



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



Handlungsempfehlung und Verwertungsoptionen für Rest- und Nebenstoffe für lebensmittelverarbeitende Unternehmen

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

Einleitung	3
Allgemeine Handlungsempfehlungen für lebensmittelverarbeitende Unternehmen in Baden-Württemberg	4
Identifikation und Analyse der Reststoffe	4
Prozessmonitoring und -optimierung.....	4
Absatzmöglichkeiten und Kooperation innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken	5
Unternehmensentwicklung.....	5
Kulturspezifische Handlungsempfehlungen für lebensmittel-verarbeitende Unternehmen in Baden-Württemberg	7
Haferspelzen.....	7
Hopfenrebenhäcksel.....	9
Sojaokara	11
Kirschkerne und -trester.....	13
Weintrester	16
Walnusschalen.....	18

Einleitung

Das Projekt CreiseL hat im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, spezifische, in Baden-Württemberg anfallende Reststoffe der Lebensmittelproduktion untersucht. Im Einklang mit der neuen Bioökonomiestrategie des Landes bis 2029 sollen in Zukunft auch die Reststoffe der Ernährungswirtschaft konsequenter genutzt werden. Hierfür sollen vor allem Kaskadennutzungskonzepte erarbeitet werden, welche zur Etablierung einer zirkulären Bioökonomie beitragen werden.

Um diese Bestrebungen zu unterstützen, hat das Projekt CreiseL die im Folgenden beschriebenen allgemeinen Handlungsempfehlungen für Unternehmen entwickelt, bei denen Rest- und Nebenstoffströme der Lebensmittelproduktion anfallen. Diese werden durch produktspezifische Handlungsempfehlungen für die Reststoffe Haferspелzen, Sojaokara, Walnussschalen, Kirschkerne und -trester, sowie Weintrester und Hopfenpflanzen nach der Ernte der Dolden ergänzt.

In Interviews mit lebensmittelverarbeitenden Unternehmen, Wissenschaftler:innen sowie Bioökonomieunternehmen, die bereits mit Reststoffen arbeiten, haben wir bestimmte Hürden identifiziert, welche lebensmittelverarbeitende Unternehmen daran hindern, ihre Reststoffe einer höheren bioökonomischen Wertschöpfung zukommen zu lassen. Die Handlungsempfehlungen wurden entsprechend konzipiert, um die identifizierten Hürden in Zukunft abbauen zu können.

In den Gesprächen mit den lebensmittelverarbeitenden Unternehmen haben sich die im Folgenden beschriebenen Haupthürden ergeben. Eine große Hürde für die bioökonomische Verwertung der Reststoffe ist, dass sich viele der Betriebe nicht bewusst sind, dass die anfallenden Reststoffe ein höheres bioökonomisches Potenzial haben könnten. Nur wenige Unternehmen wussten genau, welche Inhaltsstoffe ihre Reststoffe haben, oder wie diese potenziell höherwertig weitergenutzt werden können. Bisher dominieren traditionelle Abfall-Verwertungswege der Nebenströme in Baden-Württemberg für die untersuchten sechs Reststoffe. In kleineren oder mittelständigen Unternehmen fallen oft Nebenströme in einer Größenordnung an, die sich nicht für weiterverarbeitende Unternehmen lohnt. Hinzu kommt die Saisonalität einiger Reststoffe.

Reststoffe haben aufgrund des verbleibenden Wasser- oder Ölgehalts oft nur eine kurze Haltbarkeit. Somit ist das oberste Ziel vieler Unternehmen, die Reststoffe möglichst schnell abzugeben. Zum Teil werden damit verbundene Kosten in Kauf genommen. Die Abgabe der erfolgt bisher häufig nur als Ausgangsstoff zur energetischen Verwertung in Biogas- oder Verbrennungsanlagen, als Tierfutter oder werden (vor Ort selbst) kompostiert. CreiseL setzt hier an, um regionale Stoffkreisläufe zu schließen neue Verwertungswege zu identifizieren. Folgende Handlungsempfehlungen für produzierende Unternehmen in der Lebensmittelbranche haben die CreiseL-Untersuchungen ergeben.

Eine wachsende Anzahl von Start-Ups in Baden-Württemberg, welche sich auf Food-Upcycling konzentrieren, sowie Unternehmen, die sich auf die Bildung neuer Wertschöpfungsnetze konzentrieren, können helfen, ein neues Wertschöpfungsnetzwerk für bioökonomisches Wissen der Reststoffverwertung aufzubauen. Um das Potenzial der vielfältigen Reststoffe nutzbar machen zu können, werden verschiedenste technische Lösungen und Innovationen notwendig sein.

Allgemeine Handlungsempfehlungen für Lebensmittelverarbeitende Unternehmen in Baden-Württemberg

Identifikation und Analyse der Reststoffe

Als ersten Schritt ist es für die lebensmittelverarbeitenden Unternehmen wichtig, detaillierte Analysen durchführen zu lassen, um die Zusammensetzung und Qualität der anfallenden Reststoffe und Nebenströme genau zu kennen. Die wertgebenden Inhaltsstoffe für die Bioökonomie zu verstehen, hilft Unternehmen dabei, geeignete Verwertungsmethoden und gegebenenfalls Partner zu identifizieren oder auch selbst neue Verwertungswege für die Reststoffe zu erschließen. Eine erste Orientierung zu wertgebenden Inhaltsstoffen von Rest- und Nebenstoffen können die Creisel-Steckbriefe liefern. Zu den tatsächlichen Inhaltsstoffen und -mengen sind individuelle Probenahmen nötig. Es gibt verschiedene Analyseinstitute, die mit einer solchen Reststoffanalyse beauftragt werden können. Auch Forschungsprojekte mit Universitäten oder anderweitigen Forschungsinstituten können neue innovative Verwertungsmethoden hervorbringen oder existierende Verwertungsmethoden weiterentwickeln. Wichtig ist hier auch, die Reststoffe auf mikrobiologischer Ebene zu verstehen, damit Abbauprozesse durch geeignete Methoden direkt verhindert werden können. Nur wenn die genaue Zusammensetzung, die Eigenschaften und Mengen bekannt sind, können die Reststoffe bestmöglich im Sinne der Bioökonomie verwertet und neue Kaskadennutzungen aufgebaut werden. Reststoffe der Lebensmittelindustrie enthalten oft noch Proteine, Fette, Ballaststoffe, sowie sekundäre Pflanzenstoffe und weitere wertvolle Inhaltsstoffe, die sich vielfältig innerhalb von bioökonomischen Lösungen einsetzen lassen und fossilbasierte Rohstoffe ersetzen können. Die genaue Kenntnis der Zusammensetzung hilft Unternehmen somit abschätzen zu können, ob sie die Reststoffe mit den bestehenden Technologien selbst weiterverwenden oder stabilisieren können, oder ob eine Abgabe an Weiterverarbeiter sinnvoll ist.

Prozessmonitoring und -optimierung

Als zweiten Schritt empfehlen wir die Etablierung eines umfassenden Produktionsprozessmonitorings, welches es Unternehmen erlaubt die eigenen Produktionsprozesse zu überwachen und Daten zu entstehenden Nebenstoffströmen zu sammeln. Nur so kann die Qualität der entstehenden Nebenstoffströme direkt zum Zeitpunkt der Entstehung erfasst und für eine höherwertige Verarbeitung sichergestellt werden. Für die Weiterverarbeitung der Reststoffe zu höherwertigen Produkten oder gar einen weiteren Einsatz in der Lebensmittelproduktion ist es unumgänglich, existierende Prozessketten zu analysieren und zu ermitteln, wo Nebenstoffströme entstehen und zu welchem Zeitpunkt diese aus dem Produktionsprozess herausgezogen werden können, bevor sie an Qualität verlieren. Innerhalb der durch geltende Abfallbestimmungen gesetzten Grenzen müssen Unternehmen dabei herausfinden, welche Schritte notwendig sind, um eine höchstmögliche Qualität der Rest- und Nebenstoffströme zu gewährleisten. Um Reststoffe als hochwertige Zutaten in der Lebensmittel- oder z. B. Pharmaindustrie einsetzen zu können, ist es meist notwendig, Produktionsprozesse anzupassen oder weitere Stabilisierungsschritte einzuführen, um Reststoffe in Lebensmittelqualität vorliegen zu haben. Wir empfehlen Unternehmen, Feedback zu sammeln, um kontinuierliche Verbesserungen am Produktionsprozess und die Minimierung der Auswirkungen auf die Nebenstoffströme zu ermöglichen. Für die Nebenstromverwertung ist es wichtig, dass die Qualität auf einer Standardisierung beruht und reproduzierbar ist. Auch die genaue Betrachtung des eigenen Produktionsportfolios ist wichtig, da beispielsweise bestimmte Abfälle als Rohstoffe für andere Produkte innerhalb des Unternehmens genutzt werden können.

Absatzmöglichkeiten und Kooperation innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken

Als dritten Schritt empfehlen wir Unternehmen, eine neue Vernetzungsstrategie zu etablieren. Eine Offenheit gegenüber neuen Kooperationen ist essenziell für die Etablierung neuer Wertschöpfungsnetzwerke. Oftmals sind den Unternehmen zwar ihre bisherigen Absatzwege für Reststoffe bekannt, ihnen fehlt aber der Bezug zu neuen potenziellen Weiterverarbeitern sowie das Wissen, dass Reststoffe ein höheres Potenzial an Wertschöpfung besitzen. Vor allem kleinen Betrieben fehlt oft das Know-How, welche Unternehmen Interesse an ihren Rohstoffen haben könnten oder wie sie diese selbst weiterverarbeiten können. Besser vernetzte Unternehmen haben oftmals auch die Chance, sich mit anderen Unternehmen zusammen zu schließen, um ökonomischer handeln zu können und die Reststoffmengen für Weiterverarbeiter interessanter zu machen. Auf der Akteursplattform Bioökonomie Baden-Württemberg oder dem Marktnavigator Bioökonomie (<https://www.umwelttechnik-bw.de/de/services/biooekonomie-marktnavigator>) können sich Unternehmen beispielsweise einen ersten Überblick über regionale Bioökonomie-Unternehmen verschaffen und so potenzielle Weiterverarbeiter für ihre Reststoffe finden. Um neue Nutzungsstrategien und -wege zu etablieren, muss die Sichtbarkeit der Nebenströme in Baden-Württemberg jedoch noch weiter ausgebaut werden. Darüber hinaus sollten Unternehmen nach Möglichkeit regelmäßige Marktanalysen bezüglich einer Verwertung ihrer Reststoffe durchführen. Da sich Innovationen rund um biobasierte Produkte schnell entwickeln, ist es ratsam, in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, ob neue Absatzpartner vorhanden sind oder ob neue Produktentwicklungen auf Basis von Reststoffen auf den Markt gekommen sind.

Unternehmensentwicklung

Schritt vier umfasst die Anfertigung eines genauen Plans, wie das Unternehmen eine Wertschöpfung der Reststoffe möglich machen kann. Dabei müssen unter anderem die folgenden zentralen Fragen geklärt werden:

1. Sind die notwendigen Änderungen der Prozess- und Logistikstruktur finanziell machbar?
2. Welche Anforderungen an die Reststoffe stellt das weiterverarbeitende Unternehmen?
3. Können notwendige Produktionsänderungen technisch und personell umgesetzt und durchgeführt werden?
4. Kann das Unternehmen den Flächenforderungen, welche beispielsweise für neue Maschinen zur Stabilisierung der Reststoffe beziehungsweise zur Herstellung eines neuen Produkts notwendig sind, begegnen?
5. Welche rechtlichen Bestimmungen müssen für eine Weiterverwertung beachtet werden?
6. Welche potenziellen ökonomischen Vorteile bringt mir ein neuer Absatzweg auf lange Sicht?

Gerade die Kosten für Reststoffanalysen und mikrobiologische Betrachtungen, ein eventuell erhöhter Arbeitsaufwand sowie neue Investitionen sind von uns identifizierte Hinderungsgründe, welche Unternehmen dazu veranlassen, ihre Reststoffe zumeist nur traditionell (energetisch, Kompostierung, Futtermittel) verwerten zu lassen. Entsprechend ist es für die Umsetzung des Plans stets auch notwendig, die Mitarbeiter:innen innerhalb des Unternehmens zu schulen und zu sensibilisieren. Neben der Aneignung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Kompetenzen die notwendig sind, um die mit einer Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen verbundenen Vorgänge zu verwalten, kann die Schaffung eines Bewusstseins für Nachhaltigkeit und die Bedeutung der Reststoffverwertung nicht nur die Umstellung des Produktionsbetriebs unterstützen, sondern als Teil des unternehmenseigenen Ideen-Managements die Innovationskraft im Unternehmen fördern.

Inzwischen gibt es in Baden-Württemberg und auch auf nationaler Ebene Förderprogramme speziell für Unternehmen in der Bioökonomie. Wir empfehlen Unternehmen, die ihre Nebenströme selbst weiterverarbeiten oder stabilisieren möchten, sich daher mit geeigneten Partnern um Fördermittel zu bewerben. So können innovative und vor allem individualisierte bioökonomische Lösungsansätze für die Nebenstromverwertung entwickelt werden.

Kulturspezifische Handlungsempfehlungen für lebensmittelverarbeitende Unternehmen in Baden-Württemberg

Haferspelzen

Deutschland gilt mit einer Anbaufläche von ca. 152.000 ha und jährlichen Erntemengen von mehr als 668.000 Tonnen Hafer als fünftgrößter Haferproduzent der Europäischen Union. Auf Baden-Württemberg entfallen hierbei 17.400 ha Anbaufläche, sowie knapp 96.000 Tonnen an produziertem Hafer pro Jahr.¹ Der Anbau konzentriert sich dabei vor allem auf die Regionen Neckar-Alb, Donau-Iller, Hochrhein-Bodensee und Heilbronn-Franken.²

Nach der Ernte wird der Hafer zur Aufarbeitung in eine Hafermühle gebracht. Hier werden die Haferkörner zunächst gereinigt und gesiebt, um sie von unerwünschten Bestandteilen, dem Besatz, sowie von Fremdgetreidekörnern zu befreien.³ Im Anschluss wird mittels Schälmaschinen die das Getreidekorn umgebende Schale, die Spelze, entfernt. Dabei werden die Haferkörner mittels Zentrifugalkraft an einen Prallring an der Außenwand der Schälmaschine geschleudert, wodurch sich zumeist die Spelze vom Korn ablöst.^{1,3} Übrig bleibt ein Schälgemisch, welches aus geschälten und ungeschälten Körnern, sowie Spelzen besteht.^{4,5} Die einzelnen Fraktionen werden anschließend mittels Umluftseparatoren und Tischausleser separiert. Die Spelzen verbleiben als Reststoff, während ungeschälte Körner den Prozess erneut durchlaufen.^{2,3}

Optimierung des Produktionsprozesses und Sicherstellung der Reststoffqualität

Analysieren und optimieren Sie Ihren Produktionsprozess, um sicherzustellen, dass Haferspelzen in der bestmöglichen Qualität gewonnen werden können. Bei Haferspelzen sind (Roh)Fasern wertgebende Inhaltsstoffe. Definieren Sie ausgehend hiervon Standards und Qualitätsparameter in Ihrer Produktion um die Reststoffe in der höchstmöglichen Qualität zu sichern.

Eigene Nutzung, Effiziente Lagerung und Transport

Überprüfen Sie, ob die Möglichkeit besteht die Reststoffe in Ihrer eigenen Produktion weiterverwenden zu können. Haferspelzen können a

Netzwerkbildung & Kommunikation

Eine bessere Vernetzung haferverarbeitender Unternehmen untereinander, aber auch mit anderen Bioökonomieakteuren ist von großer Bedeutung für die potenzielle Weiterverwertung. Versuchen Sie Kontakte zu Unternehmen in Ihrem Umfeld auf- beziehungsweise auszubauen und nutzen Sie Netzwerke und Branchenveranstaltungen, um Wissen auszutauschen und gemeinsame Lösungen für die Herausforderungen der Reststoffverwertung zu entwickeln. Versuchen Sie ebenso mit Bioökonomie-Unternehmen in Kontakt zu treten, die Akteursplattform des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, sowie die Bioökonomie-Kongresse und Konferenzen in Baden-Württemberg und Deutschland

¹ BMEL Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung – Getreide <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/bodennutzung-und-pflanzliche-erzeugung/getreide>

² Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Getreide und Ölfrüchteernte in Baden-Württemberg. Endgültiges Ergebnis 2021/2022 <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Ernte/Getreideernte.jsp>

³ Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V. (2022). Vom Haferkorn zur Haferflocke. https://www.hafer-die-alleskoerner.de/download_file/force/1814/467&ved=2ahUKEwjf5KHjhfuFAxXp3AIHHb0fBdlQFnoEC

⁴ F.H. SCHULE Mühlenbau GmbH (2024). Haferverarbeitung. <https://www.schulefood.com/de/produkte-verfahren/detail/hafershyverarbeitungssshyanlagen/>

⁵ Streckel & Schrader GmbH & Co. KG (2024). Schälprozess. <https://www.streckel-schrader.com/prozesse/schaelprozess/>

bieten hierfür eine erste Anlaufstelle. Lernen Sie neue Bioökonomie-Unternehmen kennen, die Akteursplattform Bioökonomie kennen

<https://biooekonomie.baden-wuerttemberg.de/.Lde/Startseite/Akteure+in+BW/Akteursplattform+Biooekonomie>.

Ebenso kann die Vernetzung mit Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen von großem Vorteil sein. Eventuell ist eine studentische Forschungsarbeit oder eine Kooperation in einem innovativem Forschungsprojekt ein erster Schritt zu einer höherwertigen bioökonomischen Verwertung Ihrer Reststoffe.

Ausgründungen & Fördermöglichkeiten

Die Bioökonomie lebt in Baden-Württemberg von jungen innovativen Unternehmen. Falls sie eine innovative Idee für die Verwertung von Haferspelzen haben, finden Sie unter <https://www.startupbw.de/> Beratung und auch Fördermöglichkeiten.

Mögliche Verwertungsmöglichkeiten, die wir für Haferspelzen identifiziert haben:

Aus Hafer- und anderen Getreidespelzen lassen sich zum Beispiel Verpackungsmaterialien herstellen, die Styropor ersetzen können.⁶ Weitere mögliche Produkte aus Getreidespelzen sind kompostierbare Blumentöpfe, aber auch Baumaterialien (z.B. Dämmung).^{7,8} Haferspelzfasern eignen sich auch als Füllstoff für „Nature Plastic Compounds (NPCs)“.⁹ Außerdem finden die Haferspelzen Anwendung als Haferstreumehl, welches durch Mahlen hergestellt und in Bäckereien zum Ausstreuen von Brotformen genutzt wird, sowie als Haferspelzkomprimate, welche als Nahrungsergänzungsmittel vermarktet werden.^{10,11}

Für die Nutzung der Spelzen als Verpackungsmaterialbasis ist es wichtig, dass die Spelzen soweit möglich intakt bleiben. Damit kann viel Luft im Endprodukt mit eingebracht werden, was die Verpackung leicht macht und gleichzeitig das darin befindliche Produkt gegen mechanische Einwirkungen schützt. Dafür sollte die Mühle darauf achten die Spelze so schonend wie möglich zu entfernen. Die Spelzen, die dabei doch zu sehr in Mitleidenschaft gezogen werden, können zum Ausstreuen von Brotformen genutzt werden. Solch eine kaskadieren Nutzung wäre optimal und ganz im Sinne der Bioökonomie.

⁶ <https://prosevation.eu/>

⁷ <https://www.biomasseinstitut.de/bodendaemmplatten/> (Zugriff: 04.08.23)

⁸ <https://www.gesundes-haus.ch/gaertner-ansaat-bepflanzung/moebel-blumentoepe-und-geschirr-werden-nachgebrauch-zu-humus.html> (Zugriff: 04.08.23)

⁹ CKT-Ökoplast GmbH (o.D.) Nature Plastic Compounds. https://oekoplast.de/PDF/NPC_Haferspelzen.pdf

¹⁰ Bio Bäckerei Spiegelhauer OHG (o.D.). Haferspelzen gemahlen Haferstreumehl. <https://www.baeckerei-spiegelhauer.de/Haferspelzen-gemahlen-Haferstreumehl-1-kg> (Zugriff: 04.08.23)

¹¹ Mairl, Gerhard (n.D.) Haferspelzen-Komprimate Herbalife. *Herbalife Nutrition*. <https://www.herba-onlineshop.info/produkt/herbalife-haferspelzen-komprimate/#>

Hopfenrebenhäcksel

In der Hopfenpflanze konzentrieren sich wertgebenden Inhaltsstoffe wie Harze (Bitterstoffe), Aromastoffe (Hopfenöle, ätherischen Öle) und Gerbstoffe (Polyphenole) in den Zapfen. Diese werden für die Bierherstellung und für die Verwendung in Arzneimitteln nach der Ernte von der Hopfenpflanze gepflückt und getrocknet. Die Hopfenrebe ist, ähnlich wie das Stroh beim Getreide, wichtig für das Wachstum der Pflanze, wird aber nicht weiterverwendet, der Gewichtsanteil der Hopfenreben ist aber sehr hoch. Bei der Ernte eines Hektars fallen neben 17,5 dt Hopfendolden/ha rund 140 dt Hopfenreben/ha an¹².

In Baden-Württemberg ist zwar ein eher kleines Anbaugebiet, jedoch konzentriert sich der Anbau stark auf die Region um Tettngang. So haben im Jahr 2022 in räumlicher Nähe 124 Betriebe 2.302 t Hopfen auf 1.497 ha geerntet¹³.

Hopfen-Rebenhäcksel haben einen hohen Stickstoffgehalt, weshalb sie gerne zur Nährstoffrückfuhr in den Hopfengarten gebracht werden. Allerdings tritt bei Hopfen häufig der Bodenpilz *Verticillium nonalfalfae* auf, der zur Hopfenwelke bei infizierten Pflanzen führt. Dieser Pilz kann nicht durch Pflanzenschutzmittel bekämpft werden. Infizierte Pflanzenteile sind stark infektiös und verbreiten den Pilz. Pflanzenreste müssen daher für eine ausreichende Hygienisierung mind. 4 Wochen abgelagert/kompostiert werden, ehe sie in den Hopfengarten zur Düngung ausgebracht werden dürfen. In der Praxis wird eine vollständige Hygienisierung nicht immer erreicht, wodurch die Gefahr besteht, den Pilz zu verbreiten. In Experteninterviews mit Hopfenanbauer:innen begrüßten diese daher die Suche nach alternativen Verwertungswegen, um der Gefahr einer Pilzinfektion zu entgehen.

Aktuell bestehen v.a. zwei technische Hürden bei der Verarbeitung von Hopfenrebenhäcksel. Der Aufleitdraht, der den Hopfenpflanzen als Rankhilfe dient, ist häufig so stark von den Hopfenlianen umwachsen, dass eine Entfernung des Drahtes selbst nach dem Häckselvorgang per Magnetabscheider nicht zu 100% möglich ist. Die zweite technische Hürde liegt in dem Hohen Wassergehalt der Hopfenhäcksel von rund 70%. Dadurch tritt sehr rasch eine mikrobiologische Zersetzung des Materials ein.

Unsere Handlungsempfehlung für hopfenanbauende Unternehmen:

Optimierung des Produktionsprozesses

Analysieren Sie Ihren Prozess der Doldenpflückmaschine. Können hier Schritte unternommen werden, um das Herausreinigen des Anleitdrahtes zu optimieren? Können alternative Anleitsysteme verwendet werden? In Nordamerika gibt es gute Erfahrungen mit Naturstoffen wie Hanf- und Flachsschnüren.

Effiziente Lagerung und Transport

Um die Hopfenrebenhäcksel weiter verwerten zu können müssen sie lagerfähig gemacht werden. Das kann durch Trocknung oder durch Silierung erfolgen. Überprüfen Sie Ihre Betriebsabläufe und die Unternehmen in der Umgebung. Gibt es Prozesse mit Abwärme die sich für die Trocknung nutzen lässt. Ist eine Silierung beispielsweise für eine Biogasanlage vorhanden und kann genutzt werden? Insbesondere wenn Sie ein kleinerer Betrieb sind, erwägen Sie Partnerschaften mit Logistikdienstleistern oder anderen Unternehmen, um gemeinsame Lager- und Transportlösungen zu nutzen und Kosten zu senken.

¹² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Hopfen 2022 - Grünes Heft. (Wolnzach: LfL, 2022)

¹³ Tettnanger Hopfen e.V. Statistik. <https://tettnanger-hopfen.de/tettnanger-hopfen/statistik/>

Vernetzung und Zusammenarbeit

Stärken Sie die Zusammenarbeit mit anderen hopfenerzeugenden Betrieben. Nutzen Sie Netzwerke, Branchenveranstaltungen und Kooperationen, um Wissen auszutauschen und gemeinsame Lösungen für die Herausforderungen in der stofflichen Verwertung von Hopfenrebenhäcksel zu entwickeln.

Fördermöglichkeiten und Innovation

Nutzen Sie staatliche Förderprogramme und Innovationsinitiativen, um Investitionen in neue Technologien und Verarbeitungsmethoden zu unterstützen. Informieren Sie sich über lokale und nationale Fördermöglichkeiten, die Ihnen helfen können, Ihre Produktionsprozesse zu optimieren und neue Produkte zu entwickeln.

Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen

Kooperieren Sie mit Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Forschungsabteilungen von Unternehmen, um innovative Lösungen für die Verwertung von Hopfenrebenhäckseln zu entwickeln. Gemeinsame Forschungsprojekte können dazu beitragen, neue Anwendungen zu entdecken und die Effizienz der Verarbeitungsprozesse zu steigern.

Mögliche Verwertungsmöglichkeiten, die wir für Hopfenrebenhäcksel identifiziert haben:

Hopfenrebenhäcksel sind neben dem Düngewert vor allem für die Verwendung der Hopfenfasern geeignet. Unter den Naturfasern zählt Hopfen, wie auch Leinen, Brennessel und Hanf zu den Bastfasern, die aus dem Stängel gewonnen werden. Aus den Fasern können unter anderem Kleiderbügel aus Hopfen und Altpapier¹⁴ gewonnen werden. Für die Verwertung beispielsweise im Naturfaserverstärkter Kunststoff, kurz NFK werden sowohl Langfasern als auch Kurzfasern eingesetzt. Naturfaserverstärkte Kunststoffe erhalten durch die eingearbeiteten Naturfasern eine bessere Stabilität. Der Hauptanwendungsbereich liegt im Formteilebau wie dem Fahrzeugbau (aufgrund der geringen Temperaturstabilität von Naturfasern gegenüber Glasfasern vor allem in der Konstruktion von Verkleidungsbauteilen im Fahrzeuginneren)¹⁵ und ist auch für Boxengehäuse und Möbelstücke denkbar. Neuere Verfahren für die Verwertung von Naturfasern sind der Naturfaser-Spritzguss und das Extrusionsverfahren. Fliesstoffe aus Hopfenresten sowie kreislauffähige Baustoffe¹⁶ sind weitere Anwendungsmöglichkeiten.

¹⁴ <https://biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/kleiderbuegel-aus-hopfen-und-altpapier>

¹⁵ <https://www.fnr.de/presse/forschung-live/projektnews/hopfen-vom-bierzusatz-zum-autobauteil>

¹⁶ <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/neuartiger-faserverbundwerkstoff-aus-hopfen-gaerresten>

Sojaokara

In den letzten Jahren hat die Nachfrage nach Sojaprodukten, insbesondere Sojamilch, erheblich zugenommen. Ein bedeutendes Nebenprodukt der Sojamilchproduktion ist Okara, die festen Rückstände, die nach dem Pressen der Sojamilch übrigbleiben. Die Nutzung von Okara kann die Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der Sojaproduktion deutlich steigern.

Eine enge Abstimmung zwischen Sojamilchherstellern und Okara-Verarbeitern ist unerlässlich, um die Qualität und Wirtschaftlichkeit der Produktion sicherzustellen. Okara sollte einen optimalen Wassergehalt aufweisen, ein zu hoher Wassergehalt beeinträchtigt nicht nur die Verarbeitungseffizienz, sondern auch die Qualität der produzierten Sojamilch. Ein hoher Wassergehalt kann dazu führen, dass der Verarbeiter mehr Aufwand betreiben muss, um das Okara zu trocknen und zu lagern, was zusätzliche Kosten verursacht. Gleichzeitig reduziert ein hoher Wassergehalt die Ausbeute an Sojamilch, da mehr Milch aus den gleichen Sojabohnen gewonnen werden könnte, wenn das Okara effizienter verarbeitet würde.

Die Lagerung und der Transport von Okara stellen besonders für kleinere Unternehmen eine Herausforderung dar. Große Unternehmen verfügen oft über etablierte Systeme und Infrastrukturen, die eine effiziente Lagerung und einen reibungslosen Transport gewährleisten. Bei kleineren Betrieben hingegen ist der Aufwand deutlich höher, da präzise Absprachen und koordinierte Logistikprozesse notwendig sind, um das Okara rechtzeitig und in der gewünschten Qualität zum weiterverarbeitenden Betrieb zu bringen. Trotz der höheren Anforderungen an Lagerung und Transport bieten kleinere Betriebe den Vorteil, dass sie ihre Produktionsprozesse flexibler und leichter anpassen können. Diese Flexibilität ermöglicht es ihnen, schneller auf Marktveränderungen oder neue Verarbeitungsmethoden zu reagieren, was langfristig zu einer besseren Nutzung von Okara führen kann. Kleinere Unternehmen können innovative Ansätze zur Okara-Verwertung entwickeln, die möglicherweise nachhaltiger und kosteneffizienter sind als die traditionellen Methoden großer Unternehmen.

Der Einfluss der Qualität der Reststoffe auf die Verarbeitung von Okara ist im Vergleich zu anderen Faktoren eher gering. Qualitätsabweichungen können im Verarbeitungsprozess weitgehend ausgeglichen werden, sodass die Verwertung von Okara auch bei variierenden Rohstoffqualitäten möglich bleibt. Dies bietet den Verarbeitern eine gewisse Flexibilität und ermöglicht eine stabile Produktion trotz Schwankungen in der Rohstoffqualität.

Die steigende Nachfrage nach pflanzlichen Produkten und nachhaltigen Lebensmitteln bietet erhebliches Potenzial für die Weiterverwertung von Okara. Okara wird bisher häufig für Tierfutter und Futtermittelzusätze verwendet. Durch die Entwicklung neuer Verarbeitungsmethoden und Produkte kann die Wertschöpfungskette von Okara deutlich verbessert werden, was sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile mit sich bringt. Okara hat viele wertvolle Inhaltsstoffe. Wertgebend sind unter anderem der Eiweißgehalt aber auch fettlösliche Nährstoffe wie Sojalecithin, Linolsäure, Linolensäure, Phytosterine, Tocopherol und Vitamin D. Okara kann gut in der Lebensmittelproduktion Verwendung finden.

Unsere Handlungsempfehlungen für Okara-produzierende Unternehmen:

Optimierung des Produktionsprozesses

Analysieren Sie Ihren gesamten Produktionsprozess detailliert, um sicherzustellen, dass der Wassergehalt von Okara optimal eingestellt ist. Dafür ist eine spezifische Absprache zwischen dem Hersteller des Okaras und des weiterverarbeitenden Betriebes notwendig. Der reduzierte

Wassergehalt ist für die Lager- und Verarbeitungseffizienz von Vorteil und stellt gleichzeitig eine hohe Sojamilchsaugbeute sicher.

Effiziente Lagerung und Transport

Entwickeln Sie maßgeschneiderte Lösungen für die Lagerung und den Transport von Okara, insbesondere wenn Sie ein kleineres Unternehmen sind. Erwägen Sie Partnerschaften mit Logistikdienstleistern oder anderen Unternehmen, um gemeinsame Transportlösungen zu nutzen und Kosten zu senken.

Diversifizierung der Verwertungswege

Erkunden Sie verschiedene Möglichkeiten zur Weiterverwertung von Okara, um zusätzliche Einnahmequellen zu erschließen. Okara ist ein wandlungsfähiger Rohstoff, aus dem Sie potenziell selbst neue Produkte wie pflanzliche Proteinpulver oder Backzutaten herstellen können und testen Sie deren Marktfähigkeit. StartupBW <https://www.startupbw.de/> bietet hier einen Ansatzpunkt und Beratung für Ausgründungen an.

Vernetzung und Zusammenarbeit

Stärken Sie die Zusammenarbeit mit anderen Sojamilchherstellern und Okara-Verarbeitern sowie mit Akteuren der Bioökonomie. Nutzen Sie Netzwerke, Branchenveranstaltungen und Kooperationen, um Wissen auszutauschen und gemeinsame Lösungen für die Herausforderungen in der Okara-Verarbeitung zu entwickeln. Es bietet sich an, Bioökonomiekongresse und –veranstaltungen zu besuchen, um weiterverarbeitende Bioökonomieunternehmen kennenzulernen.

Fördermöglichkeiten und Innovation

Nutzen Sie Förderprogramme und Innovationsinitiativen in Baden-Württemberg, um Investitionen in neue Technologien und Verarbeitungsmethoden zu unterstützen. Informieren Sie sich über lokale und nationale Fördermöglichkeiten, die Ihnen helfen können, Ihre Produktionsprozesse zu optimieren und neue Produkte zu entwickeln.

Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen

Kooperieren Sie mit Universitäten und Forschungseinrichtungen, um innovative Lösungen für die Okara-Verwertung zu entwickeln. Gemeinsame Forschungsprojekte können dazu beitragen, neue Anwendungen für Okara zu entdecken und die Effizienz der Verarbeitungsprozesse zu steigern.

Mögliche Verwertungsmöglichkeiten, die wir für Sojaokara identifiziert haben:

Aufgrund der wertvollen Inhaltstoffe, könnte Sojaokara in der Lebensmittelproduktion verwendet werden. Da es gute Bindeeigenschaften besitzt, kann es u.a. als Ei-Ersatz verwendet werden. Getrocknet kann Okara als pflanzliches Proteinpulver oder als Zutat in Backwaren und anderen Lebensmitteln genutzt werden. Es wird zur Tempeh-Herstellung fermentiert, in Müsliprodukten und als Zutat für vegane Gerichte wie Burger, Suppen und Aufstriche verwendet.¹⁷ Dank seines hohen Proteingehalts dient es als Fleischalternative und liefert wichtige Nährstoffe. In der japanischen Küche wird Okara traditionell in Gerichten wie Unohana verwendet. Außerdem eignet es sich als natürlicher Stickstoffdünger in der Landwirtschaft.

¹⁷ <https://sojabio.com/en/okara-tempeh/>

Kirschkerne und -trester

Der Anbau und die Verarbeitung von Süß- und Sauerkirschen haben in Baden-Württemberg eine lange Tradition, welche sich in einer vielfältigen Landschaft an Verarbeitungstechnologien und Verarbeitungspfaden niederschlägt.¹⁸ So werden jährlich trotz sinkender Anbauzahlen noch immer knapp 9.000 Tonnen an Kirschen in Baden-Württemberg zu Säften, Pürees, Konfitüren, Bränden und Weinen, sowie Konserven und Zwischenprodukten (z.B. Fruchtzubereitungen für Bäckereien und Molkereien) verarbeitet.^{19,20} Bei den verarbeitenden Unternehmen handelt es sich dabei um eine breite Masse von Kleinst- und mittelständischen bis hin zu multinational agierenden Unternehmen. In Folge dieser Vielfalt an Verarbeitungswegen und unterschiedlich skalierten Verarbeitungstechnologien, zeigt sich eine außerordentlich hohe Variabilität innerhalb der Rest- und Nebenstoffströmen der Kirschenverarbeiten Industrie, welche derzeit eine der Haupthürde für eine bioökonomische Verwertung darstellt²¹. So fallen landesweit, unabhängig von einer ebenso bestehenden, sortenbedingten Variation und neben kleineren Reststofffraktionen wie Stiel- und Blattwerk, aussortierten Früchten, sowie Abwässern (Reinigungswasser, Spülwasser, Kühlwasser, etc.) und Saft- und Trubresten, vor allem Kirschtrester, Kirschkerne und Kirschschempe in unterschiedlichen Reinheits- und Qualitätsgraden an, was die Verwertung dieser entsprechend erschwert²². Dem kommt hinzu, dass sich u.a. Kirschtrester aufgrund ihrer hohen Wasseraktivität durch eine hohe Verderblichkeit auszeichnen, welche eine umfassende Vorbehandlung notwendig macht, um eine Lagerbarkeit und somit Verwertbarkeit herzustellen²³. Dementsprechend findet eine derzeitige Nutzung der Reststoffe der Kirschverarbeitung nur in begrenztem Rahmen statt. Die derzeitige Nutzung von Treestern und Schlempe beschränkt sich nach Angaben verarbeitender Unternehmen aufgrund der hohen reststoffinternen Variabilität hingegen zumeist auf deren Verwendung als Wirtschaftsdünger, Futtermittel, oder als Substrat für die energetische Verwertung in Biogasanlagen.

¹⁸ Stéger-Maté, M. (2012). Sweet and Tart Cherries. In N. K. Sinha, J. S. Sidhu, J. Barta, J. S. B. Wu, & M. P. Cano (Eds.), *Handbook of Fruits and Fruit Processing* (Second ed., pp. 433-446). John Wiley & Sons, Ltd.

¹⁹ Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (2024). *Anbau und Ernte von Obst in Baden-Württemberg 2023*. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Abgerufen am 27. Juli 2024 von https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Statistische_Berichte/337323001.pdf

²⁰ Statistisches Bundesamt. (2022). *Baumobstanbau nach Bundesländern 2022*. Statistisches Bundesamt (Destatis). Abgerufen am 27. Juli 2024 von <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Obst-Gemuese-Gartenbau/Tabellen/baumobstanbau-bundeslaender.html>

²¹ Scheurich, Philipp (2024). Uncovering the Potential of Food Processing By-Products for Cascading Food-First Valorisation – A Concept Study for the Case of Stone Fruit Processing By-Products in Baden-Württemberg. *Universität Hohenheim*.

²² Scheurich, Philipp (2024). Uncovering the Potential of Food Processing By-Products for Cascading Food-First Valorisation – A Concept Study for the Case of Stone Fruit Processing By-Products in Baden-Württemberg. *Universität Hohenheim*.

²³ Konrade, D., Gaidukovs, S., Vilaplana, F., & Sivan, P. (2023). Pectin from Fruit- and Berry-Juice Production by-Products: Determination of Physicochemical, Antioxidant and Rheological Properties. *Foods*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/foods12081615>

Unsere Handlungsempfehlungen für kirschverarbeitende Unternehmen:

Optimierung des Produktionsprozesses und Sicherstellung der Reststoffqualität

Analysieren und optimieren Sie Ihren Produktionsprozess, um sicherzustellen, dass Kirschkerne bzw. Kirschtrester in der höchstmöglichen Qualität entnommen werden können. Lassen Sie die Reststoffe zudem in einem Analyselabor testen, um herauszufinden, welche Inhaltsstoffe genau in Ihren Reststoffen enthalten sind und wie diese ggf. durch die eingesetzten Verarbeitungsprozesse beeinflusst werden. Bei Kirschkernen sind dabei besonders der Öl- und Proteingehalt, bei Kirschtrestern der Zuckergehalt, sowie der Gehalt an phenolischen Verbindungen für die Weiterverarbeitung von Interesse. Definieren Sie ausgehend hiervon Standards und Qualitätsparameter in Ihrer Produktion um die Reststoffe in der höchstmöglichen Qualität zu sichern.

Eigene Nutzung, Effiziente Lagerung und Transport

Überprüfen Sie, ob die Möglichkeit besteht die Reststoffe in Ihrer eigenen Produktion weiterverwenden zu können. Beispielsweise lassen sich aus Kirschtrestern gegebenenfalls noch Farb- und Aromastoffe gewinnen, welche sofern zulässig innerhalb ihres Produktionsportfolios Anwendung finden können. Sollte eine eigene Nutzung der Reststoffe nicht möglich sein, so entwickeln Sie maßgeschneiderte Lösungen für die Lagerung und den Transport von Kirschtrestern und Kirschkernen. Vermeiden Sie es im Fall von Kirschtrestern, diese mit anderen Trestern zu mischen und überprüfen Sie, ob eine Überführung und Zwischenlagerung der Trester und Kerne in BigBags unter Nutzung der Kühlinfrastruktur zur Nacherntekühlung möglich ist. Erwägen Sie zudem Partnerschaften mit Logistikdienstleistern oder anderen lokalen Kirschen-verarbeitenden Unternehmen, um gemeinsame Transportlösungen zu nutzen und Kosten zu senken.

Netzwerkbildung & Kommunikation

Eine bessere Vernetzung der kirschverarbeitenden Unternehmen untereinander, aber auch mit anderen Bioökonomieakteuren ist von großer Bedeutung. Aufgrund der ökonomischen Hürden bietet es sich an, dass vor allem kleinere Betriebe, wie z.B. lokale Saffhersteller mit anderen, ähnlichen Unternehmen zusammenarbeiten, um die Reststoffe bestmöglich zu vermarkten. Versuchen Sie Kontakte zu Unternehmen in Ihrem Umfeld auf- beziehungsweise auszubauen und nutzen Sie Netzwerke (wie z. B. den Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e. V.) und Branchenveranstaltungen, um Wissen auszutauschen und gemeinsame Lösungen für die Herausforderungen der Reststoffverwertung zu entwickeln. Versuchen Sie ebenso mit Bioökonomie-Unternehmen in Kontakt zu treten, die Akteursplattform des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, sowie die Bioökonomie-Kongresse und Konferenzen in Baden-Württemberg und Deutschland bieten hierfür eine erste Anlaufstelle. Ebenso kann die Vernetzung mit Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen von großem Vorteil sein. Eventuell ist eine studentische Forschungsarbeit oder eine Kooperation in einem innovativem Forschungsprojekt ein erster Schritt zu einer höherwertigen bioökonomischen Verwertung Ihrer Reststoffe.

Ausgründungen & Fördermöglichkeiten

Die Bioökonomie lebt in Baden-Württemberg von jungen innovativen Unternehmen. Falls Sie eine innovative Idee für die Verwertung von Kirschtrestern oder Kirschkernen haben, finden Sie unter <https://www.startupbw.de/> Beratung und auch Fördermöglichkeiten. Auch wenn Sie Ihre Reststoffe in Zukunft selbst weiterverwenden und -entwickeln möchten, bietet sich die Nutzung nationaler und kommunaler Förderprogramme und Innovationsinitiativen an, um Investitionen in neue Technologien und Verarbeitungsmethoden mitzutragen.

Mögliche Verwertungsmöglichkeiten, die wir für Kirschtrester und –kerne identifiziert haben:

Kirschkerne stellen den derzeit am besten verwertbaren Reststoff dar. Sie können für die Herstellung von Ölen verwendet werden, welche für unterschiedliche Anwendungen in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie genutzt werden können²⁴. Viele der dafür verwendeten Technologien (z.B. Kaltpressverfahren) sind bereits gut etabliert, werden derzeit aber nur in kleinem Maßstab genutzt. Neben Verfahren zur Ölgewinnung finden sich bereits erste innovative Technologien, welche zur Gewinnung von Proteinen aus Kirschkernen, beziehungsweise Kirschkernpresskuchen der Ölverarbeitung genutzt werden könnten²⁵. Die so gewonnen Proteine können dabei in Zukunft sowohl eine Rolle für die Lebensmittelindustrie als auch für stoffliche Nutzungspfade spielen. Darüber hinaus werden Kirschkerne, vorrangig in kleineren Mengen zur Produktion von Kirschkernkissen, als Brennstoff oder gemahlen als Abrasionsmaterialien für Kosmetika, oder industrielle Anwendungen abgerufen und verwertet²⁶.

Zwar Stellen die Kirschtrester der Saft- und Marmeladenherstellung einen für die Wiederverwertung im Lebensmittelbereich vielversprechenden Rohstoff dar (z.B. in der Form von Farbstoffen, Aromazusätzen, Ballaststoffzusätzen, Phenolextrakten, etc.), allerdings erfordert diese, neben zum Teil notwendigen Genehmigungsverfahren, einen hohen Reinheitsgrad, welcher auf Basis derzeitiger Lagerungsverfahren nur selten gegeben ist^{27,28}. Neben der Verwendung im Lebensmittelbereich bietet sich in Zukunft zudem die Nutzung von Kirschtrestern als Fermentationssubstrat an^{29,30}. Für Kirschstiele besteht derzeit ein Nischenmarkt im Bereich der Naturheilkunde und Kosmetik, wobei Kirschkernstiele und deren enthaltene phenolischen Bestandteile als Ausgangsstoff für Tees, Tinkturen und Cremes genutzt werden³¹.

Der Erfolg von ausländischen bioökonomischen Innovationsbetrieben, welche Reststoffe der kirschverarbeitenden Industrie zur Produktion von Lebensmitteln, Polymeren, sowie kosmetischen und pharmazeutischen Produkten nutzen, unterstreicht das Potenzial der bioökonomischen Verwertung von Reststoffen der Kirschverarbeitung.

²⁴ Stryjecka, M., Michalak, M., Cymerman, J., & Kiełtyka-Dadasiewicz, A. (2022). Comparative Assessment of Phytochemical Compounds and Antioxidant Properties of Kernel Oil from Eight Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Cultivars. *Molecules*, 27(3). <https://doi.org/10.3390/molecules27030696>

²⁵ Başıyigit, B., Görgüç, A., Gençdağ, E., Cansu, Ü., Yılmaz, F. M., & Karaaslan, M. (2023). Functional characterization of high-yield plant protein powder valorized from de-oiled sour cherry seed using microwave-assisted enzymatic extraction followed by spray- and freeze-drying. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(16), 14657-14671. <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03225-2>

²⁶ KernTec. (2024a). *Innovativer Rohstoff Innovative Anwendungen*. Kern Tec GmbH. Abgerufen am 27. Juli 2024 von <https://www.kern-tec.com/start/anwendungen/>

²⁷ Bajić, A., Pezo, L. L., Stupar, A., Filipčev, B., Cvetković, B. R., Horecki, A. T., & Mastilović, J. (2020). Application of lyophilized plum pomace as a functional ingredient in a plum spread: Optimizing texture, colour and phenol antioxidants by ANN modelling. *LWT*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109588>

²⁸ Konrade, D., Gaidukovs, S., Vilaplana, F., & Sivan, P. (2023). Pectin from Fruit- and Berry-Juice Production by-Products: Determination of Physicochemical, Antioxidant and Rheological Properties. *Foods*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/foods12081615>

²⁹ Shopaska, V., Nedyalkov, P., Shikov, V., & Kaneva, M. (2024). Effect of cherry products addition on beer fermentation. *BIO Web of Conferences*, 102. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410201016>

³⁰ Teles, A. S. C., Chavez, D. W. H., Oliveira, R. A., Bon, E. P. S., Terzi, S. C., Souza, E. F., Gottschalk, L. M. F., & Tonon, R. V. (2019). Use of grape pomace for the production of hydrolytic enzymes by solid-state fermentation and recovery of its bioactive compounds. *Food Res Int*, 120, 441-448. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.083>

³¹ Hofapotheke St. Afra. (2024). *Kirschstengel*. Hofapotheke St. Afra. Retrieved July 27, 2024 from <https://www.meine-teemischung.de/kirschstengel-cerasorum-179>

Weintrester

In Baden-Württemberg werden auf 26.658 ha Rebfläche (Stand 2023) angebaut. Bei Normalertrag fallen ca. 2 - 3 t/ha Weintrester an³². Für eine durchschnittlich angenommene Menge von 2,5 t/ha ergibt sich rechnerisch eine potenzielle Gesamtmenge von ca. 66.645 t an Trester in Baden-Württemberg pro Jahr. In Baden-Württemberg werden die Reststoffe der Keltereien bisher oftmals nicht höherwertig verarbeitet. Weintrester ist mit ca. 25% des ursprünglichen Traubengewichts das Hauptnebenprodukt der Weinherstellung³³. Die Gespräche mit kleineren und größeren genossenschaftlich organisierten Keltereien haben ergeben, dass aus Zeit- und Platzgründen der Weintrester oftmals zu Lagerstätten gefahren wird, auf denen er kompostiert wird, bevor die Winzer:innen ihn wieder als natürlichen Dünger in die Weinberge ausbringen, wobei der Trester der Düngemittelverordnung unterliegt. Eine Ausbringung des frischen Tresters wurde von keinem der interviewten Unternehmen aus Zeitgründen in Betracht gezogen. Einige Betriebe arbeiten mit Futtermittelbetrieben bzw. Biogasanlagenbetreibern zusammen, die den Trester sehr zeitnah von den Keltereien abholen. Nur ein kleiner Prozentsatz des Tresters wird zu Tresterbränden oder zu Traubenkernöl verarbeitet. Bisher konnten wir in Baden-Württemberg, außer der energetischen Nutzung in Biogasanlagen, noch keine weiteren etablierten bioökonomischen Verwertungswege identifizieren. Aufgrund der schnellen Verderblichkeit, fehlenden Lagermöglichkeiten und Investitionskosten verbunden mit Arbeitsaufwand haben die interviewten Keltereien bisher auch noch keine anderen Verwertungswege in Betracht gezogen.

Die Winzer:innen sowie die Keltereien sind untereinander relativ gut vernetzt. In den Interviews haben sich die Keltereien relativ offen dafür gezeigt, den Trester in Zukunft auch für andere Verwertungen in Betracht zu ziehen. Allerdings haben alle übereingestimmt, dass eine Trocknung des Tresters in den Betrieben vor Ort mit den bisherigen Möglichkeiten nicht möglich sein wird und sie dies zum bisherigen Zeitpunkt aus ökonomischen Gründen nicht in Betracht ziehen.

Eine umfassende Literaturrecherche ergab, dass im Traubentrester in veränderlichen Mengen wichtige Inhaltsstoffe für die Lebensmittel- und Pharmaindustrie vorhanden sind, besonders die enthaltenen Polyphenole und der relativ hohe Ballaststoffanteil sind von Interesse. Grüne Extraktionsmöglichkeiten sind aber oft bisher nur im Labormaßstab getestet wurden.

Unsere Handlungsempfehlungen für Winzer:innen und Keltereien:

Optimierung des Produktionsprozesses und Sicherstellung der Reststoffqualität

Analysieren und optimieren Sie Ihren Produktionsprozess, um sicherzustellen, dass der Weintrester nach der Abtrennung in einer hohen Qualität vorliegt. Die Definition von Qualitätsparametern und Standardisierungen ist bedeutend für eine hochwertige Weiternutzung des Tresters. Lassen sie die Reststoffe zudem in einem Analyselabor testen, um herauszufinden, welche Inhaltsstoffe genau in ihren Reststoffen enthalten sind und wie diese ggf. durch die eingesetzten Verarbeitungsprozesse beeinflusst werden. Weintrester enthält noch viele Ballaststoffe und polyphenolische Verbindungen, die ihn für die Lebensmittel – und Pharmaindustrie interessant machen. Insbesondere für diese beiden Verwertungsindustrien haben sehr hohe Anforderungen an die Qualität der Reststoffe.

32 https://wbi.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-612318168/MLR.LEL/PB5Documents/wbi/011%20Fachartikel/0120%20FA%20Referat%2033%20Bodenkunde/1201_21%20FA%202021/D%20c3%bcngung%20von%20Ertragsreben/2021_03_03%20Duengung%20von%20Ertragsreben.pdf
33 <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v3n2p91>

Identifizieren Sie Hürden, die Sie bisher davon abhalten, Ihren Trester höherwertig zu vermarkten.

Wertschöpfungsnetze und Kooperationen

Eine bessere Vernetzung der Keltereien untereinander, aber auch mit anderen Bioökonomieakteuren ist von großer Bedeutung für die potenzielle Weiterverwertung. Aufgrund der ökonomischen Hürden bietet es sich an, mit anderen Keltereien zusammen zu arbeiten, um den Weintrester bestmöglich zu vermarkten. Für solche Vernetzungen bieten sich auch die Bioökonomie-Kongresse und Konferenzen in Baden-Württemberg und Deutschland an. Lernen Sie neue Bioökonomie-Unternehmen kennen, die Akteursplattform Bioökonomie <https://biooekonomie.baden-wuerttemberg.de/Lde/Startseite/Akteure+in+BW/Akteursplattform+Biooekonomie> bietet hierfür eine erste Anlaufstelle.

Innovationsbereitschaft

Die Bioökonomie lebt in Baden-Württemberg von jungen innovativen Unternehmen. Unter <https://www.startupbw.de/> finden Sie Beratung und auch Fördermöglichkeiten, wenn Sie Ihre Reststoffe in Zukunft selbst weiterverwenden und -entwickeln möchten. Ausgründungen sind ein Weg, den viele Unternehmen für mehr Nachhaltigkeit wählen.

Forschungs- und Fördermöglichkeiten

Vernetzen Sie sich mit Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen. Eventuell ist eine studentische Forschungsarbeit ein erster Schritt dazu, Inhaltsstoffe zu definieren und potenzielle regionale Wertschöpfungsmöglichkeiten zu identifizieren.

Mögliche Verwertungsmöglichkeiten, die wir für Weintrester identifiziert haben:

Die Extraktion der Traubenkerne durch z.B. Ölmühlen und die Weiterverwertung zu hochwertigen Produkten wie Traubenkernöl und -mehl³⁴. In Bioraffinerien können Trester zu hochwertigen Rohstoffen wie beispielsweise Chemikalien und Aroma- und Farbstoffen verwertet werden. Über grüne Extraktionsmethoden können wertvolle Inhaltsstoffe gewonnen werden. Daraus lassen sich Zusatzstoffe für funktionelle Lebensmittel, Nahrungsergänzungsmittel, pharmazeutische Produkte, Kosmetikprodukte, Biotenside, Reinigungsmittel, Farbstoffe sowie essbare Lebensmittelverpackungen herstellen³⁵. Grüne Extraktionstechniken wie beispielsweise Mikrowellen oder Ultraschall wurden im Labormaßstab schon erfolgreich getestet. Die Gewinnung von Polyphenolen, Weinsäure und Antioxidationsmitteln sind bisher noch Nischenmärkte, die großes Potenzial haben³⁶. Studien zeigen, dass aus Weintrester unter anderem Pullan hergestellt werden kann, ein essbares Biopolymer, welches in den Bereichen Lebensmittel, Pharmazie und Biomedizin zum Einsatz kommt³⁷. Weitere Möglichkeiten für Baden-Württemberg wäre die Verfütterung des Weintrester an Insekten wie beispielsweise Mehlwürmer und Soldatenfliegenlarven, die wiederum für die Produktion verschiedener Rohstoffe verwendet werden können. Da Insekten bisher nur mit zugelassenen Futtermitteln gefüttert werden dürfen, muss ein Futtermittelhändler vorab die Reststoffe als Futtermittel zertifizieren lassen. Auch Lederersatzstoffe werden inzwischen mit Hilfe von Weintrester hergestellt³⁸.

³⁴ <https://brian-oelmuehle.de>

³⁵ Chowdhary et al. (2021): Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116796>

³⁶ <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12238>

³⁷ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861719304436>

³⁸ <https://www.lillgreen.de/unwasted-vegane-lederalternative-aus-weintrauben/>

Walnussschalen

In Baden-Württemberg ist der Walnussanbau in den letzten Jahren stetig gestiegen. Als Hauptnebenprodukt der Walnussverarbeitung fallen Walnussschalen an. Aufgrund der verbleibenden Nussstücke in den Schalen sind diese bisher schlecht lagerbar für eine höherwertige Verwertung. In den Gesprächen mit Walnussanbauern und Ölmühlen hat sich ergeben, dass Walnüsse in Baden-Württemberg meist noch in der Schale an die Endkonsument:innen abgegeben werden. Allerdings gaben Ölmühlen, die selbst Walnüsse knacken, an, häufig auch Lohnknacken für Kund:innen durchzuführen, sodass dabei Schalen auf den Betrieben verbleiben. In den Ölmühlen fällt außerdem ein proteinhaltiger Presskuchen als Nebenprodukt der Ölherstellung an. Dieser Presskuchen enthält noch einen Ölanteil, weshalb er schlecht lagerbar ist. Ein Teil dieses Presskuchens wird oft als Walnussmehl direkt vermarktet, welches beispielsweise als Backzutat verwendet werden kann. Der größere Teil wird laut Angabe zumeist kompostiert, verbrannt oder als Tierfutter an andere Betriebe abgegeben. Größere Betriebe beziehen ihre Walnüsse meist bereits geknackt, sodass die Schalen nicht in Baden-Württemberg verbleiben.

Walnussbäume sind in Agroforstsystemen beliebte Anbauehölzer, da sie tiefe Wurzeln bilden und daher kaum um Nährstoffe und Wasser mit Ackerkulturen konkurrieren. Daher gehen wir davon aus, dass der Walnussanbau in Baden-Württemberg in den nächsten Jahren potenziell weiter zunehmen wird.

Die verbleibenden Öle und Nussstücke in den Schalen werden leicht ranzig und ziehen Tiere wie Motten, Vögel und Nagetiere an. Daher haben die interviewten Unternehmen angegeben, dass sie die Nussschalen häufig für den Eigenwärmebedarf in Hackschnitzelanlagen nutzen. Ein weiterer angegebener Verarbeitungsweg ist die Zerkleinerung der Walnussschalen, welche dann kompostiert werden und als natürlicher Dünger wieder in den Walnussplantagen ausgebracht werden.

Walnüsse sind zwar saisonale Produkte, da aber die Schale als natürliche Schutzhülle dient, fallen Walnussschalen sowie Presskuchen kontinuierlich über das Jahr verteilt an, sodass sie sich für potenzielle Weiterverarbeiter gut als Rohstoff eignen.

Die interviewten Betriebe, bei denen Walnussschalen anfallen, zeigten sich offen für einen Verkauf dieser und hatten auch Interesse an einer höherwertigen Verarbeitung. Auch der Presskuchen wird meist als Futtermittel abgegeben, da den Betrieben bisher keine anderen Verwertungswege bekannt sind. Als größte Hinderungsgründe für eine höhere Wertschöpfung wurden ökonomische Gründe genannt sowie fehlende weitere Verwertungswege.

Walnussbäume können als Zweinutzungspflanze gesehen werden. Walnussholz ist ein formstabiles Holz in der Möbelindustrie sehr gefragt und bieten somit für Landwirt:innen eine weitere Einnahmequelle.

Unsere Handlungsempfehlungen für walnussverarbeitende Unternehmen:

Optimierung des Produktionsprozesses und Sicherstellung der Reststoffqualität

Analysieren Sie Ihren Produktionsprozess, um herauszufinden, ob Sie die Walnussschalen und ggf. den Presskuchen auch nach Bedarf für potenzielle Weiterverarbeiter produzieren können, um eine regelmäßige Abholung möglich zu machen. Die Definition von Qualitätsparametern und Standardisierungen ist bedeutend für eine hochwertige Weiternutzung des Presskuchens. Lassen Sie Ihre Reststoffe zudem in einem Analyselabor testen, um herauszufinden, welche Inhaltsstoffe genau in Ihren Reststoffen enthalten sind und wie diese ggf. durch die eingesetzten Verarbeitungsprozesse beeinflusst werden.

Erstellen Sie einen genauen finanziellen Plan, um den ökonomischen Wert Ihrer Reststoffe herauszufinden. Definieren Sie Schritte, die erforderlich sind, um Walnusschalen und Presskuchen auf ihrem Betrieb für eine Weiterverarbeitung zu stabilisieren.

Wertschöpfungsnetze und Kooperationen

Eine bessere Vernetzung der Walnussverarbeiter:innen untereinander, aber auch mit anderen Bioökonomieakteuren ist von großer Bedeutung. Aufgrund der ökonomischen Hürden bietet es sich an, mit anderen Walnussverarbeitern zusammen zu arbeiten, um die Reststoffe bestmöglich zu vermarkten. Für solche Vernetzungen bieten sich auch die Bioökonomie-Kongresse und Konferenzen in Baden-Württemberg und Deutschland an. Lernen Sie neue Bioökonomieunternehmen kennen, die Akteursplattform Bioökonomie <https://biooekonomie.baden-wuerttemberg.de/Lde/Startseite/Akteure+in+BW/Akteursplattform+Biooekonomie> bietet hierfür eine erste Anlaufstelle.

Innovationen

Die Bioökonomie lebt in Baden-Württemberg von jungen innovativen Unternehmen. Lernen Sie innovative Bioökonomieenthusiasten kennen, welche mit Ihnen gemeinsam eine Weiterverarbeitungsstrategie entwickeln können. Eine Anlaufstelle ist die StartUp Plattform <https://www.startupbw.de/>.

Forschungs- und Fördermöglichkeiten

Vernetzen Sie sich mit Universitäten oder anderen Forschungseinrichtungen. Eventuell ist eine studentische Forschungsarbeit ein erster Schritt dazu, Inhaltsstoffe zu definieren und potenzielle regionale Wertschöpfungsmöglichkeiten für Walnusschalen und Presskuchen zu identifizieren.

Mögliche Verwertungsmöglichkeiten, die wir für Walnusschalen identifiziert haben:

Das Potenzial für eine stoffliche Verwertung ist für Walnusschalen sehr hoch. Aufgrund ihrer Härte von 3.5-4.00 (Mohs-Skala) eignen sich Walnusschalen für die Herstellung von Wallnusspulvern und –granulaten. Als natürliche Abrasiva werden sie zum Sandstrahlen, Polieren und Reinigen von unter anderem industriellen Maschinen und Kraftfahrzeugausrüstungen eingesetzt. Auch in der Luft- und Schifffahrt werden Wallnusschalengranulate zum Reinigen von Motoren und Turbinen eingesetzt. Des Weiteren werden die Walnusschalenmehle verschiedener Körnungen auch als Filtrationsmaterial zur Auftrennung von Flüssigkeiten oder als Zusatzstoff für Komposite, u. a. für Bodenbeläge verwendet. Als Füllstoffe verstärken sie Kunststoffe im Extrusions- oder Spritzgussverfahren und auch im landwirtschaftlichen Bereich dienen sie als Trägerstoffe und Bindemittel für Pflanzenschutz- und Düngemittel³⁹. Für den Einsatz als Zusatzstoff in kosmetischen Produkten ist Walnusschale oftmals zu hart, es eignet sich aber gut als Füllstoff für diverse Haushalts- und Reinigungsprodukte. Die aus den Walnusschalen extrahierten phenolischen Verbindungen sind potenziell gute natürliche Quellen für Antioxidantien in der Lebensmittel-

³⁹ <https://www.bio-powder.com/de/walnusschalen/>

und Pharmaindustrie^{40,41}. Auch eine Karbonisierung der Schalen zu Biokohle, Bioölen und hochwertigen Biopolymeren ist möglich⁴².

Studien zeigen, dass aus Walnussschalen durch grüne Extraktionsmethoden mit Ultraschallbad- und Sonde sowie einer Standardschüttelmethode Gallussäure, Lignane, Stilbene und Flavonoide gewonnen werden konnten⁴³.

Walnusspresskuchen enthält mehrfach ungesättigte Fettsäuren und einen hohen Gehalt an Proteinen, Ballaststoffen, Mineralien und anderen bioaktiven Verbindungen enthält, hat er das Potenzial, als Ergänzung in diätetischen Produkten oder als Bestandteil funktioneller Lebensmittel verwendet zu werden. Gemahlen zu Walnussmehl als Beigabe in Backwaren ist er eine gute Quelle für Mikro- und Makronährstoffe^{44,45}.

⁴⁰ <https://doi.org/10.4236/fns.2018.98076>

⁴¹ <https://doi.org/10.4236/fns.2018.98076>

⁴² <https://carbonauten.com/>

⁴³ <https://doi.org/10.3390/biom10101363>

⁴⁴ <https://doi.org/10.1007/s11130-021-00898-4>

⁴⁵ <https://doi.org/10.3390/IECN2022-12396>