

RENEWS KOMPAKT



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN
unendlich-viel-energie.de

AUSGABE 68

Dezember 2023

BIOENERGIE: KLIMASCHUTZ HOCH ZWEI

WIE VORKETTEN UND KOPPELPRODUKTE VON BIOGENEN ENERGIETRÄGERN DEN KLIMASCHUTZ IN DER LANDWIRTSCHAFT VORANBRINGEN KÖNNEN.

Bioenergie leistet einen großen Beitrag am Klimaschutz in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität. Dort ersetzen Biogas, Holz & Co. fossile Energieträger und vermeiden so Treibhausgasemissionen von zusammen fast 279 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Doch die Bioenergie-Wertschöpfungskette kann auch entlang der Vorketten und mit Nebenprodukten zum Klimaschutz beitragen. Ein Überblick über die Optionen und ihre Wirkungsweisen.



AUF EINEN BLICK

- Bioenergie gehört zu den größten Klimaschützern unter den Erneuerbaren Energien.
- Meist ist die Bioenergie-Wertschöpfungskette eng mit land- und forstwirtschaftlichen Produktionsprozessen verwoben. Dort existieren Optionen, bereits bei der Gewinnung der Bioenergieträger sowie mit Neben- und Koppelprodukten zum Klimaschutz beizutragen.
- Für Biogas ermöglichen vielfältige Substrate und Gärprodukte Klimaschutz entlang der gesamten Wertschöpfungskette.
- Holzenergie trägt zum aktiven Waldumbau bei und hilft so, die Funktion des Waldes als Kohlenstoffsenke zu maximieren. In Kaskadennutzung wird die Ressourcennutzung optimiert. Holzgas sorgt in Verbindung mit Biokohle für dauerhafte Kohlenstoffspeicherung im Boden.

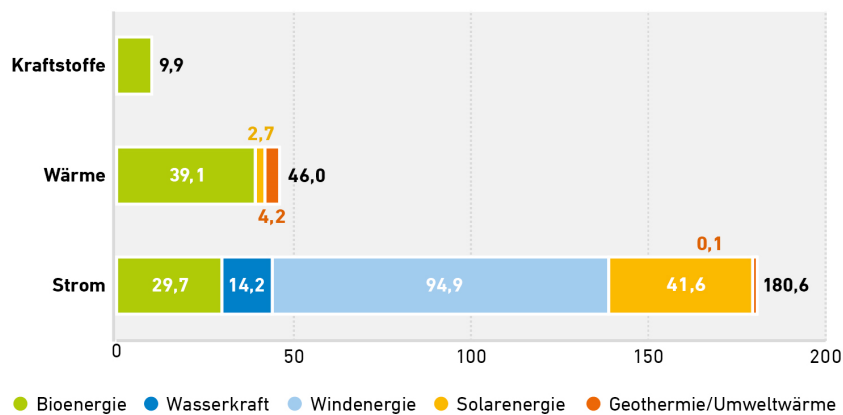
1 EINLEITUNG

Die Bioenergie leistet Klimaschutz in zweifacher Hinsicht. Zum einen halfen im Jahr 2022 Strom, Wärme und Kraftstoffe aus Biomasse in Deutschland, fast 79 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente an Treibhausgasen (THG) aus fossilen Quellen einzusparen. Dieser Beitrag ist größer als jede andere Quelle Erneuerbarer Energie. Gerade im Wärme- und im Stromsektor lieferte die Bioenergie den Löwenanteil.

Vermiedene Treibhausgas-Emissionen durch Nutzung Erneuerbarer Energien in Deutschland 2022

Im Jahr 2022 ersparten Erneuerbare Energien der Atmosphäre 237 Mio. t CO₂-Äq.

in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten



Quelle: AGEE-Stat; Stand: 9/2023

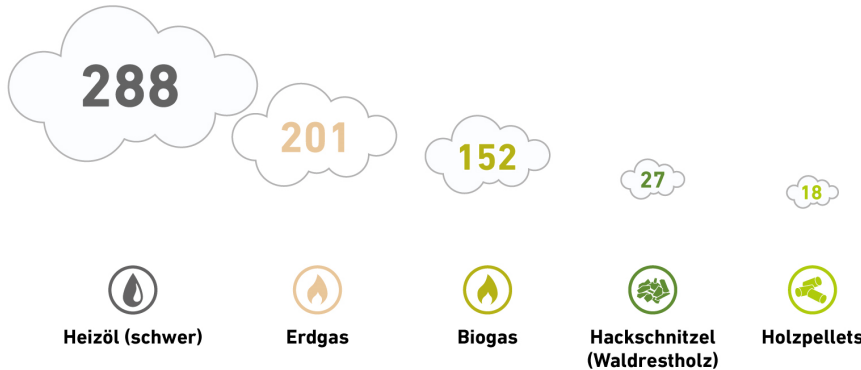
© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Bei der Verbrennung Biogener Energieträger wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie die Pflanzen während ihres Wachstums aufgenommen haben. Zwar schlagen für Anbau, Ernte und Verarbeitung der Biomasse sowie dem Transport der Energieträger Emissionen zu Buche, aber dennoch ist die Biomasse gegenüber fossilen Energieträgern deutlich klimaschonender.

Vergleich der Emissionsfaktoren von fossilen und biogenen Energieträgern

Menge an Treibhausgasen, die bei der Bereitstellung und Nutzung eines Energieträgers freigesetzt wird

Gramm CO₂-Äquivalente pro Kilowattstunde Primärenergie (g CO₂ Äq./kWh)



Quellen: BAFA, UBA; Stand: 5/2023

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN

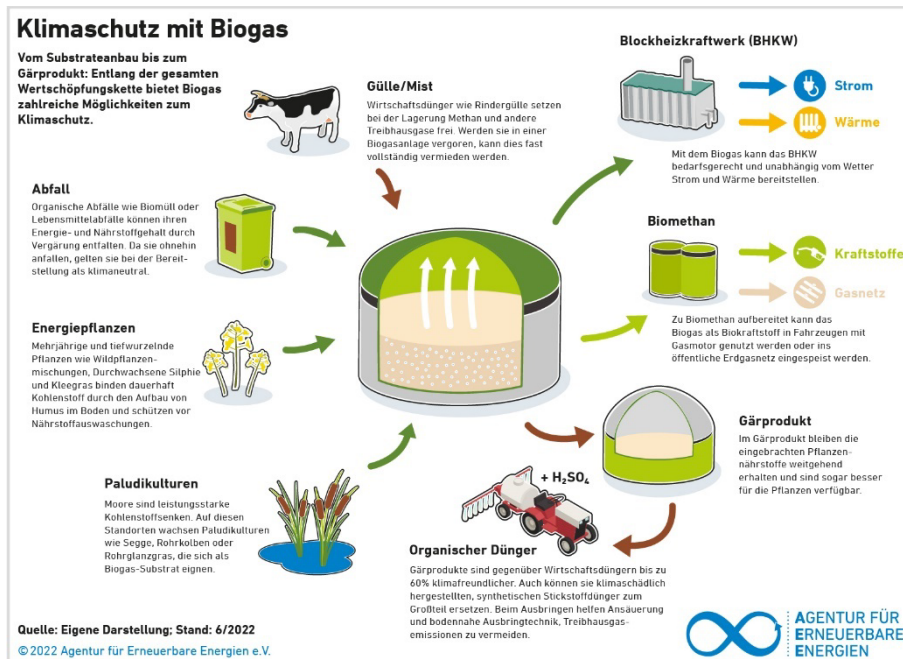
Jenseits dieser Klimaschutzwirkung durch den Ersatz fossiler Energieträger, kann Bioenergie weitere positive Effekte für Klima und Umwelt entfalten. Denn schon bei der Bereitstellung der Biomasse, also beim Anbau und der Verarbeitung, aber auch durch Neben- und Koppelprodukte dieser Verarbeitungsketten kann ein Beitrag zum Klimaschutz in der Landwirtschaft geleistet werden.

Dieses Hintergrundpapier bietet einen Überblick über die landwirtschaftlichen Praktiken, die in Verbindung mit Bioenergie den Klimaschutz in der Landwirtschaft voranbringen: Was können Landwirte tun, um die Bioenergie noch klimafreundlicher zu gestalten?

2 BIOGAS

Biogas ist das vielseitige Multitalent unter den Erneuerbaren Energien. Das durch die anaerobe Vergärung organischer Substanz gewonnene Gas lässt sich zur Erzeugung von Strom und Wärme nutzen, oder aber – zu Biomethan aufbereitet – als Biokraftstoff tanken oder ins Erdgasnetz einspeisen.

Im künftigen Stromversorgungssystem Deutschlands wird Biogas aufgrund seiner Flexibilität eine wichtige Rolle einnehmen. Schon heute springen Biogasanlagen in Zeiten ein, wenn das Angebot an Solar- und Windstrom zurückgeht. Die bei der Biogasverstromung anfallende Wärme bildet vielerorts das Rückgrat klimafreundlicher Nahwärmenetze, gerade im ländlichen Raum. So bildet Biogas eine unverzichtbare Stütze für die klimaneutrale Energieversorgung der Zukunft. Zudem kann Biogas genutzt werden, um Wasserstoff in Methan umzuwandeln, oder per Dampfreformation direkt Wasserstoff zu erzeugen.



→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)

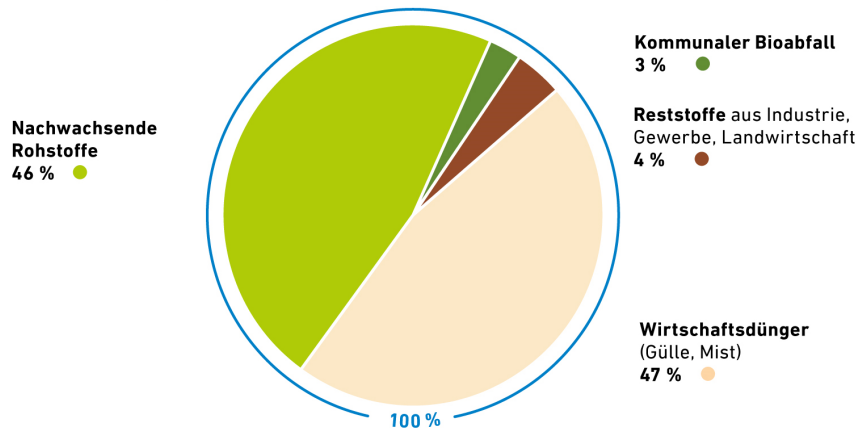
Da Biogas in der Regel eng mit den Produktionsprozessen der sie umgebenden Landwirtschaft verweben ist, ergeben sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette zahlreiche Ansatzpunkte, um jenseits der bloßen Energie zum Klimaschutz beizutragen.

VERSTÄRKTER EINSATZ VON WIRTSCHAFTSDÜNGER

Der zentrale Hebel, die Energiebereitstellung durch Biogas noch klimafreundlicher zu gestalten, ist die verstärkte Nutzung von Wirtschaftsdünger als Ausgangsstoff. Wirtschaftsdünger sind eine bedeutende THG-Quelle in der Landwirtschaft. Methan und Lachgas aus dem Wirtschaftsdüngermanagement machen rund 16 Prozent aller landwirtschaftlichen THG-Emissionen in Deutschland aus. Effektiv verringern lässt sich die Freisetzung von THG aus Wirtschaftsdüngerlagern nur durch die Vergärung mit gasdichter Lagerung der Gärreste.

Anteile verschiedener Einsatzstoffe für die Biogas-Produktion in Deutschland 2022

In landwirtschaftlichen Biogasanlagen kamen, bezogen auf die Masse der Einsatzstoffe, überwiegend Wirtschaftsdünger und nachwachsende Rohstoffe wie Mais oder die Durchwachsene Silphie zum Einsatz.



Quelle: FNR/DBFZ; Stand: 12/2023

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Massebezogen machen Wirtschaftsdünger knapp die Hälfte der in Deutschland eingesetzten Biogas-Substrate aus. Das entspricht allerdings nur etwa einem Viertel der insgesamt anfallenden Wirtschaftsdünger. Im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2023 hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, die energetische Verwertung bis 2030 zu verdreifachen. Daher fördert sie Investitionen zur Vergärung von Wirtschaftsdüngern.

- Mehr Informationen zur Investitionsförderung unter: <https://wirtschaftsduenger.fnr.de>.

Da gerade die Güllevergärung wirtschaftlich im Vergleich nachteilig ist, werden **Hochlastfermenter erprobt**, die die flüssige Phase der Gülle effizienter vergären und so die Gasausbeute insgesamt erhöhen. Unabhängig von Vergärungsprozess bleiben die Nährstoffe im Gärsubstrat weitgehend erhalten, sodass das Gärprodukt eine hohe Düngewirkung aufweist und so treibhausgasintensiven Mineraldünger teilweise ersetzen kann. In Regionen mit Gülleüberschuss kann die Transportwürdigkeit des Gärproduktes durch Separation, Trocknung oder sonstige Aufbereitung erhöht werden und erlaubt die Vermarktung innerhalb und außerhalb der Landwirtschaft.

Literaturtipps:

- FNR/Fachverband Biogas: [Düngen mit Gärprodukten](#).

ALTERNATIVE ENERGIEPFLANZEN

Neben Wirtschaftsdüngern sind Energiepflanzen die zentralen Einsatzstoffe für die Biogas-Produktion. Hier hat bisher Maissilage dominiert. Aufgrund der Energiedichte und der Synergien zum Ackerfutterbau, einst aber auch dank der expliziten Förderung per Nawaro-Bonus im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG). Dies hat die Maisvergärung wirtschaftlich sehr attraktiv gemacht. Aufgrund von Kritik bezüglich der Nachhaltigkeit wurde im EEG 2021 ein sogenannter Maisdeckel eingeführt, der den Anteil von Mais in Biogasanlagen nach und nach absenkt auf 35 Prozent in 2024/25 sowie 30 Prozent in 2026-2028. Daher rücken nun alternative Energiepflanzen in den Vordergrund, deren Anbau Synergien mit Klimaschutz und weiteren Nachhaltigkeitsthemen der Landwirtschaft hebt.

Insbesondere **Dauerkulturen** wie die Durchwachsene Silphie, Riesenweizengras, Miscanthus (Chinaschilf) oder auch Wildpflanzenmischungen sorgen durch die dauerhafte Bodenbedeckung und Wurzelwachstum



für den Aufbau kohlenstoffreichen Humus im Boden sowie Erosionsschutz und beugt der Nährstoffauswaschung vor. Im Fall der Durchwachsenen Silphie sind Humusaufbauleistungen von bis zu 5 Tonnen pro Hektar und Jahr bekannt.

Literaturtipp:

- TFZ Bayern: [Bioenergie-Dauerkulturen. Auswahl ökologischer Alternativen.](#)

Besonders im Ökolandbau verbreitete **Leguminosen** wie Klee gras, Ackerbohnen oder Lupinen binden Stickstoff aus der Luft an ihren Wurzelknöllchen. Als Zwischenfrucht nach einer stickstoffzehrenden Kultur helfen sie, den N-Vorrat im Boden für die Folgefrucht anzureichern, was den Bedarf an zusätzlichen Stickstoffdünger minimiert. Während die stickstoffreichen Wurzeln im Boden verbleiben, eignet sich der Aufwuchs als Biogas-Substrat.

Literaturtipp:

- FNR: [Körnerleguminosen im Nawaro-Anbau.](#)

Bislang kaum erschlossen sind **Paludikulturen** wie Rohrglanzgras und Rohrkolben als Biogas-Substrat. Diese Pflanzen werden auf wiedervernässten Moorflächen angebaut. So bleibt die Funktion der Moore als Kohlenstoffspeicher erhalten, während auch eine gewisse Wertschöpfung auf den Flächen möglich ist.

Literaturtipp:

- Greenpeace Energy: [Biogas aus Paludikulturen. Produktionsweg, Hintergründe, Klimaschutzwirkung.](#)

REST- UND ABFALLSTOFFE

Da landwirtschaftliche Anbauflächen insgesamt begrenzt sind, kann auch der Energiepflanzenanbau nicht unbegrenzt wachsen. Zudem zeichnen sich nicht nur Zielkonflikte mit dem Lebensmittelanbau, sondern möglicherweise auch mit der stofflichen Nutzung von Biomasse ab. In [den Eckpunkten zur nationalen Biomassestrategie](#) der Bundesregierung ist daher als Leitprinzip vermerkt, dass Biomasse „wo immer dies technisch und wirtschaftlich möglich ist“ zunächst stofflich genutzt werden soll, bevor sie am Ende der Nutzungskaskade in die energetische Nutzung geht.

Zwar räumt das Papier sehr wohl ein, dass die energetische Biomassenutzung weiterhin für die Energiewende benötigt wird, dennoch sind für die Zukunft verstärkte Anreize zu erwarten, Rest- und Abfallstoffe in Biogasanlagen zu vergären. In Bezug auf die Treibhausgasbilanz werden diese Einsatzstoffe gemäß RED II als klimaneutral bewertet. Dies gilt neben dem oben dargestellten Wirtschaftsdünger für landwirtschaftliche Reststoffe und Koppelprodukte wie Stroh, Blatt und Kraut oder Mist bzw. auch organische Abfälle aus Haushalten oder der Lebensmittelverarbeitung.

Literaturtipps:

- TH Ingolstadt/ATB Potsdam/C.A.R.M.E.N: [Leitfaden Zukunftskonzept Koppelprodukte: Biogasproduktion aus Stroh, Mist und Co. Faserhaltige Substrate richtig einsetzen.](#)
- Fachverband Biogas: [Biogas aus Bioabfall.](#)

WEITERE HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN

Jenseits der Wahl der Einsatzstoffe tragen bei Biogas stets auch Fragen der Anlagentechnik und Betriebsführung zur Minderung von Treibhausgasemissionen bei: Von der Vorbehandlung der Substrate über Leckagen im System und der Lagerung des Gärproduktes bis hin zum Methanschluß bei der Verstromung im BHKW.



Literaturtipp:

- KTBL: [Emissionsarmer Betrieb von landwirtschaftlichen Biogasanlagen.](#)

3 HOLZENERGIE

Holzenergie spielt – gerade im Wärmebereich – eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung. Im Jahr 2023 machte feste Biomasse (Holz und Abfall) 73 Prozent der erneuerbaren Wärmeversorgung in Deutschland aus. In der öffentlichen Debatte wird die Holzenergie häufig als klimaschädlich wahrgenommen, da sie angeblich den Wald als Kohlenstoffspeicher dezimiere. Bei differenzierter Betrachtung wird jedoch klar, dass moderne Holzenergie im Wesentlichen aus Neben- und Koppelprodukten bzw. Altholz besteht. Zudem trägt die Holzenergie als Teil der Holznutzung insgesamt zum dringend nötigen Waldumbau bei, damit sich die Wälder als effektive Kohlenstoffsенке entwickeln können.

WALDHOLZ – ZWISCHEN ENERGIELIEFERANT UND KOHLENSTOFFSENKE

Die Nutzung von Holz als Energieträger befindet sich bezüglich des Klimaschutzes in einem Spannungsfeld. Einerseits ersetzt Holzenergie fossile Energieträger und trägt so zu Energiewende und Klimaschutz bei. Andererseits wird dabei der im Holz gespeicherte Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt, was dem Ziel entgegensteht, den Wald verstärkt als natürliche Kohlenstoffsенке zu nutzen. Daher ist Holzenergie nicht zwangsläufig immer klimafreundlich. Vielmehr kommt es auf die Mengenverhältnisse an. Die zentralen Aspekte bei dieser Bewertung sind die nachhaltige Waldwirtschaft, die eingesetzten Holzsortimente und der Waldumbau.

In Deutschland gilt das **Gebot der nachhaltigen Waldwirtschaft**: Es darf nicht mehr Holz in einem Wald geerntet werden, als gleichzeitig nachwächst. Zwar braucht ein einzelner Baum Jahrzehnte, um wieder zur Hiebsreife heranzuwachsen. Über eine gesamte Waldpopulation von hunderten oder tausenden Bäumen betrachtet, wächst das eingeschlagene Volumen Holz in kurzer Zeit wieder nach. Daher folgt auch für den Kohlenstoffkreislauf, dass durch Holzenergie freigesetzte Emissionen durch Holzwachstum wieder gebunden werden.

Literaturtipp:

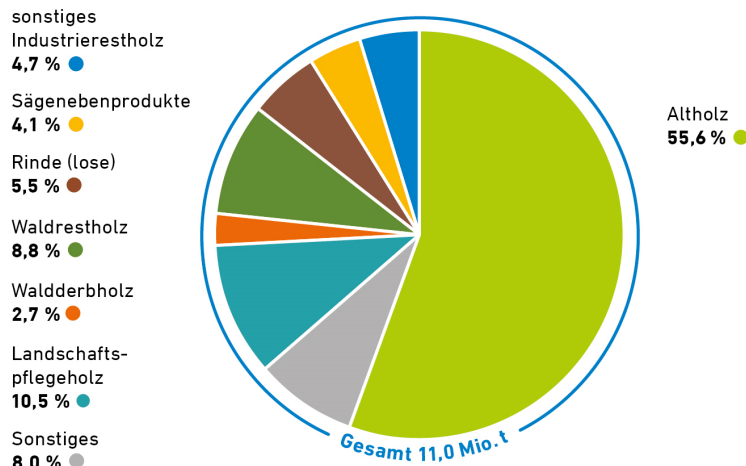
- Fachverband Holzenergie: [Holzenergie und Klimaschutz: Beides kombinierbar?](#)

Mit Blick auf die **Holzsortimente**, die energetisch genutzt werden, wird zudem deutlich, dass Waldholz keineswegs für die Holzenergie allein geerntet wird. Im Gegenteil: Energieholz aus dem Wald ist in erster Linie ein Neben- bzw. Koppelprodukt der Produktion von Holz als Baustoff und Zellstofflieferant. Denn sowohl in der Forstwirtschaft als auch in der anschließenden Verarbeitungskette fällt Holz an, welches qualitativ nicht für die stoffliche Nutzung (z.B. als Baustoff) ausreicht, bzw. nur unter sehr großem Aufwand materiell nutzbar ist. Dazu gehören Kronenmaterial, Rinden und Schwarten sowie Holzmehl und Hobelspäne aus Sägewerken. Zwar sollten ausreichend viele Ernterückstände im Wald verbleiben, um die Versorgung mit Bodennährstoffen zu erhalten. Allerdings setzt verrottendes Totholz auch Kohlenstoff frei – ohne dass nutzbare Energie anfällt. In die energetische Nutzung geht zudem Holz aus der Landschaftspflege sowie Altholz verschiedener Belastungsklassen.

Literaturtipps:

- FNR: [Bodenschutz im Wald.](#)
- Kölling/Borchert: [Nachhaltige Nutzung des Produktionsfaktors Boden – Herausforderung Kronenbiomassenutzung.](#)
- LWF Bayern: [Energieholz nutzen – Nährstoffe bewahren.](#)

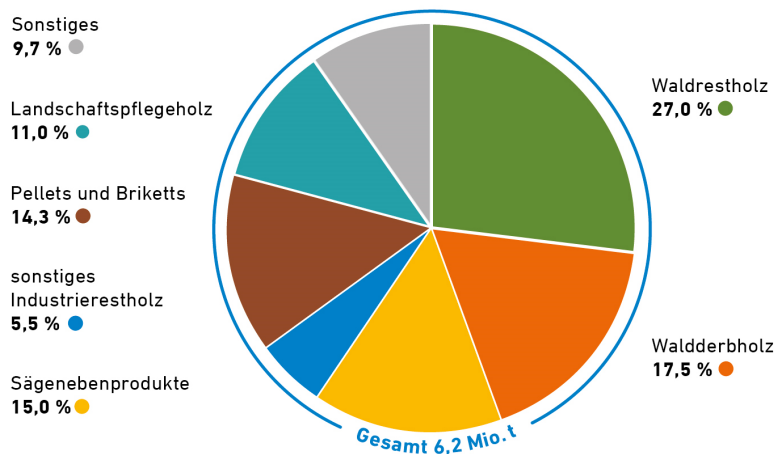
Holzeinsatz in Biomasse-Großfeuerungsanlagen (>1 MW) im Jahr 2019



Quelle: INFRO/FNR; Stand: 12/2021

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Holzeinsatz in Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen (<1 MW*) im Jahr 2019



*16 bis 999 Kilowatt
(ohne Biomasseanlagen in Privathaushalten)

Quelle: INFRO/FNR; Stand: 12/2021

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

In größeren, modernen Holzenergieanlagen werden heute ganz überwiegend diese Holzarten am Ende der Nutzungskaskade eingesetzt, während Derbholz aus dem Wald nur in Privathaushalten in größeren Anteilen als Energieholz genutzt wird, hier dominiert von Kaminen und Kachelöfen.

Ein komplexer, aber wichtiger Aspekt ist auch der Beitrag, den die Holznutzung (inklusive Energieholz) für den **Auf- und Umbau des Waldes als natürliche Kohlenstoffsенke** leistet. Entgegen der teils verbreiteten Annahme, dass ungenutzt wachsende Wälder den größten Klimanutzen bringen, zeigt eine [Studie der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf](#), dass ein proaktiver Waldumbau mit verstärkter Holznutzung klimafreundlicher ist. Das liegt zum einen daran, dass alte Bäume langsamer wachsen und damit auch weniger Kohlenstoff pro Zeit binden. Zum anderen sind gerade die Nadelwälder in Deutschland und Europa

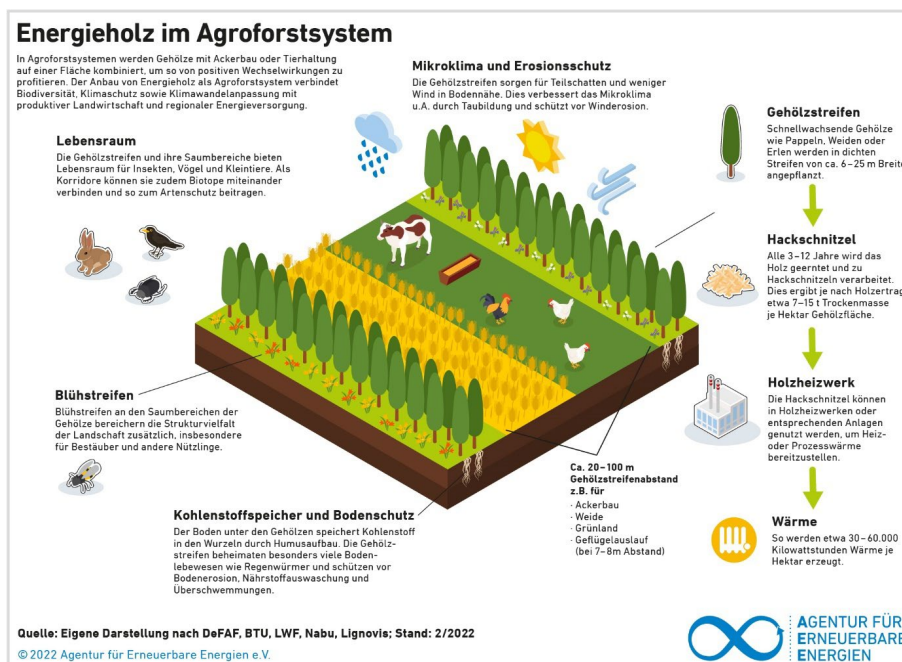
von klimawandelbedingten Schäden wie Trockenheit und Schädlingsbefall betroffen, sodass sie immer weniger Ökosystemleistungen erbringen können. Die Forschenden konnten zeigen, dass eine verstärkte Holznutzung mit gleichzeitiger Pflanzung von klimaangepassten Provenienzen heimischer Baumarten sowie mehr Mischwald die klimaoptimale Strategie darstellt. Dies gilt in Deutschland sowohl langfristig (bis 2100) für Nadelwald als auch mittelfristig (bis 2050) für ältere Laubwälder.

Literaturtipps:

- FVA Baden-Württemberg: [Praxis-Ratgeber Waldumbau und Jagd](#).
- LWF Bayern: Praxishilfe Klima – Boden – Baumartenwahl, [Band 1](#) und [Band 2](#)
- Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen: [Praxisleitfaden Walderneuerung nach Schadergebnissen](#).
- Staatsbetrieb Sachsenforst: [Waldumbau mit einfachen Mitteln. Hinweise für Waldbesitzer im Forstbezirk Plauen](#).
- Agrarheute-Checkliste: [So geht Waldumbau](#).

AGROFORSTSYSTEME

Ein relativ neuer Ansatz, Landwirtschaft mit Holzenergie und Klimaanpassung zu verbinden, sind Agroforstsysteme. Hierbei werden schnellwachsende Gehölzstreifen von Pappeln, Weiden oder Erlen im Abstand von meist 20-100 Metern gepflanzt. Durch teilweise Verschattung und Windschutz wird so das Mikroklima am Boden verbessert, während das Wurzelwerk für Kohlenstoffspeicherung sowie Erosionsschutz sorgt. Nach einer Umtriebszeit von 3-12 Jahren kann das Holz geerntet und in Holzheizwerken zur klimafreundlichen Wärmeversorgung genutzt werden.



→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)

Literaturtipp:

- Zahlreiche Leitfäden und Handbücher über Agroforstsysteme stellt der [Deutsche Fachverband für Agroforstsysteme](#) zur Verfügung.

HOLZGAS IN VERBINDUNG MIT BIOKOHLE

Ein bekanntes, aber bislang weniger verbreitetes Prinzip der Holzenergie ist Holzgas. Dabei wird Holz in Form von Pellets oder Holzhackschnitzeln unter Luftausschluss bei Temperaturen von etwa 700 bis 1000 Grad Celsius oder mehr verschwelt. Dabei wird ein sogenanntes Pyrolysegas freigesetzt, welches in einem Blockheizkraftwerk verbrannt wird, um Strom und Wärme bereitzustellen. Die verschwelte Biomasse liegt nunmehr in Form von sogenannter Biokohle vor, die auf vielfältige Weise in der Landwirtschaft eingesetzt werden kann.

Biokohle kann als Futterzusatz zum Tierwohl beitragen, oder als Bodenverbesserer die Speicherfähigkeit von Wasser und Nährstoffen im Boden verbessern. Insbesondere aber besteht die Biokohle ganz überwiegend aus stabilen Kohlenstoffverbindungen, die je nach Schätzung mehrere hundert bis tausende Jahre im Boden verbleiben. So kann Biokohle als natürliche Kohlenstoffsенke zum Klimaschutz beitragen.

Kohlenstoffsенken in der Land- und Forstwirtschaft

Das natürliche Pflanzenwachstum bietet mehrere Möglichkeiten CO₂ aus der Atmosphäre aufzunehmen und langfristig zu binden.

Aufforstung
Baumwachstum entzieht der Atmosphäre CO₂. Holz als Baustoff kann Kohlenstoff langfristig binden.

Pflanzenkohle
Pflanzenkohle (auch Biokohle) wird nur langsam von Mikroorganismen zersetzt und bindet so den Kohlenstoff langfristig im Boden.

Aufbau organischer Bodensubstanz
Gründüngung, Untersaaten, Beweidung von Dauergrünland und Agroforstsysteme erhöhen den Kohlenstoffgehalt im Boden.

Wiedervernässung
Die Sauerstoffarmut in Feuchtgebieten sorgt dafür, dass abgestorbene Pflanzenteile nicht verrotten. Dadurch kann der darin enthaltene Kohlenstoff nicht in die Atmosphäre entweichen.

Quelle: eigene Darstellung; Stand: 5/2021
© 2021 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)

Entscheidend dafür, wie gut die Biokohle für die jeweiligen Zwecke geeignet ist, sind die Ausgangsstoffe (neben Holz auch zahlreiche andere Arten von Biomasse) und die Prozessparameter der Pyrolyse, insbesondere die Temperatur und die Dauer der Verschwelung. Dabei kommt es zu einem Zielkonflikt zwischen Energiegewinnung und Kohlenstoffspeicherung: Ein auf maximale Ausbeute des energetisch nutzbaren Holzgases optimierter Prozess erzeugt weniger Biokohle und umgekehrt.

Die Nutzung von Biokohle als Bodenhilfsstoff in der Landwirtschaft unterliegt in Deutschland dem Düngerecht und ist derzeit nur sehr eingeschränkt zugelassen. Während europäisches Recht bereits eine breite Palette an Ausgangsstoffen für Pflanzenkohle erlaubt, gestattet die deutsche Düngemittelverordnung ausschließlich Biokohle aus unbehandeltem Holz als Ausgangsstoff für Kultursubstrate oder als Trägersubstanz in Verbindung mit anderen zugelassenen Düngemitteln.

Qualitätsstandards für die Biokohle-Anwendung in der Landwirtschaft sind im Europäischen Biokohle-Zertifikat EBC definiert, insbesondere was die Schadstoffgrenzwerte angeht. Im Rahmen des EBC kann auch die dauerhafte Kohlenstoffbindung durch Biokohle im Boden zertifiziert werden.



Literaturtipp:

- IfLS: [Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft: Chancen und Herausforderungen.](#)

4 STROH UND HALMGUT

Ein landwirtschaftliches Nebenprodukt, dessen energetische Potenziale bislang wenig genutzt werden, ist Stroh. Zwar wird Stroh auch für den Humusaufbau benötigt und als Einstreu in der Tierhaltung genutzt, dennoch liegen in den Strohüberschussregionen (insbes. Nordost- und Mitteldeutschland, Norden von Bayern und Baden-Württemberg) erhebliche energetische Verwertungspotenziale vor.

Auch wenn sich für Stroh auch zunehmend neue stoffliche Nutzungspfade (z.B. als Baustoff) abzeichnen, muss Stroh aufgrund seiner geringen Transportwürdigkeit grundsätzlich regional gehandelt werden.

Stroh kann in Ballen oder zu Strohpellets verarbeitet in Anlagen mit entsprechend angepasster Feuerungstechnik verbrannt werden und eignet sich für die Versorgung von Nahwärmenetzen. Mit hoher Anlagenauslastung haben sich die bisher realisierten Projekte als wirtschaftlich gegenüber Erdgas erwiesen. Abgesehen von Stroh eignet sich auch Halmgut wie Seggen oder Rohrglanzgras von Moorflächen für die Feuerung.

Literaturtipps:

- FNR: [Heizen mit Stroh. Wertschöpfung für Landwirtschaft und Kommunen.](#)
- DBFZ: [Der Strohmarkt in Deutschland.](#)

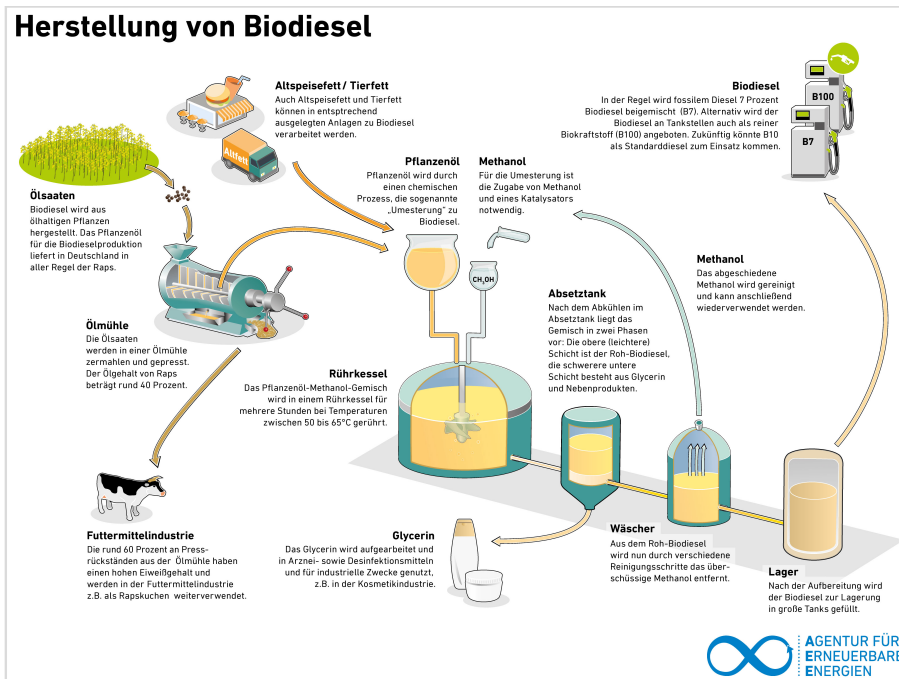
5 BIOKRAFTSTOFFE

Biokraftstoffe liefern aktuell 100 Prozent der erneuerbaren Kraftstoffe in Deutschland (erneuerbaren Strom ausgenommen) und leisten so noch den größten Beitrag zum Klimaschutz im Verkehrssektor. Auch für Landmaschinen gelten diese als geeignetes Mittel, um den Antrieb klimafreundlich zu gestalten. Zwar ist laut einer [Studie des Kuratoriums für Technik und Betriebsmittel in der Landwirtschaft](#) (KTBL) absehbar, dass leichte Arbeiten im Agrarbetrieb zukünftig am besten von elektrischen Antrieben verrichtet werden können. Für mittlere bis schwere Arbeiten bleiben Biodiesel oder Pflanzenöl die am besten geeigneten, regenerativen Energieträger.

Die Hauptrolle im Biokraftstoffmarkt in Deutschland spielt aktuell **Biodiesel** aus Raps. Winterraps bietet nicht nur die verpflichtende Bodenbedeckung im Winter, um Nährstoffverluste und Lachgasemissionen zu verhindern, sondern bindet Stickstoffüberschüsse im Boden, die dann als Gründünger der Folgefrucht zur Verfügung stehen. Zudem verbessert er die Bodenstruktur, unterbricht Infektionsketten von Pilzen und die Vermehrungszyklen von Unkraut. Dadurch spart der Betrieb später bei der Bewirtschaftung mit der Folgefrucht Kosten und Emissionen für Betriebsmittel und Kraftstoff ein.

In der Verarbeitungskette der Rapssamen zu Biodiesel fallen Nebenprodukte an, die zum Klimaschutz beitragen. In der Ölmühle bleiben etwa 60 Prozent der eingebrachten Masse als Rapsschrot zurück. Zu Rapskuchen verarbeitet ist er ein eiweißreiches Futtermittel, welches Eiweißfutterimporte aus Übersee ersetzt. Zudem entsteht in einem weiteren Verarbeitungsschritt Glycerin – ein wichtiger Stoff in der Kosmetik- und Lebensmittelindustrie –, welches aber auch in der Landwirtschaft als Futterzusatz eingesetzt wird.

In der Regel lässt sich Biodiesel problemlos als Kraftstoff in Landmaschinen einsetzen. Zahlreiche Hersteller haben ihre Maschinen auch [offiziell zur Nutzung mit Biodiesel freigegeben](#). Die Herstellung von Biodiesel benötigt allerdings industrielle Bioraffinerien, weshalb sie nicht vor Ort auf einem landwirtschaftlichen Betrieb erfolgen kann. Daher sind auch Eigenversorgungskonzepte nicht möglich.



→ [Grafik in voller Auflösung ansehen](#)

Bioethanol wird in Deutschland meist aus Futtergetreide oder Zuckerrüben hergestellt. Dabei fallen als Koppelprodukte Düngemittel wie Ammoniumsulfat oder Harnstoff sowie Futtermittel aus der Getreideschlempe an. Grundsätzlich lässt sich Bioethanol auch aus zellulosehaltigen Ausgangsstoffen wie Stroh herstellen. Allerdings sind heute erst wenige Anlagen dieser Art kommerziell in Betrieb.

Ein Biokraftstoff mit wachsender Bedeutung ist **Biomethan**, der aus Biogas (siehe oben) hergestellt wird. Gerade hier werden klimafreundliche Vorketten finanziell honoriert. Biomethan aus Rest- und Abfallstoffen (wie Wirtschaftsdünger oder Stroh) gilt nach der RED II als fortschrittlicher Biokraftstoff, der doppelt auf die THG-Minderungsquote angerechnet wird. Erste [Traktorenmodelle mit Biomethan-Antrieb](#) sind bereits auf dem Markt.

Für die Eigenversorgung von Landmaschinen nachweislich bewährt hat sich **Pflanzenöl** als Kraftstoff, in der Regel aus vor Ort oder regional gepresstem Rapsöl. Auch diese Pressrückstände sind als wertvolles Eiweißfutter geeignet. Zwar war nach der Rücknahme von Steuervorteilen die Verbreitung dieser Kraftstoffform in der Landwirtschaft deutlich zurückgegangen, jüngst erhält Pflanzenöl wieder mehr Aufmerksamkeit als klimafreundliche und regional verfügbare Alternative zu fossilem Diesel. Technisch spricht nichts gegen den Einsatz. Eine angepasste Motorentchnik und gute Kraftstoffqualität vorausgesetzt, haben sich entsprechende Traktoren bezüglich Leistungs- und Abgasverhalten in Test und in der Praxis als unproblematisch erwiesen.

Literaturtipps:

- TFZ Bayern: [TFZ-Kompakt: Rapsöl als Kraftstoff für Traktoren – Gut für Klima und Umwelt](#), sowie [FAQ – Häufig gestellt Fragen](#).
- C.A.R.M.E.N: [Durchsuchbare Liste](#) u.a. mit Bezugsquellen für Pflanzenölkraftstoff und entsprechende Fahrzeuge.

Video-Tipp: Indirekte Landnutzungsänderung (iLUC) – Wie sicher ist die Theorie?

Kritik an Biokraftstoffen aus Anbaubiomasse wird häufig mit dem Argument unterfüttert, dass die erhöhte Biomasse-Nachfrage indirekt zu Landnutzungsänderung in Übersee führe. Dadurch würden so viele Treibhausgase aus den umgebrochenen Böden frei, dass die Treibhausgasbilanz der Biokraftstoffe insgesamt schlechter als ihre fossilen Alternativen sei. In der Wissenschaft wird die Stichhaltigkeit dieser Theorie jedoch stark angezweifelt. Im AEE-Video zeigt der führende Umweltwissenschaftler Prof. Dr. Matthias Finkbeiner, weshalb der sogenannte iLUC-Effekt nicht verlässlich messbar ist. Wo liegen ihre Ungenauigkeiten, welche Tragweite haben diese und welche Faktoren ignoriert sie schlicht?



→ [Video ansehen](#)

6 PALUDIKULTUREN

Moore speichern große Mengen CO₂ im Boden – mehr als alle Wälder zusammen. Doch sie wurden im Lauf der Jahrhunderte für die landwirtschaftliche Nutzung trockengelegt. Dadurch oxidiert Torf, was die Kohlenstoffvorräte in die Atmosphäre freisetzt. Diese Flächen wiederzuvernässen hilft zwar dem Klimaschutz, macht aber die bisherige Bewirtschaftung unmöglich. Eine Option, dennoch eine gewisse Wertschöpfung auf der Fläche zu ermöglichen, sind Paludikulturen, die speziell auf nassen Moorböden angebaut werden. Je nach Kultur eignen sich diese auch für die energetische Nutzung, insbesondere als Biogas-Substrat oder für die Holz- oder Strohfeuerung.

Literaturtipp:

- Weitere Informationen über die Wiedervernässung von Mooren, Paludikulturen und ihre Nutzung gibt es im Renews Kompakt „[Moore schützen und nutzen](#)“



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

IMPRESSUM

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

Tel.: 030 200535 30
Fax: 030 200535 51

Autor
Ryotaro Kajimura

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

Dezember 2023

Weitere Informationen
www.unendlich-viel-energie.de