

Nationale Bioökonomiestrategie

Kabinetttversion, 15.01.2020



Nationale Bioökonomiestrategie

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Vorbemerkung	5
1 Bioökonomie für eine nachhaltige Zukunft	6
2 Die Bioökonomiestrategie der Bundesregierung	7
2.1 Leitlinien der Bioökonomiestrategie.....	8
2.2 Ziele und Umsetzung der Bioökonomiestrategie	10
2.3 Bioökonomie als Beitrag zu Nachhaltigkeit.....	11
2.4 Globale Herausforderungen, ganzheitliche Lösungsansätze.....	12
2.5 Bioökonomie als Entwicklungsstrategie	13
3 Forschungsförderung für eine nachhaltige Bioökonomie.....	14
3.1 Ausrichtung der Forschungsförderung.....	15
3.2 Bausteine zur Umsetzung der Forschungsförderung	17
3.2.1 Biologisches Wissen als Schlüssel der Bioökonomie	18
3.2.2 Konvergierende Technologien und disziplinübergreifende Zusammenarbeit ...	22
3.2.3 Grenzen und Potenziale.....	22
3.2.4 Transfer in die Anwendung	24
3.2.5 Bioökonomie und Gesellschaft.....	25
3.2.6 Globale Forschungsk Kooperationen.....	27
4 Handlungsfelder zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Bioökonomie.....	28
4.1 Minderung des Flächendrucks	28
4.2 Sicherstellung der nachhaltigen Erzeugung und Bereitstellung biogener Rohstoffe ..	30
4.3 Aufbau und Weiterentwicklung bioökonomischer Wertschöpfungsketten und -netze.....	31
4.4 Instrumente zur Markteinführung und Etablierung biobasierter Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.....	32
4.5 Sicherstellung politischer Kohärenz	33
4.6 Nutzung des Bioökonomie-Potenzials für die Entwicklung ländlicher Räume.....	34
4.7 Nutzung der Digitalisierung für die Bioökonomie	35
5 Übergreifende Instrumente	35
5.1 Einrichtung eines beratenden Gremiums unter breiter gesellschaftlicher Beteiligung	35
5.2 Bund-Länder-Zusammenarbeit.....	36
5.3 Europäische und internationale Zusammenarbeit	36
5.4 Kommunikation und Dialog.....	37

5.5 Qualifikation und Fachkräfte.....	38
5.6 Bioökonomie-Monitoring	39
6 Schlussbetrachtung und Ausblick.....	40
Glossar	41

1 Zusammenfassung

2 Nachhaltigkeit und Klimaschutz sind die zentralen Themen des 21. Jahrhunderts. Die
3 Menschheit ist an einem Punkt angekommen, an dem eine weitere Übernutzung von Res-
4 sourcen die Biosphäre erheblich zu schädigen droht. Um die Lebensgrundlagen für Men-
5 schen, Tiere und Pflanzen zu erhalten, muss der Ressourcenverbrauch auf ein ökologisch
6 verträgliches Maß reduziert werden. Gleichzeitig gilt es, einer wachsenden Weltbevölke-
7 rung wirtschaftlichen Wohlstand und das Recht auf Entwicklung zu ermöglichen.

8 Die Bioökonomie hat das Ziel, Ökonomie und Ökologie für ein nachhaltiges Wirtschaften
9 zu verbinden. In der Definition der Bundesregierung umfasst die Bioökonomie die Erzeu-
10 gung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um
11 Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen
12 eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen. Bioökonomische Innovationen
13 vereinen biologisches Wissen mit technologischen Lösungen und nutzen die natürlichen
14 Eigenschaften biogener Rohstoffe hinsichtlich ihrer Kreislauffähigkeit, Erneuerbarkeit
15 und Anpassungsfähigkeit. Die Bioökonomie birgt das Potenzial, neuartige Produkte und
16 Verfahren hervorzubringen, um Ressourcen zu schonen und Wohlstand zu schaffen.

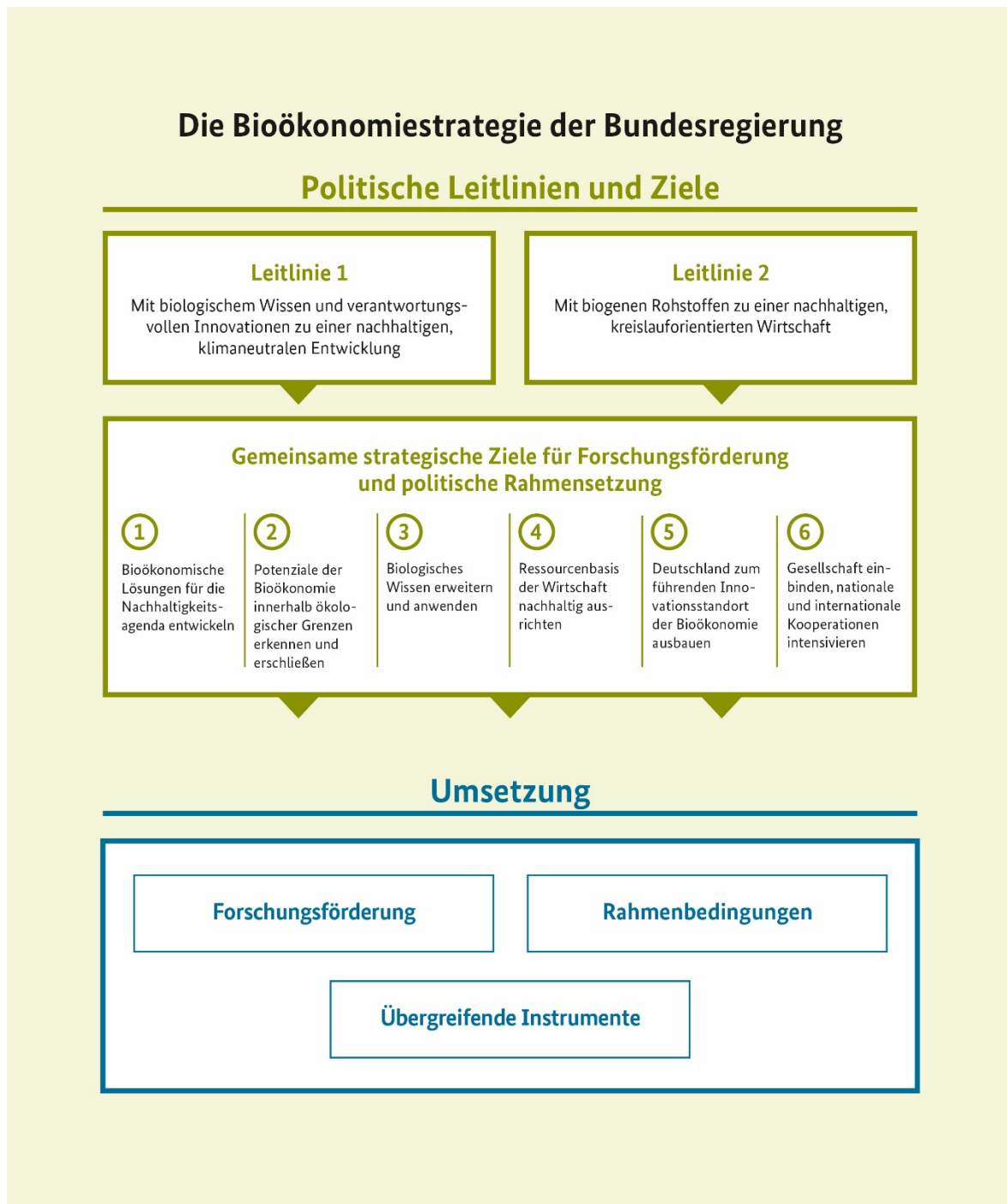
17 Mit der Nationalen Bioökonomiestrategie legt die Bundesregierung die Leitlinien und
18 Ziele ihrer Bioökonomie-Politik fest und benennt Maßnahmen für deren Umsetzung. Die
19 Strategie baut auf der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ und der „Na-
20 tionalen Politikstrategie Bioökonomie“ auf und bündelt die politischen Aktivitäten in ei-
21 nem kohärenten Rahmen. Mit der Strategie werden die Voraussetzungen geschaffen, um
22 Deutschlands Vorreiterrolle in der Bioökonomie zu stärken und die Technologien und
23 Arbeitsplätze von morgen zu entwickeln. Gleichzeitig bekennt sich die Bundesregierung
24 mit der Strategie zu ihrer globalen Verantwortung in der international vernetzten Bioöko-
25 nomie.

26 Zwei übergeordnete Leitlinien flankieren die Ziele und Maßnahmen der Nationalen
27 Bioökonomiestrategie. Die erste Leitlinie verweist auf biologisches Wissen und fortschritt-
28 liche Technologien als Pfeiler eines zukunftsfähigen, nachhaltigen und klimaneutralen
29 Wirtschaftssystems. Die zweite Leitlinie zielt auf die Rohstoffbasis der Wirtschaft, die
30 durch biogene Ressourcen nachhaltig und kreislauffähig ausgerichtet werden soll.

31 Die Bioökonomiestrategie der Bundesregierung adressiert ein breites Spektrum an Zielen
32 auf unterschiedlichen gesellschaftlichen Ebenen und in allen wirtschaftlichen Sektoren,
33 die sich in sechs gemeinsamen strategischen Zielen zusammenfassen lassen:

- 34 1) Bioökonomische Lösungen für die Nachhaltigkeitsagenda entwickeln
- 35 2) Potenziale der Bioökonomie innerhalb ökologischer Grenzen erkennen und er-
36 schließen
- 37 3) Biologisches Wissen erweitern und anwenden
- 38 4) Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig ausrichten
- 39 5) Deutschland zum führenden Innovationsstandort der Bioökonomie ausbauen
- 40 6) Gesellschaft einbinden, nationale und internationale Kooperationen intensivie-
41 ren

42 Für die strategischen Ziele werden konkrete Umsetzungsziele in der Forschungsförderung, der Gestaltung von Rahmenbedingungen und bei übergreifenden Instrumenten
 43 festgelegt.
 44



45
 46 Forschung ist der Schlüssel, um die Potenziale der Bioökonomie zu erkennen und zu erschließen. Die Schwerpunkte der künftigen Forschungsförderung werden in den Bausteinen
 47 Biologisches Wissen als Schlüssel zur Bioökonomie, Konvergierende Technologien
 48 und disziplinübergreifende Zusammenarbeit, Grenzen und Potenziale, Transfer in die
 49 Anwendung, Bioökonomie und Gesellschaft sowie Globale Forschungsk Kooperationen
 50 liegen.
 51

52 Zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Bioökonomie werden politische
 53 Handlungsfelder beschrieben, auf denen die Bundesregierung in den kommenden Jahren
 54 konkrete Maßnahmen ergreifen wird. Das betrifft die Minderung des Flächendrucks, die

55 Sicherstellung der nachhaltigen Erzeugung und Bereitstellung biogener Rohstoffe, den
56 Aufbau und die Weiterentwicklung bioökonomischer Wertschöpfungsketten und -netze,
57 Instrumente zur Markteinführung und Etablierung biobasierter Produkte, Verfahren und
58 Dienstleistungen, die Sicherstellung politischer Kohärenz, die Nutzung des Bioökonomie-
59 Potenzials für die Entwicklung ländlicher Räume sowie die Nutzung der Digitalisierung
60 für die Bioökonomie.

61 Um der Bioökonomie als umfassendem Ansatz gerecht zu werden, setzt die Bundesregie-
62 rung übergreifende Instrumente zur Umsetzung der Strategie ein. Dazu gehören die Ein-
63 richtung eines Beratungsgremiums, die Zusammenarbeit des Bundes mit den Ländern,
64 europäische und internationale Zusammenarbeit, Maßnahmen zur Kommunikation und
65 für einen offenen Dialog mit gesellschaftlichen Gruppen, Maßnahmen zur Förderung von
66 Qualifikation und Fachkräften sowie die Etablierung eines Bioökonomie-Monitorings.

67 **Vorbemerkung**

68 Die Bundesregierung unterstützt den Wandel von einer weitgehend auf fossilen Rohstof-
69 fen basierenden Wirtschaft zu einer stärker auf erneuerbaren Ressourcen beruhenden,
70 rohstoffeffizienteren und kreislauforientierten Wirtschaft. Bereits im Jahr 2010 hat sie sich
71 mit der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“¹ zur Vision bekannt, eine an
72 natürlichen Stoffkreisläufen orientierte, nachhaltige biobasierte Wirtschaft zu schaffen.
73 Mit der im Jahr 2013 vorgelegten „Nationalen Politikstrategie Bioökonomie“² wurden
74 Ziele und Maßnahmen definiert, um diesen Strukturwandel auch durch die Anpassung
75 der Rahmenbedingungen zu unterstützen.

76 Die Bundesregierung hält an ihrer Vision fest. Sie intensiviert die Anstrengungen zur
77 Umsetzung einer nachhaltigen Bioökonomie, indem sie die bisherigen Maßnahmen bün-
78 delt und in der neuen Strategie zusammenführt. Dabei werden die verschiedenen Teilzie-
79 le harmonisiert und die korrespondierenden Maßnahmen noch enger miteinander ver-
80 zahlt. Mit ihrer Bioökonomiestrategie formuliert die Bundesregierung die Aufgaben für
81 Politik und Forschung in den kommenden Jahren und benennt Herausforderungen für
82 Wirtschaft und Gesellschaft auf dem Weg zu einer Bioökonomie. Aufbauend auf den seit
83 dem Jahr 2010 unternommenen Schritten und unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse
84 und aktueller Entwicklungen bekennt sich die Bundesregierung zum Ausbau einer bioba-
85 sierten Wirtschaft und setzt neue Schwerpunkte, um die vielfältigen Potenziale der
86 Bioökonomie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung konsequent zu erschließen und
87 Fehlentwicklungen zu vermeiden.

88 Die neue Strategie ist das Ergebnis eines umfassenden Agenda-Prozesses, in den der Fort-
89 schrittsbericht zur Nationalen Politikstrategie Bioökonomie³, die Evaluation der bisheri-

1 Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2010): Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmbf.de/pub/Nationale_Forschungsstrategie_Biooekonomie_2030.pdf.

2 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2014): Nationale Politikstrategie Bioökonomie. Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie. Beschluss des Bundeskabinetts vom 17.7.2013. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BioOekonomiestrategie.pdf?__blob=publicationFile.

3 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2016): Fortschrittsbericht zur Nationalen Politikstrategie Bioökonomie. Berlin. Online verfügbar unter

90 gen Forschungsstrategie⁴, Empfehlungen des bis 2019 amtierenden Bioökonomierates der
91 Bundesregierung⁵ sowie Erfahrungen mit Bioökonomiestrategien auf europäischer und
92 internationaler Ebene Eingang gefunden haben. Der Prozess umfasste Konferenzen,
93 Workshops und Konsultationen, an denen Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft,
94 Forschung, Politik und Zivilgesellschaft beteiligt waren. Dieser partizipative Ansatz soll
95 fortgeführt werden, um auch in der Umsetzung der Strategie ein weites Spektrum von
96 Meinungen und Sichtweisen berücksichtigen zu können. Dafür wird die Bundesregierung
97 ein unabhängiges, breit aufgestelltes Beratungsgremium berufen, das unter Einbindung
98 aller relevanten Gruppen Vorschläge und Empfehlungen für einen Umsetzungsplan mit
99 konkreten Umsetzungsschritten entwirft. Die Bundesregierung wird sich mit den Emp-
100 fehlungen auseinandersetzen und auf dieser Grundlage Schritte ergreifen, um die Ziele
101 der Bioökonomiestrategie zu erreichen. Dieses Vorgehen soll während der Laufzeit der
102 Strategie kontinuierlich fortgeschrieben werden und dient als Grundlage für die Umset-
103 zung durch die Bundesregierung.

104 **1 Bioökonomie für eine nachhaltige Zukunft**

105 In der Definition der Bundesregierung umfasst die Bioökonomie die Erzeugung, Erschlie-
106 ßung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Ver-
107 fahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zu-
108 kunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen.

109 Die Bioökonomie zielt darauf, Lösungen zur Bewältigung der großen Herausforderungen
110 des 21. Jahrhunderts zu liefern. Sie thematisiert die Grundfragen der Welt von morgen:

- 111 ▪ Wie können Ernährungs- und Ressourcensicherheit für eine steigende Weltbevöl-
112 kerung sichergestellt und gleichzeitig Klima, Umwelt und biologische Vielfalt ge-
113 schützt werden?
- 114 ▪ Wie können Ökologie und Ökonomie miteinander verbunden und die damit ein-
115 hergehenden Chancen und Herausforderungen ausgewogen verteilt werden?
- 116 ▪ Wie kann unser Wirtschaftssystem so transformiert werden, dass es nachhaltig ist
117 und künftigen Wohlstand sichert?
- 118 ▪ Wie kann die Bioökonomie möglichst schnell und wirksam zur Erfüllung der in-
119 ternationalen Klimaschutzziele des Übereinkommens von Paris beitragen?

120 Mit dem Ausbau der Bioökonomie werden die Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig
121 ausgerichtet und fossile Rohstoffe ersetzt. Die Substitution dieser nur begrenzt verfügba-
122 ren und klimaschädlichen Rohstoffe kann ein Schritt in Richtung Nachhaltigkeit sein,
123 wenn die dafür benötigte Biomasse unter Berücksichtigung ökologischer und ethischer
124 Kriterien produziert und effizient eingesetzt wird. Biologisches Wissen und fortschrittli-
125 che Technologien ermöglichen es, neuartige und ressourcenschonende Verfahren und

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/fortschrittsbericht-biooekonomie.pdf?__blob=publicationFile.

4 Fraunhofer ISI (2017): Evaluation der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Abschlussbericht. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe. Online verfügbar unter <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-445498.html>.

5 Bioökonomierat (BÖR) (2018): Thesen zur Gestaltung der Bioökonomiepolitik 2018. Online verfügbar unter http://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/empfehlungen/BO___Thesenpapier_final.pdf. Weitere Stellungnahmen finden sich unter: <https://biooekonomierat.de/publikationen>.

126 Produkte zu entwickeln und dadurch Wertschöpfungsketten zu erweitern und miteinander
127 zu vernetzen. Bioökonomische Innovationen vereinen biologisches Wissen mit tech-
128 nologischen Lösungen und stellen die natürlichen Eigenschaften biogener Rohstoffe hin-
129 sichtlich Kreislauffähigkeit, Erneuerbarkeit, CO₂-Bilanz und Anpassungsfähigkeit in den
130 Dienst eines nachhaltigen Wirtschaftens.

131 Der Maßstab für den Nutzen und den Mehrwert biobasierter Produkte und Verfahren ist
132 deren Beitrag zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaftsweise. Angesichts des
133 Überschreitens planetarer Belastungsgrenzen – insbesondere mit Blick auf den Verlust der
134 Artenvielfalt, den Klimawandel, Störungen im Stickstoffkreislauf und den Verlust frucht-
135 barer Böden – wird gerade von der Bioökonomie ein Beitrag zu einem Umsteuern in Rich-
136 tung einer nachhaltigen Entwicklung erwartet.

137 Die seit den 1980er Jahren geführte Diskussion um den Begriff der Nachhaltigkeit hat ge-
138 zeigt, dass sich die drei Dimensionen von Nachhaltigkeit – ökonomisch, ökologisch und
139 sozial – nicht gegeneinander aufrechnen lassen, sondern voneinander abhängen. Eine an
140 natürlichen Stoffkreisläufen orientierte, die Leistungen von Ökosystemen zugleich nut-
141 zende wie schützende Art des Wirtschaftens muss gleichzeitig wettbewerbsfähig sein und
142 Arbeitsplätze sichern. Die Bioökonomie versteht sich als Beitrag zur anhaltenden Diskus-
143 sion um die konkrete Ausgestaltung nachhaltiger Entwicklung und orientiert sich dabei
144 an den Nachhaltigkeitszielen der „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ der Verein-
145 ten Nationen, wie im Folgenden (Abschnitt 2.3) näher dargelegt wird.

146 Grundpfeiler einer nachhaltigen Bioökonomie ist vor diesem Hintergrund die verantwort-
147ungsvolle Erzeugung, Erschließung und Nutzung biogener Roh- und Reststoffe. Dabei
148 hat die Sicherung der weltweiten Ernährung stets Vorrang, und es müssen ethische Prin-
149 zipien und gesellschaftlich anerkannte Ziele wie Umwelt-, Landschafts- und Tierschutz
150 berücksichtigt werden.

151 Ausschlaggebend für die Zuordnung eines Produktes, eines Verfahrens oder einer Dienst-
152 leistung zur Bioökonomie sind die eingesetzten biologischen Ressourcen. In der Bioöko-
153 nomie werden Rohstoffe, die in der Land-, Forst- und Meereswirtschaft, in der Fischerei
154 und Aquakultur oder der mikrobiellen Produktion erzeugt werden, sowie biogene Rest-
155 und Abfallstoffe genutzt. Zu den Ressourcen der Bioökonomie gehört darüber hinaus das
156 Wissen über biologische Prozesse und Systeme für neue Anwendungen sowie die Er-
157 schließung von Rohstoffquellen durch biologische Verfahren.

158 **2 Die Bioökonomiestrategie der Bundesregierung**

159 Eine nachhaltige, biobasierte Wirtschaftsweise ist eine wesentliche Grundlage für die Zu-
160 kunft unserer Gesellschaft. Die Bundesregierung setzt sich mit ihrer Bioökonomiestrategie
161 für eine nachhaltige Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen und umwelt-
162 und naturschonende Produktionsverfahren in allen Wirtschaftsbereichen ein. Zukunftsfä-
163 higes Wirtschaften erfordert einen verantwortungsvollen Umgang mit unseren natürli-
164 chen Ressourcen. Nur so können die Lebensgrundlagen für kommende Generationen
165 bewahrt werden. Die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts sind immens: Bis zum En-
166 de dieses Jahrhunderts müssen voraussichtlich rund 11 Milliarden Menschen bei begrenz-
167 ten Nutzflächen ausreichend und gesund ernährt werden. Der Klimawandel macht zu-
168 nächst eine schnelle und deutliche Senkung der Treibhausgasemissionen und in einem

169 zweiten Schritt Treibhausgasneutralität bis 2050 erforderlich. Der weltweit zunehmende
170 Verlust an Naturräumen, Wäldern, landwirtschaftlich nutzbaren Böden, Bodenfruchtbar-
171 keit und Biodiversität verlangt nach Gegenmaßnahmen. Hinzu kommen die Endlichkeit
172 fossiler Rohstoffe, eine steigende Rohstoffnachfrage und politische Unsicherheiten, die
173 sich im Markt widerspiegeln werden.

174 Obwohl diese Faktoren als Treiber in Richtung Nachhaltigkeit wirken, ist die Entwick-
175 lung einer gesellschaftlich akzeptierten Bioökonomie kein Selbstläufer, sondern bedarf
176 vorausschauender Steuerung, Unterstützung und Regulierung. Dabei werden die For-
177 schung, geeignete wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen, der Dialog mit
178 und die Beteiligung von gesellschaftlichen Gruppen sowie internationale Kooperationen
179 eine wichtige Rolle spielen.

180 Die vorliegende Bioökonomiestrategie zeigt Maßnahmen und Wege auf, wie künftigen
181 Herausforderungen begegnet werden kann und welche Prioritäten gesetzt werden sollen.
182 Hierbei werden alle eventuell zusätzlichen Ausgaben, die sich aus der Bioökonomiestra-
183 tegie ergeben, durch Prioritätensetzung aus vorhandenen Mitteln der zuständigen Ein-
184 zelpläne gegenfinanziert und ohne zusätzliche Haushaltsbelastungen umgesetzt.

185 **2.1 Leitlinien der Bioökonomiestrategie**

186 Zwei übergeordnete Leitlinien flankieren das Ziel, die Potenziale der Bioökonomie zu
187 erschließen und im Sinne der Nachhaltigkeit und der Klimaziele zu nutzen. Sie dienen als
188 Grundlage aller Maßnahmen zur Umsetzung der neuen Bioökonomiestrategie.

189 **Leitlinie 1: Mit biologischem Wissen und verantwortungsvollen Innovationen zu einer** 190 **nachhaltigen, klimaneutralen Entwicklung**

191 Die ständige Erweiterung biologischen Wissens eröffnet neue Möglichkeiten für Innovati-
192 onen und nachhaltige Lösungen und treibt den Wandel zu einer biobasierten Wirtschaft
193 voran. Es gelingt zunehmend, neue biobasierte Technologien und Produkte zur Verfü-
194 gung zu stellen. Die darauf gerichtete Nachfrage wird zukünftig sowohl seitens der In-
195 dustrie als auch bei Verbraucherinnen und Verbrauchern weiter steigen. Technologische
196 Fortschritte, etwa durch die Digitalisierung und neue Verfahrenstechniken, ermöglichen
197 es, das biologische Wissen stetig auszubauen und für Innovationen zu nutzen. Biologie
198 und Technologie können dabei zu einer neuen, nachhaltigen Form des Produzierens ver-
199 schmelzen.

200 Damit sich diese vielversprechenden Perspektiven im Sinne einer nachhaltigen Entwick-
201 lung manifestieren, muss biologisches Wissen verknüpft werden mit der Forschung über
202 die sozialen und ökologischen Systeme, in die die Bioökonomie eingebettet ist. Sozioöko-
203 nomische Prozesse, wie Konkurrenz um knappe Ressourcen, Bevölkerungswachstum
204 oder sich verändernde Wertvorstellungen, Lebensstile und Konsummuster, haben Folgen
205 für den Wandel zu einer Bioökonomie, der diese seinerseits beeinflusst. Solche Wechsel-
206 wirkungen müssen sowohl in der Forschung als auch bei der politischen Gestaltung des
207 Transformationsprozesses bedacht werden. Das gilt besonders für Fragen, die ethische
208 Grundsätze und gesellschaftliche Werte betreffen, beispielsweise wenn es um den Einsatz
209 neuer Technologien, den Zugang zu Ressourcen, globale Verteilungsgerechtigkeit oder
210 den Wert von Natur geht. Daher ist es wichtig, dass eine offene Diskussion mit breiter
211 gesellschaftlicher Beteiligung stattfindet, in der mögliche Entwicklungspfade der Bioöko-

212 nomie beleuchtet werden, um Chancen und Herausforderungen abwägen und Prioritäten
213 festlegen zu können.

214 Bioökonomische Innovationen können einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen
215 Zukunft leisten. Dafür wird es allerdings nicht ausreichen, nur die Entwicklung biobasier-
216 ter Produkte und Verfahren zu fördern. Entscheidend ist, dass die Bioökonomie gesell-
217 schaftlich erwünschte Leistungen erbringt. Dazu gehören ressourcen- und umweltscho-
218 nende Lösungen, die einen nachhaltigeren Konsum befördern.

219 **Leitlinie 2: Mit biogenen Rohstoffen zu einer nachhaltigen, kreislauforientierten** 220 **Wirtschaft**

221 Biogene Rohstoffe verfügen über Eigenschaften, die sie besonders wertvoll und vorteil-
222 haft machen. Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen sind sie erneuerbar. Eine Begrenzung
223 ergibt sich jedoch durch die Verfügbarkeit von für die Biomasseproduktion nötigen Flä-
224 chen. Aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit sind biogene Rohstoffe in
225 besonderer Weise geeignet, um in Kaskaden oder Kreisläufen genutzt zu werden. Das
226 schließt sowohl eine stoffliche Verwendung als auch die Kompostierung ein. Am Ende
227 einer Nutzungskette kann Biomasse auch energetisch verwendet werden. Dabei wird im
228 Prinzip nicht mehr Kohlendioxid freigesetzt als während der Wachstumsphase der Atmo-
229 sphäre entzogen wurde, auch wenn für eine exakte Bilanz die zusätzliche Konversions-
230 und Transportenergie berücksichtigt werden muss. Biogene Ressourcen und biobasierte
231 Produkte können somit eine klima- und ressourcenschonende Alternative zu fossilen
232 Rohstoffen und Erzeugnissen darstellen. Biogene Materialien, wie beispielsweise Bau-
233 und neue Werkstoffe für langlebige Industriegüter, entziehen und binden zudem für lan-
234 ge Zeiträume CO₂ aus der Atmosphäre. Die Bundesregierung unterstützt entsprechende
235 Produkt- und Prozessentwicklungen im Rahmen ihrer Förderprogramme, um damit zu
236 einer nachhaltigeren, effizienten und klimaneutralen Ressourcennutzung beizutragen.

237 Die Bioökonomie substituiert aber nicht nur fossile durch nachwachsende Rohstoffe. Sie
238 ermöglicht auch die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren in ganz verschiedenen
239 Sektoren. Das volle Potenzial der Bioökonomie zu erschließen bedeutet, traditionelle
240 Wertschöpfungsketten zu öffnen und zu erweitern oder gegebenenfalls zu ersetzen. Dem
241 Leitgedanken der Kaskaden- und Kreislaufnutzung folgend sollen Wertschöpfungsketten
242 zu neuartigen und effizienten Wertschöpfungsnetzen verknüpft werden. Durch Verarbei-
243 tungsschritte vor Ort ergeben sich zukunftsweisende Entwicklungsperspektiven, insbe-
244 sondere für ländliche Räume.

245 Damit die Bioökonomie diese positiven Effekte mit Blick auf Klima, biologische Vielfalt,
246 Umwelt und Wohlfahrt erzielt, ist es unabdingbar, dass die zugrunde liegenden biogenen
247 Ressourcen nachhaltig erzeugt werden. Angesichts begrenzter Flächen kann die Produk-
248 tion von Biomasse nicht beliebig ausgeweitet werden. Nötig sind nachhaltige Ertragsstei-
249 gerungen auf den vorhandenen landwirtschaftlichen Flächen sowie ein möglichst effizi-
250 enter und verantwortungsbewusster Einsatz der so erzeugten Rohstoffe. In Betracht
251 kommen darüber hinaus auch neue Produktionssysteme, in denen Biomasse beispielswei-
252 se in einer technischen Umgebung oder auch auf degradierten Flächen erzeugt wird. So-
253 fern Nutzungskonkurrenzen entstehen, hat die Ernährungssicherheit stets Priorität. Zu-
254 gleich muss Biodiversität geschützt und die Ökosystemleistung des Waldes als Senke für
255 Treibhausgase gestärkt werden.

256 **2.2 Ziele und Umsetzung der Bioökonomiestrategie**

257 Flankiert durch die beiden Leitlinien adressiert die Bioökonomiestrategie der Bundesre-
258 gierung ein breites Spektrum an Zielen auf unterschiedlichen gesellschaftlichen Ebenen
259 und in allen wirtschaftlichen Sektoren. Die Ziele werden im vorliegenden Kapitel im Zu-
260 sammenhang dargelegt und in den folgenden Kapiteln zur Forschungsförderung und zu
261 den Rahmenbedingungen näher erläutert. Die folgende Übersicht fasst die gemeinsamen
262 strategischen Ziele und die entsprechenden Umsetzungsziele zusammen.

Ziele der Bioökonomiestrategie

Gemeinsame strategische Ziele und zugehörige Umsetzungsziele für die Forschungsförderung und die politische Rahmensetzung

1 Bioökonomische Lösungen für die Nachhaltigkeitsagenda entwickeln

› Bioökonomie an den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 der Vereinten Nationen (SDGs) ausrichten



› Ernährung für eine wachsende Weltbevölkerung sichern
› Durch klimaneutrale Produktion zum Erreichen des 1,5°C-Ziels beitragen
› Biodiversität schützen, erhalten und nutzen

2 Potenziale der Bioökonomie innerhalb ökologischer Grenzen erkennen und erschließen

› Produktionssysteme in ökosystemaren Zusammenhängen verstehen
› Zielkonflikte und Wechselwirkungen erforschen
› Ökonomie und Ökologie in ganzheitlichen Ansätzen integrieren
› Umfassendes Monitoring etablieren, Biomasseströme messen und bewerten, vergleichende Nachhaltigkeitsbilanzierungen vornehmen

3 Biologisches Wissen erweitern und anwenden

› Biologische Systeme verstehen und modellieren
› Neuartige Produktionsorganismen für Agrarsysteme und Industrie entwickeln
› Innovative Verfahrenskonzepte für biobasierte Produktionssysteme entwickeln und etablieren
› Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Nanotechnologie, Miniaturisierung, Robotik, Automatisierung als konvergierende Technologien für die Bioökonomie nutzen
› Interdisziplinäre Zusammenarbeit stärken
› Infrastruktur für Forschung und Technologietransfer ausbauen

4 Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig ausrichten

› Biogene Rohstoffe nachhaltig erzeugen und bereitstellen
› Landwirtschaftlich nutzbare Böden schützen und Bodenfruchtbarkeit erhalten
› Biogene Rohstoffe und Nebenerzeugnisse nutzen
› Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen reduzieren
› Potenzial der Bioökonomie für die Entwicklung ländlicher Räume nutzen
› Neuartige Kreisläufe der Erzeugung, Verarbeitung und Verwertung biogener Ressourcen u. a. im urbanen Raum entwickeln

5 Deutschland zum führenden Innovationsstandort der Bioökonomie ausbauen

› Transfer stärken und wirtschaftliches Potenzial der Bioökonomie für Geschäftsmodelle, Arbeitsplätze und Einkommensmöglichkeiten in allen wirtschaftlichen Sektoren nutzen
› Markteinführung biobasierter Produkte, entsprechender Verfahren und Dienstleistungen beschleunigen
› Neuartige Wertschöpfungsketten etablieren
› Start-ups, kleine, mittlere und mittelständische Unternehmen fördern
› Cluster und Modellregionen fördern

6 Gesellschaft einbinden, nationale und internationale Kooperationen intensivieren

› Breit aufgestelltes Beratungsgremium einrichten
› Dialog mit allen interessierten Gruppen der Gesellschaft führen
› Gesellschaftswissenschaften in der Bioökonomie-Forschung stärken
› Europäische und internationale Zusammenarbeit ausbauen

264 2.3 Bioökonomie als Beitrag zu Nachhaltigkeit

265 Das übergeordnete Ziel der Nachhaltigkeit teilt die Bioökonomie mit anderen Initiativen,
266 die jeweils spezifische Aspekte auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit adressieren. Die
267 Bundesregierung hat in den vergangenen Jahren diverse Maßnahmen auf den Weg ge-
268 bracht, um Nachhaltigkeit als Querschnittsaufgabe über Politikfelder und Wirtschaftssek-
269 toren hinweg zu verankern. Mit der „Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie“⁶ bekennt sich
270 die Bundesregierung zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung als grundlegendem
271 Ziel und Maßstab ihres Regierungshandelns. In umfassender Weise steckt sie klare Ziele
272 für die politische Umsetzung der Nachhaltigkeitsagenda der Vereinten Nationen. Wichti-
273 ge Aspekte werden auch in eigenen Programmen etwa zum Klimaschutz⁷, zu Ressour-
274 ceneffizienz und Kreislaufwirtschaft⁸, zur Nachhaltigkeitsforschung⁹ oder zur biologi-
275 schen Vielfalt¹⁰ behandelt. Als übergreifende Innovationsstrategie definiert die „High-
276 tech-Strategie 2025“¹¹ ein eigenes Handlungsfeld und verschiedene Missionen zum The-
277 ma Nachhaltigkeit. Die Nationale Bioökonomiestrategie der Bundesregierung steht in
278 einer Reihe mit diesen Initiativen und fördert die Stärkung einer biobasierten Wirtschaft
279 als wesentlichen Beitrag ihrer Politik für Nachhaltigkeit.

280 Auch auf internationaler Ebene gewinnt das Thema Nachhaltigkeit zunehmend an Bedeu-
281 tung. Es gibt verstärkte Bemühungen, politische Maßnahmen abzustimmen und zu koor-
282 dinieren. Mit der Verabschiedung der „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“¹² im
283 Jahr 2015 hat sich die internationale Staatengemeinschaft im Rahmen der Vereinten Nati-
284 onen zu einer nachhaltigen Entwicklung bekannt und 17 Ziele für nachhaltige Entwick-
285 lung (Sustainable Development Goals – SDG) mit 169 Unterzielen festgelegt. Die Bioöko-
286 nomie adressiert zahlreiche Teilaspekte dieser umfassenden UN-Entwicklungsziele. Be-
287 sonders hervorzuheben sind die erwarteten Beiträge zu SDG 2 „Kein Hunger“, SDG 3
288 „Gesundheit und Wohlergehen“, SDG 6 „Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen“,
289 SDG 7 „Bezahlbare und saubere Energie“, SDG 8 „Menschenwürdige Arbeit und Wirt-
290 schaftswachstum“, SDG 9 „Industrie, Innovation und Infrastruktur“, SDG 11 „Nachhaltige
291 Städte und Gemeinden“, SDG 12 „Nachhaltige/r Konsum und Produktion“, SDG 13

-
- 6 Bundesregierung (2018): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Aktualisierung 2018. Online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975274/1546450/65089964ed4a2ab07ca8a4919e09e0af/2018-11-07-aktualisierung-dns-2018-data.pdf>.
 - 7 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf;
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzprogramm_2030_umsetzungs_klimaschutzplan.pdf.
 - 8 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_ii_broschuere_bf.pdf.
 - 9 Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2016): Forschung für Nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter: <https://www.fona.de/de/ueber-fona/rahmenprogramm-fona3.php>.
 - 10 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nationale_strategie_biologische_vielfalt_2015_bf.pdf.
 - 11 Bundesregierung (2018): Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025. Hrsg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Berlin. Online verfügbar unter <https://www.hightechstrategie.de/files/HTS2025.pdf>.
 - 12 Generalversammlung der Vereinten Nationen (2015): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Online verfügbar unter www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf.

292 „Maßnahmen zum Klimaschutz“, SDG 14 „Leben unter Wasser“ sowie zu SDG 15 „Leben
293 an Land“.

294 Die Bedeutung der Bioökonomie für die Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele wird als
295 sehr hoch eingeschätzt. Das spiegelt sich unter anderem in zahlreichen politischen Initia-
296 tiven, die in letzter Zeit ergriffen wurden, wider. Einige Bundesländer in Deutschland
297 haben in den letzten Jahren eigene Bioökonomiestrategien entwickelt. Seit dem Jahr 2012
298 gibt es zudem eine Bioökonomiestrategie in der Europäischen Union. Diese wurde im
299 Jahr 2018 überarbeitet.¹³ Dabei wurden mit der stärkeren Betonung von Nachhaltigkeit
300 und Kreislauffähigkeit neue Schwerpunkte gesetzt, während die fünf Ziele der ursprüng-
301 lichen Strategie – Ernährung sichern, natürliche Ressourcen nachhaltig bewirtschaften,
302 Abhängigkeit von nicht-nachhaltigen Rohstoffen verringern, Kampf gegen und Anpas-
303 sung an den Klimawandel, Wettbewerbsfähigkeit steigern und Arbeitsplätze sichern und
304 schaffen – bekräftigt wurden. Die deutsche Bioökonomiestrategie greift diese Zielstellun-
305 gen auf.

306 Die zunehmende Bedeutung der Bioökonomie ist nicht auf Deutschland und Europa be-
307 schränkt. Mittlerweile gibt es weltweit rund 50 Staaten, die Bioökonomiestrategien entwi-
308 ckelt haben. Die Programme unterscheiden sich, abhängig von den national zur Verfü-
309 gung stehenden biogenen Ressourcen sowie den politischen, sozialen und technologi-
310 schen Rahmenbedingungen. Sie verdeutlichen damit die große Spannbreite der Bioöko-
311 nomie. Der Trend zeigt, dass immer mehr Länder große Hoffnungen in die Potenziale
312 bioökonomischer Lösungen setzen. Er zeigt aber auch, dass die Entwicklung der Bioöko-
313 nomie auf internationale Kooperation angewiesen ist, um die übergreifenden Ziele zu
314 erreichen. Dabei ergeben sich vielfältige Chancen zum Austausch, zur bestmöglichen
315 Verknüpfung bewährter Praktiken und zur Koordination der gesamten Umsetzungen.
316 Die Zusammenarbeit – sowohl innerhalb Deutschlands und in der Europäischen Union
317 als auch mit weiteren internationalen Partnern – wird die Bundesregierung in den kom-
318 menden Jahren intensivieren.

319 **2.4 Globale Herausforderungen, ganzheitliche Lösungsansätze**

320 Unsere gegenwärtige Art und Weise zu produzieren und zu konsumieren stößt global an
321 ihre Grenzen oder hat diese bereits überschritten. Die Konsumbedürfnisse einer wach-
322 senden und immer anspruchsvoller werdenden Weltbevölkerung werden sich ohne einen
323 grundsätzlichen Kurswechsel auf Dauer nicht befriedigen lassen, ohne unsere Lebens-
324 grundlagen zu zerstören. Das gilt umso mehr, als die Folgen des Klimawandels und der
325 Übernutzung von Ressourcen zunehmend spürbar werden und die Spielräume künftiger
326 Generationen einschränken. Unser Wirtschaftssystem muss nachhaltig und damit zu-
327 kunftsfähig ausgerichtet werden.

328 Das Ziel, Lösungen für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu erarbeiten
329 und eine nachhaltigere Wirtschaftsweise zu fördern, erfordert einen ganzheitlichen Blick.
330 Gefragt sind nachhaltige Lösungen, die Alternativen zu bisherigen Produktionsformen
331 und Konsummustern anbieten, indem sie systemische Zusammenhänge berücksichtigen.

13 European Commission (2018): A sustainable Bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf.

332 Dabei geht es sowohl um Wechselwirkungen zwischen biologischen Systemen und ihrer
333 Umwelt als auch um die Rolle abiotischer Rohstoff- und Energiekomponenten. Unter-
334 schiedliche Perspektiven müssen verbunden und Wechselwirkungen auf allen Ebenen
335 beachtet werden. Das reicht von Organismen über Ökosysteme bis hin zum planetaren
336 Klimahaushalt.

337 Besonders wichtig als Teil dieser ganzheitlichen Betrachtung ist es, bei allen Maßnahmen
338 neben den ökologischen Auswirkungen auch die sozialen und wirtschaftlichen Effekte zu
339 berücksichtigen. Das schließt Fragen nach der Zukunft unseres Wirtschaftssystems im
340 Allgemeinen ebenso ein wie Fragen nach den Folgen von Digitalisierung und demogra-
341 phischer Entwicklung für den Arbeitsmarkt und künftige Beschäftigung im Besonderen.
342 Angesichts der Komplexität der Herausforderungen und der Vielzahl von damit verbun-
343 denen Zielstellungen sind Zielkonflikte unvermeidlich. Systemisches Denken und ganz-
344 heitliche Ansätze helfen dabei, solche Konflikte zu erkennen und auf Basis wissenschaftli-
345 cher Erkenntnisse zu mindern. Im besten Falle können Win-Win-Situationen entstehen,
346 indem Synergien geschaffen werden.

347 Dies beschränkt sich nicht auf den Kern der Bioökonomie. Ihr ganzes Potenzial entfalten
348 bioökonomische Lösungen und Technologien im Zusammenspiel mit anderen Zukunfts-
349 technologien. Angetrieben von der Digitalisierung und Fortschritten in Technologiefel-
350 dern wie der Mikroelektronik, der Nanotechnologie oder der Material- und Verfahren-
351 technik eröffnen sich ganz neue Anwendungsmöglichkeiten, deren Reichweite noch nicht
352 abzuschätzen ist. Gleichzeitig ergeben sich durch den breiten Horizont der Bioökonomie
353 und ihre Orientierung an aktuellen gesellschaftlichen Themen auch zahlreiche Anknüp-
354 fungspunkte zu anderen Politik- und Forschungsfeldern. In der Bioökonomie werden
355 Fragen adressiert, die auch für die Gesundheits- und Lebenswissenschaften, die Umwelt-
356 ethik, die Klimaforschung, die Ökosystemwissenschaften, die Materialforschung, Res-
357 sourceeffizienz, erneuerbare Energien oder die Industrie 4.0 von Bedeutung sind.

358 **2.5 Bioökonomie als Entwicklungsstrategie**

359 Die Bioökonomie ist ein sektorenübergreifendes Wirtschaftskonzept, das in den letzten
360 Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen hat. Das lässt sich festmachen an einem stei-
361 genden Anteil biobasierter Produkte und Verfahren an der Wertschöpfung. Zahlreiche
362 weitere biobasierte Innovationen, die sich durch verbesserte Eigenschaften gegenüber
363 herkömmlichen fossilen Produkten auszeichnen, werden erdacht, entwickelt, erprobt oder
364 schon eingesetzt. Anwendungsmöglichkeiten gibt es viele, beispielsweise im Bereich der
365 technologieoffenen Züchtungsforschung, der Biopolymerforschung, in der enzymatischen
366 Aufspaltung pflanzlicher Rohstoffe, in der Entwicklung hochwertiger Inhaltsstoffe auf
367 der Grundlage von Mikroalgen, im Bereich der ökologischen und konventionellen Land-
368 wirtschaft, in der Herstellung von Plattformchemikalien, im Leichtbau mit biobasierten
369 Verbundwerkstoffen, im Hausbau mit innovativen Konstruktions- und Dämmstoffen aus
370 nachwachsenden Materialien, in der Anwendung von biobasierten Geotextilien zur Ero-
371 sionsprävention, in der Medizintechnik oder etwa im Bereich der Biopharmazeutika und
372 Wirkstoff-Forschung bis hin zur direkten Nutzung von CO₂ aus industriellen Prozessen
373 als Kohlenstoffquelle.

374 Da nachwachsende Rohstoffe überwiegend in ländlichen Regionen gewonnen werden,
375 eignet sich die Bioökonomie auch als Modell zur nachhaltigen Entwicklung des ländli-

376 chen Raums und strukturschwacher Regionen. Wenn es gelingt, die im Rahmen eines
377 innovativen Bioökonomie-Konzepts notwendigen weiteren Verarbeitungsstufen biogener
378 Rohstoffe im näheren Einzugsbereich oder direkt am Ort der Rohstoffgewinnung anzu-
379 siedeln, wird sich dies positiv auf die Wertschöpfung und die Arbeitsplätze im ländlichen
380 Raum auswirken. Auch können Rest- und Abfallstoffe im Sinne der Kreislaufwirtschaft
381 ohne zusätzlichen Transportaufwand in den landwirtschaftlichen Produktionsprozess
382 zurückgeführt und möglichst wieder als Ausgangsstoffe eingesetzt werden. Die energeti-
383 sche Nutzung nachwachsender Rohstoffe kann in einigen Regionen, beispielsweise in
384 abgelegenen ländlichen Räumen, die Energieversorgung sicherstellen, wenn andere er-
385 neuerbare Energiequellen nicht sicher und bedarfsgerecht zur Verfügung stehen. Dies gilt
386 nicht zuletzt auch für dezentrale Energieversorgungssysteme.

387 Aufgrund des großen Innovationspotenzials, das bei einer Vielzahl von biogenen Roh-
388 stoffnutzungen in Verbindung mit dem Einsatz biotechnologischer Verfahren vorhanden
389 ist, eröffnet die Förderung der Bioökonomie große Chancen für Deutschland, sich im in-
390 ternationalen Vergleich als Vorreiter und Innovationsstandort für die Wirtschaftszweige
391 und Arbeitsplätze von morgen zu positionieren.

392 **3 Forschungsförderung für eine nachhaltige Bioökonomie**

393 Forschung ist ein wichtiger Schlüssel, um die Potenziale der Bioökonomie zu identifizie-
394 ren, zu erschließen und zu nutzen. Forschung zur Bioökonomie erstreckt sich auf die Er-
395 zeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um
396 die wissenschaftlichen und technischen Voraussetzungen dafür zu schaffen, nachhaltige
397 Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen
398 eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitstellen zu können. Unter biologischen
399 Ressourcen werden in der Bioökonomie dabei nicht nur biogene Rohstoffe wie Pflanzen,
400 Algen, Pilze, Insekten, Mikroorganismen oder Biomoleküle, sondern insbesondere auch
401 das Wissen über biologische und ökologische Prozesse und Systeme verstanden. Wichtig
402 ist dabei auch, die Leistungsfähigkeit und Belastungsgrenzen dieser Systeme zu erfassen.
403 Bioökonomische Forschungsansätze haben das Ziel, die Entfaltung der bioökonomischen
404 Potenziale zu ermöglichen. Das Verständnis biologischer Systeme bildet die Grundlage
405 für die Entwicklung innovativer Produkte und Verfahren. Damit diese im Sinne der
406 Nachhaltigkeitsagenda wirken, müssen sowohl bei der Herstellung der biogenen Rohstof-
407 fe als auch beim Einsatz biotechnologischer Verfahren übergreifende Zusammenhänge
408 verstanden und damit verbundene Chancen und Risiken bedacht werden.

409 Durch die Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 wurden in den letzten Jahren
410 wesentliche Schritte auf dem Weg zu diesem Ziel zurückgelegt. Auf diesen Erfolgen und
411 den gewonnenen Erkenntnissen baut die Forschungsförderung der neuen Strategie auf.

412 Das biologische Wissen soll kontinuierlich erweitert und noch mehr als bisher über alle
413 biologischen Ebenen – von den grundlegenden molekularen Prinzipien bis hin zum kom-
414 plexen Zusammenspiel in Ökosystemen – zusammengebracht werden. Von besonderer
415 Wichtigkeit ist dabei, die Bioökonomie als integrativen Forschungsbereich zu verstehen,
416 in dem interdisziplinäre Forschung und systemische Lösungsansätze gestärkt und die
417 Erkenntnisse über die Teilgebiete der Biowissenschaften hinaus mit anderen konvergie-
418 renden Wissenschafts- und Technologiebereichen zusammengeführt werden.

419 Ermöglicht wird dieser Wissensaufbau unter anderem durch eine Verknüpfung von be-
420 stehenden Verfahren und auch traditionellem Wissen mit der Nutzung und Weiterent-
421 wicklung von Spitzentechnologien (Smart- und Hightech). Um auch vollkommen neuar-
422 tige Zukunftstechnologien oder Sprunginnovationen zu generieren, muss Wissenschaft
423 den Freiraum haben, auch ungewohnte Pfade einzuschlagen. Daher unterstützt die Bun-
424 desregierung noch stärker als bisher eine exzellente, technologieoffene Forschung, schafft
425 Anreize und Freiräume für ganzheitliche Ansätze und intelligente Innovationsprozesse
426 und setzt den Rahmen für eine verantwortungsbewusste Umsetzung unter Beachtung des
427 Vorsorgeprinzips.

428 Erst auf dieser Basis – dem ständig wachsenden Wissen sowie technischen, gesellschaftli-
429 chen und systemischen Innovationen – kann das volle Potenzial der Bioökonomie er-
430 schlossen werden. Entscheidend für den Erfolg ist, fossile Rohstoffe nicht nur zu ersetzen,
431 sondern insbesondere auch die Entwicklung neuartiger biobasierter Produkte und Ver-
432 fahren voranzubringen und damit den Rohstoff- und Energiebedarf insgesamt zu redu-
433 zieren. Maßgeschneiderte bioökonomische Innovationen mit hoher Wertschöpfung und
434 neuartigen Eigenschaften und Funktionalitäten ermöglichen es, neue Geschäftsfelder für
435 Zukunfts- beziehungsweise Wachstumsmärkte zu begründen. Mit dieser Ausrichtung
436 bildet die Bioökonomiestrategie einen wichtigen Pfeiler der von der Bundesregierung
437 initiierten Agenda „Von der Biologie zur Innovation“.

438 Die Forschung trägt so dazu bei, den notwendigen Transformationsprozess in Richtung
439 eines nachhaltigen Wirtschaftssystems voranzutreiben. Dies wird Auswirkungen auf die
440 Art und Weise haben, wie in einer Volkswirtschaft produziert und gearbeitet wird. Die-
441 sen gesellschaftlichen Wandel mit all seinen Konsequenzen zu begreifen, ist daher ein
442 wichtiger Teil der Forschung zur Bioökonomie. Dabei ist es unerlässlich, dass Forschungs-
443 förderung transparent ist und Formen der Partizipation einschließt, insbesondere wenn es
444 um die Definition von Problemen und Wissenslücken, aber auch um die Entwicklung von
445 Handlungsvorschlägen zu deren Beseitigung geht. Die Forschung schafft die Vorausset-
446 zungen dafür, den stattfindenden Wandel zu einer Bioökonomie den gesellschaftlichen
447 Anforderungen und den Nachhaltigkeitszielen entsprechend zu gestalten.

448 **3.1 Ausrichtung der Forschungsförderung**

449 Die Forschungsförderung zur Bioökonomie folgt den eingangs dargelegten Leitlinien. Sie
450 ist darauf gerichtet, die strategischen Ziele der Nationalen Bioökonomiestrategie zu errei-
451 chen.

452 **Durch Forschung biologisches Wissen erweitern**

453 Das Fundament der Bioökonomie ist das Wissen über biologische Prinzipien, Systeme
454 und Verfahren. Die Bundesregierung will daher Forschung und Entwicklung konsequent
455 vorantreiben und den kontinuierlichen Erkenntnisgewinn in den Biowissenschaften wei-
456 ter stärken.

457 Das betrifft alle Ebenen biologischer Systeme, vom Molekül über ein- und vielzellige Or-
458 ganismen bis hin zu ihren Wechselwirkungen in Ökosystemen und mit der Umwelt. Für
459 ein umfassendes Verständnis biologischer Systeme reicht es aber nicht aus, die verschie-
460 denen Stufen einzeln zu betrachten. Erst durch das Zusammenspiel verschiedener Ele-
461 mente und Ebenen bilden sich neue systemische Eigenschaften heraus. Um das Verständ-

462 nis für diese komplexen Zusammenhänge weiter auszubauen, muss der Austausch zwi-
463 schen den Biowissenschaften und konvergierenden Wissenschafts- und Technologieberei-
464 chen intensiviert werden.

465 **Durch biologisches Wissen biobasierte Innovationen schaffen**

466 Der Ausbau und die intelligente Nutzung und Vernetzung des biologischen Wissens bil-
467 det die Basis für Invention und Innovation in der Bioökonomie. Erst mit einem tieferen
468 Verständnis grundlegender Mechanismen des Lebens erschließt sich das enorme Potenzi-
469 al biologischen Wissens für bioökonomische Innovationen. Dazu muss die Forschung von
470 den Grundlagen über anwendungsorientierte Ansätze bis hin zu Pilotanlagen und De-
471 monstratoren technologieoffen intensiviert werden. Kreative und mutige Ideen sollen
472 dabei besonderen Freiraum erhalten.

473 Fortschritte beispielsweise in der Nanotechnologie, den Informationstechnologien sowie
474 den Kognitions-, Material- und Ingenieurwissenschaften führen zu neuen Anwendungsfeldern
475 in der Bioökonomie, während neues biologisches Wissen im Gegenzug diese Wis-
476 senschafts- und Technologiezweige inspiriert. Die sich daraus ergebenden Synergien ber-
477 gen das Potenzial für nachhaltige wettbewerbsfähige Innovationen und die Entwicklung
478 von neuartigen Schlüssel- und Zukunftstechnologien mit hohem wirtschaftlichem Wert.
479 Beispiele für bioökonomische Innovationen sind passgenaue biologische Prozesse in der
480 industriellen und landwirtschaftlichen Produktion, innovative Produkte mit neuartigen
481 smarten Funktionalitäten sowie weitgehend geschlossene Stoffkreisläufe.

482 Die Digitalisierung übernimmt auch bei der Generierung biobasierter Innovationen eine
483 Schlüsselfunktion und ist damit für den gesamten Innovationsprozess von entscheidender
484 Bedeutung. Erst durch sie wird es möglich, die enormen Datenmengen über biologische
485 Systeme nicht nur zu erfassen, sondern intelligent zu vernetzen und damit die Innovati-
486 onskraft integrierter Systeme zu nutzen.

487 **Durch biobasierte Innovationen natürliche Ressourcen schonen**

488 Bei der Umsetzung von biobasierten Innovationen muss die Verfügbarkeit von natürli-
489 chen Ressourcen innerhalb ökologischer Grenzen berücksichtigt werden. Der Schutz und
490 die nachhaltige und verantwortungsvolle Nutzung von Ökosystemen und ihren Leistun-
491 gen für die Gesellschaft, wie beispielsweise der Erhalt der Biodiversität, die Bereitstellung
492 von sauberem Wasser und gesunden Böden sowie die Klimaregulation, sind unverzicht-
493 bar.

494 Ziel der Forschungsförderung ist es, den derzeit noch hohen Verbrauch nicht erneuerba-
495 rer Ressourcen, wie fossile Energieträger und mineralische Rohstoffe, bedeutend zu mi-
496 nimieren. Biogene Ressourcen müssen effizient und nachhaltig produziert und genutzt
497 werden. Zielkonflikte, etwa im Bereich der Land- und Ressourcennutzung, müssen dabei
498 stets mitgedacht werden. Dies gilt sowohl für bioökonomische Innovationen in der Ur-
499 produktion (Land-, Forst-, Meereswirtschaft, Aquakultur) als auch in der Industrie.

500 **Durch Ressourcenschonung Ökologie und Ökonomie verbinden**

501 Die Bioökonomie bietet die Chance, Ökologie und Ökonomie miteinander zu verbinden.
502 Um wirtschaftliche Prosperität und Ressourcenverbrauch zu entkoppeln, müssen alle
503 Ressourcen effizient und nachhaltig genutzt und Energie- und Stoffströme im Sinne einer

504 Kreislaufwirtschaft weitestgehend geschlossen werden. Den Ressourcendruck zu min-
505 dern, ist ökonomisch profitabel und ökologisch wertvoll.

506 Im Mittelpunkt bioökonomischer Forschung steht daher die ganzheitliche Betrachtung
507 biobasierter Prozesse – von der Erzeugung des Rohstoffs über die Prozessierung und
508 Konversion bis hin zum Produkt und dessen Verwendung nach der Nutzung. Die Rück-
509 gewinnung von Ressourcen wird ebenso adressiert wie die Wieder- oder Neuverwertung
510 von Neben-, Rest- und Abfallströmen. Forschungsergebnisse sollen es ermöglichen, Wert-
511 schöpfungsketten über Sektoren hinweg zu möglichst ressourceneffizienten, ökologisch
512 vorteilhaften und ertragreichen Wertschöpfungsnetzen zu verknüpfen.

513 Ansätze zur Koppel- und Kaskadennutzung tragen dazu bei, dass innovative Bereiche der
514 Bioökonomie weiter mit bereits etablierten Wertschöpfungsketten zusammenwachsen.
515 Der Aufbau solcher Wertschöpfungsnetze kann auch den Anschluss zu neuen Wirt-
516 schaftszweigen herstellen und so die Voraussetzung für eine nachhaltige Transformation
517 zu einer leistungsstarken biobasierten Wirtschaft schaffen.

518 **Durch bioökonomische Lösungen Nachhaltigkeit sichern**

519 Das übergeordnete Ziel bei der Entwicklung einer biobasierten Wirtschaft ist Nachhaltig-
520 keit. Die Komplexität der Bioökonomie macht es erforderlich, bei der Suche nach tragfä-
521 higen Lösungen die Zusammenhänge zwischen technischen, ökologischen, ökonomischen
522 und gesellschaftlichen Faktoren zu berücksichtigen. Sobald die Nachhaltigkeitsziele in
523 konkrete Maßnahmen übersetzt werden, entstehen häufig Zielkonflikte innerhalb und
524 zwischen diesen Dimensionen. Damit solche Zielkonflikte frühzeitig erkannt und negati-
525 ve Effekte verhindert werden können, muss bioökonomische Forschung inter- und trans-
526 disziplinär sein und globale Entwicklungen fest im Blick behalten. Ganzheitliche Sicht-
527 weisen erfordern die Einbeziehung sowohl natur- und technikwissenschaftlicher als auch
528 sozialwissenschaftlicher und ethischer Fragestellungen. Nur auf dieser Grundlage wird es
529 gelingen, durch die Bioökonomie Nachhaltigkeit zu sichern.

530 **3.2 Bausteine zur Umsetzung der Forschungsförderung**

531 Die Ziele der Forschungsförderung zur Bioökonomie adressieren komplexe Fragestellun-
532 gen und Herausforderungen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, in systemischen An-
533 sätzen zu arbeiten, die verschiedene Wissenschaftszweige und Wissensbereiche integrie-
534 ren und zusammenführen. Die bioökonomische Forschung umfasst dabei sowohl Natur-
535 und Technik- als auch Sozialwissenschaften und reicht von der Grundlagenforschung
536 über angewandte Forschung bis zur experimentellen Entwicklung. Zudem entwickeln
537 sich das biologische Wissen und die für die Bioökonomie relevanten Spitzentechnologien
538 nicht immer kontinuierlich in Form von inkrementellen Innovationen, sondern nicht sel-
539 ten auch sprunghaft in Form disruptiver Innovationen weiter.

540 Die Struktur der Forschungsförderung muss diesen Anforderungen gerecht werden. Für
541 die Umsetzung werden daher modulare Bausteine definiert, die die verschiedenen Aspek-
542 te der Bioökonomie abdecken. Sie konkretisieren Forschungsschwerpunkte und schaffen
543 konstruktive Spielräume für Förderrichtlinien, mit denen spezifische Förderbedarfe in
544 thematischer, methodischer oder konzeptioneller Hinsicht aufgegriffen werden. Sie er-
545 möglichen es zudem, neue Erkenntnisse und aktuelle Entwicklungen aufzugreifen. Mit

546 den ineinandergreifenden Bausteinen können die forschungspolitischen Ziele flexibel
547 umgesetzt werden.

548 **3.2.1 Biologisches Wissen als Schlüssel der Bioökonomie**

549 Biologisches Wissen bildet die Grundlage für die Entwicklung von Schlüsseltechnologien
550 und ermöglicht passgenaue bioökonomische Innovationen sowohl für etablierte Indust-
551 rien als auch für neue Einsatzfelder und Branchen. Biologisches Wissen schafft die Vo-
552 raussetzungen für nachhaltige Lösungen der Zukunft. Nachhaltigkeit bedeutet, dass die
553 Lösungen ökologisch tragfähig, wirtschaftlich vorteilhaft und gesellschaftlich erwünscht
554 sind. Um diesem umfassenden Nachhaltigkeitsanspruch gerecht zu werden, muss biolo-
555 gisches Wissen mit Wissen über ökosystemare, ökonomische und soziale Zusammenhän-
556 ge verknüpft werden.

557 Eine zentrale Herausforderung der Forschung zur Bioökonomie besteht darin, das Wissen
558 über biologische Prozesse, ihre Regulation und weitere Wechselwirkungen zu vertiefen
559 und zu integrieren. Die Notwendigkeit, ein umfassendes Systemverständnis zu entwi-
560 ckeln, betrifft alle Ebenen von elementaren biomolekularen Vorgängen bis hin zu ganzen
561 Ökosystemen und globalen Kreisläufen. Erst auf dieser Basis kann ein ganzheitliches Ver-
562 ständnis der vielfältigen und dynamischen Prozesse in biologischen Systemen und ihrer
563 Interaktion mit der Umwelt entwickelt werden.

564 Die Darstellung des Bausteins „Biologisches Wissen als Schlüssel zur Bioökonomie“ folgt
565 dieser Logik von der Erforschung grundlegender biologischer Prozesse bis hin zu plane-
566 taren Perspektiven.

567 **Biologische Systeme verstehen und modellieren**

568 Systembiologische Ansätze und die Zusammenführung der in den verschiedenen Teilbe-
569 reichen wie Genomik, Epigenomik, Proteomik oder Metabolomik (englisch zusammenfas-
570 send als „omics“ bezeichnet) gewonnenen Daten über neuartige bioinformatische Instru-
571 mente und geeignete Infrastrukturen sollen verstärkt gefördert werden. Modellierungs-
572 und Simulationsansätze können auf dieser Basis die zugrunde liegenden biologischen
573 und ökologischen Systeme abbilden und so in ihrer Komplexität zugänglich machen.
574 Durch die Entwicklung neuer integrativer Ansätze soll das modulare Wissen aus den
575 Omics-Bereichen auf den verschiedenen hierarchischen Ebenen biologischer Systeme ver-
576 netzt werden. Systemeigenschaften, also Eigenschaften, die sich nicht aus den einzelnen
577 Systemelementen heraus erklären oder ableiten lassen, werden auf diese Weise erfassbar.
578 Das Ziel ist, die Systembiologie nicht nur als Schlüssel für künftige Technologien der Bio-
579 wissenschaften, sondern auch der Bioökonomie insgesamt auszubauen.

580 Besondere Bedeutung kommt hier beispielsweise der Erschließung des Epigenoms von
581 Pflanzen, des Mikrobioms der pflanzlichen Wurzel oder der Stoffwechselnetzwerke von
582 Mikroorganismen zu. Modelle, die imstande sind, verlässliche Aussagen darüber zu tref-
583 fen, wie Regulationsmechanismen in lebenden Zellen und Wechselwirkungen zwischen
584 biologischen Systemen und der Umwelt funktionieren, können auch relevante Erkennt-
585 nisse für neue nachhaltige Lösungen generieren.

586 **Neuartige Produktionsorganismen für Primärproduktion und Industrie**

587 Eine der Grundbedingungen der Bioökonomie ist die nachhaltige Erzeugung von bioge-
588 denen Rohstoffen und Produkten sowohl im Agrar- als auch im industriellen Bereich. Um
589 diesem Anspruch gerecht zu werden und effizient und ressourcenschonend produzieren
590 zu können, ist es eventuell notwendig, die Produktionsorganismen, also insbesondere
591 Nutzpflanzen, aber zum Beispiel auch Insekten, Algen, Pilze oder Mikroorganismen, ge-
592 zielt an die jeweiligen Umwelt-, Klima- und Produktionsbedingungen anzupassen. Dabei
593 soll die Forschung methoden- und technologieoffen sein und in geschlossenen Systemen
594 auch moderne molekularbiologische Ansätze mit einbeziehen.

595 Ertragsoptimierung, optimale Nährstoffnutzung, Resistenz oder Toleranz gegenüber
596 Überschwemmungen, Hitze, Trockenheit oder Pflanzenkrankheiten/ -schädlingen, An-
597 passung an die Bodenqualität sowie der Erhalt der genetischen Vielfalt sind wichtige Zie-
598 le der Züchtung für eine nachhaltige Pflanzenproduktion. Neben Kulturpflanzen kommt
599 aber auch Insekten, Pilzen, Mikroorganismen und aquatischen Lebensformen wie Algen
600 zunehmend Bedeutung in der modernen Bioökonomie zu. Von der Bundesregierung wird
601 dies durch entsprechende Fördermaßnahmen unterstützt.

602 Die Erschließung neuer Organismen spielt eine wichtige Rolle in der industriellen Pro-
603 duktion und erweitert das Portfolio der klassischen Biotechnologie. Die Eigenschaften
604 von industriell genutzten Mikroorganismen, wie Bakterien, Pilzen und Mikroalgen, kön-
605 nen durch innovative Methoden des Metabolic Engineering oder der Synthetischen Biolo-
606 gie gezielt an spezifische Produktionsbedingungen angepasst werden. Neben der Ent-
607 wicklung resilienter und effizienter Produktionsstämme steht hier insbesondere auch eine
608 Erweiterung des Produktspektrums im Fokus der Forschung. Forschungsansätze zur
609 Entwicklung neuer Materialien und Produkte mit maßgeschneiderten, das heißt auf einen
610 spezifischen Bedarf oder eine neue Funktion optimal zugeschnittenen Eigenschaften, wie
611 beispielsweise vollständig kreislauffähige Biopolymere, neuartige Biopharmazeutika ge-
612 gen Antibiotikaresistenzen oder umweltverträgliche Chemikalien, sollen gefördert wer-
613 den. Damit soll eine optimale Anpassung an die Anforderungen des Marktes und der
614 Umwelt ermöglicht werden. Um das Potenzial der Vielfalt mikrobieller Spezies und ihrer
615 vielgestaltigen metabolischen Eigenschaften nutzbar zu machen, sollen bislang nicht ge-
616 nutzte, aber für die industrielle Produktion geeignete Mikroorganismen identifiziert und
617 zu Plattformorganismen für die Biotechnologie weiterentwickelt werden.

618 Neben der Verwendung von maßgeschneiderten Mikroorganismen in der industriellen
619 Produktion eröffnet die biotechnologische Forschung darüber hinaus Möglichkeiten,
620 künstliche oder zellfreie Produktionssysteme für die Bioökonomie bereitzustellen. Solche
621 Produktionssysteme erlauben zum Beispiel die Produktion von komplexen Antikörpern
622 für spezifische medizinische Anwendungen oder von Wirkstoffen, die für Zellen toxisch
623 sind. Artifizielle Produktionssysteme stellen daher Ansätze dar, die das Anwendungspo-
624 tenzial biobasierter Produktionsverfahren erheblich erweitern

625 **Innovative biotechnologische Verfahrenskonzepte für biobasierte Produktionssysteme**

626 Im Sinne der Nachhaltigkeit müssen neben den für die biotechnologische Produktion
627 verwendeten Organismen auch die Verfahren, in denen sie eingesetzt werden, ganzheit-
628 lich ausgelegt oder auch gänzlich neu gedacht werden. Die Entwicklung innovativer, effi-

629 zienter und modularer Bioverfahrenskonzepte soll vorangetrieben werden, um so eine
630 flexible Anpassung an verschiedene Standorte, Rohstoffe und Produkte zu ermöglichen.

631 Um Biomasse effizient aufzuschließen, aufbereiten und bedarfsgerecht für nachgelagerte
632 Produktionsprozesse bereitstellen zu können, sind erhebliche Forschungsanstrengungen
633 notwendig. Neuartige biotechnologische Verfahren sind die Voraussetzung dafür, die
634 Nutzung biogener Reststoffe weiter zu optimieren und Neben- und Reststoffströme in
635 werthaltige Produkte zu überführen. Neue Konzepte zur Koppel- und Kaskadennutzung
636 müssen hierzu entwickelt und Bioraffinerie-Konzepte ganzheitlich optimiert werden.

637 In geschlossenen Reaktionsprozessen können Abfallströme, die heute noch nicht stofflich
638 verwertet werden oder nicht genutzte Wertschöpfungspotenziale aufweisen, als ökolo-
639 gisch und ökonomisch vorteilhafte Rohstoffquelle für die Industrie und den Agrarbereich
640 dienen. Hierzu zählen sowohl organische Abfälle als auch kommunale oder industrielle
641 Abwässer oder industrielle Abgase. Die direkte Nutzung beispielsweise von Kohlendi-
642 oxid oder dem in der Industrie anfallenden Synthesegas als Kohlenstoffquelle in industri-
643 ellen Bioprocessen kann zukünftig einen Beitrag dazu leisten, eine weitgehende Treib-
644 hausgasneutralität in der industriellen Produktion zu erreichen. Darüber hinaus können
645 wichtige Ressourcen wie seltene Metalle oder Phosphor durch maßgeschneiderte Biokata-
646 lysatoren rückgewonnen und Kunststoffe in ihre Grundbausteine zerlegt werden. Die
647 Entwicklung von innovativen Methoden und Verfahren zur effizienten Aufarbeitung und
648 Kreislaufnutzung dieser oft komplexen und toxischen Ausgangsstoffe soll gezielt voran-
649 getrieben werden.

650 **Biogene Ressourcen nachhaltig erzeugen**

651 Die Land- und Forstwirtschaft ist ein zentraler Pfeiler einer biobasierten Wirtschaft.
652 Gleichzeitig ist sie gefordert, den Ressourcen- und Flächenbedarf sowie Treibhaus-
653 gasemissionen und den Verlust der biologischen Vielfalt zu reduzieren, wie aktuell die
654 Berichte des Weltklimarates und des Weltbiodiversitätsrates zeigen¹⁴. Außerdem steht sie
655 selbst durch die Auswirkungen des Klimawandels sowie Zielkonflikte wie beispielsweise
656 Flächennutzungskonkurrenzen vor weiteren großen Herausforderungen.

657 Landwirtschaft ist lebensnotwendig, und sie wird eine weiter wachsende Weltbevölke-
658 rung ernähren müssen. Aber die agrarische Produktion ist auch ein gewichtiger Faktor
659 für die Veränderung der Umwelt durch den Menschen. Das betrifft Landnutzung, Bio-
660 diversität, Wasserhaushalt, Nährstoffkreisläufe und den globalen Klimahaushalt. Das
661 Bewusstsein ist gewachsen, dass man den Agrarsektor selbst als ökologisches System be-
662 trachten muss. Agrarische Produktion ist auf Ökosystemleistungen angewiesen und muss
663 selbst zur Wahrung dieser Ökosystemleistungen beitragen. Es ist erforderlich, Land- und
664 Forstwirtschaft in einem ganzheitlichen Sinn als agrarökologische Systeme zu betrachten
665 und durch Forschung das Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge immer weiter

14 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2019): Climate Change and Land. An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems (SRCCL). Online verfügbar unter <https://www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/>. Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2019): Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session. Paris. Online verfügbar unter: https://www.ipbes.net/system/tdf/ipbes_7_10_add.1_en_1.pdf?file=1&type=node&id=35329.

666 auszubauen. Besonders gefragt sind ganzheitliche Sichtweisen, die agrarische Produkti-
667 onssysteme nicht nur nach ihrem Ertrag, sondern auch nach ihren ökologischen Leistun-
668 gen bewerten.

669 Letztlich geht es aber nicht nur um den Agrar- und Forstsektor. Große Teile terrestrischer
670 und maritimer Ökosysteme sind durch menschliches Eingreifen grundlegend verändert
671 worden. Es ist unverzichtbar, menschliche Eingriffe sowohl in spezifische Ökosysteme
672 wie in globale Stoff- und Energiekreisläufe bei allen Überlegungen zu zukünftigen Tech-
673 nologien und Ressourcennutzungen zu berücksichtigen. Die Bioökonomie kann ein ent-
674 scheidender Hebel sein, um sowohl in der Produktion von biogenen Rohstoffen als auch
675 in industriellen Produktionsprozessen zu mehr Nachhaltigkeit zu gelangen. Dazu gehört
676 auch, über gänzlich neue Formen der Erzeugung von biogenen Rohstoffen für stoffliche
677 und energetische Zwecke nachzudenken.

678 Um die Land- und Forstwirtschaft innovativ und nachhaltig für die Zukunft aufzustellen,
679 ist neben einer substanziellen, breit ausgerichteten Grundlagenforschung zum Verständ-
680 nis der zugrunde liegenden biologischen und (agrar-)ökologischen Systeme auch die
681 Entwicklung geeigneter, anwendungsorientierter Ansätze notwendig. Diese können auf
682 Spitzen- und Schlüsseltechnologien beruhen, aber auch auf Konzepten, die vorhandene
683 landwirtschaftliche Techniken und ökologische Anforderungen neu zusammenbringen.

684 Die agrarische Produktion kann außerdem durch die Entwicklung geeigneter nachhalti-
685 ger Anbau- oder Produktionssysteme, beispielsweise mit Hilfe neuartiger Smart-Farming-
686 Ansätze, flexibel an regionale und standortspezifische Bedingungen angepasst werden.
687 Von zentraler Bedeutung ist dabei, den Erhalt der Biodiversität und der Qualität von Bö-
688 den und Wasser als Voraussetzung für Ökosystemleistungen anzuerkennen und in die
689 Wertstellung biobasierter Produkte einzubeziehen.

690 Damit können die Weichen gestellt werden, um ressourceneffiziente, wettbewerbsfähige
691 und gegenüber wechselnden Klima- und Umweltbedingungen resiliente innovative und
692 nachhaltige Agrar- und Waldsysteme zu erhalten, die kontinuierlich eine ausreichende
693 Versorgung mit biogenen Ressourcen sicherstellen. Die Forschungsförderung unterstützt
694 insbesondere die Entwicklung von neuartigen kreislauforientierten und inputreduzierten
695 Anbau- und Produktionssystemen, auch im Bereich des Ökolandbaus. Dies können regi-
696 onal angepasste agrarische, forstliche oder auch aquatische Produktionssysteme in der
697 Fläche sein, die eine geschlossene Stoffstromführung anstreben. Für versiegelte Flächen in
698 urbanen oder periurbanen Bereichen sind auch alternative Produktionsformen denkbar,
699 wie beispielsweise (modulare) hochtechnisierte Produktionssysteme, die in kontrollierter
700 Umgebung mit einem geringen Flächen- und Energiebedarf und weitgehend geschlosse-
701 nen Kreislaufsystemen, wie beim Vertical Farming, funktionieren.

702 Langfristig muss die Forschung vielfältige Anpassungsstrategien und Schlüsselinnovatio-
703 nen auf den Weg bringen, integrierte Lösungen identifizieren und Ressourcen bündeln,
704 um damit Synergien zum Vorteil von Mensch und Umwelt zu schaffen und „Trade-offs“
705 zu reduzieren. Diese integrierten Lösungen vereinen technologische Ansätze mit stand-
706 ortangepassten Verfahren zu alternativen Konzepten im Sinne der Nachhaltigkeit.

707 **3.2.2 Konvergierende Technologien und disziplinübergreifende** 708 **Zusammenarbeit**

709 Aussichtsreiche Ansatzpunkte für bioökonomische Innovationen finden sich besonders in
710 systemischen sowie in inter- und transdisziplinären Ansätzen, die biologisches Wissen
711 mit konvergierenden Technologien verbinden. Von großer Bedeutung für die Bioökono-
712 mie sind beispielsweise konvergierende Wissensgebiete und Technologien wie Nanotech-
713 nologie, Miniaturisierung, Digitalisierung, Automatisierung und Künstliche Intelligenz.

714 Die Nutzung von Synergien und Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Fachdis-
715 ziplinen soll gerade im Hinblick auf die Erforschung und Entwicklung von Zukunftstech-
716 nologien weiter vorangetrieben werden. Für eine stärkere Vernetzung der Akteure und
717 eine Etablierung disziplinübergreifender Zusammenarbeit sind geeignete Instrumente,
718 wie beispielsweise virtuelle interdisziplinäre Zentren oder neue multidisziplinäre und
719 sektorenübergreifende Förderkonzepte, zu entwickeln.

720 Die Digitalisierung hat für die Generierung und die Nutzung biologischen Wissens und
721 bei der Vernetzung verschiedener Technologien eine wichtige Querschnittsfunktion. Mit-
722 hilfe neuester Werkzeuge der Informatik und der Entwicklung computergestützter ma-
723 thematischer Modelle können die in den modernen Biowissenschaften auf verschiedenen
724 Skalierungsebenen rasant entstehenden großen Datenmengen intelligent ausgewertet
725 werden. Damit können wertvolle Einsichten in die Funktionsweise biologischer Systeme
726 gewonnen werden, die neue Dimensionen für die Nutzung des biologischen Wissens er-
727 öffnen. Voraussetzung für die effiziente und erfolgreiche Nutzung digitaler Daten ist da-
728 bei neben einer Harmonisierung der Daten auch die Unterstützung von effizienten Da-
729 tenmanagementsystemen, die Weiterentwicklung von Schnittstellenkonzepten sowie die
730 Entwicklung und Nutzung von Standards.

731 Auch im Bereich der Simulation und Modellierung hat die Digitalisierung ein hohes In-
732 novationspotenzial für die Bioökonomie. Modelle können nicht nur zur Beschreibung
733 biologischer Prozesse und Systeme dienen, sondern sollen vermehrt auch zur Folgenab-
734 schätzung, Voraussage und zum gezielten Design von effizienten und passgenauen bio-
735 basierten Verfahren genutzt werden.

736 Für eine schnellere Entwicklung und eine bessere Überwachung und Steuerung biotech-
737 nologischer Produktionsverfahren wird der technologische Fortschritt in den Bereichen
738 Smart Sensorik, Künstliche Intelligenz, Automatisierung, Miniaturisierung und Paralleli-
739 sierung von Verfahrensprozessen sowie Hochdurchsatzanalysen unterstützt. Auch im
740 Agrarbereich können entsprechende Technologieentwicklungen verstärkt eingesetzt wer-
741 den, um beispielsweise die Interaktion von Böden, Mikroorganismen, Pflanzen und Um-
742 welt zu analysieren oder um das Erscheinungsbild von Organismen schnell, genau und
743 zerstörungsfrei zu erfassen.

744 **3.2.3 Grenzen und Potenziale**

745 Der Mensch hat schon immer in die Natur eingegriffen und seine Umwelt verändert. Seit
746 der Industrialisierung tut er das in einem immer stärkeren Ausmaß, sodass natürliche
747 Systeme aus dem Gleichgewicht geraten sind. Klimawandel, Artenverlust und bedrohte
748 Ökosysteme sind die Folgen. Die ökologischen Grenzen des Planeten werden zunehmend
749 gefährdet und sind teilweise bereits überschritten. Die Fortsetzung, Ausweitung und Be-

750 schleunigung der derzeitigen Produktion und Verwertung von Rohstoffen wird vor dem
751 Hintergrund der Erkenntnisse der Berichte des Weltklimarates und des Weltbiodiversi-
752 tätsrates von 2019 zu weiteren Umweltschäden, Biodiversitätsverlusten und zur Erhö-
753 hung der Treibhausgasemissionen führen.

754 Für die Bioökonomie bedeutet dies, dass sie einen Beitrag zur Einhaltung dieser Grenzen
755 leisten muss. Von zentraler Bedeutung ist es daher, die Belastungsgrenzen der Ökosyste-
756 me zu kennen, die für die Bioökonomie wichtig sind. Die Potenziale der Bioökonomie zu
757 erkennen und zu erschließen, setzt voraus, ihre Umwelt zu verstehen. Um sicherzustellen,
758 dass die Bioökonomie innerhalb der ökologischen Grenzen agiert und den Ressourcen-
759 druck nicht weiter erhöht, muss Wissen über ökosystemare Effekte und planetare Kreis-
760 läufe erweitert und verknüpft werden.

761 **Quantifizierung der Bioökonomie**

762 Ein wichtiges Instrument zur nachhaltigen Gestaltung der Bioökonomie ist die Messung
763 und Beurteilung der genauen ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte bioba-
764 sierten Wirtschaftens. Es werden Daten und Berechnungsmethoden benötigt, um feststel-
765 len zu können, welche Treibhausgasemissionen und welcher Verbrauch von Material,
766 Energie, Wasser und Flächen verschiedener Qualitäten mit bestimmten Produktionsfor-
767 men einhergehen, einschließlich der Auswirkungen auf die Biodiversität durch intensi-
768 vierte Nutzung. Eine wichtige Rolle spielt die Bewertung der Verfügbarkeit von Biomasse
769 - räumlich, zeitlich und nach der ökologischen Bedeutung differenziert - auf der einen
770 und des Bedarfs an Biomasse auf der anderen Seite. Zu berücksichtigen ist hierbei der
771 Biomassebedarf, der einer Nutzung entzogen ist, unter anderem für die CO₂-Fixierung
772 und für den Biodiversitätsschutz. Es ist daher wichtig, Biomasseströme und -kreisläufe
773 nachvollziehen und mit geeigneten Methoden abschätzen zu können.

774 Nur durch eine ganzheitliche Betrachtung unter Einschluss möglicher Alternativen kön-
775 nen bestmögliche Lösungen im Sinne einer umfassend verstandenen Nachhaltigkeit ge-
776 funden werden. Bisher stehen die dafür nötigen Instrumente erst teilweise zur Verfügung.
777 Mithilfe der Forschung sollen diese Lücken in den nächsten Jahren geschlossen werden.
778 Dazu ist zunächst eine Indikatorentwicklung notwendig, die es erlaubt, alle Dimensionen
779 der Bioökonomie zu erfassen und mit entsprechenden Kriterien zu hinterlegen. Bestehen-
780 de und neu zu erschließende Daten müssen identifiziert und zusammengeführt werden.
781 Nur wenn der Einsatz von Biomasse über den gesamten Lebenszyklus von der Produkti-
782 on bis zur Wiederverwendung und die Anwendung bioökonomischer Verfahren mit all
783 ihren Wirkungen und Rückkopplungseffekten gemessen oder präzise geschätzt werden
784 können, ist eine ganzheitliche Bilanzierung möglich. Auf dieser Basis können auch umfas-
785 sende und belastbare Folgenabschätzungen zu technischen, ökonomischen und ökologi-
786 schen Entwicklungen in der Bioökonomie vorgenommen werden.

787 Um die wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine solche Quantifizierung der Bioöko-
788 nomie zu schaffen, wurde eine Pilotphase für ein umfassendes Monitoring gestartet. Die-
789 se Arbeiten sollen als übergreifendes Instrument der Bioökonomiestrategie fortgesetzt
790 und ausgebaut werden (siehe auch Kapitel 5.6). Das Monitoring der Bioökonomie soll es
791 ermöglichen, die Entwicklung einer nachhaltigen Bioökonomie nachzuvollziehen. Es soll
792 als Grundlage dienen, die politische Steuerung und Priorisierung zu überprüfen.

793 **3.2.4 Transfer in die Anwendung**

794 Es genügt nicht, biologisches Wissen zu erwerben und nachhaltige Technologien zu ent-
795 wickeln. Nur wenn diese erfolgreich als Produkte und Prozesse in den Markt kommen,
796 werden ihre positiven Effekte für Umwelt und Gesellschaft auch realisiert. Die Erfahrung
797 zeigt: Nicht jede gute Idee setzt sich durch. Oftmals erscheinen die Risiken zu hoch oder
798 es mangelt an Finanzierungsmöglichkeiten für die wesentlichen Schritte zwischen Idee
799 und Markteinführung. Die Bundesregierung will verhindern, dass aussichtsreiche,
800 bioökonomische Innovationen an diesen Hürden scheitern. Daher unterstützt sie erfolg-
801 versprechende Innovationen bis hin zur Anwendung. Entscheidend ist, Schnittstellen
802 zwischen Forschung und Anwendung zu schaffen und auszubauen und eine enge Ver-
803 zahnung der Akteure im Innovationsprozess zu erreichen. Dazu werden Instrumente be-
804 reitgestellt, die die Validierung von Forschungsergebnissen für einen erfolgreichen Trans-
805 fer in die Anwendung unterstützen.

806 Auch die unter Federführung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und
807 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie neu gegründete Agentur für Sprung-
808 innovationen unterstützt bahnbrechende Ideen auf dem Weg in die Anwendung und
809 steht auch für bioökonomische Innovationen offen.

810 **Neue Wertschöpfungsnetze etablieren**

811 Zentral für den Transfer in die Anwendung ist eine engere Vernetzung der Akteure so-
812 wohl zwischen Forschung und Wirtschaft als auch zwischen verschiedenen Wirtschaftszweigen.
813 Die Bundesregierung unterstützt eine frühe und transparente Einbindung von
814 Unternehmen und Wirtschaftsexpertise in den Forschungs- und Entwicklungsprozess,
815 denn diese gewährleistet eine ausreichende Orientierung an den Erfordernissen des
816 Marktes. Ein entsprechendes Instrument sind Sondierungsphasen, welche dem eigentli-
817 chen Forschungsvorhaben vorgeschaltet werden. Es ist davon auszugehen, dass der zu-
818 nehmende Einsatz biobasierter Verfahren und Produkte bestehende Wertschöpfungsket-
819 ten verändert. In diesem Zuge entstehen häufig neue Wertschöpfungsnetze, da durch die
820 komplexen Stoffgemische von Biomasse neben dem gewünschten Produkt oftmals Stoff-
821 nebenströme entstehen, die ihrerseits als Rohstoff für einen anderen Prozess dienen kön-
822 nen. Um sowohl die Effizienz als auch die Wertschöpfung zu erhöhen, müssen alternative
823 Nutzungswege für einzelne Bestandteile oder Nebenprodukte erforscht und erprobt wer-
824 den. Das ist nur möglich, wenn Akteure zusammenarbeiten und Expertise aus verschie-
825 denen Disziplinen gebündelt wird. Dasselbe gilt für die Kreislaufwirtschaft. Idealerweise
826 wird bereits beim Produktdesign berücksichtigt, wie das Produkt nach Ende seines Nut-
827 zungszyklus weiterverarbeitet oder recycelt werden kann. Die Bundesregierung unter-
828 stützt eine entsprechende Vernetzung zwischen den Produzenten und Nutzern in einem
829 Wertschöpfungsnetz beispielsweise durch die Förderung geeigneter Verbundprojekte
830 oder die Etablierung von Clustern.

831 **Förderung von Start-ups sowie von kleinen, mittleren (KMU) und mittelständischen** 832 **Unternehmen**

833 Start-ups und junge Unternehmen sind ebenso wie kleine, mittlere (KMU) und mittel-
834 ständige Unternehmen wichtige Innovationstreiber und Innovationsträger für die
835 Bioökonomie. Sie verfügen jedoch häufig über zu geringe Finanzierungsmöglichkeiten.
836 Aufgrund der oftmals überdurchschnittlich langen Entwicklungszeiten und Innovations-

837 zyklen, die lebenswissenschaftliche Produktentwicklungen oft mit sich bringen, bedürfen
838 sie einer gezielten Förderung, die über die Bedürfnisse in vielen anderen Branchen hin-
839 ausgeht. Daher werden entsprechende Maßnahmen zur Förderung von kleinen, mittleren
840 und mittelständischen Unternehmen sowie von Start-ups und Neugründungen weiter-
841 entwickelt. Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des Bundesministeri-
842 ums für Wirtschaft und Energie (BMWi) ist ebenfalls offen für Innovationen der Bioöko-
843 nomie.

844 **Infrastrukturen für Forschung und Technologietransfer**

845 Eine erfolgreiche Überführung wissenschaftlicher Erkenntnisse in wettbewerbsfähige
846 Produkte und Verfahren ist nur dann möglich, wenn die Anforderungen des Marktes und
847 der Industrie, wie Rohstoffverfügbarkeit, technische Voraussetzungen, regulatorische
848 Herausforderungen oder kostenrelevante Faktoren, frühzeitig im Forschungs- und Ent-
849 wicklungsprozess bedacht werden. Es ist daher von hoher Bedeutung, Infrastrukturen für
850 die bioökonomische Forschung zu schaffen, die noch effizienter als bisher eine anwen-
851 dungsorientierte Zusammenarbeit auch über Disziplingrenzen hinweg ermöglichen. In
852 den letzten Jahren konnten in dieser Hinsicht bereits wichtige Akzente gesetzt werden.

853 Zudem gilt es, Räume zu schaffen, die die gezielte Weiterentwicklung von wissenschaftli-
854 chen Erkenntnissen zu markt- und wettbewerbsfähigen Anwendungen ermöglichen. De-
855 monstrations- und Reallabore bieten die Chance, Innovationen integriert in bereits etab-
856 lierten Prozessen zu testen. Um das hohe Investitionsrisiko bei der Markteinführung bio-
857 basierter Produkte und Prozesse zu minimieren, sollte darüber hinaus die Möglichkeit
858 geschaffen werden, Innovationen auch in größerem Maßstab in Pilotanlagen zu testen.

859 **Nachwuchs und Qualifikation**

860 Die komplexen und über Disziplingrenzen hinausgehenden bioökonomischen Fragestel-
861 lungen brauchen eine neue Qualität des systemischen Denkens und Handelns. Dazu wer-
862 den hochqualifizierte Spezialistinnen und Spezialisten benötigt, die über ihr Fachwissen
863 hinaus die Fähigkeit zu inter- und transdisziplinärer Zusammenarbeit bereits in Ausbil-
864 dung und Studium erwerben. Aber auch begleitend im Beruf müssen Weiterqualifizie-
865 rungsmaßnahmen angeboten werden. Unternehmerische Grundkenntnisse sollen früher
866 als bisher vermittelt werden. Durch spezielle Preise und Fördermodule werden im Rah-
867 men der Forschungsförderung Anreize für eine bioökonomische Karriereplanung in Wis-
868 senschaft oder Industrie geschaffen. Weitere übergreifende Instrumente finden sich im
869 Abschnitt 5.5 „Qualifikation und Fachkräfte“.

870 **3.2.5 Bioökonomie und Gesellschaft**

871 Der Klimawandel, die demographische Entwicklung, die Versorgung einer wachsenden
872 Weltbevölkerung mit hochwertigen Nahrungsmitteln und Rohstoffen, die Begrenztheit
873 der planetaren Ressourcen und der Schutz der Biosphäre einschließlich der biologischen
874 Vielfalt sind die großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Die Bewälti-
875 gung dieser Herausforderungen wird nicht allein technisch gelingen, denn technologische
876 Innovationen führen nicht immer zu den Lösungen, für die sie gedacht waren. Ein grund-
877 legendes Verständnis für systemische Zusammenhänge und den globalen Wandel ist
878 deshalb Voraussetzung für Lösungsstrategien, in die technologische Innovationen sinn-
879 voll und erfolgreich eingebettet sind. Um diese gesellschaftlichen Transformationsprozes-

880 se und den sozio-technischen Wandel zu verstehen, bedarf es vermehrter sozial-, politik-
881 und wirtschaftswissenschaftlicher Forschung.

882 **Wechselwirkungen und Zielkonflikte erforschen**

883 Mit der Bioökonomiestrategie übernimmt die Bundesregierung Verantwortung für eine
884 nachhaltige Entwicklung. Bioökonomie muss zum Erreichen der übergreifenden politi-
885 schen Ziele des Klimaschutzes und der nachhaltigen Entwicklung im Sinne der Agenda
886 2030 der Vereinten Nationen, zu denen sich die Bundesregierung verpflichtet hat, beitra-
887 gen. Einzelne Ziele dürfen nicht auf Kosten anderer Ziele erreicht werden. Dies ist nur
888 möglich, wenn wir unser Verständnis systemischer Zusammenhänge ständig erweitern –
889 von Stoffkreisläufen in einzelnen Anbausystemen über die Funktionsweise von Ökosys-
890 temen bis hin zu planetaren Grenzen, die auch die aktuelle europäische Bioökonomiestra-
891 tegie betont.

892 Für ein solches Wissen ist die Interdisziplinarität der Bioökonomie-Forschung von großer
893 Bedeutung. Dies betrifft sowohl die Natur- und Technikwissenschaften als auch die Sozi-
894 al-, Politik- und Wirtschaftswissenschaften gleichermaßen. Nur disziplinübergreifend
895 können reale Probleme in ihrer Komplexität erfasst, Zusammenhänge und Zielkonflikte
896 analysiert und nachhaltige Lösungen gefunden werden, die den gesellschaftlichen Be-
897 dürfnissen und Erwartungen entsprechen.

898 Die Nachhaltigkeit der gefundenen Lösungen hängt dabei nicht zuletzt von Wechselwir-
899 kungen zwischen den technischen Möglichkeiten und wirtschaftlichen, gesellschaftlichen
900 und ökologischen Faktoren ab. Zu diesen Wechselwirkungen gehören auch Zielkonflikte,
901 etwa im Bereich der Land- und Ressourcennutzung. Bei der Bioökonomie-Forschung geht
902 es um eine neue, technologieoffene Form von Forschung und Entwicklung. Neue Techno-
903 logien, auch Biotechnologien, können die bestehende Konkurrenz zwischen Schutz-, Nut-
904 zungs- und Vermarktungsinteressen weiter verschärfen. Daher ist es notwendig, aus einer
905 übergreifenden Perspektive der Frage nachzugehen, welche Chancen und Risiken die
906 Entwicklung und Verbreitung neuer Technologien haben können. Hierbei sind auch
907 Themen wie der Wert von Ökosystemleistungen und Natur, der Zugang zu Ressourcen,
908 Verteilungsgerechtigkeit und Suffizienz wichtig. Damit verknüpft sind in vielen Ländern
909 der Erde ganz grundsätzliche Fragen zum Verhältnis von Menschenrechten, Demokratie
910 und Naturschutz. Diese Themengebiete enthalten eine starke ethische Komponente. Eth-
911 ische Prinzipien können dazu beitragen, Zielkonflikte in der Bioökonomie zu erkennen
912 und Lösungen aufzuzeigen. Im Kontext der globalen Herausforderungen (Ernährung
913 sichern, Klimawandel bekämpfen, Biodiversitätsverlust stoppen, Naturräume schützen)
914 stehen vor allem Land und Boden, biologische Vielfalt und Wasser im Fokus des weltwei-
915 ten Wettlaufs um den Zugang zu natürlichen Ressourcen. Je dynamischer der Ausbau der
916 Bioökonomie verläuft, umso dringender müssen diese Fragen zum Gegenstand eigen-
917 ständiger Forschung der Sozial-, Politik- und Wirtschaftswissenschaften gemacht werden,
918 um zu nachhaltigen Lösungen zu gelangen.

919 Die Ergebnisse der Forschung sollen wichtige Beiträge zur Abschätzung der Potenziale
920 der Bioökonomie, zu ihrer praktischen Ausgestaltung, zu ihren Folgewirkungen mit Blick
921 auf verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit und damit auch hinsichtlich verfügbarer
922 Handlungsoptionen liefern.

923 **Vergleichende Nachhaltigkeitsbilanzen und Zertifizierungssysteme**

924 Um zu optimalen Lösungen zu kommen, müssen vergleichende Nachhaltigkeitsbilanzen
925 auf Basis umfassender Lebenszyklusanalysen erstellt werden, die zeigen, unter welchen
926 Bedingungen biobasierte Produkte und entsprechende Verfahren anderen Lösungen
927 überlegen sind. Das schließt sowohl konventionell-fossile Alternativen ein als auch solche,
928 die auf dem Einsatz anderer erneuerbarer Rohstoffe beruhen. Entsprechende Forschungs-
929 vorhaben liefern unverzichtbare Entscheidungsgrundlagen für die fortlaufende Weiter-
930 entwicklung der Bioökonomie.

931 Die Entwicklung aussagekräftiger zusammenfassender Indikatoren kann außerdem als
932 Grundlage für mögliche Zertifizierungssysteme dienen, die den Zusatznutzen und die
933 Nachhaltigkeit biobasierter Produkte verdeutlichen und dadurch ihre Marktposition stär-
934 ken. Auf dieser Basis können auch politische Entscheidungen zur Steuerung der Bio-
935 masseproduktion getroffen werden.

936 **3.2.6 Globale Forschungsk Kooperationen**

937 Der Wissensaustausch über Ländergrenzen hinweg setzt Synergieeffekte frei, sowohl für
938 die beteiligten Kooperationspartner als auch für die Bioökonomie als Ganzes. Die Bundes-
939 regierung wird die Voraussetzungen weiter verbessern, um international voneinander zu
940 lernen und miteinander zu forschen. Das Ziel ist, Nachhaltigkeit und Bioökonomie global
941 zu denken und umzusetzen. Hiervon kann Deutschland als Wissenschafts-, Technologie-
942 und Innovationsstandort profitieren. Eine Ausweitung und Verstetigung der internatio-
943 nalen Zusammenarbeit trägt der globalen Verantwortung Deutschlands Rechnung.

944 Die Grundlagen für diese Kooperationen sind gelegt. Die Bundesregierung hat den Auf-
945 bau von transnationalen Forschungsnetzwerken in den letzten Jahren intensiv gefördert
946 und mit ihren Maßnahmen dazu beigetragen, dass deutsche Forschungseinrichtungen
947 weltweit einen hervorragenden Ruf genießen. Als einschlägige Plattform für den Aus-
948 tausch mit internationalen Expertinnen und Experten auch jenseits der Forschung hat sich
949 der Global Bioeconomy Summit etabliert. Auf Initiative des 2012 bis 2019 amtierenden
950 Bioökonomierates und gefördert von der Bundesregierung hat sich dieses hochrangig
951 besetzte Gipfeltreffen zu einer Institution entwickelt, die wichtige Impulse für die Weiter-
952 entwicklung und Koordinierung verschiedener Bioökonomie-Ansätze liefert.

953 **Zusammenarbeit in Europa**

954 Die Bundesregierung wird die Kooperation im Bereich Forschung, Entwicklung und In-
955 novation zur Bioökonomie im europäischen Umfeld weiterführen und sich für ihre Stär-
956 kung einsetzen. Der intensive Austausch mit EU-Staaten in entsprechenden Arbeitsgrup-
957 pen – darunter dem Standing Committee on Agricultural Research (SCAR) und der States
958 Representative Group der Bio-Based Industries Joint Undertaking (BBI JU) – ist ein zentra-
959 ler Pfeiler dieses Engagements. Insgesamt wird die Bundesregierung die Entwicklung der
960 Bioökonomie auf EU-Ebene im konstruktiven Dialog mit den Partnern aktiv begleiten
961 und sich für eine erfolgreiche Umsetzung der europäischen Bioökonomiestrategie einset-
962 zen.

963 **Zusammenarbeit mit außereuropäischen Partnern**

964 Über die Grenzen Europas hinaus wird auch die Zusammenarbeit mit außereuropäischen
965 Kompetenzträgern weitergeführt und ausgebaut werden. Durch gezielte bilaterale For-
966 schungsk Kooperationen mit ausgewählten Ländern werden Schwerpunkte gesetzt. Ebenso
967 wird es internationale Maßnahmen geben, die grundsätzlich offen sind für Kooperationen
968 deutscher Partner mit Partnern aus anderen Nationen. Die Bundesregierung ist über-
969 zeugt, dass jedes Land und jede Region einen individuellen Beitrag zur globalen Bioöko-
970 nomie leisten kann, durch eine eigene Mischung aus Rohstoffen, Technologien, Wissen
971 und Ideen. Durch Kooperationen können der Aufbau einer biobasierten Wirtschaft unter-
972 stützt und die individuellen Ansätze bestmöglich miteinander verzahnt werden.

973 **4 Handlungsfelder zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für** 974 **eine nachhaltige Bioökonomie**

975 Die Bioökonomie berührt als Querschnittsthema alle Wirtschaftssektoren und kann daher
976 nur durch die sinnvolle und kohärente Verknüpfung verschiedener Politikbereiche adres-
977 siert werden. Dazu gehören neben der bereits dargelegten Forschungspolitik (Kapitel 3)
978 beispielsweise die Industrie- und Energiepolitik, die Agrar-, Forst- und Fischereipolitik
979 sowie die Klima-, Umwelt- und Naturschutzpolitik. Die Bioökonomiestrategie bringt ver-
980 schiedene Politikfelder zusammen und zeichnet einen Pfad für die Bioökonomie-Politik in
981 Deutschland vor. Ziel dieser Politik ist die Ausgestaltung förderlicher Rahmenbedingun-
982 gen, die den Übergang zu einer Bioökonomie unterstützen und zur Entschärfung der Ziel-
983 und Nutzungskonflikte beitragen.

984 Die Politik gestaltet die Umsetzung der Bioökonomie durch ordnungsrechtliche Maß-
985 nahmen, Fördermaßnahmen, Kommunikation und Kooperationen. Die einzelnen Hand-
986 lungsfelder sind so angelegt, dass sie die nachhaltige Entwicklung der Bioökonomie in
987 Deutschland – definiert in den SDGs und in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie –
988 unterstützen und einen Beitrag entlang der Wertschöpfungsketten in der Bioökonomie
989 (von der Rohstoffherzeugung über die Biomassenutzung, den Verarbeitungs- und Ver-
990 marktungsprozess, den Handel und den Verbraucher bis hin zur Nutzung von Rest- und
991 Abfallstoffen) leisten. Dabei sollen die Chancen der Digitalisierung genutzt, Kooperatio-
992 nen auf internationaler Ebene verstärkt und die Ausbildung und Lehre weiter unterstützt
993 werden.

994 **4.1 Minderung des Flächendrucks**

995 Die mit Blick auf die globale Bevölkerungsentwicklung und die weltweit wachsende
996 Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft zu erwartende verstärkte Nutzung
997 biogener Ressourcen impliziert eine größere Flächeninanspruchnahme für deren Produk-
998 tion, die theoretisch entweder über eine Ausdehnung von Produktionsflächen, eine Nut-
999 zungsintensivierung oder eine Kombination beider Maßnahmen erreicht werden kann.
1000 Außerdem können insbesondere eine effektive Verteilung erzeugter Lebensmittel oder
1001 eine verringerte Produktion tierischer Lebensmittel verbunden mit fleischärmerer Ernäh-
1002 rung den Flächenbedarf mindern. Flächen werden aber auch für den Erhalt natürlicher
1003 Lebensräume und der Biodiversität sowie für andere Nutzungen benötigt. Zu letzterem
1004 zählen insbesondere der Siedlungs- und Infrastrukturausbau, der Abbau von abiotischen
1005 Rohstoffen (Kohle, Sand, Kies et cetera), aber auch die Flächeninanspruchnahme durch

1006 Erneuerbare-Energien-Anlagen. Selbst innerhalb der Biomasseproduktion entsteht eine
1007 Flächennutzungskonkurrenz mit Blick auf die Nutzung oder Verwertung der erzeugten
1008 Biomasse.

1009 Die zu erwartende weitere Zunahme der Flächennutzungskonkurrenzen, auch im Hin-
1010 blick auf Flächenansprüche zur Bereitstellung von Ökosystemleistungen (zum Beispiel
1011 Lebens- und Nahrungsflächen für Insekten oder Niederwild), stellt somit eine große Her-
1012 ausforderung dar. Sie kann gleichzeitig Chancen für verbesserte und ressourcenschonen-
1013 de Flächennutzungsformen eröffnen (zum Beispiel durch Paludikulturen). Zur Entschär-
1014 fung der Flächennutzungskonkurrenzen setzt die Bioökonomie-Politik auf eine Kombina-
1015 tion verschiedener Ansätze. Hierzu gehören Maßnahmen, die der Steigerung der Res-
1016 sourceeffizienz dienen, indem sie beispielsweise durch die Implementierung von Infra-
1017 strukturen und Prozessschritten für die Trennung und Rückgewinnung von Sekundär-
1018 stoffen oder durch die Anwendung von Verfahren für die Koppel- und Kaskadennutzung
1019 auf die allgemeine Reduzierung des Rohstoffeinsatzes abzielen. Darüber hinaus kann
1020 insbesondere der Einsatz biogener Ressourcen, die mit keinem oder nur geringem Flä-
1021 chenbedarf verbunden sind (zum Beispiel Abfall- und Reststoffnutzung) maßgeblich zur
1022 Minderung des Flächendrucks führen.

1023 Einen weiteren Ansatz der Bundesregierung zur Minderung des Flächendrucks stellt die
1024 Rekultivierung degradierter, ungenutzter oder nicht effizient genutzter Flächen dar. Bei-
1025 spiele hierfür sind die nachhaltige Bewirtschaftung von Bergbaufolgeflächen oder Gren-
1026 zertragsstandorten in der Landwirtschaft, wobei die hohe Bedeutung von Brachflächen
1027 oder extensiv genutzten Flächen für Umweltleistungen und Artenvielfalt zu beachten ist.
1028 Auch innerstädtische Flächen können für eine landwirtschaftliche oder gärtnerische Er-
1029 zeugung (Urban Farming) genutzt werden. Nachhaltige Bewirtschaftung kann mit positi-
1030 ven Effekten, wie Vermeidung von Erosion und der Erhöhung der Biodiversität, einher-
1031 gehen.

1032 Einen weiteren Baustein der Minderung des Flächendrucks stellt neben der Nutzung alter
1033 Industriestandorte für neue industrielle Nutzungen in der Bioökonomie die nachhaltige
1034 Steigerung der Produktivität land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen dar, die mit
1035 der Wahrung von Biodiversität und Landschaftsbildern einhergehen muss. Durch Züch-
1036 tung und Precision Farming kann eine ökonomisch wie ökologisch nachhaltige Steigerung
1037 der Flächenproduktivität erreicht werden. Dies wirkt der Steigerung des Flächenbedarfs
1038 entgegen. Darüber hinaus können Züchtung durch Bereitstellung eines vielfältigen Arten-
1039 und Sortenspektrums und die Weiterentwicklung resilienter und ökologischer Anbausys-
1040 teme zur Diversifizierung im landwirtschaftlichen Pflanzenbau beitragen, was sich positiv
1041 auf die Agrarbiobiodiversität auswirken kann. Die Bundesregierung wird ihre Aktivitäten im
1042 Bereich der Züchtung standort- und klimaangepasster, im Hinblick auf die Nährstoff-
1043 und Wassernutzung effizienter sowie gegenüber biotischem und abiotischem Stress resis-
1044 tenter beziehungsweise toleranter Pflanzensorten sowie zur Weiterentwicklung von öko-
1045 logischen Anbausystemen weiterführen und auch mit Blick auf die Anpassung an den
1046 Klimawandel ausbauen.

1047 Auch die Maßnahmen von Bund und Ländern zur Reduzierung der Flächeninanspruch-
1048 nahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen tragen dazu bei, den Druck auf die natürliche
1049 Ressource Boden zu verringern.

1050 **4.2 Sicherstellung der nachhaltigen Erzeugung und Bereitstellung biogener Rohstoffe** 1051

1052 Von landwirtschaftlichen Flächen, aus Wäldern und Wasserökosystemen werden die für
1053 eine Bioökonomie wichtigsten biogenen Ressourcen bereitgestellt und durch biogene
1054 Rest- und Abfallstoffe ergänzt. Zur Erhaltung dieser natürlichen Lebensgrundlagen muss
1055 die Ressourcennutzung im Einklang mit den Zielen des Umwelt-, Klima- und Natur-
1056 schutzes sowie mit den sozio-ökonomischen Nachhaltigkeitszielen erfolgen.

1057 Dies erfordert weitere Anstrengungen, die sämtliche Faktoren der Produktionssysteme
1058 unter standortspezifischen Anforderungen und Nachhaltigkeitsaspekten berücksichtigen.
1059 Hier ist beispielsweise die Erhaltung gesunder und fruchtbarer Böden zu nennen. Ferner
1060 soll die effiziente Nutzung von Rest- und Abfallstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft,
1061 aus industrieller Produktion und von privaten Haushalten weiter gesteigert werden.

1062 Ein wichtiges Instrument zur Ausgestaltung einer nachhaltigen Landwirtschaft ist die
1063 Gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP). Durch die Reform der GAP sollte eine wesent-
1064 lich stärker auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Landwirtschaft in Europa angestrebt wer-
1065 den.

1066 Die nachhaltige Bereitstellung biogener Rohstoffe soll aber auch national im Rahmen
1067 fachspezifischer Aktivitäten weiter gestärkt werden, die über die EU-Förderungen hin-
1068 ausgehen. Beispielsweise spielt der ökologische Landbau eine wichtige Rolle im Rahmen
1069 einer nachhaltigen Produktion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen für die Ernährung.
1070 So soll der Anteil der Ökolandbau-Fläche an der Agrarfläche in Deutschland bis zum Jahr
1071 2030 auf 20 Prozent gesteigert werden, auch um die steigende Nachfrage nach Ökopro-
1072 dukten umfassender zu bedienen und um die Bandbreite der Erwerbsmöglichkeiten für
1073 landwirtschaftliche Betriebe zu erweitern.

1074 Darüber hinaus soll die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft im Rahmen nationaler Akti-
1075 onspläne oder Strategien kontinuierlich verbessert werden. So sollen beispielsweise die
1076 Risiken der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft reduziert und
1077 das Tierwohl gesteigert werden, ohne die Produktivität der deutschen Landwirtschaft zu
1078 beeinträchtigen. Die Vorgaben für die Düngung werden mit dieser Zielrichtung kontinu-
1079 uierlich an die Umwelterfordernisse und die entsprechenden europäischen Rechtsgrundla-
1080 gen angepasst.

1081 Die Forstwirtschaft ist ein weiteres Standbein der deutschen Bioökonomie. Sie stellt einen
1082 Großteil der in Deutschland verwendeten biogenen Rohstoffe bereit. Ein wichtiges In-
1083 strument zur Anpassung an den Klimawandel und zur Sicherung der Rohstoffversorgung
1084 ist – neben dem Waldumbau hin zu klimaangepassten Mischwäldern mit standortgerech-
1085 ten Baumarten – die Forstpflanzenzüchtung. Ziel der Bundesregierung ist es, eine an die
1086 zukünftigen Anforderungen angepasste, tragfähige Balance zwischen den steigenden An-
1087 sprüchen an den Wald und seiner nachhaltigen Leistungsfähigkeit zu entwickeln. Denn
1088 das Ziel einer nachhaltigen Nutzung des Waldes erfordert wirtschaftliche Leistungsfähig-
1089 keit, ökologische Verantwortung und soziale Gerechtigkeit.

1090 Zur langfristigen Sicherung land- und forstwirtschaftlicher Produktion in Deutschland
1091 hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) in Zusammenar-
1092 beit mit den Bundesländern eine Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft
1093 sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel erarbeitet. Diese soll in den kom-

1094 menden Aktionsplan zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel¹⁵ (DAS)
1095 integriert werden. Ziel ist es, Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur
1096 so auf die erwarteten Klimaänderungen einzustellen, dass Risiken für Betriebe und Un-
1097 ternehmen gemindert werden, ohne dabei die Umwelt zu beeinträchtigen.¹⁶ Die zukünftige
1098 Verfügbarkeit von biogenen Rohstoffen wird einerseits stark von den Veränderungen
1099 abhängen, die der Klimawandel in Bezug auf die Produktionsbedingungen (Nieder-
1100 schlagsmenge und -verteilung, Durchschnittstemperaturen, Witterungsextreme et cetera)
1101 mit sich bringt, sie wird andererseits aber auch von der Anpassungsfähigkeit unserer
1102 Land- und Forstwirtschaft an die neuen Gegebenheiten bestimmt.

1103 **4.3 Aufbau und Weiterentwicklung bioökonomischer Wertschöpfungs-** 1104 **ketten und -netze**

1105 Die Entwicklung innovativer biobasierter Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen, die
1106 gegenüber fossilbasierten Lösungen über zusätzliche positive Eigenschaften verfügen, ist
1107 ein wesentlicher Treiber einer biobasierten Wirtschaft und soll daher weiterhin unter-
1108 stützt werden.

1109 Oftmals kann die Entwicklung und Etablierung regionaler biogener Wertschöpfungsket-
1110 ten über die bessere Vernetzung etablierter Akteure einzelner Wertschöpfungsketten er-
1111 reicht werden. Diese Vernetzung soll daher auch in Zukunft weiterhin unterstützt wer-
1112 den. In der Vergangenheit ist dies beispielsweise im Rahmen der Förderung von Bioöko-
1113 nomie-Clustern geschehen. Potenzial für innovative Wertschöpfungsketten sieht die Bun-
1114 desregierung im verstärkten Einsatz biogener Rohstoffe aus aquatischen Systemen wie
1115 beispielsweise Algen, Cyanobakterien oder Wasserpflanzen. Auch mit dem Ziel der Ver-
1116 breiterung der Rohstoffbasis der Bioökonomie soll in Zukunft insbesondere der Einsatz
1117 aquatischer Ressourcen vorangetrieben werden.

1118 Neben der Etablierung neuer Wertschöpfungsketten sollen auch die bestehenden Wert-
1119 schöpfungsketten der Bioökonomie optimiert werden, um den Rohstoffverbrauch zu ver-
1120 ringern, Umwelt und Klima durch die Reduzierung der Inanspruchnahme nicht-
1121 regenerativer Rohstoffe zu schonen und um die Wirtschaftlichkeit der gesamten Wert-
1122 schöpfungskette zu verbessern. Die Bundesregierung setzt zu diesem Zweck in erster Li-
1123 nie auf die technologische Weiterentwicklung bestehender sowie die Erprobung innovati-
1124 ver Produktionsverfahren. Auf betrieblicher Ebene und in nachgelagerten Logistikketten
1125 sollen organisatorische und technische Konzepte weiterentwickelt werden. Damit sollen
1126 Produktion, Lagerung und Erstverarbeitung nachwachsender Rohstoffe optimiert und
1127 somit eine effizientere Nutzung biogener Ressourcen erreicht werden. Dies kann sowohl
1128 die Erfassung von Sekundär- und Reststoffen als auch die Aufbereitung von land- und
1129 forstwirtschaftlich produzierten Rohstoffen zu qualitativ höherwertigen und wirtschaft-

15 Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Langfassung. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf.

16 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2019): Agenda: Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/AMK-12-04-19-Agenda-Anpassung-Klimawandel.pdf?__blob=publicationFile.

1130 lich zu transportierenden Zwischenprodukten unter Berücksichtigung von Nachhaltig-
1131 keitsaspekten betreffen.

1132 Die mit der Optimierung einhergehenden Verbesserungen können oftmals durch die
1133 sinnvolle Verknüpfung einzelner Wertschöpfungsketten zu Wertschöpfungsnetzen weiter
1134 verstärkt werden, sodass es zu positiven Synergieeffekten kommen kann. Unter Anwen-
1135 dung des Gedankens der Ressourceneffizienz und der Nachhaltigkeit sollte – wo möglich
1136 und sinnvoll – eine Kaskaden- und Koppelnutzung angestrebt werden. Zur Steigerung
1137 der Ressourceneffizienz sollen in Verbindung mit der Kaskadennutzung verstärkt An-
1138 strengungen unternommen werden, die verwendeten biogenen Rohstoffe so lange wie
1139 wirtschaftlich und technisch möglich im Stoffkreislauf zu halten. Dabei soll zunächst die
1140 Verwendungsmöglichkeit mit der höchsten Wertschöpfung weiterverfolgt werden. Be-
1141 sonderes Augenmerk liegt dabei auf der Erschließung neuer, wirtschaftlich attraktiver
1142 Nebenprodukte, die sich für eine Koppelnutzung eignen. Dabei gilt es, die Prinzipien des
1143 Kreislaufwirtschaftsgesetzes zur Schonung der natürlichen Ressourcen und die Sicherung
1144 der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen zu berücksichtigen.

1145 **4.4 Instrumente zur Markteinführung und Etablierung biobasierter** 1146 **Produkte, Verfahren und Dienstleistungen**

1147 Gegenüber fossilbasierten Erzeugnissen verfügen biobasierte Alternativen häufig über
1148 Vorteile für Klima- und Umwelt, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit. Dennoch ist die
1149 Markteinführung und Etablierung innovativer Produkte und Verfahren der Bioökonomie
1150 eine große Herausforderung. Sie konkurrieren mit bereits am Markt etablierten Produk-
1151 ten, die über gewachsene Vermarktungswege, Bekanntheit und Infrastruktur verfügen.
1152 Obwohl die Bereitschaft von Verbraucherinnen und Verbrauchern, biobasierte Produkte
1153 zu kaufen, zuweilen so groß ist, dass sie bereit sind, höhere Marktpreise zu zahlen, reicht
1154 die initiale Nachfrage nach biobasierten Produktalternativen häufig nicht aus, um diese
1155 wirtschaftlich produzieren zu können.

1156 Durch die Einbeziehung von und den Dialog mit verschiedenen Akteuren einer biobasier-
1157 ten Wertschöpfungskette im Rahmen von bewährten Dialogprozessen wie Fachgesprä-
1158 chen, Workshops, Plattformen und Tagungen können Maßnahmen entwickelt und umge-
1159 setzt werden, um den verstärkten Einsatz bestimmter biogener Rohstoffe zu fördern. Ein
1160 Beispiel dafür ist die „Charta für Holz 2.0“¹⁷ des BMEL, die unter dem Motto „Klima
1161 schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen“ mit einem ganzheitlichen Ansatz
1162 auf eine stärkere Verwendung von Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft abzielt. Als Mei-
1163 lenstein im Klimaschutzplan 2050 schließt die Charta für Holz Aspekte der Wertschöp-
1164 fung und Ressourceneffizienz als mit dem Klimaschutz eng verbundene Themen mit ein.

1165 Weitere wichtige Bestandteile, die die Marktetablierung biobasierter Produkte unterstüt-
1166 zen, sind Information und Sensibilisierung von Verbraucherinnen und Verbrauchern über
1167 die konkreten Vor- und Nachteile dieser Produkte. Produktkennzeichnungen und gege-
1168 benenfalls Zertifizierungen schaffen Transparenz und stärken das Vertrauen in biobasier-

17 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017): Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen- Charta für Holz 2.0 Hrsg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/ChartaHolz.pdf?__blob=publicationFile

1169 te Produkte. Auswahl und Bekanntmachung von guten Beispielen nachhaltiger biobasier-
1170 ter Rohstoffverwendungen mit Leuchtturmcharakter tragen dazu bei, die Öffentlichkeit
1171 für diese Themen zu sensibilisieren und zusätzliche Anreize für den Einsatz nachwach-
1172 sender Rohstoffe zu schaffen. Auch in Zukunft wird die Bundesregierung daher Wettbe-
1173 werbe wie den „HolzbauPlus-Wettbewerb“ ausloben, mit dem das BMEL die Aufmerk-
1174 samkeit auf besonders nachhaltige Gebäude mit einer ganzheitlichen Materialwahl lenkt
1175 und in dessen Rahmen Projekte mit Holz im Zusammenspiel mit weiteren nachwachsen-
1176 den Rohstoffen in Konstruktion, Dämmung und Ausbau prämiert werden.

1177 Ein weiteres wichtiges Instrument zur Unterstützung der Marktetablierung biobasierter
1178 Produkte ist die öffentliche Beschaffung. Das Beschaffungsvolumen der öffentlichen
1179 Hand liegt nach Schätzungen bei mindestens 300 Milliarden Euro im Jahr. Eine stärkere
1180 Ausrichtung der öffentlichen Beschaffung auf biobasierte, nachhaltige Produkte kann die
1181 Etablierung solcher Produkte daher nachfrageseitig unterstützen. Marktmacht und Vor-
1182 bildfunktion der öffentlichen Hand dienen dabei als Marktöffner.

1183 Die mit Mitteln des BMEL und der Landwirtschaftlichen Rentenbank durchgeführte
1184 „Deutsche Innovationspartnerschaft“ (DIP) ist ebenfalls ein Beispiel dafür, wie Produkt-
1185 entwicklungen erfolgreich zur Marktreife geführt werden können.

1186 **4.5 Sicherstellung politischer Kohärenz**

1187 Die Rahmenbedingungen für den Wandel hin zu einer Bioökonomie werden stark durch
1188 Fachpolitiken auf regionaler, nationaler sowie internationaler Ebene geprägt. Diese variie-
1189 ren teilweise erheblich, was die Vermarktung marktfähiger biobasierter Produkte oftmals
1190 behindert und gegebenenfalls einen rohstoffspezifischen Wettbewerbsnachteil generieren
1191 kann. Insbesondere im Falle innovativer biobasierter Produkte oder Verfahren, die bishe-
1192 rige Standardverfahren ablösen könnten, werden eventuell vorkommende produktspezi-
1193 fische Vor- oder Nachteile in bestehenden Regelungen oftmals nicht berücksichtigt, da
1194 diese Vor- oder Nachteile bisher nicht relevant oder bekannt sind.

1195 Neben regional unterschiedlichen rechtlichen Regelungen hinsichtlich Anbau und Verar-
1196 beitung biogener Rohstoffe oder des Inverkehrbringens, des Verzehrs oder des Einsatzes
1197 biobasierter Produkte für verschiedene Verwendungsbereiche variieren auch die Anfor-
1198 derungen an innovative biobasierte Produkte hinsichtlich ihrer Zulassung oder ihrer
1199 Nachhaltigkeit je nach Region oder Verwendungspfad.

1200 Die Sicherstellung kohärenter politischer Rahmenbedingungen für den Wandel zu einer
1201 stärker biobasierten Wirtschaft erfordert eine engere Verzahnung der Politiken und Stra-
1202 tegien insbesondere in den Bereichen, in denen biobasierte Materialien erzeugt oder ver-
1203 arbeitet werden. Dies schließt sowohl die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaftspolitik als
1204 auch Regelungen in den Bereichen Umwelt, Bauen, Energie, biologische Vielfalt, Abfall-
1205 wirtschaft, Ressourceneffizienz oder nachhaltige Finanzpolitik ein. Zu diesem Zweck
1206 wird die Abstimmung innerhalb der Bundesregierung auch künftig in der interministeri-
1207 ellen Arbeitsgruppe zur Bioökonomie (IMAG) weitergeführt. In der IMAG sollen die ver-
1208 schiedenen Aktivitäten der Bundesregierung zur Umsetzung der Bioökonomiestrategie
1209 koordiniert werden.

1210 Darüber hinaus soll ein Gremium die Bundesregierung beraten, das über eine breite Ex-
1211 pertise zu allen Dimensionen der Bioökonomie verfügt und verschiedene Perspektiven
1212 vereint (siehe auch 5.1). So sollen Synergieeffekte identifiziert und genutzt werden, um

1213 die Kohärenz politischer Entscheidungen über verschiedene Verwaltungsebenen hinweg
1214 sicherzustellen. Ferner soll der Austausch der Akteure auf verschiedenen Verwaltungs-
1215 ebenen (EU, Bund, Länder) wie auch mit Stakeholdern und Experten einzelner Branchen
1216 der Bioökonomie und mit Experten des Umwelt- und Naturschutzes verstärkt werden. Im
1217 Rahmen dieses Austauschs soll beispielsweise auch analysiert werden, ob die Marktein-
1218 führung innovativer biobasierter Lösungen durch regulatorische Einschränkungen ge-
1219 hemmt ist und ob gegebenenfalls Diskriminierungen biobasierter Produkte oder Verfah-
1220 ren bestehen, die sich mit ordnungspolitischen und technischen Anpassungen beheben
1221 lassen. Weiterhin sollen die Biomasseströme und ihre Nutzungsarten bewertet und priori-
1222 siert werden.

1223 **4.6 Nutzung des Bioökonomie-Potenzials für die Entwicklung ländlicher** 1224 **Räume**

1225 Der Großteil der Biomasse in Deutschland wird in ländlichen Räumen erzeugt bezie-
1226 hungsweise bereitgestellt und als Nahrungs- oder Futtermittel oder auch stofflich und
1227 energetisch verwendet. Ländliche Räume spielen daher eine zentrale Rolle in der Bioöko-
1228 nomie. Der weitere Ausbau der Bioökonomie in Deutschland birgt große Potenziale hin-
1229 sichtlich Wertschöpfung, Arbeitsplätzen und damit zusammenhängend Lebensqualität im
1230 ländlichen Raum.

1231 Regionale Bioökonomie-Potenziale unterscheiden sich je nach vorhandener Infrastruktur,
1232 verfügbaren Rohstoffen und den Kompetenzen der lokalen Akteure. Darüber hinaus fin-
1233 den die Weiterverarbeitung der biogenen Ressourcen und die damit verbundene Wert-
1234 schöpfung bisher oftmals nicht an dem Ort ihrer Erzeugung statt. Stattdessen wird Bio-
1235 masse teilweise über weite Strecken transportiert, um diese (oft zentral in großen Anla-
1236 gen) zu verarbeiten, was unter anderem mit transportbedingten CO₂-Emissionen verbun-
1237 den ist.

1238 Im Rahmen des Ausbaus der Bioökonomie soll unter Einbindung lokaler Akteure und
1239 regionaler Verwaltungen die Entwicklung regionaler Bioökonomie-Konzepte unterstützt
1240 werden. Ein Fokus soll dabei insbesondere auf der lokalen Weiterverarbeitung biogener
1241 Rohstoffe zu höherwertigen Verarbeitungsstufen liegen. Dies kann dazu beitragen, Be-
1242 schäftigung und Wertschöpfung in ländlichen Räumen zu schaffen und Transporte zu
1243 reduzieren. Auch die Unterstützung regionaler, an örtliche Gegebenheiten angepasster
1244 Vermarktungsformen für biobasierte Produkte kann helfen, regionale Wertschöpfung zu
1245 generieren.

1246 Die Basis für innovative Produktions- und Dienstleistungsprozesse, die häufig die Grund-
1247 lage für neue Geschäftsideen in der Bioökonomie darstellen, ist das Vorhandensein quali-
1248 fizierter Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie moderner Infrastruktur und Nahversor-
1249 gungsangebote vor Ort. Die Bundesregierung arbeitet gemeinsam mit Ländern und
1250 kommunalen Spitzenverbänden in der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse“
1251 an diesbezüglichen Fragen.

1252 Zur Identifikation von Regionen mit bisher ungenutztem Potenzial für die Entwicklung
1253 bioökonomischer Wertschöpfungsketten soll eine Potenzialanalyse durchgeführt werden.
1254 Die Ergebnisse der Studie sollen als Grundlage für die Identifikation regionalspezifischer
1255 Maßnahmen dienen und in die Entwicklung regionaler Bioökonomiestrategien münden.

1256 **4.7 Nutzung der Digitalisierung für die Bioökonomie**

1257 Aufgrund ihres hohen Innovationspotenzials eröffnet die stärkere Implementierung der
1258 Digitalisierung entlang der gesamten Bioökonomie-Wertschöpfungskette die Möglichkeit,
1259 Prozesse zu optimieren. Die Verbindung der Bioökonomie mit der Digitalisierung schafft
1260 aber auch neuen Raum für innovative Geschäftsmodelle. Dies gilt für alle Bereiche der
1261 Produktion.

1262 Beispielsweise kann der Einsatz digitaler Innovationen im Bereich der land- und forst-
1263 wirtschaftlichen Produktion zu großen Einsparungen an Ressourcen wie Boden, Pflan-
1264 zenschutzmitteln, Dünger und Energie führen. Dies führt zu Kostensenkungen und Effi-
1265 zienzsteigerungen und macht die Landwirtschaft somit konkurrenzfähiger und umwelt-
1266 freundlicher. Großes Potenzial ergibt sich in diesem Zusammenhang durch den Einsatz
1267 von Sensortechnik, Big Data, schnellen Datenverbindungen oder Robotik bei der Erzeu-
1268 gung und Verarbeitung biogener Rohstoffe und im Rahmen der Präzisionslandwirtschaft.

1269 Es gilt zu eruieren, wie digitale Techniken beispielsweise in den grünen Berufen optimal
1270 zum Schutz der Umwelt, des Tierwohls, der Biodiversität und für eine nachhaltige Ent-
1271 wicklung sowie zur Verbesserung des Tierschutzes und zur Arbeitserleichterung einge-
1272 setzt werden können, und welche Arten innovativer Geschäftsmodelle zukunftsfähig
1273 sind. Dies soll beispielsweise im Rahmen von digitalen Experimentierfeldern auf land-
1274 wirtschaftlichen Betrieben erarbeitet werden. Das hierzu vorgesehene koordinierende
1275 Kompetenznetzwerk ist ein wichtiger erster Schritt.

1276 Darüber hinaus ist es möglich, dass digital bereitgestellte Informationen über nachhaltige
1277 Produktionsweisen helfen, das Bewusstsein der Verbraucherinnen und Verbraucher für
1278 nachhaltig erzeugte Produkte zu schärfen und so Kaufentscheidungen zu beeinflussen.

1279 Grundlage der stärkeren Umsetzung digitaler Lösungen ist die Klärung offener Fragen in
1280 den Bereichen Datenschnittstellen, Open Data, Standardsetzungen, Kompatibilität und
1281 Datenplattformen sowie das Schaffen von Rechtssicherheit. Grundsätzlich ist dabei auch
1282 zu klären, inwiefern die Digitalisierung durch den entstehenden Energiebedarf Effizienz-
1283 gewinne schmälert oder sogar überkompensiert (Reboundeffekt) und wie diese Problema-
1284 tik gelöst werden kann. Diese Fragen sollen insbesondere in ländlichen Räumen in Pilot-
1285 projekten untersucht und gelöst werden.

1286 **5 Übergreifende Instrumente**

1287 Neben den Maßnahmen zur Forschungsförderung und zur Verbesserung der Rahmenbe-
1288 dingungen plant die Bundesregierung weitere Aktivitäten zur Umsetzung der Bioökono-
1289 miestrategie.

1290 **5.1 Einrichtung eines beratenden Gremiums unter breiter gesellschaftli-** 1291 **cher Beteiligung**

1292 Als Weiterentwicklung des in zwei Perioden von 2009 bis 2012 und 2012 bis 2019 amtie-
1293 renden Bioökonomierates soll ein neues Gremium die Bundesregierung beraten, das über
1294 eine breite Expertise zu allen Dimensionen der Bioökonomie verfügt. Das Beratungsgre-
1295 mium soll möglichst viele Perspektiven auf die Bioökonomie abdecken und neben Fach-
1296 leuten aus Wissenschaft und Industrie auch Vertreterinnen und Vertreter thematisch rele-
1297 vanter zivilgesellschaftlicher Organisationen umfassen. Zu seinen Aufgaben zählen die

1298 Erarbeitung von Empfehlungen und Stellungnahmen sowie die Förderung der öffentli-
1299 chen Debatten zur Bioökonomie. Unter breiter Beteiligung der Zivilgesellschaft sollen
1300 insbesondere auch Konflikte thematisiert werden, die bei der Umsetzung der mit der
1301 Bioökonomie verknüpften Nachhaltigkeitsziele auftreten können.

1302 Eine weitere Aufgabe des Gremiums wird es sein, in einem partizipativen Prozess Vor-
1303 schläge und Empfehlungen für einen Umsetzungsplan der Nationalen Bioökonomiestra-
1304 tegie zu entwerfen und diese während der Laufzeit der Strategie kontinuierlich fortzu-
1305 schreiben. Der Umsetzungsplan soll Empfehlungen für konkrete politische Maßnahmen
1306 enthalten und dabei aktuelle Entwicklungen berücksichtigen. Die Bundesregierung wird
1307 sich mit den Stellungnahmen auseinandersetzen und auf dieser Grundlage Schritte ergrei-
1308 fen, um die Ziele der Bioökonomiestrategie zu erreichen.

1309 **5.2 Bund-Länder-Zusammenarbeit**

1310 Die Bundesregierung begrüßt, dass auf Ebene der Bundesländer eigenständige Bioöko-
1311 nomiestrategien entwickelt wurden, die auf die spezifischen Herausforderungen vor Ort
1312 eingehen und die Chancen der Bioökonomie ebenso für den ländlichen wie den urbanen
1313 Raum nutzen. Wichtig ist, dass alle Verwaltungsebenen in Austausch miteinander treten.

1314 Die Nationale Bioökonomiestrategie profitiert von den Anstrengungen der Länder, eigene
1315 Strategien zu entwerfen, Förderinitiativen aufzulegen, landesspezifische Profile der
1316 Bioökonomie zu entwickeln sowie Cluster und regionale Netzwerke aufzubauen. Beispie-
1317 le für erfolgreiche Initiativen sind verschiedene Cluster, Kompetenzzentren und Modell-
1318 regionen, die zum Thema Bioökonomie aufgesetzt wurden. Die Bundesregierung wird
1319 diese und weitere Maßnahmen im Rahmen einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe abstimmen
1320 und koordinieren, um die weitere Entwicklung der Bioökonomie in Deutschland so effi-
1321 zient wie möglich zu gestalten.

1322 **5.3 Europäische und internationale Zusammenarbeit**

1323 Die Bioökonomie gewinnt weltweit an Bedeutung. Mehr als 50 Staaten haben zum Zeit-
1324 punkt des Erscheinens der vorliegenden Strategie eigene Bioökonomiestrategien aufge-
1325 legt. Dabei ist ein breites Portfolio an Ansätzen und Konzepten entstanden, die regionale
1326 und nationale Besonderheiten widerspiegeln. In der Bioökonomie ergeben sich Unter-
1327 schiede schon durch die jeweiligen klimatischen und geografischen Bedingungen und die
1328 spezifische biologische Vielfalt. Dazu kommen Schwerpunkte in der Forschungs- und
1329 Industrielandschaft. Dies bedeutet für einzelne Regionen neue Entwicklungsmöglichkei-
1330 ten und Optionen zur Spezialisierung. Erst im Zusammenspiel zwischen diesen Regionen
1331 ergibt sich die Effizienz des Gesamtsystems. Internationale Zusammenarbeit ist daher für
1332 das Gelingen einer nachhaltigen Bioökonomie unverzichtbar. Die ersten Schritte dazu
1333 wurden unternommen und die Bundesregierung hat den Aufbau dieser Zusammenarbeit
1334 in den vergangenen Jahren maßgeblich mit unterstützt.

1335 Die internationale Zusammenarbeit – sowohl innerhalb der Europäischen Union als auch
1336 mit weiteren internationalen Partnern – wird im Rahmen der Umsetzung dieser Strategie
1337 weiter ausgebaut und intensiviert werden. Die Bundesregierung wird dazu beitragen, die
1338 Bioökonomie und die mit ihrer Implementierung verbundenen Nutzungskonflikte im
1339 internationalen Kontext zu diskutieren, Akteure besser zu vernetzen, Erkenntnisse über
1340 Maßnahmen und Strategien auszutauschen und das Ziel der Etablierung einer nachhalti-

1341 gen Bioökonomie mit strategisch wichtigen Partnern gemeinsam voranbringen. Dafür
1342 werden bilaterale Kontakte und Kooperationen sowie das Engagement in multilateralen
1343 Prozessen oder Gremien intensiviert werden.

1344 Die Kooperation zur Bioökonomie im europäischen Umfeld wird weitergeführt und ge-
1345 stärkt werden. Die Unterstützung der Bioökonomie ist ein Ziel, das viele Mitgliedstaaten
1346 der EU sowie die EU-Kommission im Rahmen dezidierter Strategien verfolgen. Die Bun-
1347 desregierung wird sich aktiv für den Austausch zur Bioökonomie innerhalb der EU-
1348 Mitgliedstaaten sowie mit der EU-Kommission einsetzen und gemeinsame Aktivitäten
1349 unterstützen und steuern. Die Bundesregierung wird die Entwicklung der Bioökonomie
1350 auf EU-Ebene im konstruktiven Dialog mit den Partnern aktiv begleiten. Zentraler Pfeiler
1351 dieses Dialogs ist der Austausch mit EU-Staaten in entsprechenden Arbeitsgruppen. Dar-
1352 über hinaus soll der Erfahrungsaustausch zwischen den Mitgliedstaaten durch die Ein-
1353 richtung einer informellen Gesprächsrunde zu nationalen Maßnahmen der Bioökonomie-
1354 Politik initiiert werden.

1355 Durch internationale Kooperationen über Europa hinaus sollen individuelle Ansätze zur
1356 Etablierung der Bioökonomie bestmöglich miteinander verzahnt und ergänzt werden.
1357 Zudem sollen bilaterale Beziehungen dazu genutzt werden, das Ziel der Etablierung einer
1358 globalen Bioökonomie auch in multilateralen Formaten voranzutreiben.

1359 Zur besseren internationalen Harmonisierung von Maßnahmen und Strategien zur Förde-
1360 rung einer nachhaltigen Bioökonomie, zur Lösung der damit verbundenen Zielkonflikte
1361 und zur Verdeutlichung der Möglichkeiten hinsichtlich Klima-, Umwelt- und Ressour-
1362 censchutz wird sich die Bundesregierung dafür einsetzen, dass das Thema Bioökonomie
1363 künftig stärkere Beachtung in internationalen Prozessen findet. Beispiele hierfür sind die
1364 G20- und G7-Formate sowie die jährliche Vertragsstaatenkonferenz der UN-
1365 Klimarahmenkonvention (COP-Konferenzen). Im internationalen Austausch wird auch
1366 thematisiert werden, wie die Rohstoffbasis der Bioökonomie nachhaltig produziert und
1367 bereitgestellt werden kann. Auch die Zusammenarbeit mit der Ernährungs- und Land-
1368 wirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) soll intensiviert werden.

1369 **5.4 Kommunikation und Dialog**

1370 Die demographischen Entwicklungen und das weltweite wirtschaftliche Wachstum füh-
1371 ren zu einer erhöhten Nachfrage nach begrenzt verfügbarem Land und Biomasse. Die
1372 menschlichen Aktivitäten haben Auswirkungen auf Umwelt, Natur und Biodiversität und
1373 sollten in ihrer Unterschiedlichkeit dargestellt werden. Die Weltbevölkerung braucht eine
1374 gesunde und sichere Ernährung, Energie und Materialien, Arbeitsplätze, Wohnraum und
1375 Infrastruktur für Mobilität. Die Verbraucherinnen und Verbraucher haben durch ihre
1376 Konsumententscheidungen Einfluss darauf, wie diese Bedürfnisse gedeckt, welche Lebens-
1377 mittel konsumiert, welche Energieformen in Haushalten verwendet und welche Produkte
1378 gekauft werden. Die Gesellschaft kann somit einen Beitrag zum Vorantreiben der Bioöko-
1379 nomie leisten.

1380 Bisher bleibt die Bioökonomie als Gesamtkonzept in der deutschen Öffentlichkeit aller-
1381 dings weitgehend unbekannt. Einzelne Elemente, wie die Digitalisierung der Landwirt-
1382 schaft, moderne Züchtungsverfahren oder Anwendungsfelder der Synthetischen Biologie,
1383 stoßen auf Vorbehalte. Andere Elemente, wie die Produktion medizinischer Wirkstoffe

1384 oder die Substitution gesundheits- oder umweltschädlicher Chemikalien durch unbe-
1385 denkliche biologische Stoffe, werden hingegen positiv aufgenommen.

1386 Es ist wichtig, die gesellschaftlichen Anforderungen und Erwartungen an die Entwick-
1387 lung der Bioökonomie zu berücksichtigen und wichtige Zukunftsthemen, aber auch mög-
1388 liche Zielkonflikte und Risiken mit allen Beteiligten frühzeitig zu diskutieren und zu be-
1389 werten. Forschung muss offen und transparent sein. Die Ergebnisse staatlich geförderter
1390 Forschung sollen der Öffentlichkeit nach Möglichkeit unentgeltlich zur Verfügung stehen.
1391 Bildungseinrichtungen, wie Museen oder botanische Gärten, leisten hier einen wertvollen
1392 Beitrag, ebenso wie bürgerwissenschaftliche Forschungsvorhaben. Erst eine gute Informa-
1393 tionsbasis schafft die Voraussetzungen für eine informierte öffentliche Diskussion über
1394 die Bioökonomie.

1395 Mit Blick hierauf hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Ende
1396 2018 eine Dialogplattform „Industrielle Bioökonomie“ mit Vertretern aus Industrie, Ver-
1397 bänden, Wissenschaft und Gesellschaft initiiert, bei der die Hindernisse und Probleme
1398 beim Umbau der Wirtschaft in eine nachhaltige biobasierte Wirtschaft diskutiert und ge-
1399 meinsame Lösungsansätze entwickelt werden.

1400 Der offene Dialog zwischen Öffentlichkeit, Wissenschaft und Politik über die Gestaltung
1401 der Bioökonomie muss weitergeführt und intensiviert werden. Wie bei allen tiefgreifen-
1402 den Wandlungsprozessen gilt es, Impulse und Bedenken frühzeitig aufzugreifen und eine
1403 sachgerechte öffentliche Debatte zu unterstützen. Zur Einbeziehung zivilgesellschaftlicher
1404 Gruppen durch transparente Dialog- und Partizipationsprozesse nutzt die Bundesregie-
1405 rung verschiedene Formate. Wichtig ist der Austausch mit allen interessierten gesell-
1406 schaftlichen Gruppen – sowohl den Pionieren und Befürwortern der Bioökonomie als
1407 auch denen, die verschiedenen Aspekten der Bioökonomie kritisch gegenüberstehen. Ziel
1408 des Dialogs ist es, Fehlentwicklungen früh zu entdecken und rechtzeitig entgegenzusteue-
1409 ern.

1410 **5.5 Qualifikation und Fachkräfte**

1411 Die Bioökonomie erstreckt sich über alle wirtschaftlichen Sektoren und zahlreiche wissen-
1412 schaftliche Disziplinen. Durch die Verknüpfung unterschiedlicher Felder und Wissensge-
1413 biete entstehen neue Möglichkeiten, aber auch neue Anforderungen an berufliche Quali-
1414 fikationen. Benötigt werden Fachkräfte mit interdisziplinärer Expertise an den Schnittstel-
1415 len von Nachhaltigkeit, Produktionsprozessen, Märkten und Konsum. Sie sind die Vo-
1416 raussetzung für Innovation und Wachstum und leisten einen notwendigen Beitrag zur
1417 nachhaltigen Bioökonomie in Deutschland.

1418 Mit der Forschungsförderung zur Bioökonomie hat die Bundesregierung den Wis-
1419 sensaufbau und die interdisziplinäre Vernetzung in der Wissenschaft vorangetrieben. In
1420 über 2.000 Forschungsprojekten, die im Rahmen der Nationalen Forschungsstrategie
1421 Bioökonomie gefördert wurden, konnten viele junge Wissenschaftlerinnen und Wissen-
1422 schaftler wertvolle Qualifikationen erwerben. Neben der Projektförderung sollten auch
1423 neue Aus- und Weiterbildungsangebote sowie Studiengänge an Berufs- und Fachschulen,
1424 Fachhochschulen und Hochschulen einschließlich Universitäten gezielt Inhalte der
1425 Bioökonomie anbieten. In gleicher Weise sind konvergierende Technologien in einer neu
1426 ausgerichteten bioökonomischen Ausbildung zu berücksichtigen.

1427 Einen Schwerpunkt soll die Nutzung digitaler Technologien in der Züchtung und in der
1428 Land- und Forstwirtschaft einnehmen. Für Fach- und Führungskräfte des Agrarbereichs
1429 sind daher Schulungs-, Weiterbildungs- und Beratungsangebote zu nachhaltiger Produk-
1430 tion, neuen Techniken und digitalen Anwendungen von hoher Bedeutung.

1431 Die erfolgreiche Entwicklung und Implementierung der Bioökonomie erfordert die In-
1432 tegration verschiedener Forschungsdisziplinen. Dafür gibt es bereits eine ganze Reihe
1433 gelungener Beispiele. Im Rahmen der Bioökonomiestrategie sollen weitere Kooperati-
1434 onsmodelle entwickelt und implementiert werden, die die stärkere Vernetzung von For-
1435 schungseinrichtungen und Industrie fördern und so den Wissenstransfer in die Praxis
1436 und die Entwicklung interdisziplinärer Berufsbilder unterstützen.

1437 Eine wichtige Rolle spielt die Initiative „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) der
1438 UNESCO. Diese sieht in „Hochwertiger Bildung“ (SDG 4) eine Schlüsselfunktion für die
1439 Umsetzung aller übrigen 16 Nachhaltigkeitsziele. Denn durch Bildung für nachhaltige
1440 Entwicklung erwerben die Menschen Gestaltungskompetenzen zur Förderung einer
1441 nachhaltigen Entwicklung unserer Gesellschaft. Um BNE strukturell in allen Bildungsbe-
1442 reichen zu verankern, wurde daher 2017 der „Nationale Aktionsplan Bildung für nachhal-
1443 tige Entwicklung“ von der Nationalen Plattform BNE verabschiedet¹⁸. Die Maßnahmen
1444 zur beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung berücksichtigen die Aspekte der
1445 Bioökonomie sowohl in der Ausbildung als auch in der Weiterbildung des Bildungspers-
1446 sonals und des betrieblichen Managements.

1447 **5.6 Bioökonomie-Monitoring**

1448 Die Leitlinien und Ziele dieser Strategie zeigen, dass Bioökonomie den übergreifenden
1449 Zielen der nachhaltigen Entwicklung und des Klimaschutzes ebenso verpflichtet ist wie
1450 einer zukunftsfähigen Wertschöpfung in der Industrie, einer Stärkung des ländlichen
1451 Raums und der Erhaltung der biologischen Vielfalt. Dafür ist es wichtig, den richtigen
1452 Weg einzuschlagen. Den Transformationsprozess hin zu einer nachhaltigen, biobasierten
1453 und an natürlichen Kreisläufen orientierten Wirtschaftsweise zu beobachten, zu messen
1454 und bewertbar zu machen, ist eine wichtige Voraussetzung, um nicht einzelne Ziele auf
1455 Kosten anderer zu erreichen und Prioritäten richtig setzen zu können. Hierfür sind ver-
1456 lässliche Daten, umfassende Bilanzen und aussagekräftige Indikatoren erforderlich, die
1457 allen beteiligten Akteuren Orientierung bieten können.

1458 Zu diesem Zweck hat die Bundesregierung 2016 ein umfassendes Bioökonomie-
1459 Monitoring initiiert. Das Monitoring ist nicht nur ein zentrales Instrument zur Begleitung
1460 und Bewertung der Strategie, sondern soll die Entwicklung der Bioökonomie insgesamt
1461 abbilden und gesichertes Wissen für praktische Zwecke bereitstellen. Die Arbeiten der
1462 laufenden Pilotphase sollen weitergeführt werden, um die Entwicklungstendenzen der
1463 Bioökonomie auch über längere Zeiträume zu überblicken und Abhängigkeiten und Wir-
1464 kungen noch besser zu verstehen. Das Indikatorensystem wird deshalb im Austausch mit

18 Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung (Hrsg.) (2017): Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhal-
tige Entwicklung (BNE). Der deutsche Beitrag zum UNESCO-Weltaktionsprogramm. Bundesministerium für Bildung
und Forschung (BMBF). Berlin (UNESCO-Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung). Online ver-
fügbar unter
https://www.bmbf.de/files/Nationaler_Aktionsplan_Bildung_f%c3%bcr_nachhaltige_Entwicklung.pdf.

1465 Expertinnen und Experten aus allen gesellschaftlichen Bereichen auf seine Relevanz über-
1466 prüft und weiterentwickelt.

1467 **6 Schlussbetrachtung und Ausblick**

1468 Mit der vorliegenden Bioökonomiestrategie stellt die Bundesregierung die Weichen für
1469 die Politik der kommenden Jahre. Diese muss in Richtung einer ökonomisch, ökologisch
1470 und sozial nachhaltigen Entwicklung führen. Die Bioökonomie wird dabei eine wichtige
1471 Rolle spielen. Deutschland als wirtschafts- und finanzstarkes Land hat eine besondere
1472 Verantwortung, den anstehenden Transformationsprozess entschlossen anzugehen.
1473 Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung der techno-
1474 logischen und gesellschaftlichen Innovationen der nachhaltigen Welt von morgen einzu-
1475 nehmen.

1476 In der Bioökonomie-Forschung wird die Bundesregierung darauf achten, dass For-
1477 schungs- und Entwicklungsprojekte technologieoffen und stärker interdisziplinär ausge-
1478 richtet werden. Nur so lassen sich die vielfältigen Wechselwirkungen biologischer Systeme,
1479 bioökonomischer Prozessketten sowie deren Wirkungen auf Umwelt, Natur und
1480 Landschaft sowie Klima und Gesundheit besser verstehen, um auf dieser Grundlage
1481 Handlungsempfehlungen abzuleiten. Dies schließt verschiedene Wissenschaftsdisziplinen
1482 ebenso ein wie eine Reihe von Schlüsseltechnologien aus den Bereichen der Biotechnolo-
1483 gie, Nanotechnologie, Digitalisierung, Automatisierung, Sensorik, Robotik und der
1484 Künstlichen Intelligenz. Dabei sollen sowohl Vorhaben der Grundlagenforschung und der
1485 experimentellen Entwicklung als auch anwendungsorientierte Forschungs- und Entwick-
1486 lungsvorhaben weiter gefördert werden.

1487 Eine aktive Unterstützung einer nachhaltigen Bioökonomie-Entwicklung erfordert dabei
1488 Maßnahmen, die über den Bereich von Forschung und Entwicklung hinausgehen. For-
1489 schung und Innovation müssen sich in neuen Produktionsprozessen und marktfähigen
1490 Produkten niederschlagen. Neben Politik und Wissenschaft sind hierbei auch Unterneh-
1491 men sowie Verbraucherinnen und Verbraucher als wesentliche Akteure gefragt. Ohne
1492 deren Bereitschaft, neue biobasierte Produkte zu entwickeln und anzunehmen, kann die
1493 Transformation zur Bioökonomie nicht gelingen.

1494 Die Bundesregierung wird ihre Fachkommunikation fortsetzen, um die Leistungen der
1495 Bioökonomie greifbarer zu machen. Zusätzlich wird der Dialog zwischen Bürgerinnen
1496 und Bürgern, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik über die Gestaltung der Bioökonomie –
1497 deren Chancen und Nutzen, aber auch mögliche Risiken und Probleme – offen weiterge-
1498 führt und intensiviert.

1499 Darüber hinaus will die Bundesregierung länderübergreifende Kooperationen zu bioöko-
1500 nomierelevanten Themen weiter ausbauen. Denn die Ausgestaltung einer nachhaltigen
1501 Bioökonomie kann insbesondere angesichts globaler Märkte und Handelsbeziehungen
1502 nur im internationalen Kontext gelingen.

1503 Alle Maßnahmen, die die Bundesregierung in den kommenden Jahren auf den unter-
1504 schiedlichen Feldern der Bioökonomie – Forschung, Land-, Forst-, Fischereiwirtschaft und
1505 Aquakultur, Umwelt, Klima, Industrie – ergreifen wird, werden auf ihre Wirksamkeit
1506 kontrolliert werden. Aufgrund der dynamischen Entwicklungen in der Bioökonomie ist
1507 es notwendig, die Ausrichtung der Strategie ständig zu überprüfen und gegebenenfalls

1508 weiterzuentwickeln. Dies erfolgt insbesondere durch die Fortschreibung des Umset-
1509 zungsplans.

1510 **Glossar**

abiotisch	Die unbelebte Natur betreffend; Vorgänge, Stoffe oder Umweltfaktoren, an denen Lebewesen nicht direkt beteiligt sind, z. B. Wasser, Licht, Gestein oder Metalle.
Agrarökologie, agrarökologisch	Wissenschaftliches Teilgebiet der Ökologie, das landwirtschaftliche Produktion als Teil von Ökosystemen (u. a. mit Blick auf Ökosystemleistungen, Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität) begreift und sich mit dem Verhältnis von Anbausystemen, Natur- und Ressourcenschutz befasst. Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) versteht darunter auch ein praktisches Konzept zur Transformation der Landwirtschaft in einkommensschwachen Ländern, das traditionelle kleinbäuerliche Anbauformen und lokales Wissen mit Erkenntnissen und Methoden moderner Wissenschaft verbindet. Das Ziel ist, kleinbäuerlichen Betrieben ein Einkommen auf Basis lokaler Kreisläufe zu sichern und dabei weitgehend auf externen Input (synthetischer Dünger, Pestizide) zu verzichten.
Agrarproduktion	Produktion von Biomasse für die Erzeugung von Lebensmitteln oder für die stoffliche oder energetische Nutzung und industrielle Weiterverarbeitung zu anderen Produkten. Neben Zuchtpflanzen und -tieren kommt Insekten, Algen und weiteren marinen Lebensformen eine zunehmende Bedeutung in der modernen Agrarproduktion zu.
Agrarsystem	Gesamtheit aller zur Agrarproduktion gehörenden Faktoren – biotische und abiotische Ressourcen, Anbau- und Ernteverfahren, Einsatz von Technik und Energie, Umweltbedingungen, Beanspruchung von Ökosystemleistungen usw. – unter Einbeziehung aller vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereiche.
artifizielle Produktionssysteme	Produktionssysteme, die biologische Prinzipien nachahmen, um gewünschte Produkte herzustellen. Im Vergleich zu klassischen biotechnologischen Verfahren werden keine Mikroorganismen als Produktionseinheiten verwendet oder allenfalls einzelne Komponenten davon.
Big Data	Große, wenig oder nicht strukturierte Datenmengen, die zu komplex oder zu heterogen sind oder sich zu schnell verändern, um sie mit herkömmlichen Methoden der Datenverarbeitung auswerten zu können. Big-Data-Technologien bezeichnen Verfahren, um aus solchen Datenmengen mit Hilfe von Algorithmen oder Künstlicher Intelligenz Informationen zu gewinnen. Große Mengen digitaler Daten fallen z. B. bei der Sequenzierung des Erbguts von Organismen an.
biobasiert	auf der Verwendung von Biomasse beruhend und/oder unter Nutzung biotechnologischer Verfahren erzeugt oder verarbeitet
biogen, biogene Rohstoffe	Auf Biomasse beruhend; biogene Rohstoffe oder Ressourcen bezeichnen jede Art von Biomasse, also sowohl eigens angebaute nachwachsende Rohstoffe als auch jede andere Art von Biomasse, einschließlich biotischer Rest- und Abfallstoffe.
biologisch	das Leben, Lebewesen, organische Produkte und das Wissen darüber

	betreffend
Biomasse	Im engeren Sinn die durch Photosynthese gebildete organische Substanz; im weiteren Sinn die Stoffmenge aller pflanzlichen und tierischen Lebewesen und ihrer organischen Produkte. Auch Rest- und Abfallstoffe wie z. B. Bioabfälle aus Haushalten, der Tier- oder der Lebens- und Futtermittelproduktion zählen dazu. Auch fossile Rohstoffe sind ursprünglich aus Biomasse entstanden; die Bioökonomie beruht jedoch ausschließlich auf der Nutzung nicht fossiler Biomasse
Biopharmazeutika	mit Verfahren der Biotechnologie hergestellte Wirkstoffe, z. B. Hormone, Nukleinsäuren oder Antikörper
Biopolymere	Grundbausteine lebender Organismen, die aus mehreren Grundeinheiten aufgebaut sind. Beispiele für Biopolymere sind Proteine, Nukleinsäuren (DNA und RNA oder Mehrfachzucker (Polysaccharide)). Der Begriff beschreibt zudem technische Polymere, die biobasiert hergestellt wurden und/oder biologisch abbaubar sind (bspw. Biokunststoffe).
Bioraffinerie	Raffinerie auf Basis von Biomasse. Eine Bioraffinerie zeichnet sich durch ein integratives, multifunktionelles Gesamtkonzept aus, das Biomasse als vielfältige Rohstoffquelle für die nachhaltige Erzeugung eines Spektrums unterschiedlicher Zwischen- und Endprodukte (Chemikalien, Werkstoffe, Bioenergie inkl. Biokraftstoffe) unter möglichst vollständiger Verwendung aller Rohstoffkomponenten nutzt.
Biosphäre	Auch Biogeosphäre; bezeichnet den belebten Raum eines Planeten, oberhalb und unterhalb seiner Oberfläche, also in der Atmosphäre, im Boden und unter Wasser. Die Erde ist bislang der einzige bekannte Planet mit einer Biosphäre. Die Sphäre mit nachgewiesenem Leben reicht im Fall der Erde von etwa 5 km unter bis etwa 60 km über der Erdoberfläche.
Biotechnologie	Interdisziplinäre und anwendungsorientierte Wissenschaft an der Schnittstelle von Biologie, Medizin, Chemie und Ingenieurwissenschaften. Die Biotechnologie nutzt Organismen, Zellen oder Biomoleküle in technischen Anwendungen, um Produkte für unterschiedliche Branchen herzustellen oder neue Technologien zu entwickeln.
biotisch	von Lebewesen ausgehend
Epigenomik	Lehre von der Gesamtheit der epigenetischen Modifikationen an der Erbsubstanz einer Zelle und deren systematische Analyse mit Hilfe modernster molekularbiologischer Techniken.
Epigenom	Gesamtheit chemischer Veränderungen der DNA eines Organismus, durch welche die Aktivität von Genen in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen dynamisch beeinflusst wird. Das Epigenom ist u. a. an der Entwicklung von Zellen und Geweben beteiligt. Epigenetische Änderungen beeinflussen nicht die DNA-Sequenz, können aber an Nachkommen vererbt werden.
Genom-Editierung/Genome Editing	Sammelbegriff für molekularbiologische Werkzeuge (z. B. CRISPR/Cas), mit denen DNA im Genom von Organismen editiert, also kopiert, verschoben oder entfernt werden kann.
Genomik	Genomik (engl. genomics) analysiert den kompletten DNA-Satz, das gesamte Genom, einer Zelle oder eines Organismus.

Innovation, inkrementelle und disruptive	Unter inkrementellen Innovationen versteht man den Prozess der ständigen Optimierung einer Technologie, beispielsweise die Steigerung der Leistung und die Senkung des Verbrauchs von Verbrennungsmotoren. Disruptive Innovationen ersetzen eine Technologie durch eine andere, zum Teil mit Folgen für gesamte Sektoren oder Wertschöpfungsketten. Wann eine technische Erfindung zu einer disruptiven Innovation wird, ist schwer vorherzusehen. Disruptive Innovationen werden zuweilen auch als Sprunginnovationen bezeichnet.
Kaskadennutzung	Mehrfachnutzung von Biomasse über mehrere Stufen, um Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte so lange wie möglich im Wirtschaftssystem zu nutzen. In der Regel umfasst eine Nutzungskaskade dabei eine mehrfache stoffliche Nutzung mit abnehmender Wertschöpfung sowie eine abschließende energetische Nutzung oder eine Kompostierung des Rohstoffs.
konvergierende Technologien	Der Begriff bezeichnet das Zusammenwachsen verschiedener Technologien bzw. Technologie- und Wissensbereiche. Vielfach sind daran Querschnittstechnologien wie Nano-, Bio- und Informationstechnologien und -wissenschaften sowie im Weiteren die Kognitionswissenschaften beteiligt. Weiter gefasste, in der vorliegenden Strategie gemeinte Konzepte schließen eine deutlich größere Zahl an Wissenschaften und Technologien ein.
Koppelnutzung	Nutzung eines oder mehrerer Nebenprodukte, um eine nachhaltige und möglichst effektive Nutzung von Rohstoffen bei gleichzeitiger Steigerung der Wertschöpfung zu erreichen. Beispiele für eine Koppelnutzung sind die weitere Nutzung des in der Biodieselproduktion anfallenden Nebenproduktes Glycerin oder die weitere Verwendung des in der Bioethanolproduktion anfallenden Nebenproduktes Bagasse.
Kreislaufnutzung	Ressourcen und Güter werden über moderne Recyclingmethoden aufbereitet und wieder einer Verwertung zugeführt. Um einen möglichst hohen Wiederverwendungsgrad zu erreichen, sollte eine Kreislaufnutzung idealerweise bereits im Produktdesign mitberücksichtigt werden.
Metabolic Engineering	Gezielte molekularbiologische Veränderung des Stoffwechsels von Organismen mit dem Ziel, die Produktionsrate gewünschter Verbindungen zu steigern oder die Bildung unerwünschter Nebenprodukte zu verhindern.
Metabolomik	Forschungszweig, der den gesamten Stoffwechsel mitsamt den Zwischenprodukten in Zellen und Organismen untersucht.
mikrobielle Produktion	Nutzung von Mikroorganismen für die biotechnologische Produktion
Mikrobiom	Das Mikrobiom umfasst die Gesamtheit aller Mikroorganismen der Erde, Mikrobiome werden häufig aber auch im Kontext einzelner Organe, Organismen oder Ökosysteme diskutiert. Im engeren Sinne sind damit alle den Menschen oder andere Lebewesen besiedelnde Mikroorganismen gemeint.
modulare Bioverfahrenskonzepte	Konzepte zur Entwicklung neuartiger Verfahren für biotechnologische Produktionsprozesse. Die Konzepte sehen vor, Bioverfahren in einzelne Prozessschritte (Module) zu zerlegen, die, abhängig von der Zielsetzung und den Rahmenbedingungen, schnell und flexibel zu unterschiedlichen Produktionsrouten kombiniert werden können.

Nachhaltigkeit	Nachhaltigkeit wurde mit dem 1987 für die Vereinten Nationen erstellten Brundtland-Bericht zu einem politischen Leitbegriff. Er beschreibt das Ziel, die Bedürfnisse gegenwärtiger Generationen zu befriedigen, ohne dabei künftigen Generationen die Chance zu nehmen, ihre Bedürfnisse nach eigenen Vorstellungen zu befriedigen. Nachhaltigkeit umfasst drei Säulen: ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit. Insbesondere um die Vereinbarkeit von ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit gibt es anhaltende Debatten.
nachwachsende Rohstoffe	Land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe, die für eine stoffliche oder energetische Nutzung eingesetzt werden.
Ökologie, ökologisch	Teilbereich der Biologie, der sich mit den Wechselbeziehungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt befasst. Im Alltagsgebrauch bezeichnet „ökologisch“ auch den Einsatz für einen schonenden Umgang des Menschen mit seiner natürlichen Umwelt.
Ökosystemleistungen	Alle materiellen und nicht-materiellen Leistungen der Natur, von denen der Mensch profitiert. Zu den Ökosystemleistungen zählen z. B. die Biodiversität, Klimaregulation, gesunde Böden und sauberes Wasser.
Omics-Technologien	Omics-Technologien sind Hochdurchsatz-Methoden, mit denen sich z. B. die Gesamtheit der Gene (Genomik), der RNA (Transkriptomik), der Zwischenprodukte des Stoffwechsels, der Metaboliten (Metabolomik), der Proteine (Proteomik) oder Lipide (Lipidomik) eines biologischen Systems erfassen lässt. Die hochaufgelösten molekularen Profile biologischer Systeme ermöglichen neue Einblicke in den Ablauf molekularbiologischer Prozesse.
organisch	zum belebten Teil der Natur gehörend
Pflanzen-Phänotypisierung	Die Phänotypisierung ist ein Teilbereich der Pflanzenforschung, welche das Erscheinungsbild von Pflanzen quantitativ analysiert und vermisst. Dadurch soll es ermöglicht werden, Pflanzengenen bestimmte Merkmalsausprägungen zuzuordnen.
planetare Grenzen	Ökologische Grenzen, die sich daraus ergeben, dass die natürlichen Lebensräume und Ressourcen auf der Erde endlich sind und bestimmte Zeiträume benötigen, um sich zu regenerieren. Welche Grenzen es gibt und wo diese genau verlaufen, ist noch Gegenstand intensiver Diskussionen. Dass die Menschheit mit ihrer Wirtschaftsweise die Belastungsgrenzen der Erde und damit auch die eigenen Lebensgrundlagen zunehmend gefährdet, ist aber unumstritten.
Plattformorganismus	Mikroorganismus, der über molekularbiologische Verfahren für die Verwendung in biotechnologischen Prozessen optimiert wurde. Plattformorganismen zeichnen sich darüber hinaus dadurch aus, dass die entsprechenden industriellen Bioprozesse etabliert sind und die Organismen für die Herstellung verschiedener Produkte eingesetzt werden können.
Produktionsorganismen	Oberbegriff für Organismen wie Nutzpflanzen, Insekten, Algen, Pilze oder Mikroorganismen, die zur Herstellung von Biomasse oder spezifischen Inhaltsstoffen genutzt werden.
Proteomik	Verschiedene Verfahren zur Analyse des vollständigen Proteoms einer Zelle, eines Gewebes oder eines Organismus zu einem bestimmten Zeitpunkt. Im Gegensatz zur Genomik erfasst die Proteomik die

tatsächlich vorhandenen Mengen aller Proteine.

Smart Farming	Smart Farming bezeichnet den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in der Landwirtschaft, um eine präzisere und ressourceneffizientere und damit produktivere und nachhaltigere Agrarproduktion zu erreichen.
Smart- und Hightech	Umfasst Technologien und Methoden, die dem neusten technischen und wissenschaftlichen Stand entsprechen und als fortschrittlich und intelligent gelten.
Suffizienz	Konzept einer Ökonomie, die das Nötige in ausreichendem Maß, unter möglichst geringem Energie- und Rohstoffverbrauch zur Verfügung stellt. Damit ist Suffizienz ein Gegenentwurf zu wachstumsorientierten Wirtschaftsmodellen und eine Erweiterung des Zieles, Rohstoffe möglichst effizient zu nutzen. Suffizienz ist nicht durch technologische Fortschritte zu erreichen, sondern setzt eine grundsätzliche Veränderung von Konsummustern voraus.
Synthetische Biologie	Der Begriff umfasst im engeren Sinne das Neu-Design und die Konstruktion von neuartigen biologischen Bauteilen, Zellen, Organismen oder auch von zellfreien biologischen bzw. biochemischen Systemen (z. B. synthetische Genome, Minimalzellen, Einsatz nicht natürlicher Aminosäuren). Im weiteren Sinne werden auch molekularbiologische Ansätze zum Re-Design bekannter Organismen unter diesem Begriff verstanden. Indem vermehrt computergestützte Design- und Modellierungsprozesse genutzt werden, gehen diese Ansätze dabei über die klassischen gentechnischen Verfahren hinaus.
Systembiologie	Die Systembiologie zielt darauf ab, zu einem umfassenden Verständnis der dynamischen Interaktionen zwischen den Komponenten eines biologischen Systems zu gelangen. Ziel ist es, das Verhalten des Systems als Ganzes zu verstehen und vorhersagen zu können. Hierfür werden mathematische Konzepte auf biologische Systeme angewandt.
systemisch	Systeme in ihrer Gesamtheit und ihre Wechselwirkungen untereinander betrachtend, von den grundlegenden molekularen Prinzipien bis hin zum komplexen Zusammenspiel in Ökosystemen
Wertschöpfungskette	Eine Wertschöpfungskette umfasst alle Stufen (Institutionen, Personen, Anlagen) des Transformationsprozesses, den ein Gut vom Rohstoff bis zum Endprodukt durchläuft.
Wertschöpfungsnetz	Verknüpfung von Wertschöpfungsketten, an deren Knotenpunkten Institutionen, Personen bzw. Produktionsverfahren über wechselseitige Stoff- und Informationsflüsse in Verbindung miteinander stehen. In der Bioökonomie tragen insbesondere Ansätze aus der Koppel- und Kaskadennutzung dazu bei, dass innovative Bereiche der Bioökonomie mit etablierten zu Wertschöpfungsnetzen zusammenwachsen.
zellfreie Produktionsverfahren	Zellfreie Produktionsverfahren stellen eine Alternative zur Produktion von biologischen Komponenten wie z. B. Enzymen dar, die durch lebende Zellen (z. B. Mikroorganismen) nicht oder nur sehr schlecht hergestellt werden können. Beispiele sind zellfreie Proteinbiosynthesen oder zellfreie biokatalytische Systeme.
Zielkonflikt	Zielkonflikte entstehen, wenn zwei oder mehr legitime Ziele verfolgt werden, deren gleichzeitige Erfüllung sich ausschließt oder deren

Verfolgung zu konträren Effekten führt. Zielkonflikte können in einigen Fällen durch eine Hierarchisierung gelöst werden, die die konkurrierenden Ziele in eine Rangordnung bringt. So gilt für die Bioökonomie das Primat der Ernährungssicherung vor der industriellen Nutzung agrarischer Erzeugnisse. Vielfach ist eine solche Hierarchisierung – beispielsweise zwischen agrarischer Ertragssteigerung und Schutz biologischer Vielfalt – jedoch nicht einfach möglich, weil alle Ziele gleichermaßen legitim oder sogar unverzichtbar sind. Ein typisches Beispiel ist die Diskussion um den Begriff Nachhaltigkeit, der gleichermaßen ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Ziele umfasst. Die Forschungsförderung im Rahmen der Bioökonomie orientiert sich daran, Zielkonflikte genau zu analysieren und durch intelligente Strategien und innovative Produktionsweisen zu entschärfen.

Zukunftstechnologien

Neuartige Technologien, die ein hohes Innovationspotenzial aufweisen, sich aber zumeist noch auf der Ebene der Grundlagen- oder angewandten Forschung befinden.

Die vorliegende Fassung der „Nationalen Bioökonomiestrategie“ wurde am 15.01.2020 vom Bundeskabinett beschlossen. Die Bioökonomiestrategie wird in Kürze in Form einer Publikation der Bundesregierung veröffentlicht. Die vorliegende Fassung ist keine offizielle Publikation. Bis auf redaktionelle Eingriffe entspricht sie aber der zu veröffentlichenden Strategie und dient dazu, dem Bundestag, dem Bundesrat, den Medien und der Öffentlichkeit den Text der Bioökonomiestrategie unmittelbar nach dem Kabinettsbeschluss offenzulegen.

Weitere Informationen und Dokumente zur Bioökonomiestrategie finden sich hier:
<https://www.bmbf.de/bioökonomie>

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Redaktion

Projektträger Jülich

Grafik

BIOCOM AG