



MARKTMONITORING
BIOENERGIE

ANALYSE

Marktmonitoring Bioenergie 2022

Teil 1: Aufkommen und Potenziale

Impressum

Methodik:

Die Inhalte dieser Analyse basieren auf relevanten Publikationen Dritter.

Herausgeber:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

Tel.: +49 (0)30 66 777-0

Fax: +49 (0)30 66 777-699

E-Mail: info@dena.de

Internet: www.dena.de

Autorinnen und Autoren:

Toni Reinholz, dena

Christin Schmidt, dena

Klaus Völler, dena

Bildnachweis:

@shutterstock/Giordano Aita

Stand:

06/2022

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

Bitte zitieren als:

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2022): „Marktmonitoring Bioenergie – Teil 1: Aufkommen und Potenziale“

Unter der Schirmherrschaft des



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Inhalt

1	Hintergrund und Ziel	1
2	Aufkommen der Primärenergieträger	2
2.1	Agrarische Biomasse/nachwachsende Rohstoffe.....	2
2.1.1	Aufkommen	2
2.1.2	Nutzung	3
2.1.3	Nachhaltigkeit	5
2.2	Holz.....	7
2.2.1	Aufkommen	7
2.2.2	Nutzung	7
2.2.3	Nachhaltigkeit	9
2.3	Abfall und Reststoffe.....	9
2.3.1	Aufkommen	9
2.3.2	Nutzung	10
3	Potenzialabschätzung für Bioenergie	13
3.1	Aus Abfall- und Reststoffen.....	13
3.2	Aus Nawachsenden Rohstoffen.....	13
3.3	Zwischenfazit	14
4	Ausblick.....	15
	Abbildungsverzeichnis.....	16
	Tabellenverzeichnis.....	17
	Literaturverzeichnis	17

1 Hintergrund und Ziel

Die Bioenergiebranche soll in den kommenden Jahren zur Erreichung des politisch gesetzten Ziels von 40 Prozent erneuerbarer Energien (EE) am deutschen Bruttoendenergieverbrauch bis 2030 beitragen. In welcher Form, soll noch durch eine Biomassestrategie der Bundesregierung genauer bestimmt werden, welche in dieser Legislaturperiode erarbeitet werden soll. Der Gesetzgeber hat mit der Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) für den Strombereich bereits die Richtung vorgegeben. Für die Sektoren Verkehr und Wärme stehen ebenfalls kurzfristig richtungsweisende Änderungen an. Darüber hinaus wird im Rahmen der Revision der Renewable Energy Directive II (RED II) auf EU-Ebene bereits über die weitere zukünftige Ausgestaltung der Bioenergie verhandelt. Die dabei entstehende Komplexität und die kurzen Abstände der regulatorischen Anpassungen machen es den Marktakteuren mitunter schwierig, bei der Umsetzung der Anforderungen mitzuhalten. Viele sorgen sich daher um die Planungs- und Investitionssicherheit ihrer Projekte. Das Marktmonitoring Bioenergie der Deutschen Energie-Agentur (dena) soll dazu dienen, einen kompakten Überblick über die gesamte Bioenergiebranche zu geben und wird dabei auf aktuelle regulatorische und wirtschaftliche Entwicklungen eingehen, wodurch sich ein sachbasierter Dialog zwischen Branchenakteuren und politischen Entscheidungstragenden zu den Entwicklungen und sich verändernden Rahmenbedingungen des Marktes aufbauen kann. Dies soll es ermöglichen,

- die zu erwartenden Entwicklungen und Herausforderungen in den Märkten besser vorherzusehen,
- Einblicke in die Marktmechanismen und Branchenbedürfnisse der Bioenergieakteure zu erhalten und
- die Auswirkungen politisch gesetzter Rahmenbedingungen besser zu analysieren und zu verstehen sowie auf sie reagieren zu können.

Durch passende Rahmenbedingungen kann das nachhaltige Potenzial der Bioenergie zur Treibhausgas-Minderung (THG-Minderung) sowie dessen wirtschaftliche Wertschöpfung angehoben werden.

Das **Marktmonitoring Bioenergie** wurde 2022 erstmalig vollumfänglich durchgeführt, um einen Geschäftsklimaindex der Bioenergiebranche zu erstellen. Ziel des Index ist die Bereitstellung vergleichender Branchenkennzahlen zur Identifikation und Bewertung von Markttrends und Marktdynamiken, auf deren Basis Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können. Außerdem dient der Index der Auskunft über die Erwartungen und Stimmungslage von Bioenergieakteuren im Hinblick auf die künftige Markt- und Konjunktorentwicklung. Durch die im Rahmen des Monitorings vorgenommenen Befragungen können bspw. aktuelle Erwartungen an den Bioenergiemarkt sowie Herausforderungen und Planungsperspektiven identifiziert werden. Die jährlich zu veröffentlichenden Ergebnisse beinhalten Datenerhebungen, Einschätzungen, Meinungen und Prognosen der Branchenakteure zu Entwicklungen, Chancen und Herausforderungen des Bioenergiemarktes. Die Zusammenstellung erfolgt auf der Basis eines Fragebogens sowie von Einzelinterviews und relevanten Publikationen Dritter.

2 Aufkommen der Primärenergieträger

Nachfolgend sollen Aufkommen sowie derzeitige Nutzung der Primärenergieträger, also nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) sowie Rest- und Abfallstoffe in ihrer ursprünglichen Form vorgestellt werden. Das Aufkommen und die Nutzung der Bioenergieträger (die durch Biomassekonversion hergestellt werden) wird im zweiten Teil des Marktmonitorings Bioenergie aufgegriffen.

2.1 Agrarische Biomasse/nachwachsende Rohstoffe

Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftlich erzeugte organische Produkte, welche vor allem pflanzlichen Ursprungs sind und in Form von Pflanzen und Pflanzenbestandteilen wie Stroh, Mais, Zuckerrüben und Raps sowie holzartiger Biomasse auftreten. Sie werden nicht als Nahrungs- oder Futtermittel genutzt, sondern stofflich oder energetisch verwendet (FNR, 2019).

2.1.1 Aufkommen

Von der Gesamtfläche Deutschlands steht rund die Hälfte als landwirtschaftliche Nutzfläche für verschiedenste agrarische Produkte zur Verfügung. Überwiegend wird diese zur Bereitstellung von Futtermitteln der Tierzucht genutzt, zu weit geringerem Anteil zur Produktion von Nahrungsmitteln. Wie in Abbildung 1 nachzuvollziehen ist, wurde 2019 ca. 14 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche Deutschlands für den Anbau von Energiepflanzen genutzt. Das entspricht ca. 2,4 Millionen Hektar. 2005 lag die Anbaufläche von Energiepflanzen in Deutschland noch bei ca. 1,4 Millionen Hektar (FNR, 2020a). Der Zuwachs der Fläche kann dabei im EEG gesehen werden.

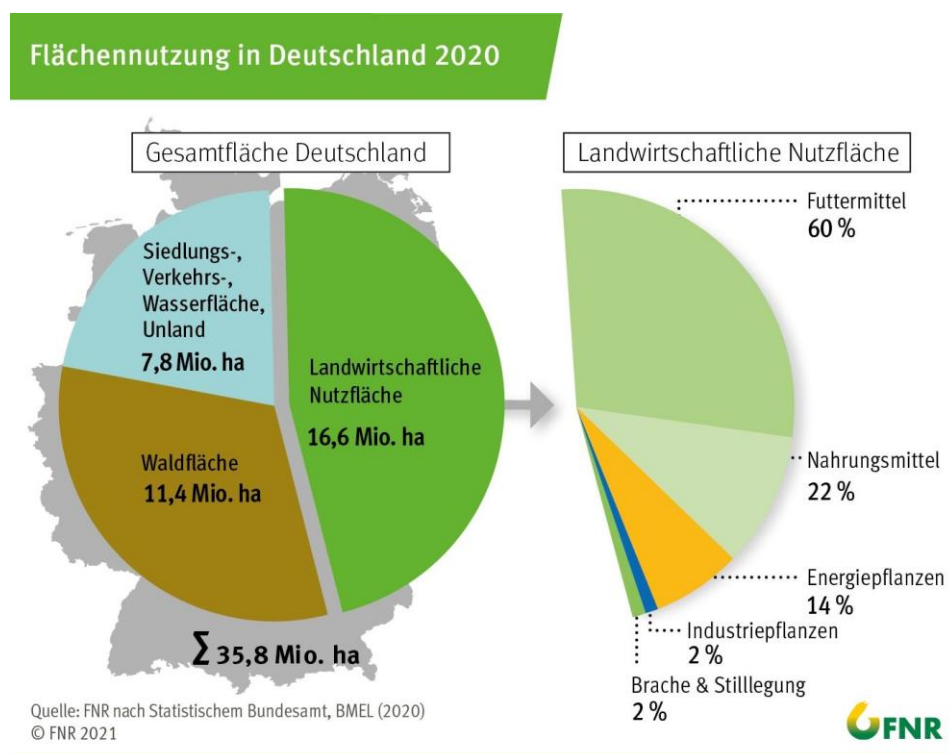


Abbildung 1: Flächennutzung in Deutschland 2020 (FNR, 2021)

Die zur Verfügung stehende Fläche zur Erzeugung von NawaRo zur stofflichen bzw. energetischen Nutzung konkurriert dabei mit dem Flächenbedarf der Nahrungsmittelerzeugung und anderen Flächennutzungen.

Bis auf wenige Ausnahmen findet dabei kein gezielter Anbau von Energiepflanzen statt. Die Verwendung von NawaRo entscheidet sich oftmals marktbedingt erst nach dem Erntezeitpunkt (FNR, 2019; AEE, 2013). Das heißt, dass meist Mengenüberschüsse oder mindere Qualitäten, die nicht für die Nahrungsmittelindustrie genutzt werden können, für biogene Energieträger genutzt werden. Bei Biogas, Biodiesel und Bioethanol kann jedoch schon von einem gezielten Anbau gesprochen werden, da die verwendeten Einsatzstoffe pro Anlage über die Jahre relativ konstant bleiben (dena, 2020).

2.1.2 Nutzung

Tabelle 1 zeigt hierbei die Entwicklung der Anbaufläche verschiedener NawaRo sowie deren Nutzung. Am meisten Fläche nahmen 2021 Mais, Raps und Getreide zur energetischen Verwendung ein.

Tabelle 1: Anbaufläche NawaRo in Deutschland nach Kulturarten und Nutzung (2015 – 2021) in Hektar (FNR, 2020b; FNR 2022a)

Kultur	Nutzung	Anbaufläche in ha							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020v	2021g	
Raps	energetisch	Biodiesel, Pflanzenöl	805.000	720.000	591.000	589.000	513.000	417.000	493.000
	stofflich	u. a. chemische Industrie	138.000	157.000	157.000	138.000	92.000	87.000	96.000
Sonnenblume	stofflich	u. a. Bioschmierstoffe	7.100	8.650	11.030	7.010	7.220	9.730	13.230
Lein	stofflich	Öl: Farben, Lacke	3.500	3.500	4.600	3.800	3.400	3.400	3.400
Getreide	energetisch	Festbrennstoff	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
		Bioethanol	173.000	207.000	208.000	225.000	188.000	288.000	288.000
		Biogas	274.000	274.000	280.000	293.000	327.000	372.000	367.000
	stofflich	Industriestärke	60.300	73.600	74.800	77.200	74.100	81.200	84.100
Kartoffel	stofflich	Industriestärke	20.600	24.700	26.400	26.600	30.900	37.800	35.900
Zuckerrübe	energetisch	Bioethanol	43.900	30.200	20.300	23.000	12.300	17.100	17.300
		Biogas	15.600	15.900	30.500	41.200	25.100	16.700	17.000
	stofflich	Industriezucker	12.300	12.800	11.000	12.300	10.200	12.500	12.600
Körnermais	energetisch	Bioethanol	20.500	21.700	19.600	17.700	14.100	19.100	19.700
	stofflich	Industriestärke	27.300	29.700	27.500	20.800	24.400	28.600	29.500
Mais (silage)	energetisch	Biogas	872.000	911.000	915.000	999.000	1.002.000	908.000	877.000

Arznei- und Färbepflanzen	stofflich	Arznei- und Farbstoffe	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Faserpflanzen (Hanf)	stofflich	u. a. Dämm- / Werkstoffe	1.490	1.550	2.200	3.160	4.560	5.410	6.490
Miscanthus	energetisch	Festbrennstoff	4.500	4.500	4.500	4.600	4.600	4.600	4.600
Silphie	energetisch	Biogas	400	800	1.900	3.000	3.200	3.500	10.000
Kurzumtriebsplantagen	energetisch	Festbrennstoff	6.600	6.600	6.600	6.600	6.630	6.630	6.630
Grassilage (inkl. Ganzpflanzensilage aus Leguminosen/ Zwischenfrüchten)	energetisch	Biogas	178.000	192.000	202.000	222.000	212.000	303.000	302.000

v – vorläufig g – geschätzt

Innerhalb der Anbaufläche für Energiepflanzen wurde 2021 die größte Fläche mit 65,5 Prozent für die Pflanzung von NawaRo für die Biogasherstellung verwendet (1.573.000 Hektar). Zusätzlich wurden ca. 493.000 Hektar (20,5 Prozent) Raps für Biodiesel und auf 325.000 Hektar (13,5 Prozent) Pflanzen für Bioethanol angebaut. Pflanzen für Festbrennstoffe, wie Kurzumtriebsplantagen, wurden auf 11.230 Hektar (0,5 Prozent) kultiviert.

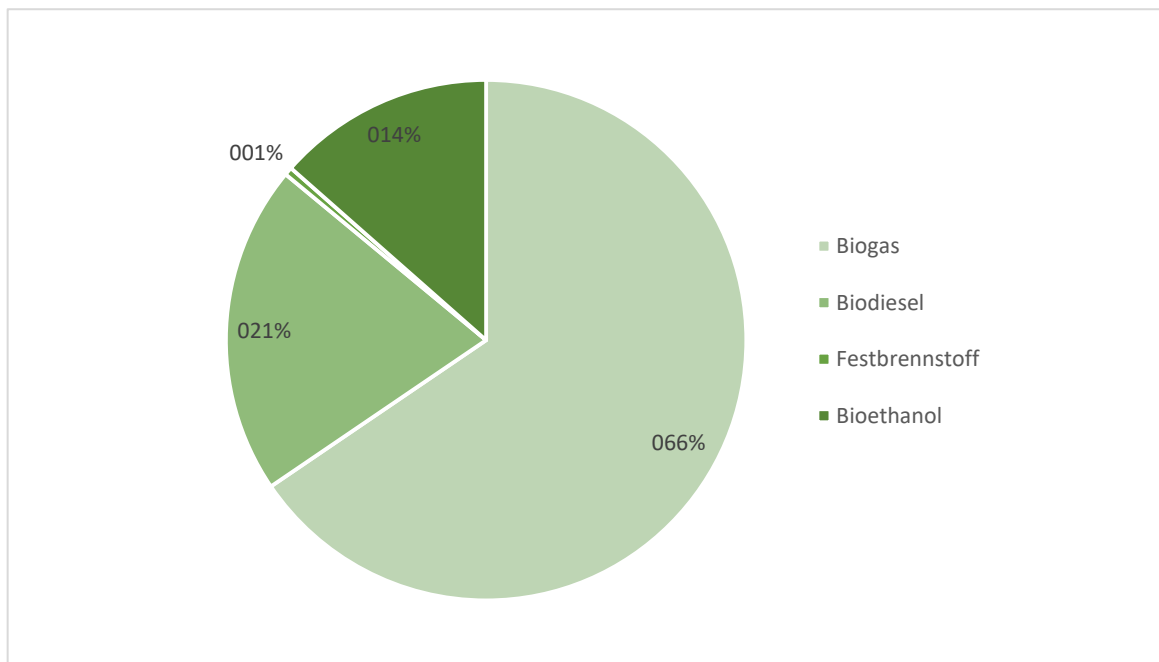


Abbildung 2: Prozentuale Aufteilung der Anbaufläche für Energiepflanzen und deren Folgeprodukten in Deutschland in 2021 (FNR 2022a)

2.1.3 Nachhaltigkeit

Für den Anbau von Energiepflanzen für flüssige Bioenergieträger bzw. Biokraftstoffe gelten bereits seit Einführung der RED 2009 auf europäischer Ebene verbindliche Nachhaltigkeitsanforderungen. Bestimmt schützenswerte Flächen, wie Grasland mit hoher Biodiversität sowie Flächen, die durch Rodung oder Drainage von Moorflächen gewonnen wurden, dürfen demnach nicht zum Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. In Form der Biomassestrom- (BioSt-NachV) und der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnungen (BioKraftNachV) hat Deutschland diese Vorgaben in nationales Recht umgesetzt. Gemäß der RED II wurden die Nachhaltigkeitsanforderungen auch auf feste und gasförmige Bioenergie zur Strombereitstellung ausgeweitet. Details hierzu finden Sie im zweiten Teil des Marktmonitorings Bioenergie in Kapitel 3.5.

Für biotische Rohstoffe, die stofflich genutzt werden, gibt es keine Nachhaltigkeitszertifizierung auf europäischer oder deutscher Ebene.

Exkurs: Gemeinsame Agrarpolitik

Ziel der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) ist, die Produktivität der Landwirtschaft zu steigern, Einkommen der Landwirte zu sichern, Märkte zu stabilisieren und die Grundsicherung der Nahrungsmittelversorgung zu angemessenen Preisen sicherzustellen. Derzeit befindet sich die GAP in der Förderperiode 2021 bis 2027, jedoch treten die neuen Regelungen erst ab dem 1. Januar 2023 in Kraft. Neu ist, dass verstärkt Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen gefordert werden und die EU nur noch den Rahmen vorgibt, den die Mitgliedsstaaten durch detaillierte Regelungen in einem Strategieplan umsetzen. Deutschland hat seinen Strategieplan zur Umsetzung der GAP am 21. Februar 2022 bei der EU vorgelegt. Um die ursprüngliche Basisprämie, neu Einkommensgrundstützung für Nachhaltigkeit, zu erhalten, sind ab 1. Januar 2023 der gute und ökologische Zustand der Flächen (GLÖZ) und die Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB) einzuhalten. Insgesamt sind neun GLÖZ-Standards einzuhalten, von denen die mit den wesentlichen Einflüssen für die Bewirtschaftung im Folgenden vorgestellt werden:

- **GLÖZ 4: Drei Meter Pufferstreifen entlang von Wasserläufen** verbietet das Ausbringen von Dünger und Pflanzenschutzmitteln.
- **GLÖZ 6: Mindestanforderungen an die Bodenbedeckung im Winter** (vom 1. Dezember bis 15. Januar).
- **GLÖZ 7: Fruchtwechsel ab zehn Hektar Ackerland**, um Monokulturen entgegenzuwirken.
- **GLÖZ 8: Mindestanteil von vier Prozent Stilllegung** der Ackerfläche ab zehn Hektar Ackerland, welche für ein Jahr der **Selbstbegrünung unmittelbar nach der Ernte der Hauptkultur** überlassen werden.
- **GLÖZ 2 und 9: Verbot des Pflügens von Dauergrünland in Natura-2000-Gebieten** (Fauna-Flora-Habitat- oder Vogelschutzgebieten) oder auf Moorstandorten.

Ein Teil der Direktzahlungen, also der Flächenprämie pro Hektar, wird in Zukunft nur noch ausgezahlt, wenn Landwirte Öko-Leistungen, sogenannte Eco-Schemes, für die Umwelt erbringen. Diese sind z. B. die Bereitstellung von Flächen zur Verbesserung der Biodiversität, der Anbau vielfältiger Kulturen und die Extensivierung des gesamten Dauergrünlandes im Betrieb.

Diese Umweltschutzmaßnahmen werden zu niedrigeren Erträgen auf den Ackerflächen führen. Anbauer von Mais müssen außerdem durch die vorgeschriebene Fruchtfolge im Folgejahr auf andere Kulturen zurückgreifen, was die derzeitige Verteilung der Anbauflächen abändern könnte.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht hat Silomais einen ökonomischen Vorteil und einen Ertragsvorteil. Landwirte sind jedoch bereit, dafür einen Rohstoffmix zu säen, da mit der Erfahrung aus Dürre Jahren nur durch einen Anbaumix die Ernten gesichert werden können. Auch dem Anbau von blühenden Kulturen wie der durchwachsenden Silphie stehen die Landwirte positiv gegenüber, da ein beidseitiger Vorteil entsteht: zum einen für die Insekten und Co. und zum anderen für die energetische Nutzungsmöglichkeit am Ende.

Ein Positivbeispiel, um dadurch resultierenden Energieverluste ausgleichen zu können, ist die Zulassung von **Agri-PV-Anlagen** auf GAP-geförderten Flächen. Dennoch bleibt dieses Thema differenziert zu betrachten, um die Tank-Teller-Debatte nicht durch eine Teller-Strom-Debatte zu ergänzen. Neben Natur- und Umweltschutz gilt es abzuwägen, ob eine eventuelle Ertragsreduktion im Verhältnis zum Mehrerlös aus der Energieerzeugung steht. Außerdem reduziert sich die Flexibilität bezüglich der Vielfalt an geeigneten Kulturpflanzen und Bearbeitungssystemen, sobald eine PV-Anlage auf der Anbaufläche installiert wurde. Je nach Witterung, insbesondere bei Trockenheit, gibt es jedoch auch Kulturpflanzen, die durch die überdachten Flächen sogar Ertragssteigerungen verzeichnen können (DLG, 2022).

Exkurs: Ernteausfälle durch den Agriffrkrieg auf die Ukraine

Der Krieg in der Ukraine sorgt für Turbulenzen auf weltweiten Agrarmärkten, da Russland und die Ukraine wichtige Agrargüter bereitstellen, vor allem Sonnenblumenöl, Gerste und Weizen. Als Reaktion auf die resultierenden Preissteigerungen und Verknappung der Lebensmittel hat die EU-Kommission erste Vorschläge erbracht, die Landwirtschaft zu unterstützen und in 2022 die Bewirtschaftung von Brachflächen zu erlauben. Außerdem soll die „Krisenreserve“ der EU genutzt werden, um Landwirte angesichts der Kostenexplosion bei Kraftstoffen und Düngern zu unterstützen. Somit können auch deutsche Bauern einen Beitrag leisten, um die Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen und die Marktlage zu stabilisieren. Grundsätzlich steht der Deutsche Bauernverband hinter den Klima- und Artenschutzzielen der EU, jedoch argumentiert dieser, dass bspw. pauschale Reduktionsvorgaben beim Pflanzenschutz kontraproduktiv sind und dem Ziel der zuverlässigen Versorgung mit hochwertigen Lebensmitteln widersprechen. „Es muss eine Balance gefunden werden, Ernährungssicherung und Klimaschutz gleichermaßen zu gewährleisten“, so Bauernpräsident Rukwied (DBV, 2022: o. S.).

Da die Anbauplanungen einmal jährlich gemacht werden, kann dieses Jahr nicht mehr auf eine sich ändernde Nachfrage reagiert werden. Somit werden die NawaRo, die für die Energiebereitstellung eingeplant wurden, auch dieses Jahr noch zur Verfügung stehen. Fakt ist jedoch, dass alles teurer werden wird. Insbesondere die Düngemittelversorgung ist dabei der größte Unsicherheitsfaktor, da ein erheblicher Teil vor dem Angriffskrieg von Russland importiert wurde. Vor allem bezieht sich dies auf mineralische Düngemittel für Brotgetreide und Raps, welche knapp und teuer werden. Dadurch wird die Unsicherheit sich eher auf das nächste Jahr beziehen.

Kurzfristig könnte Biogas jedoch zu einer kurzfristig erhöhten Stromproduktion beitragen, da die Ernte aus dem letzten Jahr sehr gut war.

2.2 Holz

2.2.1 Aufkommen

Mit einem Waldflächenanteil von rund 32 Prozent, dies entspricht 11,4 Millionen Hektar, ist **Deutschland eines der waldreichsten Länder Europas**. Dieser befindet sich zu 48 Prozent in Privatbesitz, zu 19 Prozent im Eigentum der Kommunen, zu 29 Prozent im Eigentum der Länder und zu 4 Prozent im Eigentum des Bundes. Insgesamt gibt es deutschlandweit ca. 1,8 Millionen private Waldbesitzende, wovon die meisten Kleinstwaldbesitzende mit einer durchschnittlichen Waldfläche von rund 2,5 Hektar sind.

Der **Holzvorrat** lag in deutschen Wäldern 2017 mit 3,9 Milliarden Kubikmetern oder 358 Kubikmetern pro Hektar auf einem historischen Höchststand.

Aber auch der Totholzvorrat ist zwischen 2012 und 2017 um 14 Prozent auf 22,4 Kubikmeter pro Hektar angestiegen, was schwerwiegende wirtschaftliche Folgen für betroffene Forstbetriebe nach sich zieht. Durch das dadurch entstehende Überangebot an Kalamitätsholz auf den **Rohholzmärkten** von Herbst 2017 bis Anfang 2021, waren die Produktionskapazitäten der heimischen holzbe- und -verarbeitenden Betriebe erschöpft. Dies führte, insbesondere beim Fichtenrohholz, zu einem starken Preisverfall, der für viele **Waldbesitzende** nicht mehr kostendeckend war.

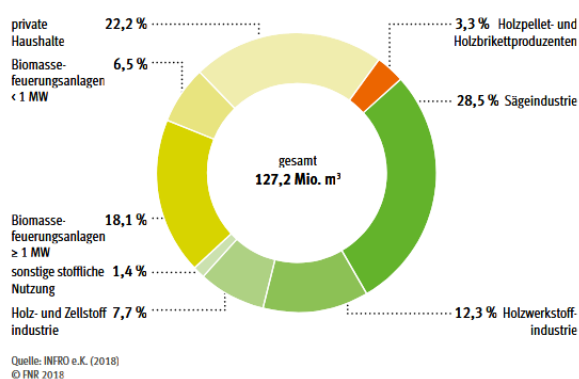
Daher wurden 2020 zusätzliche Absatzmöglichkeiten geschaffen, indem ca. zehn Millionen Kubikmeter Nadelrundholz exportiert wurden. Sechs Millionen Kubikmeter davon nach China, was zur Entlastung der innerdeutschen Rohholzmärkte beitrug.

Werden auch die Lagerbestandsänderungen berücksichtigt, betrug das Rohholzaufkommen in Deutschland im Jahr **2019 ca. 74,4 Millionen Kubikmeter**.

2.2.2 Nutzung

Genutzt wird das Rohholz überwiegend stofflich. Mit 52 Prozent (39,4 Millionen Kubikmeter) ist die Sägeindustrie der größte stoffliche Verwender von Rohholz in Deutschland. Etwa 30 Prozent (23 Millionen Kubikmeter) wurden 2019 energetisch genutzt. Davon wurden rund 77 Prozent (17,2 Millionen Kubikmeter) in privaten Haushalten zur Wärmeerzeugung und ca. 23 Prozent (5,5 Millionen Kubikmeter) in gewerblichen Feuerungsanlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Eine Übersicht gibt Abbildung 3.

Verwendung der Holzrohstoffe nach Nutzergruppen 2016



Aufkommen der verwendeten Holzrohstoffe 2016

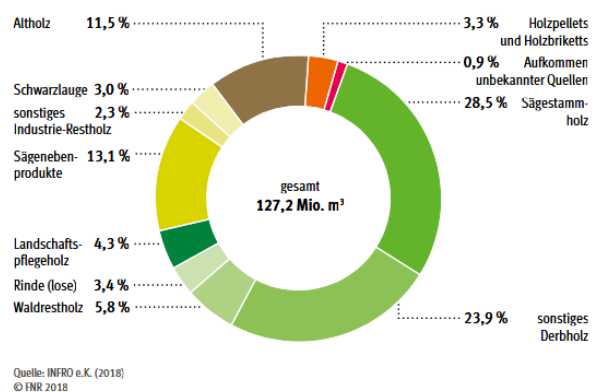


Abbildung 3: Aufkommen und Verwendung der Holzrohstoffe 2016 (FNR, 2022b)

Neben Rohholz werden auf dem Holzmarkt auch Holzrohstoffe wie z. B. Landschaftspflegematerial, Sägenebenprodukte oder Altholz verwendet (Abbildung 3). Insgesamt liegt die Holzrohstoffverwendung daher bei **ca. 127 Millionen Kubikmeter pro Jahr**, welche etwa zu gleichen Teilen stofflich als auch energetisch genutzt wird. Energieholz wird dabei oftmals nicht direkt aus dem Wald bezogen, sondern aus Holzreststoffen gemäß der Kaskadennutzung. Eine Ausnahme bildet der gezielte Anbau von Kurzumtriebsplantagen zur Gewinnung von Holzhackschnitzeln.

Exkurs: Kurzumtriebsplantagen (KUP)

KUP bestehen aus schnell wachsenden und ausschlagfähigen Gehölzen wie Weide und Pappel mit dem Ziel, diese alle zwei bis fünf Jahre zu ernten und als Holzhackschnitzel energetisch einzusetzen. Aufgrund des starken Anfalls an Kalamitätsholz ist der Anbau von KUP in den letzten Jahren trotz ökologischer Vorteile nicht wirtschaftlich gewesen. Die Problematik liegt außerdem darin, dass sich Landwirte für ca. 20 Jahre an dieses Anbaukonzept binden müssen. Da die landwirtschaftliche Nutzfläche zu ca. 60 Prozent verpachtet wird, entscheiden sich die meisten Landwirte eher für einen jährlichen bis zweijährlichen Anbau und stehen KUP eher zurückhaltend gegenüber. Potenziell wäre eine Umsetzung in einem regionalen Projekt denkbar, in welchen kommunale Versorger eine Wärmenutzung aus Holzhackschnitzeln aufbauen wollen und langfristige Verträge mit potenziellen KUP-Betreibern schließen.

Die genaue Aufteilung des Energieholzeinsatzes in privaten Haushalten ist Abbildung 4 zu entnehmen. Insgesamt wurden 2019 29,9 Millionen Kubikmeter Energieholz verwendet. Davon nimmt Waldscheitholz mit 19,1 Millionen Kubikmeter den größten Anteil ein und besteht zu 61 Prozent aus Laubholz und zu 39 Prozent aus Nadelholz. Der Holzpelletverbrauch stieg zwischen 2014 und 2018 von 2,3 Millionen Kubikmeter auf 3,1 Millionen Kubikmeter an.

Energieholzeinsatz in privaten Haushalten 2019

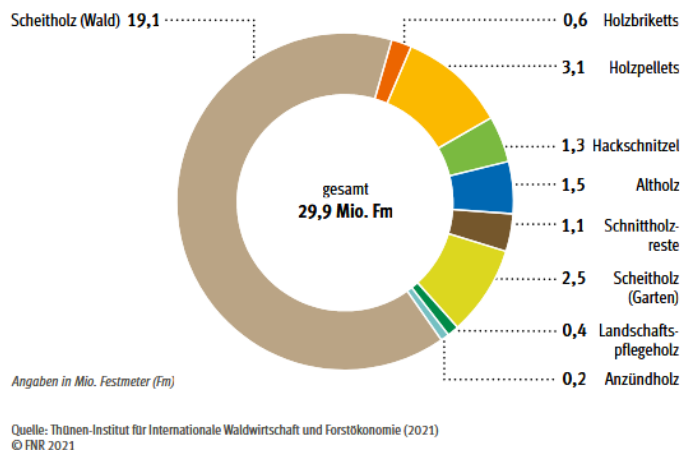


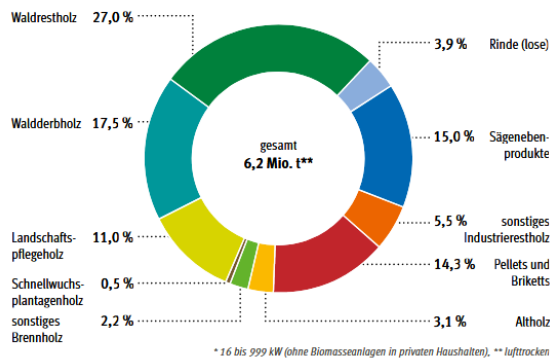
Abbildung 4: Energieholzeinsatz in privaten Haushalten in 2019 (FNR, 2022b)

In Kleinf Feuerungsanlagen wurden 2019 6,2 Millionen Tonnen Energieholz verwendet. Hauptsächlich genutzt wurden dafür Walrest¹- und Waldderbholz² sowie Sägenebenprodukte. In Großfeuerungsanlagen besteht nahezu die Hälfte des Energieholzes aus Altholz (Abbildung 5).

¹ Holz unter sieben Zentimeter Durchmesser und Derbholz. Es setzt sich somit aus Schaftholz einschließlich Rinde, Ästen und Zweigen, Ernteresten, Wurzeln und Wurzelstöcken und evtl. anhaftenden Nadeln und Blättern zusammen.

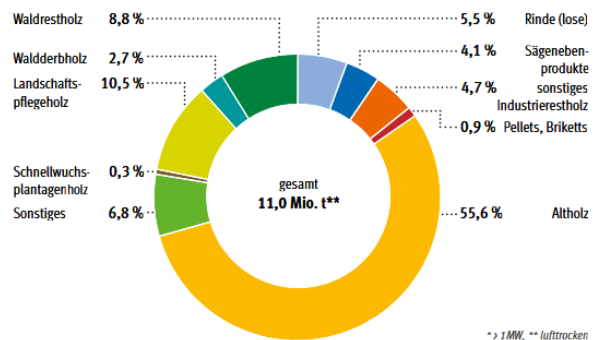
² Oberirdische Holzmasse/-volumen mit einem Durchmesser von über sieben Zentimeter mit Rinde

Holzverwendung in Kleinfeuerungsanlagen 2019*



Quelle: Infr o. K. (2021)
© FNR 2021

Holzverwendung in Großfeuerungsanlagen 2019*



Quelle: Infr o. K. (2021)
© FNR 2021

Abbildung 5: Holzverwendung in Klein- und Großfeuerungsanlagen in 2019 (FNR, 2022b)

2.2.3 Nachhaltigkeit

Laut PEFC Deutschland wurden im Zeitraum Juli 2020 bis Mai 2021 über 865.000 Hektar, vornehmlich im Privat- und Kommunalwald, neu zertifiziert. Somit verzeichnet die gesamte zertifizierte Waldfläche in Deutschland einen Zuwachs von über zehn Prozent. Dies wird vornehmlich durch die Fördervoraussetzungen der im Jahr 2020 gestarteten Nachhaltigkeitsprämie Wald begründet. Die Forstwirtschaft wird in den nächsten Jahren vor immensen Herausforderungen stehen: großflächiger Ausfall von wirtschaftlich bedeutsamen Baumarten, fehlende Einnahmen zur Wiederaufforstung, offene Entwicklungs- und Managementfragen des Waldes uvm. (KIWUH, 2019).

2.3 Abfall und Reststoffe

Gemäß Paragraph 6 KrWG ist die stoffliche Verwertung der energetischen stets vorzuziehen. Die Abfallhierarchie legt dabei folgende fünf Stufen fest: *Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung* (insbesondere energetische) und *Beseitigung*. Die thermische Verwertung von Abfällen erfüllt überwiegend den gesellschaftlichen Nutzen, Abfälle zu beseitigen oder in ihrem Volumen zu reduzieren, da seit 2005 keine unbehandelten Abfälle mehr deponiert werden dürfen. Bei der energetischen Verwertung steht die Energiegewinnung im Vordergrund, wobei die Einsatzstoffe häufig aufbereitet werden, um einen höheren Heizwert zu erreichen (z. B. Holzpellets). Aber auch weniger energieeffiziente Reststoffe wie Gülle werden verwendet, um Biogas für Strom und Wärme zu erzeugen.

2.3.1 Aufkommen

Biogene Abfall- und Reststoffe treten insbesondere in folgenden Formen auf:

- Holz- und forstwirtschaftliche Nebenprodukte
- Landwirtschaftliche Nebenprodukte und tierische Exkrememente
- Reststoffe der Bioethanol- und Biodieselproduktion
- Reststoffe der Nahrungsmittelindustrie
- Siedlungsabfall und Klärschlamm

2.3.2 Nutzung

Die Schaffung einer statistischen Transparenz ist für das Abfallwirtschaftssystem nur schwer umzusetzen. Dies liegt zum einen an der Kleinteiligkeit des Marktes, aber auch daran, dass die Abfall- und Reststoffe oftmals nicht direkt einer energetischen Nutzung zugeführt werden, sondern zum Teil mehrere Aufbereitungsschritte durchlaufen, woraus neue Stoffströme erzeugt werden können, die im Anschluss wiederum unterschiedliche Behandlungs- und Verwertungswege durchlaufen. Das Deutsche Biomasseforschungszentrum hat jedoch eine Ressourcendatenbank erstellt, welche die genutzte Menge an anfallenden Abfall- und Reststoffen abbildet (Stand 2015) und diese in stoffliche und energetische Verwendungspfade unterteilt. Die Ergebnisse dieser Datenbank sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Verwendung von Abfall- und Reststoffen nach DBFZ, 2019 (in Tonnen Trockenmasse)

	Genutzte Menge	Stoffliche Nutzung	Energetische Nutzung	Nicht differenzierbare Nutzung	Ungenutztes mobilisierbares Potenzial
Holz- und forstwirtschaftliche Nebenprodukte					
Altholz	6.923.000	855.000	5.836.000	232.000	0
Rinde	2.076.480	1.514.880	561.600	0	0
Schwarzlauge	1.897.000	0	1.897.000	0	0
Sonstiges Industrieholz	2.635.412	144.671	1.114.840	1.375.901	0
Sägenebenprodukte und Hobelspäne	8.236.800	4.820.160	3.416.640	0	0
Waldrestholz (Laub)	2.270.343	21.966	2.248.377	0	1.055.186
Waldrestholz (Nadel)	1.633.329	85.772	1.547.557	0	4.014.037
Landwirtschaftliche Nebenprodukte					
Getreidestroh	4.308.764	4.218.764	90.000	0	6.800.619
Bahnbegleitgrün	29.782	0	0	29.782	0
Bahnbegleitholz	5.410	0	0	5.410	0
Halmgut Obstplantagen	87.680	0	0	87.680	0
Halmgut von Landschaftspflegeflächen	1.035.680	0	157.037	878.643	0
Halmgut Weinbauflächen	46.161	0	0	46.161	0
Holz Obstplantagen	62.400	0	0	62.400	0
Holz von Landschaftspflegeflächen	2.654.280	0	2.654.280	0	493.416
Holz Weinbauflächen	189.775	0	0	189.775	0
Straßenbegleitgrün	558.969	0	0	558.969	0
Straßenbegleitholz	65.437	0	0	65.437	0
Treibsel und Schwemmholz	10.000	0	0	10.000	0
Tierische Exkrememente					
Hühnerflüssigmist	109.977	0	0	109.977	0
Hühnertrockenkot	321.245	0	321.245	0	267.398
Sonstiger Geflügelmist	23.521	0	0	23.521	0
Pferdemist	80.817	0	80.817	0	0
Rindergülle	2.136.706	0	2.136.706	0	3.714.79
Rinderjauche	192.642	0	0	192.642	0
Rindermist	1.078.210	0	1.078.210	0	5.066.502

	Genutzte Menge	Stoffliche Nutzung	Energetische Nutzung	Nicht differenzierbare Nutzung	Ungenutztes mobilisierbares Potenzial
Schafmist	33.289	0	33.289	0	0
Schweinegülle	612.505	0	612.505	0	551.275
Schweinejauche	14.751	0	0	14.751	0
Schweinemist	35.436	0	35.436	0	381.901
Ziegenmist	2.512	0	2.512	0	0
Reststoffe Bioethanol- und Biodieselproduktion					
Glycerin aus der Biodieselproduktion	1.633.329	85.772	1.547.557	0	4.014.037
Reststoffe aus der Bioethanolproduktion	846.020	549.913	211.505	84.602	0
Reststoffe Nahrungsmittelindustrie					
Brauereien	463.347	242.000	92.631	128.715	0
Brennereien	27.731	19.411	8.319	0	0
Brot- und Backwarenherstellung	458.188	352.805	77.892	27.491	0
Fertiggerichteproduktion	9.855	0	0	9.855	0
Fischverarbeitung	112.532	69.755	0	42.777	0
Fleischverarbeitung	1.243.181	786.216	453.182	3.783	0
Futtermittelproduktion	48.562	24.281	24.281	0	0
Gemüseverarbeitung	37.143	27.857	9.286	0	0
Getreideverarbeitung	1.410.866	1.297.182	78.264	35.421	0
Hefeproduktion	251.001	75.300	25.100	150.601	0
Kaffeeproduktion	41.173	0	41.173	0	0
Kakaoproduktion	44.643	5.711	38.932	0	0
Kartoffelverarbeitung	85.986	64.489	21.496	0	0
Milchverarbeitung	547.624	512.106	0	35.518	0
Obstverarbeitung	20.390	12.234	8.156	0	0
Stärkeproduktion	374.670	313.750	0	60.920	0
Tabakverarbeitung	5.416	0	0	5.416	0
Zuckerproduktion	1.844.521	1.825.096	0	19.426	0
Mälzereien	86.666	66.012	5.444	15.210	0
Winzereien	108.874	108.874	0	0	0
Ölmühlen	7.252.080	7.252.080	0	0	0
Siedlungsabfall und Klärschlamm					
Altpapier	15.825.091	13.812.270	1.637.340	262.390	478.419
Biogene Anteile Kanal-, Rechen- und Sandfanggut	65.579	24.081	29.619	11.880	14.689
Biogener Anteil Abwässer	1.230.200	0	1.230.200	0	1.589.938
Biogener Anteil Alttextilien	327.560	301.355	26.205	0	251.080
Biogener Anteil Straßenkehricht	50.347	23.892	19.548	6.907	0
Biogut aus privaten Haushalten	2.313.068	762.774	1.312.885	47.228	554.764
Grüngut	7.142.011	4.707.156	1.761.930	79.636	3.314.086
Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen	901.544	325.705	575.839	0	0
Küchen- und Kantinenabfälle	434.609	2.859	175.696	27.314	137.240

	Genutzte Menge	Stoffliche Nutzung	Energetische Nutzung	Nicht differenzierbare Nutzung	Ungenutztes mobilisierbares Potenzial
Laub	90.908	48.265	19.277	23.365	140.701
Lebensmittelabfälle im Handel	74.851	27.750	17.511	3.752	4.378
Schlämme aus der Nahrungsmittelindustrie	14.474	5.211	9.263	0	0
Schlämme aus der Zellstoff-, Leder- und Textilindustrie	885	0	885	0	0
Speiseöle und -fette aus privaten Haushalten	73	0	66	8	327.268

3 Potenzialabschätzung für Bioenergie

Die zukünftige Nutzung von Bioenergie wird kontrovers diskutiert. Während einige Studien davon ausgehen, dass schon derzeit mehr Energie aus zu mobilisierbaren Biomassepotenzialen bereitgestellt werden könnte, gehen andere Studien von einem abnehmenden Bioenergiepotenzial aus.

3.1 Aus Abfall- und Reststoffen

In einem Fakt sind sich die Studien jedoch einig: Die Bioenergienutzung aus Abfall- und Reststoffen wird im Sinne der Kaskadennutzung auch zukünftig Bestand haben. Daher wurden in Tabelle 3 fünf Studien bezüglich des zusätzlich erschließbaren Bioenergiepotenzials aus Abfall- und Reststoffen untersucht.

Tabelle 3: Zusätzlich erschließbares Potenzial aus Abfall- und Reststoffen

	UBA, 2018	Fraunhofer, 2019	DBFZ, 2019	dena, 2021	lfue, 2022
Gülle	11 TWh	17 – 29 TWh	10 – 28 TWh	10 TWh	20 – 30 TWh
Bioabfall	3 TWh	3 – 6 TWh	9 – 27 TWh (inkl. Klärschlamm)	3 TWh	4 – 6 TWh
Industrielle Abfälle	Nicht analysiert	6 – 13 TWh	0	Nicht analysiert	7 – 12 TWh
Stroh	22 TWh	6 – 19 TWh	7 – 22 TWh	11 TWh	13 – 21 TWh
Holz- und forstwirtschaftliche Nebenprodukte	0 TWh	Nicht analysiert	0 TWh	0 TWh	Nicht analysiert
Insgesamt	36 TWh	32 – 67 TWh	26 – 93 TWh	24 TWh	46 – 69 TWh

Im Ergebnis unterscheiden sich die zusätzlich zu erschließbaren Potenziale teilweise stark, da die Daten- und Berechnungsgrundlagen sowie Annahmen voneinander abweichen. So sind bspw. Distanzen festgelegt, bei welchen es wirtschaftlich lohnenswert ist Rest- und Abfallstoffe zu sammeln. Da sich das erschließbare Potenzial aus dem wirtschaftlichen Potenzial und dem nachhaltigen Potenzial zusammensetzt, könnte sich mit steigenden fossilen Energiepreisen die Konkurrenzfähigkeit von biogenen Energieträgern verbessern, sodass sich die Potenzialabschätzung nach oben korrigieren könnte (bspw. indem auch über längere Distanzen eine Sammlung der Rest- und Abfallstoffe wirtschaftlich attraktiv wird).

Nach (UBA, 2018) und (DBFZ, 2019) wird das derzeitige Potenzial von Waldrestholz bereits überschöpft, so dass hier sogar eine Reduzierung notwendig wäre.

3.2 Aus Nachwachsenden Rohstoffen

Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und demnach auch die zur Verfügung stehenden Fläche für Energiepflanzen hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- Wachstum der Weltbevölkerung und deren Konsum an Fleisch und tierischen Lebensmitteln
- Auswirkungen des Klimawandels
- Flächeninanspruchnahme im Siedlungs- und Infrastrukturbereich
- Ausbau des Ökolandbaus und dadurch einhergehende geringere Erträge
- Flächenbedarf für erhöhten Nahrungsmittelanbau
- Flächenstilllegungen zur Umsetzung der Biodiversitätsstrategie
- Flächenbedarf für CO₂-Senken etc.

Es ist derzeit nicht davon auszugehen, dass sich die Fläche des Energiepflanzenanbaus steigern wird. Außerdem ist der Energieoutput auch stark abhängig davon, welche Pflanzen angebaut werden. Prinzipiell hat Mais einen sehr hohen Flächenertrag, während die durchwachsene Silphie einen geringeren Ertrag hat. Damit ist eine zukünftige Potenzialangabe sehr ungewiss. Eine Ausweitung der Nutzung von Fläche für den Energiepflanzenanbau wäre nur unter Reduktion der Flächen für Futtermittel oder Nahrungsmittel möglich.

Die dena-Leitstudie „Aufbruch Klimaneutralität“ setzt ab 2050 keine konventionellen Biokraftstoffe mehr ein, sodass die derzeit beanspruchten Anbauflächen für NawaRo zur Biokraftstoffproduktion zukünftig frei werden. Jedoch wird durch den Zubau von Kurzumtriebsplantagen das energetische Bioenergiepotenzial um 76,1 Terawattstunden sowie durch Paludikulturen³ um zusätzliche 10,9 Terawattstunden bis 2050 erhöht (dena, 2021).

3.3 Zwischenfazit

Zusammenfassend lässt sich demnach sagen, dass ohne verbindliche Standards, wie sie beispielsweise für die Ökobilanzierung verwendet werden, zukünftige Berechnungen von Biomassepotenzialen von Studie zu Studie inkonsistent bleiben werden. Eine stärkere Vereinheitlichung wäre hier wünschenswert, um die Bewertung möglicher Maßnahmen zur nachhaltigen Nutzung biogener Reststoffe, Nebenprodukte und Abfälle zu verbessern. Auch die Potenzialabschätzungen für Energiepflanzen weisen starke Spannbreiten auf, die vor allem durch den Energieertrag der anzubauenden Pflanze sowie die zur Verfügung stehende Anbaufläche bestimmt werden. Hier kann vor allem durch politische Weichenstellungen festgelegt werden, inwiefern eine Ausweitung des Energiepflanzenanbaus gewünscht wird oder dieser, wie es bereits durch die Treibhausgas-minderungsquote sowie im EEG festgelegt ist, gedeckelt wird. Zudem sind beim Vergleich von Studien, die ein zukünftiges Bioenergiepotenzial angeben, stets verschiedene Aspekte zu betrachten. Diese umfassen die eigentliche Intention der Auftraggebenden/Autorinnen und Autoren, die betrachteten Rohstoffe, den eventuellen Einbezug von Biomasseimporten, die Berücksichtigung von Flächenkonkurrenzen mit Blick auf die Anbaubiomasse sowie die betrachteten Technologien zur Biomassenutzung. All dieser Parameter führen zu großen Spannbreiten in der Betrachtung, welche das Beziffern von genaueren energetischen Kennzahlen für die Biomassepotenziale schwierig gestalten.

³ Paludikultur: Landwirtschaftlich genutzte Moorböden werden vernässt und in die Flächenkategorie wiedervernässte Moorstandorte überführt. So werden bis zum Jahr 2030 20 Prozent, bis zum Jahr 2045 52 Prozent und bis zum Jahr 2050 62 Prozent der landwirtschaftlichen Moorböden vernässt. Auf etwa 50 Prozent der vernässten Flächen wird eine Bewirtschaftung als Paludikultur angenommen.

4 Ausblick

Für die Nutzung von Bioenergie stehen vielfältige Rohstoffquellen zur Verfügung, die in unterschiedlichen Graden erschlossen und genutzt werden. Die Nutzung dieser Roh- und Reststoffbasis hängt stark von den zukünftigen Bedingungen und Bedarfen ab. Für eine zukunftsfähige Biomassestrategie mit gleichzeitiger Vermeidung schädlicher Entwicklungen, bedarf es einem permanenten Monitoring der Ressourcen und Lenkung der Pfade, in denen Biomasse besonders wertschöpfend eingesetzt werden kann. Dies betrifft ebenfalls absehbare Entwicklungen zukünftiger Bedarfe, da der Aufbau von Anbau- und Logistikkonzepten ein gewisses Maß an Investitionssicherheit und Zeit bedarf.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flächennutzung in Deutschland 2020.....	2
Abbildung 2: Prozentuale Aufteilung der Anbaufläche für Energiepflanzen und deren Folgeprodukten in Deutschland in 2021	6
Abbildung 3: Aufkommen und Verwendung der Holzrohstoffe 2016	7
Abbildung 4: Energieholzeinsatz in privaten Haushalten in 2019.....	8
Abbildung 5: Holzverwendung in Klein- und Großfeuerungsanlagen in 2019	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anbaufläche NawaRo in Deutschland nach Kulturarten und Nutzung (2015 – 2021) in Hektar	3
Tabelle 2: Verwendung von Abfall- und Reststoffen nach DBFZ, 2019 (in Tonnen TM).....	10

Literaturverzeichnis

AEE (Hrsg.) (2013): Anbau von Energiepflanzen, Umweltauswirkungen, Nutzungskonkurrenzen und Potenziale. *Renews Spezial, Ausgabe 65*. Berlin.

dena (Hrsg.) (2020): Branchenbarometer Biomethan 2020. Berlin.

dena (2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität.

DBFZ (2019): Ressourcendatenbank. Online verfügbar unter: <https://webapp.dbfz.de/resource-database/?lang=de>. Zugriff am 10.05.2022.

DBV (2022): Bauernverband begrüßt Mitteilung der EU-Kom zu Ernährungssicherheit. Online verfügbar unter: <https://www.bauernverband.de/presse-medien/pressemitteilungen/pressemitteilung/bauernverband-begruesst-mitteilung-der-eu-kom-zu-ernaehrungssicherheit>. Zugriff am 06.05.2022.

DLG (2022): Photovoltaik auf Ackerflächen. Online verfügbar unter: <https://www.dlg.org/de/mitgliedschaft/newsletter-archiv/2022/13/photovoltaik-auf-ackerflaechen>. Zugriff am 06.05.2022.

FNR (2019): Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Gülzow-Prüzen.

FNR (2020a): Basisdaten biobasierte Produkte 2021. Online verfügbar unter: https://fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/basisdaten_biobasierte_produkte_2021_web.pdf. Zugriff am 15.07.2020.

FNR (2020b): Flächennutzung in Deutschland 2019. Online verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/anbauflaeche-nachwachsender-rohstoffe-in-deutschland-nach-kulturarten.html>. Zugriff am 15.07.2020.

FNR (2021): Flächennutzung in Deutschland. Online verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/flachennutzung-in-deutschland.html>. Zugriff am 16.03.2022.

FNR (2022a): Anbaufläche Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland nach Kulturarten 2019-2021. Online verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/grafiken/anbauflaeche-nachwachsender-rohstoffe-in-deutschland-nach-kulturarten.html>. Zugriff am 16.03.2022.

FNR (2022b): Basisdaten Bioenergie Deutschland 2022. Online verfügbar unter: https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2022/Mediathek/broschuere_basisdaten_bioenergie_2022_06_web.pdf. Zugriff am 01.07.2022.

Fraunhofer (2019): Klimabilanz, Kosten und Potenziale verschiedener Kraftstoffarten und Antriebssysteme für Pkw und Lkw.

Ifeu (2022): Abschätzung zu Biomethanpotenzialen und -preisen.

KIWUH (2019): Wald und Holz in Deutschland. Online verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/wald-und-holz-in-deutschland.html>. Zugriff am 10.05.2022.

UBA (2018): BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor).

