Agroforstsysteme leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz, indem sie Kohlenstoff speichern und die Biodiversität fördern. Gleichzeitig verändern sie das Mikroklima auf den angrenzenden Flächen, wodurch sie beispielsweise Windschutz bieten und die Lufttemperatur verändern können. Zudem fördern auch diese Maßnahmen den Aufbau von Humus im Boden und verringern Erosionen. Allerdings ist die Anlage dieser Elemente ein langfristiges Projekt und es dauert, bis die positiven Effekte deutlich werden.

In der **Tierhaltung** zeigen sich große Einsparpotenziale insbesondere bei der Fütterung, im Stallmanagement sowie bei der Lagerung

und Verwertung von Wirtschaftsdüngern. Die **Haltungsbedingungen** in der Stallhaltung haben einen erheblichen Einfluss auf die Emissionen von klimarelevanten Gasen wie Ammoniak und Lachgas, wobei sowohl Stroh- als auch Güllesysteme durch technische und bauliche Maßnahmen deutlich optimiert werden können. Innovative Lösungen, wie zum Beispiel eine Kot-Harn-Trennung oder eine robotergestützte Entmistung, senken Emissionen, fördern die Tiergesundheit und verbessern das Stallklima.

Auch eine hohe **Futterqualität** und eine effiziente **Futterverwertung** tragen wesentlich zum Klimaschutz bei, da sie den Futterbedarf je Kilogramm tierischer Produkte senken. Damit reduzieren sich auch die Emissionen aus Anbau, Verarbeitung und Transport von Futtermitteln. Werden Nebenprodukte der Nahrungsmittelherstellung wie Biertreber, Weizenkleie oder Sojaextraktionsschrot als hochwertige Futtermittel eingesetzt, lassen sich die Treibhausgas-Emissionen für die Futterherstellung deutlich reduzieren. Umso besser die Futterzusammensetzung auf die Tiere abgestimmt ist, desto besser sind auch die Futterverwertung und die Klimawirkung.

Die **gasdichte Lagerung von Wirtschaftsdüngern** hat großes Potenzial zur Minderung klimarelevanter Emissionen, da sie die Ausgasung von Methan, Lachgas und Ammoniak während der Lagerung wirksam reduziert. Besonders effektiv ist die Nutzung des entstehenden Methans als Energie-, Wärme- oder Treibstoffträger, wodurch fossile Energieträger ersetzt werden können. Trotz des hohen Umsetzungsaufwands handelt es sich bei der gasdichten Lagerung um die effektivste Maßnahme, um Treibhausgas (THG)-Emissionen zu reduzieren.

**Die Vergärung von Wirtschaftsdüngern in Gülle-Kleinanlagen** ist eine wirkungsvolle Klimaschutzmaßnahme: Einerseits wird durch die Vergärung von Gülle und Festmist Energie gewonnen und andererseits werden auf diese Weise die Methan-Emissionen aus der Tierhaltung reduziert. Gleichzeitig werden die Gärreste gasdicht gelagert. Damit Gülle-Kleinanlagen ihr Potenzial entfalten können, müssen die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen stimmen, ausreichende Mengen an Wirtschaftsdünger für mindestens 20 Jahre verfügbar sein und die technische sowie betriebliche Umsetzbarkeit gesichert sein.

Bei der **Reduktion des Energieverbrauchs** haben bereits kurzfristig umsetzbare Maßnahmen, wie der Wechsel auf LED-Technik, Dämmung und die Identifizierung des Wärmebedarfs, einen messbaren Einfluss, denn sie senken die THG-Emissionen. Steigt ein Betrieb auf erneuerbare Energien um und produziert selbst Strom, erhöht sich dessen Energieautarkie und die Kosten für Energieträger sinken.

Die in dieser Broschüre vorgestellten Maßnahmen machen deutlich, dass ein zentraler Schritt für den Klimaschutz im

landwirtschaftlichen Betrieb das Verständnis der entstehenden Emissionen ist. Die **Klimabilanzierung** liefert dafür eine wichtige Grundlage. Die Bilanzierung macht sichtbar, wo Emissionen entlang der Produktionskette entstehen und wo die Schwachstellen liegen. Dabei wird sowohl in der Pflanzenproduktion als auch in der Tierhaltung zwischen einem vorgelagerten Bereich, Prozess-Emissionen und einem nachgelagerten Bereich unterschieden. Für die landwirtschaftliche Beratung liegt der Fokus allerdings auf den ersten beiden Bereichen. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die Emissionen von Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

Abschließend lässt sich festhalten, dass **Klimaschutz und Landwirtschaft kein Widerspruch sind**. Die Landwirtschaft ist sowohl Betroffene als auch Mitverursacherin des Klimawandels und hat damit eine Verantwortung. Durch gezielte Maßnahmen in den Bereichen Pflanzenbau und Tierhaltung sowie mithilfe einer strukturierten Klimabilanzierung kann die Landwirtschaft aktiv zum Klimaschutz beitragen. Viele der dargestellten Maßnahmen fördern neben der Emissions-Minderung auch die Biodiversität und das Tierwohl.

# 6 Anhang

## 6.1 Abkürzungsverzeichnis

AFS	Agroforstsysteme
$\text{CH}_4$	Methan
$\text{CO}_2$	Kohlenstoffdioxid
$\text{CO}_2\text{e}$	$\text{CO}_2$ -Äquivalente
ct	Cent
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
GWP	Global Warming Potential
kWh	Kilowattstunde
LER	Land Equivalent Ratio
LLH	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
LWK	Landwirtschaftskammer
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
N	Stickstoff
$\text{N}_2\text{O}$	Lachgas
$\text{NH}_3$	Ammoniak
THG	Treibhausgas
THP	Treibhausgas-Potenzial
UBA	Umweltbundesamt
WD	Wirtschaftsdünger

## 6.2 Weitere Informationen und Lesehinweise

- Arbeitsgruppe BEK, 2024. Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft. Handbuch, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. Verfügbar unter: <https://www.ktbl.de/themen/bek>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 2017. *Landwirtschaft im Klimawandel. Lösungen, die Geld sparen.* 15. Kulturlandschaftstag. ISSN: 1611-4159. Verfügbar unter: [https://lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/15-kulturlandschaft-2017\\_lfl-schriftenreihe.pdf](https://lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/15-kulturlandschaft-2017_lfl-schriftenreihe.pdf)
- Bodensee-Stiftung, 2022a. GeNiAL. Klimawandel Anfälligkeitss-Check → Ackerbau. Verfügbar unter: [https://www.bodensee-stiftung.org/wp-content/uploads/Klimawandel\\_Anfaelligkeits-Check\\_Bosti22\\_web.pdf](https://www.bodensee-stiftung.org/wp-content/uploads/Klimawandel_Anfaelligkeits-Check_Bosti22_web.pdf)
- Bodensee-Stiftung, 2022b. GeNiAL. Klimawandel Anpassungs-Check → Ackerbau. Verfügbar unter: [https://www.bodensee-stiftung.org/wp-content/uploads/Klimawandel\\_Anpassungs-Check\\_Bosti22\\_web.pdf](https://www.bodensee-stiftung.org/wp-content/uploads/Klimawandel_Anpassungs-Check_Bosti22_web.pdf)
- Bundesregierung, 2024. *Klimaschutzgesetz und Klimaschutzplan. Ein Plan fürs Klima.* Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv-bundesregierung/klimaschutzgesetz-2197410>
- DLG e. V., 2020. *Anpassungsstrategien an den Klimawandel im Grünland.* Arbeiten der DLG/Band 208, Frankfurt am Main. ISBN: 978-3-7690-3170-6
- Dreisbach, N., U. Häußermann, M. Bach, L. Breuer, H. Döhler, H. Müller, T. Lohrberg, S. Döhler, 2025. *Entwicklung eines Modells zur Bewertung von THG-Minderungsmaßnahmen in der Landwirtschaft (E-MoLL).* Texte 111/2025. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Hrsg.). Verfügbar unter: DOI: [10.60810/openumwelt-7675](https://doi.org/10.60810/openumwelt-7675)
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2015. *Gülle-Kleinanlagen.* Verfügbar unter: [https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere\\_Guellekleinanlagen\\_Web.pdf](https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Guellekleinanlagen_Web.pdf)
- Hahne J., F. Arends, F. Geburek, T. Pfeifer, S. Häuser, 2023a. *Hinweise zum Betrieb von Abluftreinigungsanlagen für die Schweinehaltung. Teil 1: Grundlagen und Verfahrensübersicht.* DLG-Merblatt 483. Frankfurt am Main: DLG e. V. Fachzentrum Landwirtschaft (Hrsg.). Verfügbar unter: [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/Merkblaetter/dlg-merkblatt\\_483.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/Merkblaetter/dlg-merkblatt_483.pdf)

Hahne J., F. Arends, F. Geburek, T. Pfeifer, S. Häuser, 2023b. *Hinweise zum Betrieb von Abluftreinigungsanlagen für die Schweinehaltung. Teil 2: Betriebsdaten und Verbrauchswerte.* DLG-Merkblatt 484.

Frankfurt am Main: DLG e. V. Fachzentrum Landwirtschaft (Hrsg.). Verfügbar unter: [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/Merkblaetter/dlg-merkblatt\\_484.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/Merkblaetter/dlg-merkblatt_484.pdf)

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2024. *Klimaschutzstudie zu landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen – Status Quo und Minderungsmöglichkeiten.* Verfügbar unter: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/klima/pdf/klimaschutzstudie.pdf>

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2025. *Projektbericht zur Klimaschutzberatung Nordrhein-Westfalen in den Bereichen Pflanzenbau, Milchvieh- und Schweinehaltung.* Verfügbar unter: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/klima/pdf/projektbericht-klimaschutzberatung.pdf>

Netzwerk Pilotbetriebe, 2025. *Klimawirkungen und Nachhaltigkeit von Landbausystemen.* Verfügbar unter: <https://www.pilotbetriebe.de/>

THEKLA Netzwerk: *Bundesweites Experten-Netzwerk „Treibhausgasbilanzierung und Klimaschutz in der Landwirtschaft“.* Verfügbar unter: <https://www.theklanetzwerk.de/index.php>

Wüstemann F., L. A. Schroeder, A. Don, T. de Witte, C. Heidecke (2024). *Steckbriefe zu humuserhaltenden und -mehrrenden Maßnahmen auf Ackerflächen: Projektbericht des Thünen-Instituts im HumusKlimaNetz*, Thünen Working Papers 231, Johann Heinrich von Thünen-Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei.

Ergänzende Fachartikel des Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) sind unter [www.praxis-agrar.de/klima-und-umwelt](http://www.praxis-agrar.de/klima-und-umwelt) zu finden.

## 6.3 Literatur

BODENSEE-STIFTUNG, 2022. GeNiAL. *Klimawandel Check → Tier* [Zugriff am: 29.09.2025]. Verfügbar unter: [https://www.bodensee-stiftung.org/wp-content/uploads/Klimawandel-Check\\_Tier\\_Bosti\\_web.pdf](https://www.bodensee-stiftung.org/wp-content/uploads/Klimawandel-Check_Tier_Bosti_web.pdf)

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ (BMJV), 2014. *Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2003)*. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz [Zugriff am: 13.08.2025]. Verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/EEG\\_2023.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf)

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMEL), 2024. *Land- und Forstwirtschaft stärken – Klimaschützen. Maßnahmen der Land- und Forstwirtschaft für den Klimaschutz*. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, heute Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/klimaschuetzer-land-und-forstwirtschaft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/klimaschuetzer-land-und-forstwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=7)

BUNDESREGIERUNG, 2019. *Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050*. Berlin [Zugriff am: 13.08.2025]. Verfügbar unter: [https://www.bmlehh.de/SharedDocs/Downloads/DE/\\_Landwirtschaft/Klimaschutz/Klimaschutzprogramm2030.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmlehh.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Klimaschutz/Klimaschutzprogramm2030.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

BUNDESREGIERUNG, 2023. *Klimaschutzprogramm 2023 der Bundesregierung*. Berlin [Zugriff am: 29.10.2025]. Verfügbar unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/klimaschutz/20231004-klimaschutzprogramm-der-bundesregierung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/klimaschutz/20231004-klimaschutzprogramm-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=10)

BUNDESUMWELTMINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMASCHUTZ, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (BMUKN), 2021. *Bundes-Klimaschutzgesetz*. Berlin [Zugriff am: 29.09.2025]. Verfügbar unter: <https://www.bundesumweltministerium.de/gesetz/bundes-klimaschutzgesetz>

CANADEF, J.G., P.M.S. MONTEIRO, M.H. COSTA, L. COTRIM DA CUNHA, P.M. COX, A.V. ELISEEV, S. HENSON, M. ISHII, S. JACCARD, C. KOVEN, A. LOHLA, P.K. PATRA, S. PIAO, J. ROGELJ, S. SYAMPUNGANI, S. ZAEHLE, AND K. ZICKFELD, 2021. Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. *Kapitel 5 in IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Hrsg.: Masson-Delmotte,

V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 673–816 [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter:  
DOI: [10.1017/9781009157896.007](https://doi.org/10.1017/9781009157896.007)

DREISBACH, N., U. HÄUSSERMANN, M. BACH, L. BREUER, H. DÖHLER, H. MÜLLER, T. LOHRBERG, S. DÖHLER, 2025. *Entwicklung eines Modells zur Bewertung von THG-Minderungsmaßnahmen in der Landwirtschaft (E-MoLL)*, Texte 111/2025. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Hrsg.) [Zugriff am: 29.10.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.60810/openumwelt-7675](https://doi.org/10.60810/openumwelt-7675)

DREXLER S, A. GENSIOR, A. DON, 2021. Carbon sequestration in hedgerow biomass and soil in the temperate climate zone. In: *Regional Environmental Change*. 21:74 [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1007/s10113-021-01798-8](https://doi.org/10.1007/s10113-021-01798-8)

FORSTER, P., T. STORELVMO, K. ARMOUR, W. COLLINS, J.-L. DUFRESNE, D. FRAME, D.J. LUNT, T. MAURITSEN, M.D. PALMER, M. WATANABE, M. WILD, H. ZHANG, 2021. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. **Kapitel 7 in IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Hrsg.: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan,

S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, S. 923–1054 [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1017/9781009157896.009](https://doi.org/10.1017/9781009157896.009)

HOLDEN J, R.P. GRAYSON, D. BERDENI, S. BIRD, P.J. CHAPMAN, J.L. EDMONDSON, L.G. FIRBANK, T. HELGASON, M.E. HODSON, S.F.P. HUNT, D.T. JONES, M.G. LAPPAGE, E. MARSHALL-HARRIES, M. NELSON, M. PRENDERGAST-MILLER, H. SHAW, R.N. WADE, J.R. LEAKE, 2019. The role of hedgerows in soil functioning within agricultural landscapes. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment* 273, S. 1–12 [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1016/j.agee.2018.11.027](https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.027)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), 2013. *ISO/TR 14069:2013: Greenhouse Gases – Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions for Organizations – Guidance for the Application of ISO 14064-1* [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:tr:14069:ed-1:v1:en>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), 2018. *ISO 14067:2018: Treibhausgase – Carbon Footprint von Produkten – Anforderungen und Leitlinien für die Quantifizierung* [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nagus/veroeffentlichungen/wdc-beuth:din21:289443505>

- IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Hrsg.: P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA [Zugriff am: 29.10.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1017/9781009157926](https://doi.org/10.1017/9781009157926)
- KANZLER M. und C. BÖHM, 2020. Agroforstliche Landnutzung als Anpassungsstrategie an den Klimawandel am Beispiel von Untersuchungen zum Verdunstungsschutz in Süd-Brandenburg. In: Böhm, C. (Hrsg.): *AUFWERTEN*. Loseblattsammlung 7, Freising: Technische Universität München [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: [https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2021/03/07\\_Verdunstungsschutz.pdf](https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2021/03/07_Verdunstungsschutz.pdf)
- KTBL (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V.), 2017. *Klimaschutz in der Landwirtschaft – Emissionsminderung in der Praxis.* In: Ktbl. 119. Darmstadt: Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main. ISBN 978-3-945088-47-0 [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.ktbl.de/shop/produktkatalog/40119>
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN, 2012. *Klimawandel und Landwirtschaft in NRW.* Münster: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/klima/pdf/klimawandel-landwirtschaft.pdf>
- MAJEN S., P. KORNATZ, J. DANIEL-GROMKE, N. RENSBERG, A. BROSWOSKI, K. OEHMICHEN, J. LIEBETRAU, 2019. *Stand und Perspektiven der Biogaserzeugung aus Gülle.* Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. ISBN 978-3-946629-48-1
- MAYER S, M. WIESMEIER, E. SAKAMOTO, R. HÜBNER, R. CARDINAEL, A. KÜHNEL, I. KÖGEL-KNABNER, 2022. Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. In: *Agriculture, Ecosystems and Environment* 323 [Zugriff am: 04.06.2025]. ISSN 0167-8809. Verfügbar unter: DOI: [10.1016/j.agee.2021.107689](https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689)
- POEPLAU, C. und A. DON, 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 200, S. 33-41 [Zugriff am: 30.06.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1016/j.agee.2014.10.024](https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.024)
- RANGANATHAN J., L. CORBIER, P. BHATIA, S. SCHMITZ, P. GAGE, K. OREN, B. DAWSON, M. SPANNAGLE, M. MCMAHON, P. BOILEAU, R. FREDERICK, B. VANDERBORGH, F. THOMSON, K. KITAMURA, C. WOO, N.

PANKHIDA, R. MINER, L. SEGALEN, J. KOCH, S. BHATTACHARJEE, C. CUMMINS, C. BREIDENICH, R. EATON, 2004. **WBCSD UND WRI, 2004.** Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.13140/RG.2.2.34895.33443](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34895.33443).

RÖDER N., A. ACKERMANN, S. BAUM, H.G.S. BÖHNER, B. LAGGNER, S. LAKNER, S. LEDERMÜLLER, J. WEGMANN, M. ZINNBAUER, 2022. *Evaluierung der GAP-Reform von 2013 aus Sicht des Umweltschutzes anhand einer Datenbankanalyse von InVeKoS-Daten der Bundesländer Abschlussbericht. Texte 75/2022.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Hrsg.) [Zugriff am: 05.06.2025]. ISSN 1826-4804. Verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte\\_75-2022\\_evaluierung\\_der\\_gap-reform\\_von\\_2013.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_75-2022_evaluierung_der_gap-reform_von_2013.pdf)

SCHRUMPF M. und S. TRUMBORE, 2011. *Unser wichtigster Kohlenstoffspeicher: Wie der Boden als dünne Haut der Erde globale Stoffkreisläufe und das Klima beeinflusst.* Forschungsbericht 2011 – Max-Planck-Institut für Biogeochemie [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.mpg.de/4705567/kohlenstoffspeicher-boden>

SCHULZ V., H. SHARAF, S. WEISENBURGER, C. MORHART, W. KONOLD, K. STOLZENBURG, H. SPIECKER, M. NAHM, 2020. *Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung: Tipps für die Anlage und Bewirtschaftung von Agroforst-Systemen, sowie Betrachtung ökologischer, ökonomischer, landschaftsgestalterischer und rechtlicher Aspekte.* Karlsruhe:

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (Hrsg.) [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: <https://ltz.landwirtschaft-bw.de/Lfr/Service/Augustenberger+Beratungshilfe>

STATISTISCHES BUNDESAMT (DESTATIS), 2025. *Global Warming Potential (GWP).* Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis) [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Glossar/gwp.html>

UMWELTBUNDESAMT (UBA), 2019. *Verdichtung.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-flaeche/bodenbelastungen/verdichtung#bodenverdichtung-ein-problem>

UMWELTBUNDESAMT (UBA), 2025a. *Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/landforstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zuden-treibhausgas#treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft>

UMWELTBUNDESAMT (UBA), 2025B. *Klimaschutz in der Landwirtschaft.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt [Zugriff am: 14.10.2025]. Verfügbar unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet\\_klimaschutz\\_in\\_der\\_landwirtschaft.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/factsheet_klimaschutz_in_der_landwirtschaft.pdf)

VELDKAMP E., M. SCHMIDT, C. MARKWITZ, L. BEULE, R. BEUSCHEL, A. BIERTÜMPFEL, X. BISCHEL, X. DUAN, R. GERJETS, L. GÖBEL, 2023. Multifunctionality of temperate alley-cropping agroforestry outperforms open cropland and grassland. In: *Communications Earth and Environment* 4, S. 1-10 [Zugriff am: 31.07.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1038/s43247-023-00680-1](https://doi.org/10.1038/s43247-023-00680-1)

VERBAND DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN (VLK), 2012. *Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Bereich Tierhaltung*. Berlin: Verband der Landwirtschaftskammern [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klima-tier.pdf>

VERBAND DER LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN (VLK), 2019. *Klimawandel und Landwirtschaft – Anpassungsstrategien im Ackerbau*. Berlin: Verband der Landwirtschaftskammern [Zugriff am: 04.06.2025]. Verfügbar unter: <http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/klimawandel.pdf>

VORDERBRÜGGE T., M. BUSCH, R. BRANDHUBER, J. BUG, S. SCHRADER, T. WEYER, 2022. Vorsorge zur Erhaltung des standorttypischen Humusgehaltes. In: *Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz*. S. 11–23. Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.ble-medienservice.de/3614-3-gute-fachliche-praxis-bodenbewirtschaftung-und-bodenschutz.html>

WETZIG Y., 2024. *Agroforstsysteme in Sachsen – wirkliche Alternative der Landbewirtschaftung?* Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Freistaat Sachsen.

WÜSTEMANN F., L.A. SCHROEDER, T. DE WITTE, A. DON, C. HEIDECKE, 2024. Steckbriefe zu humuserhaltenden und -mehrrenden Maßnahmen auf Ackerflächen: Projektbericht des Thünen-Instituts im HumusKlimaNetz, *Thünen Working Papers*, 231. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: [https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper\\_231.pdf](https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_231.pdf)

XU X., P. SHARMA S. SHU, T.-S. LIN, P. CIAIS, F.N. TUBIELLO, P. SMITH, N. CAMPBELL, A.K. JAIN, 2021. *Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods*. In: *Nature Food Journal* 2, S. 724-732 [Zugriff am: 29.09.2025]. Verfügbar unter: DOI: [10.1038/s43016-021-00358-x](https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x)

ZEHLIUS-ECKERT W., P. TSONKOVA, C. BÖHM, 2020. Umweltleistungen von Agroforstsystemen. In: Böhm, C. (Hrsg.): *AUFWERTEN*. Loseblattsammlung 2, Freising: Technische Universität München [Zugriff am: 05.06.2025]. Verfügbar unter: [https://agroforst-info.de/02\\_umweltleistungen/](https://agroforst-info.de/02_umweltleistungen/)

# KTBL-Medien



## **Dem Klimawandel begegnen – Ställe mit ganzheitlichem Energiekonzept**

Ergebnisse des BMEL-Bundeswettbewerbes „Landwirtschaftliches Bauen 2023/24“

Im Rahmen des Bundeswettbewerbes „Landwirtschaftliches Bauen 2023/24: Dem Klimawandel begegnen – Ställe mit ganzheitlichem Energiekonzept“ wurden Stallgebäude ausgezeichnet, die durch bauliche und technische Maßnahmen gegen Extremwetterlagen gewappnet sind und über clevere Energiekonzepte verfügen. Die Preisträger werden vorgestellt und Informationen rund um das Thema Energieversorgung gegeben.

Broschüre, 88 Seiten, 2024, Best.-Nr. 11538, ISBN 978-3-949930-02-7



## **Agroforstsysteme mit Pappeln**

Neuanlage – Kosten und Arbeitszeitbedarf

Agroforstsysteme werden für immer mehr Landwirtinnen und Landwirte interessant. In dieser Schrift werden Arbeiten vorgestellt, die auf drei Betrieben die Neuanlage von Agroforstsystemen mit Pappeln wissenschaftlich begleiten. Die Arbeitsabläufe und eingesetzten Maschinen wurden dokumentiert und sind detailliert beschrieben.

Broschüre, 112 Seiten, 2025, Best.-Nr. 11542,

ISBN 978-3-949930-08-9



## **Betriebsplanung Landwirtschaft 2024/25**

### **Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft**

Die Datensammlung liefert nicht nur Grund- und Ergebnisdaten zu den verschiedenen landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen, sondern bietet auch methodische Hinweise zur Lösung betriebswirtschaftlicher Fragestellungen. Die gedruckte Datensammlung wird durch kostenlose Web-Anwendungen unter [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de) ergänzt.

Broschüre, 776 Seiten, 2024 (29. Auflage), Best.-Nr. 19532,

ISBN 978-3-949930-05-8

## **Bestellhinweise**

Besuchen Sie auch unseren Internet-Shop <https://www.ktbl.de>

Porto und Verpackungskosten werden gesondert in Rechnung gestellt.

Preisänderungen vorbehalten. Wir freuen uns auf Ihre Bestellung.

KTBL, Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt, E-Mail: [vertrieb@ktbl.de](mailto:vertrieb@ktbl.de)

# Weitere BZL-Medien



## Bodentypen – Nutzung, Gefährdung, Schutz

So vielfältig wie die Landschaften sind auch die Böden Deutschlands. Als Wasser-, Nährstoff- und Kohlenstoffspeicher sind sie die Produktionsgrundlage für die Land- und Forstwirtschaft sowie den Gartenbau. Ihrem Schutz kommt daher große Bedeutung zu. Ausgehend von der Entstehungsgeschichte der Bodentypen informiert die Broschüre über deren Eigenschaften, den pH-Wert und den Humusgehalt. Bodenprofile veranschaulichen die wichtigsten Merkmale 25 ausgewählter Bodentypen.

DIN A5, 96 Seiten, 7. Auflage 2025, Art.-Nr. 1572



## Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz

Die Broschüre vermittelt den aktuellen Stand der Erkenntnisse zum Bodenschutz im Rahmen der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung. Fragen zur Bodenschadverdichtung, zum Erosionsschutz und zum Erhalt der organischen Substanz werden ausführlich behandelt. Wesentliche Ansatzpunkte für die Aufrechterhaltung und Stärkung der Bodengesundheit werden vorgestellt. Dazu zählen die Vermeidung von Strukturschäden, die Verminderung von Befahrungsdruck und die Bewahrung eines stabilen Bodengefüges. Es werden wichtige Grundlagen zur Umsetzung einer effizienten und zugleich nachhaltigen Landwirtschaft vermittelt.

DIN A4, 128 Seiten, 3. Auflage 2022, Art.-Nr. 3614



## Gute fachliche Praxis – Bodenfruchtbarkeit

Die Broschüre beschäftigt sich mit der besonderen Bedeutung der Bodenfruchtbarkeit für den Bodenschutz im Rahmen der „Guten fachlichen Praxis“ (gemäß BBodSchG § 17, 1998). Sie stützt sich auf umfassendes Expertenwissen und langjährige Praxiserfahrungen zum Thema Ackerbau und Grünlandbewirtschaftung.

DIN A4, 144 Seiten, 2. Auflage 2022, Art.-Nr. 1585



### **Blüh- und Randstreifen in der Agrarlandschaft**

Die Broschüre stellt Blüh- und Randstreifen in der Kulturlandschaft vor. Diese sind geeignet, um Flächen nachhaltig zu nutzen und einen positiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Gleichzeitig wird die Biodiversität gefördert. Die Maßnahmen Einsaatbrache, blühende Zwischenfrüchte sowie Uferrand /Pufferstreifen werden vorgestellt und durch Artenporträts geeigneter Wild- und Kulturpflanzen ergänzt. Außerdem bietet die Broschüre eine Entscheidungshilfe zur Saatgutwahl.

DIN A5, 44 Seiten, Erstauflage 2023, Art.-Nr. 0526



### **Gesamtbetriebliches Haltungskonzept Rind – Mastrinder**

Für Praxis, Beratung und Bildung erfasst die aktuelle Broschüre Aspekte einer zukunftsorientierten Mastrinderhaltung. Im Fokus stehen dabei die Ethologie der Tiere, Rasseeigenschaften und Vermarktungswege, insbesondere in Bezug auf die männlichen Milchrassekälber. Nachhaltige Fütterungsstrategien sowie die Anliegen verschiedener Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette werden ebenfalls mit bedacht.

DIN A4, 92 Seiten, Erstauflage 2024, Art.-Nr. 0691



### **Verantwortung für Acker, Stall und Gesellschaft**

Von der deutschen Landwirtschaft wird immer wieder gefordert, zusätzliche Leistungen zum Wohl der Gesellschaft zu erbringen. Diese Broschüre zeigt, dass Landwirtinnen und Landwirte bereits viel tun. Sie macht aber auch deutlich, wo noch Potenzial liegt und welche Lösungen möglich sind.

DIN A5, 40 Seiten, Erstauflage 2023, Art.-Nr. 1254

# Das BZL im Netz ...

## Internet

### [www.landwirtschaft.de](http://www.landwirtschaft.de)

Vom Stall und Acker auf den Esstisch – Informationen für Verbraucherinnen und Verbraucher

### [www.praxis-agrar.de](http://www.praxis-agrar.de)

Das Informationsangebot für die landwirtschaftliche Praxis und Beratung – fachlich fundiert und eigenständig

### [www.bmel-statistik.de/agrarmarkt](http://www.bmel-statistik.de/agrarmarkt)

Daten und Fakten zur Marktinformation und Marktanalyse

Mit der neuen „BZL-Neugkeiten“-App bleiben Sie stets auf dem Laufenden. Sie ist jetzt für **Android und iOS kostenfrei** verfügbar.



### [www.bildungsserveragrar.de](http://www.bildungsserveragrar.de)

Gebündelte Informationen zur Aus-, Fort- und Weiterbildung in den Grünen Berufen

### [www.nutztierhaltung.de](http://www.nutztierhaltung.de)

Informationen für eine nachhaltige Nutztierhaltung aus Praxis, Wissenschaft und Agrarpolitik

### [www.oekolandbau.de](http://www.oekolandbau.de)

Das Informationsportal rund um den Ökolandbau und seine Erzeugnisse

## Social Media

Folgen Sie uns auf:



@Bundesinformationszentrum



Landwirtschaft



## Newsletter

[www.bildungsserveragrar.de/newsletter](http://www.bildungsserveragrar.de/newsletter)  
[www.landwirtschaft.de/newsletter](http://www.landwirtschaft.de/newsletter)  
[www.oekolandbau.de/newsletter](http://www.oekolandbau.de/newsletter)

[www.praxis-agrar.de/newsletter](http://www.praxis-agrar.de/newsletter)  
[www.bmel-statistik.de/newsletter](http://www.bmel-statistik.de/newsletter)  
[www.nutztierhaltung.de/newsletter](http://www.nutztierhaltung.de/newsletter)

## Medienservice

Alle Medien erhalten Sie unter  
[www.ble-medienservice.de](http://www.ble-medienservice.de)



# Impressum

## Herausgeberin

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)  
 Präsidentin: Dr. Margareta Büning-Fesel  
 Deichmanns Aue 29  
 53179 Bonn  
 Telefon: +49 (0)228 6845-0  
 Internet: [www.ble.de](http://www.ble.de)

## Redaktion

Isabelle Hirsch und Natascha Orthen,  
 Referat 622, BZL in der BLE

## Text

### Kapitel 2

Axel Vorwald, LLH (Kap. 2.1 und 2.3)  
 Lisa Fröhlich, LLH (Kap. 2.2 und 2.3)  
 Marcel Phieler, LLH (Kap. 2.2 und 2.3)  
 Dr. Mirjam Seeliger, LMS Agrarberatung GmbH (Kap. 2.4 und 2.5)

### Kapitel 3

Andreas Pelzer, LWK Nordrhein-Westfalen (Kap. 3.1)  
 Maria Trilling, LWK Nordrhein-Westfalen (Kap. 3.1)  
 Tobias Scholz, LWK Nordrhein-Westfalen (Kap. 3.1)  
 Friederike Gerken-Wiegmann, LWK Niedersachsen (Kap. 3.2, 3.3 und 3.5)  
 Anke Paulsen, LWK Niedersachsen (Kap. 3.2, 3.3 und 3.5)  
 Arnim Treißl, LLH (Kap. 3.4)

### Kapitel 4

Caroline Labonte, LWK Nordrhein-Westfalen

## Bildnachweis

Titelbild: Arnout van Son  
 Abbildung 1, 2: Lisa Fröhlich, LLH  
 Abbildung 3: LLH  
 Abbildung 4: Friederike Kaplan, LLH  
 Abbildung 5, 6, 7, 8: Dr. Mirjam Seeliger, LMS Agrarberatung GmbH  
 Abbildung 9, 10, 11, 12, 15: Andreas Pelzer, LWK Nordrhein-Westfalen

Abbildung 13: Tobias Scholz, LWK Nordrhein-Westfalen  
 Abbildung 14, 19, 20: Landpixel.de  
 Abbildung 16: LWK Niedersachsen/  
 LUFA Nord-West  
 Abbildung 17: Hans-Jügen Wege,  
 LWK Niedersachsen  
 Abbildung 18: Arним Treißl, LLH  
 Abbildung 21, 22: LWK Nordrhein-Westfalen

## Fotos

S. 5, 6, 9: Landpixel.de  
 S. 25: Andreas Pelzer, LWK Nordrhein-Westfalen  
 S. 40: Caroline Labonte, LWK Nordrhein-Westfalen  
 S. 42, 48: BLE  
 S. 45: waeske/iStock via Getty Images  
 S. 62: Zoran Zeremski-stock.adobe.com  
 S. 64; oben links: Minerva Studio-stock.adobe.com, oben rechts: Prapat Aowsakorn/iStock via Getty Images, unten links: kursatunsal/iStock via Getty Images und Lisa-Blue/E+ via Getty Images, unten rechts: Monkey Business-stock.adobe.com

## Gestaltung

Arnout van Son, Alfter

## Druck

Kern GmbH  
 In der Kolling 120  
 66450 Bexbach

Nachdruck und Vervielfältigung – auch auszugsweise – sowie Weitergabe mit Zusätzen, Aufdrucken oder Aufkleben nur mit Zustimmung der BLE gestattet.

Stand: Oktober 2025

Art.-Nr. 0726 | Erstauflage

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an [landwirtschaft@ble.de](mailto:landwirtschaft@ble.de).

© BLE 2025



Art.-Nr. 0726

Das Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL) ist der neutrale und wissensbasierte Informationsdienstleister rund um die Themen Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Imkerei, Garten- und Weinbau – von der Erzeugung bis zur Verarbeitung.

Wir erheben und analysieren Daten und Informationen, bereiten sie für unsere Zielgruppen verständlich auf und kommunizieren sie über eine Vielzahl von Medien.



**BZL**

[www.praxis-agrar.de](http://www.praxis-agrar.de)