WIE NACHHALTIG IST DIE BIOÖKONOMIE WIRKLICH?

Anregungen für einen Perspektivwechsel – damit eine sozial und ökologisch gerechte Wirtschaftsweise gelingen kann

DIE BIOÖKONOMIE umfasst laut Definition der Bundesregierung „die Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“.[1] Bioökonomie kann zu einem nachhaltigeren Wirtschaften beitragen, da sie auf nachwachsende Rohstoffe zurückgreift. Sie ist aber nicht per se nachhaltig. Bisher setzt die Politik vor allem auf Wachstum und Effizienz. Was wir jedoch brauchen sind alternative Konzepte, die die tatsächlich zur Verfügung stehenden Ressourcen und unsere Art des Produzierens und Konsumierens in den Blick nehmen. Dafür finden Sie in diesem Faltblatt Anregungen. Diskutieren Sie mit und bringen Sie kritisch Ihre Stimme ein!

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2020|21

BIOÖKONOMIE

Bioökonomie im Wandel –
Wo wir heute stehen

Ursprünglich wurde das Konzept der Bioökonomie entwickelt, um trotz der drohenden Verknappung von fossilen Rohstoffen, durch neuartige Produkte weiter wirtschaftliches Wachstum zu schaffen.[2],[3] Demgegenüber wird Bioökonomie heute mit dem Anspruch verbunden, diese nachhaltig und kreislauforientiert auszurichten und dabei Ökonomie und Ökologie in Einklang zu bringen.[1],[4] Bislang orientierte sich der eingeschlagene Pfad vor allem an einer Wirtschaftsweise, die durch Forschung und Entwicklung entstandene technologische Innovationen nutzt und auf Effizienz und Wachstum ausgerichtet ist.[5] Diese sogenannte wissensbasierte Bioökonomie setzt auf die Nutzbarmachung biologischer Vorgänge der Natur,[2] größtenteils als Ersatz für fossile und mineralische Ressourcen, um so dem Problem der Ressourcenknappheit entgegen zu wirken.[6]

Ein Umdenken ist nötig

Der Bedarf nach einem Umdenken in unserem Umgang mit den verfügbaren Ressourcen wird dagegen bislang zu wenig adressiert.[5],[7] Fossile lediglich durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen, ist quantitativ nicht möglich und bietet keine Garantie für eine nachhaltige Wirtschaftsweise.[8],[9] Schon jetzt gibt es Nutzungskonkurrenzen um biologische Ressourcen. Diese Ressourcen werden meist auf ökologisch bedenkliche Weise gewonnen, die praktizierte Landnutzung führt zu einer Degradation unserer Böden, beeinflusst den Wasserhaushalt negativ und trägt zum Verlust an biologischer Vielfalt und zur Freisetzung von Treibhausgasemissionen bei.[10] Hinzu kommt: Der ländliche Raum sowie die Länder des globalen Südens profitieren bisher kaum als Rohstofflieferanten.[11]–[13] Nutznießer der Bioökonomie sind in erster Linie die Industrie und die Länder des globalen Nordens.[14]

Bedarf nach mehr Nachhaltigkeit

Mit einer größeren Nachfrage nach biologischen Ressourcen aus unterschiedlichen Sektoren wird sich die aktuelle Situation weiter verschärfen.[8],[15] Dies wird zu neuen Nutzungskonkurrenzen führen. Ein Gegensteuern ist unerlässlich. Orientierung bieten hierbei die planetaren Grenzen und die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (siehe Infoboxen). Ein neues Konzept für die Bioökonomie muss ganzheitlichen Nachhaltigkeitskriterien entsprechen, in welchem Ökologie und Soziales die Leitplanken für ein biobasiertes Wirtschaften bilden.[6],[16]–[18]

2010
Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030, formuliert Vision führend in Forschung und Innovation innerhalb der wissensbasierten Bioökonomie zu sein.[2]

2011
„Bioökonomie. Können neue Technologien die Energieversorgung und die Welternährung sichern?"; NABU-Stellungnahme zum Gutachten des Bioökonomierats, kritisiert die einseitige Fokussierung auf technologische Lösungen.[24]

2013
Nationale Politikstrategie Bioökonomie, verfolgt das Ziel einer effizienteren Nutzung von Biomasse zur Sicherung von Wachstum und Beschäftigung.[23]

2014
„Irrweg Bioökonomie: Kritik an einem totalitären Ansatz", F.-T. Gottwald, A. Krätzer, befasst sich mit globalen Folgen der auf Wachstum ausgerichteten Bioökonomie.[3]

2015
Kritik an der Nutzung von Biomasse für Kraftstoffe, siehe z. B. [22]

2016
„Global Gardening: Bioökonomie – Neuer Raubbau oder Wirtschaftsform der Zukunft?"; C. Grefe, befasst sich mit Risiken einer wachsenden Bioökonomie.[21]

2020
Nationale Bioökonomiestrategie; Fokus auf klimaneutrale Entwicklung und kreislauforientierte Wirtschaft.[1]

Kritisiert wird das Fehlen von Maßnahmen zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs, sowie Fokus auf technologische Innovationen (z. B. Gentechnik).[20]

2020
„Bioökonomie. Weltformel oder Brandbeschleuniger?"; politische ökologie 03/2020, kritische Betrachtung bioökonomischer Entwicklungen durch Wissenschaft und Zivilgesellschaft.[19]

Bioökonomie, wie weiter? – Warum wir einen Perspektivwechsel brauchen

Zentral für eine nachhaltige und kreislauforientierte Bioökonomie sind folgende Fragen: Wofür wollen wir die zur Verfügung stehenden biologischen Ressourcen nutzen? Was für eine Art von Landnutzung betreiben wir? Mit welchem Wirtschaftssystem schaffen wir es, den Wohlstand gerecht zu verteilen? Dazu müssen wir klären, was zukünftig die Schwerpunkte der Bioökonomie sein sollen: Wollen wir die technologischen Möglichkeiten in den Bereichen der Bio- und Nanotechnologie oder gar der Gentechnik ausschöpfen? Wollen wir die Landnutzung und die Verarbeitung biologischer Roh- und Reststoffe optimieren? Oder wollen wir eine dezentrale Produktionsweise im Sinne einer zirkulär orientierten Herstellung hochwertiger Produkte entwickeln, die ökologische Anbaupraktiken stärker integriert?[25]

Welche Richtung auch eingeschlagen wird: Es sollte dabei nicht allein um Effizienz gehen, sprich darum, die Produktivität von Biomasse zu steigern. Die Bioökonomie sollte als Wirtschaftsform auch im Einklang mit der Natur stehen und eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs mit sich bringen.[5]

Dazu vier Überlegungen, die die planetaren Grenzen und die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen in den Blick nehmen:

Biomasse ist eine endliche Ressource

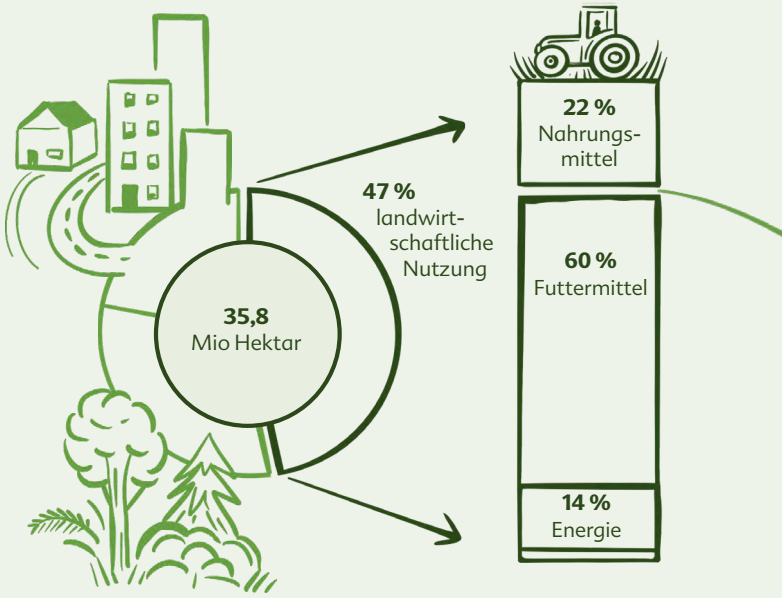
Ein Gegensteuern ist nötig, um sich verschärfende – nationale und internationale – Nutzungskonkurrenzen um Land und Ressourcen vorzubeugen.[8],[11],[26] Ein Beispiel für so eine Nutzungskonkurrenz ist die Förderung von Biokraftstoffen Ende der 2000er Jahre, die global zu Engpässen in der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln führte.[6],[27],[28] Gegenwärtig nimmt die landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland weiter ab, weil immer mehr Siedlungs- und Verkehrsflächen entstehen.[29] Und auch global betrachtet sind die Potenziale für eine Ausweitung der Flächen begrenzt.[30] Gegensteuern lässt sich zwar punktuell, indem einzelne biologische Ressourcen effizienter genutzt[31] und vermehrt Rest- und Abfallstoffe eingesetzt werden.[32],[33] Aber schon jetzt verbrauchen die Industrienationen pro Kopf mehr Ackerfläche für die Produktion von Ressourcen als ihnen rechnerisch zur Verfügung stehen.[34]

Flächennutzung in Deutschland

Aktuell werden auf **2 % der landwirtschaftlichen Fläche Industriepflanzen** angebaut. Eine Zunahme dieser Form der Nutzung von Biomasse ist stark begrenzt, sofern sich die gesamte Nutzungsverteilung nicht verändert.

Bioökonomie bedarf alternativer Anbaupraktiken

Soll die Bioökonomie zukünftig nachhaltig sein, gilt dies auch für die Erzeugung der Rohstoffe. Kapitalintensive Anbaupraktiken mit Hochleistungssorten, Gentechnik, Pestiziden, chemisch-synthetischen Düngern, sowie automatisierte Maschinen und ein durch künstliche Intelligenz gesteuertes Landmanagement stoßen vermehrt an ökonomische Grenzen.[35] Auch sind diese überwiegend die Hauptursache für den Verlust an biologischer Vielfalt.[36] Zusätzliche Herausforderungen mit Blick auf Ertragssicherungen und die planetaren Grenzen sind Klimaänderungen und der Verlust an Boden/Wasser(güte).[9],[10] Eine nachhaltige Bioökonomie sollte deshalb auf agrarökologische Ansätze setzen, die Strukturvielfalt schafft und natürliche Prozesse zur Schließung von Stoffkreisläufen fördert.[11],[37]



DIE NACHHALTIGKEITSZIELE DER VEREINTEN NATIONEN

Bei den sogenannten „Sustainable Development Goals“ (SDGs) handelt es sich um die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen. Sie sollen weltweit dazu dienen, eine sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltige Ent wicklung zu sichern. Die SDGs traten am 1. Januar 2016 in Kraft und sollen bis 2030 erreicht werden. Sie gelten für alle Staaten.

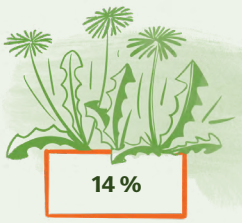
Wohlstand der Bioökonomie gerecht verteilen

Von der Bioökonomie profitieren aktuell vor allem Agrarkonzerne und Unternehmen, die Wertschöpfung mit hochwertigen Produkten erzielen, die unter dem besonderen Schutz von Patenten stehen.[38] Dies sind beispielsweise Unternehmen, die Saatgut, biobasierte Chemikalien, Pharmazeutika und Plastik entwickeln und vertreiben. Bei der Produktion von Biomasse fallen Gewinne und Einkommen dagegen geringer aus.[14] Davon sind Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei im ländlichen Raum sowie im globalen Süden betroffen. Verschärft wird die Situation der Erzeuger*innen dadurch, dass sich vermehrt Großkonzerne und Investoren Anbau- und Produktionsflächen sichern.[11]–[13], [39] Ein Weg, eine nachhaltige Bioökonomie zu entwickeln und zu einer gerechten Verteilung des Wohlstands beizutragen, wäre verstärkt regionale Wertschöpfungsketten und -netze aufzubauen. Am Ort der Rohstoffbereitstellung fände dann auch die Erst- und Weiterverarbeitung statt.[40]–[42]

Adieu, Wachstumsparadigma

Bioökonomie wird in Teilen von Politik und Industrie wegen der Vielfalt an Innovationen und wirtschaftlichen Möglichkeiten, die sie bietet, als zentraler Wirtschaftssektor des 21. Jahrhunderts gesehen.[21] Das Konzept des Grünen Wachstums, zu dem die Bioökonomie beitragen soll, geht zwar davon aus, dass die Wirtschaft weiter wachsen kann während der Ressourcenverbrauch zurückgeht.[5],[7] Es gibt aber keine Anhaltspunkte dafür, dass das funktioniert.[43] Umwelt- und Verbraucherschützer*innen befürchten deswegen eine weitere Belastung der Biosphäre, und zunehmende Nutzungskonkurrenzen und Zielkonflikte.[10],[11],[21] Ein Gegenentwurf ist eine Bioökonomie, die sich an den umwelt- und sozialverträglich verfügbaren Ressourcen orientiert und die Notwendigkeit anerkennt, den Ressourcenverbrauch drastisch zu reduzieren. Die außerdem in ein Wirtschaftssystem eingebettet ist, das nicht von Wachstum abhängig ist, sondern gesellschaftliches Wohlergehen innerhalb der planetaren Grenzen ermöglicht.[44]

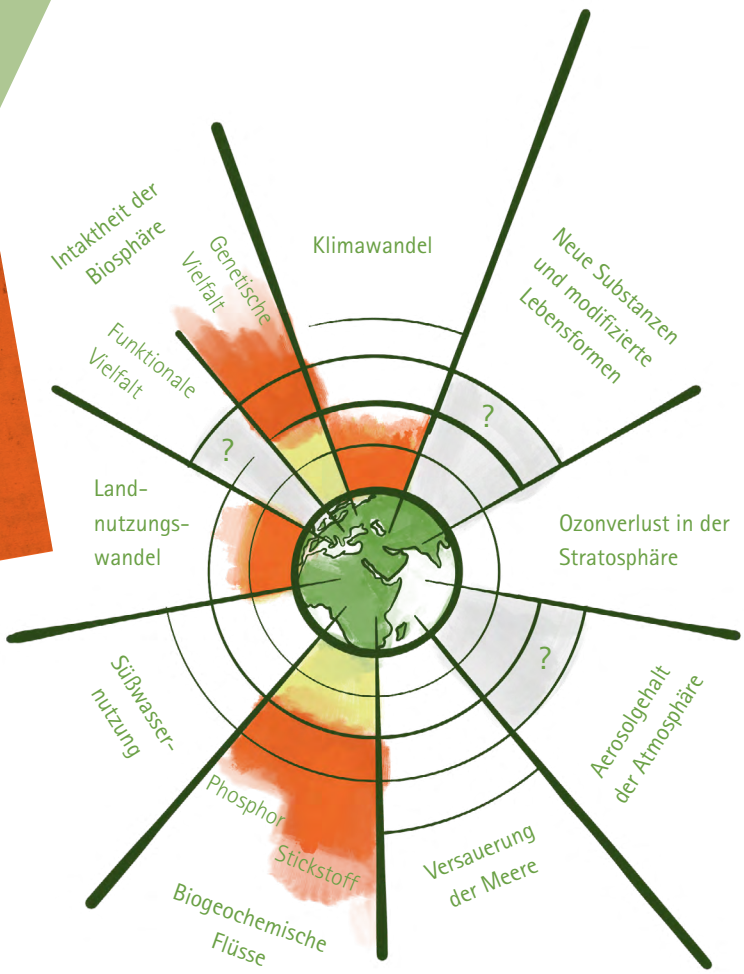
2 %
Industrie-
pflanzen



Würden zum Beispiel Autoreifen komplett aus Löwenzahn hergestellt, bräuchte dies allein **14 % der landwirtschaftlichen Fläche.**[9]

PLANETARE GRENZEN

Ein Autor*innenteam um Rockström[45] und Steffen[46] haben neun planetare Grenzen identifiziert, deren langfristige Überschreitung mit unvorhersehbaren, teils unumkehrbaren Auswirkungen für Mensch und Umwelt einhergeht. Vier dieser Grenzen sind bereits überschritten: Änderungen der Landnutzung, der Verlust an genetischer Vielfalt, die Folgen des Klimawandels sowie Eingriffe in die Stoffkreisläufe. Wird die von der Bundesregierung geforderte Einhaltung der planetaren Grenzen umgesetzt, so bedeutet das auch Grenzen für das Wachstum der Bioökonomie.



Fazit – Impulse zur kritischen Reflexion

Gibt es eine nachhaltige Bioökonomie – und wenn ja, unter welchen Vorzeichen? Was muss sich dafür ändern? Dabei stehen die folgenden zwei Fragen im Zentrum:

Wofür nutzen wir zukünftig die verfügbare Biomasse?

Es gibt zahlreiche Planungen und Ideen für bioökonomische Anwendungen in verschiedenen Sektoren. Dabei sind einzelne dieser Konzepte oft wenig sinnvoll. Ein Beispiel ist die Nutzung von Löwenzahn, um Autoreifen zu produzieren (siehe Grafik). Obwohl technisch möglich, ist eine breite Umsetzung dieser Idee unrealistisch. Denn die Fläche, um solche Anwendungen nachhaltig zu realisieren und gleichzeitig Nahrungsmittel anzubauen, reicht nicht aus. Zudem ist das vielfach propagierte Potenzial der Bioökonomie für eine Entschärfung von Nutzungskonflikten beizutragen begrenzt - etwa einzelne Pflanzenteile getrennt zu nutzen, mit biotechnologischen Verfahren Inhaltsstoffe effizienter zu extrahieren oder Rest- und Abfallstoffe zu verwerten. Solche Ansätze müssen kritisch betrachtet werden, wenn dadurch beispielsweise Lebensräume schwinden oder sich negativ verändern und der Einsatz von Gentechnik auf dem Acker durchgesetzt werden soll. Notwendig ist daher zu diskutieren: Was kann und was soll bioökonomisch erzeugt werden, wie und wieviel?

Wie können wir uns zum Wohle aller vom Wachstumszwang lösen?

Das gesellschaftliche Wohlergehen für alle sollte im Fokus der Bioökonomie stehen. Dafür sind weltweit faire Partnerschaften nötig, regional können Stadt-Umland-Kooperationen einen Beitrag leisten. Eine andere Bioökonomie muss das Ziel verfolgen, unseren Ressourcenverbrauch drastisch zu senken, um damit zu einer grundlegenden Änderung unserer Wirtschaftsweise beizutragen. Konkret kann das heißen, weniger tierische Produkte zu verbrauchen, für deren Erzeugung über den Futtermittelanbau momentan global immer mehr naturbelassene Flächen umgewandelt werden. Oder weniger Ressourcen für kurzlebige Verbrauchsgegenstände wie z. B. Verpackungen oder Kraftstoffe zu nutzen und somit zu helfen, über ein verändertes Konsumverhalten die Naturzerstörung zu stoppen. Das wird nicht von selbst gehen: Wir brauchen Konzepte, mit denen der Ressourcenverbrauch in und durch die Bioökonomie begrenzt werden kann. Dafür müssen wir diskutieren: Welche Rolle kann die Bioökonomie in einem nachhaltigen Wirtschaftssystem spielen? Und was bedeutet dies für ein gutes Leben aller Menschen?

Wichtige Fragen zur Bioökonomie-Diskussion:

- Was kann alles aus Biomasse hergestellt werden?
- Woher stammt die Biomasse für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen wie zum Beispiel Getränkeflaschen, Verpackungsmaterialien oder Müllbeutel? Wie wird diese Biomasse angebaut?
- Gibt es für einen Wandel von einer fossil zu einer weitestgehend biobasierten Wirtschaft ausreichend biologische Ressourcen?
- Welche Länder und Unternehmen profitieren von der Entwicklung bioökonomischer Wertschöpfungsketten? Wen bedroht die Ausweitung der Bioökonomie, und in welchem Maße?
- Welche politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen braucht eine nachhaltige Bioökonomie mit weniger Ressourcenverbrauch?

Zum Projekt

Diese Veröffentlichung wurde als Hintergrundmaterial für eine kritische Reflexion mit dem Konzept der Bioökonomie im Verbundvorhaben „Perspektivwechsel Bioökonomie" von den Projektpartnern Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) erarbeitet.

Das Projekt wird im Rahmen des Wissenschaftsjahres 2020/21 – Bioökonomie vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Literaturverzeichnis unter
www.ioew.de/perspektivwechsel-biooekonomie

Bildnachweise
Coverbild links: SergeOn, unsplash
Coverbild rechts: M. Roth, pixabay

Impressum

Herausgeber:
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Potsdamer Straße 105
D-10785 Berlin
Tel. +49 30 884 594 0
mailbox@ioew.de
www.ioew.de

Autor/innen:
Johannes Rupp (IÖW),
unter Mitarbeit des BUND

Gestaltung:
Sarah Heuzeroth

Datum: November 2020

GEFÖRDERT VOM

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
BUND
FRIENDS OF THE EARTH GERMANY

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Literatur

[1] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), „Nationale Bioökonomiestrategie – Kabinettversion", Berlin, 2020.

[2] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 — Unser Weg zu einer biobasierten Wirtschaft", Berlin, 2010.

[3] F.-T. Gottwald und A. Krätzer, "Irrweg Bioökonomie: Kritik an einem totalitären Ansatz", Suhrkamp, Berlin, 2014.

[4] Europäische Kommission, „A sustainable Bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy", Brüssel, 2018.

[5] U. Petschow, „Wider das Wachstum der Grenzen", Ökologisches Wirtschaften, Nr. 1, 2018.

[6] E. Gawel, N. Pannicke und N. Hagemann, „A Path Transition towards a Bioeconomy – The Crucial Role of Sustainability", Sustainability, 11(11), 3005, 2019.

[7] M. Hieronimus, „Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994): Entropie", Blog Postwachstum, 01. Sept. 2018. Verfügbar unter: https://www.postwachstum.de/nicholas-georgescu-roegen-1906-1994-entropie-20180901. Zuletzt abgerufen: Juli 2020.

[8] N. Pannicke, N. Hagemann, A. Purkus und E. Gawel, „Gesellschaftliche Grundfragen der Bioökonomie — Volkswirtschaftliche Mehrwerte und Nachhaltigkeitsherausforderungen einer biobasierten Wirtschaft", Helmholtz-Centre for Environmental Research (UFZ), Leipzig, 2015.

[9] J. Spangenberg und W. Kuhlmann, „Bioökonomie im Lichte der Nachhaltigkeit und der Umsetzung der SDGs", im Erscheinen 2020.

[10] A. Krätzer, „Alles Leben wird zu Geld gemacht", Spiegel Online, 17. März 2014. Verfügbar unter: https://www.spiegel.de/kultur/literatur/irrweg-biooekonomie-kritik-an-gen-mais-und-klon-fleisch-a-955608.html. Zuletzt abgerufen: Juli 2020.

[11] F.-T. Gottwald und J. Budde, „Mit Bioökonomie die Welt ernähren?", World Food Institute e.V. — Institut für Welternährung, Berlin, 2014.

[12] E. N. Mills, „The Bioeconomy: A Primer", Transnational Institute (TNI), 2015.

[13] C. Priefer, J. Jörissen und O. Frör, „Pathways to Shape the Bioeconomy", Resources, 6(1), 10, 2017.

[14] T. Ronzon und R. M'Barek, „Socioeconomic Indicators to Monitor the EU as Bioeconomy in Transition", Sustainability, 10(6), 1745, 2018.

[15] F.-T. Gottwald, „Irrweg Bioökonomie: Über die zunehmende Kommerzialisierung des Lebens", Hrsg. AgrarBündnis e.V., Der kritische Agrarbericht, S. 259-264, ABL Verlag, 2015.

[16] D. Viaggi, „Towards an economics of the bioeconomy: Four years later", Bio-based and Applied Economics, 5(2), S. 101-112, 2016.

[17] T. Heimann, „Bioeconomy and Sustainable Development Goals (SDGs): Does the bioeconomy support the achievement of the SDGs?", Earth's Future, Bd. 7, S. 43-57, 2018.

[18] Z. Kiresiewa u. a., „Bioökonomiekonzepte und Diskursanalyse", Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau, 78/2019, 2019.

[19] oekom, "Bioökonomie. Weltformel oder Brandbeschleuniger?", politische ökologie, München, Bd. 162, 2020.

[20] Zivilgesellschaftlichen Aktionsforum Bioökonomie, „Bioökonomie-Strategie der Bundesregierung: Ökologie als Worthülse?", denkhausbremen, 14. Januar 2020. Verfügbar unter: https://denkhausbremen.de/biooekonomie-strategie-der-bundesregierung-oekologie-als-worthuelse/ Zuletzt abgerufen Juli 2020.

[21] C. Grefe, "Global Gardening: Bioökonomie – Neuer Raubbau oder Wirtschaftsform der Zukunft?", Verlag Antje Kunstmann, 2016.

[22] T. Gomiero, "Are Biofuels an Effective and Viable Energy Strategy for Industrialized Societies? A Reasoned Overview of Potentials and Limits", Sustainability, 7(7), 8491, 2015.

[23] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), „Nationale Politikstrategie Bioökonomie. Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie", Berlin, 2014.

[24] U. Petschow, „Bioökonomie - Können neue Technologien die Energieversorgung und die Welternährung sichern?", Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V., Berlin, 2011.

[25] M. M. Bugge, T. Hansen und A. Klitkou, „What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature", Sustainability, 8(7), 691, 2016.

[26] A. Pyka und K. Prettner, „Economic Growth, Development, and Innovation: The Transformation Towards a Knowledge-Based Bioeconomy", in Bioeconomy: Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy, I. Lewandowski, Hrsg. Springer International Publishing, S. 331-342, 2018.

[27] J. von Braun, „Bioeconomy – The global trend and its implications for sustainability and food security", Global Food Security, Bd. 19, S. 81-83, 2018.

[28] C. Seidler, „Umweltprobleme: Wissenschaftler warnen vor Biosprit", Spiegel Online, 31. März 2008. Verfügbar unter: https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/umweltprobleme-wissenschaftler-warnen-vor-biosprit-a-543815.html. Zuletzt abgerufen: Juli 2020.

[29] Umweltbundesamt (UBA), „Struktur der Flächennutzung", 2019. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung. Zuletzt abgerufen: April 2020.

[30] J. von Braun, „Lösungsansätze der Bioökonomie zur Begegnung der großen globalen Herausforderungen", Forum Wirtschaftsethik, 10. Februar 2017. Verfügbar unter: https://www.forum-wirtschaftsethik.de/loesungsansaetze-der-biooekonomie-zur-begegnung-der-grossen-globalen-herausforderungen/ Zuletzt abgerufen: April 2020.

[31] K. Arnold u. a., „Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen: Ein Konzept zur Verbesserung der Rohstoffeffizienz und Optimierung der Landnutzung", Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal, 2009.
[32] A. Brosowski u. a., „Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen – Status quo in Deutschland", Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Bd. 36, Gülzow-Prüzen, 2015.
[33] V. Zeller u. a., „Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung", Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Leipzig, 2012.
[34] S. Bringezu, M. O´Brien und H. Schütz, „Beyond Biofuels: Assessing global land use for domestic consumption of biomass. A conceptual and empirical contribution to sustainable management of global resources", Land Use Policy, 29, 1, 224-232, 2012.
[35] M. Berneiser, „Kapitalbindung in der Landwirtschaft: Arbeitsplätze kosten immer mehr", R+V-Blog, 31. März 2020. Verfügbar unter: https://www.ruv-blog.de/kapitalbindung-in-der-landwirtschaft/ Zuletzt abgerufen: Oktober 2020.
[36] Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), „Das ‚Globale Assessment' des Weltbiodiversitätsrates IPBES. Die umfassendste Beschreibung des Zustands unserer Ökosysteme und ihrer Artenvielfalt seit 2005 – Chancen für die Zukunft", Leipzig, 2019.
[37] A. Wezel u. a., „Agroecology as a science, a movement and a practice. A review", Agronomy for Sustainable Development, 29, 503-515, 2009.
[38] J. von Braun, „Die wachsende Bioökonomie – Schwerpunkte für die Zukunft", Deutsche Biotechnologietage: Dokumentation, S. 30-32, 2015.
[39] T. Faltheuer, „Bioökonomie im globalen Kontext. Der Süden als Lieferant für Biomasse?", Forum Umwelt & Entwicklung, Rundbrief, Nr. 1, S. 16-17, 2018.
[40] J. Rupp u. a., „Potenzialfelder einer ländlichen Bioökonomie. Analyse und Bewertung von Wertschöpfungsketten einer nachhaltigen Koppel- und Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen", Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Schriftenreihe des IÖW 217/20, Berlin, 2020.
[41] D. McGlynn und E. Di Federico, „Durchgängige Berücksichtigung der Bioökonomie", EU-Magazin Ländlicher Raum, Bd. 28, 2019.
[42] F. Hermans, „The potential contribution of transition theory to the analysis of bioclusters and their role in the transition to a bioeconomy", Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 12, 265-276, 2018.
[43] T, Parrique u. a., „Decoupling Debunked. Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability", European Environmental Bureau (EEB), Brüssel, 2019.
[44] U. Petschow u. a., „Gesellschaftliches Wohlergehen innerhalb planetarer Grenzen. Der Ansatz einer vorsorgeorientierten Postwachstumsposition", Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau, 89/2018, 2018.
[45] J. Rockström u. a., „Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity", Ecology and Society, 14(2), 32, 2009.
[46] W. Steffen u. a., „Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet", Science, 347: 736, 1259855, 2015.