



UNIVERSITÄT  
HOHENHEIM



## Identifizierte Hürden und Handlungsempfehlungen für politische Entscheidungsträger

Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der  
Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (CreiseL)

Ersteller:        Andreas Ziermann, Bodensee-Stiftung  
                      Immanuel Schäfer, Bodensee-Stiftung  
                      Juliane Stoye, Universität Hohenheim  
                      Philipp Scheurich, Universität Hohenheim

Datum:            06.09.2024



Gefördert  
durch



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

# Inhalt

1. Eingangsbemerkung .....	3
2. Identifizierte Hürden & Handlungsempfehlungen .....	4
2.1 Informations- und kommunikationsbedingte Hürden.....	4
2.1.1 Fehlendes Bewusstsein und Motivation für die Verwertung von Reststoffströmen. ....	4
2.1.2 Fehlendes Verwertungswissen und Mangel an Anlaufstellen für Beratung.....	5
2.1.3 Fehlende Abstimmung und Kooperation zwischen produzierenden und weiterverarbeitenden Unternehmen. ....	7
2.2.1 Mangelnde Standardisierung & Fehlendes Monitoring von Produktions- & Verarbeitungsverfahren .....	8
2.2.2 Mangel an flexiblen und grünen Vorbehandlungs- & Verarbeitungstechnologien .....	9
2.3 Ökonomische & Logistische Hürden .....	10
2.3.1 Hohe Verderblichkeit, unattraktive Vorbehandlung und fehlende Infrastruktur .....	10
2.3.2 Fehlende Passung, geringes Marktvolumen & geringe Preise am Reststoffmarkt .....	12
2.3.3 Eingeschränkte Konkurrenzfähigkeit & Kostenfaktoren .....	13
2.4 Regulatorische & Bürokratische Hürden.....	14
2.4.1 Regulatorische Unsicherheiten – Lebensmittelrichtlinien .....	14
2.4.2 Regulatorische Unsicherheiten – Abfall- und Verwertungsrichtlinien.....	15
2.4.3 Fehlende Geschwindigkeit & Zuständigkeit bei der Umsetzung innovativer Lösungen .....	17
2.5 Sonstige Hürden.....	19
2.5.1 Problematische Verwertung von reststoffbasierten Produkten.....	19
2.5.2 Mediale und Wissenschaftskommunikation bezüglich Reststoff-Inwertsetzung .....	20
3. Zusammenfassung .....	21

## 1. Eingangsbemerkung

Eine nachhaltige und kreislaforientierte Bioökonomie stellt aus derzeitiger Sicht einen ökonomischen Idealzustand dar, welcher sich durch die effiziente und nachhaltige Nutzung biobasierter Rohstoffe unter gleichzeitiger Förderung des wirtschaftlichen Wohlstands und der Einhaltung des ökologischer Gleichgewichte und Systemgrenzen auszeichnet. Dabei werden biobasierte Ressourcen entlang der gesamten Wertschöpfungskette in einer Weise genutzt, welche die Verweildauer der Ressourcen innerhalb der Wertschöpfungskette, sowie die Produktionsqualität maximiert, während gleichzeitig die Kosten und die negativen Umweltauswirkungen der industriellen Produktion minimiert werden. Um dies zu ermöglichen sind biobasierte industrielle Produktionsprozesse so ausgerichtet, dass die Outputs einer Wertschöpfungskette als Inputs in einer anderen verwendet werden können, wodurch nicht nur der Verlust von Biomasse begrenzt und neue biobasierte Ressourcen erschlossen werden und somit die Biomasseverfügbarkeit innerhalb des Systems erhöht wird, sondern auch ein Beitrag zu einem nachhaltigeren Umgang mit knappen Ressourcen geleistet wird.

Im aktuellen Wirtschaftssystem, insbesondere im Lebensmittelsektor, ist dieser Idealzustand derzeit nicht gegeben. So werden trotz existierender Bemühungen, die Ressourcennutzungseffizienz zu erhöhen noch immer beträchtliche Mengen an Lebensmittelressourcen ineffektiv genutzt oder als Abfall deklariert, ohne ihr Potenzial voll auszuschöpfen. In direkter Folge gehen jährlich etwa 14% der gesamten eingesetzten Lebensmittelressourcen als vorschnell entsorgte Rest- und Nebenstoffströme bereits zwischen Primärproduktion und Einzelhandel verloren<sup>1</sup>. Die Nutzbarmachung dieser Rest- und Nebenstoffströmen, welche positiv mit einer Verringerung der Treibhausgasemissionen, des Wasserverbrauchs, sowie von Nährstoffverlusten entlang der Lebensmittelwertschöpfungskette korreliert, ist daher ausschlaggebend um zu einer gesteigerten Ressourceneffizienz, der Vermeidung von Landnutzungskonflikten im Nahrungsmittelanbau, sowie der Reduktion des Drucks auf das globalen Agrar- und Ernährungssystems beizutragen.

Obwohl bioökonomische Lösungen, welche unter Nutzung von Konversions- und Extraktionstechnologien vor allem primäre Inhaltsstoffe, wie z. B. Fette, Proteine, Zucker, Stärke aber auch Faser- und Ballaststoffe, sowie bioaktive Verbindungen und sekundäre Pflanzenstoffe aus Rest- und Nebenstoffen extrahieren und einer höherwertigen Verarbeitung zuführen, auf theoretischer Seite bereits umfassend erforscht und diskutiert werden, verläuft die Umsetzung und Integration dieser in der Praxis nur schleppend. Der Transfer des Wissens in die Industrie scheitert immer noch an zu vielen Hürden. Ziel der Fachinitiative: „Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie“ (Creisel) war es mitunter daher für die ausgewählten Kulturen technische, wirtschaftliche, regulative, sowie weitere Hürden zu identifizieren, welche der derzeitigen Verwertung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung der ersten Verarbeitungsstufe in Baden-Württemberg im Weg stehen, zu identifizieren. Im Folgenden werden daher die im Rahmen der Projektarbeit, ausgehend von umfassenden Recherchen und Befragungen, identifizierten Hürden mit Blick auf mögliche Handlungs- und Lösungsmöglichkeiten diskutiert.

---

<sup>1</sup> Eurostat. (2023). *Food waste and food waste prevention - estimates*. European Commission. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/SEPDF/cache/110448.pdf>

## 2. Identifizierte Hürden & Handlungsempfehlungen

Die Verwertung von Rest- und Nebenstoffströmen der ausgewählten Produktgruppen im Sinne einer kreislauforientierten Bioökonomie ist derzeit durch eine Reihe verschiedener Hindernisse limitiert. Diese umfassen sowohl informations- und kommunikationsbedingte Hürden, technische Limitierungen, logistische und ökonomische Herausforderungen, als auch regulatorische Hindernisse. Im Folgenden werden diese jeweils genauer ausgeführt und gemeinsam mit Handlungsempfehlungen, welche zu deren Überwindung beitragen können, präsentiert.

### 2.1 Informations- und kommunikationsbedingte Hürden

#### **2.1.1 Fehlendes Bewusstsein und Motivation für die Verwertung von Reststoffströmen.**

In vielen der befragten lebensmittelverarbeitenden Betriebe der besteht derzeit kein Bewusstsein für das Anfallen von Rest- und Nebenstoffströmen. Dies zeigt sich vorrangig in der Annahme, dass der verwendete Produktionsprozess keine Rest- und Nebenstoffe aufwerfe und alles verwertet werde. Diese Sichtweise vernachlässigt dabei in der Regel, dass bedeutende Mengen an z.T. wertvollen Rest- und Nebenstoffströmen als Teil der Prozessabfallentsorgung entsorgt oder über existierende Verwertungswege (z. B. Produktion von Biogas, thermische Verwertung, Futtermittel etc.) suboptimal verwertet werden. Entsprechend gering fallen demnach Bestrebungen zur idealen Verwertung der Rest- und Nebenstoffströme innerhalb der jeweiligen Betriebe, wie auch Bestrebungen zur Etablierung von Verwertungs-Kooperationen mit weiteren Betrieben aus. Selbst wenn ein Bewusstsein für die anfallenden Rest- und Nebenstoffströme vorhanden ist, zeigen sich viele Betriebe zumeist zurückhaltend im Bezug darauf existierende Verwertungsverfahren zugunsten optimierter, kaskadischer Verwertungswege, welche die Extraktion und stoffliche Nutzung einzelner Reststoff-Inhaltsstoffe umfassen, zu überarbeiten. Vielmehr zeigt sich ein Festhalten an traditionellen Verfahrensweisen (z. B. Abgabe als Tierfuttermittel, Feldeintrag, thermische Verwertung oder Verstromung). Grund hierfür ist mitunter die Wahrnehmung der Anstrengungen, die für einen solchen Wandel notwendig sind, einschließlich der damit verbundenen anfallenden Kosten und Risiken. Im Gespräch zeigten sich Unternehmer:innen, welche ihre Reststoffe als Tierfutter abgeben, allerdings besorgt über den abnehmenden Nutztierbestand in Baden-Württemberg. Nach neuen Absatzwegen wurde Stand jetzt noch nicht gesucht.

#### **Handlungsempfehlungen:**

- Durchführung einer umfassenden Reststofferhebung der in Baden-Württemberg anfallenden soliden und flüssigen Rest- und Nebenstoffströme der lebensmittelverarbeitenden Unternehmen und umfassende Verbreitung der Ergebnisse.
  - Etablierung einer zentralen Beratungsanlaufstelle für zirkuläre Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft, welche Informationsveranstaltungen durchführt und Informationsmaterialien zur Aufklärung über das Potenzial der Verwertung von Rest- und Nebenstoffen, sowie von zirkulärer Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft zur Verfügung stellt.
  - Sensibilisierung und Information über Potenziale der zirkulären Bioökonomie über themenspezifische Fachzeitschriften, Messen und Konferenzen. Wichtig ist, die lebensmittelverarbeitenden Unternehmen dort abzuholen, wo sie sich informieren.
- Kommunikation

Förderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablierung von Förderlinien zur Förderung von Bestrebungen zur Erhebung und Charakterisierung von Rest- und Nebenstoffen in Baden-Württembergischen Unternehmen.</li> </ul>
Netzwerkbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausbau der Akteursplattform Bioökonomie Baden-Württemberg mit Aufnahme der Reststoffproduzenten und einer intelligenten Schlagwortsuche. In Baden-Württemberg fehlt eine funktionierende Börse für Anbieter und Abnehmer in der Bioökonomie.</li> </ul>
Honorierung	–
Regulation	–

### **2.1.2 Fehlendes Verwertungswissen und Mangel an Anlaufstellen für Beratung.**

Unternehmen, welche bereits ein Bewusstsein für ihre anfallenden Rest- und Nebenstoffströme entwickelt haben, zögern meist neue Geschäftsfelder für deren Verwertung zu erschließen, da die optimierte Nutzung oder Verwertung der Rest- und Nebenstoffströme nicht zum Kerngeschäft des Unternehmens gehört. Unternehmensintern fehlt es entsprechend meist an spezifischen Kenntnissen, Fähigkeiten oder Kompetenzen, um die mit einer Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen verbundenen Vorgänge zu verwalten. Dem kommt hinzu, dass kritische Informationen, welche die Nachhaltigkeits- und Risikobewertung verschiedener Verwertungsoptionen erlauben, nur durch umfängliche zeit- und kostenintensive Recherchen und Analysen erhalten werden können. Viele Betriebe stützen sich infolgedessen für Kosten-Nutzen-Abschätzungen häufig auf ungenaue Annahmen sowie unvollständige oder veraltete Datengrundlagen, was dazu führt, dass diese zumeist zu Ungunsten einer Verwertung der Rest- und Nebenstoffströme ausfallen. Besonders für Kleinst- und Kleinbetriebe, welche keine Ressourcen zur betriebsinternen Forschung und Entwicklung aufwenden können, sind daher Anlaufstellen notwendig, an die sie sich mit einem Verwertungsgesuch wenden und von welchen sie spezifische Informationen zum Potential ihrer Rest- und Nebenstoffströme, sowie deren möglichen Verwertungsoptionen erhalten können. Letzteres gilt ebenso für Unternehmen der Bioökonomie, welche Lösungen zur Verwertung von Rest- und Nebenstoffströmen etablieren möchten, jedoch in vielen Fällen zusätzliche Beratung mit Blick auf rechtliche Rahmenbedingungen benötigen. Das aktuelle Beratungsangebot in Baden-Württemberg, sowie die Zuständigkeiten im Bereich der (zirkulären) Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft, decken aus Sicht der befragten Unternehmen diesen Bedarf nicht ab oder werden als nicht ausreichend deutlich strukturiert wahrgenommen, sodass auch hier eine Hemmschwelle besteht, welche abgebaut werden muss. Hinzu kommt, dass Unternehmer:innen meist nicht genau wissen, wer ihre jetzige Anlaufstelle ist. Die Zuständigkeitsbereiche sind nach außen hin, laut Aussage, nicht immer klar erkennbar.

## Handlungsempfehlungen:

Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etablierung einer zentralen Beratungsanlaufstelle für zirkuläre Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft, welche produzierende sowie weiterverarbeitende Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung von Verwertungslösungen für Rest- und Nebenstoffströme im Sinne der zirkulären Bioökonomie unterstützt, sowie Informationen zu einzelnen Rest- und Nebenstoffströmen sammelt und einheitlich präsentiert.</li></ul>
Förderung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von Forschungsvorhaben zur detaillierten Charakterisierung von Rest- und Nebenstoffströmen.</li><li>• Schaffung und kontinuierliche Aktualisierung einer Reststoff-Datenbank, welche aufbauend auf den verfügbaren Kulturen des landwirtschaftlichen Anbauprogramms Informationen zu möglichen, bei der Verarbeitung entstehenden Rest- und Nebenstoffen, deren Inhaltsstoffen, sowie deren möglichen Verwertungsoptionen mit einer umfassenden Verschlagwortung enthält.</li></ul>
Netzwerkbildung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung der Vernetzung von Industrie und Wissenschaft zur Unterstützung unternehmensnaher Forschung und Auftragsforschung und zum Wissenstransfer zwischen Forschungseinrichtungen.</li></ul>
Honorierung	–
Regulation	–

### **2.1.3 Fehlende Abstimmung und Kooperation zwischen produzierenden und weiterverarbeitenden Unternehmen.**

Die Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffströmen benötigt ein erhöhtes Maß an sektorübergreifender, privat-privater sowie öffentlich-privater Zusammenarbeit, um neue Märkte für Rest- und Nebenstoffe sowie deren Inhaltsstoffe zu erschließen, gemeinsame Investitionen zu tätigen, sowie economies-of-scale und Wissenstransfer zu ermöglichen<sup>2</sup>. Innerhalb existierender linearer Lieferketten ist diese Zusammenarbeit jedoch häufig stark durch die bestehenden Strukturen erschwert. So melden die befragten Unternehmen vor allem Schwierigkeiten bei der Akquise von Partnerunternehmen zurück. In der Vielzahl der Fälle lässt sich dies auf eine fehlende Abstimmung zwischen produzierenden Betrieben und weiterverarbeitenden Unternehmen zurückführen. So suchen weiterverarbeitende Unternehmen einerseits nach Lieferanten mit passenden Reststoffen, können diese aber nur schwer identifizieren, da sie Informationen zu ihrem Rest- und Nebenstoffaufkommen aufgrund von notwendiger Geheimhaltung, Unternehmensindividualismus oder Angst vor einer etwaigen Rufschädigung nur selten teilen. Andererseits suchen produzierende Betriebe nach möglichen Abnehmern für ihre Reststoffe, finden aufgrund der geringen Zahl an weiterverarbeitenden Unternehmen und deren z.T. sehr hohen benötigten Reststoffqualitätsanforderungen nur selten mögliche Partner.

#### **Handlungsempfehlungen:**

Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung der Kommunikation und von Absprachen zwischen den Betrieben mit ähnlichen Produkten (z.B. Molkereien, Saftherstellung, etc.) sodass ein Erfahrungsaustausch zu Verwertungsmöglichkeiten und Qualitätssicherung von Reststoffströmen ermöglicht wird.</li><li>• Förderung von Plattformen und Start-up Unternehmen, welche Mapping- und Vernetzungsdienstleistungen für reststoffproduzierende und -verwertende Unternehmen anbieten (z.B. Value Chain Generator, vcg.ai).</li></ul>
Förderung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von Start-up Unternehmen welche als „Waste-Broker“ Reststoffe von produzierenden Betrieben entgegennehmen und diese durch entsprechende Verfahren haltbar sowie handelbar machen.</li><li>• Etablierung und langfristige Instandhaltung und Aktualisierung einer zentral organisierten und verwalteten Rohstoffbörse, welche es produzierenden Unternehmen ermöglicht, anfallende Reststoffströme mit Informationen zur Entstehungszeitpunkt, Entstehungsmenge und der zu erwartenden Qualität anzubieten, und weiterverarbeitenden Unternehmen erlaubt Gesuche nach Reststofffraktionen zu inserieren.</li></ul>
Netzwerkbildung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unterstützung des Auf- und Ausbaus von Interessensverbänden für zirkuläre Bioökonomie, spezialisiert auf bestimmte wertgebende Inhaltsstofffraktionen (z.B. Fasern, Proteine, etc.), welche über Landesgrenzen hinweg sowohl beratend als auch unterstützend agieren.</li></ul>
Honorierung	–
Regulation	–

---

<sup>2</sup> Salvador, R., Barros, M. V., Donner, M., Brito, P., Halog, A., & De Francisco, A. C. (2022). How to advance regional circular bioeconomy systems? Identifying barriers, challenges, drivers, and opportunities. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 248-269. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.04.025>

## 2.2 Technische Hürden

### **2.2.1 Mangelnde Standardisierung & Fehlendes Monitoring von Produktions- & Verarbeitungsverfahren**

Die mangelnde Standardisierung existierender Produktionserfahren, welche in Teilen auf eine durch geistiges Eigentum bedingte Intransparenz der Produktionsprozesse zurückzuführen ist, stellt eines der größten technischen Hindernisse für die Entwicklung und Kommerzialisierung von aus Rest- und Nebenstoffen gewonnenen Produkten dar. So sind die aus ähnlichen Produktionsverfahren resultierenden Rest- und Nebenstoffe selten einheitlich, sondern zeigen eine erhebliche Variation in ihrer Zusammensetzung, Qualität und Wiederverwertbarkeit in Abhängigkeit von der Ausgangskultur, der verwendeten Prozesstechnologie und den verwendeten Prozessparametern. Diese Variation, welche mitunter innerhalb einer Charge auftreten kann, macht es entsprechend schwierig Qualitätsstandards und Grenzwerte einzuhalten und Mindest- oder Maximalmengen an extrahierbaren Inhaltsstoffen oder mikrobiologische Verunreinigungen (z.B. Mykotoxine, Aflatoxine, oder Phtalate) zu garantieren. In Folge sind umfassende Laboranalysen notwendig, um die individuelle Zusammensetzung und Verwertungspotential der jeweiligen Rest- und Nebenstoffe abzuschätzen und die anzuwendenden Verarbeitungstechnologien für die jeweiligen Rest- und Nebenstoffe zu kalibrieren, was in vielen Fällen aufgrund der hohen Kosten und des damit verbundenen Aufwands Unternehmen von einer Inwertsetzung von Reststoffen abhält. Zusätzlich stellen Regulierungen, die spezifische Grenzwerte für einzelne Verbindungen festlegen eine Hürde für die Verarbeitung von Rest- und Nebenstoffen dar. So besteht aufgrund mangelnden Wissens bezüglich der Auswirkungen von Prozesstechnologien und -parametern auf einzelne Inhaltsstofffraktionen der Rest- und Nebenstoffströme ein Risiko, dass obwohl initiale Laboranalysen diese als geeignet einstufen, im Laufe der Verarbeitung der Rest- und Nebenstoffe problematische Substanzen durch unabsehbare Einflussfaktoren der Verarbeitungstechnologie konzentriert und Grenzwerte somit (zwischenzeitlich) überschritten werden, was eine Kommerzialisierung der Produkte unmöglich macht.

#### **Handlungsempfehlungen:**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Kommunikation   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung der Kommunikation und von Absprachen zwischen den Betrieben mit ähnlichen Produkten (z.B. Molkereien, Saffherstellung, etc.) um eine Standardisierung von Produktionsprozessen voranzutreiben.</li><li>• Förderung von Prozessoptimierungs- und Entwicklungsvorhaben, welche die Aufrüstung existierender Produktionsprozesse durch Sensor-Technologien und Monitoring-Systeme forcieren, die es ermöglichen bereits während der Produktion die Reststoffzusammensetzung und -qualität zu überwachen.</li></ul> |
| Förderung       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von Forschungsvorhaben, welche die Erforschung der Auswirkungen von Vorbehandlungsprozessen und den Einfluss von Prozesstechnologien und -parametern auf die Stabilität und Qualität der in den Nebenprodukten enthaltenen bioaktiven Verbindungen sowie auf die Entstehung von nährstoffschädigenden oder anderen unerwünschten Verbindungen, zum Ziel haben.</li></ul>  |
| Netzwerkbildung | –   |
| Honorierung     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Honorierung von produzierenden Unternehmen, welche ihre Prozesstechnologien zu Gunsten einer maximalen Rest- und Nebenstoffqualität bei nahezu gleichbleibender Produktqualität optimieren.</li></ul>   |
| Regulation      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Überarbeitung von Regularien und Grenzwerten für unerwünschte Verbindungen, um der Variabilität und Konzentrierungseffekten im Zuge kaskadischer Verarbeitung Rechnung tragen zu können.</li></ul>  |



### **2.2.2 Mangel an flexiblen und grünen Vorbehandlungs- & Verarbeitungstechnologien**

Zur gleichen Zeit setzt die mangelnde Uniformität der Rest- und Nebenstoffströme die Existenz von flexiblen Technologien voraus, welche sich an die schwankende Qualität der Rest- und Nebenstoffe anpassen lassen beziehungsweise die Rest- und Nebenstoffe ungeachtet ihrer Heterogenität verarbeiten können. Zum aktuellen Zeitpunkt stehen laut befragten Experten solche Technologien nicht im benötigten industriellen Maßstab sowie im entsprechenden Technologie-Reifegrad zur Verfügung, was unternehmerische Risiken der Verwertung erhöht und entsprechende Investitionen abschrecken kann. Infolgedessen erfordert die derzeitige Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen angesichts ihrer Heterogenität, sowie die Empfindlichkeit gegenüber Verarbeitungs- und Lagerungsbedingungen Vorbehandlungsprozesse, die derzeit eine große techno-ökonomische Herausforderung darstellen. So sind aktuell vor allem Trocknungs-, Trennungs- oder chemische Behandlungsprozesse notwendig, um die physikalisch-chemische und mikrobiologische Stabilität des Nebenprodukts vor und während der Valorisierung zu erhalten und die Kompatibilität des Nebenprodukts mit etablierten Extraktions- und Umwandlungstechnologien zu gewährleisten. Diese Prozesse sind jedoch in der Regel sehr energie- und damit kostenintensiv, haben durch die benötigte Prozessmaschinerie einen hohen Flächenbedarf und stehen mangels etablierter grüner Technologien in vielen Fällen mit negativen ökologischen Auswirkungen in Verbindung, was die Inwertsetzung von Nebenprodukten für Unternehmen entsprechend unattraktiv macht. Die kaskadische Anwendung verschiedener Inwertsetzungsprozesse im Rahmen der zirkulären Bioökonomie, die möglicherweise weitere zwischengeschaltete Vorbehandlungsschritte erfordert, verschärft dieses Problem.

#### **Handlungsempfehlungen:**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Kommunikation   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Finanzielle Förderung des Wissenstransfers bei geförderten Forschungsprojekten.</li><li>• Förderung der Forschung und Entwicklung flexibler Produktions- und Verarbeitungstechnologien.</li><li>• Förderung der Weiterentwicklung von Vorbehandlungsprozessen sowie der Optimierung von grünen Extraktionsansätzen und nachhaltigen integrierten Bioraffineriekonzepten (im Hinblick auf eine kaskadische Nutzung).</li></ul>   |
| Förderung       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von neuartigen Interventionsstrategien zur Gewinnung von Rest- und Nebenstoffen an früheren Stellen der Wertschöpfungskette.</li><li>• Förderung von „Waste-Broker“-Unternehmen, welche in dezentralen Reststoff-Hubs, Rest- und Nebenstoffe von produzierenden Betrieben entgegennehmen und durch Vorbehandlung haltbar sowie handelbar machen und somit die Betriebskosten, sowie den Flächenbedarf für Vorbehandlungsprozesse in bestehenden Unternehmen reduzieren.</li></ul> |
| Netzwerkbildung | –   |
| Honorierung     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Verstärkte Investitionen in die Infrastruktur und die technologische Entwicklung, welche für die Inwertsetzung und die Vorbehandlung von Rest- und Nebenstoffen notwendig sind.</li></ul>   |
| Regulation      | –   |

## 2.3 Ökonomische & Logistische Hürden

### **2.3.1 Hohe Verderblichkeit, unattraktive Vorbehandlung und fehlende Infrastruktur**

Rest- und Nebenstoffströme der ersten Verarbeitungsstufe weisen teils hohe Wasseraktivitäten und damit einhergehend eine hohe Verderblichkeit auf. So setzen beispielsweise sowohl bei Wein- als auch Kirschsafttrester bereits nach wenigen Stunden erste biologische Fermentationsprozesse, sowie ein mikrobieller Befall ein, welche nach 24-48 Stunden dafür sorgen, dass eine Inwertsetzung nahezu unmöglich ist. Für eine optimale Inwertsetzung der Rest- und Nebenstoffströme ist daher eine entsprechende Vorbehandlung, welche die Rest- und Nebenstoffströme in einen lagerbaren und transportierbaren Zustand versetzt, unerlässlich. In der Regel erfolgt eine solche Vorbehandlung durch Trocknung der Rest- und Nebenstoffe (z. B. Gefriertrocknung, Sprühtrocknung, Ofentrocknung) oder Tiefkühlung, welche zumeist mit einem hohen Flächen-, Energie- und daraus resultierendem Kostenaufwand einhergeht. Die Vorbehandlung und Stabilisierung der Rest- und Nebenstoffe stellt daher eine aus wirtschaftlicher Sicht unattraktive, wenig lukrative Option dar, welche von produzierenden Unternehmen nur in Ausnahmefällen wahrgenommen wird. Zwar lassen sich einige der untersuchten Rest- und Nebenstoffe auch in frischen Zustand verwerten, indem sie als Substrate für hydrothermische, Pyrolyse-, sowie Fermentations- und Zersetzungsprozesse (z. B., Myceliumproduktion, Insektenbioraffinerie) genutzt werden, allerdings fehlt hierfür derzeit die notwendige Infrastruktur. So existieren in nachhaltig und wirtschaftlich überbrückbarer Distanz zu den produzierenden Unternehmen, derzeit kaum Verwertungszentren, welche die Rest- und Nebenstoffe unter Nutzung entsprechend flexibler bakterieller und fungaler Stämme beziehungsweise (hydro-)thermischer Technologien verwerten können, noch Lieferinfrastrukturen die einen gekühlten Transport, sowie die Zwischenlagerung zu wirtschaftlichen Konditionen ermöglichen. Dieser Mangel an Infrastruktur für die Sammlung, Sortierung, Vorbehandlung und Verarbeitung von Rest- und Nebenstoffen beeinträchtigt die Effizienz möglicher Wertschöpfungsketten und macht es derzeit schwierig biobasierte Rest- und Nebenstoffe effektiv zu nutzen. Zugleich erfordert der Aufbau erhebliche Investitionen und Planung.

Auch für weiterverarbeitende Unternehmen der Bioökonomie stellt es ein Risiko dar, auf Rest- und Nebenstoffe als Rohstoffbasis zu bauen. Es besteht dadurch stets das Risiko, dass das abgebende Unternehmen von Rest- und Nebenstoffen, diese in andere Verwertungswege geben könnte.

## Handlungsempfehlungen:

Kommunikation	–
Förderung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung der Forschung und Entwicklung flexibler Produktions- und Verarbeitungstechnologien.</li><li>• Förderung der Weiterentwicklung von Vorbehandlungsprozessen und dezentralen, nachhaltigen integrierten Bioraffineriekonzepten.</li><li>• Förderung des Aufbaus von dezentralen Vorbehandlungszentren, in welchen Rest- und Nebenstoffe gesammelt vorbehandelt werden können.</li><li>• Förderung von ländlichen Räumen, in denen sich z. B. innovative Start-Ups mit der Weiterverarbeitung befassen können.</li><li>• Förderung von „Waste-Broker“-Unternehmen, welche in dezentralen Reststoff-Hubs, Rest- und Nebenstoffe von produzierenden Betrieben entgegennehmen und durch Vorbehandlung haltbar sowie handelbar machen und somit die Betriebskosten, sowie den Flächenbedarf für Vorbehandlungsprozesse in bestehenden Unternehmen reduzieren.</li></ul>
Netzwerkbildung	– <ul style="list-style-type: none"><li>• Verstärkte Investitionen in die logistische Infrastruktur die für die Vorbehandlung und die Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen notwendig ist.</li></ul>
Honorierung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Subventionierung von Unternehmen, welche Reststoffe betriebsintern vorbehandeln und diese als lagerfähige Produkte auf dem Reststoffmarkt anbieten.</li></ul>
Regulation	–

### **2.3.2 Fehlende Passung, geringes Marktvolumen & geringe Preise am Reststoffmarkt**

Der derzeitige Reststoffmarkt zeichnet sich durch ein Ungleichgewicht bezüglich der Qualität angebotener Rest- und Nebenstofffraktionen und der von weiterverarbeitenden Unternehmen gestellten Qualitätsanforderungen aus. So sind weiterverarbeitende Unternehmen der Lebensmittel-, Pharma- und Kosmetikbranche derzeit vorrangig auf der Suche nach vollständig erschlossenen reststoffbasierten Rohstoffströmen und Verbindungen, welche in einer Qualität und funktionalem Zustand vorliegen, welche die direkte Substitution bestehender Rohstoffe in existierenden Prozessen erlaubt. Diese Anforderungen können von produzierenden Unternehmen jedoch nur geringfügig, bis gar nicht erfüllt werden, da wie zuvor erwähnt, umfassende Vorbehandlungs- und Konversionsprozesse notwendig sind, deren Kosten sich zum derzeitigen Stand nicht aus dem Verkauf der Rest- und Nebenstoffe decken lassen. In Folge dieser Problematik werden viele Rest- und Nebenstoffe gar nicht erst auf dem Reststoffmarkt angeboten, sondern über größtenteils für die produzierenden Unternehmen mit zusätzlichen Kosten verbundenen Lösungen, wie z. B. die Abgabe als Biogas- und Kompostierungssubstrat, Feldeintrag oder Industrieabfall, entsorgt. Zusätzlich verstärkt wird diese Problematik durch die Preisgestaltung und Wertschätzung von Reststoffen. So zeigen sich Reststoffabnehmer oft selten bereit mehr als einen, die logistischen Kosten deckenden Minimalpreis für die Rest- und Nebenstoffe zu bezahlen. Dies führt entsprechend zu einer paradoxen Situation da produzierende Unternehmen zumeist eine Entlohnung für ihre Rest- und Nebenstoffe fordern, um die zusätzlichen, durch Prozessanpassungen und logistischen Mehraufwand entstandenen Kosten zu decken. Diese Diskrepanzen zwischen Angebot und Nachfrage erschweren die wirtschaftliche Rentabilität der Reststoffverwertung erheblich. Zugleich ist der Markt für biobasierte Reststoffe derzeit noch gering ausgeprägt, was sich einerseits in einer unzureichenden Nachfrage sowie niedrigen Preisen niederschlägt und andererseits dazu führt, dass Unternehmen zögern, in Lösungen zur Sammlung, Vorbehandlung, sowie Verwertung zu investieren. Derzeitige wirtschaftliche Anreize für die Verwertung von Rest- und Nebenstoffen reichen somit nicht aus, um eine nachhaltige und profitable Nutzung von Rest- und Nebenstoffen zu gewährleisten.

#### **Handlungsempfehlungen:**

Kommunikation	• Fördermöglichkeiten für reststoffproduzierende Unternehmen, welche bioökonomisch aktiv werden möchten, müssen verstärkt kommuniziert werden und auch Bioökonomie-Randgruppen erreichen.
Förderung	–
Netzwerkbildung	• Unterstützung junger innovativer Unternehmen bei der Suche nach Reststoffproduzenten und vice versa. Schaffung einer Rohstoffbörse für Anbieten und Suchen von Rohstoffen auf lokaler Ebene. • Schaffung von Anreizen für die Verarbeitung von Rest- und Nebenstoffen und den Verkauf von Reststoff-basierten Produkten (z.B. in Form von Subventionierung verarbeitender Unternehmen, bzw. Erleichterungen für den Kauf Reststoff-basierter Produkte)
Honorierung	
Regulation	–

### **2.3.3 Eingeschränkte Konkurrenzfähigkeit & Kostenfaktoren**

Die Etablierung reststoffbasierter Produkte auf dem Markt erfordert umfassende Marketinganstrengungen und Überzeugungsarbeit bei Verbraucher:innen oder Unternehmen, um Akzeptanz für die Nutzung von Rest- und Nebenstoffen zu legitimieren. Zur gleichen Zeit müssen reststoffbasierte Produkte sowohl mit fossilen Alternativen als auch mit biobasierten, nicht-reststoffbasierten Produkten konkurrieren. Gerade mit Blick auf aktuelle Preise für fossile Reststoffe zeigt sich eine noch geringe Konkurrenzfähigkeit reststoffbasierter Produkte. Grund hierfür sind vorrangig Kostenfaktoren, welche die Produktionskosten für reststoffbasierte Produkte erhöhen und die Verwertung von Rest- und Nebenstoffen entsprechend unattraktiv erscheinen lassen. Darunter fallen neben hohen Transport- und Vorbehandlungskosten besonders hohe Land- und Flächenpreise, die besonders für fermentationsbasierte Verwertungsvorhaben, welche typischerweise einen hohen Flächenbedarf für Fermentationstanks benötigen, sowie für eine sichere Zwischenlagerung von Rest- und Nebenstoffen, um für eine lukrative Verwertung notwendige Mengen zu akkumulieren, problematisch sein können. Unter Beachtung, dass zur gleichen Zeit, die mit einer höherwertigen Verwertung von Rest- und Nebenstoffen einhergehenden Personalkosten stetig ansteigen, während niederwertige Verwertungsverfahren wie die thermische Verwertung von Rest- und Nebenstoffen durch den Kostenanstieg im Bereich fossiler Brennstoffe für Unternehmen an Interesse gewonnen hat, besteht derzeit nur ein geringer Anreiz für Unternehmen auf eine höherwertige Verwertung von Rest- und Nebenstoffen zu setzen. Förderlinien und Subventionen, welche diese Kostenfaktoren abfangen könnten, sind hingegen weder auf Bundes- noch auf Landesebene vorhanden oder in Planung.

Weiter konkurriert die Entwicklung neuer bioökonomischer Verwertungswege von Rest- und Nebenstoffen mit fossil-basierten Unternehmen im Bereich der Anlagentechnik. Für neue Verwertungswege muss häufig eine neue Verfahrenstechnik entwickelt werden, die mit etablierten, abgeschriebenen fossilen Anlagen konkurrieren. Eine weitere Hürde dabei ist die Finanzierung einer neuen Verfahrenstechnik. Da diese von Banken häufig als risikoreich eingestuft wird, ist eine Darlehen nicht oder nur zu unattraktiven Konditionen zu bekommen. Da die KfW-Kredite über Hausbanken abgewickelt werden, können Start-ups auch davon nicht profitieren. Im Ausland, v.a. in Nordamerika herrschen andere Förderbedingungen, die eine Investition erleichtern.

Zudem sind einige KfW-Förderbedingungen wenig zielführend. So wird laut Aussage eines Interviewpartners eine Anlage mit Ökostrom-Heizung im Neubau nicht gefördert, während sie bei Substitution einer fossilen Alternative gefördert wird.

#### **Handlungsempfehlungen:**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Kommunikation   | –   |
| Förderung       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kreditbürgschaften, kreditlose Darlehen oder zinsvergünstigte Darlehen mit einem Fokus auf grüne Investitionen würde es innovativen Start-Ups im Bereich der zirkulären Bioökonomie erleichtern, neue Verfahrensschritte umzusetzen.</li></ul>                    |
| Netzwerkbildung | –   |
| Honorierung     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Schaffung von Anreizen für die Verarbeitung von Rest- und Nebenstoffen und den Verkauf von Reststoff-basierten Produkten (z.B. in Form von Subventionierung verarbeitender Unternehmen, bzw. Erleichterungen für den Kauf Reststoff-basierter Produkte)</li></ul> |
| Regulation      | –   |

## 2.4 Regulatorische & Bürokratische Hürden

### **2.4.1 Regulatorische Unsicherheiten – Lebensmittelrichtlinien**

Unklare, stark einschränkende oder sich ändernde Regularien bezüglich der Nutzung von Reststoffen beeinträchtigen derzeitige Investitionen in die Verwertung von Rest- und Nebenstoffen. Vor allem für die Rückführung von, in Rest- und Nebenstoffen enthaltenen, Inhaltsstoffen und Teilfraktion in den Lebensmittelbereich, stellen derzeitige Regularien eines der zentralen Hindernisse dar. So macht beispielsweise die Novel-Food Verordnung der Europäischen Union die Entwicklung neuer Lebensmittel(-komponenten) auf Reststoffbasis durch lange und komplexe Zulassungsverfahren, mangelnde Klarheit bei der Deklaration, sowie damit verbundenen wirtschaftlichen Risiken und einem erschwerten Marktzugang unattraktiv. Innovative Unternehmen, welche ihr Geschäftsmodell in diesem wachsenden Sektor aufbauen möchten, wandern entsprechend häufig in Nicht-EU-Länder ab und tragen so zum Verlust von Wirtschaftsleistung, sowie wertvollen Rest- und Nebenstoffströmen bei.

Zur gleichen Zeit erschwert die anhaltende Subventionierung und Förderung tierischer Produkte die Etablierung pflanzlicher Proteine und Fette auf dem Lebensmittelmarkt, was einerseits zu erhöhten Preisen für pflanzliche Produkte und andererseits wiederum geringere Investitionen in innovative Lösungen zur Verwertung pflanzlicher Rohstoffströme (inklusive Rest- und Nebenstoffströme) zur Folge hat.

#### **Handlungsempfehlungen:**

Kommunikation	–
Förderung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etablierung eines Beratungsdienstes „Novel Food“ welche Unternehmen bei der Umsetzung der Novel Food Verordnung und den damit einhergehend Richtlinien unterstützt.</li></ul>
Netzwerkbildung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einbindung von Bioökonomieunternehmen in Lebensmittelgremien, um Rücksichtname auf bioökonomische Problemstellungen sicherzustellen.</li></ul>
Honorierung	–
Regulation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anpassung von Richtlinien im Lebensmittelbereich, um den Anforderungen der Bioökonomie Rechenschaft zu tragen.</li><li>• Verstärktes Einbeziehen bioökonomischer Problemstellungen und Lösungen in die Planung und Ausgestaltung von Legislativverfahren</li></ul>

#### **2.4.2 Regulatorische Unsicherheiten – Abfall- und Verwertungsrichtlinien**

Ähnlich wie im Bereich der Lebensmittelregularien, stellen auch unklare Regularien im Bereich der Abfall- und Verwertungsrichtlinien eine erhebliche Hürde für die effiziente Nutzung von Rest- und Nebenstoffen dar. So besteht unter produzierenden und weiterverarbeitenden Unternehmen eine hohe empfundene Intransparenz innerhalb bestehender Abfall- und Verwertungsrichtlinien. Weder Produzenten noch Weiterverarbeiter sind in der Lage, klar zu definieren, welche Materialien wann und wie weiterverarbeitet werden dürfen. Diese Unsicherheit hemmt dabei nicht nur die Entwicklung von Innovationen im Bereich der Rest- und Nebenstoffverwertung, sondern auch die Implementierung nachhaltiger Praktiken in der Industriepraxis. Teils investierten Unternehmen in neue Technologien, können diese aber aufgrund zu langsam angepasster Abfallregularien nicht einsetzen.

Ein besonders kritisches Beispiel ist die Deklaration von Rest- und Nebenstoffen als Industrieabfall, welche die Verwendung dieser Materialien in höherwertigen Sektoren wie der Pharma- oder Lebensmittelindustrie erheblich erschwert. Die dabei angewandten strengen Regularien machen es so nahezu unmöglich wertvolle Verbindungen aus Rest- und Nebenstoffen die noch Lebensmittelqualität besitzen zu gewinnen und in die entsprechenden Sektoren zurückzuführen. Ein weiteres Beispiel für diese Problematik zeigt sich mit Blick auf die Nutzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung als Substrat für Insektenbioraffinieren oder die Insektenzucht als alternative Proteinquelle. So ist beispielsweise die Fütterung von Insekten wie Grillen, Mehlwürmern, oder Soldatenfliegenlarven mit zugelassenen Futtermitteln innerhalb bestehender Regularien zulässig, während dies bei deklarierten Abfällen nicht der Fall ist, obwohl sich diese in Falle biobasierter Rest- und Nebenstoffe häufig nur geringfügig von zugelassenen Futtermitteln unterscheiden. Dies führt dazu, dass Insekten als Verwerter von Lebensmittelabfällen kaum eingesetzt werden können, obwohl sie eine vielversprechende Möglichkeit zur Veredlung dieser Abfälle darstellen würden. Die Zwischenschaltung eines Futtermittelhändlers, der entsprechende Zertifizierungen für die Reststoffe einholen muss. Dies verkompliziert und verteuert den Prozess der Verwertung.

Zusätzlich erschweren spezifische Regelungen wie beispielsweise die in der Düngemittelverordnung geregelten zeitlichen Einschränkungen für die Ausbringung von Reststoffen wie Weintrester, die Verwertung von biobasierten Rest- und Nebenstoffen. Besonders die Vorgabe, Weintrester innerhalb von fünf Tagen in den eigenen Weinbergen auszubringen, stellt für viele Winzer:innen eine zur Erntezeit kaum umsetzbare Herausforderung dar, deren Lösung mehr Flexibilität von regulatorischer Seite erfordert.

Verstärkt werden diese Problematiken durch zum Teil stark variierende und komplexe kommunale Entsorgungs- und Verwertungsrichtlinien. Lösungen, die in einer Kommune erfolgreich etabliert wurden, sind so häufig nicht auf andere Kommunen übertragbar, da sie mit den dortigen Richtlinien nicht vereinbar sind. Diese lokalen Unterschiede führen zu Verwirrung und Ineffizienz in der Reststoffbewirtschaftung und behindern eine flächendeckende Umsetzung nachhaltiger Lösungen.

### Handlungsempfehlungen:

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Kommunikation   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Aufarbeitung und Zugänglichkeit der geltenden Regularien für Abfall in Baden-Württemberg besser für bioökonomieinteressierte Unternehmen aufarbeiten. Hierfür eignet sich die Homepage Bioökonomie Baden-Württemberg.</li></ul> |
| Förderung       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von gemeindeübergreifenden Abfallverwertungsstrategien.</li></ul>   |
| Netzwerkbildung | –   |
| Honorierung     | –   |
| Regulation      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Schaffung einheitlicher Regularien zum Umgang mit Reststoffströmen in der Bioökonomie, beispielsweise durch Ergänzung existierender Umweltauflagen oder Änderung der bestehenden Abfallgesetzgebung.</li></ul>                  |



### **2.4.3 Fehlende Geschwindigkeit & Zuständigkeit bei der Umsetzung innovativer Lösungen**

Neben unklaren und einschränkenden Richtlinien stellen ebenfalls langwierige Zulassungs- und Genehmigungsverfahren bei der Zulassung und Etablierung neuer Technologien zur Verwertung von Rest- und Nebenstoffen ein bedeutendes bürokratisches Hindernis dar. So benötigen viele innovative Verfahren und Technologien, die das Potenzial haben, Rest- und Nebenstoffe wertbringend zu verwerten bzw. zu fraktionieren oft Jahre, um die zur Zulassung erforderlichen Genehmigungen zu erhalten. Diese Verzögerungen stehen dabei im Widerspruch zu den dynamischen Entwicklungen in der Branche, sowie dem Leitgedanken einer bioökonomischen Innovations- und Vorreiterrolle Baden-Württembergs. Für kleine und mittlere Unternehmen stellen die bestehenden Zulassungsprozesse dabei oft eine unüberwindbare Hürde dar, da die Komplexität und Dauer der Prozesse und die damit verbundenen Kosten für viele kleine und mittlere Unternehmen schlicht nicht tragbar sind. In Folge gelangen viele vielversprechende Innovationen nicht zur Marktreife, was sich entsprechend negativ auf die betroffenen Unternehmen, wie auch die gesamte regionale Bioökonomieunternehmenlandschaft auswirkt. Ein weiterer kritischer Punkt, welcher von vielen Unternehmensvertreter:innen als zentrales Hindernis angebracht wird, sind unklare Zuständigkeiten innerhalb der Regulierungsbehörden. So wissen Unternehmen, die Fragen zu neuen Technologien oder Regularien haben, oftmals nicht, an wen sie sich wenden sollen. Dies führt dazu, dass Anfragen häufig weitergeleitet werden, ohne dass eine klare Antwort gegeben werden kann. Weiterhin werden Universitäten und Organisationen vermehrt angefragt, Reststofflösungen zu finden, die aus Zeitgründen nur bedingt weiterhelfen können. Diese Unsicherheit trägt zur Verlangsamung des Innovationsprozesses bei und frustriert Unternehmen, die auf schnelle und wenig komplexe Entscheidungen angewiesen sind. Gemeinsam mit der zögerlichen Anpassung bestehender Regularien an neue wissenschaftliche Erkenntnisse und technologische Entwicklungen, welche nicht nur bioökonomischen Fortschritt, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen im globalen Markt gefährden, kann dies mitunter ausschlaggebend dafür sein, dass Unternehmen ihre Aktivitäten ins Ausland verlagern, wo die regulatorischen Rahmenbedingungen günstiger sind.

## Handlungsempfehlungen:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Kommunikation   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Etablierung einer zentralen Beratungsanlaufstelle für zirkuläre Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft, welche produzierende sowie weiterverarbeitende Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung von Verwertungslösungen für Rest- und Nebenstoffströme im Sinne der kreislaforientierten Bioökonomie unterstützt, sowie Informationen zu einzelnen Rest- und Nebenstoffströmen sammelt und einheitlich präsentiert.</li><li>• Kommunikation der politischen Unterstützung für die Erschließung von Rest- und Nebenstoffströmen im Rahmen einer nachhaltigen, kreislaforientierten Bioökonomie</li><li>• Förderung von Forschungsprojekten mit dem Schwerpunkt auf unternehmensnahe Forschung und Wissenstransfer, um die Geschwindigkeit der TLR zu erhöhen. Reststoffproduzenten sollten direkt mit in Forschungsprojekte eingebunden werden.</li></ul> |
| Förderung       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von Forschungsprojekten, welche sich intensiv mit bestimmten Reststoffen befassen und umsetzbare Verwertungsstrategien entwickeln.</li></ul>   |
| Netzwerkbildung | –  |
| Honorierung     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Honorierung von Unternehmen, welche sich um eine Verwertung ihrer Reststoffe im Sinne der Bioökonomie bemühen und Unterstützung derer bei den Zulassungsprozessen.</li><li>• Flexibilisierung existierender Zulassungsprozesse und Bürokratieabbau zur Sicherstellung der Innovationsfähigkeit Baden-Württembergischer bioökonomieunternehmen.</li></ul>   |
| Regulation      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Beschleunigung des legislativen Prozesses bei der Anpassung von Regularien und Zulassungsverfahren.</li></ul>  |

## 2.5 Sonstige Hürden

### **2.5.1 Problematische Verwertung von reststoffbasierten Produkten**

Mit Blick auf eine kreislaforientierte Bioökonomie, stellen derzeit fehlende technische Lösungen und regulatorische Rahmenbedingungen für die Verwertung von Reststoff-basierten Produkten ein bedeutendes Problem für Bioökonomieunternehmen in Baden-Württemberg dar. So stehen für viele reststoffbasierte Produkte derzeit keine Lösungen zur end-of-life Rückführung bereit. So sind beispielweise derzeitige bioabbaubare Produkte der Bioökonomie nur bedingt in herkömmlichen Kompostierungsanlagen kompostierbar oder nur eingeschränkt für die Verwertung durch anaerobe Fermentationsprozesse geeignet. Neben dem fehlenden technologischen Fortschritt im Bereich der flexiblen Rückführungstechnologien führen dabei auch fehlende gesetzliche Rahmenbedingungen in Bezug auf die Rückführung reststoffbasierten Produkten dazu, dass ein kreislaforientiertes Wirtschaften für die entsprechenden Unternehmen derzeit nur bedingt möglich ist.

#### **Handlungsempfehlungen:**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Kommunikation   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Kompostierung von reststoffbasierten Produkten ist eine relativ simple Möglichkeit, diese Produkte zurück in den Kreislauf zu bringen. Dafür sollte die heutige Nutzung von Kompost bzw. der Kompostieranlagen diskutiert und mögliche Erweiterungen des Systems auf reststoffbasierte Produkte geprüft werden.</li></ul> |
| Förderung       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Förderung von neuen Entsorgungsmöglichkeiten in Abstimmung mit lokalen Entsorgungsunternehmen.</li></ul>  |
| Netzwerkbildung | –   |
| Honorierung     | –   |
| Regulation      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Anpassung der Entsorgungsmöglichkeit (bzw. Aufbau einer zirkulären kompostbasierten Bioökonomie) von kompostierbaren Materialien, die in aktuell genutzten Kompostieranlagen nicht entsorgt werden können (da die Systeme nicht darauf optimiert sind und solche Produkte aussortiert werden).</li></ul>                  |

### **2.5.2 Mediale und Wissenschaftskommunikation bezüglich Reststoff-Inwertsetzung**

Von gesellschaftlicher Seite steht der bioökonomischen Verwertung von Rest- und Nebenstoffen vor allem Skepsis von Seiten der Bevölkerung als Hürde gegenüber. So zeigt sich nach eingänglicher Begeisterung bei der Vorstellung innovativer reststoffbasierter Produkte zumeist eine kritische Skepsis, welche zumeist auf einen mangelnden Wissensstand der Bevölkerung zurückzuführen ist. Entsprechend sind verstärkte Wissenschaftskommunikation und Bildungsarbeit notwendig, um wissenschaftliche Forschungsergebnisse im Bereich der Bioökonomie zugänglicher zu machen und Zweifel gegenüber der Sinnhaftigkeit der bioökonomischen Verwertung von Rest- und Nebenstoffen zu beseitigen. Ein solches Vorgehen könnte mitunter nicht nur eine verstärkte Nachfrage nach reststoffbasierten Produkten, sondern auch ein steigendes Angebot nach sich ziehen.

#### **Handlungsempfehlungen:**

Kommunikation	• Verbesserung des Zugangs zu im Rahmen von geförderten Forschungsmaßnahmen erarbeiteten Informationen und Forschungsergebnissen.
Förderung	• Förderung von Strategien und Projekten zur Aufarbeitung und Dissemination von Forschungsergebnissen.
Netzwerkbildung	–
Honorierung	–
Regulation	–

### 3. Zusammenfassung

Nach den Erfahrungen des einjährigen MLR-Projektes CreiseL aus den Befragungen von Expert:innen in Verarbeitungsunternehmen, bei denen Rest- und Nebenstoffe anfallen, in innovativen Unternehmen, die Produkte der zirkulären Bioökonomie entwickeln oder entwickelt haben und in Forschungseinrichtungen und Universitäten, können wir folgende Handlungsempfehlungen zusammenfassen. Im Bereich der Kommunikation ist von vielen Interviewpartnern eine klare zentrale Ansprechstelle mit klar zu erkennenden Zuständigkeiten gewünscht. Daher lautet eine Empfehlung die Etablierung einer zentralen Beratungsanlaufstelle für die zirkuläre Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft, welche produzierende sowie weiterverarbeitende Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung von Verwertungslösungen für Rest- und Nebenstoffströme im Sinne der zirkulären Bioökonomie unterstützt, sowie Informationen zu einzelnen Rest- und Nebenstoffströmen sammelt und einheitlich präsentiert. Für den Bereich des Anfalls von Rest- und Nebenstoffen sollte die Anlaufstelle ebenso landwirtschaftliche Betriebe zu Verwertungsoptionen, Lagerung und Logistik beraten können sowie Unternehmen der ersten Verarbeitungsstufe oder späteren Verarbeitungsstufen, bei denen Rest- und Nebenstoffe anfallen. Ebenso sollte die Beratungsstelle Unternehmen der Bioökonomie und anderen Unternehmen, die biobasierte Rohstoffe einsetzen wollen, Handlungsoptionen aufzeigen können.

Zu dem Informationsangebot sollte eine langfristig aktualisierte, zentral organisiert und verwaltete Rohstoffbörse gehören, welche es produzierenden Unternehmen ermöglicht, anfallende Reststoffströme mit Informationen zur Entstehungszeitpunkt, Entstehungsmenge und der zu erwartenden Qualität anzubieten, und weiterverarbeitenden Unternehmen erlaubt, Gesuche nach Reststofffraktionen zu inserieren.

Zur Vernetzung von Bioökonomie-Akteuren und solchen, die Zugang zu diesen Unternehmen benötigen, bietet sich eine Plattform an. Diese sollte intelligente Filter-, Such-Schlagwortfunktionen beinhalten, bei der nach Produktgruppen, Dienstleistungen oder Reststoffen gesucht werden kann. Essenziell ist es, diese Plattform oder Börse in bestehende Strukturen einzubinden, um eine Aktualität und Überwachung zu gewährleisten. Datenbanken waren schon öfter Ergebnisse von z. B. Forschungsprojekten, die allerdings aufgrund von fehlenden Aktualisierungen in einem schnell wachsenden Bioökonomie-Markt schnell veraltet sind und nicht mehr genutzt werden. Bemühungen müssen von den Bioökonomie-Akteuren gebündelt werden. Die Bioökonomie-Plattform von Bioökonomie BW und der Bioökonomie-Marktnavigator sind sehr ähnliche Tools und könnten eventuell zusammengelegt werden.

Vernetzungsveranstaltungen wie die Bioökonomietage und Konferenzen in Baden-Württemberg können verschiedenste Disziplinen zusammenbringen. Hierfür müssen aber Reststoffunternehmen verstärkt eingebunden werden. Zusätzlich sollten lebensmittelproduzierende Unternehmen auf den branchenspezialisierten Messen und Fachveranstaltungen über die Bioökonomie und innovative Reststoffverwertungen aufgeklärt werden.

Vielfach wurde auch der Bedarf einer verlässlichen Förderung genannt. Zum einen sollten Forschungsvorhaben gefördert werden, welche die Erforschung der Auswirkungen von Vorbehandlungsprozessen und den Einfluss von Prozesstechnologien und -parametern auf die Stabilität und Qualität der in den Nebenprodukten enthaltenen bioaktiven Verbindungen sowie auf die Entstehung von nährstoffschädigenden oder anderen unerwünschten Verbindungen, zum Ziel haben.

Neue Verfahrensschritte umzusetzen und Anlagentechnik zu entwickeln ist aufwändig und mit Risiko behaftet. Um eine verlässliche Finanzierung gewährleisten zu können, können Landesbanken Start-Ups mit Kreditbürgschaften, kreditlose Darlehen oder zinsvergünstigte Darlehen mit einem Fokus auf grüne Investitionen unterstützen.

Da sowohl die lebensmittelverarbeitenden Unternehmen, bei denen Rest- und Nebenstoffe anfallen, als auch weiterverarbeitende Unternehmen der Bioökonomie häufig einen klaren Geschäftsfokus haben, der nicht die Aufbereitung, Lagerung und Logistik rund um Rest- und Nebenprodukte beinhaltet, könnte ein zwischengeschalteter Akteur diese Aufgaben übernehmen. Es sollte die Entwicklung von „Waste-Broker“-Unternehmen unterstützt werden, welche in dezentralen Reststoff-Hubs, Rest- und Nebenstoffe von produzierenden Betrieben entgegennehmen und durch Vorbehandlung haltbar sowie handelbar machen und somit die Betriebskosten, sowie den Flächenbedarf für Vorbehandlungsprozesse in bestehenden Unternehmen reduzieren. Ein solcher Waste-Broker könnte weiterverarbeitenden Unternehmen zu biobasierten Rohstoffen verhelfen, die sich bisher noch keine Gedanken um die Verwertung von Rest- und Nebenstoffen machen.

All die vorgenannten Stellen und Bemühungen sollten bei Fragen zu Abfallgesetz und Zulassungsverfahren unterstützen können. Hier herrscht bei einigen Akteuren eine große Unsicherheit. Sowohl im Bereich der Lebensmittelregularien, als auch im Bereich der Abfall- und Verwertungsrichtlinien können klare Rahmenbedingungen für sichere Orientierung sorgen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist ein verstärkter Wissenstransfer und bessere Verknüpfung von Wissenschaft und Unternehmen. z. B. durch studentische Forschungsarbeiten in Unternehmen (Förderung von Projekten wie BioPartnerBW).

Nicht zuletzt sollten Förderprogramme und Innovationsinitiativen ausgebaut werden, um Investitionen in die Optimierung von Produktionsprozessen sowie in neue Technologien und Verarbeitungsmethoden zu unterstützen. Hierfür sind Kooperationen zwischen Unternehmen und Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Forschungsabteilungen von größeren Unternehmen besonders wichtig, um praxisorientierte, innovative Lösungen für die Verwertung Rest- und Nebenstoffen zu entwickeln. Gemeinsame Forschungsprojekte können dazu beitragen, neue Anwendungen zu entdecken und die Effizienz der Verarbeitungsprozesse zu steigern. Das CreiseL-Projekt hat einen sehr breiten Ansatz gewählt. Ein ähnliches Format könnte man mit längerer Laufzeit und unter Beteiligung von Praxisunternehmen und Forschungseinrichtungen für nur eine Kultur ausgebaut werden.

Alle Ansetze können eine noch größere Wirkung erzielen, wenn hier der Schulterschluss mit Programmen anderer Bundesländer gesucht wird.