



Weintrester

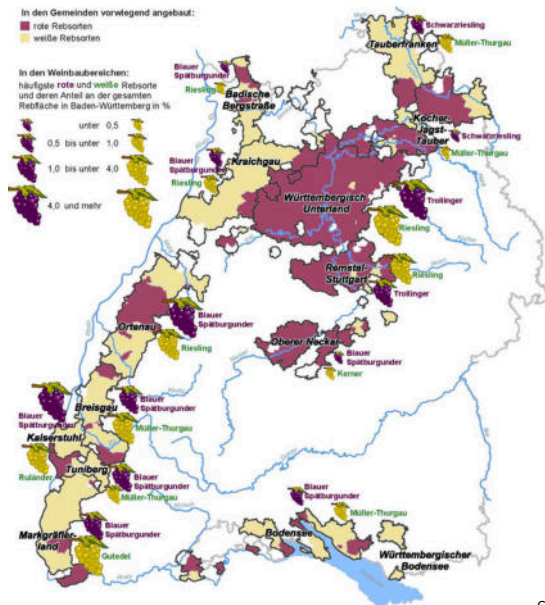
Ursprung: Pressrückstände der Weinmaische nach dem Keltern



Bedeutung und Anbau in Baden-Württemberg

In Deutschland gibt es 103.391 ha bestockte Rebfläche, mit insgesamt 8,94 Mio Hektoliter Wein- und Mosterzeugung¹. Auf 26.658 ha Rebfläche (Stand 2023) werden in Baden-Württemberg Wein angebaut, damit ist es das Bundesland mit der zweitgrößten Rebfläche hinter Rheinland-Pfalz. Die Weinmosternte für 2023 lag bei ca. 2.320.400 hl².

In den Weinanbaugebieten Württemberg und Baden sind das Württembergische Unterland sowie der Kaiserstuhl die bedeutenden Anbaugebiete³.



Wein zählt zu einem der ältesten Kulturgüter unserer Geschichte. Mit seiner kleinen Produktionsstruktur und den Familienbetrieben hat der Weinbau in Baden-Württemberg eine besondere Tradition. Insbesondere die terrassierten Steillagen sind ein kulturelles Attribut und stehen für eine biologische und nachhaltige Landwirtschaft. Die Weinlandschaft in Baden-Württemberg stellt seit Jahrhunderten nicht nur eine wichtige Kultur- und Erholungslandschaft dar, der Weinbau ist auch eine wichtige Einnahmequelle für die 6.490 meist kleinen Betriebe im Land^{4,5}. Die Valorisierung von lokal verfügbaren Nebenströmen im Sinne der nachhaltigen zirkulären Bioökonomie bietet für den Weinanbau vor Ort eine Chance für die Herstellung hochwertiger Produkte⁷.

Erste Verarbeitungsstufe

Nach der Weinlese werden die Trauben oft über nur kurze Transportwege zu den Keltereien gebracht und in der Regel direkt von den Stielen befreit. Bei der Herstellung von Weißwein werden die Weinbeeren von den Kähmen befreit, gemischt und anschließend gekeltert. Der so gewonnene Saft wird anschließend vergoren. Auch bei der Herstellung von Rotwein werden die Beeren zumeist erst von den Kähmen befreit und anschließend gequetscht. Die so hergestellte Maische wird anschließend vergoren und erst nach der Gärung gepresst. Zurück bleibt ein Trester mit einem hohen Wassergehalt. Teils sind die Kähme im Trester enthalten, teils werden die Kähme separat gesammelt^{7,9}.



1 Statistisches Bundesamt Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Wein https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Wein/_inhalt.html
 2 https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Statistische_Berichte/339223011.pdf
 3 <https://www.deutscheweine.de/regionen/>
 4 <https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unsere-themen/landwirtschaft/garten-obst-und-weinbau/weinbau/allgemeine-infos>
 5 <https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/20160802>
 6 https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag19_10_10.pdf
 7 Dwyer K., Hosseinian F., Rod M. (2014): The Market Potential of Grape Waste Alternatives. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v3n2p91>
 8 <https://www.wuerttemberg-wein.de/weinherstellung.html>
 9 Spekrijse J. et al. (2019): Insights into the European market of bio-based chemicals. Analysis based on ten key product categories, EUR 29581 EN. <https://doi.org/10.2760/549564>
 Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



Nebenströme der ersten Verarbeitungsstufe

Weintrester ist mit ca. 25% des ursprünglichen Traubengewichts das Hauptnebenprodukt der Weinherstellung⁷. Weintrester setzt sich aus den Beerenschalen, Fruchtfleischresten, Traubenkernen und eventuell den Kämmen zusammen. Bei Gärung und Filtration fallen zusätzlich Brauchwasser, Weintrub und Filterkuchen an. Bei Normalertrag fallen ca. 2 - 3 t/ha Weintrester an¹⁰. Für eine durchschnittlich angenommene Menge von 2,5 t/ha ergibt sich rechnerisch eine potenzielle Gesamtmenge von ca. 66.645 t an Trester bei 26.658 ha Rebfläche für die Weinherstellung in Baden-Württemberg pro Jahr.

Verwendung und Lagerung der Nebenstoffe

Bisher wird der anfallende Weintrester als geringwertiges Abfallprodukt betrachtet. Laut der baden-württembergischen Düngeverordnung kann der Trester als Wirtschaftsdünger innerhalb von fünf Tagen wieder auf die betriebseigenen Flächen ausgebracht werden. Die schnelle Ausbringung kann allerdings oftmals nicht von den Winzer:innen umgesetzt werden, da diese sich zu diesem Zeitpunkt noch in der Weinlese befinden. Daher wird der Trester oftmals kompostiert und erst später wieder ausgebracht, wobei allerdings die Nährstoffgehalte berechnet werden müssen¹⁰. Problematisch für eine Lagerung und potenzielle Weiterverarbeitung ist der hohe Wassergehalt im Trester zwischen 55% und 76%¹¹. Aufgrund dessen sind weitere Entsorgungswege des Tresters die Nutzung als Viehfutter und eine energetische Verwertung in Biogasanlagen. Auch eine Weiterverarbeitung zu Tresterbränden und Traubenkernöl ist möglich¹².



Relevante Inhaltsstoffe für die Bioökonomie

Weintrester bergen ein großes Potenzial für die Gewinnung wertschöpfender Inhaltsstoffe¹⁰⁻¹⁷. Die Tabelle zeigt beispielhaft wichtige Traubentrester-Inhaltsstoffe, die potenziell für die Bioökonomie relevant sein können. Der Reifegrad der Früchte, die Rebsorten, Anbauort und das Herstellungsverfahren beeinflussen die Zusammensetzung des Tresters. Über verschiedene Extraktionstechnologien können die Inhaltsstoffe gewonnen werden, hierbei sollte umweltfreundlicheren Technologien immer der Vorzug gegeben werden. Besonders interessant sind die Inhaltsstoffe für biobasierte Produkte, welche fossil-basierte Produkte ablösen können. Im Hinblick auf eine Bioökonomiestrategie mit einem Food-First-Ansatz ist eine Nutzung für die Herstellung von Lebensmitteln vorzuziehen.

Inhaltsstoff	Anteil
Ballaststoffe	19.53 – 28.93 g/100g TM
Kohlenhydrate	28.63 – 345.03 g/kg TM
davon Zucker	28.63 – 345.03 g/kg TM
Proteine	6.86 – 7.93 g/100g TM
Fett	8.62 – 16.07 g/100g TM
davon gesättigte Fettsäuren	n/a
davon ungesättigte Fettsäuren	n/a
Feuchtigkeitsgehalt	55 – 76 %
Rohasche	0.55 – 0.84 g/100g TM
Sonstige Verbindungen:	
(Poly-)Phenolische Verbindungen	37.6 – 59.6 mg GAE/g TM
Mögliche Verwendungszwecke	
Funktionelle Lebensmittel, Pharmazeutische Produkte, Reinigungsmittel,	Nahrungsergänzungsmittel, Kosmetikprodukte, essbare Lebensmittelverpackungen

¹⁰ https://wbi.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-612318168/MLR.LEL/PBSDocuments/wbi/011%20Fachartikel/0120%20FA%20Referat%2033%20Bodenkunde/1201_21%20FA%202021/D%20c3%bcngung%20von%20Ertragsrreben/2021_03_03%20Duengung%20von%20Ertragsreben.pdf
¹¹ García-Lomillo J., González-Sanjosé M.L. (2016) Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12238>
¹² https://wwo.landwirtschaft-bw.de/site/pbs-bw-new/get/documents/MLR.LEL/PBSDocuments/lwwo/pdf/b/Brennertechnologie/Praxistipps_fuers_Tresterbrennen.pdf
¹³ Yu J., Ahmedna M. (2012): Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x>
¹⁴ Bordiga M., Travaglia F., Locatelli M. (2019). Valorisation of grape pomace: an approach that is increasingly reaching its maturity – a review. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.14118>
¹⁵ 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>
¹⁶ Silyas T. et al. (2021): Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101592>
¹⁷ Singh R. S., Kaur N., Kennedy J. F. (2019): Pullulan production from agro-industrial waste and its applications in food industry: A review. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.04.050>
Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



Hopfenrebenhäcksel

Ursprung: Reststoffe der Hopfenverarbeitung in landwirtschaftlichen Betrieben



Bedeutung und Anbau in Baden-Württemberg

Deutschlandweit werden von mehr als 1.000 Betrieben jährlich knapp 35.000 Tonnen Hopfen auf einer Fläche von mehr als 20.600 ha angebaut.¹⁻³ Der Anbau konzentriert sich dabei vorrangig auf vier Anbauregionen, welche den Hopfenpflanzen durch ihre lockeren und tiefgründigen Böden sowie ausgeglichene Niederschläge und Temperatur ideale Bedingungen bieten. Dazu zählen die Regionen Hallertau (Bayern, ca. 83%), Elbe/Saale (Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen, ca. 7%), Tett nang (Baden-Württemberg, ca. 7%) und Spalt (Bayern, ca. 2%).



Der Anbau von Hopfen in Baden-Württemberg konzentriert sich seit 1844 auf die Region Tett nang in der Region Bodensee-Oberschwaben im Regierungsbezirk Tübingen.⁴ In der mehrere Gemeinden der Landkreise Friedrichshafen und Ravensburg umfassenden Region werden jährlich von 124 Betrieben, auf knapp 1.500 ha bis zu 2.300 Tonnen Hopfen erwirtschaftet.⁴ Ähnlich wie auch in anderen deutschen Hopfenanbauregionen zeigt sich auch in der Region Tett nang ein fallender Trend an produzierenden Betrieben. Während im Jahr 2000 noch knapp 300 Betriebe für den Hopfenanbau verantwortlich waren hat sich diese Zahl mittlerweile mehr als halbiert.⁴ Dem Entgegen steigt die für den Hopfen verwendete Anbaufläche seit 2010 stetig an. Hauptanbausorten sind die Sorten Tett nanger (ca. 650 ha), Herkules (ca. 300 ha), Hallertauer Mfr. (ca. 140 ha), Perle (ca. 130 ha) und Hallertauer Tradition (ca. 100 ha).⁴

Erste Verarbeitungsstufe

Nach der Hopfenernte, bei der die gesamten Hopfenpflanzen samt ihrer Rankhilfe, dem Aufleitdraht, abgeerntet und auf Traktoren verladen werden, erfolgt die Verarbeitung des Hopfens direkt auf den landwirtschaftlichen Betrieben.⁵ Hierbei werden mittels einer Pflückmaschine die Hopfendolden vom Hopfenstock entfernt und der Hopfenstock wird mitsamt dem Aufleitdraht gehäcksel. Magnetabscheider trennen im Anschluss die Reste des Aufleitdrahts von den Hopfenrebenhäckseln, welche als zentraler Reststoff der Hopfenverarbeitung verbleiben.⁵



1 Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (2017). Hopfenanbau. <https://lel.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Unsere+Themen/Hopfen>
2 Verband deutscher Hopfenpflanzer (2023). Anbauflächen Deutschland 2023. https://www.deutscher-hopfen.de/Anbauflaechen%20Deutschland/Offizielle%20Flachendaten%202023%20final_1.pdf
3 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2024) Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung: Hopfen. <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/bodennutzung-und-pflanzliche-erzeugung/hopfenanbau>
4 Hopfenpflanzerverband Tett nang e.V. (2024). Statistiken rund um den Tett nanger Hopfen. <https://tett nanger-hopfen.de/tett nanger-hopfen/statistik/>
5 Gepp, Matthias & Christian Thiel (2023). Besuch bei der Hopfenernte. *Private Landbrauerei Schönram*. <https://www.schoenramer.de/de/neuigkeiten/news/besuch-bei-der-hopfenernte>
6 Ziga Plahutar (2018). Man working with the hop-picking machine. *Getty Images*. <https://www.gettyimages.in/photos/ziga-plahutar-hop-picking-machine-working?assettype=image&sort=mostpopular&phrase=ziga%20plahutar%20hop-picking%20machine%20working&license=rf%20cr>
Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



Nebenströme der ersten Verarbeitungsstufe

Hopfenrebenhäcksel stellen den zentralen Reststoff der Hopfenverarbeitung dar. Je nach Betrieb, Sorte und Jahresverlauf schwankt die Menge der anfallenden Hopfenrebenhäcksel dabei stark. Bei normal entwickelten Hopfenbeständen ist mit Rebhäckselvolumen von ca. 140dt/ha zu rechnen. Dementsprechend fallen pro dt/ha Trockenhopfen ca. 8dt/ha Hopfenrebenhäcksel an.⁷

Verwendung und Lagerung der Nebenstoffe

Während die Hopfendolden nach der Ernte auf den landschaftlichen Betrieben für die Weiterverarbeitung getrocknet werden, werden die Hopfenrebenhäcksel, welche ebenfalls einen Feuchtegehalt bis zu 70% aufweisen für mindestens vier Wochen abgelagert und bei 70°C hygienisiert, bevor sie als Kompost zur Stickstoffrückfuhr in den Hopfengarten ausgebracht werden können.^{8,9} Dieses zeitintensive Verfahren dient der Vorbeugung der Verticillium-Welke, einer durch den Bodenpilz *Verticillium nonalfalfae* ausgelösten und pflanzenschutzmittel-resistenten Infektion der Hopfenpflanze, welche aufgrund ihrer hohen Infektiosität und Pathogenität zu massiven Ernteschäden führen kann.⁸ Bei der Lagerung von Rebhäckseln entsteht im Zuge der Verrottung der organischen Substanz bereits nach kurzer Zeit zudem ein stark sauerstoffzehrender Rebhäcksel-sickersaft, welcher durch Versickerung auf unbefestigten Flächen bzw. oberflächigen Abfluss eine Gefährdung für Oberflächengewässer und das Grundwasser darstellt.⁷



Relevante Inhaltsstoffe für die Bioökonomie

Die alternative bioökonomische Verwendung der Hopfenrebenhäcksel stellt aufgrund der Restrisikos der Infektion oder Grundwasserkontamination eine attraktive Alternative für Hopfenproduzenten dar. Zudem bergen die Reststoffe ein großes Potenzial für die Rückgewinnung wertvoller Inhaltsstoffe. Die Tabelle zeigt beispielhaft einige potenziell bioökonomisch relevante Inhaltsstoffe, welche aus Pelletierungsresten gewonnen werden können. Je nach Hopfensorte, Verarbeitung und verwendeter Extraktionstechnologie können diese Inhaltsstoffe in unterschiedlichen Mengen gewonnen werden. Besonders interessant sind Inhaltsstoffe für bio-basierte Produkte, welche fossil-basierte Produkte ablösen oder mit einem Food-First-Ansatz für die Herstellung von Lebensmitteln genutzt werden können.¹⁰

Inhaltsstoff	Anteil
Ballaststoffe	n/a
Kohlenhydrate	4.79 – 32.64 g/100g TM
davon Zucker	2.92 – 15.71 g/100g TM
Proteine	16.07 – 16.47 g/100g TM
Fett	15.03 – 30.01 g/100g TM
davon gesättigte Fettsäuren	n/a
davon ungesättigte Fettsäuren	n/a
Feuchtigkeitsgehalt	5.22 – 9.76 %
Rohasche	3.81 – 7.03 g/100g TM
Sonstige Verbindungen:	
(Poly-)Phenolische Verbindungen	46.7 – 160.4 mg GAE/g TM
Mögliche Verwendungszwecke	
Funktionelle Lebensmittel, Nahrungsergänzungsmittel	

⁷ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Hopfen 2022 - Grünes Heft. (Wolnzach: LfL, 2022) https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/tpz/dateien/hopfen_gruenes_heft_2022.pdf (Zugriff: 07.05.2024)

⁸ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Verticillium-Problematik bei Hopfen. <https://www.lfl.bayern.de/tpz/hopfen/181766/index.php#:~:text=Welke%2Dverd%C3%A4chtige%20Hopfen%20k%C3%B6nnen%20im,49%2C50%20Euro%20pro%20Probe.&text=Zum%20Nachweis%20von%20Verticillium%20und,wird%20ein%20sogenanntes%20Wachstumstest%20durchgef%252Dhrt> (Zugriff: 07.05.2024)

⁹ Lutz, Karin (2022). Verticillium-Problematik bei Hopfen. *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*. www.lfl.bayern.de/tpz/hopfen/021184/index.php (Zugriff: 07.05.2024)

¹⁰ Galanakis, C. M. (2021). Food waste recovery: Processing technologies, industrial techniques and applications. *Academic press*.



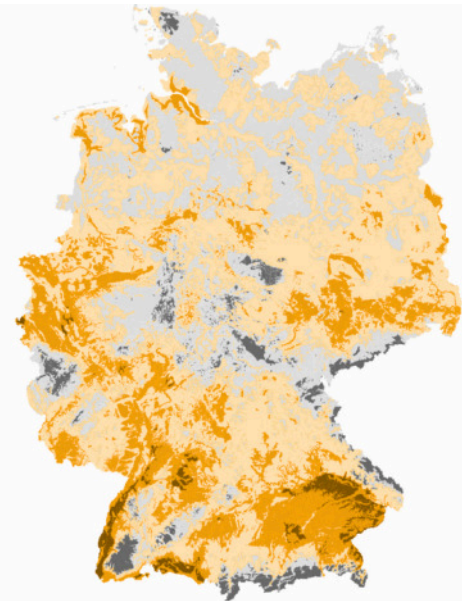
Sojaokara

Ursprung: Reststoffe der Verarbeitung von Sojabohnen



Bedeutung und Anbau in Baden-Württemberg

Deutschlandweit werden jährlich auf einer Fläche von mehr als 33.800 ha rund 90.500 Tönen Sojabohnen angebaut.¹ Der Anbau konzentriert sich dabei vorrangig auf Bayern und Baden-Württemberg, welche gemeinsam knapp 80% der gesamten Sojaanbaufläche Deutschlands stellen. In Baden-Württemberg, wurden zuletzt im Jahr 2023 ca. 7.600 ha für den Anbau von Sojabohnen genutzt.²⁻⁴ Zusätzlich zum innerdeutschen Anbau von Soja werden jährlich rund 3,9 Millionen weitere Tonnen Sojabohnen aus den Vereinigten Staaten (1,9 Millionen Tonnen) und Brasilien (1,4 Millionen Tonnen) importiert und vor Ort weiterverarbeitet.⁴



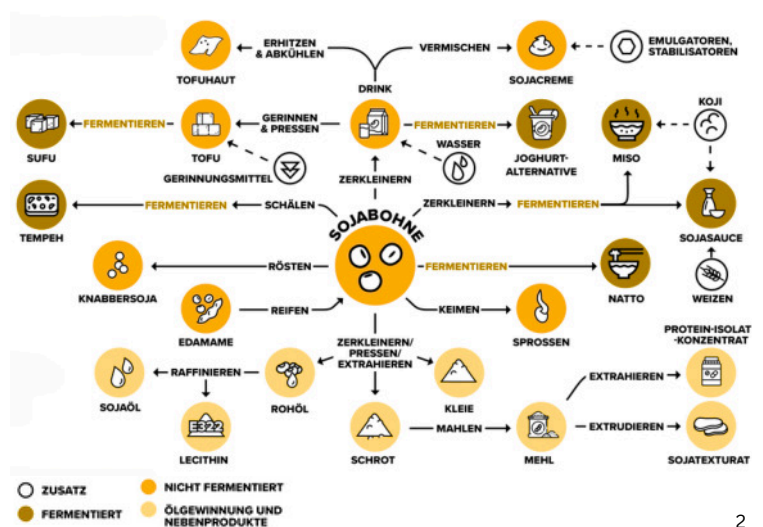
Sojaanbauggebiete in Deutschland

1

Aufbereitung & Erste Verarbeitungsstufe

Nach der Ernte der Sojabohnen mit Hilfe von Mähdreschern, werden diese zur Aufarbeitung und Entbitterung bzw. zum Toasten an entsprechende Vorverarbeiter übergeben. Hier erfolgt zunächst die Reinigung der Sojabohnen, wobei Bruchkörner, Hülsenreste, sowie weitere Erntereste wie Steine oder Erdmaterial über Siebe, Wind- und Gewichtsausleser aussortiert werden.^{5,6} Nach erfolgter Reinigung durchlaufen die Sojabohnen den sogenannten Entbitterungsprozess, bei dem bitter schmeckende sekundäre Pflanzenstoffe und Proteine durch schonendes Erhitzen denaturiert und so zerstört bzw. modifiziert werden. Um während dieses Prozesses eine gleichmäßige Wärmeleitung zu erreichen, werden die Sojabohnen mit einem Gemisch aus Essig und Wasser benetzt und im Anschluss an die Entbitterung getrocknet.⁶ Erst nach diesem Aufbereitungsprozess sind die Sojabohnen sowohl für die Verarbeitung in der Lebensmittel-, Öl-, als auch Tierfutterindustrie geeignet.

Beispielsweise wird bei der Herstellung von Sojaöl, das in den Sojabohnen enthaltene Öl durch Heipressung oder eine Lösungsmittelextraktion mit Hexan gewonnen.⁷ Hierbei verbleibt ein proteinreicher Presskuchen als Reststoff. Bei der Herstellung von 'Sojamilch' findet das sog. Heimaisverfahren Anwendung. Hierbei werden die aufbereiteten Sojabohnen eingeweicht und anschließend mit heißem Wasser gemahlen. Dabei trennt sich das Sojabohnen-Wasser-Gemisch in einen dickflüssigen Presssaft, welcher durch Abschöpfen und Kochen zum Sojadrink (und ggf. im Folgenden zu Tofu) weiterverarbeitet wird. Der feste Bestandteil, das sogenannte Okara verbleibt als Reststoff.⁷



2

1 Julius-Kühn-Institut. Anbaueignung für Sojabohnen. <http://geoportal.julius-kuehn.de/#/map/public/5e1f0476e9208e35a71e24a7> (Zugriff: 19.9.2023)
2 Land schafft Leben (2022). Sojavielfalt. https://www.landschaftleben.at/lebensmittel/soja/infografiken/2022/image-thumb_12720_slider-lg/Infografik%20Soja%20-%20Produktions%20Baum%20%28c%29%20Land%20schafft%20Leben%202022.png (Zugriff: 07.05.2024)
3 Destatis 2021 Sojaanbauflächen in Deutschland binnen fünf Jahren mehr als verdoppelt. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2021/PD21_31_p002.html (aufgerufen am 19.9.2023)
4 https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Statische_Berichte/335423001.pdf#search=soja (aufgerufen am 19.7.2023)
5 Eierhöfe (2021). Regionale Soja-Verarbeitung: Erst so wird die Bohne genießbar. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Z0RnWxNjokY> (Zugriff: 22.9.2023)
6 Land schafft Leben (2022). Ernte von Soja. <https://www.landschaftleben.at/lebensmittel/soja/herstellung/ernte> (Zugriff: 07.05.2024)
7 Land schafft Leben (2022). Soja als Lebensmittel. <https://www.landschaftleben.at/lebensmittel/soja/herstellung/soja-als-lebensmittel> (Zugriff: 07.05.2024)



Nebenströme der ersten Verarbeitungsstufe

Zentrale Reststoffe der Sojaverarbeitung sind vorrangig das im Heißmaisverfahren entstehende Okara, sowie Ölpressekuchen bzw. Extraktionsschrot aus der Ölherstellung. Pro Kilogramm für die Tofuproduktion hergestellter 'Sojamilch' verbleibt ca. 1 kg Okara als Reststoff.⁸ Der Anteil des entstehenden Ölpressekuchens liegt bei ca. 0,9 kg pro kg verarbeiteter Sojabohnen, der des Extraktionsschrots bei ca. 0,8 kg pro kg Sojabohnen.⁹

Verwendung und Lagerung der Nebenstoffe

Aktuell findet Sojaokara vorrangig Verwendung als Substrat für Biogasanlagen zur Energieproduktion oder als Tierfutter, wo es aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung (v.a. im Bezug auf enthaltene Aminosäuren) in der Geflügelernährung eingesetzt wird.¹⁰ Weiterhin enthält das Okara viele ungesättigte Fette. Durch den hohen Wassergehalt ist das Okara flüssig und pumpbar. Die Lagerung von Okara erfolgt aktuell in Silos oder Bunkern, in welchen durch regelmäßiges Rühren oder Pumpen sichergestellt wird, dass sich das Okara nicht ablagert. Auf diese Weise kann das Okara auch bei höheren Temperaturen im Sommer für bis zu 5 Wochen gelagert werden.¹¹ Die Ansäuerung mit organischen Säuren kann die Haltbarkeit des Okaras zu verlängern.¹¹



Relevante Inhaltsstoffe für die Bioökonomie

Die Reststoffe der Sojaverarbeitung bergen ein großes Potenzial für die Gewinnung wertschöpfender Inhaltsstoffe. Die Tabelle zeigt beispielhaft Inhaltsstoffe von Sojaokara, welche für die Bioökonomie relevant sein können. Der Reifegrad der Sojabohnen, die Sorte, sowie das Herstellungsverfahren beeinflussen diese. Über verschiedene Extraktionstechnologien können die Inhaltsstoffe gewonnen werden, hierbei sollte umweltfreundlicheren Technologien der Vorzug gegeben werden. Besonders interessant sind die Inhaltsstoffe für biobasierte Produkte, welche fossil-basierte Produkte ablösen können. Im Hinblick auf eine Bioökonomiestrategie mit einem Food-First-Ansatz ist eine Nutzung für die Herstellung von Lebensmitteln vorzuziehen.

Inhaltsstoff	Anteil
Ballaststoffe	14.5 – 58.1 g/100 g TM
Kohlenhydrate	44.8 – 54.8 g/100 g TM
davon Zucker	n/a
Proteine	15.2 – 37.5 g/100 g TM
Fett	8.3 – 22.3 g/100 g TM
davon gesättigte Fettsäuren	15.2 – 16.4 %
davon ungesättigte Fettsäuren	78.2 – 84.0 %
Feuchtigkeitsgehalt	74.0 – 80.3 %
Rohasche	3.0–4.5 g/100 g TM
Sonstige Verbindungen: (Poly-)Phenolische Verbindungen	0.10 – 1.93 mg GAE/g TM
Mögliche Verwendungszwecke	
Diverse Lebensmittel wie Ersatzprodukte oder Nahrungsergänzungsmittel	wie Fleischalternativen, Ei-proteinhaltigem Brot,

8 familleSuisse (o.D.) Okara. <https://famillesuisse.ch/infos/okara> (Zugriff: 07.05.2024)

9 Land schafft Leben (2022). Factsheet Soja. <https://www.landschafttleben.at/bildung/factsheets/2022/Factsheet%20Soja%202022%20%284%29.pdf> (Zugriff: 07.05.2024)

10 Organic Farm Knowledge (2023). Okara: Aufnahme eines Soja-Nebenproduktes in die Geflügelernährung. <https://organic-farmknowledge.org/de/tool/37898> (Zugriff: 24.10.23)

11 ForFarmers (2018). Okara. <https://www.forfarmersdm.de/produkte/alle-produkte/okara.aspx?sector=Schweine> (Zugriff: 07.05.2024)

12 Bhat, R. (2022). Future foods: Global trends, Opportunities, and Sustainability Challenges. *Academic Press*. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-02752-0>



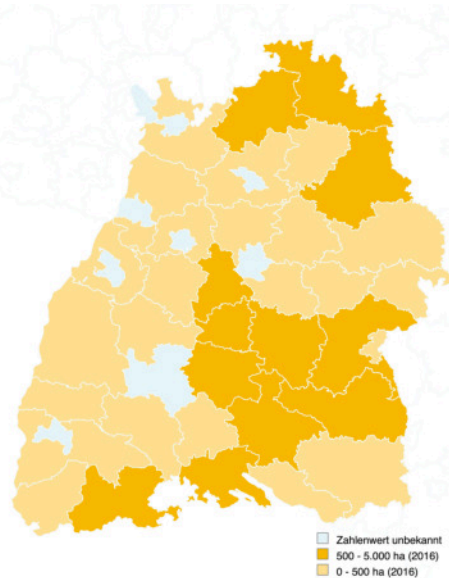
Haferspelzen & Haferokara

Ursprung: Reststoffe der Reinigung und Verarbeitung von Hafer



Bedeutung und Anbau in Baden-Württemberg

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.¹⁻⁴ Auf Baden-Württemberg entfallen hierbei 17.400 ha Anbaufläche, sowie knapp 96.000 Tonnen an produziertem Hafer pro Jahr.⁵ Der Anbau konzentriert sich dabei vor allem auf die Regionen Neckar-Alb, Donau-Iller, Hochrhein-Bodensee und Heilbronn-Franken.



Aufbereitung & Erste Verarbeitungsstufe

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.⁶ Im Anschluss wird mittels Schälmaschinen die das Getreidekorn umgebende Schale, die Spelze, entfernt. Dabei werden die Haferkörner mittels Zentrifugalkraft an einen Pralling an der Außenwand der Schälmaschine geschleudert, wodurch sich zumeist die Spelze vom Korn ablöst.^{6,7} Übrig bleibt ein Schälgemisch, welches aus geschälten und ungeschälten Körnern, sowie Spelzen besteht.^{7,8} Die einzelnen Fraktionen werden anschließend mittels Umluftseparatoren und Tischausleser separiert. Die Spelzen verbleiben als Reststoff, während ungeschälte Körner den Prozess erneut durchlaufen.^{7,8} Die geschälten Körner werden anschließend bei 80-100°C in der sog. Darre, gedarrt und anschließend gedämpft und getrocknet, um fettspaltende Enzyme zu inaktivieren und die Haferstärke aufzuschließen und so besser 1 verdaubar zu machen.⁶

Die auf diese Weise aufbereiteten Haferkörner werden anschließend für die Produktion von diversen Haferprodukten eingesetzt. Hafergrütze und Haferkleie entstehen durch das Zerteilen des Haferkerns. Die Hafergrütze besteht aus kleinen Stücken des Haferkorns, während die Haferkleie aus den Randschichten und dem Keim des Haferkerns besteht.³ Beide werden sowohl als eigenständige Produkte verkauft oder als Ausgangsprodukt für weitere Haferprodukte, wie Hafermehl bzw. Hafergries genutzt.³ Haferflocken werden durch Auswalzen von ganzen, angefeuchteten Haferkernen bzw. Hafergrütze mittels einer Flockierwalze hergestellt.^{3,7} Bei der Herstellung von Haferdrinks werden die ganzen Haferkörner gemahlen und mit Wasser bei 50°C vermischt.^{3,9} Anschließend werden feste Bestandteile, das sogenannte Okara, und flüssige Bestandteile, die süßschmeckende Haferdrinkbasis durch Zentrifugieren und Dekantieren getrennt. Die Haferdrinkbasis wird anschließend mit Enzymen versetzt, welche die noch enthaltene Stärke in kleine Zuckerbestandteile abbauen, und daraufhin homogenisiert, pasteurisiert und steril abgefüllt.^{3,9}



1 Eigene Darstellung basierend auf https://www.proplanta.de/karten/anbauflaeche_ackerland_getreide_weizen_roggen_gerste_hafer_triticale_2016_uebersichtskarte25022020.html
2 Foterek, K. (2016). Pflanzliche Milchalternativen. Ernährungs Umschau, Vol. 7, M414-M420. <https://ecodemy.de/magazin/pflanzenmilch-pflanzendrinks-pflanzliche-milchalternativen-kaffee/> (langepast)
3 Verband der Getreide-, Mühlen- und Stärkewirtschaft VGMS e.V. (2024). Haferprodukte. <https://www.hafer-die-alleskoerner.de/hafer-fuer-alle/unser-hafer/haferprodukte>
4 BMEL Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung - Getreide. <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/getreide> (aufgerufen am 04.08.23)
5 Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Getreide- und Ölfrüchteernte in Baden-Württemberg. Endgültiges Ergebnis 2021/2022 <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Ernte/Getreideernte.jsp>
6 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=2ahUKEwj5SKHjFuFAXp3AIHHb0fBdlQFnoEDYQQAQ&usq=AOvVaw1pSmlMzrncvCyaahjoxwIw
7 F.H. SCHULE Mühlenbau GmbH (2024). Haferverarbeitung. <https://www.schulefood.com/de/produkte-verfahren/detail/haferstueckverarbeitungsschyanlagen/>
8 Streckel & Schrader GmbH & Co. KG (2024). Schälprozess. <https://www.streckel-schrader.com/prozesse/schaelprozess/>
9 Marchart, K., Meidlinger, B., Hofstädter, D. (2019). Pflanzliche Milchalternativen unter der Lupe. <https://shorturl.at/nolUW1>
Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



Nebenströme der ersten Verarbeitungsstufe

Da innerhalb der Herstellungsprozesse von Hafergrütze, Haferkleine, Haferflocken und Hafermehl zumeist nur vernachlässigbar geringe Reststoffmengen auftreten, handelt es sich bei den mengenmäßigen Hauptnebenstoffströmen der Haferverarbeitung vorrangig um die bei der Entspelzung übrig bleibenden Spelzen, sowie das bei der Haferdrinkherstellung verbleibende Okara. Der Anteil an Spelzenfraktion ist dabei abhängig von der Schälbarkeit der jeweiligen Hafersorte, welche im Durchschnitt bei ca. 95% liegt. Der Spelzenanteil macht wiederum ca. 26-30% des Korngewichts aus wodurch so theoretisch hochgerechnet ein jährlicher Anfall an Haferspelzen von ca. 24.960 t in Baden-Württemberg entsteht. Beim Okara verbleiben pro Liter hergestellten Haferdrinks ca. 200ml Okara als Reststoff.^{12,18}

Verwendung und Lagerung der Nebenstoffe

Haferspelzen lassen sich sehr gut lagern, da sie einen geringen Feuchtegehalt aufweisen. Sie werden häufig als Tierfutter eingesetzt. Weitere Möglichkeiten sind die Anwendung als Haferstreumehl, welches durch Mahlen hergestellt und in Bäckereien zum Ausstreuen von Brotformen genutzt wird, sowie als Haferspelzkomprimat, welche als Nahrungsergänzungsmittel vermarktet werden.^{13,14} Auch ein Einsatz als Füllstoff für 'Nature Plastic Compounds (NPCs)' oder als Material für ökologische, alternative Transportverpackungen ist möglich.^{14,16} Haferokara wird derzeit vorrangig für die Tierfutter- und Düngemittelproduktion oder als Substrat für Biogasanalgen eingesetzt.¹⁸ Studien zeigen, dass Okara als Rohstoff für die Lebensmittelproduktion bzw. als Kohlen- und Stickstoffquelle für die Myzelproduktion von Ständerpilzen für die Lebensmittelproduktion eingesetzt werden kann.^{17,19} Die Herausforderung des Okaras besteht dabei in der Sicherstellung der Lebensmittelqualität, welche durch die schnelle Verderblichkeit sowie die klebrige Konsistenz erschwert wird.¹⁹



Relevante Inhaltsstoffe für die Bioökonomie

Die Reststoffe der Haferverarbeitung bergen ein großes Potenzial für die Gewinnung wertschöpfender Inhaltsstoffe. Die Tabelle zeigt beispielhaft Inhaltsstoffe von Haferspelzen, welche in Abhängigkeit der verwendeten Sorte und des Extraktionsverfahrens für die Bioökonomie relevant sein können. Die Inhaltsstoffe können über verschiedene Extraktionstechnologien gewonnen werden, hierbei sollten umweltfreundlicheren Technologien der Vorzug gegeben werden. Besonders von Interesse sind die Inhaltsstoffe, die im Hinblick auf eine Bioökonomiestrategie mit einem Food-First-Ansatz für die Herstellung von Lebensmitteln eingesetzt werden können. Dem folgen biobasierte Produkte, welche fossil-basierte Produkte ablösen können.¹¹

Inhaltsstoff	Anteil
Ballaststoffe	89.6 – 91.1 g/100 g TM
Kohlenhydrate	91.9 – 92.0 g/100 g TM
davon Zucker	n/a
Proteine	1.31 – 3.06 g/100 g TM
Fett	0.60 – 0.62 g/100 g TM
davon gesättigte Fettsäuren	34.83 %
davon ungesättigte Fettsäuren	65.19 %
Feuchtigkeitsgehalt	3.5 – 8.03 %
Rohasche	3.41 g/100 g TM
Sonstige Verbindungen:	
(Poly-)Phenolische Verbindungen	49.87 mg GAE/g TM
Mögliche Verwendungszwecke	
Ballaststoff- und proteinreiche Lebensmitteln, Biokunststoffe, alternative Transportverpackung, Biokohle- und Bioethanolrohstoff, Ausgangsstoff für die Gewinnung von Nutraceuticals und funktionellen Inhaltsstoffen für Lebensmittel und Pharmazieprodukte	

10 FluidSolids (2023). Abfall als Rohstoff: Biokomposite auf Basis von Haferspelzen. <https://greenbusinessaward.ch/nominierte/fluidsolids-biocomposites/> (Zugriff: 07.05.24)

11 Galanakis, C. M. (2021). Food waste recovery: Processing technologies, industrial techniques and applications. Academic press.

12 beweka Kraftfutterwerk GmbH (o.D.) Hafer. <https://beweka.com/beweka/rohstofflexikon/h/hafer/> (Zugriff: 07.05.24)

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

14 Maier, Gerhard (n.D.). Haferspelzen-Komprimat Herbalife. *Herbalife Nutrition*. <https://www.herba-online-shop.info/produkt/herbalife-haferspelzen-komprimat/#>

15 CKT-Okoplast GmbH (o.D.) NPC Nature Plastic Compounds. https://oekoplast.de/PDF/NPC_Haferspelzen.pdf (Zugriff: 07.05.24)

16 Preservation (2024) Recou: Unser ökologisches Polstermaterial. <https://preservation.eu/material/> (Zugriff: 07.05.24)

17 Bakonyi, Daniel (2024). Lacoat4Fungi: Produktion von proteinreichen Myzelien aus Basidiomycota unter Verwertung eines Nebenstroms aus der Milchverarbeitenden Industrie und Haferokara. *Innovationsraum New Food Systems*. <https://newfoodsystems.de/projekte/lacoat4fungi/> (Zugriff: 07.05.24)

18 Andersson, Linda (2023). Over & Out – Turning Oat Drink Residues Into New Food and Materials. *AxFoundation Progress Report 2023*. https://issuu.com/axfoundation/docs/progressreport_2023_axfoundation/54?r=szjQzMDY4NjxiMTM (Zugriff: 07.05.24)

19 Elajo Technology Solutions (2024). Plant Based Food and Beverages. <https://elajotechnology.com/application/plant-based-food-and-beverages/> (Zugriff: 07.05.24)

Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



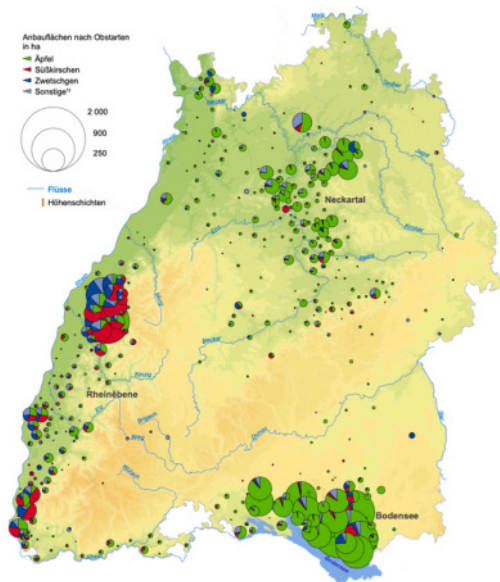
Sauerkirschenkerne & Sauerkirschtrester

Ursprung: Reststoffe der Saft-, Destillat-, Konserven- und Konfitürenproduktion



Bedeutung und Anbau in Baden-Württemberg

In Deutschland werden auf einer Gesamtanbaufläche von 7.219 ha jährlich mehr als 40.000 Tonnen an Süß- und Sauerkirschen produziert (Stand 2023)³. Der Anbau von Süßkirschen überwiegt mit Anbauflächen von knapp 5.700ha und Erntemengen von knapp 32.500 t/a dabei den Sauerkirschenanbau (ca. 1550 ha Anbaufläche, 7800 t/a Erntemenge) deutlich³. Im Ländervergleich entfallen mehr als ein Drittel der Anbauflächen auf Baden-Württemberg, welches somit als führendes Bundesland beim Süßkirschenanbau (2598 ha) und als drittstärkster Sauerkirschenproduzent (238 ha) nach Rheinland-Pfalz (455 ha) und Sachsen (337 ha) agiert⁶.

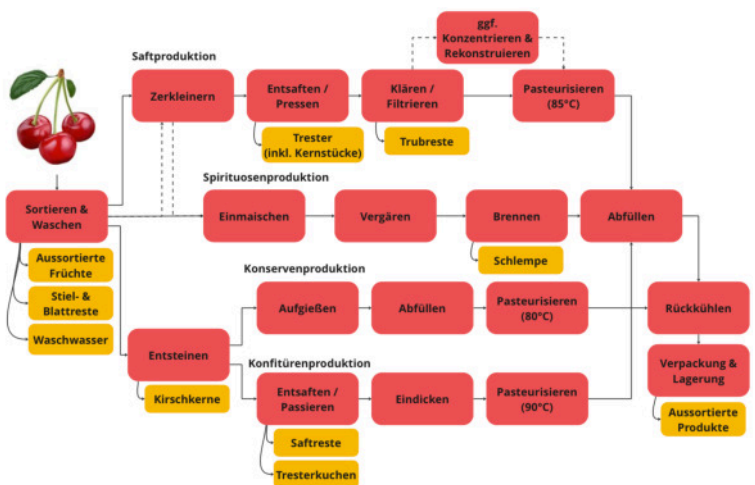


1

Erste Verarbeitungsstufe

Während Süßkirschen zumeist für den Direktverzehr bestimmt sind, werden Sauerkirschen nach der Ernte zumeist über kurze Transportwege zu den jeweiligen verarbeitenden Betrieben gebracht, in welchen zunächst Sortierungs- und Waschprozesse erfolgen, die dazu dienen die Kirschen von Pestizidrückständen und anhaftenden Verunreinigungen wie Blättern, Gras, Schmutz, kleinen Steinen oder Insektenresten zu befreien sowie faule und verdorbene Früchte auszusortieren. Im Anschluss durchlaufen die Kirschen einen der vielfältigen Verarbeitungswege der kirschverarbeitenden Industrie in Baden-Württemberg um zu Säften, Pürees, Konfitüren, Bränden, sowie Konserven und Zwischenprodukten (wie z.B. Fruchtzubereitungen für Bäckereien und Molkereien) verarbeitet zu werden.^{3,7,10} Je nach Verarbeitungsweg und den dabei angewandten Prozess-

technologien entstehen dabei verschiedene flüssige bis feste Reststoffströme, die sich in ihrer Zusammensetzung unterscheiden und zwischen 5–30% der verarbeiteten Gesamtmenge ausmachen können.^{3,7,10} Für die Herstellung von Fruchtkonserven und Konfitüren werden die Kirschen beispielsweise entsteint und dann im Ganzen verarbeitet, was vorrangig Kirschenkerne als Reststoff zurücklässt. Bei der Herstellung von Sauerkirschsäften und -bränden hingegen werden die Kirschen ohne Entfernung des Kerns eingemaischt, vergoren und gebrannt oder durch Pressen zu Saft verarbeitet, sodass Schlempen bzw. Trester zurückbleiben.



2

1 Köslér, Julia (2023). Der baden-württembergische Baumobstanbau. *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg*, 4/2023. www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag23_04_04.pdf
2 Eigene Darstellung in Anlehnung an: Scheurich, Philipp (2024). Uncovering the Potential of Food Processing By-Products for Cascading Food-First Valorisation. *Universität Hohenheim*.
3 Statistisches Bundesamt (2023). Flächen und Erntemengen im Marktobstbau. *Statistisches Bundesamt (Destatis)*. www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Obst-Gemuese-Gartenbau/Tabellen/flaechen-erntemengen-marktobstbau.html
4 Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). FAOSTAT – Crops and livestock products. www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
5 Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2024). Anbau und Ernte von Obst in Baden-Württemberg 2023. *Statistische Berichte Baden-Württemberg*, Artikel-Nr. 3373 23001. www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Statistische_Berichte/337323001.pdf
6 Statistisches Bundesamt (2022). Baumobstanbau nach Bundesländern 2022. *Statistisches Bundesamt (Destatis)*. www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Obst-Gemuese-Gartenbau/Tabellen/baumobstanbau-bundeslaender.html
Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



Nebenströme der ersten Verarbeitungsstufe

Kirschkerne (ca. 5–20%)¹⁰ und Kirschtrester (ca. 15–30%)⁷ aus der Saft- und Konfitürenproduktion, sowie Kirschschempe (ca. 60% der verarbeit. Gesamtmenge) stellen die mengenmäßigen Hauptreststoffe der kirschverarbeitenden Industrie dar. Neben diesen entstehen bei der Verarbeitung der Kirschen in geringeren Mengen Reststoffe in der Form von Abwässern (Reinigungswasser, Spülwasser, Kühlwasser, etc.)⁸, Saft- und Trubresten, Stiel- und Blattresten, sowie aussortierten Früchten und Endprodukten.

Verwendung und Lagerung der Nebenstoffe

Bisher findet lediglich eine stark begrenzte Nutzung der Reststoffe der Kirschverarbeitung statt, wobei vorrangig Kirschkerne zur Produktion von Kirschkernkissen, als Brennstoff oder gemahlen als Abriebmaterial in Kosmetika, sowie industriell eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Wasseraktivität und somit hohen Verderblichkeit der semi-soliden Reststoffe (Trester, Schlempe, Trubreste) beschränkt sich deren Verwendung derzeit zumeist auf die Direktnutzung als Wirtschaftsdünger, Futtermittel, oder als Substrat für die energetische Verwertung in Biogasanlagen. Vereinzelt finden sich im Start-up-Bereich Verfahren, welche Reststoffe der Kirsch-verarbeitenden Industrie zur Produktion von Lebensmitteln, Polymeren, sowie kosmetischen und pharmazeutischen Produkten nutzen⁹.



Relevante Inhaltsstoffe für die Bioökonomie

Die Reststoffe der kirschverarbeitenden Industrie bergen ein großes Potenzial für die Rückgewinnung wertschöpfender Inhaltsstoffe. Die Tabelle zeigt beispielhaft einige wichtige, potenziell für die Bioökonomie relevante Inhaltsstoffe, welche aus Kirschkernen und Kirschtrester gewonnen werden können. Je nach Kirschsorte, Verarbeitung und verwendeter Extraktionstechnologie¹¹ können diese Inhaltsstoffe in unterschiedlichen Mengen gewonnen werden. Hierbei sollten grünen Technologien der Vorzug gegeben werden. Besonders interessant sind die Inhaltsstoffe für biobasierte Produkte, welche fossil-basierte Produkte ablösen, beziehungsweise welche im Hinblick auf eine Bioökonomiestrategie mit einem Food-First-Ansatz für die Herstellung von Lebensmitteln genutzt werden können.

Inhaltsstoff	Anteil
Ballaststoffe	30.25 g/100 g TM
Kohlenhydrate	46.6 g/100 g TM
davon Zucker	2.91 – 23.1 g/100g TM
Proteine	29.3 – 45.2 g/100 g TM
Fett	17 - 36 g/100 g TM
davon gesättigte Fettsäuren	9.4 %
davon ungesättigte Fettsäuren	90.6 %
Feuchtigkeitsgehalt	9.07 %
Rohasche	4.32 g/100 g TM
Sonstige Verbindungen:	
(Poly-)Phenolische Verbindungen	53.87 mg GAE/g TM
Mögliche Verwendungszwecke	
Ölquelle für Nahrungsmittel & Kosmetika, Faserquelle (z.B. Faserverstärkte Biokunststoffe), proteinreiche pflanzliche Nahrungsmittel, Milchalternative	

7 Yilmaz, F. M., Görgüç, A., Karaaslan, M., Vardin, H., Ersus Bilek, S., Uygun, Ö., & Bircan, C. (2018). Sour cherry by-products: Compositions, functional properties and recovery potentials – A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(22), 3549–3563. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1496901>

8 Bundesministerium der Justiz (2006). Hinweise und Erläuterungen zu Anhang 5 Abwasserverordnung (AbwVO) - Herstellung von Obst und Gemüseprodukten. *Bundesanzeiger*, Nr. 68a 2006, S.19. www.umwelt-online.de/regelwerk/wasser/abw_vo/an5e_ges.htm

9 Boldt, Beatrix (2022). BayWa investiert in Obstkern-Retter. *BIOCOM Interrelations GmbH*. <https://biooekonomie.de/nachrichten/neues-aus-der-biooekonomie/baywa-investiert-obstkern-retter>.

10 Ropelewska, E., Sabanci, K., & Aslan, M. F. (2021). Discriminative power of geometric parameters of different cultivars of sour cherry pits determined using machine learning. *Agriculture*, 11(12), 1212. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121212>

11 Galanakis, C. M. (2021). Food waste recovery: Processing technologies, industrial techniques and applications. *Academic press*.

Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



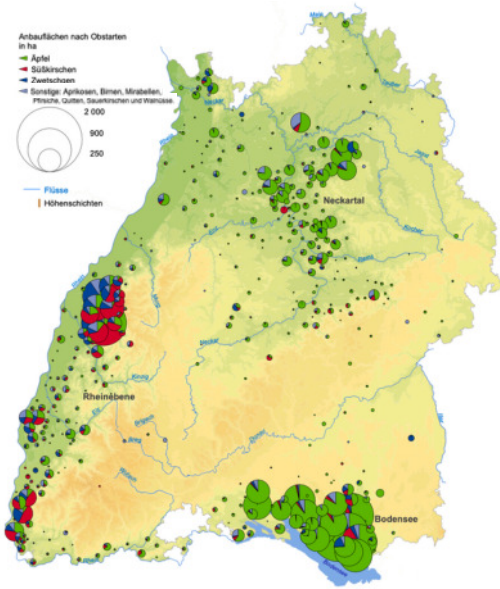
Walnussschalen Ursprung: Ölmühlen



Bedeutung und Anbau in Baden-Württemberg

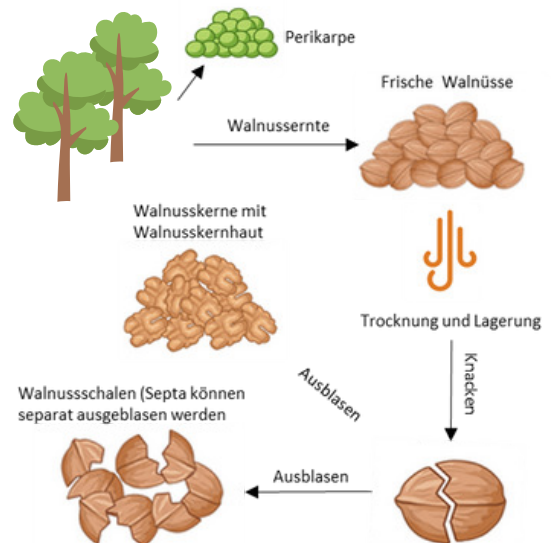
Die zum Schalenobst gehörende Walnuss (*Juglans regia*) stammt ursprünglich aus Mittelasien^{1,2}. Walnussbäume wachsen besonders gern an warmen Standorten und haben daher in den Weinanbauregionen von Baden-Württemberg eine lange Tradition. In Baden-Württemberg werden Walnüsse von 263 Betrieben auf insgesamt 117 ha angebaut, womit es eines der größten Anbauggebiete in Deutschland ist. Im Vergleich zu 2017 mit 89 ha Anbaufläche ist dies ein Anstieg von 31%³. Die Importmenge an Walnüssen betrug 2023 40.618 t, damit bietet der Anbau und die Nutzbarmachung der Nebenströme ein großes Potenzial für Baden-Württemberg⁴.

Besonders Agroforstsysteme als extensiver Obstbau mit Nussbäumen auf den Flächen haben in Form von Streuobstwiesen auch in Baden-Württemberg eine lange Tradition. Walnussbäume eignen sich auch für Agroforstsysteme mit Ackerflächen, da ihre tiefreichenden Wurzeln kaum mit den Ackerkulturen um Nährstoffe und Wasser konkurrieren⁵. Allerdings stellt die Langfristigkeit beim Anbau eine große Herausforderung für Landwirt:innen dar. Neben den nährstoffreichen und gesunden Nüssen ist auch das Holz des Walnussbaumes eines der wertvollsten Hölzer und wird für hochwertige Produkte wie Möbel verwendet⁶. Bei der Verwertung von Walnüssen fallen Nebenströme an, die eine Vielzahl an bioaktiven Verbindungen aufweisen, die für die Lebensmittel-, Chemie- und Biomedizinindustrie interessant sein können⁷.



Erste Verarbeitungsstufe

Nach der Ernte werden die Walnüsse in Rotationswaschanlagen gewaschen, um sie von den Perikarpen zu befreien. Anschließend werden die Walnüsse getrocknet und geknackt und so Schale von Kern getrennt⁸. Übrig bleiben Walnussschalen, die Walnussmembran und Perikarprückstände (grüne Hüllen) als Nebenprodukte. Aufgrund ihres hohen Fettgehalts (60 bis 70%)⁹ werden die Kerne oft in Ölmühlen auch zu kaltgepresstem Walnussöl verarbeitet. Hierbei entstehen weitere Nebenströme, wobei der Presskuchen der mengenmäßig größte ist. Dieser Presskuchen ist sehr proteinhaltig und enthält noch Ölaneile.



1 Köstler, Julia (2023). Der baden-württembergische Baumobstanbau. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg, 4/2023. www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Monatshefte/PDF/Beitrag23_04_04.pdf

2 <https://lwo.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Fachinformationen/Walnuesse+-+Verwertungsmoeglichkeiten-und+Praxiserfahrungen>

3 https://www.statistik-bw.de/Service/Veroeff/Statistische_Berichte/337122001.pdf#search=walnuesse

4 <https://de.statista.com/statistik/studie/id/69685/dokument/nuesse-und-schalenfruechte/>

5 <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/anbausysteme/agroforst-landnutzungssystem-mit-zukunftspotenzial/nutzungsformen-und-gehoelze-in-agroforstsystemen/>

6 https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/pflanze/anbauflaeche-fuer-walnuesse-hat-sich-in-deutschland-fast-verdreifacht_article1697666472.html

7 Voulgaridis V., Vassiliou V.G. (2004): The walnut wood and its utilisation to high value products. [10.17660/ActaHortic.2005.705.7](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.705.7)

8 <https://nuttechnology.com/de/blog/walnut-processing-stages-and-equipment>

Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)



Nebenströme der ersten Verarbeitungsstufe

Als Nebenströme sind Walnussschalen, Walnussmembranen (Kämpke) und der bei der Ölherstellung anfallende Presskuchen aufgrund ihrer Inhaltsstoffe besonders interessant. Perikarpe fallen weitestgehend auf den landwirtschaftlichen Betrieben an. Bei den Filtrationsschritten der Ölherstellung fallen zudem noch Grobtrub und Nussmark an. Die Erntemenge von Walnussbäumen im Vollertrag beträgt ca. 30-50 kg Walnüsse⁹, etwa 65% des Erntegewichts entfallen auf Walnussschalen. Weiterhin verbleibt bei der Ölherstellung aus Walnuskernen ca. 50-65% des Ausgangsgewichts als proteinreicher Presskuchen¹⁰. Bei einem angenommenen Baumbestand von 8073 Bäumen/ha (70 Bäume/ha auf 117 ha) fallen ca. 210t an Walnussschalen in Baden-Württemberg pro Jahr an.

Verwendung und Lagerung der Nebenstoffe

Die Lagerung von Walnussschalen gestaltet sich als schwierig, da Kernreste nach dem Knackvorgang in den Schalen verbleiben und damit die Gefahr besteht, dass die sehr ölhaltigen Nussreste schnell ranzig werden. Hinzu kommt, dass die verbleibenden Kernstücke bei der Lagerung bspw. Motten und Nagetiere anziehen. Daher werden die Schalen zumeist der thermischen Verwertung zugeführt oder kompostiert. Der Presskuchen ist aufgrund der mehrfach ungesättigten Fettsäuren des verbleibenden Ölanteils oxidationsempfindlich¹¹ und ist daher nur bedingt längerfristig lagerfähig. Daher wird er bisher meist in der Tierfütterung eingesetzt, nur ein geringer Teil wird direkt vermarktet oder in der Lebensmittelproduktion eingesetzt.



Relevante Inhaltsstoffe für die Bioökonomie

Die Reststoffe Walnussverarbeitung bergen ein großes Potenzial für Weiterverarbeitung. Die Tabelle zeigt beispielhaft einige wichtige, potenziell für die Bioökonomie relevante Inhaltsstoffe der Walnussschalen. Je nach Sorte und Anbaubedingungen schwanken diese Bestandteile. Aufgrund des hohen Ligninanteils besitzen Walnussschalen eine geeignete Härte für die direkte Vermahlung zu Pulvern, Mehlen und Granulaten für verschiedene industrielle Einsatzbereiche. Nach bestimmten Vorbehandlungen ist auch der Einsatz von biochemischen Verfahren in Bioraffinerien ist vielversprechend. Beispielsweise können so gleichzeitig Polysaccharidkomponenten und Lignin gewonnen werden¹².

Inhaltsstoff	Anteil
Ballaststoffe	77.94 g/100 g TM
Kohlenhydrate	87.16 g/100 g TM
davon Zucker	9.22 g/100g TM
Proteine	n/a
Fett	0,0242 g/100g TM
davon gesättigte Fettsäuren	0.64 mg/g TM
davon ungesättigte Fettsäuren	1.78 mg/g TM
Feuchtigkeitsgehalt	6.23 %
Rohasche	0.37 – 3.40 g/100 g TM
Sonstige Verbindungen:	
(Poly-)Phenolische Verbindungen	20.6 - 51.2 mg GAE/g TM
Lignin	50.3 %
Hemizellulose	22.4 %
Zellulose	23.9 %
Mögliche Verwendungszwecke	
Abrasiva zum Sandstrahlen, Polieren & Reinigen, Filtrationsmaterial zur Auftrennung von Flüssigkeiten, Zusatz- & Füllstoff für Komposite & Biokunststoffe, Zusatzstoff für Bodenbeläge, Trägerstoff & Bindemittel für Pflanzenschutz- und Düngemittel	

9 <https://www.re-mo.org/projekte/leader-projekte/landentwicklung/162-projekt-015-walnusserhebung-oberschwaben> (LEADER Projekt)

10 https://pottmuehle.de/pages/lohnpressung-von-walnuessen?_pos=5&_sid=90cdf05ca&_ss=r

11 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfq.12169>

12 <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/3/1455>

Bei nicht gesondert ausgewiesenen Angaben handelt es sich um Projektergebnisse der Fachinitiative: Chancen zur Inwertsetzung von Rest- und Nebenstoffen der Lebensmittelverarbeitung im Sinne der Bioökonomie (Creisel)