

DOI: 10.5771/0342-300X-2024-2-89

Arbeiten in bioökonomischen Produktionsprozessen

Eine qualitative Analyse von Arbeit und Beschäftigung in Chemie, Landwirtschaft und Pharmazie

Während in politischen Papieren zur Bioökonomie eine Arbeitswelt mit hoch qualifizierten Tätigkeiten und nur wenig sozialem Regulierungsbedarf entworfen wird, fällt ein empirischer Blick in die Betriebe differenzierter aus: Die Bioökonomie ist nicht nur von enormen Wissens- und Flexibilitätsanforderungen geprägt, sondern wird auch von einer Vielzahl von Tätigkeiten in Laboren, Produktion, Ernte oder Logistik, einer hohen Arbeitsintensität sowie von atypischer Beschäftigung mitgetragen. Eine gelingende bioökonomische Transformation setzt die Schaffung attraktiver Arbeitsbedingungen auf allen Qualifikationsniveaus sowie die Wertschätzung von Erfahrungswissen und manueller Arbeit voraus.

HENDRIK BRUNSEN, AGNES FESSLER, YANNICK KALFF, HAJO HOLST

1 Einleitung

Um den menschengemachten Klimawandel einzudämmen, stehen Wertschöpfungsprozesse auf dem Prüfstand: CO₂-Emissionen müssen reduziert, die Rohstoffübernutzung muss begrenzt und gleichzeitig sozialer Wohlstand auf nachhaltigem Wege sichergestellt werden. Der Übergang in eine Bioökonomie, in der konventionelle, fossilbasierte Produktionsprozesse auf biobasierte und ressourcenschonende Produktionsprozesse umgestellt werden, stellt hierzu eine mögliche Lösung dar. Sie steht für die veränderte Rolle des „Lebendigen“ im Wirtschaftsprozess (Béfort 2023; Birch 2019; Bringezu et al. 2020) und wird gesellschaftlich kontrovers diskutiert – z. B. bei den Themen Gentechnik oder Landverbrauch für nachwachsende Rohstoffe (Ahola-Launonen/Kurki 2022; Asdal et al. 2023; Gottwald/Krätzer 2014).

Die Bioökonomie wird auf globaler, europäischer und nationaler Ebene durch verschiedene Policies sowie durch Förder- und Programminitiativen vorangetrieben (BMBF/BMEL 2022; European Commission 2018; OECD 2009). Die deutsche Bundesregierung verfolgt mit der nationalen Bioökonomiestrategie das Ziel der „Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zu-

kunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“ (BMBF/BMEL 2022, S. 3). Eine gestärkte Wirtschaft soll, so die wirtschaftspolitische Hoffnung, auf der Basis von „grünem“ Wachstum entstehen und neue attraktive Arbeitsplätze für die Beschäftigten bieten (Bringezu et al. 2020, S. 12). Diese Ziele machen das Feld der Bioökonomie auch für die arbeitspolitische Gestaltung hochrelevant.

In der Bioökonomie verändert sich der Umgang mit der stofflichen Produktionsbasis. Chemie und Pharmazie stellen von fossilen auf biobasierte Produktionsprozesse um. In der Landwirtschaft verändern digitale Technologien und die mit ihnen erhobenen und verarbeiteten Biодaten den Umgang mit Ressourcen. Es entsteht ein neu justiertes Verhältnis von Technik und Natur, bei dem mit Biowissen(schaft), Biotechnologie und Informationstechnologie ein Umgang mit der Heterogenität der natürlich-lebendigen Produktionsbasis gesucht wird (z. B. Varianz von Mikroorganismen, bearbeiteter Naturstoffe und Böden). Wir sprechen daher von *bioökonomischen Produktionsprozessen*. Die Betriebe in der Bioökonomie stellt dies vor Herausforderungen, die sich auch auf die Erwerbstätigen auswirken. Bislang liegen jedoch noch keine qualitativen empirischen Erkenntnisse über die Auswirkungen solcher bioökonomischen Umstellungen auf die Beschäftigten vor. Vielmehr wird die Arbeitsqualität im deutschen Bioökonomie-Monitoring sogar als unproblematisch deklariert und nicht näher berücksichtigt (Bringezu et al. 2020, S. 15). Hier setzt unser Beitrag an: Wir untersuchen

anhand von Fallstudien in der Chemie, Landwirtschaft und Pharmazie, welche Folgen die Umstellung auf Bioökonomie für Arbeit und Beschäftigung aus der Perspektive der Erwerbstätigen hat. Wir betrachten die Biopolymerchemie, das *Precision Farming* und die medizinische Biotechnologie. In den drei Fällen finden wir Produktionsprozesse vor, die exemplarisch für die Zielstellung der nationalen Bioökonomiestrategie (BMBF/BMEL 2022) stehen, indem sie auf nachwachsenden Rohstoffen, Biotechnologie, Biodaten sowie Biowissen aufbauen. Bioökonomisch produzierende Betriebe haben teilweise (noch) einen Nischencharakter innerhalb der Sektoren, weisen jedoch allesamt Wachstumsdynamiken auf.

Unsere zentrale These ist, dass die bioökonomischen Eigenschaften der Produktion sich direkt auf die Arbeitsbedingungen auswirken. Dies gilt insbesondere für eingeschränkte Möglichkeiten der Standardisierung von bioökonomischen Produktionsprozessen, welche die Beschäftigten vor enorme Wissens- und Flexibilitätsanforderungen stellen. Hinzu kommen eine, im Vergleich zu den konventionell wirtschaftenden Betrieben, eher schwache Marktlage sowie ein spürbarer Arbeits- und Fachkräftemangel, der sich auf Beschäftigungsverhältnisse auswirkt und die hohe Arbeitsintensität in den untersuchten Betrieben noch verstärkt. Zu beobachten ist dabei nicht nur ein Bedeutungszuwachs kognitiver Arbeit sowie der Einsatz atypischer und prekärer Beschäftigung (vgl. Fritz 2022), sondern auch die weiterhin hohe Relevanz von Erfahrungswissen und manueller Arbeit.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: Beginnend skizzieren wir den Forschungsstand zu Arbeit und Beschäftigung in der Bioökonomie (Abschnitt 2). Nach der Darstellung der Fallauswahl und Methoden (3) arbeiten wir im empirischen Teil drei zentrale Herausforderungen bei der Umstellung auf bioökonomische Produktionsprozesse heraus (4) und diskutieren die Folgen für die Arbeitsbedingungen (5). Abschließend ziehen wir ein Fazit (6).

2 Bioökonomie und ihre Folgen für Arbeit und Beschäftigung

Die Bioökonomie ist nicht einheitlich definiert. Bugge et al. (2019, S. 27ff.) differenzieren in der wissenschaftlichen Debatte drei große Visionen: Die *biotechnische* Vision zielt auf die Förderung von innovativen Biotechnologien, insbesondere der Gentechnik für pharmazeutische (z. B. mRNA-Impfstoffe) oder agrarwirtschaftliche (z. B. resistentes Saatgut) Anwendungen. Der Fokus liegt auf wirtschaftlichem Wachstum, hoher Wertschöpfung und hoch qualifizierten Beschäftigungsfeldern. In der *Bioresourcen*-Vision ersetzen nachwachsende Rohstoffe fossile Grundstoffe. Der Fokus liegt auf Wirtschaftswachstum,

das Forschung und Entwicklung sowie industrieller Produktion eine große Bedeutung zuschreibt. In der Vision der *Bioökologie* sollen biologische Vielfalt gefördert und Ökosysteme erhalten werden. Statt auf Wachstum linearer Wirtschaftsprozesse zielt die Vision auf nachhaltige Kreisläufe mit wiederverwendeten Rohstoffen.

Mit diesen Visionen gehen sehr unterschiedliche Vorstellungen einer bioökonomischen Wirtschaftsweise und ihres Beschäftigungs- und Arbeitsfelds einher. Nicht zuletzt deshalb ist die Operationalisierung bioökonomischer Sektoren bislang eher „ad hoc“ geblieben (Wackerbauer 2020, S. 31). Meist werden Land- und Forstwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie, Pharmazie und Chemie oder der Energiesektor (Biogas) betrachtet. Daneben bilden Dienstleistungsbranchen oder weiterverarbeitende Industrien „hybride Sektoren“, die nur teilweise auf biobasierten Grundstoffen oder Aktivitäten basieren (Ronzon et al. 2022a, S. 8197). Fritz (2022, S. 22) unterscheidet (teil-)biobasierte Berufe einer erweiterten und einer Kern-Bioökonomie.

Mit der Bioökonomie werden neben wirtschaftlichen Wachstumsstrategien auch beschäftigungspolitische Ziele in den entsprechenden Sektoren und Berufsfeldern verfolgt. Die Effekte auf Arbeit und Beschäftigung können zunächst als quantitative Veränderungen gemessen und bewertet werden. Bringezu et al. (2020, S. 44) prognostizieren im Bioökonomie-Monitoring bis 2030 einen Beschäftigungsrückgang, der durch Verluste in rohstoffproduzierenden Branchen – vor allem in der Landwirtschaft durch Betriebskonzentration und erhöhten Technikeinsatz – und im verarbeitenden Gewerbe ausgelöst und nur begrenzt durch Zuwachs in Forschung und Entwicklung sowie im Gastgewerbe (hybrider Sektor) aufgefangen wird. Die Beschäftigtenanzahl in den bioökonomischen Kernbereichen¹ in Deutschland lag 2020 bei ca. 2,09 Mio. Personen (Ronzon et al. 2022b). Trotz schrumpfender Beschäftigtenzahlen sind die Wertschöpfung und Arbeitsproduktivität in der Bioökonomie gestiegen. Das betrifft vor allem die Landwirtschaft, in der ein Viertel aller Bioökonomie-Erwerbstätigen beschäftigt sind. In der Biopharmazie und Biochemie nehmen hingegen Wertschöpfung und Beschäftigung zu (Ronzon et al. 2022a). Zudem beobachtet Fritz (2022, S. 46) in der deutschen Bioökonomie eine Verschiebung von manueller und technischer hin zu mehr kognitiver und interpersoneller Arbeit durch eine stärkere Orientierung an Forschung und Entwicklung sowie Dienstleistungen. Demgegenüber verlagert sich der

¹ Hierzu zählen Ronzon et al. (2022b): Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Herstellung von Lebensmitteln, Getränken und Tabak, Herstellung von Textilien auf Biobasis, Herstellung von Holz und Holzprodukten, Herstellung von Papier, Herstellung von Chemikalien auf Biobasis, Herstellung von Arzneimitteln auf Biobasis, Herstellung von Biokunststoffen, Herstellung von flüssigen Biokraftstoffen und Erzeugung von Biostrom.

Ressourcenanbau in den globalen Süden (Lühmann 2021). Die Zahlen widerlegen das Jobmotor-Versprechen der Bioökonomie für die Bundesrepublik. Die politisch angestrebten Beschäftigungseffekte sind ungleich verteilt und betreffen nur bestimmte Berufsgruppen.

Neben den Beschäftigungseffekten sind auch *qualitative* Folgen für Arbeit in der Bioökonomie zu erwarten, welche noch weitgehend unerforscht sind. Nachhaltigkeits-Transformationen in der Wirtschaft haben Auswirkungen auf Arbeitsmärkte und insbesondere auf die Qualifikationen und Tätigkeitsprofile „grüner Jobs“ (OECD 2017). Jedoch sei das Greening ein allgemeines Phänomen in der Wirtschaft und der Arbeitswelt, das nicht nur auf spezifische Sektoren wie die Bioökonomie zutrefte (Helmrich et al. 2014, S. 17). Darüber hinaus drohen Fragen zu Arbeitsqualität oder auch spezifischen Arbeitsanforderungen in den Hintergrund zu treten. Der Pilotbericht zum Bioökonomie-Monitoring lässt Faktoren sozialer Nachhaltigkeit, „die im innerdeutschen Kontext eher weniger problematisch erscheinen (z. B. Arbeitnehmerrechte)“ (Bringezu et al. 2020, S. 15) gar bewusst außen vor. Ungleichheitsdynamiken innerhalb der deutschen Bioökonomie erregen bislang kaum Aufmerksamkeit. Fritz (2022) resümiert für die Bioökonomie geringfügig mehr Normalarbeitsverhältnisse als im Industriedurchschnitt. Die seien jedoch flexibler, da biobasierte Ressourcen, biogene Prozesse oder Lebewesen kaum normiert, standardisiert oder rationalisierbar seien. Landwirtschaft, Nahrungsmittelproduktion und Gastronomie weisen zudem hohe Niedriglohnanteile auf (ebd., S. 41f.). Untersuchungen der agrarindustriellen Bioökonomie im globalen Süden geben darüber hinaus Aufschluss über problematische sozioökonomische (und ökologische) Entwicklungen, wie zunehmende prekäre, teilweise geschlechtersegregierte, unbezahlte sowie migrantische Arbeit bei insgesamt nur überschaubaren Beschäftigungszugewinnen (Puder/Tittor 2023; Sinaga 2021). Stärker stehen hierzulande die Qualifikationserfordernisse der Bioökonomie im Fokus, die besonders hoch qualifizierte, akademische Fachkräfte anziehen soll. Darüber dürfen weitere Ausbildungsformen und -berufe aber nicht vergessen werden (Herrmann 2021). Dennoch wird die Rolle von Handwerk, Produktions- und Logistikarbeit, Landarbeit sowie von häufig migrantischen Saisonkräften und Leiharbeit (betrifft nicht nur die internationale, sondern auch die deutsche Bioökonomie) kaum benannt. An diesem Punkt setzt unsere Untersuchung an, die einen Einblick in die qualitativen Effekte bioökonomischer Produktionsprozesse gibt.

3 Fallauswahl und methodischer Zugang

Die Fallauswahl lehnt sich an die Definition der nationalen Bioökonomiestrategie an. Chemie, Landwirtschaft und Pharmazie sind Schlüsselbranchen der Bioökonomie mit (potenziell) hohen biobasierten Anteilen (Bringezu et al. 2020). Die arbeitgesellschaftlichen Auswirkungen untersuchen wir in ausgewählten bioökonomischen Nischen, die die Transformation der Branchen exemplarisch repräsentieren: In der *Biopolymerbranche* werden fossile durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt, um biobasierte und teilweise auch bioabbaubare Polymere herzustellen – die Grundwerkstoffe für sogenannte Biokunststoffe, wie es umgangssprachlich heißt. Beim *Precision Farming* nutzen Landwirte digitale Technologien auf Basis von Umwelt- und Biodaten, um Ressourceneinsatz und Erträge zu optimieren und ökologische Belastungen zu reduzieren. Im Fall der *medizinischen Biotechnologie* werden Biopharmazeutika auf molekularer Ebene entwickelt und in Bioreaktoren (Fermenter) produziert. Die Fälle repräsentieren Arbeitsformen von hoch qualifizierter akademischer Forschungs- und Entwicklungsarbeit über industrielle und landwirtschaftliche Produktionsarbeit bis zu gering qualifizierten Anlern- und Hilfstätigkeiten. Diese Fallauswahl beruht methodisch auf zwei Absichten: Erstens interessiert die Gemeinsamkeit der Fälle als exemplarische Wirtschafts- und Arbeitsfelder innerhalb ihrer Sektoren im Kernbereich der nationalen Bioökonomiestrategie. Zweitens bilden die unterschiedlichen Fälle eine Bandbreite an Betrieben und Erwerbsgruppen innerhalb der deutschen Bioökonomie ab – von manueller und produzierender bis hin zu wissensintensiver Arbeit.

Die Untersuchungsfelder und ihre Arbeits- und Beschäftigungsbereiche entwickeln sich dynamisch: Biochemie und Biopharmazie machen kleinere Beschäftigtenanteile der deutschen Bioökonomie aus (5,6 % bzw. rund 121 000), wachsen aber stark (+17,5 % seit 2008), während die Landwirtschaft 25,6 % ausmacht, jedoch weiter schrumpft (–10,6 %) (European Commission 2023). Biopolymere umfassen weltweit 1 % der gesamten Kunststoffproduktionskapazität (IfBB 2021), weisen in den letzten Jahren allerdings hohe Wachstumsraten auf (Dispan/Mendler 2020, S. 45). Die biobasierte Chemie zählt 43 134 Beschäftigte, davon 15 770 im Bereich biobasierter Kunststoffe (European Commission 2023). In der Produktion arbeiten Fachkräfte (Chemikant*innen, Kunststofftechniker*innen) ebenso wie Leiharbeiter*innen. Die Biokunststoffbranche ist von KMUs geprägt, wobei auch große Chemiekonzerne Biopolymerprodukte in ihren Portfolios haben. *Precision Farming*-Technologien werden bislang von 10 % bis 30 % der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland genutzt (Paustian/Theuvsen 2017; Bitkom/DLG 2022). Darunter sind häufiger studierte und

jüngere Landwirte sowie mittelgroße und größere Betriebe (Sonntag et al. 2022). Zur Beschäftigung in der digitalisierten Landwirtschaft existieren bislang keine Erhebungen. Die Gesamtzahl landwirtschaftlicher Arbeitskräfte sinkt anhaltend durch Betriebskonzentration und (digitalen) Technikeinsatz. Während Familienarbeitskräfte stark zurückgehen, wächst die Zahl ständig Beschäftigter und es besteht ein hoher Bedarf an Fach- und Saisonkräften (DESTATIS 2020). Die Biopharmazie verdoppelte annähernd ihren Umsatz am deutschen Pharmasektor sowie die Beschäftigtenzahl zwischen 2010 und 2020 (Boston Consulting Group/vfa.bio 2021). Biotechnologische Start-ups mit oftmals weniger als zehn Mitarbeitenden sowie wenige mittelgroße produzierende Unternehmen prägen die Betriebslandschaft, zudem finden sich biopharmazeutische Abteilungen in vielen der global agierenden Pharmariesen. Die Beschäftigtenstruktur ist stark akademisch (Biotechnolog*innen, Biowissenschaftler*innen) und von hoch spezialisierten Facharbeiter*innen gekennzeichnet (Laborant*innen).

Das empirische Material entstammt dem BMBF-Forschungsprojekt „WorkinBio: Arbeiten in der Bioökonomie“ (2020 bis 2023).² Dieser Beitrag basiert auf Fallstudien in vier Betrieben: In einem mittelständischen Biopharmaunternehmen (N=30), einem mittelständischen Biopolymerhersteller (N=13) und – aufgrund deutlich geringerer Beschäftigtenzahlen in Landwirtschaftsbetrieben – zwei Ackerbaubetrieben (konventionell und biologisch) mit *Precision Farming* (N=4). Im Rahmen der Fallstudien wurden insgesamt 47 offene Leitfadenterviews mit Betriebsleiter*innen, Führungskräften, Beschäftigten und Betriebsräten durchgeführt. Ausgewertet wurden die Interviews sowohl inhaltsanalytisch entlang vorab entwickelter Kategorien (u. a. zu Arbeits- und Produktionsbedingungen) als auch mittels Kodierverfahren entlang der Relevanzsetzungen der Befragten (Corbin/Strauss 2015). Mit in die Analyse eingegangen sind 44 Expert*inneninterviews (Liebold/Trinczek 2009), die wir vorab und parallel zu den Fallstudien in Unternehmens- und Branchenverbänden, Gewerkschaften, NGOs, Forschungseinrichtungen und weiteren Betrieben der Untersuchungsfelder durchführten. Diese Interviews haben die Auswertungen der Fallstudien als feldspezifisches Hintergrundwissen angereichert.

4 Herausforderungen in bioökonomischen Produktionsprozessen

In bioökonomischen Produktionsprozessen werden Technik und Natur auf neue Weise ins Verhältnis gesetzt. Konkret bedeutet dies, dass biologisch-stoffliche Wirkungszusammenhänge zum Mittelpunkt der Produktion werden

und technisch bearbeitet werden. Während in den hochgradig technisierten Produktionsprozessen der Chemie und Pharmazie molekulare Prozesse in den Mittelpunkt rücken, wird im *Precision Farming* ein neuer datenbasierter Technikumgang deutlich. In der Biopolymerchemie werden pflanzliche statt fossiler Kohlenstoffe verwendet. Bei Biopharmazeutika sind die Mikroorganismen im Fermenter gar der eigentliche Ort der Produktion. Die technischen Anlagen schaffen für den bioökonomischen Produktionsprozess im Bioreaktor nur noch die möglichst optimalen Rahmenbedingungen – anstatt der Maschinen produzieren hier die Zellen. Und selbst in den untersuchten Fällen in der Landwirtschaft, in der an sich immer bio-basiert, da auf dem Acker, produziert wird, lassen sich bioökonomische Umstellungen beobachten, nämlich im optimierten Ressourcenumgang mithilfe von Biodaten, wie uns ein konventionell wirtschaftender Landwirt berichtet.

„Der Sensor erkennt, welche Pflanze bei welcher Blattfarbe in welchem Stadium welchen Ertrag bringt mit welcher Bestandsdichte [...], und diese Daten verarbeitet er. [...] Effizienter Ackerbau heißt, zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein. Zur richtigen Bodenfeuchte, bei wenig Wind, etc. und Pflanzenschutz, Düngung, und, und, und zu machen. Und im Idealfall danach Regen zu kriegen. Wenn ich meine Maschinen effizient auslaste, werde ich das nicht schaffen. [...] Sie können an einem Tag unter ineffizienten Pflanzenschutzbedingungen bis zu 40 % Wirkung verlieren.“

(Konventioneller Landwirt)

Beim betrieblichen Umgang mit der „lebendigen“ Produktionsbasis haben wir empirisch eine ganze Bandbreite an neuen Herausforderungen bioökonomischer Produktionsprozesse beobachtet, wie etwa relativ fragile Lieferketten, die teilweise starken betrieblichen Wachstumsprozesse bis hin zu hohen Produktionskosten. Mit dem Fokus auf Arbeit und Beschäftigung sind fallübergreifend vor allem drei zentrale Herausforderungen hervorzuheben, die sich direkt auf die Erwerbstätigen auswirken.

4.1 Standardisierungsgrenzen

Die Umstellung auf natürliche Prozesse verringert sowohl die Kontrollierbarkeit als auch die Standardisierbarkeit von Produktionsverfahren. Minimale Veränderungen etwa in der Temperatur, dem Druck, der stofflichen Zusammensetzung oder eine Kontamination durch kleinste Partikel können zu großen Produktionsproblemen führen. Der Standardisierung von Produktionsabläufen sind Grenzen gesetzt, zumal bioökonomische Verfahren – im Gegensatz zu Verfahren auf der Grundlage konventioneller, fossil basierter Stoffe – technisch nicht exakt kontrollierbar sind. Eine dauerhafte Überwachung der „lebendi-

2 Förderprogramm: „Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel“, Fördernummer: 031 B0794.

gen Basis“ der Bioprozesse durch fachliche Experten wird notwendig. Ein Beschäftigter des Biopharmaziebetriebs macht diese Standardisierungsgrenzen deutlich, indem er auf die industriellen Produktionsstandards der *Lean Production* verweist. Damit betont er die veränderte Produktionsweise infolge der bioökonomischen Transformation, die eine Neujustierung beim Einsatz von Technik, Mensch und Arbeit erfordert. Technische Lösungen zur Kontrolle des Produktionsprozesses und eine engmaschige Disziplinierung menschlicher Arbeit greifen für die Stabilisierung bioökonomischer Produktionsprozesse zu kurz.

„Ich habe viele Freunde, das sind klassische Maschinenbauingenieure, die kommen aus der Autoindustrie. Und wenn sie da hören, Lean Management, da kann man in einen Betrieb gehen, es läuft immer nach demselben Prinzip. Aber man muss auch einfach bedenken, Biologie ist ein Stück weit Leben. Wenn sie in einem Reaktor sind, Zellen, die funktionieren nicht jeden Tag nach demselben Schema, obwohl sie jeden Tag das Gleiche machen.“

(Mitarbeiter Produktion Biopharmazie)

Auch die Beschäftigten in der Biopolymerchemie sprechen vom Einfluss der „Varianz im Rohstoff“ (Mitarbeiter Produktion Biopolymerchemie) auf die Herstellungsprozesse und Produkte. Natürliche Abweichungen, egal ob im Fermenter, bei der Bodenqualität oder bei der Biopolymerherstellung, gehören zu den Kernherausforderungen der Produktion, können jederzeit spontan entstehen und müssen direkt bearbeitet werden. In der Präzisionslandwirtschaft wechselt der oben zitierte Bauer daher von der maschinellen Standardbearbeitung der Böden zur datenbasierten Kontrolle der Ertragssteigerungen. Er erfasst sensorisch die exakten Pflanzen- und Bodendaten, um mit natürlicher Heterogenität umzugehen.

„Ungefähr die Hälfte unserer Flächen sind heterogen. Sehr heterogen. Heterogen sind sie grundsätzlich alle. Und durch Precision Farming haben wir eben auch [auf] diesen sehr heterogenen Flächen schon die Erträge steigern können. Bei gleichbleibendem Input, stellenweise weniger.“

(Konventioneller Landwirt)

4.2 Schwächere Marktposition

Zudem befinden sich die bioökonomisch produzierenden Betriebe in einer schwächeren Marktposition als konventionell produzierende Betriebe. Dieses ungleiche Konkurrenzverhältnis wirkt sich in allen untersuchten Feldern als Unsicherheitsvariable für die Produktions- und Beschäftigungsplanung aus. Erzeugnisse der Landwirtschaft, Biopharmazeutika und Biopolymere sind Nachfrageschwankungen und besonderen regulatorischen Anforderungen ausgesetzt. Viele Verbraucher*innen begegnen Bio- und Biotechprodukten – z. B. aufgrund enthaltender Gentechnik oder höherer Preise – noch mit Skepsis und Zurückhaltung. Natürliche Schwankungen (Wetter, Bodenbe-

schaffenheit) kommen in der Landwirtschaft hinzu. Planungsunsicherheit entsteht zudem aufgrund der oft noch im Aushandlungsprozess befindlichen rechtlichen Rahmenbedingungen bioökonomischer Produktionsprozesse. In der Biopolymerchemie beeinflussten Gesetzesvorhaben wie die „Single-Use Plastics Directive“ (EU 2019/904) der EU die Produktion unmittelbar. Durch solche Regelungen kann sich die Nachfrage schnell ändern, was zu Auslastungsschwankungen führt und damit auch für die Beschäftigten spürbar wird.

„Dass auf einmal die Produktionsnachfrage extrem hoch war, da freut man sich natürlich. Ist ja logisch. Und dann wurden Leute eingestellt, und dann ein Jahr später sind die Zahlen auf einmal eingebrochen durch irgendwelche Gesetzesänderungen [die Biopolymer-Anwendungen begünstigt hätten; die Autor*innen], die halt nicht durchgeführt worden sind und dann eben Sachen wieder infrage gestellt worden sind. Aber das sind natürlich externe Sachen, da hat man keinen Einfluss, oder wenig Einfluss drauf.“

(Schichtleitung Produktion Biopolymerchemie)

Ferner ist die bioökonomische Produktion in den untersuchten Fällen verhältnismäßig kostenintensiv. Die Biopharmazie kann sehr energieaufwendig sein, etwa um eine sterile Produktion oder konstante Temperaturen im Fermenter zu gewährleisten. Die regulatorischen Rahmenbedingungen lassen in dieser Hinsicht – v. a. zum Schutz des menschlichen Körpers – keinerlei Spielraum zu. *Precision Farming* setzt hohe Investitionen in Technik voraus. Und in der Biopolymerchemie sind die natürlichen Rohstoffe (noch) deutlich kostenintensiver als fossile Rohstoffe (Erdöl). Die Notwendigkeit dauerhafter Kontrolle durch Expert*innen sowie der zum Teil noch experimentelle Charakter in der Produktion erfordert z. B. in der Biopharmazie hoch qualifizierte, zumeist promovierte Facharbeitende mit entsprechend hohen Gehältern. Dabei wird neben diesem Kostenargument die Akquise und dauerhafte Beschäftigung von Facharbeitenden – auch in der Biopolymerproduktion, in der weniger Akademiker*innen, aber immer noch ein hoher Anteil an Fachkräften mit Berufsausbildung tätig sind – zum Problem.

4.3 Arbeits- und Fachkräftemangel

Unmittelbar anschließend wird der Arbeits- und Fachkräftemangel zu einer feldübergreifenden Herausforderung. Ein genereller Arbeitskräftemangel besteht in der Landwirtschaft, wo auch gering qualifizierte, manuelle Arbeit fehlt (z. B. Erntehelfer*innen). Während die großen Pharmakonzerne mit ihren zumeist konventionellen Produktionsverfahren im Vergleich zur Biopharmazie bei den Facharbeitenden als Arbeitgeber durch bessere Verdienstmöglichkeiten punkten, fällt die Landwirtschaft mit Niedriglöhnen bei schlechten Arbeitsbedingungen hinter anderen Wirtschaftssektoren zurück. Wer es sich aussuchen könne, so ein konventioneller Landwirt, wähle andere Betriebe: „Der Niedriglohn, im Schnitt 14,90 €, verschärft

die Konkurrenz durch die Autoindustrie in der Region.“ Das Personalproblem erweitert sich durch die hohe Nachfrage nach speziell ausgebildeten Facharbeitenden. Dies betrifft sowohl akademische Berufe in den biotechnologischen Bereichen als auch spezialisierte Ausbildungsberufe im Labor, in der Planung und Produktion. Der Fachkräftemangel ist letztlich aber auch durch Versäumnisse in der nationalen Ausbildungs- und Wissenschaftspolitik zu erklären (Dohse/Staehler 2008; Herrmann 2021; Weber et al. 2009), wie eine Führungskraft aus einem Biopharmaziebetrieb hervorhebt.

„Darunter leidet Deutschland immer noch. Denn das hat ja nicht nur die Konsequenz, dass diese Menschen hier in Deutschland fehlen, sondern die fehlten natürlich auch in der Ausrichtung von Universitäten, in der Ausbildung, auch da einen Grundstock zu legen, dass die Biotechnologen gebraucht werden.“ (Führungskraft Biopharmazie)

Strategien zur zumindest partiellen Abdeckung des hohen Bedarfs an Fachkräften sind Fremdanwerbungen, etwa von Laborant*innen, Maschinen- oder Elektrotechniker*innen. Angeworben werden verwandte Tätigkeitsprofile: „zum Beispiel ein Friseur, ein ganz banales Beispiel. Denkt jeder, was soll der mit Pharma zu tun haben. Die mischen auch Sachen an, Ihre Farben und müssen Chemiegrundwissen haben.“ (Personalabteilung Biopharmazie) Darüber hinaus greifen Betriebe mitunter auf gering qualifizierte und atypische Beschäftigung wie Leiharbeit zurück, um überhaupt Arbeitskräfte in die Produktion und Logistik zu bekommen, wie uns ein Schichtleiter aus der Biopolymerchemie berichtete.

5 Arbeiten in bioökonomischen Produktionsprozessen

Die drei dargestellten Herausforderungen in bioökonomischen Produktionsprozessen wirken sich direkt auf Arbeit und Beschäftigung aus und betreffen folgende Kernbereiche:

5.1 Wissens- und Flexibilitätsanforderungen

Im Zusammenhang mit der eingeschränkten Standardisierbarkeit werden hohe Wissens- und Flexibilitätsanforderungen an die Beschäftigten gestellt. Dementsprechend hoch sind der Anteil in den Belegschaften an und die Nachfrage der Betriebe nach akademischen Fachkräften. Insbesondere in der Biopharmazie wird der hohe Bedarf an Fachkräften zusätzlich befördert von ihrem Schwerpunkt auf Forschung und Entwicklung, angesiedelt zu meist in den biotechnologischen Startups (Kratzer/Dunkel 2020). Empirisch auffällig ist jedoch nicht nur die

hohe Nachfrage nach Akademiker*innen. Feldübergreifend merken die Interviewten immer wieder die Bedeutung von Erfahrungswissen in der Produktion an. Hierbei geht es um das erfahrungsbasierte „Gespür“ (Pfeiffer 2008) für natürliche Wirkungszusammenhänge, das nur praktisch erlernt wird. Dieses wird sowohl auf dem Acker als auch in biochemischen und biopharmazeutischen Betrieben in Planung, Labor, Logistik und Produktion benötigt. Dass neben wissenschaftlich-technischem Wissen weiterhin praktisches Erfahrungswissen notwendig ist – und durch die Standardisierungsgrenzen dieser Bedarf nicht nachlassen wird –, zeigt sich auch an der skeptischen Haltung vieler Befragter gegenüber fortschreitender Automatisierung. So berichtet z. B. ein Landwirt, dass es nicht ausreicht, die (digitale) Technik zu „haben“. Zwar nehme die analytische Arbeit am Computer zu, ersetze aber nicht das (lokale) Erfahrungswissen.

„Man muss als Landwirt schon eine Pflanze lesen können. Also man muss schon sehen, was fehlt da, warum geht das nicht hier. [...] Die Onlineplattform zeigt nur das Ergebnis, dass da weniger ist oder da mehr oder da ist mehr hiervon und mehr davon. Aber warum das so ist, das weiß die nicht.“ (Konventioneller Landwirt)

Ähnliche Beschreibungen sind auch in der Biokunststoffproduktion sowie in der Biopharmazie verbreitet. Es sei „halt Wissen gefragt und ich glaube nicht, dass ich so schnell durch Maschinen ersetzt werden kann aufgrund der Komplexität, was man alles bedenken muss“ (Mitarbeiter Produktion Biopharmazie). Der Mitarbeiter bezieht sich hierbei sowohl auf akademisch-analytisches Denken als auch auf praktisches Erfahrungswissen. Gerade die Kombination ermöglicht einen experimentellen Umgang mit Abweichungen im Produktionsprozess bzw. erhöht die Lösungskompetenz bei auftretenden Problemen. In ähnlichem Ton resümiert eine Führungskraft, dass der Automatisierung Grenzen gesetzt seien. Im Mittelpunkt stehe „immer noch der Mensch, also die Automatisierung, gerade in den Bereichen Produktion, also wirklich Automatisierung über Roboter oder ähnliches, ist noch nicht so weit fortgeschritten. Wir haben immer noch sehr, sehr viel händisches Arbeiten und damit natürlich auch Know-how, was in den Köpfen der Mitarbeiter ist.“ (Führungskraft Biopharmazie) Die Beschäftigten müssen auf die Heterogenität natürlicher Zusammenhänge flexibel reagieren können. Standardisiertes Wissen und standardisierte Verfahren bringen sie oftmals nicht weiter, vielmehr bedarf es experimenteller Lösungen natürlich-komplexer Probleme. Wichtig sei, „wenn man Naturstoffe einsetzt, dass man in der Lage ist, auf gewisse Varianzen zu reagieren. Und das macht es dann aus. Das macht die Kompetenz aus.“ (Führungskraft Biopolymerchemie)

5.2 Hohe Arbeitsintensität und atypische Beschäftigung

Unter der Bedingung des Fachkräftemangels und einer damit verbundenen relativ starken Beschäftigtenposition ist der Verweis auf die Grenzen der Technik aber nicht nur als eine Auseinandersetzung mit der eigenen Rolle im Produktionsprozess und möglichen Rationalisierungszugriffen „von oben“ zu sehen. Er ist auch eine Problembeschreibung der aktuellen Arbeitssituation vieler Erwerbstätiger: Durch den Arbeitskräftemangel sind die Arbeitsbedingungen – nicht zuletzt in betrieblichen Wachstumsphasen – oftmals durch eine hohe Intensität gekennzeichnet. Technische Lösungen können dieser Problemlage nur eingeschränkt entgegenwirken. Personaleinsparung durch Technik droht sie sogar zu verschärfen.

Daneben finden sich Anzeichen einer Verstetigung und sogar Ausweitung prekärer Beschäftigungsverhältnisse. Zwar arbeiten viele Fachkräfte in den Industriebetrieben unter weitgehend sicheren Beschäftigungsbedingungen; nichtsdestotrotz kommt es hier zu einer Verstetigung und Zunahme prekärer Wissensarbeit in Form unsicherer und befristeter Beschäftigung in den zahlenmäßig zunehmenden forschungsnahen Instituten und biotechnologischen Startups, vor allem in der Biopharmazie (Boston Consulting Group / vfa.bio 2021). Hinzu kommt eine relative Erwerbsunsicherheit durch die schwächere Marktposition, gerade bei den Kleinst- und Kleinunternehmen (vor allem Startups, aber auch landwirtschaftliche Kleinbetriebe). Wie so häufig werden prekäre Arbeitsverhältnisse auch von den hoch qualifizierten Wissensarbeitenden mit einem Mehr an Autonomie, einer hohen Identifikation mit der Tätigkeit und einer starken intrinsischen Motivation aufgewogen. Bei vielen Beschäftigten – und nicht nur bei den hoch qualifizierten – fällt auf, dass die teilweise hohe Arbeitsintensität (und -flexibilität) durch das Ideal kompensiert und gerechtfertigt wird, etwas gesellschaftlich Sinnvolles mit der Arbeit zu bezwecken. Mitunter hörten wir sogar Stolz, einen wichtigen Beitrag zur Gesellschaft der Zukunft zu leisten.

„Ich habe auch ein positives Gefühl, dass ich hier, ich sage mal, mit einem kleinen grünen Daumen rausgehe. Also auch weiß, dass ich was Gutes irgendwo auch mache für die Zukunft. Auch generell.“

(Mitarbeiter Produktion Biopolymerchemie)

Die Schattenseite einer starken idealistischen Arbeitsmotivation ist, dass die zum Teil hohen Arbeitsbelastungen und prekären Arbeitsbedingungen bis zur Selbst- und Fremdausbeutung hingenommen werden. Während Wissensarbeitende in den Biotech-Startups ausufernde Arbeitszeiten, eine hohe Arbeitsintensität und unsichere Beschäftigungsperspektiven in Kauf nehmen, wird in der Landwirtschaft körperlich schwer belastende Arbeit zum Mindestlohn geleistet.

Ein Biolandwirt verweist trotz Einsatz eines arbeitssparenden Feldroboters auf die fehlenden Menschen in der Landwirtschaft, wie sie gerade biologische Verfahren brauchen.

„Letztlich braucht Bio mehr Arbeitskräfte, ist arbeitsaufwendiger. Und darum geht's immer. Wie kriegt man den Arbeitsaufwand gewuppt mit so wenig Personal? So wie wir Landwirtschaft machen müssen, um zu überleben mit der Umwelt und der Klimaveränderung, wird es wieder mehr Leute brauchen. [...] Es gibt Herausforderungen, aber es sind auch schöne Herausforderungen als Landwirt. Nur ist man zu allein damit.“ (Biolandwirt)

Trotz der hohen Nachfrage nach qualifizierter Facharbeit und ihres tendenziell eher rückläufigen Anteils ist nicht von einem Verschwinden von ausführender Arbeit auszugehen (aus der Polymerchemie z.B. Dispan/Mendler 2020). Die technische Rationalisierung stößt im bioökonomischen Produktionsprozess schnell an Grenzen – und das nicht nur in der Landwirtschaft, die weiterhin auf Saison- und Hilfskräfte angewiesen bleibt. Auch in der Biopharmazie und der Biochemie werden ausführende Tätigkeiten weiterhin gebraucht. Der Einsatz von Leiharbeit und die Anstellung von Quereinsteiger*innen kann zu einer Polarisierung im betrieblichen Lohngefüge führen, indem angelernte und/oder übernommene Personen zu schlechteren Bedingungen als die Stammbesetzung angestellt werden. Denn „die sind natürlich froh, wenn sie ein festes Arbeitsverhältnis bekommen“ (Führungskraft Biopolymerchemie).

Hohe Arbeitsintensität und atypische Beschäftigungsverhältnisse sind ein fester Bestandteil bioökonomischer Produktionsprozesse. Zudem fällt auf, dass es in den untersuchten Branchen nur eine schwache Arbeitnehmer*innenvertretung gibt – und zwar nicht nur in der traditionell schwach organisierten Landwirtschaft. Die Biotechbetriebe in der Pharmazie und Chemie zeichnet – vor allem durch ihren hohen Anteil akademischer Beschäftigter sowie ihr relatives Schattendasein in der IG BCE – eine nur geringe gewerkschaftliche Institutionalisierung aus. Hinzu kommt eine Tariffucht der bioökonomisch produzierenden Betriebe, um sich in den schwankenden Marktlagen Flexibilität zu verschaffen. Während die Hochqualifizierten dieses interessenpolitische Vakuum mit einem ausgeprägten Selbstvertretungsbewusstsein kompensieren können, sind Beschäftigte mit ausführenden Tätigkeiten und geringerer Qualifikation schutzloser.

6 Fazit

In unserem Beitrag zeigen wir die Folgen bioökonomischer Umstellungen für Arbeit und Beschäftigung aus der

Perspektive von Erwerbstätigen auf. Mit den Standardisierungsgrenzen natürlicher Rohstoffe und Prozesse, der schwächeren Marktposition bioökonomischer Nischen und dem Arbeits- und Fachkräftemangel wurden drei Herausforderungen beschrieben, die, so lassen sich unsere Befunde zuspitzen, durch die Arbeit der Beschäftigten aufgefangen werden. Hohe Wissens- und Flexibilitätsanforderungen sowie die hohe Arbeitsintensität und Ausweitung atypischer Beschäftigung sind Arbeitserfahrungen, welche die beschäftigungspolitischen Hoffnungen der nationalen Bioökonomiestrategie ein Stück weit relativieren. Auf der einen Seite registrieren auch wir eine hohe Nachfrage nach hoch qualifizierten und spezialisierten Beschäftigten sowie sichere Arbeitsbedingungen mit vielversprechenden Zukunftsperspektiven. Auf der anderen Seite zeigt sich aber auch, dass Arbeitsanforderungen spürbar steigen und sich Unsicherheitszonen atypischer Beschäftigung sowohl bei Wissensarbeitenden als auch bei geringer Qualifizierten ausweiten. Unsere Befunde legen nahe, dass die wirtschaftspolitischen Hoffnungen einer Bioökonomie der Zukunft mit beschäftigungspolitischen Voraussetzungen verbunden sind, die in der Gegenwart erst noch bearbeitet werden müssen. Soll die bioökonomische Transformation gelingen, muss sie auch sozialverträglich sein – dazu gehören die Schaffung attraktiver Arbeitsbedingungen auf allen Qualifikationsniveaus sowie die Wertschätzung von Erfahrungswissen und manueller Arbeit.

Aus einer arbeitspolitischen Perspektive scheinen uns zwei Aspekte von besonderer Bedeutung: In den Policies wird *erstens* unterschätzt, dass die deutsche Bioökonomie auf einer ganzen Bandbreite von Beschäftigungsverhältnissen, Wissensformen und Qualifikationen fußt. Mehr noch: Die in den Policies durchscheinende Priorisierung hoch qualifizierter Arbeit unterschlägt die Relevanz von Ausbildungsberufen und Hilfstätigkeiten. Gerade manuelle (Fach-)Arbeit und praktisches Erfahrungswissen gehören zur Basis einer bioökonomischen Arbeitswelt. Hierbei handelt es sich um Beschäftigte mit vergleichsweise geringen Selbstvertretungschancen aufgrund ihrer geringeren erwerbsstrukturellen Stärke. Weder bioökonomische Förderpolitik noch gewerkschaftliche Arbeitspolitik werden dem bislang gerecht. Auch Betriebsräte können aktiv werden, indem sie die schon jetzt spürbaren Herausforderungen der bioökonomischen Transformation in Betriebsvereinbarungen berücksichtigen. *Zweitens* ist die Arbeitspolitik auch mit einer angemessenen Industriepolitik zu verknüpfen, um die überlegene Marktposition der fossil-basierten Wirtschaft auszugleichen. Nicht umsonst wird ein *Level Playing Field* durch eine nachhaltige Industriepolitik von unterschiedlichen Verbänden gefordert. Hier ist allerdings auch Vorsicht geboten, zumal die Bioökonomie als Wachstumspfad in dieselben industriepolitischen Abhängigkeiten wie das fossile Wachstumsversprechen führen kann. Denn wenn Wachstum und damit Beschäftigungssicherung abflachen, drohen auch der Bioökonomie Krisen. ■

LITERATUR

- Ahola-Launonen, J. / Kurki, S.** (2022): Dynamics of Expectations in the Bioeconomy – Hopes, Disillusionments, and Conflicting Futures, in: *Science and Public Policy* 49 (6), S. 819–829
- Asdal, K. / Cointe, B. / Hobæk, B. / Reinertsen, H. / Huse, T. / Morsman, S. R. / Måløy, T.** (2023): 'The Good Economy', in: *BioSocieties* 18, S. 1–24
- Béfort, N.** (2023): *The Bioeconomy. Institutions, Innovations and Sustainability for a Post-fossil Economy*, New York
- Birch, K.** (2019): *Neoliberal Bio-Economies? The Co-construction of Markets and Natures*, Cham
- Bitkom/DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft)** (2022): *Die Digitalisierung der Landwirtschaft*, Berlin, <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-05/Bitkom-Charts%20Landwirtschaft.pdf> (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung)/BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)** (2022): *Bioökonomie in Deutschland. Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft*, Berlin
- Boston Consulting Group/vfa.bio** (2021): *Biotech-Report. Medizinische Biotechnologie in Deutschland 2021*, Berlin, <https://www.vfa.de/de/presse/publikationen> (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- Bringezu, S. / Banse, M. / Ahmann, L. / Bezama, A. / Billig, E. / Bischof, R. / Blanke, C. / Brosowski, A. / Brüning, S. / Borchers, M. / Budzinski, M. / Cyffka, K.-F. / Distelkamp, M. / Egenolf, V. / Flaute, M. / Eng, N. / Giesekeing, L. / Graß, R. / Hennenberg, K. / Hering, T. / Iost, S. / Jochem, D. / Krause, T. / Lutz, C. / Machmüller, A. / Mahro, B. / Majer, S. / Mantau, U. / Meisel, K. / Moesenfechtel, U. / Noke, A. / Raussen, T. / Richter, F. / Schaldach, R. / Schweinle, J. / Thrän, D. / Uglík, M. / Weimar, H. / Wimmer, F. / Wydra, S. / Zeug, W.** (2020): *Pilotbericht zum Monitoring der deutschen Bioökonomie*, Kassel
- Bugge, M. M. / Hansen, T. / Klitkou, A.** (2019): *What is the Bioeconomy?*, in: Klitkou, A. / Fevolden, A. M. / Capasso, M. (Hrsg.): *From Waste to Value. Valorisation Pathways for Organic Waste Streams in Circular Bioeconomies*, London, S. 19–50
- Corbin, J. M. / Strauss, A. L.** (2015): *Basics of Qualitative Research. Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, Los Angeles u. a. O.
- DESTATIS (Statistisches Bundesamt)** (2020): *Landwirtschaftszählung 2020*, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftszaehlung2020_inhalt.html#sprg371842 (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- Dispan, J. / Mandler, L.** (2020): *Branchenanalyse kunststoffverarbeitende Industrie 2020. Beschäftigungstrends, Kreislaufwirtschaft, digitale Transformation*. Hans-Böckler-Stiftung: Working Paper Forschungsförderung Nr. 186, Düsseldorf, https://www.boeckler.de/pdf/HBS-007691/p_fofoe_WP_186_2020.pdf (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- Dohse, D. / Staehler, T.** (2008): *BioRegio, BioProfile and the Rise of the German Biotech Industry*, in: *Kieler Arbeitspapiere* Nr. 1456, Kiel, https://www.ifw-kiel.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/fis-import/38d4d6b3-6eff-4efd-83do-8c39a1b507bf-KWP_1456.pdf (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- European Commission** (2018): *A Sustainable Bioeconomy for Europe. Strengthening the Connection between Economy, Society and the Environment*, Brüssel
- European Commission** (2023): *EU Bioeconomy Monitoring System*, https://knowledge4policy.ec.europa.eu/bioeconomy/monitoring_en (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- Fritz, M.** (2022): *Employment and Working Conditions in the Bioeconomy in Finland and Germany*. BMBF Junior Research Group / *Mentalities in Flux: Imaginaries and Social Structure in Modern Circular Bio-Based Societies* (flumen): Working Paper Nr. 6, Jena
- Gottwald, F.-T. / Krätzer, A.** (2014): *Irrweg Bioökonomie. Kritik an einem totalitären Ansatz*, Berlin
- Helmrich, R. / Schandock, M. / Mohaupt, F. / Röttger, C. / Zika, G. / Thobe, I. / Wolter, I.** (2014): *Arbeit und Qualifikation in der Green Economy*, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/ui_b_03_2014_green_economy.pdf (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- Herrmann, J.** (2021): *Berufliche Bildung und regionaler Strukturwandel. Potenziale und Herausforderungen am Beispiel der Initiative Bioökonomie-REVIER im Rheinischen Revier*, Gelsenkirchen, <http://hdl.handle.net/10419/235878> (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- IfBB (Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe)** (2021): *Biopolymers. Facts and Statistics 2020*, Hannover, https://www.ifbb-hannover.de/files/IfBB/downloads/faltblaetter_broschueren/f+s/Biopolymers-Facts-Statistics-2020.pdf (letzter Zugriff: 18.12.2023)
- Kratzer, N. / Dunkel, W.** (2020): *Trendanalyse Start-ups. Bedeutung von Start-ups für Unternehmen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie*, Berlin
- Liebold, R. / Trinczek, R.** (2009): *Experteninterview*, in: Kühl, S. / Strodtholz, P. / Taffertshofer, A. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und Qualitative Methoden*, Wiesbaden, S. 32–56
- Lühmann, M.** (2021): *Sustaining the European Bioeconomy. The Material Base and Extractive Relations of a Bio-Based EU-Economy*, in: Backhouse, M. / Lehmann, R. / Lorenzen, K. / Lühmann, M. / Puder, J. / Rodríguez, F. / Tittor, A. (Hrsg.):

Bioeconomy and Global Inequalities. Socio-Ecological Perspectives on Biomass Sourcing and Production, Basingstoke, S. 287–307

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2009): The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda, Paris, https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_g789264056886-en (letzter Zugriff: 18. 12. 2023)

OECD (2017): Employment Implications of Green Growth. Linking Jobs, Growth and Green Policies, <https://www.oecd.org/environment/Employment-Implications-of-Green-Growth-OECD-Report-G7-Environment-Ministers.pdf> (letzter Zugriff: 18. 12. 2023)

Paustian, M., Theuvsen, L. (2017): Adoption of Precision Agriculture Technologies by German Crop Farmers, in: Precision Agriculture 18 (5), S. 701–716

Pfeiffer, S. (2008): Montage, Wissen und Erfahrung. Warum „einfache“ Arbeit auch Wissensarbeit ist, warum Erfahrung in flexibler Montage so wichtig ist – und was das alles bildungspolitisch bedeutet, in: Adami, W. / Lang, C. / Pfeiffer, S. / Rehberg, F. (Hrsg.): Montage braucht Erfahrung. Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage, Mering, S. 14–48

Puder, J. / Tittor, A. (2023): Bioeconomy as a Promise of Development? The Cases of Argentina and Malaysia, in: Sustainability Science 18 (2), S. 617–631

Ronzon, T. / Iost, S. / Philippidis, G. (2022a): Has the European Union Entered a Bioeconomy Transition?, in: Environment, Development and Sustainability 24 (6), S. 8195–8217

Ronzon, T. / Piotrowski, S. / M'barek, R. / Carus, M. / Tamošiūnas, S. (2022b): Jobs and Wealth in the EU Bioeconomy, European Commission, Dataset, Brüssel, <http://data.europa.eu/89h/7d7d5481-2d02-4b36-8e79-697b04fa4278> (letzter Zugriff: 18. 12. 2023)

Sinaga, H. (2021): Buruh Siluman. The Making and Maintaining of Cheap and Disciplined Labour on Oil Palm Plantations in Indonesia, in: Backhouse, M. / Lehmann, R. / Lorenzen, K. / Lühmann, M. / Puder, J. / Rodríguez, F. / Tittor, A. (Hrsg.): Bioeconomy and Global Inequalities. Socio-Ecological Perspectives on Biomass Sourcing and Production, Basingstoke, S. 175–193

Sonntag, W. I. / Wienrich, N. / Severin, M. / Schulze Schwering, D. (2022): Precision Farming – Nullnummer oder Nutzbringer?, in: Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 100 (2), S. 1–32

Wackerbauer, J. (2020): Sektoren der Bioökonomie, in: Thrän, D. / Moesenfechtel, U. (Hrsg.): Das System Bioökonomie, Berlin/Heidelberg, S. 23–33

Weber, K. / Rao, H. / Thomas, L. G. (2009): From Streets to Suites, in: American Sociological Review 74 (1), S. 106–127

AUTOR*INNEN

HENDRIK BRUNSEN, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Osnabrück. Forschungsschwerpunkte: Wandel und Zukunft der Arbeit, Pragmatische Soziologie.

@ hbrunsen@uos.de

AGNES FESSLER, M. A., wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Osnabrück. Forschungsschwerpunkte: Arbeit und Umwelt, Ungleichheit und soziale Klassen, Digitalisierung und Mitbestimmung.

@ afessler@uos.de

YANNICK KALFF, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Osnabrück. Forschungsschwerpunkte: Nachhaltiges Wirtschaften, Formen der Selbstorganisation, Demokratisierung von Arbeit.

@ ykalff@uos.de

HAJO HOLST, Dr. rer. pol., Professor für Wirtschaftssoziologie am Institut für Sozialwissenschaften der Universität Osnabrück. Forschungsschwerpunkte: Ungleichheit und soziale Klasse, Digitalisierung und Arbeit, Nachhaltigkeitstransitionen.

@ haholst@uni-osnabrueck.de