

Die Verwertung von Lebensmittelnebenströmen durch Präzisionsfermentation

Welche zentralen Umfeldbedingungen beeinflussen Unternehmen in der EU bei der Markteinführung von präzisionsfermentierten Produkten aus Lebensmittelnebenströmen?



Die Verwertung von Lebensmittelnebenströmen durch Präzisionsfermentation

Welche zentralen Umfeldbedingungen beeinflussen Unternehmen in der EU bei der Markteinführung von präzisionsfermentierten Produkten aus Lebensmittelnebenströmen?

Autoren:

- Madlen Lemmer
- Dr. Désirée Schneider
- Prof. Dr. Annikka Zurwehme

Hochschule Fulda
Fachbereich Life Science Technologie

Kontakt:

DLG-Ausschuss Lebensmittelqualität und Sensorik,
Dr. Désirée Schneider (Vorsitzende), Bianca Schneider-Häder (Projektleiterin),
sensorik@dlg.org

Hinweis:

Im vorliegenden Expertenwissen wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern häufig das generische Maskulin verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung, aber grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat daher nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Titelbild: KI-generiert mit ChatGPT

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung.

Herausgeber:

DLG e.V.
Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel
Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

1. Auflage, Stand 10/2026

© 2026

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung.
Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder – auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung – nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main.

1. Einleitung – Präzisionsfermentation als Zukunftstechnologie

Die Präzisionsfermentation gilt als vielversprechende Zukunftstechnologie für eine resilientere und nachhaltigere Lebensmittelproduktion. In Kombination mit der Verwertung von Lebensmittelnebenströmen bietet sie das Potenzial, bislang ungenutzte Ressourcen in hochwertige Produkte zu überführen.

Der Bedarf an alternativen Ansätzen zur Lebensmittelproduktion steigt: Dürren, Überflutungen und weitere Extremwetterereignisse gefährden zunehmend den Anbau wichtiger Rohstoffe wie Kakao, Kaffee, Weizen oder Soja und resultieren daher in einem Anstieg der Lebensmittelpreise [WWF, 2024]. Parallel dazu steigt die globale Nachfrage nach Lebensmitteln kontinuierlich an.

Die Nutzung von Nebenströmen durch Präzisionsfermentation kann dazu beitragen, Ressourcen effizienter zu nutzen und die Lebensmittelproduktion zukunftsfähig zu gestalten. Die Branche bietet daher ein hohes Nischenpotenzial für differenzierte Geschäftsmodelle im Bereich funktionaler Inhaltsstoffe, nachhaltiger Alternativen oder der CO₂-kompensierenden Produktion.



Unternehmen stehen vor der Markteinführung präzisionsfermentierter Produkte aus Lebensmittelnebenströmen jedoch vor vielfältigen Herausforderungen. Neben technologischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen beeinflussen insbesondere regulatorische Rahmenbedingungen und die gesellschaftliche Akzeptanz ihre Entwicklung und den Marktzugang.

Dieses Expertenwissen widmet sich daher der Frage: *Welche Rahmenbedingungen im Umfeld von Unternehmen beeinflussen die Markteinführung von präzisionsfermentierten Produkten aus Lebensmittelnebenströmen?* Der Fokus liegt auf den Umfeldbedingungen innerhalb der EU. Ziel dieses Beitrags ist es, die relevanten Einflussfaktoren aus wirtschaftlicher, regulatorischer und gesellschaftlicher Perspektive sowie die Anliegen zentraler Interessengruppen in diesem Kontext zu beleuchten und darauf aufbauend die Attraktivität des Marktes, sowohl für die Entwicklung neuer Produkte als auch für unternehmerische Gründungsvorhaben, zu bewerten.

2. Präzisionsfermentation

In der Europäischen Union gibt es bislang keine rechtsverbindliche Definition für Präzisionsfermentation. Im Kontext der Lebensmittelsicherheit wird sie als „die Nutzung gentechnisch modifizierter mikrobieller Zellfabriken zur Herstellung von Lebensmittelzutaten“ verstanden [Afonso et al., 2024, S. 9].

Da es sich um eine neuartige Produktionsmethode handelt, bedürfen entsprechende Produkte einer Sicherheitsbewertung durch die European Food Safety Authority (EFSA) sowie einer Zulassung unter der Novel-Food-Verordnung (EU) 2015/2283.

Sofern die Zielmoleküle aufgereinigt sind und weder genetisch veränderte Mikroorganismen noch rekombinante DNA im Endprodukt nachweisbar sind, fallen sie nicht unter die Kennzeichnungspflichten des EU-Gentechnikrechts [BZfE, 2026].

Definition

Präzisionsfermentation beschreibt einen biotechnologischen Prozess, bei dem Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen, Pilze oder tierische Zellen so genetisch modifiziert werden, dass sie spezifische Moleküle wie Proteine, Fette oder Enzyme herstellen [Bushnell et al., 2023, S. 12].

Vorgehen

Bei der Präzisionsfermentation wird zunächst ein geeignetes Fermentationssubstrat bereitgestellt und ein Mikroorganismus gentechnisch so verändert, dass er gezielt den gewünschten Inhaltsstoff produziert. Anschließend erfolgt die Fermentation, bevor das erzeugte Produkt aufgereinigt, weiterverarbeitet und schließlich als Zutat für die Lebensmittelherstellung eingesetzt wird (Abb. 1).

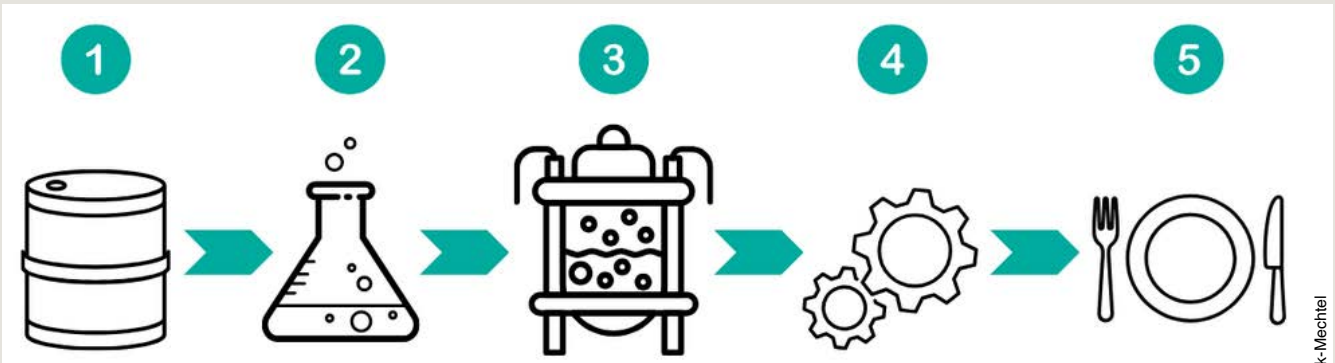


Abbildung 1: Die fünf Schritte zur Herstellung von Produkten für die Lebensmittelindustrie unter Verwendung der Präzisionsfermentation: 1. Fermentationssubstrat, 2. Gentechnische Veränderung, 3. Fermentation, 4. Aufreinigung und Verarbeitung, 5. Lebensmittelherstellung
[Quelle: BZfE, 2026]

© BLE, Melanie Kirk-Mechtel

Als Fermentationssubstrat werden häufig günstige Rohstoffe (beispielsweise Zucker oder pflanzliche Öle) verwendet. Es kommen aber auch Nebenprodukte aus anderen Industrien zum Einsatz, wie zum Beispiel Melasse aus der Zuckerproduktion oder Glycerin aus der Biodieselherstellung. Des Weiteren werden zunehmend auch Rohstoffe genutzt, die aus Pflanzenresten wie z. B. Holz oder Stroh gewonnen werden. Typische Produkte der Präzisionsfermentation sind gezielt hergestellte Proteine, Enzyme, Fette, Vitamine, Aromen und weitere funktionelle Inhaltsstoffe [BZfE, 2026].

Industrielle Anwendungsbeispiele

Die nachfolgende Tabelle 1 gibt einen beispielhaften Überblick über Unternehmen, die Präzisionsfermentation einsetzen und verdeutlicht deren industrielles Potenzial in unterschiedlichen Anwendungskontexten – von alternativen Proteinen und Fetten bis zur Verwertung von Lebensmittelnebenströmen.

Unternehmen	Präzisionsfermentation zur Herstellung...	Quelle
Formo	von pflanzlichen Käsealternativen (Formo-Caseine)	https://formo.bio
Melt und Marble	von alternativen Fetten	https://www.meltandmarble.com
Every	von molekular identischen Eiweißen	https://every.com
Remilk	von Milchproteinen	https://www.remilk.com/science

Tabelle 1: Industrielle Anwendungsbeispiele der Präzisionsfermentation

3. Lebensmittelnebenströme

Lebensmittelnebenströme sind Nebenprodukte, die während der industriellen Verarbeitung von Lebensmitteln anfallen, jedoch nicht als primäre Endprodukte vermarktet werden. Diese Nebenströme entstehen entlang der gesamten Lebensmittelwertschöpfungskette [Mirabella et al., 2013]. Sie enthalten wertvolle Nährstoffe, darunter Proteine, Ballaststoffe und Mineralstoffe, die für die menschliche Ernährung nutzbar sind, jedoch bislang häufig entsorgt sowie für andere Zwecke, wie die Futtermittelproduktion oder die energetische Verwertung, genutzt werden [Helkar und Sahoo, 2016; Klein et al., 2023]. Einige Beispiele für ausgewählte Lebensmittelnebenströme finden sich in Tabelle 2.

Nebenstrom	Herkunft
Apfeltrester	Beim Pressen von Apfelsaft bleiben das Kerngehäuse, Zellmembranen und Schale übrig.
Biertreber	Biertreber entsteht beim Bierbrauen nach dem Einmaischen, wenn im Läuter-Schritt die flüssige Würze vom Feststoff abgetrennt wird.
Kaffeesatz	Bei der Herstellung von Ready-to-drink- und Instantkaffee entsteht Kaffeesatz als Nebenstrom, der rund 65 % der Kaffeebohnenmasse ausmacht.
Zuckerrübenpulpe	Bei der Extraktion von Zucker aus Zuckerrüben werden die Zuckerrüben gewaschen, gehackt und der Zucker extrahiert. Zurück bleibt faserreiches Material, die sogenannte Pulpe.

Tabelle 2: Herkunft und Entstehungsweise ausgewählter Nebenströme [Quelle: modifiziert nach ZHAW, 2026]

Lebensmittelnebenströme bieten der Agrar- und Ernährungswirtschaft wirtschaftliches Wertschöpfungspotenzial. Ihre Nutzung hängt neben technischen und ökonomischen Faktoren auch von institutionellen, regionalen und netzwerkbezogenen Rahmenbedingungen ab. Bei ausreichenden wirtschaftlichen Vorteilen kann der Nebenstrom gegenüber dem Hauptstrom an Bedeutung gewinnen [Klein et al., 2023].

Die Verwertung von Lebensmittelnebenströmen wird in der Humanernährung zunehmend als vielversprechender Ansatz zur Förderung nachhaltiger Ernährungssysteme diskutiert. Unter Anwendung der Präzisionsfermentation lassen sich geeignete Nebenströme als nährstoffreiche Fermentationssubstrate nutzen, auf deren Basis Mikroorganismen gezielt gewünschte Inhaltsstoffe produzieren. Voraussetzung hierfür ist eine möglichst konstante Nährstoffzusammensetzung des eingesetzten Nebenstroms, damit der Fermentationsprozess zuverlässig auf die Produktion des jeweiligen Zielmoleküls abgestimmt werden kann.

Zur Einordnung der betriebswirtschaftlichen Ausgangslage von (jungen) Unternehmen in diesem innovativen Feld werden nachfolgend zentrale Umfeldentwicklungen dargestellt, um die Marktattraktivität dieser Technologie näher zu beleuchten.

4. Rahmenbedingungen im Umfeld von Unternehmen

Wollen sich Unternehmen mit der Frage nach der Verwertung von Lebensmittelnebenströmen beschäftigen, sind sowohl generelle Entwicklungen im globalen Umfeld, z. B. aus wirtschaftlicher, regulatorischer oder gesellschaftlicher Perspektive zu beleuchten, als auch branchenbezogene bzw. industrienähe Faktoren, die die unmittelbare Wettbewerbssituation sowie Markteintrittsbarrieren kennzeichnen. Ausgewählte Entwicklungen auf beiden Ebenen werden nachfolgend charakterisiert.

4.1 Globales Umfeld

Die Markteinführung präzisionsfermentierter Produkte aus Lebensmittelnebenströmen in der EU findet in einem komplexen und dynamischen Umfeld statt, welches durch politische, ökonomische, soziokulturelle, technologische, ökologische und rechtliche Faktoren geprägt wird [z. B. Baum et al., 2013, S. 80].

PESTEL-Analyse

Zur systematischen Analyse des globalen Unternehmensumfelds hat sich in der Praxis die sogenannte PESTEL-Analyse etabliert. Das Akronym PESTEL steht für sechs unterschiedliche Dimensionen des Umfelds (Abb. 2), die jeweils daraufhin untersucht werden, welche Chancen und Risiken sich daraus für einen Markt bzw. ein Unternehmen ergeben können.

Die PESTEL-Analyse ermöglicht dabei einen ersten Einstieg in die Umfeldanalyse aus übergeordneter Perspektive. Sie wird anschließend über weitere Analysen der Branchenstruktur (fünf Wettbewerbskräfte nach Porter) und der Anspruchsgruppen differenziert und präzisiert

Abbildung 2:
Elemente der PESTEL-Analyse
[Quelle: KI-generiert mit Hilfe von ChatGPT]



Politisch ...



... eröffnen EU-Richtlinien und Förderprogramme wie Horizon Europe [European Commission 2026] und die Farm-to-Fork Strategie [European Commission 2020] oder nationale Initiativen, wie beispielsweise das deutsche EXIST-Gründerstipendium [Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2026], ein unterstützendes Umfeld für innovative Lebensmitteltechnologie.



Gleichzeitig besteht auf politischer Ebene Unsicherheit hinsichtlich regulatorischer Entwicklungen und gesellschaftlicher Akzeptanz biotechnologischer Verfahren.

Ökonomisch ...



... zeigt der Markt ein starkes Wachstumspotenzial, getrieben durch technologische Fortschritte, steigende Nachfrage nach nachhaltigen Lebensmitteln und gezielte Investitionen von Venture Capital-Firmen sowie etablierten Lebensmittelunternehmen.



Hohe Produktions- und Skalierungskosten sowie die eingeschränkte Zahlungsbereitschaft der Verbraucher stellen jedoch relevante Eintrittsbarrieren dar.

Sozialkulturell ...



... hängt der Markterfolg wesentlich von der Akzeptanz der Konsumenten ab, die von Faktoren wie wahrgenommener Natürlichkeit, Sicherheit, Geschmack und Preis, aber auch von kulturellen und regionalen Präferenzen beeinflusst wird. Hier lassen sich z. B. Aspekte wie die steigende Nachfrage nach nachhaltigen und tierfreien Produkten oder die wachsende Akzeptanz innovativer Ernährungskonzepte als Chancen sehen.



Zahlreiche Verbraucher stehen innovativen Lebensmitteln jedoch häufig anfangs skeptisch gegenüber, insbesondere wenn Unsicherheiten bezüglich der Auswirkung auf die Gesundheit, wahrgenommener Unnatürlichkeit oder unbekannter Produktionsmethoden bestehen.

Die Verwertung von Lebensmittelnebenströmen durch Präzisionsfermentation

Technologisch ...



... ermöglichen moderne Werkzeuge wie künstliche Intelligenz und digitale Zwillinge eine präzise Prozesssteuerung, reduzieren Entwicklungszeiten sowie -kosten und erhöhen die Produktqualität, wodurch die Marktreife beschleunigt wird.



Dies beeinflusst die Skalierbarkeit vom Labor- zum Industriemaßstab als zentraler Herausforderung in diesem Bereich positiv, insbesondere hinsichtlich Prozesskontrolle, Sterilität und genetischer Optimierung der Mikroorganismen.

Ökologisch ...



... bietet die Kombination aus Präzisionsfermentation und Nutzung von Lebensmittelnebenströmen ein erhebliches Potenzial zur Reduktion von Umweltbelastungen. Einsparungen von Land, Wasser und tierischen Ressourcen sowie die Umwandlung von Abfällen in hochwertige Produkte stellen Differenzierungsmerkmale dar, die sowohl für Unternehmen als auch für umweltbewusste Verbraucher relevant sind.



Insbesondere der Energiebedarf von Fermentation und Aufreinigung sowie entstehende Abfall- und Abwasserströme beeinträchtigen die Umweltbilanz. Der Einsatz geeigneter Nebenströme als Fermentationssubstrat ermöglicht hingegen deren wertschöpfende Verwertung und kann zugleich die mit konventionellen Substraten wie Zucker verbundenen Emissionen reduzieren.

Rechtlich ...



... existieren erste anwendbare regulatorische Grundlagen, etwa die Allgemeine Lebensmittelverordnung (EG Nr. 178/2002), die Novel-Food-Verordnung (EU Nr. 2015/2283) sowie Verordnungen zu Zusatzstoffen und Aromen (EG Nr. 1331/2008, 1333/2008, 1334/2008), jedoch fehlt bislang eine rechtlich bindende Definition für Präzisionsfermentation [Afonso et al., 2024].



Die Markteinführung bleibt aufgrund fehlender Definition und langwieriger sowie komplexer Novel-Food-Zulassungsverfahren in der EU daher eine Herausforderung. Die Bearbeitungsdauer von Anträgen bei der EFSA kann mehr als zwei Jahre betragen, da umfangreiche Sicherheitsdaten und nationale Zustimmungen gefordert sind [Starz, 2024].

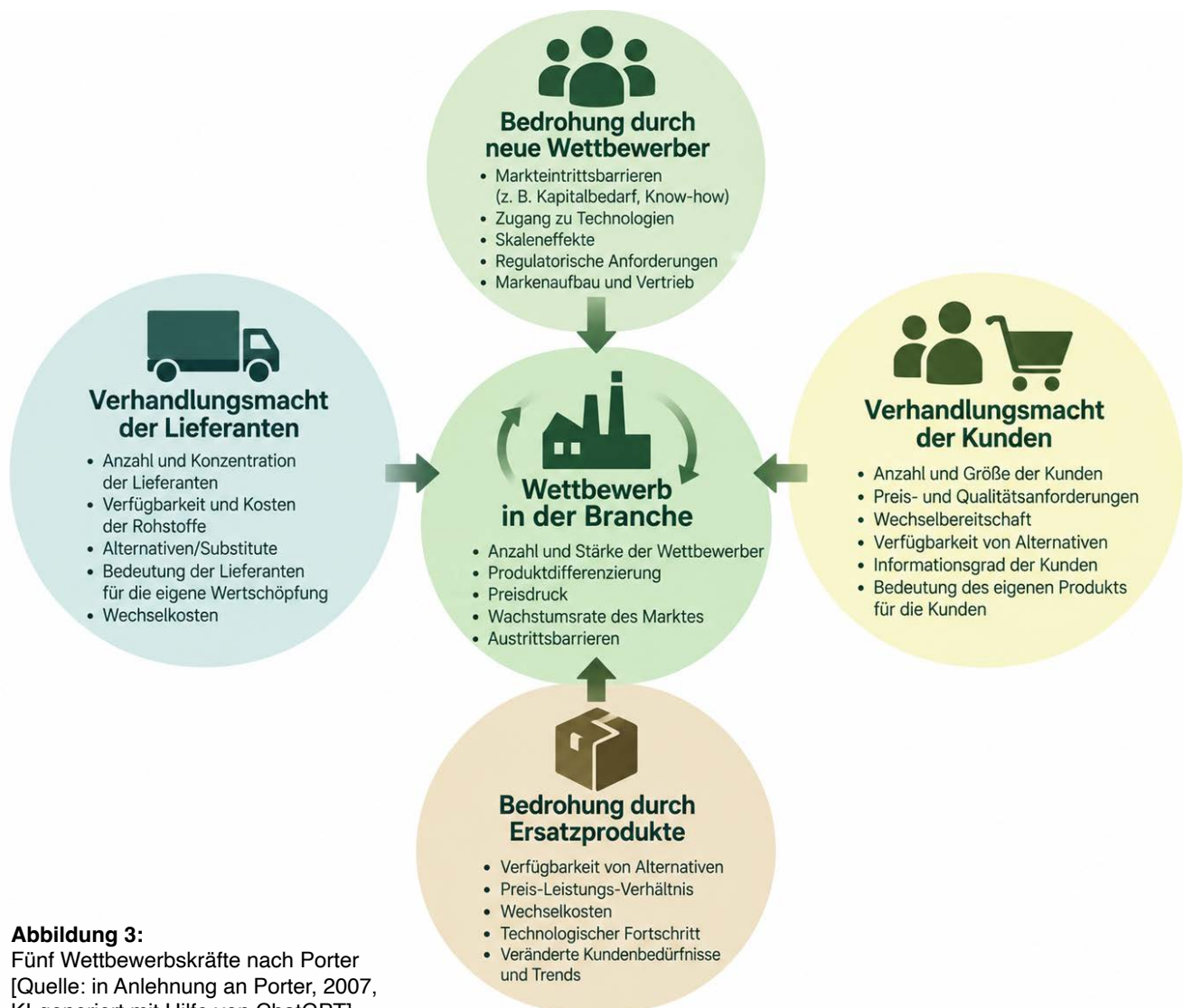
4.2 Branchenbezogenes Umfeld

Auch im unmittelbaren industrienahen Umfeld lassen sich verschiedene Chancen und Risiken identifizieren, welche die Marktattraktivität präzisionsfermentierter Produkte aus Lebensmittelnebenströmen beeinflussen. Für die Branchenstrukturanalyse wird hier das Modell der fünf Wettbewerbskräfte nach Porter zugrunde gelegt.

Für Unternehmensgründungen, die Lebensmittelnebenströme mithilfe der Präzisionsfermentation verwerten, lassen sich anhand der fünf Wettbewerbskräfte nach Porter zentrale Chancen und Risiken für den Markteintritt und die weitere Marktentwicklung identifizieren.

Fünf Wettbewerbskräfte nach Porter

Nach Porter nehmen die folgenden fünf Wettbewerbskräfte (Abb. 3) Einfluss auf die Entwicklungen im unmittelbaren branchenbezogenen Umfeld eines Unternehmens. Sie beeinflussen insbesondere die Wettbewerbsintensität, die Attraktivität und die Rentabilität innerhalb einer Branche. Eine darauf abgestimmte Strategie ist für den Erfolg eines Unternehmens entscheidend [Porter, 2007].



1. Bedrohung durch neue Wettbewerber

Die Markteintrittsbarrieren sind hoch, da die Herstellung mit technologischer Komplexität, investitionsintensiver Skalierung, begrenzten Produktionskapazitäten und langwierigen EU-Zulassungsprozessen einhergeht. Darüber hinaus erfordert der Markteintritt den Aufbau strategischer Kooperationen mit Lieferanten, Investoren und etablierten Lebensmittelherstellern sowie die Entwicklung einer klaren Markenpositionierung, um Konsumentenakzeptanz zu gewinnen. Regionale Unterschiede, wie etwa schnellere Zulassungsverfahren in außereuropäischen Märkten, erhöhen die Komplexität und stellen zusätzliche Risiken für europäische Start-ups und Unternehmen dar.

Die Verwertung von Lebensmittelnebenströmen durch Präzisionsfermentation

2. Verhandlungsmacht der Lieferanten

Die Verhandlungsmacht der Lieferanten ergibt sich aus ihrer zentralen Rolle bei der Bereitstellung geeigneter Lebensmittelnebenströme und Mikroorganismen, deren Qualität und Verfügbarkeit für einen Fermentationsprozess entscheidend sind. Der Wechsel zu alternativen Anbietern ist mit hohen Kosten verbunden, da neue Zulassungen und Anpassungen der Prozesse erforderlich werden. Die branchenübergreifende Position vieler Lieferanten, etwa in Kosmetik oder Pharma, verstärkt deren strategische Bedeutung. Gleichzeitig besteht eine wechselseitige Abhängigkeit, da die Verarbeitung von Nebenströmen ökologische Vorteile bietet und den Lieferanten zusätzliche Marktchancen eröffnet.

3. Verhandlungsmacht der Kunden

Auch die Kundenseite weist eine hohe Verhandlungsmacht auf, da Produkte i. d. R. über den Lebensmitteleinzelhandel vertrieben werden, der Preis-, Qualitäts- und Lieferbedingungen maßgeblich beeinflusst. Bei der Umstellung auf präzisionsfermentierte Rohstoffe sind verarbeitende Lebensmittelunternehmen nicht nur auf der Beschaffungs- sondern auch auf der Absatzseite auf stabile Lieferketten angewiesen und müssen auch hier mit erhöhten Anpassungskosten für die Vermarktung rechnen. Die dritte Ebene der Abnehmerseite bilden die Endkonsumenten, deren Akzeptanz maßgeblich über die Marktdurchdringung entscheidet. Gesellschaftliche Trends, die Wahrnehmung präzisionsfermentierter Lebensmittel und klare Regularien in Bezug auf die gesetzliche Zulässigkeit beeinflussen dabei zusätzlich die Kaufbereitschaft und wirken vertrauensbildend.

4. Bedrohung durch Ersatzprodukte

Die Substitutionskraft präzisionsfermentierter Produkte ist derzeit als moderat einzustufen. Viele konventionelle Rohstoffe wie Milchproteine oder Gelatine sind kostengünstiger und sensorisch ausgereifter. Preis, Geschmack und Textur bestimmen die Wechselbereitschaft der Konsumenten maßgeblich, während ethische, ökologische und gesundheitliche Vorteile präzisionsfermentierter Produkte deren Attraktivität steigern. Hohe Innovationsdynamik und intensive Patentaktivität erhöhen das langfristige Substitutionspotenzial.

5. Wettbewerb in der Branche

Die Wettbewerbsintensität im Markt präzisionsfermentierter Produkte ist hoch, bedingt durch das prognostizierte starke Wachstum, die direkte Konkurrenz zu etablierten Lebensmitteln und die beschränkten Produktionskapazitäten. Außerdem schränken kapitalintensive Kostenstrukturen und spezialisierte Anlagen die strategische Flexibilität der Akteure ein. Kooperationen zwischen Unternehmen und Industriepartnern sind daher notwendig, bergen jedoch strategische Zielkonflikte (z. B. Offenlegung von Know-how, Kontrolle über Technologie und Vermarktung). Zudem verschärft der Eintritt großer Lebensmittelkonzerne mit Kapital, Markenstärke und Vertriebsnetzwerken den Wettbewerb um Marktanteile weiter.

Gesamtbewertung der Branchenattraktivität

Die Analyse der Umfeldbedingungen verdeutlicht, dass Unternehmen im Bereich präzisionsfermentierter Produkte aus Lebensmittelnebenströmen vor vielfältigen Herausforderungen stehen. Insbesondere regulatorische Hürden, hohe Investitionsanforderungen und die Macht von Lieferanten und Abnehmern bestimmen die Wettbewerbslandschaft. Trotzdem zeigt sich die Branche mittel- bis langfristig als attraktiv. Dies ist insbesondere auf die Kombination der folgenden Aspekte zurückzuführen:

1. steigende Konsumentennachfrage nach nachhaltigen, pflanzlichen und ethisch vertretbaren Produkten,
2. zunehmende öffentliche und private Förderung in Europa sowie
3. hohe technologische Innovationsdynamik.

Besonders Unternehmen, die Konsumentenbedürfnisse verstehen und strategische Partnerschaften aufbauen, besitzen gute Chancen, sich erfolgreich zu positionieren.

4.3 Zentrale Interessengruppen

Die erfolgreiche Markteinführung neuartiger, mit Hilfe von Präzisionsfermentation aus Lebensmittelnebenströmen gewonnenen Produkte hängt wesentlich von Interessen und Interaktion mit verschiedenen Anspruchsgruppen (Stakeholdern) ab. Insbesondere technologische Komplexität, regulatorische Unsicherheiten und gesellschaftliche Sensibilität erfordern eine frühzeitige Berücksichtigung unterschiedlicher Erwartungen und Anliegen. Die folgenden zehn Stakeholdergruppen sind dabei für den erfolgreichen Markteintritt besonders bedeutsam (Tabelle 3).

Stakeholder	Aufgaben und Interessen	Einfluss auf den Markteintritt
Gründerteam	• Initiator des Innovationsprozesses • Strategische Verantwortung für Entwicklung • Maßgebliche Entscheidungen in Bezug auf Forschung & Entwicklung, Finanzierung, Geschäftsmodell • Langfristiger Erfolg/Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens	■■■■■
Mitarbeiter	• Stellen operative Fähigkeiten und themenspezifisches Wissen zur Verfügung • Arbeitsplatzsicherheit und Karrieremöglichkeiten sind unmittelbar abhängig vom Unternehmenserfolg	■■■□□ bis ■■■■□
Regulierungsbehörden (EFSA, EU-Kommission)	• Entscheiden über Zulassung und regulatorische Konformität • Stellen Gewährleistung von Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz sicher	■■■■■
Konsumenten	• Konkretes Nachfrage- bzw. Kaufverhalten abhängig vom wahrgenommenen Nutzen sowie Preis, Geschmack und Nachhaltigkeit der Produkte	■■■□□
Kapitalgeber	• Bereitstellung finanzieller Ressourcen • Zugang zu Erfahrungswissen und Netzwerken • Signalwirkung für Potenzial der Gründungsidee • Interesse an Erfolg, Rendite und Reputation durch Beteiligung	■■■□□
NGOs / Branchenverbände	• Öffentlichkeitsarbeit, Lobbyarbeit und Einflussnahme auf regulatorische Rahmenbedingungen • Förderung der Branche und Mitgestaltung der öffentlichen Diskussion	■■■□□
Zulieferer	• Bereitstellung von Rohstoffen in adäquater Qualität und Quantität • Interesse an langfristiger Lieferbeziehung und Wachstum des Unternehmens	■■■□□
Wettbewerber / etablierte Unternehmen	• Einerseits Interesse daran, Anzahl Wettbewerber im Markt gering zu halten • Andererseits Interesse an Kooperationen mit Start-ups, um Innovationen auf den Markt zu bringen	■■■□□
Distributionspartner / Einzelhandel	• Listung neuer Produkte im Handel beeinflusst deren Sichtbarkeit • Interesse an stabiler Nachfrage, Fokus liegt daher auf bewährten Produkten und erst bei spürbarer Konsumentennachfrage auf Innovationen	■■■□□
Forschungseinrichtungen / Universitäten	• Bereitstellung von Wissen und Infrastruktur • Interesse an Wissenstransfer und Technologieentwicklung	■■□□□

Legende: □□□□ sehr gering ■■■□□ gering ■■■■□□ mittel ■■■■■□ hoch ■■■■■■ sehr hoch

Tabelle 3: Anliegen wichtiger Anspruchsgruppen

Die Stakeholderanalyse zeigt, dass der Markteintritt im Bereich Präzisionsfermentation zur Verwertung von Nebenströmen stark von der aktiven und ausgewogenen Steuerung der Anliegen unterschiedlicher Interessengruppen abhängt. Um nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu erzielen, Chancen am Markt zu nutzen und Spannungsfelder, z. B. zwischen der Einhaltung regulatorischer Vorgaben und Renditeanforderungen von Eigentümern und Kapitalgebern auszubalancieren, ist ein differenziertes Stakeholdermanagement unerlässlich. Insbesondere Regulierungsbehörden und Kapitalgeber müssen durch das Gründerteam eng eingebunden werden, da ihre Entscheidungen den Entwicklungsprozess maßgeblich prägen. Die Konsumenten spielen eine Schlüsselrolle, da ihre Akzeptanz für den nachhaltigen Erfolg des Produktes entscheidend ist. Folglich ist gezielte und eindeutige Kommunikation essenziell. Gleichzeitig wird deutlich, wie wichtig

Die Verwertung von Lebensmittelnebenströmen durch Präzisionsfermentation

stabile Partnerschaften mit Zulieferern sind, um eine verlässliche Versorgung mit den benötigten Nebenströmen sicherzustellen. Darüber hinaus muss ein besonderer Fokus auf der Interaktion mit Regulierungsbehörden liegen, da ihr Einfluss im Gegensatz zu allen anderen Akteuren nicht umgangen werden kann. Die Produkte und ihre Herstellungsprozesse müssen unabdingbar mit den vorgeschriebenen Gesetzen und Verordnungen im Einklang stehen, damit die Zulassung und Markteinführung möglich sind.

4.4 Einordnung der zentralen Ergebnisse

Die Rahmenbedingungen auf den verschiedenen Umfeldebene und die Anliegen der unterschiedlichen Interessengruppen verdeutlichen, dass die Markteinführung präzisionsfermentierter Lebensmittel unter Nutzung von Lebensmittelnebenströmen in einem hochkomplexen und dynamischen Umfeld erfolgt. Die Innovation bewegt sich im Spannungsfeld regulatorischer Anforderungen, gesellschaftlicher Erwartungen sowie technologischer Herausforderungen. Aus der Synthese der Analysen kristallisieren sich drei zentrale Handlungsfelder heraus, um die erfolgreiche Marktbearbeitung junger und etablierter Unternehmen zu fördern.

1. Regulatorische Rahmenbedingungen als strategischer Gestaltungsfaktor

Sowohl in der Umfeld- als auch in der Stakeholderanalyse zeigt sich, dass regulatorische Anforderungen zu den wichtigsten Einflussgrößen zählen. Während gesetzliche Vorgaben hohe Markteintrittsbarrieren schaffen und damit trotz bestehender Förderprogramme innovationshemmend wirken, eröffnen sie andererseits Möglichkeiten der Vertrauensbildung bei den Konsumenten. Insbesondere für Start-ups mit begrenzten Ressourcen stellt die Komplexität europäischer Zulassungsverfahren dabei ein erhebliches Hindernis dar.

Folglich ergibt sich für Unternehmen die Notwendigkeit, regulatorische Aspekte nicht als externe Restriktion, sondern als integralen Bestandteil der strategischen Planung zu verstehen. Ein frühzeitiger, proaktiver Dialog mit Regulierungsbehörden kann Entwicklungen vorantreiben und langwierige Genehmigungsprozesse beschleunigen. Dies setzt institutionelles Wissen und juristische Expertise voraus. In der Praxis entsteht damit ein Spannungsverhältnis zwischen der Notwendigkeit regulatorischer Sicherheit und dem Bedarf an flexiblen, innovationsfreundlichen Verfahren. Ohne gezielte staatliche Unterstützungsangebote besteht die Gefahr, dass vielversprechende Innovationen an der Bürokratie scheitern.

2. Gesellschaftliche Akzeptanz als Erfolgsfaktor in einem sensiblen Marktumfeld

Die Akzeptanz auf Konsumentenseite stellt eine zentrale Herausforderung für die Verwertung von Nebenströmen auf Basis der Präzisionsfermentation dar. Während die PESTEL-Analyse bestehende Vorbehalte gegenüber neuartigen Lebensmitteln aufzeigt, unterstreichen Branchenstruktur- und Stakeholderanalyse die zentrale Rolle von Konsumenten und Handel für den Markterfolg. Dies weist auf einen erkennbaren Aufklärungsbedarf potenzieller Verbraucher hin. Eine transparente, evidenzbasierte Kommunikation über die Herstellungsprozesse sowie über ökologische und ethische Vorteile derartiger Produkte ist ebenso entscheidend wie der strategische Aufbau einer Marke. Beides sind wichtige Maßnahmen, um Verbraucherakzeptanz aufzubauen und die Kundenbindung langfristig zu stärken. Gleichzeitig bleibt fraglich, ob kommunikative Maßnahmen ausreichen, um die Skepsis gegenüber neuen Technologien zu überwinden. Es ist daher empfehlenswert, zusätzliche Vertrauensinstanzen (z. B. unabhängige Prüfstellen, Zertifizierungsorganisationen für Qualitätssiegel) einzubeziehen oder partizipative Formate zu nutzen, in denen Verbraucher frühzeitig in Innovationsprozesse eingebunden werden. Andernfalls droht das Risiko, dass selbst ökologisch und ökonomisch vorteilhafte Produkte aus rein wahrnehmungsbasierten Gründen vom Markt abgelehnt werden.

3. Technologische Reife im Einklang mit robusten Zulieferketten

Die Ausführungen zur Umfeldanalyse zeigen, dass technologische Anforderungen im Hinblick auf Skalierbarkeit, Prozessdesign und Zulieferketten den Markteintritt grundsätzlich erschweren. Alle drei Analyseebenen unterstreichen dabei die hohe Abhängigkeit von stabilen Zulieferketten, wodurch die Notwendigkeit des frühzeitigen Aufbaus zuverlässiger Kooperationen betont wird, insbesondere aufgrund der zentralen Bedeutung geeigneter Nebenströme und Mikroorganismen für den Fermentationsprozess. Die Etablierung eines belastbaren Netzwerks zur Bereitstellung von Nebenströmen in Lebensmittelqualität erfordert daher erhebliche Investitionen zur gleichbleibenden Prozessqualität, sowohl bei den produzierenden Unternehmen als auch bei den Zulieferern selbst. Zudem identifizierten alle drei Analysen wirtschaftliche Chancen auf beiden Seiten. Die PESTEL-Analyse weist darauf hin, dass durch die Wahl eines alternativen Substrats Emissionen und Kosten eingespart werden können. Dies verdeutlicht den Mehrwert des Umstiegs auf Nebenströme.

Die drei Analysen unterstreichen die Notwendigkeit einer interdisziplinären Betrachtung der Marktrelevanz präzisionsfermentierter Produkte aus Lebensmittelnebenströmen. Erst das Zusammenspiel von technologischem Know-how, regulatorischer Expertise, marktwirtschaftlicher Orientierung und strategischem Stakeholdermanagement ermöglicht es, die komplexen Rahmenbedingungen für präzisionsfermentierte Produkte aus Lebensmittelnebenströmen erfolgreich zu navigieren. Für Unternehmen bedeutet dies, über technologische Innovation hinaus auch kommunikative, rechtliche und strategische Kompetenzen zu entwickeln. Die Markteinführung solcher Produkte ist damit weniger eine rein technologische, sondern vielmehr eine interdisziplinäre Herausforderung.

5. Impulse für die Weiterentwicklung

Aufgrund der Komplexität des Marktumfelds lassen sich für Unternehmen und politische Entscheidungsträger zentrale Handlungsfelder ableiten. Diese Impulse betreffen sowohl die strategische Positionierung und operative Entwicklung von Unternehmen als auch die Weiterentwicklung regulatorischer Rahmenbedingungen und gesellschaftlicher Akzeptanz.

5.1 Impulse für Unternehmen

- **Klare Positionierung im nachhaltigen Premiumsegment:**
Unternehmen sollten ihre Angebote klar differenzieren und dabei die Nähe zur traditionellen Fermentation, Nachhaltigkeitsaspekte und den gesellschaftlichen Nutzen der Produkte in den Mittelpunkt stellen. Die Kombination dieser Aspekte schafft ein eigenständiges Profil in einem noch jungen und erklärungsbedürftigem Marktumfeld. Eine entsprechend wahrgenommene Alleinstellung kann Akzeptanz und auch Zahlungsbereitschaft der Konsumenten erhöhen.
- **Nachhaltigkeitsleistungen messbar machen:**
Nebenströme lassen sich nicht nur als kostengünstige Substratalternative verstehen, sondern auch als glaubwürdiges Narrativ der nachhaltigen Produktion und innovativen Ressourcennutzung nutzen. In der Markenbildung können diese Vorteile durch konkrete Kennzahlen – etwa zu CO₂-Einsparungen, Wasserverbrauch und Flächenbedarf im Vergleich zu konventionellen Produktionsweisen – belegt werden.
- **Erschließung urbaner Zielgruppen:**
Der primäre Marktfokus sollte auf urbanen Regionen liegen. Dort treffen eine hohe Offenheit gegenüber neuen Lebensmitteltechnologien und eine ausgeprägte Nachfrage nach nachhaltigen Lebensmitteln aufeinander. Eine regionale Fokussierung kann dadurch die Entwicklung passender Geschäftsmodelle und effizienter Vertriebsstrukturen erleichtern.
- **Frühzeitige Integration der Regulatorik:**
Regulatorische Anforderungen sollten bereits in frühen Entwicklungsphasen berücksichtigt werden. Staatliche und öffentliche Unterstützungsprogramme, beispielsweise an Hochschulen und Universitäten, können dabei helfen, Zulassungsprozesse effizienter zu gestalten und die Glaubwürdigkeit gegenüber Investoren, Partnern und weiteren Stakeholdern zu erhöhen.
- **Strategische Nutzung von Netzwerken und digitale Technologien:**
Gerade für junge Gründer ist ein strukturierter Aufbau von Stakeholdernetzwerken entscheidend. Partnerschaften mit Nebenstromlieferanten, Forschungsinstituten, Kapitalgebern und Distributionspartnern schaffen Zugang zu Expertenwissen und Infrastruktur. Außerdem stärken sie die Resilienz gegenüber externen Unsicherheiten. Ergänzend bietet die Nutzung digitaler Technologien (z. B. Künstliche Intelligenz, digitale Zwillinge) großes Potenzial, komplexe Prozesse zu optimieren und die Marktreife zu beschleunigen.

5.2 Impulse für die Politik

- **Sicherheit und mikrobiologische Reinheit unabhängig belegen:**
In Zusammenarbeit mit politischen Instanzen sollten gesundheitliche Unbedenklichkeit und mikrobiologische Reinheit präzisionsfermentierter Produkte systematisch nachgewiesen werden. Groß angelegte, unabhängige Studien zu Verbrauchersicherheit, Allergenität und möglichen Langzeitauswirkungen könnten die Vertrauensbildung unterstützen und regulatorische Prozesse beschleunigen.
- **Fortführung der regulatorischen Dynamik in der EU:**
Die aktualisierten EFSA-Leitlinien zur Antragstellung neuartiger Lebensmittel vom September 2024 markieren einen wichtigen Schritt hin zu einer innovationsfördernden Regulierung [European Food Safety Authority, 2024]. Die Berücksichtigung aktueller technologischer Entwicklungen und eine effizientere, transparentere Antragsbearbeitung sollten weiter ausgebaut werden, damit die EU im internationalen Wettbewerb um innovative Unternehmen wettbewerbsfähig bleibt.
- **Stärkung des wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Dialogs:**
Die im Rahmen des EFSA Scientific Colloquium 27 angestoßenen Maßnahmen – darunter eine intensivere Kommunikation über zellkulturbasierte und fermentierte Lebensmittel sowie eine stärkere Einbindung der EFSA in wissenschaftliche Diskurse – sollten konsequent weitergeführt werden [Alfonso et al., 2024]. Ein kontinuierlicher Austausch zwischen Behörden, Wissenschaft, Unternehmen und Gesellschaft verbessert die regulatorische Anschlussfähigkeit an biotechnologische Innovationen.
- **Internationale Entwicklungen als Lernimpuls nutzen:**
Der im März 2025 von der FAO (Food and Agriculture Organisation) veröffentlichte praxisorientierte Leitfaden zur sicheren Regulierung von Lebensmitteln aus Präzisionsfermentation verdeutlicht die zunehmende internationale Dynamik in diesem Bereich [Sturme et al., 2025]. Zudem hat das Innovation Research Programme (IRP) gemeinsam mit wissenschaftlichen Experten wiederkehrende Herausforderungen bei der Erstellung von Antragsunterlagen für neuartige Lebensmittel aus Präzisions- oder Biomassefermentation identifiziert und im März 2026 ein ergänzendes Leitliniendokument veröffentlicht. Dieses ersetzt jedoch weder die Leitlinien der FSA/FSS [FSA 2018] noch die EFSA-Leitlinien für neuartige Lebensmittel [Food Standard Agency, 2026]. Die EU sollte die Entwicklungen weiterhin systematisch beobachten und geeignete Ansätze für die Anpassung ihrer eigenen regulatorischen Verfahren prüfen.
- **Rechtssicherheit und transparente Verbraucherkommunikation schaffen:**
Präzise, verlässliche und transparente Regelungen sind entscheidend, um Vertrauen in innovative Lebensmitteltechnologien aufzubauen und den Zugang zum EU-Binnenmarkt nachhaltig zu sichern. Strategische Kommunikation, verständliche Informationen über Produktionsprozesse und ökologische Vorteile können Unsicherheiten reduzieren, die Verbraucherakzeptanz erhöhen und den Markteintritt neuer Produkte erleichtern.

6. Fazit und Ausblick

Präzisionsfermentation und Nutzung von Lebensmittelnebenströmen bieten großes Potenzial für eine ressourcenschonende Lebensmittelproduktion. Für die weitere Marktentwicklung sind technologische Reife, klare regulatorische Rahmenbedingungen und gesellschaftliche Akzeptanz entscheidend. Eine gezielte Positionierung und strategische Kommunikation sind daher für Unternehmen essenziell, um Nachfrage und Akzeptanz zu sichern.

Künftige Forschung sollte insbesondere regionale Rohstoffverfügbarkeiten, unterschiedliche Marktbedingungen und die sichere Skalierung der Verfahren untersuchen. Gelingt es, ökologische Vorteile transparent zu belegen und Innovationen verständlich zu kommunizieren, kann Präzisionsfermentation künftig eine wichtige Rolle in einem nachhaltigeren Ernährungssystem einnehmen.

Literaturverzeichnis

- Afonso, A.L. et al. (2024): EFSA Scientific Colloquium 27: Cell Culture-derived Foods and Food Ingredients. In: EFSA Supporting Publications 21(3). DOI: 10.2903/sp.efsa.2024.en-8664.
- Baum, H.-G. et al. (2013): Strategisches Controlling. Schäffer-Poeschel.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2026): EXIST-Gründungsstipendium. EXIST. <https://exist.de/> abgerufen am 01.10.2026.
- Bushnell, C. et al. (2023): 2023 State of the Industry Report. Fermentation: meat, seafood, eggs, and dairy. <https://gfi.org/wp-content/uploads/2024/04/State-of-the-Industry-Report-Fermentation.pdf> abgerufen am 23.09.2026.
- BZfE (2026): Fermentation für Lebensmittel von morgen – Vom Sauerkraut zur tierfreien Milch. Fermentation für Lebensmittel von morgen I Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) abgerufen am 23.09.2026.
- European Commission (2020): Farm to Fork Strategy. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf abgerufen am 23.09.2026.
- European Commission (2026): Horizon Europe. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en abgerufen am 23.09.2026.
- European Food Safety Authority (Hrsg.) (2024): Navigating Novel Foods: what EFSA's updated guidance means for safety assessments. In: European Food Safety Authority. <https://www.efsa.europa.eu/en/news/navigating-novel-foods-what-efsas-updated-guidance-means-safety-assessments> abgerufen am 01.10.2026.
- Food Standards Agency (2018): Novel foods authorisation guidance. Novel foods authorisation requirements and what you need to submit as part of a novel food application. <https://www.gov.uk/government/publications/novel-foods-authorisation-guidance> abgerufen am 23.09.2026.
- Food Standards Agency (2026): Supplementary Guidance for Novel Foods Produced by Precision or Biomass Fermentation. FSA Research and Evidence. <https://doi.org/10.46756/001c.158776>.
- Helkar, P.B. / Sahoo, A. (2016): Review: Food Industry By-Products used as a Functional Food Ingredients. In: International Journal of Waste Resources 6(3). DOI: 10.4172/2252-5211.1000248.
- Klein, O. et al. (2023): Nebenströme der Agrar- und Ernährungswirtschaft – vom Abfallprodukt zur wertvollen Ressource!? In: Standort 47(1), 12–18. DOI: 10.1007/s00548-022-00828-9.
- Mirabella, N. et al. (2013): Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. In: Journal Of Cleaner Production 65, 28–41. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.10.051.
- Porter, M.E. (2007): Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten. In: Gabler eBooks. 251–263. DOI: 10.1007/978-3-8349-9320-5_21.
- Starz, N.T. (2024): Road to a Bioeconomy in the European Union: Mapping Drivers of Precision Fermentation Adoption. In: jums.ub.uni-muenchen.de. DOI: 10.5282/jums/v9i4pp2024-2049.
- Sturme, M. et al. (2025): Precision fermentation. FAO. DOI: 10.4060/cd4448en.
- WWF (Hrsg.) (2024): Klimakrise: Schokolade bald ein teurer Luxus? WWF. <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/amazonien/edelkakao-aus-agroforstsystemen/klimakrise-schokolade-bald-ein-teurer-luxus> abgerufen am 23.09.2026.
- ZHAW (2026): Nutzbarmachung von Nebenströmen für Lebensmittel. White paper. https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/dienstleistung/cirvalis/Wissensinhalte/2026-01_ValorisationSideStreams_Whitepaper_neuesDesign.pdf abgerufen am 23.09.2026.



DLG e.V.

Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel

Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

Tel. +49 69 24788-311 · Fax +49 69 24788-8311

fachzentrumlm@DLG.org · dlg.org