

Bundesvereinigung der Deutschen

**ERNÄHRUNGS
INDUSTRIE**

DIL

IMPULSE FÜR DEN STANDORT DEUTSCHLAND

Neue Chancen durch Künstliche Intelligenz
und Kreislaufwirtschaft



INHALT



HERAUSFORDERUNGEN
UND RESILIENZ DER
ERNÄHRUNGSINDUSTRIE

04



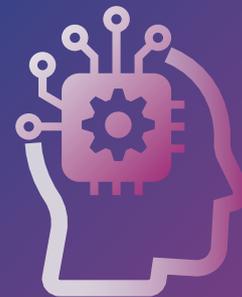
VERBRAUCHERSTUDIE:
„MADE IN GERMANY“
STEHT FÜR QUALITÄT

08



KREISLAUFWIRTSCHAFT
IN DER LEBENSMITTEL-
INDUSTRIE: UPCYCLING
VON NEBENSTRÖMEN

14



KI UND
AUTOMATISIERUNG
IN DER ERNÄHRUNGS-
INDUSTRIE

24

VORWORT

Die Kernaufgabe der deutschen Ernährungsindustrie ist es, jeden Tag 84 Millionen Deutsche und darüber hinaus Millionen Menschen im Ausland satt zu machen. Dabei verbindet sie Tradition mit Innovation, sichert Arbeitsplätze und trägt wesentlich zur wirtschaftlichen Stabilität bei. Gleichzeitig steht sie vor großen Herausforderungen: globale Wettbewerbsfähigkeit, steigende Bürokratie und steigende Kosten, Fachkräftemangel und der notwendige Wandel hin zu mehr Nachhaltigkeit.

Besonders zwei Themen eröffnen neue Chancen für die Branche: die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und der Einsatz Künstlicher Intelligenz. Beide Ansätze zeigen, wie technologische Innovation und nachhaltiges Wirtschaften ineinandergreifen können. Sie ermöglichen effizientere Produktionsprozesse, eine bessere Nutzung von Ressourcen und neue Wege, Wertschöpfung zu generieren.

Mit dieser Publikation anlässlich der Anuga 2025, der Weltleitmesse für Lebensmittel, wollen die Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie und das Deutsche Institut für Lebensmitteltechnik aufzeigen, wie Unternehmen die Potenziale von Kreislaufwirtschaft und Künstlicher Intelligenz nutzen können. Die vorgestellten Beispiele machen deutlich, dass Innovationen nicht nur im Labor entstehen, sondern bereits heute in der Praxis umgesetzt werden: und damit konkrete Antworten auf zentrale Zukunftsfragen am Standort Deutschland liefern.

Unser Ziel ist es, Impulse für Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zu geben. Denn nur im Zusammenspiel aller Akteure kann es gelingen, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Ernährungsindustrie zu sichern und gleichzeitig ihren Beitrag zu Nachhaltigkeit und Resilienz auszubauen.

Wir danken allen Beteiligten, die mit ihrem Wissen und ihren Erfahrungen zum Gelingen dieser Publikation beigetragen haben, und wünschen eine anregende Lektüre.



**Bundesvereinigung der
Deutschen Ernährungsindustrie (BVE)**

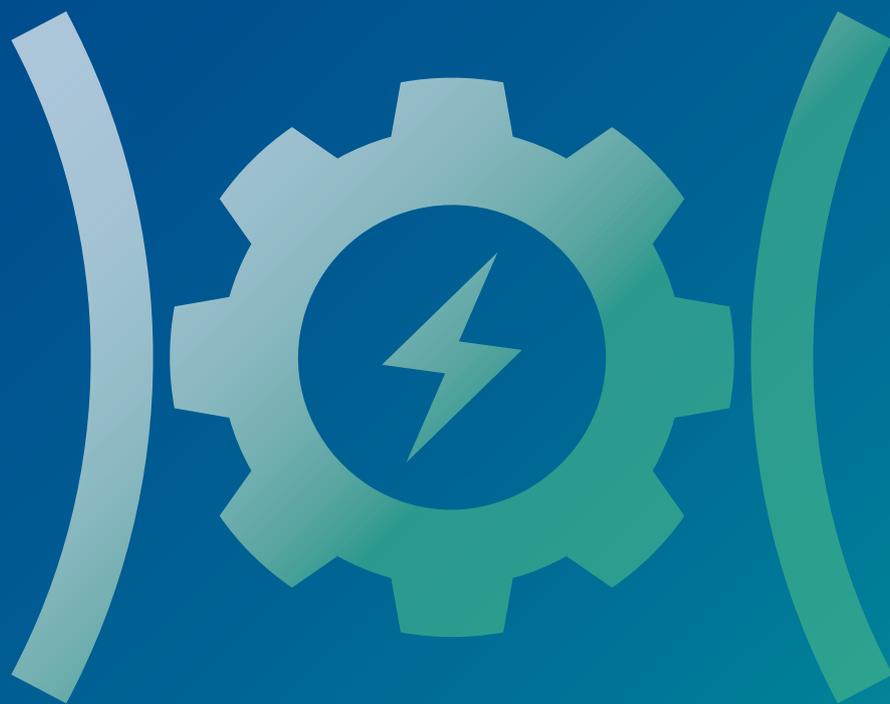
Christoph Minhoff
Hauptgeschäftsführer



**Deutsches Institut für
Lebensmitteltechnik (DIL)**

Dr. Volker Heinz
Geschäftsführender Vorstand

Herausforderungen und **Resilienz** der Ernährungsindustrie





Industrieunternehmen am Standort Deutschland stehen vor vielfältigen Herausforderungen: Eine hohe Bürokratiebelastung, steigende Energiekosten im internationalen Vergleich, hohe Lohnstückkosten und ein anhaltender Fachkräftemangel erschweren nicht nur das Wachstum, sondern auch zukunftsgerichtete Investitionsentscheidungen. Trotz dieser widrigen Rahmenbedingungen zeigt sich die deutsche Ernährungsindustrie in vielen Bereichen resilienter als andere Branchen des verarbeitenden Gewerbes. Laut Statistischem Bundesamt ist der Produktionsrückgang in der Herstellung von Nahrungsmitteln, Futtermitteln und Getränken in den letzten beiden Jahren weniger stark ausgefallen als im industriellen Durchschnitt. Auch während der Coronapandemie konnte sich die Branche, nicht zuletzt aufgrund von Sondereffekten, stabil behaupten.

Ein zentraler Baustein für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft bleibt die Forschung und Entwicklung.

Deutschland rangiert trotz aller strukturellen Herausforderungen weiterhin auf einem Spitzenplatz: Laut IMD-Ranking (Schweizer Business School, 2025) verfügt der Standort über die weltweit viertbeste wissenschaftliche Infrastruktur.

Diese Leistung basiert vor allem auf einem dichten Netzwerk zwischen Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen, das Innovationsprozesse ermöglicht und beschleunigt.

Die Lebensmittelhersteller reagieren aktiv auf die veränderten Bedingungen und zeigen Anpassungsfähigkeit. Gleichzeitig sehen sie sich mit zahlreichen Hürden konfrontiert, die Innovationsprozesse erschweren. Nach Demming et al. (2025) lassen sich diese Barrieren in interne und externe Faktoren unterteilen. Intern wirken sich beispielsweise eine innovationshemmende Unternehmenskultur, fehlende Ressourcen oder eine mangelnde strategische Verankerung von Innovation negativ aus. Externe Hürden umfassen regulatorische Anforderungen, die Marktmacht des Einzelhandels, Konsumentenverhalten sowie Handelsbarrieren.

Diese Hürden müssen konsequent adressiert werden, um die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Branche zu sichern. Dazu gehört der Aufbau einer innovationsfreundlichen Unternehmenskultur ebenso wie die gezielte Bereitstellung von Ressourcen für Forschung und Entwicklung. Auch die Zusammenarbeit in branchenübergreifenden Netzwerken mit Forschung, Verbänden und Politik spielt eine entscheidende Rolle. Der Gesetzgeber wiederum ist gefordert, Bürokratie abzubauen und innovationshemmende Regulierungen zu überprüfen.

Ist die Talsohle bereits durchschritten?

Die Bundesregierung hat in den letzten Monaten eine Reihe wirtschaftspolitischer Impulse gesetzt, die auch der Ernährungswirtschaft zugutekommen. Besonders hervorzuheben sind die geplanten sogenannten Turbo-Abschreibungen, die Investitionen steuerlich erleichtern. Bis 2029 sollen so laut Bundesministerium der Finanzen insgesamt 26 Milliarden Euro steuerliche Entlastung möglich werden. In den ersten drei Jahren können Unternehmen über zwei Drittel ihrer Investitionen abschreiben. Das Institut der Deutschen Wirtschaft rechnet auf Basis einer Simulation mit einem durchschnittlichen Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Anlageinvestitionen um rund 0,3 Prozent pro Jahr und einem zusätzlichen Wachstum des BIP von 0,15 Prozent im Zeitraum von 2025 bis 2029. Das ist ein deutlicher Anreiz insbesondere für Investitionen in moderne Technik und Effizienzsteigerung.¹

Auch große industriepolitische Initiativen wie Made for Germany (gestartet am 21. Juli 2025) setzen ein positives Signal. 61 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen haben sich zusammengeschlossen, um gemeinsam 631 Milliarden Euro bis 2028 in den Standort Deutschland zu investieren. Diese Initiative steht für Standortvertrauen und Strahlkraft, auch für die Ernährungsindustrie.

Die geplanten Investitionen verbessern die Rahmenbedingungen, erleichtern den Zugang zu moderner Technologie und schaffen neue Kooperationspotenziale.

Außerdem entfalten sie eine wichtige Signalwirkung für Nachwuchskräfte, Investoren und internationale Partner.

Gleichzeitig wächst die Erkenntnis in Politik und Gesellschaft, dass der Industriestandort Deutschland eine gezielte Stärkung benötigt. Und zwar nicht nur in der Theorie, sondern durch konkrete Maßnahmen. Die Debatte über Deindustrialisierung und Standortverlagerungen hat dazu beigetragen, dass industriepolitische Impulse mittlerweile wieder eine höhere Priorität genießen.

Für die Ernährungswirtschaft bedeutet dies: Unternehmen erhalten wieder mehr Rückendeckung. Die positiven Investitionssignale sind daher möglicherweise mehr als eine Momentaufnahme. Der Abwärtstrend scheint gebrochen, erste Wachstumsimpulse sind sichtbar. Entscheidend wird sein, ob diese Entwicklung in den kommenden Monaten weiter an Fahrt gewinnt.

Positive Investitionssignale aus der Branche

Auch innerhalb der Ernährungsindustrie lassen sich erste positive Tendenzen erkennen. Nach einer Phase der Zurückhaltung zeichnet sich 2025 eine deutliche Investitionswende ab. Laut der aktuellen ifo-Investitionsumfrage planen 29,9 Prozent der befragten Lebensmittelhersteller, ihre Investitionen auszubauen. Auch bei den Getränkeherstellern stabilisiert sich die Lage (Saldo: +1,3 Punkte). Besonders bemerkenswert: Noch im November 2024 gingen viele Unternehmen von stagnierenden oder gar rückläufigen Investitionen aus. Doch bereits im März 2025 zeigten sich die realisierten Investitionen als deutlich höher als erwartet.²

¹ https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2025/IW-Kurzbericht_2025-Investitionssofortprogramm.pdf

² ifo Konjunkturumfrage: <https://www.ifo.de/fakten/2025-04-03/investitionslaune-steigt-etwas>



Innovationstreiber: KI und Kreislaufwirtschaft

Zukunftsthemen wie Künstliche Intelligenz (KI) und Kreislaufwirtschaft gewinnen laut einer Untersuchung des Instituts der deutschen Wirtschaft weiter an Relevanz. Rund 30 Prozent der Unternehmen setzen bereits KI ein, viele weitere bereiten sich konkret auf deren Nutzung vor. Prognosen des IW zufolge könnte KI ein jahresdurchschnittliches Produktivitätswachstum in Deutschland von 0,9 Prozent für die Jahre 2025 bis 2030 und von 1,2 Prozent für die Jahre 2030 bis 2040 bewirken. Die Potenziale für die Ernährungsindustrie sind immens, von effizienter Produktionssteuerung über Qualitätskontrolle bis hin zu personalisierten Angeboten.³

Auch in der Kreislaufwirtschaft entstehen neue Dynamiken. Die Mehrheit der kleinen und mittleren

Unternehmen (KMU) im verarbeitenden Gewerbe setzt bereits auf zirkuläre Maßnahmen oder plant deren Einführung. Laut VDI Zentrum Ressourceneffizienz steigt der Anteil der Unternehmen mit solchen Aktivitäten deutlich mit wachsendem wirtschaftlichem Erfolg. Im Vordergrund stehen vor allem Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und innerbetriebliche Prozessoptimierungen.⁴

Wie investieren deutsche Lebensmittelhersteller konkret?

Die Investitionsbereitschaft der Ernährungsindustrie zeigt sich bereits. Zahlreiche Unternehmen aus der Branche modernisieren und erweitern ihre Produktionsstätten. Dabei richten sie den Fokus auf Automatisierung, Digitalisierung und energieeffiziente Gebäudestrukturen sowie klimafreundliche Produktionsprozesse. Besonders kleinere und mittlere Unternehmen setzen verstärkt auf Zukunftstechnologien, um ihre Resilienz zu stärken und neue Wertschöpfungspotenziale zu erschließen.

Beispielsweise errichtet HARIBO ein neues Werk in Neuss mit einem Investitionsvolumen von 300 Millionen Euro. Ferrero investiert 170 Millionen Euro in moderne Produktionshallen in Hessen. Griesson - de Beukelaer stärkt mit über 100 Millionen Euro für Automatisierung und neue Arbeitsplätze seinen Standort. Bonback, ein Unternehmen der Schwarz Gruppe, baut eine nachhaltige Großbäckerei in Sachsen-Anhalt für 300 Millionen Euro. Auch Unternehmen wie Ditsch, Schwartau und RAPS modernisieren ihre Produktionsstätten mit Fokus auf Technik, Nachhaltigkeit und langfristige Standortbindung.

Diese Aufzählung lässt sich um viele weitere Beispiele ergänzen, die zeigen, wie konkret und vielfältig Investitionen in der Praxis umgesetzt werden. Im Folgenden werden einige dieser Projekte näher vorgestellt, um die strategische Ausrichtung, die Innovationskraft und die regionalen Effekte einzelner Investitionen greifbar zu machen.

³ https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2025/Gutachten_2025-Produktivit%C3%A4t-KI-barrierefrei.pdf

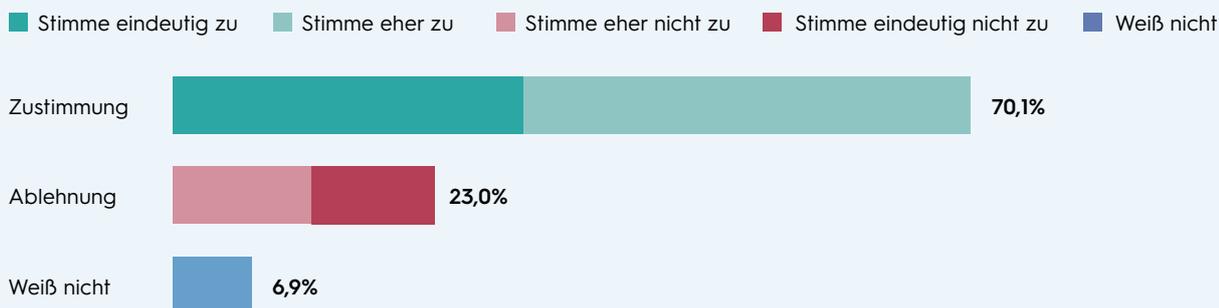
⁴ https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/1_Themen/h_Publikationen/Studien/VDI_ZRE_Studie_RE-Potenziale_digital-gestuetzte-Massnahmen_CI.pdf

Verbraucherstudie: „Made in Germany“ steht für Qualität



Das Vertrauen der Verbraucher in die deutsche Ernährungsindustrie ist hoch und es wirkt langfristig stabilisierend. Eine aktuelle Umfrage der BVE in Kooperation mit dem Meinungsforschungsinstitut Civey zeigt: Über 70 Prozent von 2.500 Befragten kaufen gezielt Lebensmittel aus Deutschland, weil sie deren Qualität schätzen. Nur 23 Prozent äußerten Vorbehalte.

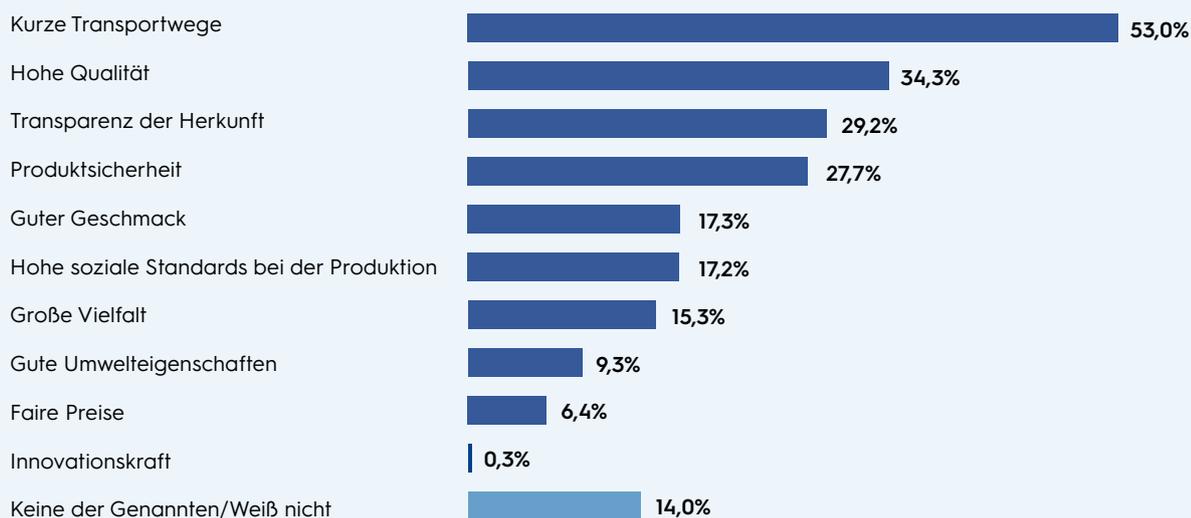
Inwiefern stimmen Sie folgender Aussage zu: „Ich kaufe bevorzugt Lebensmittel aus Deutschland, weil ich auf ihre Qualität vertraue?“



Stat. Fehler Gesamtergebnis: 3,7% | Stichprobengröße: 2.500 | Befragungszeitraum: 01.09.25 - 02.09.25
© BVE, Civey

Die wichtigsten Gründe für die Wertschätzung deutscher Lebensmittel sind kurze Transportwege, hohe Standards bei Qualität und Sicherheit sowie die Transparenz der Herkunft.

Welche der folgenden Aspekte schätzen Sie an Lebensmitteln aus Deutschland besonders?



Mehrfachantwort möglich | Stat. Fehler Gesamtergebnis: 3,7% | Stichprobengröße: 2.500 | Befragungszeitraum: 01.09.25 - 02.09.25
© BVE, Civey



Dieses Vertrauen ist nicht nur Bestätigung für die bisherigen Leistungen der Branche, sondern auch ein Auftrag. Ernährungstrends wie regionale Spezialitäten und Produkte mit traditioneller Rezeptur verdeutlichen, dass Verbraucher Authentizität und Nachhaltigkeit honorieren. Produkte mit diesen Merkmalen hatten die befragten Verbraucher in den letzten Monaten mehr als einmal gekauft. Hersteller, die Tradition mit Innovation verbinden, stärken ihre Wettbewerbsfähigkeit und die Bindung an ihre Kunden. Denn auch pflanzliche Alternativen und nachhaltige Verpackungen wurden als entscheidendes Kaufkriterium genannt.

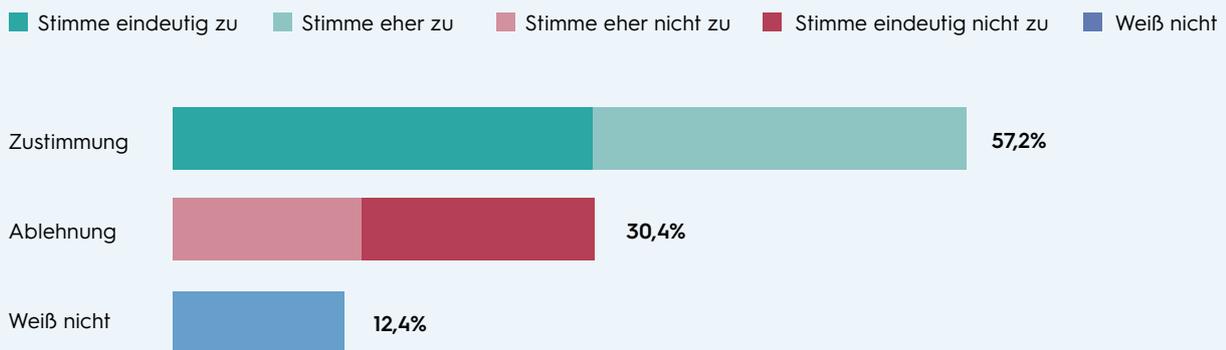
Zu welchen dieser Ernährungstrends haben Sie in den letzten Monaten mehr als einmal entsprechende Produkte gekauft?



Mehrfachantwort möglich | Stat. Fehler Gesamtergebnis: 3,7% | Stichprobengröße: 2.500 | Befragungszeitraum: 01.09.25 - 02.09.25
© BVE, Civey

Gleichzeitig sehen die Befragten auch die ökonomischen Rahmenbedingungen. Mehr als 57 Prozent sind überzeugt, dass Lebensmittelhersteller nur dann in nachhaltige Technologien investieren können, wenn ihre Margen ausreichend sind. Dieses Bewusstsein für ökonomische Zusammenhänge macht deutlich, dass die Gesellschaft hinter den Anstrengungen der Branche steht; vorausgesetzt, die Rahmenbedingungen stimmen.

**Inwiefern stimmen Sie folgender Aussage zu:
„Lebensmittelhersteller müssen mit ihren Produkten genug verdienen, um in nachhaltige Zukunftstechnologien investieren zu können“?**



Stat. Fehler Gesamtergebnis: 3,7% | Stichprobengröße: 2.500 | Befragungszeitraum: 01.09.25 - 02.09.25
© BVE, Civey

Zukunftstechnologien in der Ernährungsindustrie reichen von Energieeffizienz über Kreislaufwirtschaft bis hin zu KI-gestützten Produktionsprozessen.

Damit Unternehmen diese Innovationen umsetzen können, braucht es Planungssicherheit, verlässliche Rahmenbedingungen und eine Politik, die den Standort stärkt. Nur so lässt sich das hohe Vertrauen der Verbraucher in nachhaltigen Fortschritt übersetzen.

Auch aktuelle Daten (2025) des Marktforschungsinstitutes Innova zeigen, dass bei globalen Markteinführungen von Lebensmitteln und Getränken mit dem Claim „Made in Germany“ besonders die Kategorien Obst & Gemüse (+50 %), Baby & Kleinkinder (+41 %), alkoholische Getränke (+41 %) und Milchprodukte (+40 %) in den letzten fünf Jahren (2020–2024) ein starkes Wachstum verzeichneten. Deutschland bleibt zudem stark, insbesondere bei Premiummarken, wo in Deutschland produzierte Neueinführungen ein überdurchschnittlich starkes Wachstum verzeichnen konnten.

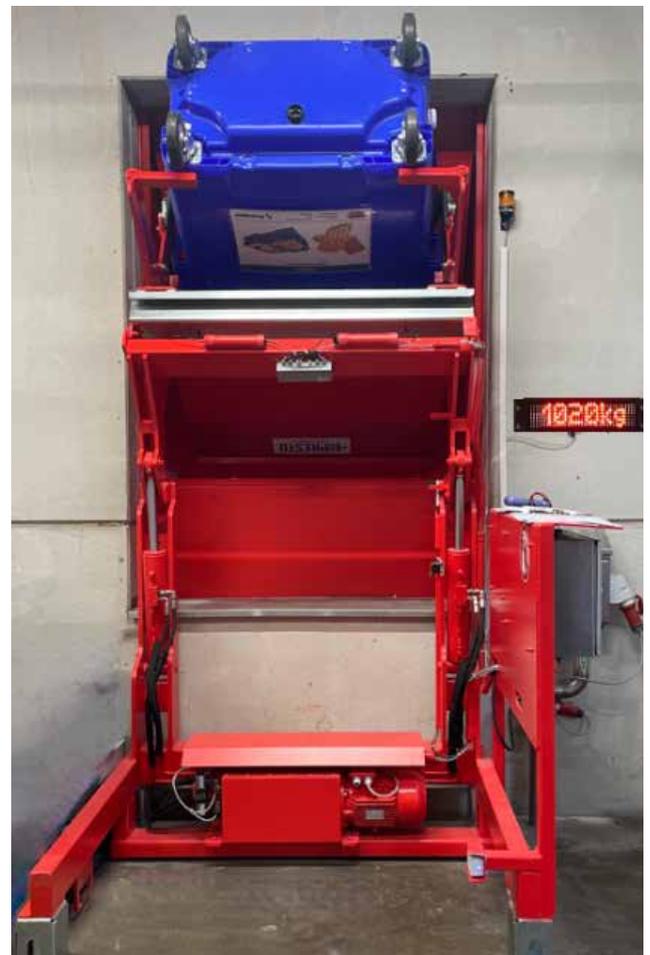
Optimierung von Materialflüssen: Ein Modellprojekt der Kreislaufwirtschaft bei der KuchenMeister GmbH in Thüle (NRW)

KuchenMeister ist als Vorreiter der Lebensmittelbranche bekannt, nicht nur für hochwertige Backwaren, sondern auch für innovative Lösungen in puncto Nachhaltigkeit und Effizienz. Ein logischer nächster Schritt war hier nun die Verbesserung der Kreislaufwirtschaft von Wertstoffen, die im Rahmen der Produktion anfallen und bisher als Abfall entsorgt wurden.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat KuchenMeister deshalb gemeinsam mit der Knepper WerPro GmbH & Co. KG ein vollumfassendes Konzept zur der Optimierung von Abfall- und Wertstoffströme erfolgreich umgesetzt. Das Projekt „*Optimizing Material Flows*“ zeigt exemplarisch, wie durch kluges Ressourcenmanagement wirtschaftlicher Erfolg und Klimaschutz Hand in Hand gehen können.

Das Konzept

Das Ziel, einen Großteil der Wertstoffe dem Recycling zuzuführen, wurde durch die umfassende Analyse und Verbesserung sämtlicher Produktionsausschuss- und Abfallströme erreicht. Im Zentrum des Projekts stand die Optimierung der Stoffströme direkt „ab Backstraße“: Durch die Einführung präziser Trennmethode und einer genauen Datenerhebung konnte die Recyclingqualität deutlich gesteigert werden. Kunststoffabfälle, die zuvor verbrannt wurden, gelangen nun in den Recyclingprozess. Ergänzend wurde die interne und externe Logistik neu organisiert, um die Wertstoffbereitstellung effizienter und kostengünstiger zu machen. Digitale Monitoring-Systeme sorgen für eine transparente Überwachung der Produktions- und Abfallströme, während ein externer Dienstleister die Einhaltung aller gesetzlichen Rahmenbedingungen sicherstellt. Abschließend werden die erzielten CO₂-Einsparungen in einem Nachhaltigkeitsbericht dokumentiert, um die Fortschritte greifbar und nachvollziehbar darzustellen.



© KuchenMeister GmbH

Dieses ganzheitliche Konzept ermöglicht es, Prozessabläufe zu optimieren, Ressourcen zu schonen und so einen messbaren Beitrag zur Nachhaltigkeit zu leisten.

Messbare Erfolge

Das Projekt hat nicht nur dazu beigetragen, die gemischten Abfallmengen drastisch zu reduzieren: Von 371 Tonnen Abfall werden jährlich nun 202 Tonnen Kunststoff stofflich recycelt, statt sie zu verbrennen. Auch die Getrennthaltungsquote



gemäß der Gewerbeabfallverordnung konnte um rund 31 Prozent verbessert werden. „Diese Maßnahmen führen zu einer deutlichen Entlastung der Umwelt und einer Erhöhung der Wirtschaftlichkeit am Standort.“, erklärt Oliver Baltruschat, Werksleitung KuchenMeister Thüle.

Die Entscheidung für die Umsetzung des Projekts in Deutschland unterstreicht KuchenMeisters Engagement für Deutschland als Produktionsstandort und dessen hohe Standards in Qualität, Innovation und Effizienz. Mit der Investition in moderne Technologien und optimierte Wertstofflogistik stärkt das Unternehmen zugleich regionale Arbeitsplätze. Zudem setzt KuchenMeister bewusst ein Zeichen für Nachhaltigkeit in der deutschen Produktionslandschaft und macht den Standort in Thüle zum Vorbild für zukunftsorientiertes Wirtschaften.

Ein Vorbild für die Lebensmittelindustrie

Derzeit arbeitet KuchenMeister bereits daran, das Konzept auch an anderen Standorten umzusetzen. Außerdem werden bereits KI-gesteuerte fahrerlose Transportsysteme in der Produktionslogistik eingesetzt. Diese Transportsysteme sollen zukünftig auch die Wertstofflogistik automatisieren und so die Prozesse weiter optimieren.

Oliver Baltruschat zieht ein mehr als positives Fazit: „Das Projekt „*Optimizing Material Flows*“ zeigt, wie Unternehmen durch nachhaltige Innovation nicht nur die Umwelt schützen, sondern auch wirtschaftlich profitieren können. KuchenMeister setzt damit ein eindrucksvolles Zeichen: Eine verantwortungsvolle Unternehmensführung ist kein Hindernis für den Erfolg, sie ist der Weg dorthin.“



Kreislaufwirtschaft in der Lebensmittel- industrie: Upcycling von Nebenströmen





Die Lebensmittelindustrie steht heute im Fokus der globalen Nachhaltigkeitsdebatte. Angesichts der wachsenden Herausforderungen durch Klimawandel, Ressourcenverknappung, Biodiversitätsverlust und eine steigende Weltbevölkerung gewinnt die Bioökonomie als transformatives Modell zunehmend an Bedeutung. Sie integriert biologische Ressourcen, nachhaltige Produktion und Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, um die Ressourceneffizienz und ökologische Nachhaltigkeit zu verbessern (Marzban et al., 2025). Die Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, Materialien und Produkte möglichst lange im Wirtschaftskreislauf zu halten, Abfälle zu minimieren und durch Wiederverwertung bzw. Weiterverarbeitung neue Wertschöpfungen zu generieren (Arruda et al., 2021).

Die Agrar- und Ernährungswirtschaft in Deutschland ist durch effiziente Prozesse, ein hohes Maß an Arbeitsteilung und qualitativ hochwertige sowie sichere Lebensmittel gekennzeichnet. Auf jeder Stufe der industriellen Veredlung fallen neben den Zielprodukten prozessbedingt Nebenströme als unvermeidbare Rückstände an. Diese Nebenströme werden heute schon häufig im Kreislauf geführt, indem sie energetisch verwertet, zu Futtermitteln degradiert oder als Dünger ausgebracht werden. Kommt keine dieser Alternativen in Frage, werden die Nebenströme in letzter Konsequenz als Abfall entsorgt. Bei der Nutzung der Nebenströme in den oben benannten Bereichen gehen oftmals wertgebende Inhaltsstoffe für die Humanernährung verloren.

Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken ist das sogenannte Upcycling von Nebenströmen, also eine qualitative Aufwertung bislang unter- bzw. ungenutzter Nebenströme, was für das Anstreben einer Kreislaufwirtschaft in der Lebensmittelindustrie besonders relevant ist. Ziel ist es, den Kreislauf der Humanernährung zu verlängern und erst nach Ausschöpfung aller technologischen Möglichkeiten, die Nebenströme in die bereits etablierten Prozesse außerhalb der Ernährungswirtschaft zur Erzeugung von Dünger, Tierfutter oder Energie zu überführen.

Zu den geeigneten Nebenströmen für Upcycling zählen z. B. Obst- und Gemüsepressrückstände, Fruchtschalen und -kerne aus der Saftproduktion, Molke aus der Käseherstellung, Pflanzenpulpe aus der Herstellung pflanzlicher Milchalternativen, Altbrot aus der Backwarenindustrie, Reiskleie oder Kakaobohnenschalen.

(Salvatore et al., 2024).

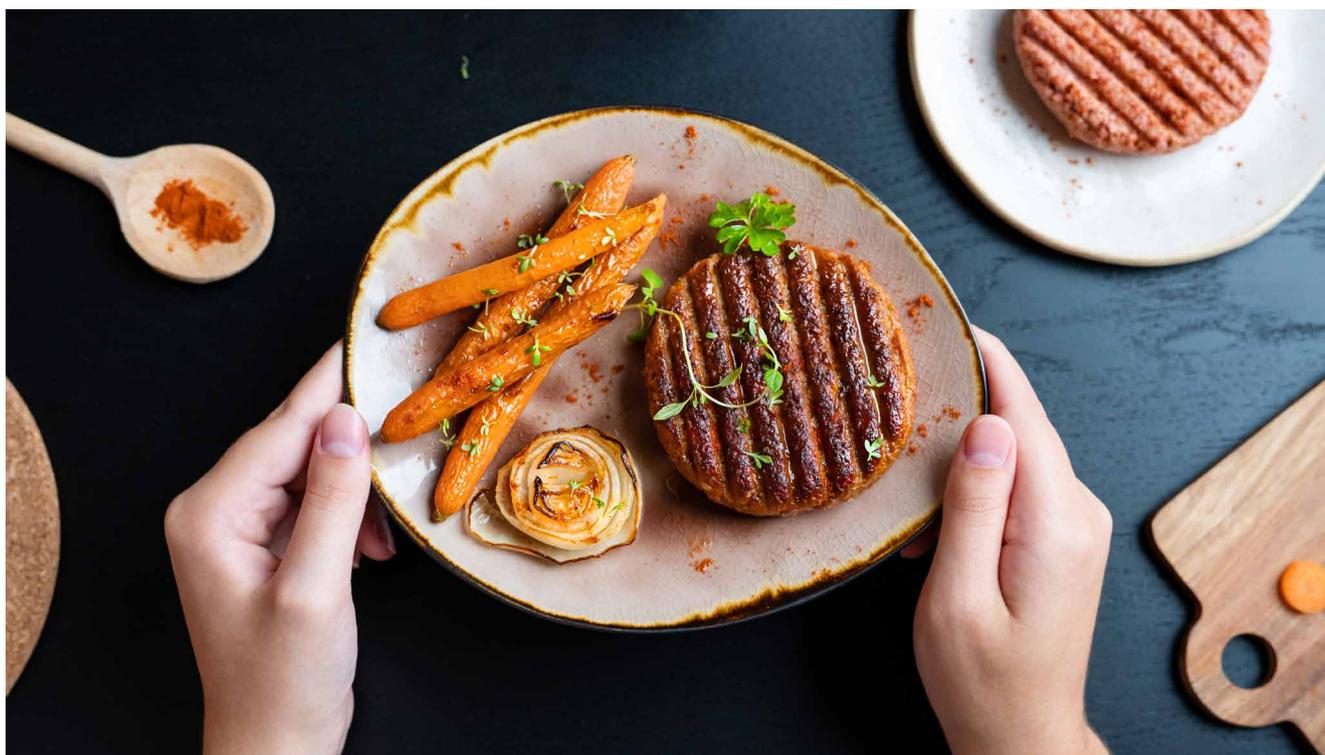
Zum Beispiel werden allein in Deutschland jedes Jahr 250.000 Tonnen Apfeltrester erzeugt (Bohrmann-Linde, 2024).

Bei der Hafermilchproduktion entstanden global schätzungsweise 228.000 Tonnen des Nebenstroms Hafer-Okara in 2024 (Vuong et al., 2025), für Deutschland schätzungsweise 26.000 Tonnen pro Jahr und für Europa schätzungsweise 44.400 Tonnen pro Jahr (Kynda Biotech GmbH). Bei der Käseproduktion fielen im Jahr 2019 in Deutschland ca. 13,6 Mio. Tonnen Molke an (NationMaster), die aufgrund der steigenden Käseproduktion (BLE, 2025) ein wachsender Nebenstrom ist. Von dieser Molke sind geschätzt ca. 4 Mio. Tonnen Sauermolke (Kynda Biotech GmbH), aus der schwerlich eine weitere Wertschöpfung generiert werden kann. Grundsätzlich enthalten die für das Upcycling geeigneten Nebenströme nicht nur hochwertige, nutritive Inhaltsstoffe wie Proteine und Ballaststoffe sowie Antioxidantien, Vitamine oder andere bioaktive Substanzen, sondern können auch fermentierbare Kohlenhydrate enthalten. Ihre weitere stoffliche Nutzung innerhalb der Lebensmittelkette im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist ökologisch sinnvoll und ökonomisch zunehmend attraktiver.

Methodisch betrachtet gibt es verschiedene Ansätze für das Upcycling von Nebenströmen, wobei die Grenzen fließend sind. Im einfachsten Fall kommt es zur direkten Verwendung des Nebenstroms bei der Lebensmittelherstellung.

Beispiele sind die Verwendung von Prozessnebenströmen wie Proteinkuchen aus der Ölgewinnung von Sojabohnen oder Sonnenblumenkernen in Backwaren (Grasso et al. 2020), ballaststoffreiche Weizenkleie kombiniert mit Fructooligosacchariden in Backwaren (Renzetti & van der Sman, 2024) und ballaststoffreicher Biertreber zur Herstellung von Teig und Backwaren mit präbiotischer Wirkung (Nocente et al., 2019). Auch landwirtschaftliche Nebenströme lassen sich zu Präbiotika und funktionellen Lebensmittelzutaten upcyclen (Gonçalves et al., 2023). Ein weiterer und oft angestrebter Ansatz ist die Isolierung bzw. Extraktion wertgebender Inhaltsstoffe des Nebenstromes und deren Einsatz in der Herstellung von Lebensmitteln. Beispielhaft sei hier die Extraktion von Farbstoffen aus pflanzlichen Nebenströmen genannt, wie z. B. bereits von dem Unternehmen EXBERRY® umgesetzt, aber auch die Extraktion von bioaktiven Verbindungen wie z. B. Antioxidantien, Phenole oder Selen aus Nebenströmen der Weinherstellung (Fernandes et al., 2025) und Granatapfelverarbeitung (Alsataf et al., 2021), um funktionelle Lebensmittelzutaten oder -zusatzstoffe zu erhalten und damit funktionelle Lebensmittel oder sogar Nutraceuticals herzustellen (Ospina-Maldonado et al., 2024).





Für das Upcycling von Nebenströmen zu Präbiotika werden entsprechende Services von z. B. dem Unternehmen Carbiotix AB kommerziell angeboten. Die Gewinnung von hydrolysiertem Protein aus Gerste- und Reisspelzen der Bierherstellung ist ein weiteres interessantes Beispiel. Das Protein wurde als Novel Food eingestuft, durch die europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde positiv bewertet (EFSA NDA Panel, 2023) und wird unter der Marke EverPro durch das Unternehmen Evergrain LLC vermarktet.

Ein weiterer Ansatz ist auch das biotechnologische Upcycling der Nebenströme. Hier haben sich durch Enzyme und Fermentation unterstützte Extraktionen als nachhaltige und kostengünstige Methoden für das Upcycling von Lebensmittelnebenprodukten herausgestellt (Vilas-Franquesa et al., 2024). Dabei lassen sich u. a. Enzyme, organische Säuren, phenolische Verbindungen, Polysaccharide, Pektin, Peptide, etc. aus den Nebenströmen der Frucht-, Getreide- und Gemüseverarbeitung wie z. B. Schalen, Trester, Kleie, Blätter und Stiele herstellen.

Außerdem kann durch Fermentation mikrobielle Biomasse erzeugt werden, die direkt als Lebensmittel bzw. als Zutat in der Lebensmittelverarbeitung genutzt oder zur Herstellung von alternativem Protein dient (GFI, 2025). Auf dem stark expandierenden Markt der Biomassefermentation (RootsAnalysis) spielen Pilze aufgrund ihrer umfangreichen Enzymausstattung bzw. enormen metabolischen Potenzials eine besondere Rolle, was die Verwertung von komplexen Nebenströmen mit einem hohen Anteil an unlöslichen Bestandteilen angeht. Das Unternehmen Marlow Foods Ltd hat bereits im Jahr 1985 den Fleischersatz Quorn basierend auf Mycoprotein aus Ascomyceten als alternative, nutritive Proteinquelle auf den Markt gebracht (Finnigan et al., 2019). Andere Unternehmen wie Infinite Roots® und Kynda Biotech GmbH setzen auf

Mycelien von Pilzen als nahrhafte Fleischalternative, die auf Nebenströmen kultiviert werden. Wissenschaftliche Untersuchungen verdeutlichen das Potenzial dieser Technologie in Bezug auf ökologische und soziale Nachhaltigkeit.

Lebenszyklusanalysen (LCA) von Fleischalternativen auf Mykoproteinbasis zeigen die ökologische Nachhaltigkeit dieses Ansatzes im Vergleich zur Nutzung von pflanzlichen und tierischen Alternativen (Shahid et al., 2024). So sind die Treibhausgasemissionen (GHGe) für die Herstellung von Mykoprotein (0,73 kg CO₂eq/kg) deutlich niedriger als für Soja- (1,21 kg CO₂eq/kg) oder Erbsenprotein-konzentrat (1,91 kg CO₂eq/kg), die ihrerseits schon einen geringeren Fußabdruck als die Produkte tierischen Ursprungs haben. Auch für Produkte auf Mykoproteinbasis sind die Treibhausgasemissionen niedriger oder vergleichbar mit denen entsprechender pflanzlicher Produkte (Shahid et al., 2024). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Nutzung von Nebenströmen in der Mykoproteinherstellung die Treibhausgasemissionen weiter reduziert. Beispielsweise kann bei Einsatz von Hafer-Okara die Treibhausgasemission ausgehend vom Wert für Mykoprotein auf Basis standardisierter Rohwaren (0,73 kg CO₂eq/kg) um voraussichtlich 0,2 kg CO₂eq/kg weiter reduziert werden (Kynda Biotech GmbH).

Neben den ökologischen Vorzügen können die Produkte auf Basis von Mykoprotein auch aufgrund ihres nutritiven Nährwertprofils mit gesundheitlichen Vorteilen gegenüber traditionellen Lebensmitteln punkten (Majumder et al., 2024).

Damit können die Produkte aus dem biotechnologischen Upcycling langfristig auch zur Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit über eine gesündere Ernährung beitragen.

Wirtschaftlich betrachtet bietet das Upcycling von Nebenströmen eine Möglichkeit zur Diversifizierung des Geschäftsmodells von Lebensmittelunternehmen. Durch innovatives Upcycling mit Zielrichtung auf bioaktive Inhaltsstoffe lassen sich bestimmte Nebenströme, die bislang keine oder nur geringe Einnahmen generierten, zu hochwertigen Produkten weiterentwickeln, was nicht nur die Ressourceneffizienz erhöht, sondern auch neue Absatzmärkte erschließt, wie etwa im Bereich funktioneller Lebensmittel oder auch Nahrungsergänzungsmittel.



Beispiele aus der aktuellen Forschung zeigen, dass durch Upcycling neue Produktkategorien entstehen können – etwa ballaststoffreiche Mehle aus Obstresten, pflanzliche Proteinkonzentrate aus Biertreber, natürliche Farbstoffe aus Rote-Bete-Schalen oder probiotische Snacks auf Basis fermentierter Gemüseabfälle. Diese Produkte treffen den Zeitgeist der gesundheits- und nachhaltigkeitsorientierten Konsumenten und eröffnen Potenziale für Marktpositionierung und Markenbildung. Der Wandel von einem linearen zu einem zirkulären Produktionsmodell kann somit zur langfristigen Erhöhung der Wertschöpfung beitragen, insbesondere wenn sich eine steigende Konsumentennachfrage nach nachhaltigen Produkten in der Gesellschaft etabliert. Ob das Upcycling von Nebenströmen ökonomisch tragfähig ist, hängt letztlich von mehreren Faktoren ab. Dazu gehören die Skalierbarkeit der eingesetzten Technologie, die Investitionskosten für die notwendige Infrastruktur, die regulatorische Einstufung der aus den Nebenströmen hergestellten Produkte sowie die Zahlungsbereitschaft der Konsumenten für nachhaltige Produkte. Bezüglich der regulatorischen Einstufung ist zu berücksichtigen, dass z. B. bei der Extraktion wertbegebender Inhaltsstoffe aus den Nebenströmen Produkte entstehen können, die dann unter die Zusatzstoffverordnung fallen. Auch kann in bestimmten Fällen die Novel-Food-Verordnung zum Tragen kommen. Entsprechende Zulassungsverfahren in beiden Fällen sind zeit- und kostenintensiv, was gerade Start-ups und KMU vor Herausforderungen stellt.

Neben der ökonomischen Dimension ist auch der Beitrag des Upcyclings zur Prozessvielfalt und zur Resilienz von Lieferketten hervorzuheben. Durch die Nutzung eigener oder lokal verfügbarer Nebenströme verringert sich die Abhängigkeit von globalen Rohstoffketten. Gleichzeitig können regionale Wirtschaftskreisläufe gestärkt und flexible Produktionssysteme entwickelt werden, die schneller auf Schwankungen in der Rohstoffverfügbarkeit oder auf externe Schocks reagieren können. Dies kann als zentrale Komponente eines resilienten Ernährungssystems im Sinne der Kreislaufwirtschaft angesehen werden.



Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Kreislaufwirtschaft und insbesondere das Upcycling von Nebenströmen ein zentrales Element zur Weiterentwicklung der Lebensmittelindustrie darstellen. Sie leisten einen Beitrag zur Ressourceneffizienz, zur ökologischen Nachhaltigkeit, zur ökonomischen Resilienz und zur Innovationsfähigkeit von Unternehmen.

Die Umsetzung erfordert jedoch nicht nur technologische Kompetenz, sondern auch regulatorische Klarheit und ein Bewusstsein für die Potenziale zirkulärer Geschäftsmodelle.

Upcycling und Innovationen bei der GoodMills Innovation GmbH

Vom Nebenprodukt zum Mehrwert: High-MAC Kleien verbinden Upcycling mit innovativer Ballaststoffanreicherung

Mit High-MAC Kleien nutzt GoodMills Innovation Kleiefractionen, die sonst im Nachmehl verbleiben, für eine sensorisch neutrale und ernährungsphysiologisch wirksame Ballaststoffanreicherung – ein überzeugendes Beispiel für Circular Economy.

In einer Zeit, in der Ressourcenschonung, Kreislaufwirtschaft und Lebensmittelwertschätzung zentrale Themen der Ernährungsindustrie sind, gewinnt Upcycling an Bedeutung. Dabei werden Nebenprodukte, die sonst ungenutzt oder minderwertig verwertet würden, zu hochwertigen Zutaten aufbereitet. So entsteht ein doppelter Nutzen: Ressourcen werden geschont und gleichzeitig neue, wertschöpfende Produkte geschaffen.

Genau hier setzen die High-MAC Kleien von GoodMills Innovation an. Sie bestehen aus mikronisierten, thermisch stabilisierten Kleiefractionen aus Weizen, Roggen und Dinkel – Kornbestandteile, die im klassischen Mühlenprozess meist im sogenannten Nachmehl verbleiben und nicht für die Mehlerzeugung genutzt werden. Durch ihre Aufbereitung werden sie zu einer funktionalen Premium-Zutat, die sich für zahlreiche Backwaren eignet.

Technologisch stark – sensorisch dezent

Dank eines speziellen Mikronisierungsverfahrens liegt die Partikelgröße zu über 90 Prozent unter 200 µm. Das sorgt für eine gleichmäßige Verteilung in der Krume, ohne „raue Stellen“ oder optische Beeinträchtigungen. So lassen sich Mehle mit



© GoodMills Innovation GmbH

höherem Ausmahlungsgrad rekombinieren – mit mehr Mineral- und Ballaststoffen, aber unveränderten Backeigenschaften. Backwaren bleiben optisch hell und sensorisch attraktiv, selbst bei deutlich gesteigertem Nährwertprofil.



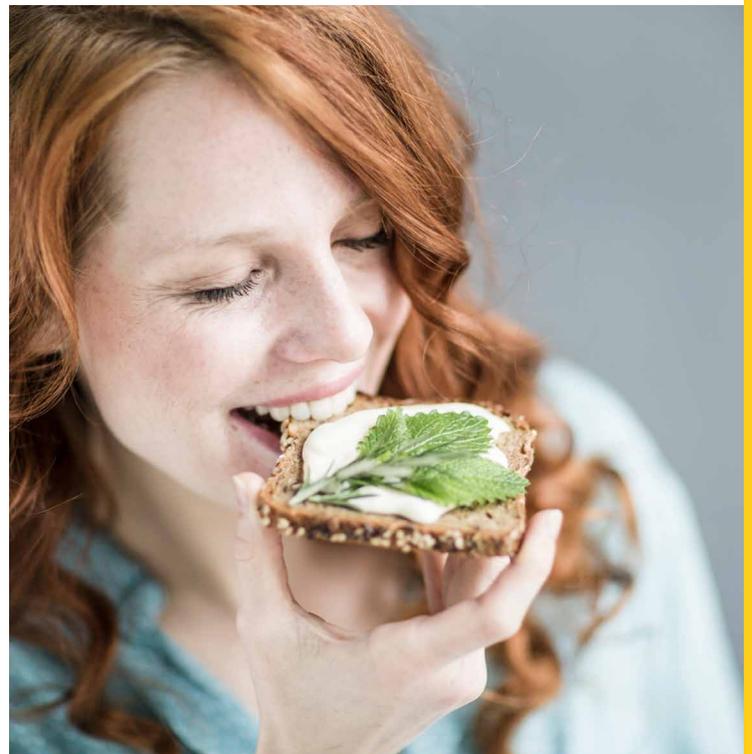
Einfache Integration

High-MAC Kleien lassen sich problemlos in bestehende Rezepturen integrieren. Die Dosierung kann individuell angepasst werden – ob für die Auslobung „Ballaststoffquelle“ oder „ballaststoffreich“. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von Brot, Brötchen und Sandwichbrot über Pizzaböden bis hin zu Knäckebrötchen oder Keksen.

Die thermische Stabilisierung verlängert die Haltbarkeit gegenüber nativen Kleien deutlich und sorgt für eine zuverlässige Verarbeitung. High-MAC Kleien bestehen ausschließlich aus Getreide, enthalten keine Zusätze und erfüllen Clean-Label-Anforderungen.

Upcycling als Zukunftsmodell

Mit den High-MAC Kleien gelingt es, einen bislang wenig genutzten Rohstoffstrom in die menschliche Ernährung zurückzuführen – technologisch optimiert, ernährungsphysiologisch wertvoll und ohne sensorische Abstriche. Für die Backwarenindustrie bedeutet das: Ballaststoffanreicherung und Ressourcenschonung gehen Hand in Hand.



Herausforderung angenommen

Wie das Knorr-Werk der Unilever Deutschland GmbH in Heilbronn mit Mut und Konsequenz seine Zukunft neu schreibt



© Knorr (Unilever Deutschland GmbH)

Herausforderung angenommen

Seit 1838 wird im Knorr-Werk in Heilbronn (das größte Unilever-Werk für trockene Lebensmittel in Europa) produziert. Heute verlassen Millionen Tütensuppen und Saucen jährlich das Werk. Doch in einer Welt, in der sich Konsumverhalten, Technologien und Märkte rasant wandeln, war klar: Die Vergangenheit reicht nicht aus, um die Zukunft zu sichern.

2019 stellte Unilever dem Standort eine unbequeme Aufgabe: 20 Prozent weniger Kosten bei gleichbleibender Produktionsmenge, sonst gebe es keine Perspektive. Nur dann würde der Standort weitergeführt.

Als Stillstand keine Option mehr war

Das Team traf eine Entscheidung: Nicht abwarten, sondern handeln. Werksleitung, Betriebsrat und Belegschaft entwickelten gemeinsam einen konkreten Plan: unbequem, aber konsequent.

Der Anstoß für die Transformation kam bereits unter dem damaligen Werksleiter, mit klarer Zielvorgabe, tarifpolitischem Mut und einem tiefen gemeinsamen Verständnis zwischen Geschäftsführung und Arbeitnehmervertretung. In jeder Phase der Veränderung agierten Betriebsrat und Werksleitung nach dem Prinzip Pilot und Co-Pilot: mit einem gemeinsamen Ziel, manchmal unterschiedlichen Kursvorschlägen, aber stets auf gemeinsamer Flughöhe.

Julius Mannherz, der damals bereits im Werk tätig war, begleitete den Weg von Beginn an mit und übernahm später als Werksleiter die Verantwortung, ihn weiterzuführen: Mit neuer Energie und klarer Haltung:

„Wir mussten die Komfortzone verlassen. Wer bleiben wollte, musste sich verändern.“

So begann eine Transformation, wie sie in dieser Klarheit selten gelingt, und wie sie doch dringend notwendig ist, wenn Industrie in Deutschland bestehen will.



Wandel von innen

Der Wandel war kein Führungswechsel, sondern ein Kulturwandel - über mehrere Jahre hinweg, getragen von vielen. Heilbronn wurde nicht nur umgebaut, sondern neu gedacht. Prozesse wurden automatisiert, Linien ersetzt, Aufgaben neu verteilt. Die Belegschaft verzichtete sogar freiwillig auf volle Tariferhöhungen, um ein langfristiges Einsparungsziel zu erreichen. Ein neuer Tarifrahmenvertrag schuf dafür Flexibilität und sicherte Beschäftigung.

Auch Führungsstrukturen wurden gestrafft. Managementebenen fielen weg, Statussymbole ebenso. Verantwortung wanderte zurück in die Teams - mit spürbarem Effekt: mehr Effizienz, mehr Vertrauen, mehr Klarheit. Heute steuert eine Mitarbeiterin mit Hilfe von einem hohen Automatisierungsgrad zwei Linien gleichzeitig. Roboter übernehmen Arbeiten, für die früher vier Personen nötig waren.

„Veränderung braucht Führung, aber auch Vertrauen in die Menschen“, sagt Mannherz.

„Als Unternehmen können wir mehr bewegen als wir oft denken.“

Investieren, wo es wirkt

2024 folgten zwei Investitionsentscheidungen mit Wirkung: Ein neuer Produktionsprozess mit deutlich geringerem Energieverbrauch und moderne Logistiklösungen, die Heilbronn wettbewerbsfähiger machen.

Parallel hat das Werk auf erneuerbare Energie gesetzt. Zwei Photovoltaikanlagen mit insgesamt über 4700 Modulen erzeugen heute jährlich fast 2 Millionen Kilowattstunden Strom, die direkt am Standort genutzt werden. Das senkt Kosten, reduziert Emissionen und bringt das Werk dem Ziel näher, seine Treibhausgasemissionen bis 2030 um 100 Prozent zu reduzieren.

Unilever investiert damit bewusst weiter in Deutschland und in eine Industrie, die effizienter und widerstandsfähiger aufgestellt sein will. Das zeigt: Auch in schwierigen Zeiten lohnen sich Investitionen, wenn wie konsequent auf Wirkung und Standortbindung zielen.

Kulturwandel beginnt im Kleinen

Was in der Produktion begann, prägt heute die ganze Standortkultur: Offenheit.

„Wer in Deutschland investieren will, braucht nicht nur Technologie und Talent, sondern Verbündete“, sagt Mannherz. „Wir sind heute vernetzter, resilienter, mutiger - weil wir uns geöffnet haben.“

Diese Haltung zeigt sich im Alltag. Die Werkskantine ist kein abgeschlossener Raum mehr. Täglich essen dort bis zu 100 Gäste aus der Nachbarschaft - vom Handwerker bis zur Ruheständlerin. Das Werk ist Teil des öffentlichen Lebens geworden.

Auch auf dem Gelände selbst wird neu gedacht. Freie Flächen werden heute gezielt an Start-ups vergeben. Alte, nicht mehr benötigte Gebäude wurden abgerissen. Die Produktionsgebäude werden großflächig saniert. So entsteht der Knorr Campus, ein Ort, an dem Produktion, Innovation und Partnerschaft zusammenkommen.

Ein Standort als Vorbild

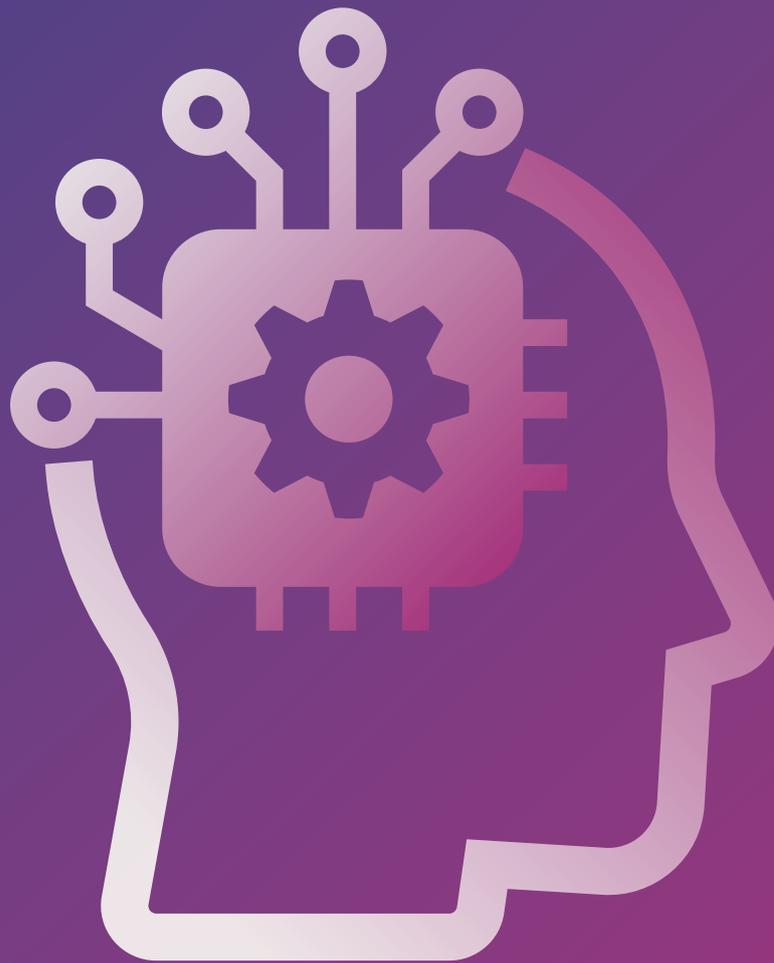
Heilbronn zeigt, was viele Mitgliedsunternehmen bereits tun, oft abseits der großen Bühne: investieren, modernisieren, kooperieren. Wandel ist möglich - nicht trotz Krise, sondern gerade in ihr. Was es braucht: den Willen, Verantwortung zu übernehmen. Und Rahmenbedingungen, die das ermöglichen, von schnelleren Genehmigungen bis zur gezielten Fachkräftesicherung.

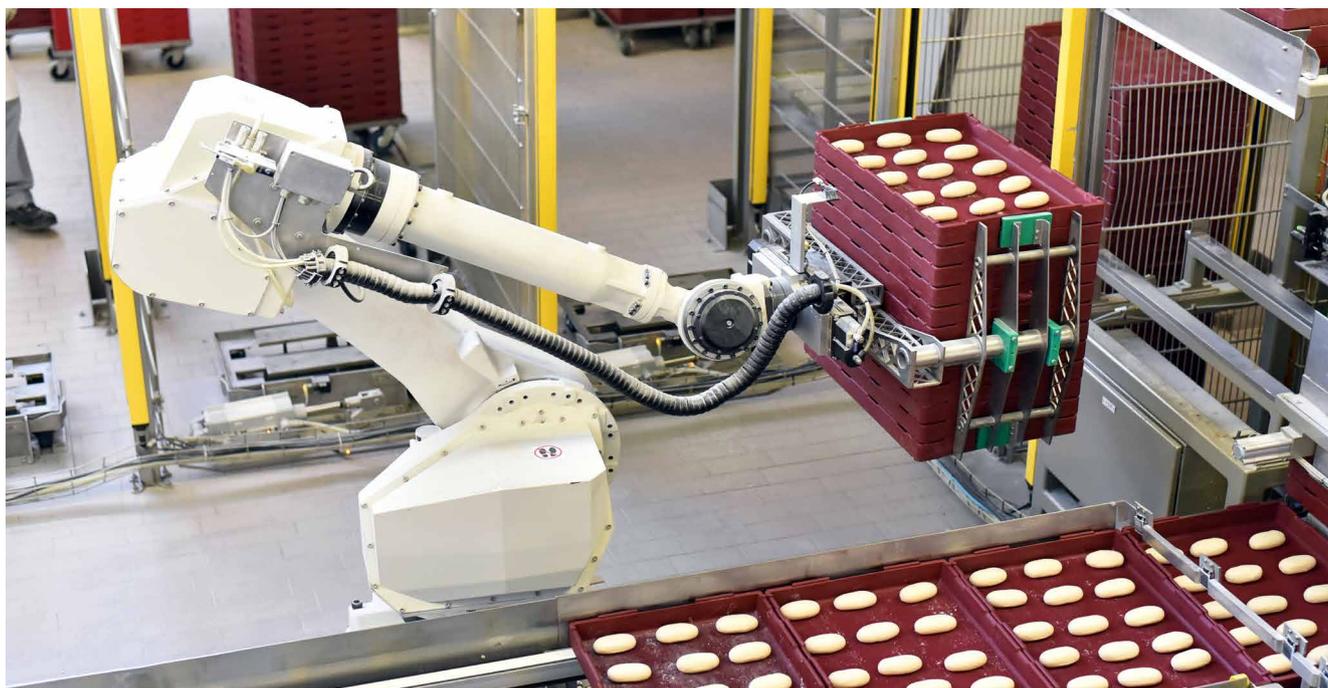
„Wir haben uns in Heilbronn nicht retten lassen, sondern neu erfunden“, sagt Mannherz.

„Das geht nicht über Nacht. Aber es geht.“

Inzwischen arbeiten Menschen aus über 30 Nationen im Werk. Die Vielfalt ist kein Symbol. Sie ist gelebte Stärke. Der Standort bleibt, was er seit 1838 war: ein Ort, an dem Zukunft gemacht wird.

KI und Automatisierung in der Ernährungsindustrie





Die Ernährungsindustrie war und ist ein über lange Jahre durch traditionelle Prozesse geprägter Produktionszweig, wobei die manuellen Feintätigkeiten häufig durch Maschinen und Fördertechnik zur Umsetzung der Grobarbeiten unterstützt werden. Doch auch die Lebensmittelproduktion durchlebt einen stetigen Wandel, der durch veränderte Lieferketten im Zuge der zunehmenden Globalisierung, den steigenden Kostendruck durch den Handel und die wachsende Konkurrenzsituation, sowie steigende rechtliche Anforderungen und Bürokratie zusätzlich befeuert wird. Hinzu kommen wesentliche Problemstellungen bei der Mitarbeiterfindung, die speziell in der Ernährungsindustrie stark ausgeprägt sind.

Der Industriezweig der Lebensmittelproduktion muss sich im Hinblick auf diese zunehmend fordernden Rahmenbedingungen anpassen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Dies trifft insbesondere auf den Wirtschaftsstandort Deutschland zu, wenn auch hier zukünftig ausreichend Lebensmittel in hoher Qualität konkurrenzfähig produziert werden sollen. Automatisierungssysteme und der Einsatz von Künstlicher Intelligenz können hierbei unterstützen und als Werkzeuge dienen, um langfristig Lebensmittel in gleichbleibender Qualität und Quantität zu produzieren.

Durch die komplexen Prozesse und Rahmenbedingungen der Lebensmittelindustrie ergeben sich hier jedoch häufig höhere Anforderungen an verarbeitende Systeme als in anderen Industriezweigen.

Dies ist in vielen Fällen auf die Verarbeitung von Naturprodukten, die Verarbeitung in kühlen und feuchten Umgebungsbedingungen, sowie hohe Anforderungen an die Hygiene und die notwendigen Taktzeiten zurückzuführen. Diese Hindernisse bei der Automatisierung der Prozesse führten in der Vergangenheit häufig dazu, dass Anlagenhersteller den Bereich der direkten Lebensmittelproduktion gemieden haben und automatisierte und KI-gestützte Systeme nicht in der breiten Masse der Ernährungsindustrie zu finden waren. Durch fortschreitende technologische Entwicklungen und Sättigungseffekte in anderen Industriezweigen haben Anlagen- und Komponentenhersteller die Lebensmittelindustrie heutzutage jedoch annähernd durchgehend als Absatzmarkt erkannt und liefern passgenaue Systeme mit leistungsstarkem Funktionsumfang und Berücksichtigung der komplexen Rahmenbedingungen, wie bspw. der Anforderungen an die Reinigbarkeit.

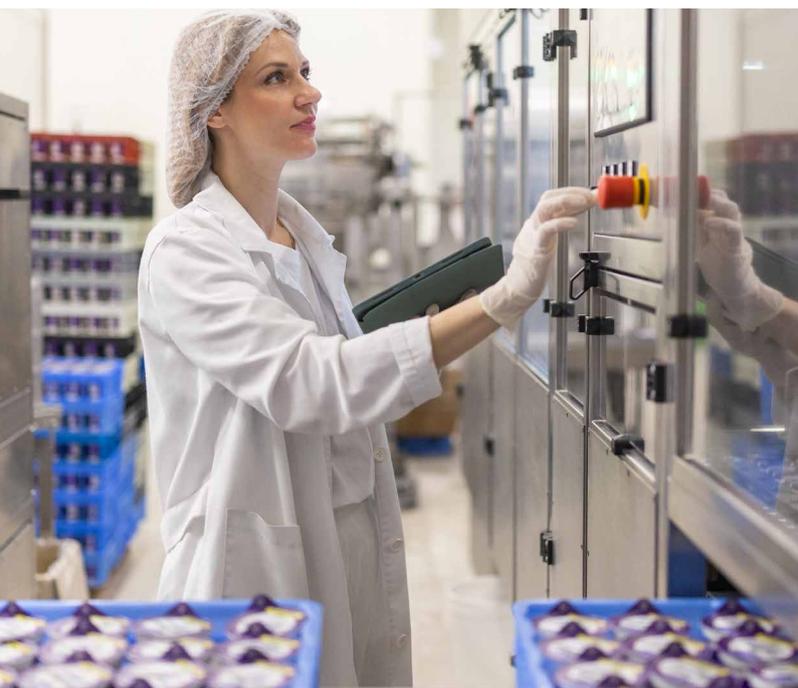
Spezialkomponenten, wie Roboter, Kamerasysteme oder Sensoren wurden durch Hersteller auf die speziellen Rahmenbedingungen angepasst und stehen Anlagenherstellern zur Umsetzung von Gesamtanlagen zur Verfügung.

Sensoren und Kameras erfassen in Echtzeit Daten, um bspw. inline autonom Qualitäten zu erkennen und Rezepturen anzupassen. Gleichzeitig lassen sich hierdurch minderwertige oder fehlerhafte Produkte über Robotik ausschleusen.

Ein entscheidender Entwicklungsschritt ergab sich hierbei durch die KI-gestützte Bildanalyse von Lebensmitteln, wodurch oftmals ein Grundstein für die Automatisierung von Prozessen gelegt wird. Maschinelles Sehen ist bereits seit mehreren Dekaden eines der Hauptanwendungsgebiete des maschinellen Lernens und anderer Verfahren der künstlichen Intelligenz. Auch und gerade in der Landwirtschafts- und Lebensmittelindustrie sind schon früh Potenziale für Anwendungen identifiziert worden, die insbesondere eine objektive, konstante und kontinuierliche Bewertung der – von Natur aus stark variierenden – Erzeugnisse vornehmen können (Goyache, 2001). In den letzten Jahren wurden die klassischen Ansätze der Bilddatenauswertung und

des maschinellen Sehens um zahlreiche Ansätze aus dem Umfeld künstlicher neuronaler Netze ergänzt. Diese liefern in vielen Anwendungen sehr gute Ergebnisse und finden sowohl in der Fachliteratur als auch der Gesellschaft breite Aufmerksamkeit (Zhou, 2019). Zahlreiche Arbeiten belegen die Fähigkeit dieser Ansätze einzelne Erkennungs- und Klassifikationsprobleme mit sehr geringen Fehleraten zu lösen, z. B. für Fisch, Rind, Schwein, Geflügel und verschiedenste Pflanzen, darunter insbesondere auch Kartoffeln (Taheri-Garavand, 2019). Eine große Barriere für die Erstellung und Anwendung von Ansätzen auf Basis von künstlichen neuronalen Netzen stellen die benötigte Hardware, noch mehr aber die benötigte Grundlage an Trainingsdaten dar. Fallende Preise für die verfügbare Hardware konnte die erste Barriere weitgehend senken, die zweite kann durch die Kombination verschiedener Verfahren und den Transfer von vortrainierten Modellen auf neue Bereiche verringert werden. Hierzu wurden in der letzten Dekade zahlreiche Ansätze entwickelt, die in modernen Frameworks zur Verfügung stehen (Pan, 2010; Marcelino, 2018). Aus Kostengründen und der allgemein leichten Verfügbarkeit sowohl der Hardware als auch der in der Literatur bekannten zugänglichen Datensätze, beziehen sich die meisten Arbeiten maschinellen Sehens im Kontext der Lebensmittelindustrie auf den für Menschen sichtbaren Bereich des optischen Spektrums (Zhou, 2019), während einige Ansätze weitergehendes Potenzial in der Nutzung von anderen Multi- und Hyperspektralsensoren identifizieren (z. B. Dacal-Nieto, 2011, Bandara, 2019; MoviQ). Der Einsatz von Hyperspektralkameras schafft hierbei Möglichkeiten der Qualitätserkennung, die durch Einbezug von Wellenlängenbereiche außerhalb des menschlich sichtbaren Bereichs über die Möglichkeiten geschulter Mitarbeiter hinausgehen. Allerdings stellen diese Systeme in der Regel auch kostenintensive Alternativen dar. Da der Einsatz von Hyperspektralkameras aber vielfältige Vorteile bietet, ist die die Entwicklung kostengünstiger Systeme ebenfalls Gegenstand der aktuellen Forschung (Salazar-Vazquez 2020, serino).

Das Potenzial KI-basierter Erkennungssysteme für die Realisierung von automatisierten Prozessen der Lebensmittelproduktion konnte in Kombination mit weiteren mechanischen Komponenten, wie z. B. Robotikkinematiken, bereits in praktischen Umsetzungen aufgezeigt werden.



Das Vertrauen in neue Technologien ist in der Ernährungsindustrie, die oftmals durch traditionelle Prozesse geprägt ist, nicht so stark ausgeprägt, so dass ein weiterer Bedarf an Best-Practice-Beispielen besteht. Hierdurch müssten die technischen Möglichkeiten aufgezeigt und die Bereitschaft zur Investition in entsprechende Systeme gefördert werden. Machbarkeitsanalysen für konkrete Anwendungen, Prozesse und Produkte stellen hierbei eine entscheidende Möglichkeit dar. Die Entwicklung eines Automatisierungstestfeldes der LI Food über das DIL und das DFKI bietet hierbei u. a. die Gelegenheit für durchgehende Testreihen von KI-basierter Bildverarbeitung, lebensmittelgeeigneter Robotik und innovativer Greiftechnik, angepasst an die Bedürfnisse der Ernährungsindustrie (Quelle: LI Food Journal).

Neben der Automatisierung von Produktionsprozessen bietet eine durchgehende Datenerhebung über Sensoren oder die Auswertung von Maschinendaten die Möglichkeit zur tiefreichenden Analyse der Produktionsprozesse. Durch Einbezug des Materialflusses kann der Prozess auch unternehmensübergreifend ausgeweitet werden.

Dies schafft Transparenz entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Ernährungswirtschaft, was der zunehmenden Kundenforderung einer lückenlosen Rückverfolgung entspricht. Zusätzlich steigern datengetriebene Systeme die Nachhaltigkeit der Produktionsprozesse, da sich diese in Abhängigkeit von Sensordaten, sowie weiteren externen Daten gezielt anpassen und steuern lassen. Auf diese Weise lassen sich durch eine gezielte Produktionsplanung Überproduktionen vermeiden und so durch eine bedarfsgerechte Produktion Lebensmittelverluste minimieren. Des Weiteren können Lager, sowie Produktionsflächen effizienter und gewinnbringender genutzt werden. Die datenbasierte Produktionsplanung ermöglicht darüber hinaus die Verschlinkung der Logistikketten, so dass neben dem effizienteren Einsatz von Rohwaren, der Vermeidung von Lebensmittelabfällen auch im Logistikprozess wertvolle Ressourcen eingespart werden können.

Ferner können Mechanismen der Künstlichen Intelligenz auch gezielt in der Entwicklungsphase von neuen Produkten oder in der Marketingstrategie eingesetzt werden. Es liegt eine Vielzahl an Daten



vor, die eine Analyse von Märkten und Kundeninteressen ermöglichen. Durch die Analyse des Kaufverhaltens bezogen auf die eigenen und konkurrierenden Produkte lässt sich ein Trend für Verbrauchervorlieben ableiten, so dass sich automatisiert Änderungen von bestehenden Rezepturen oder komplett neue Produkte auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten entwickeln lassen.

Insgesamt lässt sich erkennen, dass neue Technologien, wie Künstliche Intelligenz oder technische Systeme zur automatisierten Verarbeitung, in den letzten Jahren neue Möglichkeiten zur Prozessautomatisierung oder intelligenten Produktionsplanung geschaffen haben. Diese neuen Möglichkeiten sollten jedoch noch besser auf die Rahmenbedingungen der Ernährungswirtschaft angepasst werden, um mögliche Barrieren abzubauen und Chancen aufzuzeigen. Best-Practice-Anwendungsbeispiele sind eine hilfreiche Möglichkeit, um hier anzusetzen und die breite Umsetzung und Akzeptanz in der Lebensmittelverarbeitung zu erreichen. Dies wird in den folgenden Jahren zunehmend erfolgen, um hierdurch die zukunftsfähige Lebensmittelproduktion in Deutschland zu gewährleisten.

Qualitativen Befragung zum Status Quo des Einsatzes Künstlicher Intelligenz in der Lebensmittelproduktion

Um die richtigen Rahmenbedingungen für ein politisches sowie wirtschaftliches Umfeld zu schaffen, welches die Integration neuer Technologien in die Lebensmittelproduktion bestmöglich unterstützt, ist eine Analyse der Erfahrungen und Erwartungen der beteiligten Stakeholder sinnvoll. Bisher gibt es wenig Kenntnisse darüber, wie der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Lebensmittelproduktion aktuell konkret aussieht. Um hier erste Einblicke zu generieren, wurde eine qualitative Studie mit acht Unternehmen aus unterschiedlichen Branchenbereichen durchgeführt. Hierzu wurden die verantwortlichen Expert:innen zur Nutzung, den Herausforderungen und Chancen von KI in ihrem Unternehmen bzw. Branchen befragt. Die Ergebnisse zeichnen ein vielfältiges, aber insgesamt aufgeschlossenes Bild: Während einige Unternehmen bereits gezielte KI-Anwendungen implementiert haben – etwa zur Qualitätskontrolle, zur Prozessautomatisierung oder im Bereich der Bildverarbeitung – haben andere noch keine KI-Anwendungen im Einsatz, bereiten jedoch aktuell erste Pilotprojekte vor oder sondieren Einsatzmöglichkeiten.

Deutlich wurde dabei: Die größten Chancen des KI-Einsatzes sehen die Unternehmen in der Effizienzsteigerung und Prozessoptimierung. So ermöglicht KI z. B. eine präzisere Steuerung von Anlagen, eine automatische Erkennung von Qualitätsabweichungen oder eine bessere Nutzung von Ressourcen. Auch die Reduktion von Lebensmittelverlusten, etwa durch frühzeitige Schadenerkennung oder bedarfsorientierte Produktionsplanung, wurde mehrfach genannt. Ein weiterer positiver Effekt: Die Mitarbeitenden können durch KI bei monotonen oder körperlich belastenden Aufgaben entlastet werden. Dies wird angesichts des Fachkräftemangels als echter Vorteil wahrgenommen. Auch innerhalb der bestehenden Belegschaft wird insgesamt von einer hohen Akzeptanz der KI-Integration berichtet, auch, wenn anfänglich Skepsis überwog.

Gleichzeitig gibt es Hürden. Neben den rechtlichen Rahmenbedingungen wird insbesondere die Verfügbarkeit und Qualität von Daten als zentrale

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von KI betont. Auch technologische Infrastrukturen sowie fehlende interne Kompetenzen stellen derzeit noch Schwierigkeiten bei der Umsetzung dar. Gerade kleine und mittlere Unternehmen sehen zudem die hohen Investitionskosten als Herausforderung. Dennoch überwiegt die grundsätzliche Offenheit: Viele Befragte berichteten von einer starken Neugier im Unternehmen und einer Bereitschaft, sich auf KI-Anwendungen einzulassen – sofern diese konkret verständlich und in der Praxis erlebbar sind.

Vor allem der Wunsch nach Best-Practice-Beispielen, Demonstratoren und Testfeldern zieht sich durch alle Interviews. Viele Unternehmen sehen in solchen Angeboten den Schlüssel zur Vertrauensbildung und zur Erhöhung der Investitionsbereitschaft. Ebenso wichtig sind externe Partnerschaften: Von wissenschaftlichen Einrichtungen über Technologieanbieter bis hin zu Förderprogrammen. Der erfolgreiche Einstieg in die KI-Welt gelingt oftmals nicht allein, zumal sich die Technologie so schnell weiterentwickelt, dass es schwer ist auf dem neusten Stand zu bleiben.

Trotz aller Herausforderungen herrscht eine spürbare Aufbruchstimmung. Die Unternehmen erkennen zunehmend, dass KI nicht nur kurzfristige Effizienzvorteile bringt, sondern auch langfristig neue Perspektiven für Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Innovationskraft eröffnet.

Besonders im Bereich der Bildverarbeitung, der Qualitätskontrolle und der Produktionsplanung sehen viele Befragte großes Zukunftspotenzial. Die Bereitschaft, diesen Wandel aktiv mitzugestalten, ist vorhanden – nun gilt es, die richtigen Rahmenbedingungen zu schaffen und den Weg für eine zukunftsfähige Lebensmittelproduktion in Deutschland weiter zu ebnet.

FAZIT

Die deutsche Ernährungsindustrie steht vor tiefgreifenden Veränderungen und zugleich vor großen Chancen. Künstliche Intelligenz und Kreislaufwirtschaft sind mehr als Schlagworte: Sie sind Schlüssel für eine zukunftsfähige, wettbewerbsstarke und nachhaltige Branche.

Die in dieser Publikation vorgestellten Beispiele zeigen eindrucksvoll, wie Unternehmen bereits heute innovative Wege gehen und damit nicht nur Effizienz und Resilienz stärken, sondern auch Verantwortung für Umwelt und Gesellschaft übernehmen. Sie verdeutlichen, dass Investitionen in neue Technologien und Konzepte nicht allein Kostenfaktor sind, sondern eine lohnende Zukunftsstrategie.

Damit diese Dynamik ihre volle Wirkung entfalten kann, braucht es enge Zusammenarbeit: zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, zwischen großen Konzernen und mittelständischen Betrieben, zwischen Forschungseinrichtungen und praxisnahen Akteuren. Nur gemeinsam lässt sich das Potenzial von Kreislaufwirtschaft und KI ausschöpfen.

Deutschland verfügt über die Voraussetzungen, ein führender Standort für Innovationen in der Ernährungswirtschaft zu bleiben. Jetzt gilt es, diese Chance zu nutzen: entschlossen, partnerschaftlich und mit dem Mut, Neues zu wagen.

LITERATUR

Alsataf, S., Başıyigit B., Karaaslan M. Multivariate Analyses of the Antioxidant, Antidiabetic, Antimicrobial Activity of Pomegranate Tissues with Respect to Pomegranate Juice. *Waste and Biomass Valorization* 12 (2021) 5909–5921. doi.org/10.1007/s12649-021-01427-9

Arruda E.H., Melatto R.A.P.B., Levy W., de Melo Conti D. Circular economy: A brief literature review (2015–2020). *Sustainable Operations and Computers* 2 (2021) 79–86. doi.org/10.1016/j.susoc.2021.05.001

BLE (2025). Bericht zur Markt- und Versorgungslage mit Milch und Milcherzeugnissen. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/MilchUndMilcherzeugnisse/JaehrlicheErgebnisse/Deutschland/2025BerichtMilch.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (abgefragt am 01.08.2025)

BMEL. Lebensmittelabfälle in Deutschland: Aktuelle Zahlen nach Sektoren – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittelverschwendung/studie-lebensmittelabfaelle-deutschland.html> (abgefragt am 01.08.2025)

Bohrmann-Linde (2024), Uni Wuppertal. <https://www.uni-wuppertal.de/de/third-mission/wissenschaftskommunikation/transfergeschichten/2024/profin-dr-claudia-bohrmann-linde> (abgefragt am 01.08.2025)

Demming C. L., Matzer J. , Dillinger L., Werner R.: Barrieren der Innovation in der Food-Branche in Deutschland - Welche Hürden verhindern, dass Food-Unternehmen innovativer sind?

EFSA Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA). Safety of partially hydrolysed protein from spent barley (*Hordeum vulgare*) and rice (*Oryza sativa*) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal* 21 (2023) 8064. DOI: 10.2903/j.efsa.2023.8064

Fernandes R., Medrano-Padial C., Dias-Costa R., Domínguez-Perles R., Botelho C., Fernandes R., Barros A.N. Grape stems as sources of tryptophan and selenium: Functional properties and antioxidant potential. *Food Chemistry X* 26 (2025) 102260. doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102260

Finnigan T.J.A., Wall B.T., Wilde P.J., Stephens F.B., Taylor S.L., Freedman M.R. Mycoprotein: The Future of Nutritious Nonmeat Protein, a Symposium Review. *Current Developments in Nutrition* 3 (2019) nzz021. doi.org/10.1093/cdn/nzz021

Gonçalves D.A., González A., Roupar D., Teixeira J.A., Nobre C. How prebiotics have been produced from agro-industrial waste: An overview of the enzymatic technologies applied and the models used to validate their health claims. *Trends in Food Science & Technology* 135 (2023) 74–92. doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.016

Grasso S., Liu S., Methven L. Quality of muffins enriched with upcycled defatted sunflower seed flour. *LWT – Food Science and Technology* 119 (2020) 108893. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108893

Majumder R., Miatur S., Saha A., Hossain S. Mycoprotein: production and nutritional aspects: a review. *Sustainable Food Technol.* 2 (2024), 81–91. DOI: 10.1039/D3FB00169E

Marzban N., Psarianos M., Herrmann C., Schulz-Nielsen L., Olszewska-Widdrat A., Arefi A., Pecenka R., Grundmann P., Schlüter O.K., Hoffmann T., Rotter V.S., Nikoloski Z., Sturm B. Smart integrated biorefineries in bioeconomy: A concept toward zero-waste, emission reduction, and self-sufficient energy production. *Biofuel Research Journal* 45 (2025) 2319-2349. DOI: 10.18331/BRJ2025.12.1.4

NationMaster. <https://www.nationmaster.com/nmx/timeseries/germany-whey-production> (abgefragt am 01.08.2025)

Nocente F., Taddei F., Galassi E., Gazza L. Upcycling of brewers' spent grain by production of dry pasta with higher nutritional potential. *LWT – Food Science and Technology* 114 (2019) 108421. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108421

Ospina-Maldonado S., Martin-Gómez H., Cardoso-Ugarte G.A. From waste to wellness: a review on the harness of food industry by-products for sustainable functional food production. *International Journal of Food Science and Technology* 59 (2024) 8680-8692. doi:10.1111/ijfs.17571

Renzetti S., van der Sman R.G.M. Combining bran-enrichment with sugar replacement in biscuits enables the flexible use of a sustainable and fibre-rich by-product. *Food Hydrocolloids* 146 (2024) 109226. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109226

RootsAnalysis. <https://www.rootsanalysis.com/biomass-fermentation-market> (abgefragt am 28.07.2025)

Salvatore I., Leue-Rüegg R., Beretta C., Müller N. Valorisation potential and challenges of food side product streams for food applications: A review using the example of Switzerland. *Future Foods* 9 (2024) 100325. doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100325

Shahid M., Shah P., Mach K., Rodgers-Hunt B., Finnigan T., Frost G., Neal B., Hadjikakou M. The environmental impact of mycoprotein-based meat alternatives compared to plant-based meat alternatives: A systematic review. *Future Foods* 10 (2024) 100410. doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100410

The Good Food Institute (GFI). 2024 State of the Industry report - Fermentation for meat, seafood, eggs, dairy, and ingredients. <https://gfi.org/>

Vilas-Franquesa A., Montemurro M., Casertano M., Fogliano V. The food by-products bioprocess wheel: a guidance tool for the food industry. *Trends in Food Science & Technology* 152 (2024) 104652. doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104652

Vuong, Q.V., Le M.S., Hermansen C. Oat Milk By-Product: A Review of Nutrition, Processing and Applications of Oat Pulp. *Food Reviews International* 41 (2025), 1538-1575. doi.org/10.1080/87559129.2025.2450263

FOTOQUELLEN:

© Shutterstock: S. 5: dee karen; S. 10 Foxys Forest Manufacture; S. 16: Julia Metkalova; S. 17: Natalia Sem; S. 19: denio109; S. 25: industryviews

© iStock by Getty Images: S. 15: Mediterranean; S. 26: freemixer; S. 27: Clark and Company

Sonstige: S. 7: © Westend61; S. 18: © Connect Images/Alamy; S. 21 u. l.: © drubig-photo/Adobe Stock



**Bundesvereinigung der
Deutschen Ernährungsindustrie e. V.**

Claire-Waldoff-Straße 7

10117 Berlin

Telefon +49 30 200786-0

Telefax +49 30 200786-299

info@ernaehrungsindustrie.de

www.ernaehrungsindustrie.de

Büro Brüssel:

Federation of German Food and Drink Industries

Avenue des Nerviens 9-31

1040 Brussels

Telefon +32 2 5008759



www.ernaehrungsindustrie.de

