

RENEWS KOMPAKT



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN
unendlich-viel-energie.de

AUSGABE 65

November 2023

KLIMASCHUTZ IM PFLANZENBAU

TREIBHAUSGASE IN ACKERBAU UND GRÜNLAND EINSPAREN

Kein anderer Sektor ist so vom Klimawandel betroffen wie die Landwirtschaft. Dürren, Starkregen, Stürme und milde Winter sorgen für Ernteauffälle und bedrohen landwirtschaftliche Betriebe. Sie ist aber auch eine relevante Quelle von Treibhausgasemissionen. Nicht nur bei der Tierhaltung, sondern auch beim Pflanzenbau entstehen klimaschädliche Gase, vor allem durch das Düngen. Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, wie diese reduziert werden können. Ziel ist es, stickstoffhaltige Dünger effizienter einzusetzen und Stickstoffüberschüsse zu reduzieren. Weitere Klimaschutzpotenziale ergeben sich aus der Nutzung des Bodens als Kohlenstoffspeicher sowie aus der Bioenergie. Dieses Hintergrundpapier soll eine Orientierungshilfe sein sowie Hinweise zu geeigneten Stellen geben, wo tiefere Informationen und Hilfestellungen zu finden sind.



Foto: Unsplash/Loren King



AUF EINEN BLICK

- Die größten Treibhausgasemissionen beim Pflanzenbau entstehen durch Stickstoffdünger.
- Ein effizienterer Stickstoffeinsatz kann über verbesserte Ausbringungstechniken sowie über eine optimierte räumliche und zeitliche Düngeplanung erfolgen.
- Stickstoffeffiziente Fruchtfolgen und der Anbau von Kulturen mit geringem Nährstoffbedarf reduzieren den Düngereinsatz.
- Smart oder Precision Farming verbessert die Energie- und Düngeeffizienz.
- Humusaufbau bindet Kohlenstoff langfristig im Boden und macht ihn resistenter gegen die Folgen des Klimawandels.
- Die Güllevergärung in Biogasanlagen und die Ansäuerung der Gärreste reduziert die Treibhausgasemissionen beim Einsatz von Wirtschaftsdüngern.
- Die Agri-Photovoltaik ermöglicht den Anbau von Nutzpflanzen und klimafreundliche Stromerzeugung auf derselben Fläche.

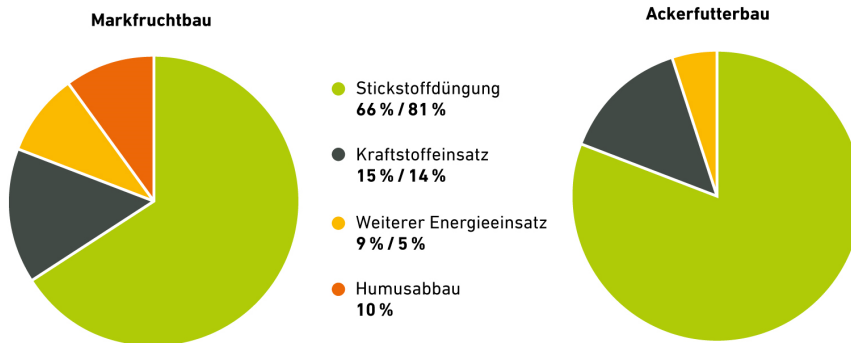
1 HINTERGRUND

Die Landwirtschaft war im [Jahr 2022](#) für 8,3 Prozent der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich. Insgesamt wurden in diesem Sektor 62 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Mio. t CO₂-Äq.) ausgestoßen. Mit 35 Mio. t CO₂-Äq. entfällt der größte Teil auf die Methanemissionen aus der Tierhaltung. Dahinter folgen die Stickstoffemissionen aus dem Pflanzenbau mit 19 Mio. t CO₂-Äq. Das stickstoffhaltige, klimaschädliche Lachgas entsteht hauptsächlich durch den Einsatz von Düngern. Es entweicht entweder direkt aus den gedüngten Böden in die Atmosphäre oder indirekt über den Austrag von Stickstoffverbindungen wie Nitrat und Ammoniak sowie bei der Produktion, beim Transport und bei der Lagerung der Düngemittel. Eine weitere relevante Quelle von Klimagasen ist der Energieverbrauch. Den größten Teil macht hier der Kraftstoffeinsatz zum Betrieb der Landmaschinen aus.

Beim Anbau von Nutzpflanzen kann zwischen Marktfruchtbau und Ackerfutterbau unterschieden werden. Marktfrüchte sind Nahrungsmittel wie Getreide, Gemüse und Obst. Bei den Marktfrüchten sind Dünger für zwei Drittel der THG-Emissionen verantwortlich. Beim Anbau von Futtermitteln für die Nutztierhaltung sind es sogar mehr als 80 Prozent.¹

¹ KTBL 2017: Klimaschutz in der Landwirtschaft.

Quellen von Treibhausgasemissionen im Pflanzenbau



Quelle: KTBL; Stand: 8/2017

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Der größte Hebel beim Klimaschutz im Pflanzenbau liegt also bei der Düngung. Eine effektive Maßnahme ist die Erhöhung der Stickstoffeffizienz. Das bedeutet, dass die landwirtschaftlichen Erzeugnisse mit einem reduzierten Stickstoffeinsatz produziert werden, ohne dass die Erträge sinken. Überschüssiger Stickstoff, der von den Pflanzen nicht aufgenommen werden kann, soll weitestgehend vermieden werden. Der positive Nebeneffekt ist, dass nicht nur die Entstehung der klimaschädlichen Gase sinkt, sondern auch weitere umweltschädliche Wirkungen wie die Nitratbelastung im Grundwasser oder die Eutrophierung der anliegenden Gewässer reduziert werden. Nicht zuletzt können Ausgaben für die Düngemittel eingespart werden.

Neben der Reduzierung der Stickstoffemissionen kann die Landwirtschaft auch als Kohlenstoffsенke zum Klimaschutz beitragen. In den Böden können große Mengen Kohlenstoff langfristig gebunden werden, die so der Atmosphäre dauerhaft CO₂ entziehen. Zentral ist dabei der Humusaufbau. Dieser kann z.B. über eine humusfördernde Fruchtfolge und über organische Dünger erfolgen.

Zu guter Letzt bestehen im Anbau von Pflanzen noch große Potenziale zur Verbesserung der Energieeffizienz und zum Einsatz Erneuerbarer Energien. Es werden derzeit auch „grüne“ Dünger entwickelt. Diese werden mit Erneuerbaren Energien statt mit fossilen Brennstoffen hergestellt. Über die Elektrolyse wird Wasserstoff erzeugt. Der dafür benötigte Strom stammt aus Windenergie, Photovoltaik oder Wasserkraft. Dieser grüne Wasserstoff wird wiederum mit Stickstoff aus der Luft zu Ammoniak, dem Grundstoff für die Düngemittelherstellung, synthetisiert. Da die Flächen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien – und dadurch die Potenziale zur Herstellung von grünem Wasserstoff begrenzt sind – und es zu Nutzungskonkurrenzen zwischen den Sektoren Landwirtschaft, Industrie, Energiewirtschaft, Verkehr und Wärme kommen wird, sollten die Stickstoffdünger dennoch so effizient wie möglich eingesetzt werden.

Die folgenden Abschnitte bieten einen kompakten Überblick über die Handlungsoptionen, Treibhausgasemissionen im Pflanzenbau zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Gerade im Bereich des Stickstoffmanagements haben sich insbesondere durch schärfere Vorschriften zahlreiche Maßnahmen entwickelt, die in der Praxis bereits Anwendung finden. Diese können und sollen hier nicht allumfassend dargestellt werden, es wird jedoch zur Vertiefung jeweils auf praktische Leitfäden und Ratgeber verwiesen.

Jenseits dieser Handlungsoptionen sei zudem betont, dass der Klimaschutz schon bei der ressourceneffizienten Produktion beginnt. Denn je mehr fertige und hochwertige Produkte in Relation zu den eingesetzten Ressourcen wie Energie und Betriebsmitteln auf den Markt gelangen, desto geringer fallen die Emis-



sionen je Menge des Produktes aus. Insofern tragen auch praktische Grundlagen wie die standortangepasste Bewirtschaftung und termingerechtes Arbeiten bereits zum Klimaschutz bei, genauso wie die Vermeidung von Ernte- und Lagerungsverlusten.

2 HANDLUNGSOPTIONEN

Stickstoffmanagement verbessern

Große Teile des Stickstoffs aus organischen und mineralischen Düngern landen nicht in den landwirtschaftlichen Erzeugnissen, sondern entweichen als Lachgas, Ammoniak oder Nitrat in die Atmosphäre oder ins Grundwasser. Laut [Stickstoffbilanz](#) des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft waren es im Jahr 2020 etwa die Hälfte. Der Stickstoffüberschuss betrug im Jahr 2020 rund 80 Kilogramm pro Hektar Landwirtschaftsfläche (kg N/ha).² Es wurden allerdings in den vergangenen Jahren schon deutliche Fortschritte erzielt. Im Jahr 2015 waren es 102 kg N/ha, im Jahr 2000 sogar noch 115 kg N/ha. Die Bundesregierung strebt an, den Überschuss bis zu den Jahren 2028 bis 2032 im Mittel auf 70 kg N/ha zu senken. Wird der Trend der vergangenen Jahre fortgesetzt, ist dieses Ziel erreichbar.

Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, welche die Stickstoffeffizienz erhöhen, d.h. die dafür sorgen, dass möglichst viel Stickstoff aus dem Dünger auch wirklich in Obst, Gemüse, Getreide oder Futtermitteln landet. Der Stickstoffeinsatz sollte sich mehr am Bedarf der Pflanzen ausrichten und Stickstoffverluste entlang der gesamten Prozesskette sollten vermieden werden. Die Stickstoffeffizienz kann über eine Stickstoffbilanz ermittelt werden. Dabei werden Stickstoffeinträge und -austräge gegengerechnet. Diese Stoffstrombilanz ist für landwirtschaftliche Betriebe seit 2023 verpflichtend.³

Wirtschaftsdünger unverzüglich einarbeiten

Die Düngeverordnung schreibt vor, dass stickstoffreiche organische und organisch-mineralische Dünger (z. B. Gülle, Gärreste, Geflügelmist) innerhalb von vier Stunden in den Boden eingearbeitet werden müssen, ab 2025 sogar innerhalb einer Stunde. Je schneller die Einarbeitung stattfindet, desto weniger Stickstoffverbindungen geraten in die Atmosphäre. Am besten erfolgt Ausbringung und Einarbeitung der Dünger in einem Arbeitsgang. So können 70 bis 80 Prozent der Ammoniakemissionen vermieden werden.

- **Literaturtip:** [Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung \(BLE\): Effizient düngen. Anwendungsbeispiele zur Düngeverordnung, 2018.](#)

² Wobei es regional starke Unterschiede gibt. In Regionen mit hohem Viehbesatz, in denen hohe Mengen Wirtschaftsdünger ausgebracht werden, ist der Überschuss höher als Gegenden mit weniger Tieren.

³ Für kleine Betriebe gilt eine Bagatellgrenze. Sie sind von der Pflicht ausgenommen.



Foto: Holger Fechner. Gülleausbringung mit Scheibeninjektor

Wirtschaftsdünger streifenförmig auf- und einbringen

Flüssige Wirtschaftsdünger werden idealerweise streifenförmig auf- oder eingebracht, z.B. mit dem Schleppschauch, Schleppschuh oder Scheibenschlitzgerät. Mit Schleppschauchverteilern sinken die Ammoniakemissionen auf Ackerland um 30 bis 50 Prozent, auf Grünland um 10 bis 30 Prozent. Mit dem Schleppschuhverteiler können Einsparungen von 40 bis 60 Prozent und mit dem Scheibenschlitzgerät von 60 bis 80 Prozent erzielt werden.

Die streifenförmige Aufbringung ist für Ackerland seit 2020 und soll laut der neuen Düngeverordnung ab 2025 auch für Grünland Pflicht werden. Gegen Letztere gibt es allerdings noch Einwände seitens vieler Landwirte. Denn die bodennahe Gülleausbringung könne neben den Vorteilen für Umwelt und Klima auch Nachteile mit sich bringen. So könnten Güllereste („Güllewürste“) ins Tierfutter gelangen und dieses verunreinigen. Es gibt jedoch zahlreiche Feldversuche und Praxiserfahrungen, bei denen die streifenförmige Technik keine negativen Auswirkungen auf die Futterqualität mit sich brachte. Die Frage, welche Technik zu welchem Betrieb passt, kann allerdings pauschal nicht beantwortet werden, sondern muss jeweils individuell an die Gegebenheiten vor Ort angepasst werden.

- Literaturtipp: Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft untersucht die Auswirkungen verschiedener Ausbringungstechniken und gibt [Empfehlungen für den Erhalt der Qualität und Hygiene im Futter](#).
- Das [DLG-Merkblatt 471](#) gibt Tipps für eine hohe Futterqualität bei der Gülleausbringung im Grünland.
- [Videosammlung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft](#) zur emissionsarmen Gülleausbringung.



Foto: Unsplash/Hannah Brown. Sämaschine mit Unterfußdüngung

Unterfußdüngung

Bei der Unterfußdüngung erfolgen Bodenbearbeitung, Aussaat und Düngung gleichzeitig. Sie kommt heute überwiegend bei Mais zum Einsatz, aber auch bei anderen Getreidesorten sowie bei Kartoffeln oder Raps wird die Methode mancherorts angewendet. Dabei wird der Dünger, z.B. Gülle, gleichzeitig mit der Aussaat ca. 5 cm unterhalb der Saat in den Boden eingearbeitet. Diese Technik der Düngerausbringung senkt den Stickstoffverlust und reduziert so die Entstehung von Treibhausgasemissionen. Außerdem steigert sie den Ertrag (siehe Foto).

- Literatortipp: [Bauernblatt vom 27. März 2021: Unterfußdüngung zum Mais. Deutlich weniger Aufwandmenge bei gleichem Ertrag. Wie geht das?](#)

Nährstoffgehalte organischer Dünger präzise ermitteln

Organische Dünger können mithilfe technischer Geräte präzise auf ihren Nährstoffgehalt untersucht werden. Mit dieser Methode kann effizienter und bedarfsorientierter gedüngt werden. Es gibt Schnellmethoden wie Ammonium N-Meter, Hydrometer oder Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS). Mit der NIRS-Technologie können sogar unterschiedliche Nährstoffzusammensetzungen im Güllefass erkannt werden. So kann die Güllemenge bei der Ausbringung je nach N-Konzentration angepasst werden.

- Literatortipp: [DLG kompakt Nr. 8/2019: Nährstoffgehalte in Gülle online mit Sensoren bestimmen.](#)

Mineraldünger optimal verteilen

Bei Mineraldüngern ist aufgrund der hohen Nährstoffkonzentration eine zielgenaue Düngerverteilung besonders wichtig. Die Düngemittel haben eine definierte Korngröße, -dichte und -härte. Für ein gleichmäßiges Streubild des Düngers ist es wichtig, dass diese Körnereigenschaften bekannt sind. Die Körnergrößen sollten im Streugut konstant verteilt sein, damit die Wurfweite immer gleichbleibt. Auch die Körnerdichte muss bestimmt werden, denn Körner mit hoher Dichte fliegen weiter als Körner mit geringer Dichte. Ebenso ist die Körnerhärte von Bedeutung. Sind die Körner nicht hart genug, können sie zerbrechen oder sich sogar in Staub auflösen. Ein qualitativ hochwertiger Dünger hat einen geringen Staubanteil, ist hart und trocken



und besitzt keine einheitliche Korngröße, sondern eine ausgewogene Körnergrößenverteilung. Zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaften des Düngers bieten einige Düngerstreuerhersteller Schüttelboxen und Kornhärte tester an. Diese ermöglichen so ebenfalls ein bedarfsgerechtes Düngen und reduzieren dadurch die Stickstoffüberschüsse.

- Literaturtipp: Weitere Informationen zum effizienten Einsatz Mineraldüngerstreuern bietet das [DLG-Merkblatt 445](#).

Teilflächenspezifische Düngung

Die Anbauerträge von Flächen variieren oft sehr kleinräumig. So kann es innerhalb eines Schlags große Unterschiede geben. Mithilfe GPS-gestützter Systeme und Stickstoffsensoren kann die Düngerausbringung genau an den Bedarf angepasst gesteuert werden. Im sogenannten Precision Farming werden die Düngemittel kleinräumig bedarfsoptimiert ausgebracht. So wird der Nährstoffbedarf von Pflanzen präzise gedeckt.

- Literaturtipp: Das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderte [Forschungsprojekt Diabek](#) der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf erforscht die teilflächenspezifische Bewirtschaftung im Ackerbau.

Stickstoffstabilisatoren bei Gülle und Mineraldünger

Stickstoffstabilisatoren (auch Nitrifikationshemmer genannt) erhöhen die Stickstoffeffizienz von Gülle. Sie verlangsamen die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat. Dadurch verbleibt der Stickstoff länger im Wurzelbereich und die Pflanzen können diesen besser aufnehmen. Dies führt zu höheren Erträgen. Außerdem sinkt der Nitratreintrag in die Gewässer und es entsteht weniger klimaschädliches Lachgas.

Literaturtipps:

- Pflanzenbau aktuell Nr. 2/2017: [Stickstoff-Stabilisatoren für den Einsatz in Gülle und Gärsubstraten](#).
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: [Fachinformationen Landwirtschaft. Zum Einsatz von Nitrifikationshemmern](#).

Ansäuerung von Gülle und Gärresten

Eine vergleichsweise kostengünstige Methode zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz ist die Ansäuerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern. Die Gülleansäuerung kann im Stall, im Gülle- oder Gärrestelager sowie bei der Feldausbringung erfolgen. Während der Ausbringung ist sie am einfachsten umsetzbar und mit den geringsten Investitionen verbunden. Die Ansäuerung erfolgt mithilfe von Schwefelsäure, das als Abfallprodukt in der Industrieproduktion anfällt. Das Verfahren kann mit der Schleppschlauch- und Schlitztechnik kombiniert werden. Durch die Absenkung des pH-Werts wird der Übergang von pflanzenverfügbarem Ammonium zum flüchtigen Ammoniak stark vermindert. Laut dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) können die Ammoniakemissionen durch dieses Verfahren bei Rindergülle um 55 Prozent und bei Schweinegülle um 65 Prozent verringert werden.

- Mehr Informationen mit Links zu Forschungsprojekten und Videos gibt es beim [Bundesinformationszentrum Landwirtschaft](#).

Düngungszeitpunkt an die Entwicklung im Bestand anpassen

Die Düngung sollte zeitlich und mengenmäßig optimal auf den Bedarf der Pflanze abgestimmt werden. Dafür muss mehrmals im Vegetationsverlauf der aktuelle Stickstoffbedarf der Pflanzen ermittelt werden. Dafür gibt es Hilfsmittel wie Düngefenster, Pflanzenanalysen, Schnelltests oder Prognoseprogramme.

- Literaturtipp: [agrarheute vom 13. März 2021: So legen Sie Düngefenster richtig an.](#)

Stickstoffeffiziente Fruchtfolgen mit Leguminosen



Foto: Verein Faire Biogetreide Vermarktung. Zwischenfruchtanbau mit Leguminosen

Leguminosen wie Ackerbohnen, Lupinen, Wicken oder Klee binden als Zwischenfrucht Stickstoff aus der Luft in ihren Wurzeln und benötigen deshalb kaum Dünger. Der Stickstoff verbleibt im Boden und ist für die kommende Hauptfrucht verfügbar. Dadurch sinkt beim Anbau von starkzehrenden Pflanzen wie Mais, Weizen oder Kartoffeln der Bedarf an mineralischen oder organischen Stickstoffdüngern. Deshalb sollten sie Teil der Fruchtfolge sein.

Enthält der Boden bereits zu viel Stickstoff und ist übersättigt, können die N-Überschüsse durch Zwischenfrüchte wie Senf oder Sommerraps absorbiert werden. Diese verhindern eine Auswaschung des Stickstoffs und können später als Gründüngung eingearbeitet werden.

Literaturtipps:

- Thünen Institut: [Ratgeber. Optimaler Anbau von Körnerleguminosen.](#)
- Auf der Internetseite der [BLE](#) oder unter www.legunet.de sind zahlreiche Links zu Netzwerken und Demonstrationsvorhaben bezüglich des Leguminosenanbaus zu finden.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: [Ackerbohne, Erbse & Co. Die Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung des Leguminosenanbaus in Deutschland.](#)

Anbau von Kulturen mit geringem Stickstoffbedarf

Urgetreidesorten wie Dinkel, Emmer oder Einkorn, die bereits seit Jahrtausenden angebaut werden, finden sich bisher vor allem im Bio-Landbau oder in Gegenden mit schwierigen Klima- und Bodenbedingungen (z.B. in Mittelgebirgen). Doch sie sind generell interessant für die Landwirtschaft, da sie relativ anspruchslos und widerstandsfähig sind. Emmer und Einkorn kommen mit wenig Niederschlag und mageren Böden zurecht. Sie können als Winter- und als Sommergetreide angebaut werden. Als Vorfrüchte eignen sich z.B. Mais, Raps oder Hafer. Da der Stickstoffbedarf gering ist, sollten Wirtschaftsdünger nur ausgebracht werden, wenn der Boden sehr stickstoffarm ist. Auch Roggen wächst gut auf kargen Böden.



Foto: Unsplash/Ilona Frey. Urgetreidesorte Emmer

Humuserhalt und -aufbau

Humusreiche Böden bieten viele Vorteile: Sie sind fruchtbarer als humusarme, können mehr Wasser speichern und schützen so vor Trockenheit, Erosion und Überschwemmungen. Außerdem sind sie bedeutende Kohlenstoffspeicher. Ein hoher Humusgehalt im Ackerboden verspricht also eine höhere Ertragssicherheit und Klimaschutz gleichzeitig. Er kann durch gezielte Bewirtschaftungsmaßnahmen erhöht werden. Humusmehrende Kulturen wie Feldfutter, Körnerleguminosen und Untersaaten sollten Teil der Fruchtfolge sein. Erntereste und Nebenprodukte sollten möglichst nicht abgefahren, sondern in die Böden eingearbeitet werden. Organische Dünger wie Komposte, Gärrückstände, Stalldung und Mist haben eine bessere Humuswirkung als Gülle, Stroh und Gründünger.

Eine relativ neue Methode ist die Einarbeitung von Biokohle in den Boden. Der darin gebundene Kohlenstoff verweilt mehr als 100 Jahre in der Erde. Wichtig dabei ist, dass diese Maßnahmen kontinuierlich weitergeführt werden, um den Humusgehalt auf höherem Niveau zu stabilisieren. Werden diese Maßnahmen dagegen eingestellt, baut sich der Humus wieder ab und der darin gebundene Kohlenstoff wird wieder an die Umwelt abgegeben.

Energieeffizienz und Erneuerbare Energien

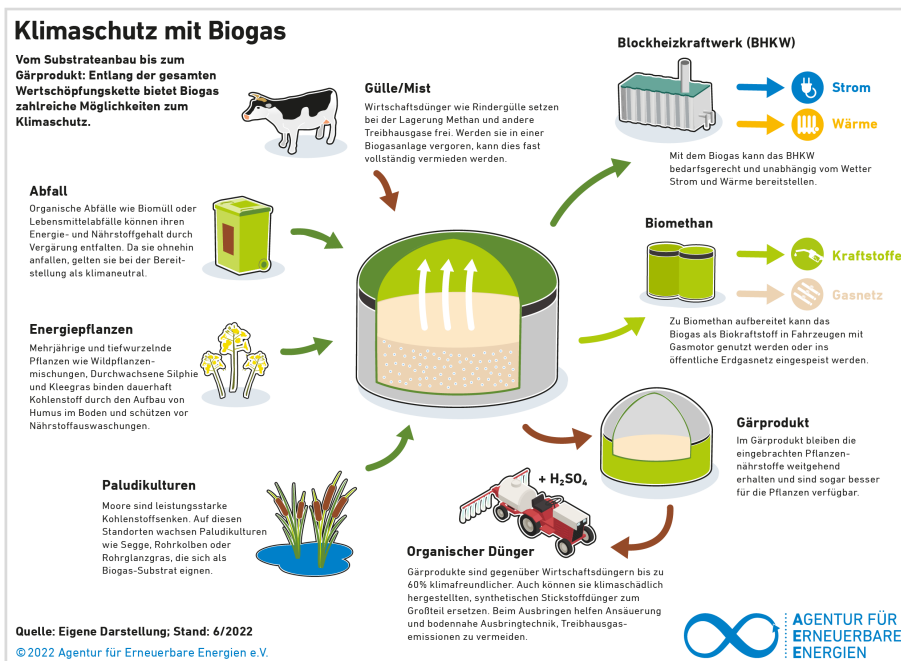
Wie in allen Sektoren werden auch in der Landwirtschaft durch den Energieverbrauch Klimagase ausgestoßen, z.B. durch den Kraftstoffeinsatz, die Heizenergie oder bei der Kühlung. Der Anteil der energiebedingten Emissionen am THG-Ausstoß im Pflanzenbau ist zwar relativ gering, die Maßnahmen versprechen auf der anderen Seite einen doppelten Nutzen. So werden nicht nur Emissionen, sondern auch Kosten gespart.

Um Kraftstoffe einzusparen, ist eine regelmäßige Wartung und Einstellung der Landmaschinen wichtig. Während des Betriebs helfen optimierte Schleppermasse und Zugpunkte, Reifendruck, aber auch Fahrverhalten wie Geschwindigkeit und Gangwahl, den Kraftstoffverbrauch zu senken. Zudem mindert der Einsatz von Biokraftstoffen wie Biodiesel und Pflanzenöl die klimaschädlichen Emissionen.

- Mehr Informationen zu alternativen Antrieben und Kraftstoffen sind zu finden unter [KTBL: Alternative Antriebssystem für Landmaschinen](#) sowie auf der Plattform www.erneuerbar-tanken.de

Außerdem kann der Einsatz intelligenter Technik zu Effizienzverbesserungen führen. Daten zum Wetter, zum Nährstoffgehalt der Böden und zum Zustand der Pflanzen werden gesammelt und ausgewertet. Bilder aus der Luft ermöglichen ein Monitoring der Blattfärbung, wonach der Düngebedarf ermittelt werden kann. Auch selbststeuernde Fahrzeuge sowie miteinander kommunizierende Maschinen und Drohnen sind mittlerweile weit verbreitet. Diese Innovationen werden Smart Farming oder Precision Farming genannt. Dadurch lassen sich die Erträge unter optimiertem Energie- und Düngemittleinsatz erzielen, was neben der Einsparung von Treibhausgasen auch die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe steigert.

Landwirtschaftliche Betriebe bringen auch beste Voraussetzungen mit, Erneuerbare Energien zu erzeugen. Sie investieren überdurchschnittlich viel in Erneuerbare Energien. Während die Bruttowertschöpfung der Landwirtschaft in Deutschland weniger als ein Prozent am Bruttoinlandsprodukt ausmacht, gehören den Bäuerinnen und Bauern in Deutschland gut **zehn Prozent** der installierten Leistung an Windenergie, Photovoltaik und Biomasse. Die Bioenergie trägt auf mehreren Wegen zum Klimaschutz bei. Nicht nur verdrängt sie Kohle, Öl und Erdgas aus dem Energiemix, durch die Güllevergärung in Biogasanlagen werden zudem zwischen 20 und 60 Prozent der Methanemissionen eingespart, die bei der Lagerung, dem Transport und bei der Ausbringung der Gülle entstehen. Die vergorenen Wirtschaftsdünger sind zudem sehr nährstoffreich und können klimaschädliche mineralische Dünger teilweise ersetzen.



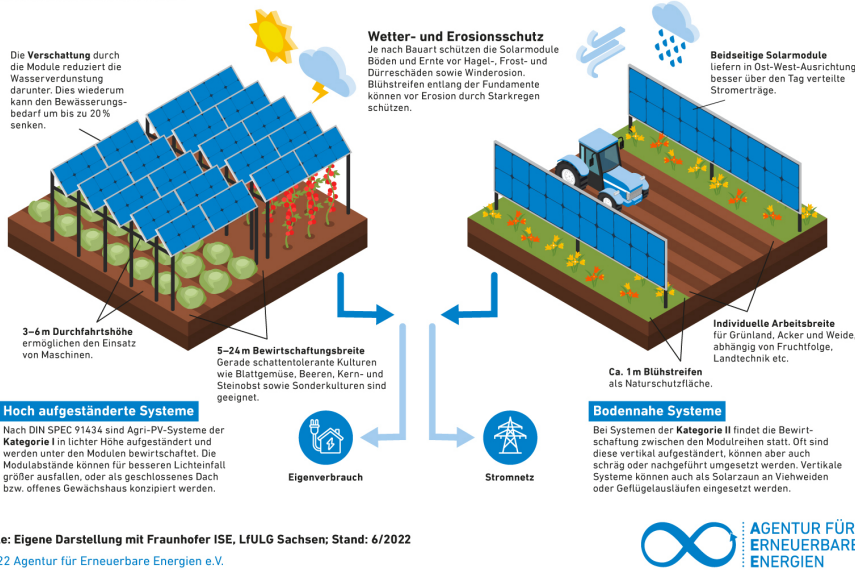
→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)

Die Agri-Photovoltaik ermöglicht Pflanzenbau und klimafreundliche Stromproduktion auf derselben Fläche. So werden die Flächen effizienter genutzt, während die Solarmodule positiven Einfluss auf Ertragssicherheit, Mikroklima und Erosionsschutz haben können. Die Solarmodule bieten den angebauten Kulturen Schutz vor Hitze, Hagel und Starkregen. Agri-Photovoltaik kann in grundsätzlich zwei verschiedenen Formen umgesetzt werden: hoch aufgeständerte und bodennahe Systeme. Die Stromproduktion aus Agri-PV wird durch das Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) gefördert.



Agri-Photovoltaik

Die Agri-Photovoltaik (kurz: Agri-PV) kombiniert die Bereitstellung von Solarstrom und landwirtschaftlichen Erzeugnissen auf gemeinsamer Fläche. So werden die Flächen effizienter genutzt, während die Solarmodule positiven Einfluss auf Ertragsicherheit, Mikroklima und Erosionsschutz haben können.



→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)

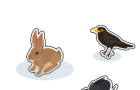
In **Agroforstsystemen** werden Energieholz mit Ackerbau auf einer Fläche kombiniert. Die Pflanzen profitieren von positiven Wechselwirkungen für das Mikroklima. Die tiefdringenden Wurzeln stabilisieren den Wasserhaushalt, befördern Nährstoffe aus dem Boden an die Oberfläche, vermindern den Nährstoffaustrag und die Gehölze schützen den Boden vor Erosion und Degradation. Außerdem speichert der Boden unter den Gehölzen durch den Humusaufbau Kohlenstoff.

Energieholz im Agroforstsystem

In Agroforstsystemen werden Gehölze mit Ackerbau oder Tierhaltung auf einer Fläche kombiniert, um so von positiven Wechselwirkungen zu profitieren. Der Anbau von Energieholz als Agroforstsystem verbindet Biodiversität, Klimaschutz sowie Klimawandelanpassung mit produktiver Landwirtschaft und regionaler Energieversorgung.

Lebensraum

Die Gehölzstreifen und ihre Saumbereiche bieten Lebensraum für Insekten, Vögel und Kleintiere. Als Korridore können sie zudem Biotope miteinander verbinden und so zum Artenschutz beitragen.



Blühstreifen

Blühstreifen an den Saumbereichen der Gehölze bereichern die Strukturvielfalt der Landschaft zusätzlich, insbesondere für Bestäuber und andere Nützlinge.



Kohlenstoffspeicher und Bodenschutz

Der Boden unter den Gehölzen speichert Kohlenstoff in den Wurzeln durch Humusaufbau. Die Gehölzstreifen beheimaten besonders viele Bodenlebewesen wie Regenwürmer und schützen vor Bodenerosion, Nährstoffauswaschung und Überschwemmungen.

Mikroklima und Erosionsschutz

Die Gehölzstreifen sorgen für Teil Schatten und weniger Wind in Bodennähe. Dies verbessert das Mikroklima u.A. durch Taubildung und schützt vor Winderosion.



Gehölzstreifen

Schnellwachsende Gehölze wie Pappeln, Weiden oder Erlen werden in dichten Streifen von ca. 6-25 m Breite angepflanzt.

Hackschnitzel

Alle 3-12 Jahre wird das Holz geerntet und zu Hackschnitzeln verarbeitet. Dies ergibt je nach Holzart etwa 7-15 t Trockenmasse je Hektar Gehölzfläche.

Holzheizwerk

Die Hackschnitzel können in Holzheizwerken oder entsprechenden Anlagen genutzt werden, um Heiz- oder Prozesswärme bereitzustellen.

Wärme

So werden etwa 30-60.000 Kilowattstunden Wärme je Hektar erzeugt.

Ca. 20-100 m Gehölzstreifenabstand z.B. für:
- Ackerbau
- Weide
- Grünland
- Geflügelauslauf (bei 7-8m Abstand)

Quelle: Eigene Darstellung nach DeFAF, BTU, LWF, Nabu, Lignovis; Stand: 2/2022
© 2022 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)



Literaturtipps:

- [BMEL: Agri-Photovoltaik.](#)
- [Bundesinformationszentrum Landwirtschaft: Energieeffizienz in der Landwirtschaft.](#)
- [Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: Agroforst.](#)
- [Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen: Energieeffizienz in der Landwirtschaft. Leitfaden für die Praxis, 2018.](#)
- [Technologie- und Förderzentrum \(TFZ\): Agri-PV.](#)

IMPRESSUM

Agentur für Erneuerbare Energien e.V.
EUREF Campus 16
10829 Berlin

Tel.: 030 200535 30
Fax: 030 200535 51

Autor
Magnus Doms

V.i.S.d.P.
Dr. Robert Brandt
November 2023

Weitere Informationen
www.unendlich-viel-energie.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages