

Nachhaltige Bioenergie

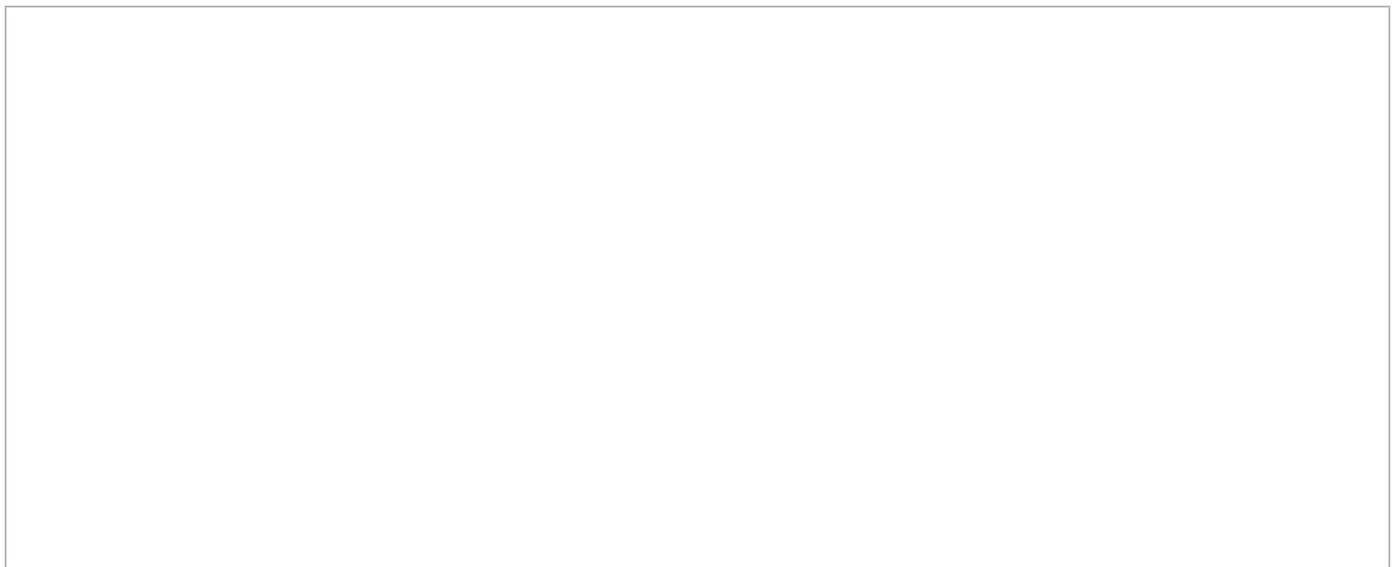
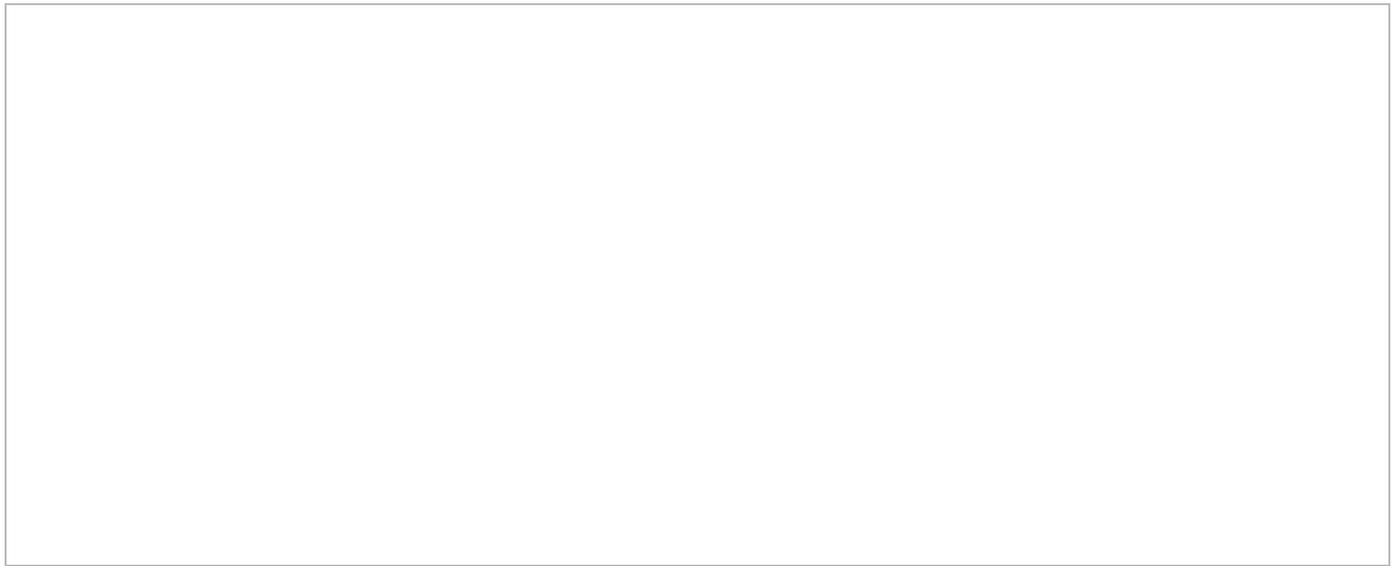
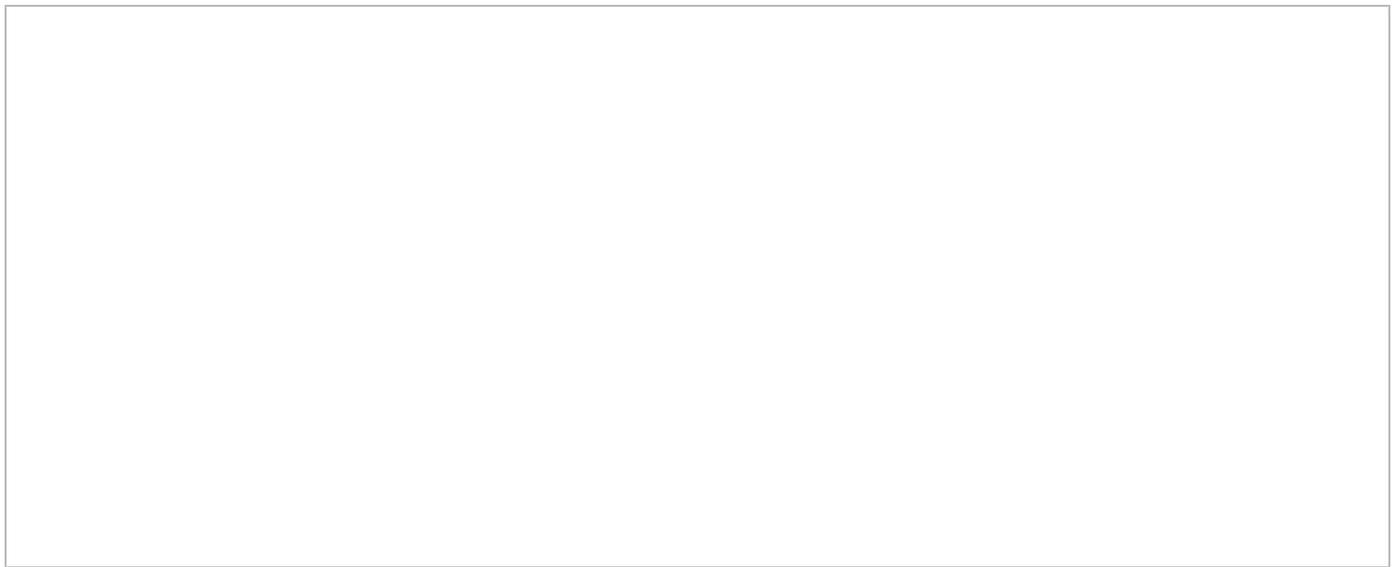
Biomasse aus der Forst- und Landwirtschaft oder auch Reststoffe aus der Industrie und den Haushalten können einen zusätzlichen Beitrag zur Energie- und Rohstoffwende leisten. Auf dieser Biomasse-Basis kann im Rahmen der Bioökonomie eine nachhaltige, regenerative Energie für den Energiemix der Zukunft bereitgestellt werden.

Wasser, Wind, Sonne, Erdwärme und Biomasse: dies sind die Ressourcen, die auf der Erde für eine regenerative Energieversorgung zur Verfügung stehen.^{1,2}

Um das Ziel zu erreichen, die Erderwärmung auf maximal 2°C zu begrenzen, ist auch weiterhin der Umstieg auf eine regenerative Energieversorgung ein besonders wichtiger Teil des Klimaschutzes, denn etwa 75 Prozent der Treibhausgas-Emissionen der Europäischen Union (EU) entfallen auf die Energieproduktion (Strom, Wärme, Verkehr).³ Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland ist zwar auch in 2019 weiter angestiegen⁴, im Wärme- und Verkehrssektor sind in Deutschland keine nennenswerten Zuwächse der erneuerbaren Energie zu verzeichnen.⁵

Im Vergleich zur gesamten Bundesrepublik liegt Baden-Württemberg beim Einsatz von erneuerbaren Energien im Strom- und Verkehrssektor deutlich zurück. Nur im Sektor Wärme kann Baden-Württemberg einen hohen Anteil von erneuerbaren Ressourcen aufweisen.

Stoffliche und energetische Nutzung



 Die Bruttostromerzeugung in Deutschland lag 2018 bei 646,8 Mrd. kWh (646,8 TWh). Davon wurden 35,0 % aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. © Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR) 

Bisher ist der Anteil von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor sehr gering. Der Anteil belief sich im Jahr 2018 einschließlich des Stromverbrauchs im Schienen- und Straßenverkehr auf 5,6 Prozent. © Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR)

Die erneuerbaren Energien trugen zur gesamten Wärmebereitstellung 2018 mit 13,9 Prozent bei, davon werden jedoch über 86,2 Prozent allein durch Biomasse erzeugt. © Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR)

Um diesen Anteil der erneuerbaren Energie in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr noch weiter zu erhöhen, bietet die biomassebasierte Energieerzeugung, die dem Bereich der nachhaltigen Bioökonomie zugerechnet wird, weitere Lösungsansätze. Denn damit Produkte und Energie der Bevölkerung nachhaltig zu Verfügung gestellt werden können, setzt die Bioökonomie als Teil eines zukünftigen Wirtschaftssystems auf zwei Säulen: erstens die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen und zweitens biologisches Wissen und innovative Technologien (Bioökonomie-Definition).

Biomasse-Nutzung hat im Bereich der regenerativen Energiegewinnung einen besonderen Stellenwert, denn zum einen können mit ihr die Schwankungen bei der Energieerzeugung aus Wind und Sonne ausgeglichen werden. Zum anderen kann sie zunächst stofflich und im Anschluss als Reststoff energetisch genutzt werden. Auch unter der Prämisse, dass die Lebens- und Futtermittelerzeugung sowie die stoffliche Nutzung grundsätzlich Vorrang hat (food \Rightarrow feed \Rightarrow fiber \Rightarrow fuel), kann die Bioökonomie auf ausreichend Ressourcen zugreifen, um auch im Kontext der Bioenergie weiterhin einen wichtigen Beitrag zu leisten.

In der Bioökonomie ist es besonders wichtig, dass Innovationen und deren Anwendung immer entlang der gesamten Wertschöpfungskette ansetzen, beginnend beim Rohstoffanbau über die Prozess- und Produktentwicklung bis hin zur Verwertung von Reststoffen. Daher wird im Folgenden die Bioenergie-Erzeugung nicht isoliert betrachtet, sondern im Zusammenspiel mit einer stofflichen Nutzung von Biomasse zum Beispiel im Rahmen einer Koppelnutzung.

Weiterentwicklung des Bestands an Biogasanlagen



Die Durchwachsene Silphie kann umweltverträglich als Energiepflanze sowie für weitere stoffliche Nutzung angebaut werden.
© Edmund Hochmuth/Pixabay

Die Land- und Forstwirtschaft als Erzeuger von Biomasse ist auch eine tragende Säule der Bioökonomie: sowohl in den Aspekten stoffliche wie auch energetische Nutzung. Im Jahr 2018 trug die Energiegewinnung aus Biomasse mit rund acht Prozent einen bedeutenden Anteil zur Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg bei.⁷ Im Bereich der Energiegewinnung aus Biomasse sind hier zum einen die landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu nennen. In ihnen wird derzeit nach wie vor hauptsächlich eigens zur Energieherstellung angebaute Mais eingesetzt. Experten sehen unter anderem in einer größeren Vielfalt des eingesetzten Substrats anstelle von Mais für die Biogasproduktion einen Ansatz, um diese Art der Energiegewinnung nachhaltiger zu gestalten. Wissenschaftler am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) erforschen unter anderem die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), eine aus Nordamerika stammende Korbblütler-Art, als Kandidat für eine zukünftige Energiepflanze, da die gut an Trockenheit angepasste Pflanze reich an Biomasse ist und zudem von Bienen angefliegen wird (Bienenstrachtpflanze). Vorteil für den Landwirt: Die Durchwachsene Silphie wird als Greeningfläche anerkannt. Damit wird nicht nur die biologische Vielfalt gefördert, sondern auch Erosionsschutz betrieben und Grenzstandorte sowie ökologische Vorrangflächen gestärkt, so dass der Anbau von Biomasse für die Biogasproduktion nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion steht.^{10,11}

Damit eine Bioökonomie aber wirklich nachhaltig gelingt, müssen - nach Ansicht der Experten - in der Landwirtschaft Stoff- und Nebenströme der Biomasseproduktion berücksichtigt werden. Denn neben den sogenannten Energiepflanzen lassen sich auch Reststoffe in Biogasanlagen verwenden, wie zum Beispiel Gülle, Bio- und Grüngut aus Privathaushalten sowie biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle und Reststoffe aus dem Garten- und Landschaftsbau. Deren Anwendung kann sich auch für die Landwirte lohnen. So können Biogasanlagen wirtschaftlicher werden, wenn als Ausgangsstoff für die Biogaserzeugung Reststoffe verwendet werden.¹² In Baden-Württemberg waren Stand 2017 im kommunalen, nicht landwirtschaftlichen Bereich, neun Anlagen zur Vergärung von Bio- und Grüngut und acht Anlagen zur Vergärung von gewerblichen Bioabfällen im Einsatz.¹³

Substratvielfalt in Biogasanlagen

Mit den sogenannten Gärresten besteht auch nach der energetischen Nutzung die Möglichkeit, die Biomasse stofflich zu nutzen. Daher spricht man heute eher von Gärprodukten, die beispielsweise als Dünger oder als Rohstoff für die Algenkultivierung eingesetzt werden können.¹⁴ In der Bioökonomie wird zudem noch deutlich mehr Potenzial gesehen. Die Experten im Dialogprozess „Bioökonomie Baden-Württemberg“ sprachen als Handlungsempfehlungen aus: erstens die Produktpalette im Rahmen der stofflichen Nutzung noch zu erweitern, zweitens die Substratbreite, also die Arten der eingesetzten Biomasse in die Biogasanlage zu flexibilisieren und drittens Effizienzsteigerungen der Biogasanlagen als wichtige Elemente einer regionalen, nachhaltigen Bioökonomie voranzutreiben.

Die technische Ausführung der Biogasanlage ist substratabhängig und damit indirekt auch lageabhängig in Bezug auf Anbau- und Nutzung von Biomasse, so dass Hersteller immer zu einer individuell geplanten Anlage raten. Technisch wird hier zwischen Nass- und Trockenvergärung unterschieden. Bei den meisten in der Landwirtschaft eingesetzten Anlagen handelt es sich aufgrund des Einsatzes von Gülle um Anlagen zur Nassvergärung, bei der in der Fermenterflüssigkeit ein Trockensubstanzgehalt von bis zu zwölf Masseprozent vorliegen kann. In der Trockenvergärung, die ursprünglich für die Vergärung von Bio- und Restabfällen entwickelt wurde, kann das Gärgut zwar nicht fließen, benötigt jedoch dennoch eine feuchte Umgebung für den Vergärungsprozess. Dazu wird der Gärungsvorgang kontinuierlich mit Gärflüssigkeit besprüht. Eingesetzt werden Festmist, nachwachsende Rohstoffe, wie zum Beispiel Mais- und Grassilage, Ernterückstände wie Stroh sowie Grün- und Biogut aus dem Entsorgungsbereich. Biogas wird entweder zu Methan aufbereitet und in das Gasnetz zur Abgabe an Energieversorger oder Endverbraucher eingespeist oder zur dezentralen Strom-/Wärmeerzeugung in einem Blockheizkraftwerk genutzt.¹⁵



Aus Biogut kann ebenfalls Biogas gewonnen werden.
© Couleur/Pixabay

Weitere Technologien für die energetische Verwertung

Eine weitere Möglichkeit, um möglichst viele Reststoffe zur Energiegewinnung zu verwenden, stellt die sogenannte Biomassevergasung dar. Dabei werden holzartige Abfälle aus Kommunen, der Industrie sowie Stroh aus der Land- und Forstwirtschaft zu SNG (Synthetic Natural Gas) umgewandelt. Das SNG ist ein Erdgas-Substitut und kann auch als solches eingesetzt werden. Die Biomasse wird thermochemisch in einem Vergaser gespalten. Das entstandene Synthesegas, hauptsächlich CO, CO₂ und H₂, wird gereinigt und durch eine Methanisierung zu SNG umgewandelt. In Baden-Württemberg wird dieses Verfahren unter anderem von Wissenschaftlern an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) untersucht (DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.).¹⁶ Ein weiteres Verfahren, um Biomasse energetisch zu verwerten, ist die Hydrothermale Karbonisierung (HTC). Mit dieser Technik wird Biomasse, auch in Form von Reststoffen, bei hohen Temperaturen von 180 bis zu 250° Celsius und einem erhöhten Druck zu Biokohle verarbeitet, die ähnlich wie Braunkohle als Energieträger, aber auch stofflich verwendet werden kann zum Beispiel als Aktivkohle oder Bodenverbesserer.

Stoffliche Nutzungsoptionen

Im durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg geförderten Projekt „B4B: Bioraffinerie für die Bioökonomie in Baden-Württemberg“ wird erforscht, wie in einer repräsentativen Technikumsanlage lignocellulosehaltige Biomasse zu Plattformchemikalien möglichst vollständig stofflich verwertet werden kann. In Zukunft könnten so auch in dezentralen Anlagen – direkt am Ort der Erzeugung - sowohl aus Reststoffströmen als auch aus Anbaubiomasse Basischemikalien hergestellt werden.⁸ Ferner trägt die Bioökonomie zur Energiewende bei, indem die biobasierten Produkte einen Beitrag zur erhöhten Energieeffizienz und einem reduzierten Endenergieverbrauch leisten, beispielsweise bei der Herstellung der Produkte.⁹ So kann die Fiber Engineering GmbH aus Karlsruhe beispielsweise mittels Fasereinblastechnik aus verschiedenen nachwachsenden Rohstoffen wie Schafwolle oder Gräsern 3D-Faserformteile energie- und ressourceneffizient herstellen, die unter anderem zur Dämmung eingesetzt werden. Ähnliche Möglichkeiten zur Ressourceneffizienz bietet eine nachhaltige Holzbaweise.

Wärme aus Biomasse „Holz“



Scheitholz aus dem Wald ist der bedeutendste Holzbrennstoff in Deutschland.
© Dr. Ariane Pott

Im Jahr 2018 betrug der Anteil an erneuerbaren Energien im Wärmesektor 16 Prozent, davon entfällt der größte Teil auf eine Verfeuerung von Holz.⁶ Und auch wenn der private Betrieb von Kaminöfen und Kleinfeuerungsanlagen zuletzt wegen der Feinstaub-Emissionen in Kritik geraten war, sehen Experten wie Prof. Dr. Stefan Pelz, Professor für Forstnutzung, Holzverwendung und Holzenergie an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR), eine nachhaltige Zukunft für das Heizen mit Holz. Der Schlüssel dazu ist eine gute Befuerungstechnik und auch der Zustand des Holzes, wie zum Beispiel der Feuchtegehalt.¹⁷ In Privathaushalten wird hauptsächlich Scheitholz als Holzbrennstoff verwendet. Weiteres Nutzungspotenzial bieten aber auch Reststoffe aus der holzverarbeitenden Industrie sowie energetisch nutzbares Holz aus der Landschaftspflege.

Mit dem Förderprogramm „Bioenergiedörfer“ und dem Bioenergiewettbewerb wird in Baden-Württemberg die innovative und effiziente Nutzung von Biomasse bei der Energiegewinnung, wie das Heizen mit Holz, gefördert. Ein Beispiel eines geförderten Projekts stellt die Holzvergasungsanlage mit Kraft-Wärme-Kopplung der Friedrich Wahl GmbH & Co. KG in Sulzbach-Laufen dar, denn die im Sägewerk des Unternehmens anfallenden Reststücke werden in einer Holzvergasungsanlage zur Energiegewinnung genutzt.¹⁸

Sektoren verknüpfen und Energie umwandeln

Rund 7 Prozent der durch erneuerbare Energieträger bereitgestellten Energie wird im Bereich „Verkehr“ in Form von Biokraftstoffen eingesetzt. Dazu gehören Bioethanol, Rapsöl, Methan aus Biogas sowie aus Reststoffen gewonnene BtL-Kraftstoffe (Biomass to Liquid). Bei dem BtL-Verfahren wird ähnlich wie bei der Herstellung von SNG die Biomasse zunächst thermochemisch in Synthesegas umgewandelt und im Anschluss durch das Fischer-Tropsch-Verfahren in flüssige Kohlenwasserstoffe transformiert.

Für eine nachhaltige Energiewende spielt natürlich auch die Kopplung der aufgeführten Sektoren Strom, Verkehr und Wärme in den Industrieabläufen eine große Rolle. Durch die Verzahnung der einzelnen Sektoren soll es möglich sein, Energie noch effizienter einzusetzen und zu speichern. So kann zum Beispiel die durch Windkraft erzeugte Energie mit Hilfe von Wärmepumpenheizungen in Wärme umgewandelt werden (Power-to-Heat). Die Speicherung der durch Wind und Sonne erzeugten Energie und damit der mögliche Einsatz für die Sektoren Wärme und Verkehr stellen eine der Herausforderungen der Energiewende dar. Ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Konsortium „P2X“ und weitere der sogenannten Kopernicus-Projekte wollen durch verschiedene Forschungsansätze wichtige Beiträge zur Speicherung von Wind- und Sonnenenergie leisten. In dem Projekt sind auch Wissenschaftler aus Baden-Württemberg beteiligt. Die Forscher wollen verschiedene „Power-to-X-Wege“ aufzeigen und diese auf ihren ökonomischen Nutzen prüfen. Dazu gehört zum Beispiel, mit Hilfe erneuerbarer Energie, wie Wind- oder Sonnenenergie, gasförmige Substanzen wie Wasserstoff oder Methan herzustellen (Power-to-Gas). Aber auch das oben genannte Power-to-liquid-Verfahren oder das Power-to-Chemicals-Verfahren, also Basischemikalien für die chemische Industrie zu produzieren.^{19,20}

Biomasse bietet somit zahlreiche Möglichkeiten, um sie, im Kontext einer Bioökonomie gedacht, auch nachhaltig für die Energieproduktion zu nutzen und Flauten bei der Energie aus Windkraft sowie Dunkelfasen bei der Solarenergie auszugleichen. Dass Baden-Württemberg auf einem guten Weg ist, zeigt der Bundesländervergleich für den Ausbau der erneuerbaren Energien 2019.²² Hier belegte Baden-Württemberg den zweiten Platz, der unter anderem auf eine gute Bewertung der „Anstrengungen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ zurückzuführen ist, aber auch auf die klimafreundliche Wärmeproduktion zum Beispiel durch Holz. Baden-Württemberg hinkt laut der Studie jedoch bei der Bruttostromerzeugung im Vergleich zu anderen Bundesländern hinterher. Den größten Beitrag leistet hier mit acht Prozent die Biomasse. Damit trägt sie als Bestandteil einer nachhaltigen Bioökonomie schon jetzt einen großen Teil zur nachhaltigen Energieversorgung Baden-Württembergs bei. Nach Einschätzung der Experten aus dem Beteiligungs- und Dialogprozess des Landes ist hier besonders durch ein intelligentes Stoffstrom-Management und die Nutzung von Reststoffströmen noch Luft nach oben und somit das Potenzial der Biomasse und damit der Bioökonomie bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

¹ Studie "Climate risk an Response", Januar 2020, McKinsey Global Institute
<https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/Climate%20Risk%20and%20Response%20Physical%20Hazards%20and%20Socioeconomic%20Impacts/MGI-Climate-risk-and-response-Executive-summary-vf.ashx>

² Pressemitteilung Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) e. V., 6.12.2019
<https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/forschung-an-cop25-zehn-dinge-die-klima-verhandler-wissen-muessen>

³ Mitteilung der Kommission: Ein sauberer Planet für alle: Eine Europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft
28.11.2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN>

⁴ Pressemitteilung Umweltbundesamt 20.12.2019, <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bilanz-2019-erstmalig-mehr-strom-aus-erneuerbaren>

⁵ Entwicklung der erneuerbaren Energien in den ersten drei Quartalen 2019, Quartalsbericht, der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik und <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>

⁶ Monitoring der Energiewende in Baden-Württemberg, Statusbericht 2019
https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2019/Monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf

⁷ Im Blickpunkt: Energie in Baden-Württemberg, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg <https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Faltblatt/803819021.pdf>

⁸ Projekt Bioraffinerie für die Bioökonomie in Baden-Württemberg (B4B) <https://www.bio-pro.de/projekte/bioraffinerie-fuer-die-biooekonomie-baden-wuerttemberg-b4b>

⁹ Bericht zum Beteiligungsprozess Plan B wie Bioökonomie Nachhaltige Bioökonomie für urbane und industrielle Räume <https://www.biooekonomie-bw.de/>

¹⁰ Fachbeitrag: „Kompetenzzentren in BW – das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg“
<https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/kompetenzzentren-in-bw-das-landwirtschaftliche-technologiezentrum-augustenberg>

¹¹ Demonstrationsbetrieb „Artenvielfalt auf Äckern“ an der LTZ- Außenstelle Rheinstetten- Forchheim
https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/Lde/Startseite/Arbeitsfelder/Massnahmen+des+Demonstrationsbetriebes+Artenvielfalt+auf+Aeckern_

¹² Bericht zum Dialogprozess Bioökonomie – Wertschöpfung mit Zukunft: Nachhaltige Bioökonomie für den ländlichen Raum <https://www.biooekonomie-bw.de/>

¹³ Aktuelle Entwicklung und Perspektiven der Biogasproduktion aus Bioabfall und Gülle Abschlussbericht, Umweltbundesamt https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-15_texte_41-2019_biogasproduktion.pdf

¹⁴ Fachbeitrag: „Reststoffe aus Biogasanlage als Futter für Algen“
<https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/reststoffe-aus-biogasanlage-als-futter-fuer-algen>

¹⁵ Leitfaden „Biogas: Von der Gewinnung zur Nutzung“, Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Leitfaden_Biogas_web_V01.pdf

¹⁶ Biomassevergasung in Deutschland, Fachzeitschrift energie | wasser-praxis 9/2019 https://www.dvgw-ebi.de/download/ewp_0919_00-02_Mueller.pdf

¹⁷ Interview: „Holz: Eine tragende Säule der Energiewende“
<https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/womit-heizen-wir-in-zukunft/holz-eine-tragende-saeule-der-energiewende>

¹⁸ Projekteintrag „Holzvergasungsanlage mit Kraft-Wärme-Kopplung“
<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/bioenergie/bionerriegewettbewerb-und-bioenergieoerfer/weitere-projekte/holzvergasungsanlage-mit-kraft-waerme-kopplung/>

¹⁹ Projektseite „Kopernikus-Projekte“, Bundesministerium für Bildung und Forschung <https://www.kopernikus-projekte.de/>

²⁰ Fachbeitrag „Power-to-X-Technologien: Erneuerbaren Wasserstoff mit weniger Strom erzeugen“
<https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/pm/power-to-x-technologien-erneuerbaren-wasserstoff-mit-weniger-strom-erzeugen>

²¹ Plattform „Erneuerbare Energien Baden-Württemberg e.V.“ <https://erneuerbare-bw.de/de/>

²² Pressemitteilung Agentur für erneuerbare Energien
<https://www.unendlich-viel-energie.de/bundeslaendervergleich-erneuerbare-energien-schleswig-holstein-und-baden-wuerttemberg-sind-vorreiter>

Dossier

28.04.2020

Dr. Ariane Pott

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Artikel in diesem Dossier



16.03.2023

[PeePower™ – Energie aus Urin](#)



28.06.2022

[Moore als CO₂-Speicher: renaturieren und gleichzeitig wirtschaften](#)



14.06.2022

[Klimaschutzfaktor Moore – CO₂ binden statt freisetzen](#)



11.11.2021

[CO₂ aus der Luft als Rohstoff für Chemikalien](#)