

Untersuchungen zum Einfluss von Destillationsparametern auf das Fraktionierungsverhalten von Aromastoffen bei der Erzeugung von Williams-Christ-Birnenbränden und Golden-Delicious-Apfelbränden



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung (en):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Hefegenetik und Gärungstechnologie Prof. Dr. Ralf Kölling-Paternoga/Dr. Luis Hoppert Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelchemie FG Lebensmittelchemie und Analytische Chemie PD Dr. Claudia Oellig
Industriegruppe(n):	Bundesverband der Deutschen Klein- und Obstbrenner e.V., Karlsruhe
Projektkoordinator:	Gerald Erdrich Destillerie Kammer-Kirsch GmbH, Karlsruhe
Laufzeit:	2021 – 2025
Zuwendungssumme:	€ 470.319,--

Forschungsziel

Das Aroma ist die wichtigste wertgebende Eigenschaft von Lebensmitteln und entscheidend für das Kaufverhalten von Verbrauchern; dies gilt in besonderem Maße auch für Obstdestillate. Bis zum Jahr 2018 konnten Abfindungsbrennereien ihren gewonnenen Alkohol an die Bundesmonopolverwaltung für Branntwein abliefern; dieser wurde zu festen Abnahmesätzen vergütet. Mit dem Ende des Branntweinmonopolgesetzes 2017 ist eine festvergütete Abgabe jedoch nicht mehr möglich. Damit entfällt für Klein- und Obstbrennereien eine garantierte Einnahmequelle und zwingt diese dazu, neue Selbstvermarktungsstrategien aufzubauen. Damit wird die Bedeutung einer hohen sensorischen Qualität von Obstdestillaten immer wichtiger.

Ein zentraler Punkt für die Erzielung einer sensorisch hochwertigen Qualität bei Obstdestillaten ist die optimale Steuerung des Destillationsprozesses. Die Trennung von erwünschten und unerwünschten Aromastoffen erfolgt in der Regel über eine Fraktionierung des Destillatstroms in Vorlauf, Mittellauf und Nachlauf, wobei sich erwünschte Aromakomponenten im Mittellauf und unerwünschte Substanzen im Vor- bzw. Nachlauf befinden sollten. Die Gewinnung eines reintonigen, hocharomatischen Destillats beruht bislang allerdings in hohem Maße auf den Erfahrungswerten der Anlagenbetreiber, da es an systematischem, wissenschaftlich fundiertem Wissen über das Destillationsverhalten der Schlüsselaromastoffe mangelt.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es deshalb, das Verhalten von Obstbrand-Schlüsselaromastoffen in Destillationskolonnen zu untersuchen und durch gezielte Steuerung des Destillationsvorgangs möglichst viele der erwünschten, fruchtypischen Aromastoffe ins Destillat (Mittellauf) zu überführen und unerwünschte Aromastoffe aus dem Destillat herauszuhalten oder zumindest abzureichern, um eine Steigerung der

Produktqualität zu erreichen. Arbeitshypothese des Vorhabens ist, dass eine optimale Trennung von erwünschten und unerwünschten Aromastoffen durch eine gezielte Beeinflussung ihres Fraktionierungsverhaltens erreicht werden kann. Da die Rektifikationskoeffizienten sehr stark von der Ethanolkonzentration der Alkohol-Wasser-Mischungen abhängen, wird das Verdampfungsverhalten der Verbindungen an einem bestimmten Punkt in der Destillationskolonne von der dort herrschenden Ethanolkonzentration bestimmt. Deshalb ist es Ziel, das Ethanolprofil (Ethanolkonzentration auf verschiedenen Verstärkerböden) in der Kolonne so einzustellen, dass eine gewünschte Fraktionierung erzielt werden kann.

Forschungsergebnisse

Im Rahmen des Projekts konnten durch systematische Destillationsversuche mit Williams Christ Birnen und Golden Delicious Äpfeln reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden (durchschnittliche Abweichung: $9 \pm 8 \%$). Die Untersuchungen zeigten, dass der thermische Energieeintrag maßgeblich die Destillationsdauer, Temperaturprofile und den Beginn der Rückflussbildung beeinflusst. Im weiteren Verlauf wurden Verdampfungs- und Rektifikationsverhalten typischer Aromastoffe bei unterschiedlichen Ethanolkonzentrationen (5 – 85 % v/v) analysiert. Es zeigte sich, dass sich durch gezielte Steuerung des Ethanolprofils das Austrittsverhalten einzelner Verbindungen beeinflussen lässt.

Großtechnische Destillationsversuche verdeutlichten, dass unerwünschte Fuselalkohole bevorzugt am Ende des Destillationsprozesses auftreten, während fruchttypische Aromastoffe wie (*E*)- β -Damascenon zeitgleich oder kurz davor austreten. Durch Anpassung des Rückflussverhältnisses konnte eine sensorisch vorteilhafte Trennung realisiert werden. Sensorische Prüfungen zeigten, dass eine gezielte Beimischung fruchtaromatischer Nachlaufaktionen zur Qualitätsverbesserung beitragen kann.

Untersuchungen an verschiedenen Destillationsanlagen zeigten außerdem, dass das Verstärkungsprinzip (z. B. mit oder ohne Dephlegmation) Einfluss auf das Rückhalteverhalten leichtflüchtiger Ester hat. Eine gezielte Prozessführung könnte somit die Fraktionierung erwünschter und unerwünschter Aromastoffe weiter verbessern. Diese Erkenntnisse liefern eine wissenschaftlich fundierte Grundlage zur Prozessoptimierung und bieten direkt umsetzbare Maßnahmen zur Qualitätssteigerung in der Obstbrandherstellung.

Im Rahmen des Projekts konnten durch die Anwendung von Aromaextraktverdünnungsanalysen (AEVAs) die geruchsaktiven Verbindungen in Golden Delicious Apfel Bränden und Williams-Christ Birnen Bränden beschrieben werden. Bei den Analysen der Golden Delicious Apfelbrände konnten viele Ester detektiert werden. Viele Verbindungen wiesen einen fruchtigen, manche auch einen Geruch nach Apfel auf. Verbindungen mit hohem FD-Wert waren Ethyl-2/3-methylbutanoat, (*E*)- β -Damascenon, Ethylhexanoat und 3-Methyl-1-butanol. Aus den Quantifizierungsdaten konnte beispielsweise gezeigt werden, dass Ethylhexanoat mit einem höheren Gehalt in den für gut befundenen Bränden quantifiziert werden konnte und 2-Phenylethanol mit einem höheren Gehalt in den für schlecht befundenen Bränden. Desweiteren wurden die Analysen auch für die Maischen und die Früchte durchgeführt, um die geruchsaktiven Verbindungen während des Produktionsprozesses zu beschreiben. Hierdurch konnte beispielsweise ermittelt werden, welche Aromastoff-Konzentration während der Fermentation zunehmen, abnehmen oder unverändert bleiben. Durch eine AEVA eines Nachlaufs konnten mögliche Verbindungen, die einen nicht-fruchtigen Geruchseindruck haben und möglicherweise zu einem für Apfelbrände negativen Aroma beitragen könnten, identifiziert werden.

Die mittels AEVA ermittelten Aromastoffe wurden in den verschiedenen Proben mittels Stabilisotopenverdünnungsanalyse quantifiziert. Durch die Quantifizierung von Vorläufen, Mittelläufen und Nachläufen, die mit unterschiedlichen Destillationstechniken hergestellt wurden, konnte das Destillationsverhalten der verschiedenen Aromastoffen in Abhängigkeit der jeweiligen Destillationstechnik beschrieben werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Spirituosenindustrie ist ein bedeutender und von zahlreichen kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) geprägter Wirtschaftssektor. Im Jahr 2023 waren 10.931 Brennereien in Deutschland aktiv, während es 2022 noch 11.174 waren; der Produktionsumfang betrug 2023 ca. 26.000 hL reinen Alkohols. Die Branche leistet damit einen wichtigen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung, insbesondere im ländlichen Raum, und stellt einen relevanten Markt für den Maschinen- und Anlagenbau sowie für Zulieferer dar.

Die aktuell auf dem Markt verfügbaren Obstbrände zeigen sehr unterschiedliche Produktqualitäten. Ein repräsentatives Bild zur vorherrschenden Qualität kann aus Spirituosen-Prämierungsergebnissen der Landesverbände der Klein- und Obstbrenner Nord- und Südwürttembergs gewonnen werden. Die Qualität lässt sich anhand der vergebenen Medaillen abschätzen: So zeigte die Bewertung von 1.055 Obstbränden im Jahr 2019 einen Medaillenspiegel von 16,8 % Gold-, 53,5 % Silber- und 23,6 % Bronzemedailles. 6,2 % der Produkte hatten „erhebliche Mängel“. Rund 30 % der bewerteten Produkte zeigten „merkliche Qualitätsabweichungen“ und „deutliche Mängel“. Hieraus wird deutlich, dass ein hohes Verbesserungspotential hinsichtlich der vorherrschenden sensorischen Qualität von Bränden besteht.

Durch die im Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse zur gezielten Steuerung des Destillationsprozesses erhalten Brennereien wissenschaftlich fundierte Ansätze zur Verbesserung der Produktqualität. Insbesondere kleinere Betriebe mit geringeren technischen und analytischen Möglichkeiten können durch praxisnahe Empfehlungen profitieren und sich besser im zunehmend qualitätsorientierten Markt positionieren. Darüber hinaus eröffnen sich Potenziale für die Entwicklung neuer, standardisierter Steuerungs- und Anlagentechnologien, wodurch auch der Maschinen- und Anlagenbau Ansätze für innovative Produkte und Dienstleistungen im Bereich der Destillationstechnologie erhält. Langfristig trägt das Vorhaben somit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Wertschöpfung in der Spirituosenherstellung bei und fördert die Innovationskraft entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Fruchtverarbeitung über die Destillation bis hin zum Anlagenbau.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2025.
2. Yagishita, M., Kölling, R. & Einfalt D.: Introducing a Simple Method to Investigate Relative Volatilities of Flavour Compounds in Fruit Brandies. *Beverages* 2023, 9, 32: doi.org/10.3390/beverages9020032 (2023).
3. Yagishita, M., Reber, O., Alter, D., Kölling, R. & Einfalt D.: Optimizing Aroma Compound Fractionation in Pear Brandy Distillation by Controlling Their Relative Volatility. *Food and Bioprocess Technology*: doi.org/10.1007/s11947-025-03815-8 (2025).
4. Yagishita, M., Reber, O., Alter, D., Kölling, R. & Einfalt D.: Effect of Partial Condensation (Dephlegmation) in Fruit Brandy Distillation Equipment on the Composition of Apple Brandies, *Beverages* 2025, 11, 52: doi.org/10.3390/beverages11020052 (2025).

Weiteres Informationsmaterial

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Hefegenetik und Gärungstechnologie
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-23353
Fax: +49 711 459-22298
E-Mail: luis.hoppert@uni-hohenheim.de

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelchemie
FG Lebensmittelchemie und Analytische Chemie
Garbenstraße 28, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-24094
Fax: +49 711 459-24096
E-Mail: claudia.oellig@uni-hohenheim.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Uni Hohenheim - Digitale Destillationsanlage

Stand: 4. Juni 2025