

Transformationsprozesse

Möstl/Purnhagen (Hrsg.)

Schriften zum Lebensmittelrecht, Band 50

FLMR
Forschungsstelle für Deutsches und Europäisches
Lebensmittelrecht der Universität Bayreuth

Transformationsprozesse

Möstl/Purnhagen (Hrsg.)

Fachmedien Recht und Wirtschaft | dfv Mediengruppe | Frankfurt am Main

Das E-Book dieses Werkes erscheint als Open Access unter der CC BY 4.0 Lizenz.
Lizenzbedingungen: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Schriften zum Lebensmittelrecht, Band 50

Herausgeber: Forschungsstelle für Deutsches und Europäisches Lebensmittelrecht der Universität Bayreuth

Direktoren:	Prof. Dr. Markus Möstl Prof. Dr. Kai Purnhagen, LL.M.
Stellv. Direktoren:	Prof. Dr. Nikolaus Bosch Prof. Dr. Jörg Gundel
Ordentliche Mitglieder:	Prof. Dr. Susanne Baldermann Prof. Dr. Claas C. Germelmann Prof. Dr. Nils Grosche Prof. Dr. Ruth Janal, LL.M. Prof. Dr. Christoph Krönke Prof. Dr. Stefan Leible Prof. Dr. Eva Julia Lohse Prof. Dr. mult. Eckhard Nagel Prof. Dr. Andreas Römpf Prof. Dr. Wolfgang Schaffert, Richter am BGH a. D. Prof. Dr. Martin Schmidt-Kessel Prof. Dr. Stephan Schwarzingen Prof. Dr. Thomas Spitzlei Prof. Dr. Heinrich Amadeus Wolff, Richter des Bundesverfassungsgerichts
Kooptierte Partner:	Prof. Dr. Olaf Sosnitza (Julius-Maximilians-Universität Würzburg) Prof. em. Dr. Rudolf Streinz (Ludwig-Maximilians-Universität München)

ISBN 978-3-8005-2085-5

© 2026 Deutscher Fachverlag GmbH, Fachmedien Recht und Wirtschaft,
Mainzer Landstraße 251, 60326 Frankfurt am Main

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Druck: Beltz Grafische Betriebe GmbH, 99947 Bad Langensalza

Printed in Germany

Vorwort

Transformation bezeichnet grundlegende Veränderungen in politischen, wirtschaftlichen oder technologischen Prozessen und Systemen. In verschiedenen Themenblöcken wurden beim 24. FLMR-Herbstsymposium Transformationen im Lebensmittelsektor betrachtet. Besonders wurde der Blick dabei auftragsgemäß auf die rechtlichen Bedingungen, Folgen und Entwicklungsbedürfnisse gelegt.

In aller Munde ist Künstliche Intelligenz. Sie ist eine besonders folgenreiche und momentan noch schwer abschätzbare technische Revolution als Teil der „digitalen Transformation“. Deren Anwendungspotential und -grenzen in der Lebensmittelüberwachung und in der Lebensmittelproduktion werden in diesem Band ebenso betrachtet wie Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Lebensmittelinformationsrechts auch mithilfe anderer digitaler Anwendungen: Unter dem Titel „Weniger ist mehr“ wurden bei der Podiumsdiskussion verschiedene Perspektiven auf Überinformation und Lösungen dazu aufgezeigt.

Rechtswissenschaftlich aufbereitet wurden zwei Entscheidungen des EuGH: zu den Leitsätzen der deutschen Lebensmittelbuchkommission im harmonisierten Lebensmittelinformationsrecht und zur Verwendung gesundheitsbezogener Claims bei Botanicals. Bewährt hat sich auch das Rechtsprechungsupdate als Schlusspunkt des Herbstsymposiums mit wichtigen neuen Orientierungspunkten in der Praxis.

Für die Vorträge, den fruchtbaren Austausch zwischen Rechtswissenschaft, Überwachungsbehörden, Rechtsanwälten und Lebensmittelunternehmenschaft und besonders für die Beiträge zu diesem Tagungsband danken wir den Referentinnen und Referenten sehr herzlich.

Bayreuth, Juli 2026

Prof. Dr. Markus Möstl
Prof. Dr. Kai Purnhagen, LL.M.

Inhalt

Vorwort	V
Die Lebensmittelindustrie im Wandel: Chancen, Herausforderungen und Risiken des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Lebensmittelproduktion	
Jens Schröder	1
Engineered Living Materials zwischen Innovation und Regulierung: Die Zukunft biologischer Materialien im Unionsrecht	
Kai Purnhagen und Justus Wessler	9
Zur Bedeutung der Veggie-Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs für die Leitsätze des Deutschen Lebensmittelbuchs	
Wolfgang Voit	23
Botanicals und kein Ende: Wie weiter nach dem EuGH-Urteil in der Rechtssache Novel Nutriology?	
Jörg Gundel	39
Weniger ist mehr – Lebensmittelkennzeichnung im Zeitalter der Überinformation	
Martin Holle	57
Thesen zur Podiumsdiskussion und zur Keynote von Prof. Dr. Martin Holle: „Weniger ist mehr“	
Peter Loosen	67
Nährwert- und Zutatenangaben auf Wein – Historische Entwicklung, unionsrechtliche Systematik und Perspektiven digitaler Kennzeichnung	
Christian Schwörer	79
Aktuelles aus der Rechtsprechung praxisnah erläutert	
Carsten Oelrichs	85

Die Lebensmittelindustrie im Wandel: Chancen, Herausforderungen und Risiken des Einsatzes von Künstlicher Intelligenz in der Lebensmittelproduktion

Jens Schröder*

I. Einleitung

Die Lebensmittelindustrie steht als ein über lange Jahre handwerklich geprägter Produktionszweig vor tiefgreifenden strukturellen und technologischen Veränderungen. Globale Einflüsse wie Bevölkerungswachstum, Urbanisierung, Ressourcenknappheit, steigende Qualitätsanforderungen, zunehmend strengere rechtliche Rahmenbedingungen sowie der wachsende Fachkräfte- und Mitarbeitermangel stellen die Branche vor erhebliche Herausforderungen. Gleichzeitig eröffnen digitale Technologien – insbesondere Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) – neue Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung, Qualitätsverbesserung und Prozessoptimierung. Gerade die Ernährungsindustrie ist von diesen Entwicklungen in besonderem Maße betroffen, da in diesem Bereich die Versorgungssicherheit mit Qualität, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit in Einklang gebracht werden muss.

Untersuchungen des Instituts der deutschen Wirtschaft zeigen, dass bereits rund 30 % der Unternehmen KI-Anwendungen einsetzen. Prognosen gehen von einem jährlichen Produktivitätswachstum von bis zu 1,2 % in den kommenden Dekaden aus, sofern KI systematisch implementiert wird¹. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen setzen verstärkt auf Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Prozessoptimierung.

Im Vergleich zu anderen Industriezweigen, etwa der Automobil- oder Elektronikfertigung, weist die Lebensmittelproduktion traditionell einen geringeren Automatisierungsgrad auf. Während in der Serien-

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

* **Jens Schröder:** DIL Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.

Jens Schröder

fertigung standardisierter Konsumgüter hochgradig deterministische Prozesse dominieren, ist die Lebensmittelverarbeitung maßgeblich durch natürliche Rohstoffe geprägt. Diese unterliegen biologischen Schwankungen und weisen eine hohe Variabilität hinsichtlich Form, Größe, Farbe, Textur und innerer Struktur auf. Diese Besonderheiten erschweren die vollständige Standardisierung von Prozessen erheblich.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die Integration von KI-basierten Systemen zunehmend an Bedeutung. Entsprechende digitale Systeme und Technologien bieten die Möglichkeit, die Hindernisse durch die besonderen Eigenschaften von Naturprodukten zu überwinden und durch datengetriebene Produktionssysteme beherrschbar zu machen.

II. Strukturelle Besonderheiten der Lebensmittelproduktion

Ein zentrales Merkmal der Lebensmittelindustrie ist die hohe Produktvarianz. Selbst innerhalb einer Charge können erhebliche Unterschiede zwischen einzelnen Produkten auftreten. Obst und Gemüse variieren in Reifegrad, Oberflächenstruktur und Geometrie; Fleischprodukte unterscheiden sich hinsichtlich Fettanteil, Muskelstruktur und Farbe. Auch Backwaren unterliegen Schwankungen durch Teigführung, Ofenparameter oder Rohstoffqualität. Neben dieser natürlichen Variabilität bestehen erhöhte Anforderungen an Hygiene und Lebensmittelsicherheit. Produktionsanlagen müssen leicht zu reinigen sein, Materialien dürfen keine Kontaminationen verursachen und Prozesse müssen validierbar dokumentiert werden. Darüber hinaus wirken Umgebungsfaktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder Feuchtigkeitseintrag direkt auf die Prozessstabilität. Diese Rahmenbedingungen erschweren den Einsatz klassischer Automatisierungslösungen, die primär für stabile, standardisierte Umgebungen entwickelt wurden. Hinzu kommt die physikalisch anspruchsvolle Handhabung vieler Produkte. Lebensmittel können empfindlich, weich, feucht, klebrig oder rutschig sein. Dies erschwert die Handhabung von Lebensmitteln enorm gegenüber anderen Produkten. Des Weiteren verzeihen Konsumenten kaum kleinste Abdrücke oder Unregelmäßigkeiten, da die Optik eine entscheidende Rolle bei der Kaufentscheidung darstellt. Innovative Greiftechnologien, angepasste Robotiklösungen sowie lebensmittel-

taugliche Fördertechnik sind daher Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Automatisierung von Prozessabläufen.

Erst durch technologische Fortschritte, sinkende Hardwarepreise und branchenspezifisch angepasste Komponenten – etwa lebensmitteltaugliche Robotiksysteme, Sensorik und Kameratechnologien – wurde ein breiter Einsatz von Automatisierungstechnologien in der Lebensmittelindustrie ermöglicht. Hierdurch ist auch die Ernährungsindustrie zu einem Markt für Automatisierungslösungen geworden.

III. Notwendigkeit der Automatisierung

Trotz der weiterhin hohen Hürden bei der Umsetzung von Automatisierungslösungen in der Ernährungsindustrie ergibt sich keine Alternative zur stetigen Ausweitung des Automatisierungsgrades der aktuellen Produktionsprozesse. Die globale Nachfrage nach Lebensmitteln steigt kontinuierlich. Neben der quantitativen Versorgungssicherheit rücken zunehmend auch weitere Kriterien in den Fokus. Verbraucher erwarten transparente Lieferketten, konstante Qualität sowie nachhaltige Produktionsmethoden. Gleichzeitig verschärft sich der Mitarbeitermangel zunehmend. Neben dem breit diskutiertem Fachkräftemangel fehlen insbesondere Mitarbeiter für die teils körperlich belastenden und monotonen Produktionsbereiche. Automatisierung dient daher nicht primär der Substitution menschlicher Arbeit, sondern der Sicherung der Produktionsfähigkeit. Insbesondere repetitive Tätigkeiten wie Sortieren, Verpacken oder Qualitätskontrollen können durch automatisierte Systeme effizienter gestaltet werden. Zudem erhöht die Standardisierung von Prozessen die Reproduzierbarkeit und reduziert Fehlerquoten. Ohne eine breite Steigerung der Automatisierung in den Prozessen der Lebensmittelverarbeitung wird es somit zukünftig schwieriger, konkurrenzfähig Lebensmittel in Deutschland herstellen zu können. Ein entscheidender Entwicklungsschritt besteht darin, isolierte Insellösungen durch übertragbare, modulare Konzepte zu ersetzen. Viele Problemstellungen – etwa Qualitätskontrolle, Sortierung oder Verpackung – sind produktübergreifend ähnlich strukturiert. KI-basierte Systeme bieten hier die Möglichkeit, generalisierte Lösungsansätze zu entwickeln.

IV. KI als Treiber der Automatisierung

Ein zentraler Entwicklungsschritt liegt in der KI-basierten Bildverarbeitung. Maschinelles Sehen ermöglicht eine objektive und kontinuierliche Bewertung natürlicher Produkte. Während klassische Verfahren auf regelbasierten Algorithmen beruhten, liefern moderne Deep-Learning-Architekturen deutlich robustere Ergebnisse. Typischerweise ergibt sich hierbei zunächst eine Datenerfassung, gefolgt von einer Datenvorverarbeitung, der Annotation (Labeling) der Datensätze, dem Modelltraining und der Validierung. KI-Modelle ermöglichen die Objekterkennung, Klassifikation und Segmentierung von Produkten sowie die Detektion spezifischer Fehlerbilder. Die Robustheit der Systeme wird hierbei im Kern durch die Menge und Güte der Trainingsdaten definiert. Eine zentrale Herausforderung stellt somit die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Trainingsdaten dar, wobei die Annotation häufig zeit- und kostenintensiv ist. Moderne Frameworks ermöglichen jedoch zunehmend den Transfer bestehender Modelle auf neue Anwendungen, um den Aufwand zu minimieren und die Güte der Algorithmen zu erhöhen. Zahlreiche Fallbeispiele belegen geringe Fehlerraten bei der Klassifikation von Fleisch-, Geflügel-, Fisch- und Pflanzenprodukten. Während sich viele Anwendungen auf den sichtbaren Spektralbereich (RGB-Kameras) beschränken, bieten Multi- und Hyperspektralsysteme erweiterte Möglichkeiten. Durch die Analyse von Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Bereichs lassen sich Qualitätsmerkmale erkennen, die einer manuellen Inspektion entgehen können. Beispiele können hier Fäulnis, Hämatome oder Fremdkörper sein.

Darüber hinaus eröffnet KI neue Perspektiven in der Produktionsplanung. Durch die Analyse von Prozess- und Systemvariablen lassen sich Prognosen für Produktionsmengen, Lagerbestände oder Wartungsintervalle erstellen. Predictive Analytics unterstützt eine bedarfsgerechte Steuerung von Ressourcen und trägt zur Vermeidung von Überproduktion und Verderb bei. Ferner werden Unterproduktionen vermieden, um Lieferverträge definiert einhalten zu können.

Ferner lassen sich KI-Systeme auch in anderen Bereichen der Lebensmittelproduktion einsetzen. Durch die Analyse von Absatzmärkten und Konsumverhalten können Trends frühzeitig erkannt und Rezepturen angepasst werden. Diese Form der automatisierten Produktentwicklung bietet neue Innovationspotenziale. Dadurch erweitert sich

das Anwendungsspektrum von KI über die Produktion hinaus auf strategische Unternehmensbereiche.

V. Praxisbeispiel: Transferprojekt MOVI-Q

Ein konkretes Beispiel für den Transfer von KI in die industrielle Praxis stellt das Projekt MOVI-Q dar. Ziel war die Entwicklung eines einheitlichen Systems zur Trainingsdatenerzeugung, das unter realen Produktionsbedingungen eingesetzt werden kann. Hierbei wurden unterschiedliche Sensortechnologien (RGB-Kamera, 3D-Profilsensoren, Hyperspektralkameras) kombiniert, um robuste Datensätze zu generieren. Ein benutzerfreundliches Interface ermöglicht einen schnellen und niedrigschwelligen Labelprozess, so dass keine tiefgehende KI-Expertise für die Erzeugung hoch valider Datensätze erforderlich ist. Die entwickelte Datenpipeline erlaubt die Übertragung der Systematik auf verschiedene Produktgruppen. Im Projekt wurden unter anderem Qualitätsmerkmale von Kartoffeln (Fäulnis, grüne und schwarze Stellen, Verformungen) sowie von Putenprodukten (Blut, Fremdkörper, Hautreste, Hämatome, Fettanteile) analysiert und automatisiert durch das System erkannt. Aufbauend auf diesen Klassifikationsergebnissen wurde ein robotergestützter Sortierprozess implementiert, der fehlerhafte Produkte automatisch ausschleust. Entsprechende Systematiken lassen sich praktisch in der gesamten Breite der Lebensmittelproduktion einsetzen, um bspw. Verpack- oder Sortierprozesse automatisiert abbilden zu können.

Solche Best-Practice-Beispiele sind entscheidend für die Akzeptanz in der Branche, da sie technologische Machbarkeit unter realen Bedingungen sichtbar machen.

VI. Anwendungen in der Fleischindustrie und anderen Bereichen

Besonders hohe Potenziale ergeben sich in der Fleischverarbeitung. In der Produktionsplanung ermöglicht KI eine optimierte Steuerung von Schlacht- und Zerlegeprozessen. Optische Bewertungssysteme unterstützen die Klassifizierung von Schlachtkörpern, die Produktidentifizierung sowie Organ- und Geschlechterbefundung. Technisch kommen 3D-Scanner, Farbkamera- und Röntgensysteme zum Einsatz. KI-Algorithmen berechnen optimale Schnittfolgen, die anschließend