



# Biomasse und Biogas

Flexible Strom- und Wärmeerzeugung in KWK als Beitrag zur gesicherten Leistung

by VDE ETG

Empfohlene Zitierweise:

VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.: Biomasse und Biogas – Flexible Strom- und Wärmeerzeugung in KWK als Beitrag zur gesicherten Leistung, VDE Hintergrundpapier, Offenbach am Main, Juni 2025

Dieses VDE Hintergrundpapier ist ein Arbeitsergebnis des ETG Fachbereichs V1 „Erzeugung, Verbrauch und Speicherung im elektrischen Energieversorgungssystem“.

Autoren:

Uwe Welteke-Fabricius, Flexperten  
Dr. Werner Neumann, BUND  
Dr. Martin Kleimaier, Leiter ETG Fachbereich V1

Vorbemerkung:

VDE Hintergrundpapiere geben – entsprechend der Positionierung des VDE als neutraler, technisch-wissenschaftlicher Verband – gemeinsame Erkenntnisse der Mitglieder der jeweiligen Arbeitsgruppen wieder. Die Gemeinschaftsergebnisse werden im konstruktiven Dialog aus häufig unterschiedlichen Positionen erarbeitet. Die Studien spiegeln daher nicht unbedingt die Meinung der durch ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vertretenen Unternehmen und Institutionen wider.

Herausgeber:

VDE Verband der Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik e.V.  
Energietechnische Gesellschaft (ETG)  
Merianstraße 28  
63069 Offenbach  
Tel. +49 69 6308-346  
etg@vde.com  
www.vde.com/etg

Design: Schaper Kommunikation, Bad Nauheim

Juni 2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Rolle der Biomasse in einem klimaneutralen Stromsystem</b>	<b>4</b>
<b>2. Vielfalt der Klimaeffekte bei der Nutzung von Biomasse</b>	<b>9</b>
<b>3. Herkunft und nationale Mengenpotentiale von Biomasse</b>	<b>11</b>
<b>4. Technische Anwendungen und Effizienzanforderungen</b>	<b>13</b>
<b>5. Naturschutz – Restriktionen</b>	<b>15</b>
<b>6. Gesetzliche Regelungen</b>	<b>16</b>
<b>7. Zertifizierungen</b>	<b>17</b>
<b>8. Perspektiven im Stromsektor</b>	<b>18</b>
<b>Fazit</b>	<b>19</b>
Thematische Verweise für weitere Informationen	19
<b>Literatur</b>	<b>20</b>

„Abweichend von der heute noch üblichen Praxis, bei der Biogas-KWK-Anlagen unabhängig vom EE-Aufkommen aus Sonne und Wind mit annähernd konstanter Leistung gefahren werden, ist es in Zukunft sinnvoller, das Biogas in größerem Stil zu speichern und bedarfsabhängig zu verstromen. Die flexible Nutzung von Biogas kann somit den Bedarf von Elektrolyse-Wasserstoff als Langzeitspeicher im Stromsystem deutlich reduzieren“ [1].

# 1. Rolle der Biomasse in einem klimaneutralen Stromsystem

Biomasse, ist als Rohstoff und Energieträger holzartig, gasförmig oder flüssig, in verschiedenen Formen speicherbar. Aufgrund dieser Eigenschaften kann Stromerzeugung aus Biomasse im flexiblen Betrieb die dargebotsabhängige Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie sinnvoll ergänzen.

Um die neue Rolle der Bioenergie festzulegen, hat die Bundesregierung mit der Entwicklung einer Nationalen Biomassestrategie (NABIS) begonnen. Die Ergebnisse werden voraussichtlich erst 2025 vorgelegt und ausgewertet. Zwar soll die stoffliche Nutzung von Biomasse Vorrang erhalten und insbesondere die energetische Nutzung von Biomasse mit gespeichertem Kohlenstoff (Holz) gebremst und die Belegung von landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Anbau von Energiepflanzen erschwert werden. Die verschiedenen Formen von Bioenergie sollen voraussichtlich stärker differenziert und die Nutzung von Reststoffen und Kreislaufmaterial für die Vergärung zu Biogas priorisiert werden. Explizit wird jedoch die Rolle von flexibler Strom- und Wärmeerzeugung als sinnvoller Einsatzzweck für Biogas hervorgehoben.

Im Gegensatz zu den anderen Optionen der EE-Stromerzeugung (insbes. PV und Wind) ist Biomasse ganzjährig verfügbar. Die gesamte Stromerzeugung aus Biomasse (Holz und Biogas) zeigt daher im Jahresverlauf kaum Schwankungen, siehe Abbildung 1. Auch zwischen einzelnen Jahren ist die Schwankungsbreite relativ gering. Allerdings ist die Erzeugung in den Jahren 2023 und 2024 gegenüber den Vorjahren merklich zurückgegangen. In Zukunft wird angestrebt, insbesondere die Stromerzeugung aus Biogas stärker zu flexibilisieren und an das fluktuierende Dargebot von PV und Wind anzupassen (s.u.). Substrate, wie Silage oder Stroh, für die Biogaserzeugung sind überwiegend lagerfähig. Technisch und regulatorisch wird daran gearbeitet, die Biogaserzeugung im Winter zu steigern und im Sommer zu reduzieren.

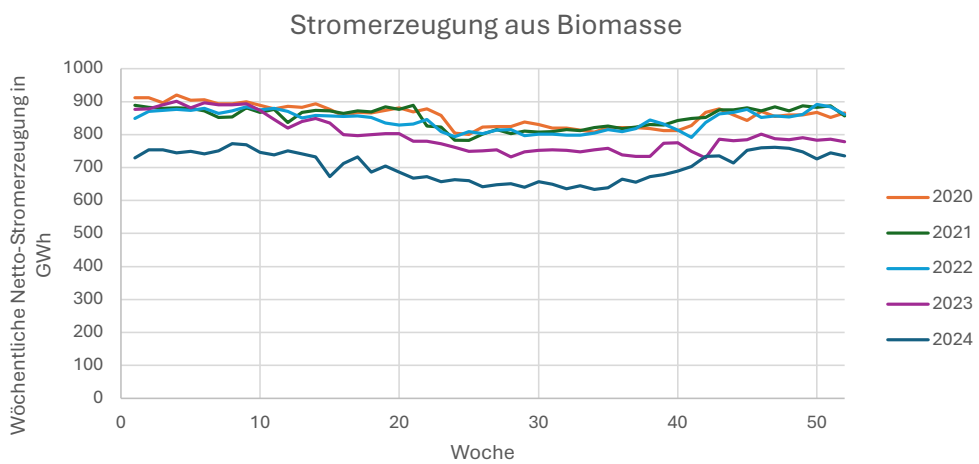


Abbildung 1: Wöchentliche Stromerzeugung aus Biomasse in Deutschland für die Jahre 2020 bis 2024; eigene Darstellung, Datenquelle [2].

Holz wird heute als feste Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme genutzt. Für die Zukunft erscheint es jedoch sinnvoller, Holz in Hochtemperaturprozessen einzusetzen. Holzheizkraftwerke werden in der Regel primär für die Fernwärmeversorgung eingesetzt. Der elektrische Wirkungsgrad ist dabei relativ gering. Darüber hinaus sind sie nur wenig flexibel regelbar. Im Jahr 2023 wurden in

Deutschland etwa 10 TWh Strom aus fester Biomasse erzeugt [3]. Damit hatte die feste Biomasse einen Anteil von 1,9 % an der Bruttostromerzeugung.

Den größten energetischen Beitrag zur Stromerzeugung aus Biomasse leistet die Vergärung von Anbaubiomasse und Reststoffen, aus der bundesweit jährlich etwa 95 TWh<sub>th</sub>/a Biogas gewonnen wird. Etwa 10 % des in Deutschland erzeugten Biogases wird zu Erdgasqualität aufbereitet, als Biomethan ins Erdgasnetz eingespeist und an anderer Stelle überwiegend zum Betrieb von Biomethan-BHKW oder als Beimischung für Erdgas verwendet. Eine noch kleinere, derzeit wachsende Menge von Biogas wird als Bio-CNG oder Bio-LNG im Transportwesen in mobilen Verbrennungsmotoren verwendet, um die durchschnittlichen THG-Emissionen des Kraftstoffverbrauchs zu senken.

Im Jahr 2023 wurden in Deutschland etwa 28,7 TWh Strom aus Biogas und zusätzlich etwa 3 TWh aus Biomethan erzeugt [3]. Damit hatte Biogas und Biomethan zusammen einen Anteil von 6,1 % an der Bruttostromerzeugung.

In Deutschland wurde im Jahr 2022 Biogas und Biomethan in Blockheizkraftwerken an 8.750 Standorten mit einer installierten elektrischen Leistung von etwa 7.100 MW<sub>el</sub> genutzt [4]. Die bestehenden Biogasanlagen wurden in der Aufbauphase von 2004 bis etwa 2014 auf Dauerbetrieb ausgelegt. Die Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan, der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und die Wärmenutzung werden entsprechend dem EEG 20 Jahre lang vergütet.

Durch die Einführung einer Flexibilitätsprämie wurden ab 2012 die meisten Biogas-BHKW bereits in gewissem Maß flexibilisiert, also durch Zubau eines weiteren BHKW in die Lage versetzt, bei gleichbleibendem Biomasseaufkommen die Einspeiseleistung zeitweilig zu steigern oder zu reduzieren bzw. einzustellen. Im Ergebnis (Abbildung 2) waren im Jahr 2022 Biogas-BHKW mit etwa 6,5 GW<sub>el</sub> installierte Leistung am Netz, von denen etwa 60 % im flexiblen Betrieb ihre Stromerzeugung im Mittel mehr als die Hälfte der Jahresstunden ruhen lassen kann. Faktisch beschränkt sich jedoch bei vielen Anlagen der flexible Betrieb auf die Erweiterung um ein zusätzliches neues BHKW-Modul als Dauerläufer mit der Möglichkeit zur kurzzeitigen Abregelung für Regelleistung. In einer unbekannt, aber bedeutenden Zahl von Anlagen wird das ältere Bestands-BHKW-Modul nicht mehr oder kaum noch betrieben, da viele Betreiber sich nur auf Regelleistung eingestellt und auf den Zubau von Speichern verzichtet haben. Ohne Gasspeicher und Wärmepuffer kann der BHKW-Betrieb allerdings nur sehr kurz pausieren. Ein „Fahrplanbetrieb“ mit längerem „load shift“ war bis zur Ukraine Krise 2021 wegen geringer Preisdifferenzen zwischen Hochpreiszeiten und Marktmittelwert auch wirtschaftlich wenig attraktiv. Zudem war häufig zum Zeitpunkt der Flexibilisierung der Bestandsmotor schon abgenutzt und wartungsintensiv, der neue „Flex-Motor“ hingegen zuverlässiger und mit höherem Wirkungsgrad.

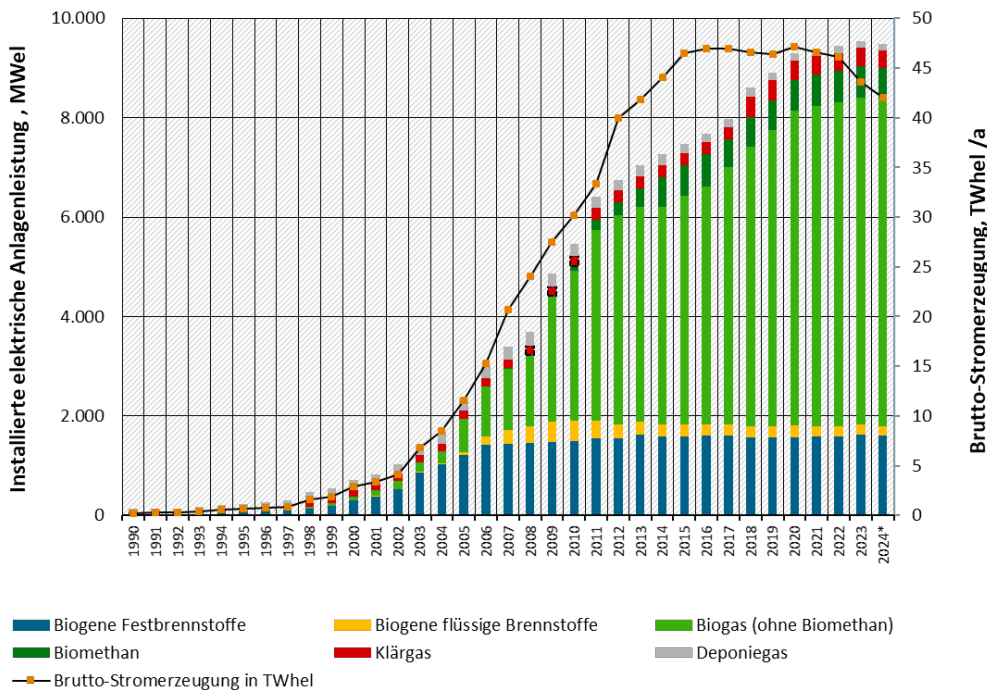


Abbildung 2: Entwicklung der installierten elektrischen Leistung von Biomasse BHKW und der Bruttostromerzeugung aus Biomasse in Deutschland [4]

Da rund 90 % der heutigen Biogasmenge aus Biogasanlagen mit einer Inbetriebnahme vor 2014 stammt, endet die EEG-Vergütung dieses Anlagenbestands bis 2034. Für diese Bestandsanlagen in der ersten Förderperiode gilt, dass ihre Flexibilisierung durch Zubau installierter Leistung gefördert wurde. Dabei müssen sie mindestens 20 % der installierten Leistung nutzen, also 1.750 Volllaststunden Strom erzeugen.

Eine zeitlich weitergehende ökonomische Perspektive setzt voraus, dass die Anlagen den Zuschlag für eine zweite Förderperiode erlangen. Hierfür wurde nach bisherigem EEG gefordert, dass 2017 jahresdurchschnittlich maximal 45 % der installierten Leistung zur Einspeisung genutzt wird, die Anlage also maximal 4.000 Volllaststunden erzeugen darf. Als Untergrenze musste die Anlage mehr als 1.000 Stunden mit mindestens 85 % der installierten Leistung laufen. Daraus ergibt sich ein Korridor zwischen 1.000 und 4.000 Volllaststunden.

Für die 2021 ausgeschriebenen Biomethananlagen galt ein Korridor von mindestens 500 Betriebsstunden bis maximal 15 % Bemessungsleistung, was 1.314 Volllaststunden entspricht. Die Obergrenze wurde in den Ausschreibungen ab 2022 auf maximal 10 % Bemessungsleistung verschärft, was 876 Volllaststunden entspricht. Seitdem sind allerdings die Gebote auf die Ausschreibungen auf nahe Null zurückgegangen.

Mit dem Biomassepaket vom 31. Januar 2025 wurden die Förderbedingungen für Biogas gründlich reformiert. Bestehende Anlagen können nach einem Zuschlag bei einer Ausschreibung für weitere 12 Jahre EEG-Vergütung und einen erhöhten Flexibilitätszuschlag von jährlich 100 €/kW erhalten. Im Gegenzug wird die Förderung auf ein Drittel der Jahresstunden begrenzt, um weitere 500 Stunden auf 2.420 Jahresstunden abschmelzend. Der Maisdeckel wird auf 25 Masse-% abgesenkt. Durch ein Ausschreibungsvolumen von 3 GW in den Jahren 2025 und 2026 wird die installierte Leistung von Strom aus Biogas um 50 % gesteigert. Es bleibt bisher bei einer Untergrenze von 1.000 Betriebsstunden im Jahr.

Damit unternimmt die Bundesregierung einen neuen Anlauf, die überwiegende Einspeisung von Biogasstrom in Grundlast auf eine gezielte flexible Erzeugung der Residuallast umzustellen. Die bestehende Biogaserzeugung könnte rechnerisch auf 30 GW Leistung bei Spitzenlast gesteigert werden. Dafür müsste der mit dem Biogaspaket eingeschlagene Weg allerdings nach 2026 verstetigt werden.

Nach den Zielen der bisherigen Bundesregierung (bis 2025) soll im Jahr 2030 bereits 80 % des Strombedarfes aus erneuerbaren Energie-Anlagen kommen. Simulationen (siehe Abbildung 3) zeigen, dass dann in etwa 4.000 Jahresstunden der gesamte konventionelle Strombedarf (Bedarf gegenüber 2019 unverändert – also ohne Berücksichtigung eines zusätzlichen Bedarfs durch Sektorenkopplung) aus sehr kostengünstigen erneuerbaren Energien (EE) auf Basis von PV und Wind stammen kann [5].

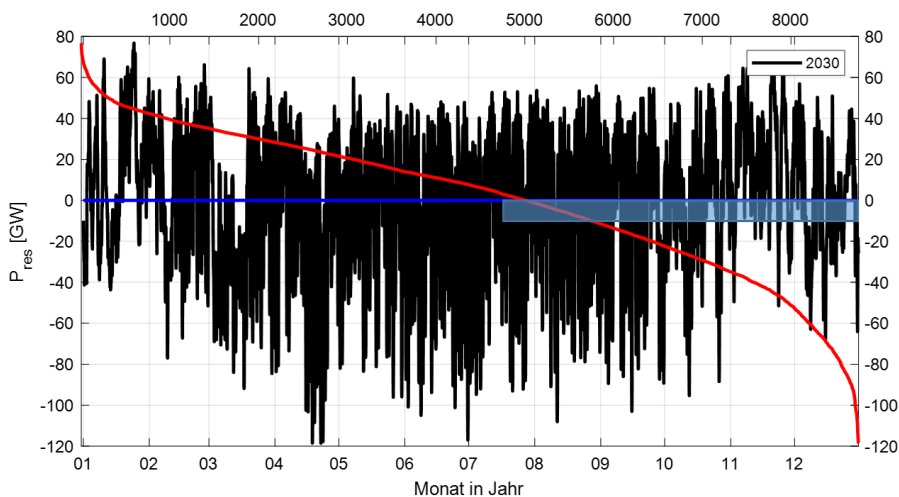


Abbildung 3: Residuallastverlauf für 2030 unter Annahme der Ziele aus dem Koalitionsvertrag 11/2021, Last- und Wetterdaten wie 2019 [5]

Dabei ist auch prinzipiell mit einem überschüssigen EE-Dargebot (negative Residuallast) zu rechnen, das dann als sog. „Überschussstrom“ für das Laden von Energiespeichern und weitere zusätzliche Stromanwendungen (Sektorenkopplung, PtX) eingesetzt werden kann. Derzeit wird ein großer Teil der PV-Anlagen mit Batterien installiert, die als „Balkonkraftwerke“ oder „Solar-Home-Systeme“ mittags

geladen werden und am Abend Strom für den Eigenbedarf bereitstellen. Damit werden die Zeiten mit Strom-Unterdeckung weiter geschmälert. Der Betrieb von Residuallastkraftwerken ist dann nur noch an deutlich weniger Jahresstunden sinnvoll. Dies gilt dann auch für den Betrieb von Biogas-BHKW.

Bei weiterem Ausbau der EE wird sich dieser Zeitraum weiter verkürzen. Diese Dauer ist auch abhängig von Verbrauchsentwicklung, Demand Side Management und Speicherkapazitäten. Die für die Deckung der Residuallast nötige Betriebsdauer wird voraussichtlich schon im kommenden Jahrzehnt auf deutlich unter 2.000 Stunden, möglicherweise auf 1.000 Stunden pro Jahr sinken.

Das BMWK hat folgerichtig im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) für fossil betriebene Erdgas-KWK-Anlagen schon für das Jahr 2030 eine Förderhöchstdauer von maximal 2.500 Volllaststunden festgelegt. Die jährlich maximal geförderte Einspeisedauer soll danach stetig weiter sinken.

Der Betrieb von Biogas-BHKW muss sich daher ebenfalls an diese neuen Gegebenheiten anpassen. Hierfür bietet sich eine Leistungserhöhung der BHKW bei gleichzeitig annähernd gleichbleibendem Biogasaufkommen (sog. Überbauung) an. Eine solche Überbauung erfordert bei vielen Betreibern substanzielle Investitionen oder eine Verringerung der erzeugten Biogasmenge.

Daher stehen viele Betreiber vor der Entscheidung, den Betrieb am Ende der ersten Förderperiode aufzugeben oder eine Modernisierung entschlossen anzugehen. Um einen systemdienlichen flexiblen Betrieb von Biogas-BHKW zu ermöglichen, müssen üblicherweise Biogas-Speicher vorgehalten werden. Bei der Kapazität dieser Speicher ist zwischen Ruhe- und Betriebsreichweite zu unterscheiden. Während die Ruhereichweite angibt, wie lange Biogas auch ohne Betrieb des BHKW – z.B. bei Überschuss von Strom aus Sonne und Wind – produziert und vorübergehend in den Speicher eingespeist werden kann, gibt die Betriebsreichweite an, wie lange das BHKW mit voller Leistung mit Biogas aus dem Speicher betrieben werden kann, z.B. für die Bereitstellung von Spitzenlast bei einer EE-Strom-Mangellage.

Nur an wenigen Hundert Biogasanlagen wurde mit einer deutlich erhöhten BHKW-Leistung sowie großen Gasspeichern für die Einspeisung von Strom in Spitzenlastzeiten nachgerüstet. Diese Flexibilisierung des BHKW-Betriebs steht nicht im Widerspruch zur Wärmenutzung, sondern diese ist im Mittel signifikant höher (ca. 70 % Wärmeauskopplung) als bei weniger flexiblen Anlagen (50 % Wärmenutzung). Solche Anlagen verfügen über einen großen Wärmepufferspeicher, der auch für andere Wärmequellen genutzt werden kann und die Bezeichnung „Speicherkraftwerke“ begründet.

Bei der Ausschreibung für Biomethan-Spitzenlast aus dem Jahr 2021 [6] wurde fast das gesamte Ausschreibungsvolumen von 150 MW ausgenutzt. Der Zuschlagswert lag im gewichteten Mittel bei 17,84 ct/kWh. In allen Ausschreibungen für Biomethan-BHKW in den Folgejahren wurden so gut wie keine Gebote abgegeben.

Bei vielen Betreibern wurde das Ende der ersten EEG-Förderperiode bereits jetzt oder wird in den nächsten Jahren erreicht. Seit der Energiepreiskrise der Jahre 2021 und 2022, der deutlichen Beschleunigung der Energiewende durch den schnelleren EE-Ausbau und die gesetzliche Festlegung der kommunalen Wärmeplanung ist jedoch das Interesse unter den Betreibern von Biogasanlagen am Umbau zu einem nachhaltigen Speicherkraftwerk gewachsen.

Zur praktischen Umsetzung fehlte aufgrund der gestiegenen Investitionskosten bei deutlich gesunkenen bzw. unsicheren Erlöserwartungen bisher die wirtschaftliche Grundlage, sodass die neu installierte Leistung seit 2019 zurückging und auch die gesamte erzeugte Biogasmenge sogar abgenommen hatte (siehe Abbildung 2). Damit sich Biogas-Kraftwerke in Zukunft bei Ausschreibungen für flexible Kraftwerksleistung im Rahmen einer zukunftsweisenden Kraftwerksstrategie beteiligen können, mussten für die Betreiber auskömmliche Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Ursprünglich dienten Biogasspeicher an den Anlagen dem Ausgleich der Schwankungen im biologischen Prozess. Seit Einführung der Flexibilisierung wurde in den Richtlinien der Umweltgutachter für die Testierung der Flexibilität eine Ruhe- und Betriebsreichweite von mindestens 4 Stunden festgelegt, was in den meisten Fällen keine Speichererweiterung erforderlich machte. Der Zubau von Speichern wurde jedoch durch einen Schwellenwert in der Störfall-VO erschwert, der bei Überschreitung einer gespeicherten Menge von 10 Tonnen Biogas die Aufstellung eines Störfallplans erfordert.

Bei einer „Überbauung“ vom vier- bis fünffachen der mittleren Leistung werden zunehmend externe Biogasspeicher errichtet, die eine Ruhereichweite von einem, bis zu mehreren Tagen ermöglichen. Damit kann die Energie aus Biogas in den Zeiten hoher EE-Angebote aufgespart werden, um zur

Versorgungssicherheit im Stromsektor mittelfristige Zeiten mit Erzeugungsmangel aus PV und Wind überbrücken zu können. Bei der entsprechenden Überbauung ist die *Betriebsreichweite* mit dem gespeicherten betriebsfertigen Biogas jedoch deutlich kürzer als die *Ruhereichweite* und liegt im Bereich von 10 bis 15 Stunden.

Ergänzende Kapazität kann durch Fütterung des Bioreaktors mit leicht vergärbaren Substraten bereitgestellt werden und so die Biogaserzeugung relativ schnell gesteigert werden. Betreiber berichten von mehr als 100 % Steigerung in wenigen Stunden und einer Biogaserzeugung von mehreren Tagen auf diesem hohen Niveau. Diese Option ist labortechnisch gut erforscht, aber mit der praktischen Umsetzung erst in den Anfängen.

In einer Modellrechnung mit vollständig flexibilisiertem Anlagenbestand (insgesamt etwa 15 – 20 GW Leistung) würde das gespeicherte Biogas einer Strommenge um 200 GWh<sub>el</sub>, mit dynamisierter Fütterung ggfs. auch 300 bis 400 GWh<sub>el</sub> entsprechen. Das entspricht dem 5- bis 10-fachen der Speicherkapazität aller deutschen Pumpspeicherkraftwerke. Zur Einordnung: Der tägliche Strombedarf in Deutschland variiert derzeit zwischen etwa 1.000 GWh pro Tag im Sommer und 1.500 GWh im Winter.

Der größere Energievorrat bei Biogasanlagen liegt jedoch in den Substratsilos. Die meisten Rohstoffe für Biogas werden alljährlich im Herbst geerntet oder eingebracht. Das gilt für die bisher vorwiegende Anbaubiomasse, aber auch für viele Reststoffe wie Stroh u.ä. Damit wird nahezu ein Jahresvorrat an Rohstoffen eingelagert, der in der Biogasanlage mehr oder weniger schnell – also nur begrenzt flexibel – in verwertbares Biogas umgewandelt werden kann. Der gesamte Substratvorrat enthält damit ein Biogaspotenzial von knapp 100 TWh<sub>th</sub> (FWL), was etwa 40 % der in den unterirdischen Gasspeichern in Deutschland speicherbaren Erdgasmenge entspricht.

Um den Strom in den Bedarfszeiten mit geringem Dargebot von Wind und Sonne flexibel erzeugen zu können, muss auch die Wärmenutzung durch ausreichend dimensionierte Wärmespeicher zeitlich entkoppelt werden, damit eine Wärmenutzung auch ohne stromgeführten BHKW-Betrieb möglich ist. Allerdings orientieren sich die Ruhezeiten der BHKW an der weitestgehenden Deckung des Strombedarfs mit EE. In diesen Zeiten entstehen Stromüberschüsse oder zumindest niedrige Strompreise.

Es wird zukünftig sinnvoll, in diesen Zeiten den reichlich verfügbaren EE-Strom auch für die Wärmeerzeugung (PtH) oder für die Erzeugung längerfristig speicherbarer synthetischer Energieträger zu nutzen. Die Wärmebereitstellung kann wahlweise durch Direktheizung, durch eine Wärmepumpe und perspektivisch auch durch die Abwärmenutzung einer Elektrolyse-Einheit erfolgen. Letztere sollten sinnvollerweise auch nur zu Zeiten mit EE-Stromüberschüssen betrieben werden. Erfahrungsgemäß werden bei der Elektrolyse zwischen 20 und 30 % oder mehr der eingesetzten elektrischen Energie in Wärme umwandelt. Allerdings fehlen für die flexible Nutzung von Stromüberschüssen in den meisten Fällen noch attraktive Stromtarife (inkl. Netzentgelte).

Ein Wärmepufferspeicher kann zwischen den vielfältigen Wärmequellen überbrücken. Für die Speicherbeladung kann die jeweils kostengünstigste Wärmequelle genutzt werden. Eine solche polyvalente (hybride) Versorgung weist naturgemäß eine hohe Resilienz auf, die in Heizsystemen für einzelne Wohngebäude aus Kostengründen derzeit meistens nicht erreichbar ist.

Auch neue Biogasanlagen werden nach der EEG-Novelle2025 nur noch für maximal ein Drittel Jahresstunden, mindestens aber 1.000 Jahresstunden gefördert. Damit wird angereizt, die installierte Leistung auf weniger als 1.500 Jahresstunden auszulegen. Das gilt auch für Anlagen, die nach Ablauf ihres ersten EEG-Vergütungszeitraums in den zweiten Vergütungszeitraum wechseln.

Die bisherige Bundesregierung beabsichtigte die Erhöhung der installierten Leistung von KWK-Anlagen, damit nach Abschaltung der Kohlekraftwerke auch Biogas und Biomethan-BHKW zur Residuallastdeckung beitragen können [7]. Würde bei gleichbleibender Biogaserzeugung die durchschnittliche Betriebszeit von derzeit 6.000 auf z.B. 1.500 Betriebsstunden/Jahr gemindert, könnten damit BHKW-Anlagen mit einer installierten Leistung von 24 GW<sub>el</sub> und mehr betrieben werden. Bei einer Spitzenlast von etwa 80 GW in Deutschland könnten mit Biogas-BHKW also fast 30 % der maximalen Last abgedeckt werden. Bei einer Verkürzung der Betriebsstunden muss nicht nur die elektrische Leistung erhöht werden, sondern auch Gas- und Wärmespeichervolumen angepasst werden. Allerdings wachsen die Speichergrößen nicht proportional zur elektrischen Leistung, sondern sie errechnet sich aus der erforderlichen Ruhereichweite, um das BHKW nicht in Niedrigpreiszeiten betreiben zu müssen.

## 2. Vielfalt der Klimaeffekte bei der Nutzung von Biomasse

Im übertragenen Sinn stellt die energetische Nutzung von Biomasse eine Form eines „Sonnenkollektors“ dar. Dieser hat, im Unterschied zu Solarthermie mit jährlich 400 kWh/m<sup>2</sup> und Photovoltaik mit jährlich 150 kWh/m<sup>2</sup>, nur einen relativ geringen Konvertierungsgrad der Photosynthese mit 1 kWh/m<sup>2</sup> (Holz) bis 4 kWh/m<sup>2</sup> (Ackerbau-Pflanzen), bezogen auf die Anbaufläche.

Dafür bietet die Natur eine hohe Vielfalt der biogenen Ausgangsstoffe und Reststoffe: Pflanzen, Bäume, Pflanzenöle, biogene Abfallstoffe, Gülle, Biogas, Klärgase, Reststoffe bei Verarbeitung und Nutzung von Biomasse. Viele davon binden keine spezielle Fläche, sondern sind Sekundär- oder Nebenprodukte der eigentlichen Flächennutzung. Im Fall der Vergärung werden der Biomasse die Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff teilweise entzogen, während die übrigen Bestandteile und auch die schwer abbaubaren Fasern erhalten bleiben. Die „Gärprodukte“ werden meist als hoch wirksamer und gut pflanzenverfügbare Dünger wieder auf den Acker zurückgeführt.

Man unterteilt Bioenergie in feste (Holz), flüssige (Biotreibstoffe) und gasförmige Energieträger (Biogas und Biomethan). In den bisherigen Entwürfen zur Nationalen Biomassestrategie (NABIS) wird zunächst postuliert, dass die stoffliche Verwertung und die Ernährung über allen anderen Verwendungen stehen und andere Zwecke erst nach den höherrangigen Verwendungen sinnvoll seien.

Besonders interessant ist diese „Kaskadennutzung“ bei Holz, bei der jeweils im Produktionsprozess und der Nutzung für Möbel oder Bauholz schrittweise anfallende Biomassereste energetisch genutzt werden (Durchforstungsholz, Holzhackschnittel, Holzpellets aus Sägemehl, schließlich Altholz).

Parallel baut der Wald eine wachsende Humusschicht auf, die Wasser speichert und eine stetig zunehmende Menge an Kohlenstoff aus atmosphärischem CO<sub>2</sub> im Boden bindet. Die kühlende Wirkung der Wälder, der Wald als Erlebnis- und Erholungsraum, die Artenvielfalt und die Produktivität der Waldökosysteme sind dabei inzwischen eher Haupt- als Nebenprodukt.

Diese Effekte werden unter Verzicht auf die langjährige Kaskadennutzung teilweise auch in Kurzumtriebsplantagen (KUP) erzielt.

Feste Biomasse wie Holz kann auch stofflich verwendet werden, insbesondere für Konstruktionen, Plattenwerkstoffe und Wärmedämmung, und wirkt dabei als langjähriger Kohlenstoff-Speicher. Die damit realisierbare Holzbauweise ist in der Nutzungsphase außerordentlich energieeffizient. Dabei werden obendrein noch andere Baustoffe wie Beton und Ziegel verdrängt. Mit dieser vermiedenen Herstellung kann also zusätzlich der Einsatz von fossilen Energieträgern vermindert und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert werden. Hierbei entstehen auch Synergieeffekte zwischen stofflicher und energetischer Holznutzung, da die bei der Holzwerkstoffproduktion anfallenden Nebenprodukte (Sägereste etc.) in Holzheizkraftwerken für die Strom- und Wärmezeugung genutzt werden können.

Auch Anbaubiomasse hat in der stofflichen Vorkette vielfältige Wirkungen, die jedoch stark von der ökologischen Qualität der Anbaumethoden abhängt. Der energetisch sehr produktive Maisanbau steht in Regionen mit hohen Anbauanteilen und durch Pestizideinsatz in der Kritik.

Durch die Nutzung des Biomasseaufwuchses im Fermenter werden die natürlicherweise anfallenden Zersetzungsprodukte im pflanzlichen Lebenszyklus aufgefangen und energetisch nutzbar gemacht. Andernfalls kann z.B. Stroh, das nach der Getreideernte auf dem Acker verbleibt, oder Zwischenfrüchte im Biolandbau, die zur Bodenverbesserung als Mulch untergepflügt werden, sowohl CO<sub>2</sub> als auch Methan (CH<sub>4</sub>) und das noch gefährlichere Klimagas Distickstoffoxid (Lachgas, N<sub>2</sub>O) freisetzen. Diese unkontrollierten Emissionen können durch die Vergärung zu Biogas weitgehend vermieden werden. Bei den weiteren Verarbeitungsketten muss jedoch darauf geachtet werden, dass insbesondere Freisetzungen von Methan (Methanschlupf) möglichst geringgehalten werden.

Im Bereich der Siedlungsabfälle dient die Biomasse-Energie auch der Abfallbeseitigung bzw. als Vorstufe der Komposterzeugung.

Zunehmend wird dabei die Nutzung von CO<sub>2</sub> in Produkten betont. Wesentliches Kriterium, um Energie aus Biomasse als erneuerbar und nachhaltig einzustufen, ist nicht nur, dass teilweise über viele Jahre hinweg Kohlenstoff in Biomasse (z.B. im Bau oder bei Möbeln) eingelagert und dann erst viel später bei der Verbrennung als CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, sondern dass auch gesichert wird, dass diese Biomasse ohne wesentliche sonstige Schadenswirkungen in Natur und Umwelt wieder erneut gebildet wird.

### 3. Herkunft und nationale Mengenpotentiale von Biomasse

Von besonderer Bedeutung ist die hohe Flächenintensität der klassischen Anbaubiomasse wie Raps oder Mais. Da landwirtschaftliche Nutzfläche eine wichtige, aber knappe Ressource und kaum vermehrbar ist, entstehen Nutzungskonkurrenzen zwischen Nahrungsmitteln, Futtermitteln für tierische Nahrungsmittelerzeugung, dem Anbau von Biogas-Substraten und anderen Flächennutzungen. In der bisherigen Praxis ist der Großteil der Biomasse, die für die Biogasproduktion genutzt wird, klassische Anbaubiomasse. Angesichts des im Vergleich zu PV geringen Energieertrags von Anbaubiomasse ist die direkte Stromerzeugung mittels PV oder Wind deutlich flächeneffizienter als Stromerzeugung mittels Biogas aus klassischer Anbaubiomasse. Die bisherigen Planungen der Bundesregierung (Langfristszenarien) und nahezu die gesamte Literatur geht daher bisher von einem Rückgang der Stromerzeugung aus klassischer Anbaubiomasse aus.

Dabei wurde bisher überwiegend nicht berücksichtigt, dass die Speicherbarkeit von Biomasse einen hohen Zusatznutzen bietet. Ohne Biomasse müssten als Alternative teurere Stromspeichertechnologien eingesetzt werden (Batterien, Pumpspeicherwerke oder Wasserstoff). Nahezu unbeachtet ist die Erkenntnis, dass die Anbaubiomasse für Biogasproduktion auch im heutigen Umfang, mit erträglichem Mehraufwand, auch flächenneutral aus landwirtschaftlichen Nebenprodukten erzeugt werden kann. Ein Rückgang der Biogasproduktion würde erhebliche Mehrkosten für zusätzlichen Import von Energierohstoffen (fossiles Gas, Wasserstoff) nach sich ziehen, ist also weder notwendig noch sinnvoll [7].

Die Biogasbranche selbst wirbt daher für einen Umstieg auf noch vorhandene Reststoffe wie Gülle, Mist und Stroh, Zwischenfrüchte zur organischen Nährstoffanreicherung nicht nur im ökologischen Landbau sowie bunte Biomasse, die mit der Mahd von mehrjährigen Blüh- und Wildpflanzenmischungen gewonnen wird. Solche Kulturen können, bei geringerer Produktivität als Mais, dennoch beachtliche energetische Ausbeuten liefern und empfehlen sich durch vielfältige Umweltsystemnutzen, wie der Förderung der Artenvielfalt, der Durchwurzelung und Humusanreicherung im Boden, sowie der Gewinnung von hochwertigen natürlichen Düngemitteln aus den Gärprodukten, die den Einsatz von energieintensiven Düngemitteln einsparen kann.

Die Potenziale zur Biogasproduktion gehen über die Anbaubiomasse und Reststoffe hinaus, da in allen natürlichen Kreisläufen Abbauprozesse stattfinden, die sich durch Vergärung energetisch nutzen lassen. Das gilt insbesondere für Zwischenfrüchte im Biolandbau (Klee, Leguminosen), aber auch für den Aufwuchs von Naturschutzflächen. Dieses Biomassepotenzial kommt aus der Doppelnutzung von Flächen. So wird im Biolandbau das Ackerland primär zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln genutzt, aber im Wechsel für die organische Nährstoffversorgung eine für die Biogasproduktion geeignete Zwischenfrucht angebaut. Darüber hinaus wird ein perspektivisch bedeutendes Potenzial bei Flächen gesehen, die aus Gründen des Arten- oder Klimaschutzes aus der landwirtschaftlichen Produktion entnommen wurden, deren Aufwuchs aber für die Biogasproduktion genutzt werden kann. Dazu gehören insbesondere Dauergrünland, Blühflächen und wiedervernässte Moore. So besteht keine Flächenkonkurrenz zwischen der Biomasseproduktion und der Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Die verfügbare Menge hängt von der Zahlungsbereitschaft für die Erschließung und Bergung dieser Stoffströme sowie der möglichen Erlöse auf dem Strommarkt ab.

Tabelle 1: Potenziale zur Biogasproduktion nach Abschätzungen des DBFZ im Januar 2024 [8]

Substrateinsatz derzeit	Mrd. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Energiepflanzen	7,4
Wirtschaftsdünger	1,1
Bioabfall kommunal	0,5
Industrie – Reststoffe	0,4
Summe	9,4

Ungenutztes Potenzial	Mrd. m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>
Stroh	1,5
Wirtschaftsdünger (70 % Nutzung)	1,5
Zwischenfrüchte	6,3
Spreu	1,8
Rübenblatt	0,8
Wildpflanzen Stilllegungsflächen	3
Wildpflanzen Ausgleichsflächen, Bioabfall	?
Summe	15

Bei Biomasse, aus der durch Vergärung Biogas gewonnen wird, ist damit sogar Zuwachs zu erwarten, der nicht im Konflikt mit Naturschutz oder in Flächenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelerzeugung steht.

Der größte Teil der anfallenden Biomasse ist Holz mit derzeit ca. 150 TWh/a. Dieses wird überwiegend in oft wenig effizienten Einzelfeuerungen mit hohen Schadstoffemissionen verbrannt. Diese Energie sollte vorzugsweise zur Erzeugung hoher Temperaturen in industriellen Prozessen, oder effizienter in größeren Heizwerken und Heizkraftwerken mit Wärmenetzen eingesetzt werden.

Für die waldstämmigen Biomassepotenziale lassen die bisherigen Entwürfe der NABIS nach derzeitigem Stand keine nennenswerten inländischen Entwicklungspotenziale erkennen, sodass vom Status quo auszugehen ist. Grund ist der Konflikt zwischen Holznutzung und dem Interesse an Naturschutz (naturnahe Wälder und dem Verbleib von Totholz im Wald), der zumindest einer Intensivierung der Waldnutzung entgegensteht.

Ein großer Posten Bioenergie findet sich in Kraftstoffen mit ca. 30 TWh/a, die als Beimischung zu fossilen Kraftstoffen über die THG-Minderungsquote angereizt wird. Hoffnungen richten sich auch auf reine Biokraftstoffe. Diese werden sich auf erzeugungsnahe Spezialsituationen beschränken (z.B. Traktoren).

Gleiches gilt auch für die flüssigen Treibstoffe, die aus Anbaubiomasse oder mit Futterpflanzen gekoppelt gewonnen werden. Die Herstellung von Biodiesel aus Abfällen und Reststoffen – wie alten Speise- und Frittierölen – hat zugenommen, wird jedoch aktuell (2024) durch Importe mit gefälschten Zertifikaten diskreditiert.

Insgesamt besteht das Potenzial zur Deckung von 15 – 20 % eines gegenüber heute deutlich gesenkten Endenergiebedarfs, wobei eine flexible Nutzung von Biomasse/Biogas im Stromsektor wesentlich zur Deckung von bis zu 50 % des Leistungsbedarfs zu Zeiten mit geringem Dargebot aus PV und d Wind beitragen kann. Die energetischen Potenziale der Abfall-/Reststoffe sind in Abbildung 4 für mehrere Zieljahre dargestellt.

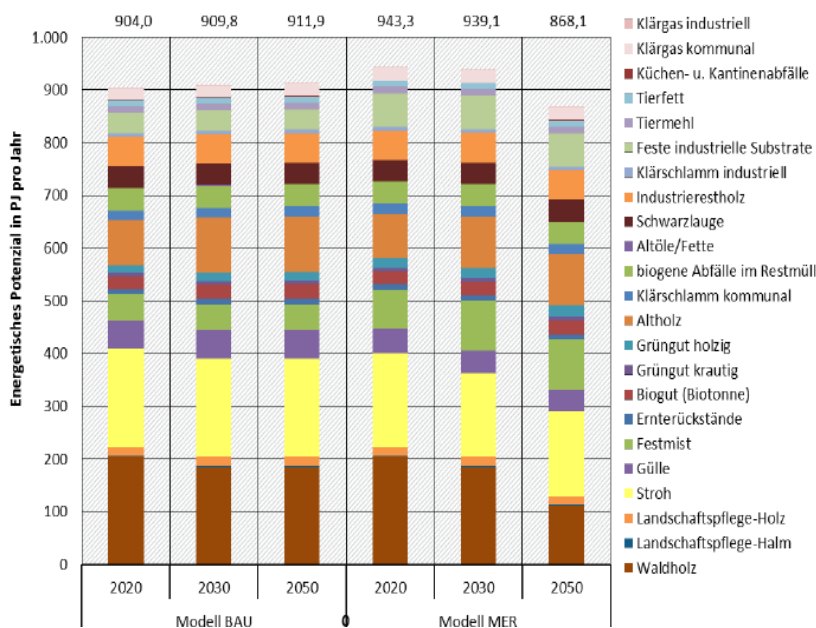


Abbildung 4: Energetische Potenziale der Abfall-/Reststoffe für die Modelle BAU und MER für die Jahre 2020, 2030 und 2050; über den Balkengruppen sind die Summen aufgeführt [9].

## 4. Technische Anwendungen und Effizienzanforderungen

Die Bandbreite der technischen Anwendungen ist ebenso hoch wie die Art und Herkunft der Biomasse. Bei Gülle, Mist, Reststoffen, Bioabfällen erfolgt eine Vergärung mit Erzeugung von Methan und  $\text{CO}_2$  in Biogasanlagen.

Das erzeugte Biogas wird zu etwa 90 % in BHKW-Motoren direkt eingesetzt. Meist steht das BHKW an der Anlage, um mit einem Teil der Abwärme der Motoren die Fermenter auf eine Temperatur von etwa 40 °C aufzuheizen. Weitere Anteile der Wärme werden für landwirtschaftliche Gebäude, Stallheizungen und Trocknungsanlagen verwendet. Um die Wärme komplett und hochwertig zu nutzen, wird die Wärme oft in lokale Wärmenetze eingespeist. Während Zeiten mit hohem Stromaufkommen aus PV und Wind, bei gleichzeitigem Stillstand der BHKW-Anlagen, könnte der Wärmebedarf auch mit zusätzlichen Power-to-Heat Anlagen gedeckt werden. Hierzu fehlen jedoch aktuell noch attraktive Strompreise für die Nutzung dieser EE-Erzeugungsspitzen.

Fehlen die Abnehmer nahe der Anlage, werden zunehmend Gasleitungen in nahegelegene Siedlungen verlegt und dort Satelliten-BHKW errichtet. Die gesetzliche Auflage, kommunale Wärmeplanungen zu erstellen, lässt derzeit die Nachfrage nach Wärmenetzen im ländlichen Raum sprunghaft steigen.

In den Motoren der BHKW wird Strom und Wärme mit einem elektrischen Wirkungsgrad von inzwischen um etwa 40 % bis 45 % und einer Gesamt-Energienutzung von in der Regel deutlich über 80 % erzeugt.

Ohne Wärmenutzung ist die Stromerzeugung in KWK-Anlagen meist nicht sinnvoll. Wenn eine Wärmenutzung in Standortnähe fehlt, kann bei größeren Anlagen oder einer technischen Bündelung mehrerer kleiner Anlagen das Biogas auch gereinigt, das Methan vom  $\text{CO}_2$  getrennt und das verbleibende Biomethan ins Erdgasnetz eingespeist werden. In Deutschland gibt es derzeit etwa 240 solcher Anlagen mit etwa 11  $\text{TWh}_{\text{th}}$ /Jahr Biomethanproduktion. Die Steigerung der Biomethanmenge wird in der Branche angestrebt. Dem steht jedoch die geringe Größe der meisten Erzeugungsanlagen, das limitierte Tempo der Anbindung an das Gasnetz durch die Verteilnetzbetreiber und die hohen Kosten eines Anschlusses an geeignete Netzverknüpfungspunkte im Gasnetz entgegen.

Biogasanlagen sind zudem eine Quelle für  $\text{CO}_2$  zur Erzeugung chemischer Grundstoffe aus erneuerbaren Energien. Der Einsatz für Kohlensäure oder andere Produkte spielt quantitativ bisher keine bedeutende Rolle, weist aber eine steigende Tendenz auf.

Ein großes Potenzial sieht die Branche in der Kombination von Biogas und Wasserstoff. Mit grünem Wasserstoff aus Elektrolyse - unter Einsatz überschüssiger Strommengen aus PV und Wind – könnte das unerwünschte  $\text{CO}_2$  zukünftig zu weiterem EE-Methan umgewandelt werden, um die Einspeisung wirtschaftlicher zu machen. Insbesondere im ländlichen Raum entstehen schon jetzt durch den raschen Ausbau der fluktuierenden Energien Wind und PV zeitweilige Übermengen an EE-Strom, die nicht vom Stromnetz aufgenommen werden können. Statt einer Abregelung können diese Strommengen erzeugungsnah und netzentlastend für die Erzeugung von grünem Wasserstoff in Elektrolyseuren eingesetzt werden. Die Zeiten mit EE-Überschüssen sind jedoch noch relativ gering, so dass sich der Betrieb eines teuren Elektrolyseures für diese Zeiten auf absehbare Zeit nicht lohnen dürfte. Bisher fehlt für Wasserstoff auch die notwendige Infrastruktur der Speicherung, Ableitung und Verwendung.

Langfristig könnten mit Elektrolyseanlagen an einem bestehende Biogas-Speicherwerk etliche Probleme gelöst werden: Die Abwärme des Elektrolyseures kann über den Pufferspeicher genutzt werden, der gewonnene Wasserstoff wird mit Biogas durch Tropfkörperkolonnen geleitet (siehe Abbildung 5). Das im Biogas enthaltene biogene  $\text{CO}_2$  wird damit bakteriell methanisiert; es entstehen Methan und Wasser. Das hydrogenen Methan nimmt im Biogasspeicher die Stelle des Kohlendioxids ein und steigert damit den Energiegehalt des Biogases bis auf nahezu das Doppelte (reines Methan). Das entstehende angereicherte Biogas kann ohne weitere technische Vorkehrungen im BHKW wieder verstromt, oder ins Erdgasnetz eingespeist werden. Damit wird die Reichweite der Biogasanlage ohne zusätzlichen Substrateinsatz deutlich gesteigert. Diese Technologie befindet sich seit 10 Jahren in der Erprobung und wird seit 2023 in Dänemark und in der Schweiz im industriellen Maßstab eingesetzt. In Deutschland wäre ein wirtschaftlicher Betrieb auf absehbare Zeit jedoch nur mit entsprechender Förderung möglich.

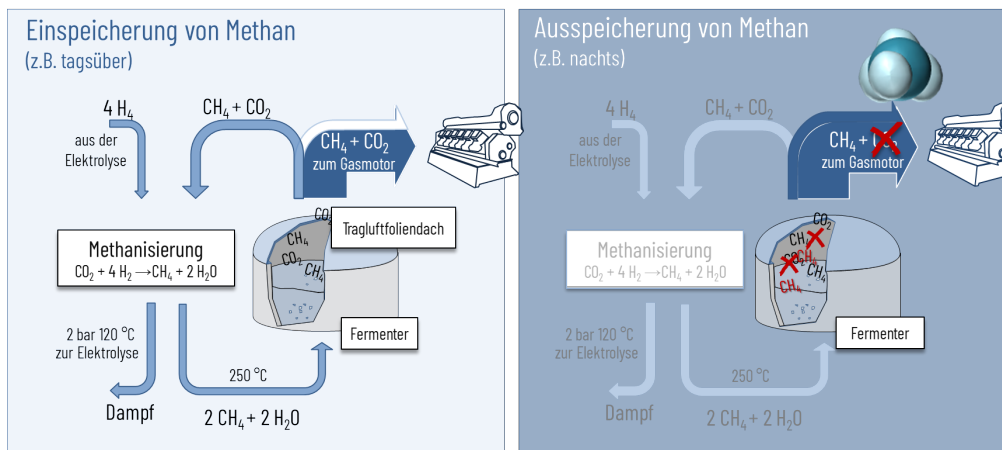
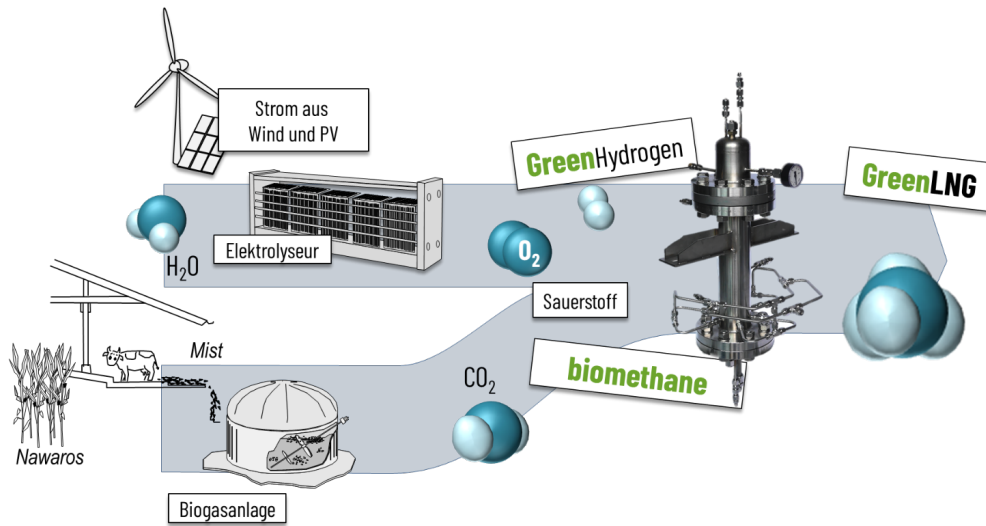


Abbildung 5: Prinzip der Direktmethanisierung mit Wasserstoff [10, 11]

Feste Biomasse/Holz wird in kleinen Holzvergaser-BHKWs (ab 10 kW, auch in Kaskaden) oder großen Holz-Heizkraftwerken (1 – 20 MW) eingesetzt. Bei Letzteren erfolgt die Stromerzeugung mit Dampfturbinen oder einer ORC-Anlage (Organic Rankine Cycle). Flüssige Biomasse/Pflanzenöle werden in Öl-BHKW und Öl-Kesseln eingesetzt. Holzreste/Landschaftspflegeholz können mittels Pyrolyse zur Erzeugung von Holzkohle dienen. Bei Kläranlagen wird das Klärgas aus dem Faulturm in einem Motor-BHKW oder einer Brennstoffzelle eingesetzt. Klärschlamm kann z.B. in einem Müllheizkraftwerk als Beimischung zum Haushaltsmüll als Brennstoff eingesetzt und dort mittels einer Dampfturbine für die Stromerzeugung verwendet werden.

Wenn möglich sollte eine kombinierte Stromerzeugung und Abwärmenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung) angestrebt werden. Dies dient zugleich der Priorität der größtmöglichen Nutzung des Energieinhaltes der Biomasse. Mit einer im Rahmen von Flexibilisierung und Spitzenlastbereitstellung abnehmender Volllaststundenzahl der Biogas-BHKW infolge steigender Zeiten mit EE-Überschüssen, muss die Wärmebereitstellung dann bei Stillstand des BHKW durch alternative Konzepte abgesichert werden. Neben Wärmespeichern kommen hierbei insbesondere hybride Systeme, z.B. Biogas-Spitzenlastkessel, elektrische Heizkessel oder Wärmepumpen, in Frage.

## 5. Naturschutz – Restriktionen

Der Anbau von Energiepflanzen wie Raps und Mais auf einer Fläche von 2 Mio. ha wird als kritische Nutzungs- und Flächenkonkurrenz zur landwirtschaftlichen Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln aufgefasst. Daher sollte Anbaubiomasse, soweit erwünscht, zunehmend mit Hilfe alternativer Kulturen gewonnen werden. Aufgrund ökologisch negativer Auswirkungen eines regional intensiven Maisanbaus sollte ein verstärkter Umstieg auf alternative Kulturen wie Blühpflanzen (Silphie, Alant, Leindotter, Mischkulturen) erfolgen. Künftig sind Synergien von Biomasseanbau und senkrecht stehenden Agri-PV Anlagen denkbar.<sup>1</sup>

Die Gülle-Überschüsse aus der Massentierhaltung können bei der Ausbringung auf die Felder zu einer Anreicherung von Nitrat im Grundwasser führen, der inzwischen von der EU-Kommission Einhalt geboten wurde. Diesen Folgen einer regional besonders dichten Tierhaltung kann mit einer Flächenbindung (Mindestackerfläche pro Tier) entgegengewirkt werden.

Die Vergärung der Gülle in Biogasanlagen verlagert das Nitratproblem auf die Gärreste. Allerdings gibt es etliche Biogasanlagen in tierreichen Regionen, in denen die Gärprodukte mit Hilfe der BHKW-Wärme eingedampft und dann in konzentrierter Form in die nährstoffärmeren Ackerbauregionen transportiert und dort ausgebracht werden.

Biomassenutzung kann auch dem Naturschutz dienen, z.B. bei Nutzung von Reststoffen aus der erforderlichen Pflege von Naturschutzgebieten, Landschaftsschutz, „Begleitgrün“ von Verkehrswegen. Landwirtschaftliche Flächen, die aus Gründen des Natur- oder Klimaschutzes nicht mehr für den Anbau von Nahrungs- und Futtermittelpflanzen genutzt werden sollen, können einen landwirtschaftlichen Ertragswert behalten, wenn der Aufwuchs für die Biogaserzeugung genutzt wird. Dem stehen noch immer rechtliche Anforderungen an Stilllegungsflächen entgegen.

---

<sup>1</sup> Eine Definition der AGRI-PV bietet die DIN SPEC 91434, kostenfrei erhältlich bei [www.beuth.de](http://www.beuth.de); Vgl. dazu auch das sog. „Solarpaket“: z.B. BT-Drs. 20/8657.

## 6. Gesetzliche Regelungen

Das EEG (zuletzt reformiert 2025) enthält z.B. Vergütungsvorschriften für Strom aus Biomasse (§ 42) oder Regelungen zur Ausschreibung für Biomasseanlagen (§§ 28c, 29 – 35a, 39 – 39i). Die Flexibilitätsprämie und der Flexibilitätszuschlag („Überbauung“ mit höherer elektrischer Leistung = geringere Volllaststunden bei flexibler Fahrweise) in §§ 50, 50a und 50b fördern den Einsatz von Biogas-BHKW mit höheren Leistungen für eine flexible Stromerzeugung. Im §51 wird zudem festgelegt, dass für Strom aus Biomasse in Zeiten mit negativen oder nur schwach positiven Preisen unter 2 ct/kWh kein Förderanspruch mehr besteht.

Die Biomasseverordnung (BiomasseV) definiert, welche Stoffe im EEG als Biomasse anerkannt werden und welche nicht. Des Weiteren enthält diese Verordnung auch Regelungen zu technischen Verfahren in Bezug auf das EEG.

Anreize für die Nutzung von Biomasse zur Wärmeversorgung entstehen insbesondere durch die Pflichten zur Nutzung von Erneuerbarer Wärme im Gebäudeenergiegesetz (GEG) und im Wärmeplanungsgesetz (WPG), aus der Bepreisung fossiler Brennstoffe im nationalen und europäischen Emissionshandel sowie verschiedenen finanziellen Förderprogrammen für erneuerbare Wärmeerzeuger.

Die Biomassestromnachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) und die Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) stellen Nachhaltigkeitsanforderungen, die biomassebasierte Energieträger einhalten müssen.

Insgesamt liegt eine sehr komplizierte und oft geänderte Gesetzeslage vor. Zudem gelten etwa Anforderungen des Baugesetzbuchs, des Immissionsschutzes, des Wasserhaushaltsrechts, des Kreislaufwirtschaftsrecht und die Störfallverordnung<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Insbesondere da öfters das Substrat von Biogasanlagen ausgelaufen und in Vorfluter und Bäche gelangt ist mit erheblichen Schäden an der Fischfauna.

# 7. Zertifizierungen

Mehrere Unternehmen bieten an, Herkunftsnachweise von Biomasse/Biogas und bzw. daraus erzeugtem Strom und/oder Wärme zu erstellen. Dies ist relevant für das EEG, das KWK-Gesetz und das Gebäudeenergiegesetz. Besondere ökologische Anforderungen wurden durch die Umweltverbände (BUND, NABU, DNR, Eurosolar, Verbraucher-Initiative, IPPNW) mit dem „Grüner Gas Label“ des Grüner Strom Label e.V. vorgelegt<sup>3</sup>.

Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RED III) fordert für die Stromerzeugung aus Biogas die Reduzierung der Emissionen gegenüber fossiler Stromerzeugung. Dies wird mit der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) in nationales Recht umgesetzt und verlangt eine THG-Emissionsminderung von derzeit 70 % (ab 2026: 80 % THG-Minderung), die jährlich für Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 2.000 kW (Feuerungswärmeleistung, entspricht etwa 800 kW<sub>el</sub>) nachgewiesen werden muss.

Derzeit arbeitet die Europäische Kommission an einem Carbon Removal Certification Framework, mit dem die Entnahme und Bindung von CO<sub>2</sub> geregelt und anerkannt werden soll. Im Ergebnis würde der Humusaufbau durch eine zusätzliche Erlös Komponente angereizt. Der im Boden gebundene Kohlenstoff nimmt tendenziell über die Zeit zwar wieder ab, aber kann durch pflegliche Bearbeitung per Saldo weiterwachsen und die Atmosphäre entlasten.

---

<sup>3</sup> <https://www.gruenerstromlabel.de/gruenes-gas/kriterienkatalog/>

## 8. Perspektiven im Stromsektor

Die Zukunft der Nutzung der Biomasse zur Stromerzeugung liegt in der Nutzung der besonderen Qualitäten der energetischen Biomasse für die Energiewende – Speicherbarkeit, Flexibilität, Energieeffizienz durch KWK – sowie des Beitrags zur Versorgungssicherheit, zur Kreislaufwirtschaft und der Bereitstellung von klimaneutralem CO<sub>2</sub> als Koppelprodukt der Bioenergienutzung. Dabei kommt auch die Kombination mit einer elektrolytischen Herstellung von „grünem“ Wasserstoff in Frage (siehe Abschnitt 4).

Hierzu wurde das EEG und dessen Verordnungen vereinfacht und auf diese Ziele ausgerichtet.

Mit dem EEG 2025 [12] macht die Bundesregierung die Stromerzeugung aus Biogas zum Bestandteil des zukünftigen Kraftwerksparks, der anstelle der fossilen Kraftwerke in Zeiten fehlender EE-Erzeugung flexibel die Residuallast decken soll. Das setzt für Betreiber der KWK-Anlagen die zeitliche Entkoppelung der Biogasgewinnung durch Gasspeicher oder durch Einspeisung ins Erdgasnetz voraus, sowie die zeitliche Entkopplung der Wärmeverwertung vom Kraftwerksbetrieb durch große Wärmepuffer und/oder Einsatz von Power-to Heat-Anlagen.

Zugleich müssen die Anforderungen an eine ökologische Bereitstellung der Eingangsstoffe definiert und die bestehenden hohen Standards zur Sicherung gegen Nebenwirkungen (Havarien, Emissionen, Methanschlupf) sukzessive auch im Anlagenbestand umgesetzt werden.

Dafür sind erhebliche bauliche Investitionen erforderlich, die bisher vom Bauplanungsrecht behindert werden. So unterfallen Biogasanlagen schon bei 5 Tonnen Methan im Biogaslager dem komplizierten Störfallrecht, während dies für Erdgas erst ab 50 Tonnen Lagermenge für erforderlich gehalten wird. Biogasanlagen, die zum Zweck der Flexibilisierung ihre installierte BHKW-Leistung erhöhen, müssen schon allein deshalb die ebenfalls komplizierten Anforderungen der BioStNachVO erfüllen, obwohl die Menge der Biomasse gleichbleibt. Um die Ziele der Bundesregierung zu erreichen, sollte also auch das Planungsrecht angepasst werden.

Verbesserungen im Bauplanungsrecht und der Gasnetzregulierung können zudem auch die Einspeisung von Biomethan erleichtern.

# Fazit

Biomasse ist ein wichtiger Baustein einer klimaneutralen Energieversorgung, wenn Biomasse aus naturverträglicher Herkunft effizient und flexibel verwendet wird.

## Thematische Verweise für weitere Informationen

<https://www.fnr.de>

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/MKS/mks-wiss-studien-nutzungskonkurrenzen.html>

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-2019>

<https://www.vde.com/de/etg/arbeitsgebiete/informationen/biomassekraftwerke>

<https://energiesysteme-zukunft.de/publikationen/stellungnahme-bioenergie>

<https://www.kwk-flexperten.net/>

[https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/bund/position/bund\\_energetische\\_nutzung\\_biomasse\\_position.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/bund/position/bund_energetische_nutzung_biomasse_position.pdf)

# Literatur

- [1] VDE ETG, Hg., „Kernaussagen zur Entwicklung der Erzeugung und des Speicherbedarfs elektrischer Energie unter dem Aspekt des Ausstiegs aus Kernenergie und Kohleverstromung“. VDE Position, Nov. 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vde.com/resource/blob/2292772/716e2462c2c47840cb11249163752792/vde-position-erzeugung-und-speicherung-elektrischer-energie-vde-etg-v1-web2-data.pdf>. Zugriff am: 17. Februar 2025.
- [2] Bruno Burger, Energy-Charts. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.energy-charts.info>.
- [3] Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) am Umweltbundesamt, *Erneuerbare Energien in Deutschland: Daten zur Entwicklung im Jahr 2023*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-2023> (Zugriff am: 26. September 2024).
- [4] N. Rensberg, V. Denysenko und J. Daniel-Gromke, „Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland: Report zum Anlagenbestand Biogas und Biomethan: DBFZ-Report, 50“. mit Update vom Mai 2024, Leipzig.
- [5] S. Schramm und M. Kleimaier, „Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und Entwicklung der Residuallast“. VDE Hintergrund. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vde.com/resource/blob/2218016/d226d3f4b29282979df0390d345ccec2/v1-hintergrund-ausbau-erneuerbaren-stromerzeugung-data.pdf>. Zugriff am: 11. Dezember 2024.
- [6] Bundesnetzagentur, *Ausschreibungen für Biomethananlagen*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Biomethan/start.html> (Zugriff am: 11. Dezember 2024).
- [7] M. Jordan *et al.*, „The controversial role of energy crops in the future German energy system: The trade offs of a phase-out and allocation priorities of the remaining biomass residues“, *Energy Reports*, Jg. 10, S. 3848–3858, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.10.055>.
- [8] DBFZ, *DBFZ-Ressourcen-Datenbank*. Verfügbar unter: <https://datalab.dbfz.de/resdb?lang=de>.
- [9] H. Fehrenbach *et al.*, „BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem: (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor)“. Abschlussbericht, Sep. 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/biorest-verfuegbarkeit-nutzungsoptionen-biogener>. Zugriff am: 17. Februar 2025.
- [10] „Biogas im künftigen Energiesystem: Potential und Wirtschaftlichkeit der Besicherung von Wind und Photovoltaik durch die Flexibilisierung von Biogasanlagen“. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.evt.tf.fau.de/files/2024/09/Biogas-im-kuenftigen-Energiesystem-final-09-09-24.pdf>.
- [11] Prof. Dr. Jürgen Karl, „FAU-Studie zur Wirtschaftlichkeit der Residuallastdeckung: Biogas-SKW – H2-ready-Kraftwerke“. Kassel, 25. Juni 2024.
- [12] Gesetz zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zur Flexibilisierung von Biogasanlagen und Sicherung der Anschlussförderung (vom 24. Februar 2025)



## Über die Energietechnische Gesellschaft im VDE (VDE ETG)

Die Energietechnische Gesellschaft im VDE (VDE ETG) bündelt mit über 9.000 Mitglieder die Fachkompetenz der Energietechnik von der Erzeugung, Übertragung, Verteilung bis hin zu den vielfältigen Anwendungsfeldern. Das umfangreiche Expert\*innenwissen der rund 300 ehrenamtlichen Mitarbeiter\*innen aus Industrie, Forschung, Versorgungsunternehmen, Hochschulen und Behörden, die in Fachbereichen, Fachausschüssen und Arbeitskreisen mitwirken, bildet die technisch-wissenschaftliche Basis für Veranstaltungen und Publikationen der Energietechnischen Gesellschaft im VDE.

Mehr Informationen unter <https://www.vde.com/etg>

## Über den VDE

Der VDE, eine der größten Technologie-Organisationen Europas, steht seit mehr als 130 Jahren für Innovation und technologischen Fortschritt. Als einzige Organisation weltweit vereint der VDE dabei Wissenschaft, Standardisierung, Prüfung, Zertifizierung und Anwendungsberatung unter einem Dach. Das VDE Zeichen gilt seit mehr als 100 Jahren als Synonym für höchste Sicherheitsstandards und Verbraucherschutz.

Wir setzen uns ein für die Forschungs- und Nachwuchsförderung und für das lebenslange Lernen mit Weiterbildungsangeboten „on the job“. Im VDE Netzwerk engagieren sich über 2.000 Mitarbeiter\*innen an über 60 Standorten weltweit, mehr als 100.000 ehrenamtliche Expert\*innen und rund 1.500 Unternehmen gestalten im Netzwerk VDE eine lebenswerte Zukunft: vernetzt, digital, elektrisch.

Wir gestalten die e-diale Zukunft.

Sitz des VDE (VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V.) ist Frankfurt am Main. Mehr Informationen unter [www.vde.com](http://www.vde.com)

VDE Verband der Elektrotechnik  
Elektronik Informationstechnik e.V.

Merianstraße 28  
63069 Offenbach am Main  
Tel. +49 69 6308-0  
[service@vde.com](mailto:service@vde.com)

**VDE**