Agora Agrar

STUDIE

Alternative Milchprodukte

Nachfrageentwicklung und mögliche Auswirkungen auf den Milchmarkt in Deutschland

DLG

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Bitte zitieren als:

Agora Agrar; Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft; Fachgebiet Agrarmärkte Universität Hohenheim (2026): Alternative Milchprodukte. Nachfrageentwicklung und mögliche Auswirkungen auf den Milchmarkt in Deutschland. URL: https://www.agora-agrar.de/publikationen/alternative-milchprodukte-studie

Autoren und Autorinnen: Stephanie Wunder, Maximilian Knoll-Rosenberg, Christine Chemnitz, Inka Scharf, Yasmina Lembachar, Tanja Dräger, Rebecca Hansen, Laura Hellstern, Sebastian Hess, Arasu Bechthold, Nils Borchard, Désirée Schneider, Carola Herbst, Harald Grethe, Simone Schiller, Jakob Meemken, Jaclyn Bandy.

Studie
Alternative Milchprodukte.
Nachfrageentwicklung und mögliche Auswirkungen auf den Milchmarkt in Deutschland.

Erstellt von
Agora Agrar
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin
T +49 (0)30 700 14 35-000
www.agora-agrar.de
info@agora-agrar.de

Projektleitung
Stephanie Wunder,
Teamleitung nachhaltige Ernährung,
stephanie.wunder@agora-agrar.de

Maximilian Knoll-Rosenberg,
Themenmanager im Team Nutztierhaltung,
m.knoll-rosenberg@agora-agrar.de

Autoren und Autorinnen (Agora Agrar)
Stephanie Wunder, Maximilian Knoll-Rosenberg, Christine Chemnitz, Tanja Dräger, Harald Grethe, Jakob Meemken, Jaclyn Bandy

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel
Eschborner Landstraße 122 | 60489 Frankfurt am Main

Autoren und Autorinnen (DLG)
Inka Scharf, Arasu Bechthold, Nils Borchard, Désirée Schneider, Carola Herbst, Simone Schiller
Kontakt: i.scharf@dlg.org

Universität Hohenheim, Fachgebiet Agrarmärkte
Schwerzstraße 46 | 70599 Stuttgart

Autoren und Autorinnen (Universität Hohenheim)
Sebastian Hess, Rebecca Hansen, Laura Hellstern
Kontakt: s.hess@uni-hohenheim.de

Externe Autorin
Yasmina Lembachar (Gastwissenschaftlerin Agora Agrar zum Zeitpunkt der Durchführung der Forschungsarbeit)

Danksagung
Wir bedanken uns bei allen Personen, die durch Ihre Expertise, die Bereitstellung von Daten und Analysen zu dieser Studie beigetragen haben. Besonders bedanken möchten wir uns bei allen Expertinnen und Experten, die für Interviews zur Verfügung standen, sowie bei unseren Kolleginnen und Kollegen von Agora Think Tanks und Agora Agrar: Wilhelm Klümper, Felix Kütz, Cora Petrick, Susanne Liebsch, Anna Martinsohn, Jahel Mielke, Anja Werner und dem ehemaligen Teammitglied Christian Rehmer.

Die Arbeit von Agora Agrar wird finanziert durch European Climate Foundation, Global Methan Hub, Porticus, Robert Bosch Stiftung, Stiftung Mercator und Umweltstiftung Michael Otto.

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Milchmarkt verändert sich: Pflanzliche Alternativen sind in vielen Produktkategorien etabliert und entwickeln sich weiter, Technologien wie Präzisions- und Biomassefermentation eröffnen neue Möglichkeiten. Damit entstehen Chancen für die Lebensmittelwirtschaft – aber auch Veränderungen für Milchviehbetriebe und Molkereien.

Mit unserer Studie möchten wir zu einer sachlichen Debatte über diese Entwicklung beitragen. Gemeinsam mit dem Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft und dem Fachgebiet Agrarmärkte der Universität Hohenheim untersuchen wir, wie sich der Markt für alternative Milchprodukte im Jahr 2035 entwickelt haben könnte und welche Auswirkungen eine veränderte Nachfrage dann auf den deutschen Milchmarkt und die Milchviehhaltung haben könnte.

Unsere Analyse zeigt: Alternative Milchprodukte werden voraussichtlich weiter an Bedeutung gewinnen. Zugleich kann eine sinkende Nachfrage nach Kuhmilch Herausforderungen für die milchviehhaltenden Betriebe mit sich bringen.

Diese Entwicklungen gilt es frühzeitig in den Blick zu nehmen und politisch vorausschauend zu begleiten. Hierzu möchten wir mit der vorliegenden Studie einen Beitrag leisten. Wir freuen uns auf den weiteren Austausch mit Ihnen.

Christine Chemnitz und Harald Grethe
Direktorin und Direktor Agora Agrar

Ergebnisse auf einen Blick

1 **Bis 2035 können technologische Innovationen Geschmack, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit alternativer Milchprodukte voraussichtlich deutlich verbessern.** Verschiebt sich der Konsum stärker in diese Richtung, ließen sich gesellschaftliche Nachhaltigkeitsziele leichter erreichen. Diese Entwicklung kann jedoch auch Herausforderungen für milchviehhaltende Betriebe mit sich bringen. Eine Debatte darüber, wie ein politischer Gestaltungsrahmen dazu beitragen kann, Chancen zu nutzen, Herausforderungen zu bewältigen und Zielkonflikte zu berücksichtigen, fehlt bislang weitgehend.

2 **Je nach Szenario erreichen alternative Milchprodukte 2035 einen Marktanteil am Gesamtkonsum von 12 Prozent (konservativ) bis 25 Prozent (dynamisch)** – vor allem durch Zuwächse bei Trinkmilch, Sahne und Joghurt. Den Markt prägen voraussichtlich weiterhin pflanzenbasierte Alternativen. Ab 2035 könnte die Präzisionsfermentation einen weiteren Entwicklungsschub auslösen, da sie Produkte ermöglicht, die funktionell mit tierischen Milchprodukten vergleichbar sind.

3 **Sinkt die Inlandsnachfrage nach Kuhmilch, ohne dass Exporte dies ausgleichen, kann sich der Strukturwandel beschleunigen – kleinere und weniger wettbewerbsfähige Betriebe geraten stärker unter Druck.** Wie stark sich die veränderte Nachfrage auf einzelne Betriebe auswirkt, hängt vor allem von ihrer Wettbewerbsfähigkeit und der internationalen Nachfrage ab. Zugleich können Molkereien durch alternative Milchprodukte ihr Portfolio diversifizieren und Wertschöpfung im ländlichen Raum sichern.

4 **Technologischer Fortschritt und veränderte Konsummuster werden den Milchmarkt voraussichtlich dauerhaft verändern.** Es ist wichtig, diese Veränderung vorausschauend zu begleiten und zu prüfen, welche politische Gestaltung es braucht, um die Planungssicherheit für Milchviehbetriebe, Molkereien und Hersteller von Alternativen zu erhöhen.

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis 6

Zusammenfassung 7

1 Hintergrund und Ziele 12

2 Schwerpunktsetzung und Vorgehen 14

3 Ökonomische Ausgangslage der tierischen Milchproduktion 16

3.1 Produktion, Verarbeitung und Handel 16
3.2 Berechnung von Milchäquivalenten 16
3.3 Preisentwicklung 20
3.4 Betriebsstruktur 20
3.5 Nutzung von Milch oder Milchkomponenten in weiterverarbeiteten Produkten 22
3.5.1 Relevante Produktgruppen 22
3.5.2 Substitutionspotenziale durch alternative Milchprodukte 23

4 Ökonomische Ausgangslage alternativer Milchprodukte 25

4.1 Entwicklung von Nachfrage und Produktion 25
4.2 Preisentwicklung 27

5 Produktions- und Nachfragepotenzial alternativer Milchprodukte 28

5.1 Überblick technologischer Ansätze 28
5.1.1 Technologien zur Extraktion pflanzlicher Inhaltsstoffe 30
5.1.2 Fermentationstechnologien 31
5.1.3 Zellkultivierung 33
5.2 Einflussfaktoren der Angebots- und Nachfrageentwicklung für alternative Milchprodukte 34
5.2.1 Regulatorik 34
5.2.2 Technologische Reife der Produktionsverfahren 35
5.2.3 Kostenkomponenten und Preisentwicklung bei der Herstellung alternativer Molkereiprodukte 36
5.3 Szenarien zur Nachfrageentwicklung alternativer Milchprodukte bis 2035 37
5.3.1 Darstellung der Nachfrageszenarien 37
5.3.2 Gegenüberstellung mit globalen Szenarien für den Konsum alternativer Milchprodukte 42

6 Mögliche Auswirkungen auf die deutsche Milchproduktion 44

6.1 Milchproduktion und Betriebsstrukturen im Jahr 2035 – Trendfortschreibungen 44
6.2 Exportkompensationsszenarien – Export fängt inländische Konsumreduktion auf 46
6.3 Reduktionsszenarien – Export fängt inländische Konsumreduktion nicht auf 47
6.3.1 Entwicklung der Milchproduktion und Anzahl milchviehhaltender Betriebe unter dem konservativen und dem dynamischen Reduktionsszenario 48
6.3.2 Regionale Unterschiede bei den Auswirkungen des Strukturwandels 49
6.4 Eintrittswahrscheinlichkeit von Exportkompensations- und Reduktionsszenarien 52

7 Schlussfolgerungen 53

8 Anhang 55

8.1 Funktionalität von Milchbestandteilen 55
8.1.1 Milchproteine 55
8.1.2 Molkenproteine 56
8.1.3 Milchfette 57
8.2 Beispielrechnungen für die Exportkompensationsszenarien 58
8.3 Trendentwicklungen in den Reduktionsszenarien 58

Literaturverzeichnis 60

Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Erläuterung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMLEH	Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 18.–20. Legislaturperiode, 2013–2025
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BDSI	Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie
CH_4	Methan
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CO_2-Äq.	CO_2-Äquivalente
Destatis	Statistisches Bundesamt
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EC	Europäische Kommission
EEA	European Environment Agency / Europäische Umweltagentur
EFSA	European Food Safety Authority / Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EU	Europäische Union (hier: EU-27)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations / Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
GFI	Good Food Institute
GfK	Gesellschaft für Konsumforschung
Ha	Hektar
kg	Kilogramm
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry / Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development / Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
MÄ	Milchäquivalent
Mio.	Millionen
MIV	Milchindustrie-Verband e.V.
t	Tonne
THG	Treibhausgas
USDA	United States Department of Agriculture / Landwirtschaftsministerium der Vereinigten Staaten
WBAE	Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMLEH

Zusammenfassung

Einleitung

Alternative Milchprodukte wie etwa pflanzliche Varianten von Frischmilch, Sahne, Joghurt oder Käse gewinnen seit einigen Jahren an Bedeutung. Sie sind inzwischen in nahezu allen Produktkategorien des Lebensmittelhandels vertreten, sowohl als direkte Ersatzprodukte als auch in weiterverarbeiteten Lebensmitteln wie Backwaren, Süßwaren oder Fertiggerichten. Trotz dieses Trends gibt es bislang kaum Analysen, wie sich der Marktanteil alternativer Milchprodukte in Deutschland künftig entwickeln könnte und welche Auswirkungen dies auf die heimische Milchproduktion hätte. Um zu einer evidenzbasierten Diskussion beizutragen, entwickeln wir in dieser Studie Szenarien für die deutschen Milchmärkte im Jahr 2035: Sowohl für die Nachfrage nach alternativen Milchprodukten wie auch für die Milchproduktion. Wir untersuchen insbesondere das Substitutionspotenzial in verarbeiteten Lebensmitteln und schätzen ab, wie sich eine verminderte Nachfrage nach Milchprodukten auf milchviehhaltende Betriebe in Deutschland auswirken könnte.

Herangehensweise

Für die Analyse hat Agora Agrar zwei Hintergrundstudien in Auftrag gegeben:

Das Fachzentrum Landwirtschaft und Lebensmittel der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) untersuchte auf Grundlage von Interviews mit Expertinnen und Experten sowie einer umfassenden Literaturrecherche die Entwicklungspotenziale unterschiedlicher Technologien zur Herstellung alternativer Milchprodukte und einzelner Milchkomponenten. Darauf basierend entwickelte die DLG Annahmen zu Nachfrageänderungen im Jahr 2035. Die Analyse umfasst Alternativen für alle relevanten Produktgruppen – von Frischerzeugnissen wie Joghurt und Sahne über Käse und Butter bis hin zu Milchprotein- und Trockenmilcherzeugnissen. Auf dieser Grundlage wurden zwei Szenarien für eine mögliche Nachfrageentwicklung in Deutschland im Jahr 2035 entwickelt.

Am Fachgebiet Agrarmärkte der Universität Hohenheim wurden die möglichen Auswirkungen einer veränderten Nachfrage auf die Milchproduktion in Deutschland untersucht. In Ergänzung zu den Nachfrageszenarien werden in dieser zweiten Hintergrundstudie Zukunftsszenarien für die Milchproduktion in Deutschland entwickelt, und darin auch Auswirkungen auf Betriebsstrukturen untersucht.

Die aus diesen Untersuchungen abgeleiteten Schlussfolgerungen wurden gemeinsam von allen beteiligten Partnern erarbeitet.

Potenzial technologischer Ansätze zur Herstellung alternativer Milchprodukte

Unsere Analysen zeigen, dass der Markt für alternative Milchprodukte in Deutschland in den kommenden zehn Jahren voraussichtlich durch drei Haupttechnologien geprägt sein wird:

1. **Pflanzenbasierte Alternativen** werden kurz- und mittelfristig weiterhin den größten Marktanteil ausmachen. Die Extraktionsprozesse für pflanzliche Proteine und Fette sind bereits industriell skaliert und marktreif. Zudem unterliegen pflanzliche Proteine meist nicht der Zulassungspflicht nach der EU-Novel-Food-Verordnung oder der Regulierung für genetisch veränderte Organismen (GVO) und können daher ohne entsprechende Beschränkungen genutzt werden. Sie sind bereits heute verfügbar und Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass sich ihre Funktionalität und Qualität in den kommenden Jahren weiter verbessert.
2. **Biomassefermentation** bietet mittelfristig das Potenzial, Milchproteine in bestimmten Bereichen teilweise funktional zu ersetzen.

Die Technologie basiert auf der Fähigkeit von Mikroorganismen, sich schnell zu vermehren und dabei Biomasse mit hohem Proteingehalt zu produzieren. Diese Biomasse wird entweder direkt zu Produkten verarbeitet oder als funktioneller Inhaltsstoff genutzt. Erste Produkte sind bereits am Markt erhältlich. Dennoch bestehen weiterhin Herausforderungen bei Skalierung und Kosten.

3. **Präzisionsfermentation** wird voraussichtlich mittel- bis langfristig an Bedeutung gewinnen. Sie gilt als besonders vielversprechende, aber auch technologisch anspruchsvolle Option zur Herstellung funktional bedeutsamer Milchproteine und -fette. Dabei werden gentechnisch modifizierte Mikroorganismen eingesetzt, um spezifische funktionelle Inhaltsstoffe zu produzieren. Am Ende des Fermentationsprozesses werden die entstandenen Zielmoleküle – etwa Casein – durch Aufreinigung gefiltert und von den produzierenden Mikroorganismen getrennt. Die noch fehlende Zulassung für den EU-Markt im Rahmen der EU-Novel-Food-Verordnung birgt jedoch regulatorische Unsicherheiten. Zudem ist die Entwicklung der Produktionskosten noch schwer abzuschätzen. Mittelfristig, etwa in zehn Jahren, und langfristig gibt es voraussichtlich ein großes Potenzial für diese Technologie.

Andere Technologien, wie etwa die Zellkultivierung, werden voraussichtlich in den nächsten zehn Jahren in Deutschland kein großes Marktpotenzial entfalten.

Entwicklung unterschiedlicher Marktsegmente

Das Wachstum der Marktanteile alternativer Milchprodukte wird bis 2035 vor allem durch Alternativen zu Trinkmilch, Sahne, Joghurt und teilweise Käse getragen. Für Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse sowie Trockenmilchprodukte wird hingegen kein oder nur ein geringes Substitutionspotenzial erwartet. Ein wichtiger Grund dafür sind die im Vergleich zu entsprechenden tierischen Produkten hohen Produktionskosten.

Das Potenzial zur Substitution von Milchkomponenten in weiterverarbeiteten Lebensmitteln wie Süßwaren oder Fertiggerichten konnten wir aufgrund der begrenzten Datengrundlage bislang nur grob abschätzen. Erste Überschlagsrechnungen zeigen, dass mindestens 8 Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch in der Weiterverarbeitung für Backwaren, Fertiggerichte, Speiseeis und Süßwaren eingesetzt werden. Der Marktanteil ist damit zwar relativ gering, dennoch ist dieses Segment relevant. Denn trotz veränderter Rezepturen bleiben die Produkte für etablierte Kaufpräferenzen anschlussfähig.

Ähnliches gilt für hybride Milchprodukte wie Milch, Käse oder Desserts, die Zutaten unterschiedlicher Herkunft – pflanzlich, tierisch oder biotechnologisch erzeugt – kombinieren. Solche Hybridprodukte könnten dazu beitragen, den Verzehr tierischer Produkte innerhalb gewohnter Konsummuster zu mindern.

Szenarien zur Nachfrageentwicklung

Auf der Grundlage von Interviews mit Experten und Expertinnen und einer umfassenden Literaturanalyse haben wir zwei Szenarien entworfen, die einen möglichen Konsum alternativer Milchprodukte in Deutschland im Jahr 2035 beschreiben. Dabei gehen wir von einem konstanten Pro-Kopf-Verbrauch von Milchprodukten aus, bei dem sich der Anteil tierischer und alternativer Milchprodukte verschiebt. Wir unterscheiden ein konservatives und ein dynamisches Szenario.

Das **konservative Nachfrageszenario** orientiert sich vor allem an der Fortschreibung bestehender Trends und geht von einem geringen Marktwachstum aus. Die Herstellungsprozesse für pflanzenbasierte Milchprodukte sind optimiert und verbessern die Produktqualität. Produktionsoptimierungen und steigende Absatzmengen senken die Kosten pflanzenbasierter Alternativen. Produkte aus Präzisionsfermentation sind aufgrund verzögerter EU-Zulassungen bis 2030 kaum am Markt verfügbar. Gleichzeitig nehmen wir an, dass Produkte und Zutaten aus der

Biomassefermentation schneller eine Zulassung gemäß der Novel-Food-Verordnung erhalten, als Produkte und Zutaten aus der Präzisionsfermentation und dazu beitragen, funktionale Schwächen pflanzenbasierter Produkte zu verringern. Der Ausbau der Produktionskapazitäten schreitet in diesem Szenario nur wenig voran, insbesondere aufgrund des hohen Investitionsbedarfs für Fermentationsanlagen und Bioreaktoren.

Im Ergebnis steigt der Anteil der alternativen Milchprodukte im konservativen Szenario von 7,4 Prozent in 2023 auf 12,5 Prozent des gesamten Pro-Kopf-Verbrauchs von Milchprodukten in 2035 (siehe Abbildung A). Dabei nehmen wir für einzelne Produktsegmente folgende Konsumanteile an: 15 Prozent bei Konsummilchalternativen, 10 Prozent bei Joghurtalternativen, 10 Prozent bei Sahnealternativen und 5 Prozent bei Käsealternativen (inklusive Frischkäse)[1].

Das **dynamische Nachfrageszenario** geht von stärkeren technologischen Fortschritten, einem mittleren Marktwachstum und einer weitgehend verzögerungsfreien EU-Zulassung von Produkten aus der Präzisionsfermentation aus. Der Markt für alternative Milchprodukte wächst in diesem Szenario weiter, vor allem getragen von pflanzenbasierten Alternativen. Fortschritte in der Pflanzenzucht, innovative Technologien sowie der Einsatz künstlicher Intelligenz verbessern die Produktqualität erheblich. Durch Produktionsoptimierungen und Skaleneffekte erreichen pflanzenbasierte Alternativen Preisparität mit tierischen Produkten; einige werden sogar günstiger als ihre tierischen Pendants.

Die Biomassefermentation etabliert sich in diesem Szenario zunehmend und wird gezielt zur Herstellung von Hybridprodukten in Kombination mit pflanzlichen Rohstoffen eingesetzt. Auch die Präzisionsfermentation überwindet bis 2030 die regulatorischen Hürden, sodass mehrere Produkte zugelassen werden. Caseine und Molkenproteine aus der Präzisionsfermentation werden dabei weder als gentechnisch veränderte Lebensmittel eingestuft noch entsprechend gekennzeichnet. Gleichzeitig fließen erhebliche Investitionen in große Produktionsanlagen, um Skaleneffekte in der Präzisions- und Biomassefermentation zu realisieren. Technologische Fortschritte in Fermentations- und Aufreinigungsprozessen verbessern die Proteinqualität und -ausbeute, während effizientere Fermentation und Wärmerückgewinnung den Energiebedarf und die Produktionskosten senken. Besonders große Fortschritte werden bei Joghurt- und Käsealternativen erwartet. Umfassende Sicherheits- und Qualitätsstudien sowie verbesserte sensorische Eigenschaften steigern zudem das Vertrauen der Verbraucherinnen und Verbraucher und begünstigen die Marktdurchdringung.

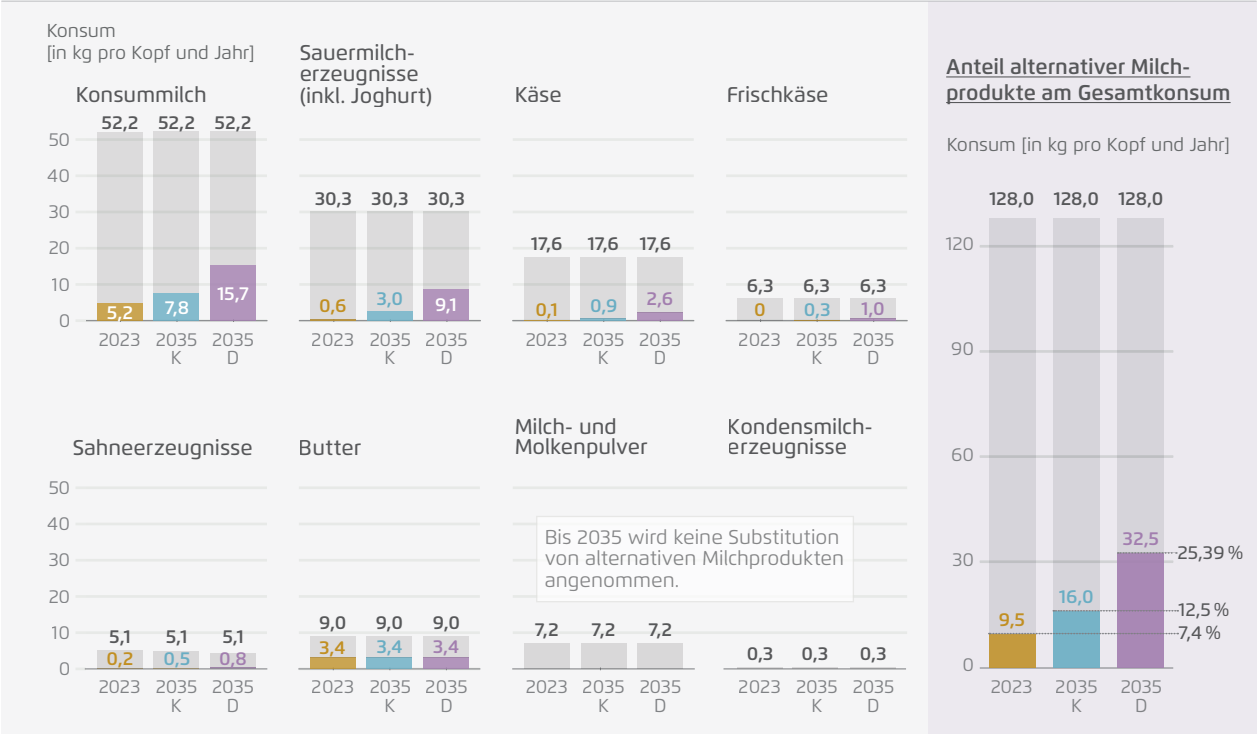
Unter der Annahme der prognostizierten regulatorischen und technologischen Entwicklungen schätzen wir den Marktanteil alternativer Milchprodukte im Jahr 2035 auf 25 Prozent. Für einzelne Produktsegmente ergibt sich für den Anteil der Milchalternativen am gesamten Pro-Kopf-Verbrauch von tierischen und pflanzlichen Milchprodukten schätzungsweise folgende Verteilung: 30 Prozent bei Konsummilchalternativen, 30 Prozent bei Joghurtalternativen, 15 Prozent bei Sahnealternativen und 15 Prozent bei Käsealternativen (inklusive Frischkäse). In unserem Szenario bleibt der größte Teil der Alternativprodukte pflanzenbasiert. Lediglich bei Joghurt- und Käsealternativen werden in geringem Umfang auch Produkte aus Biomasse- und Präzisionsfermentation eingesetzt.

Die Entwicklung der Produktionskosten haben wir in beide Szenarien nur begrenzt einfließen lassen, weil bislang nur wenige belastbare Daten existieren. Dadurch lassen sich auch die aktuellen Kosten nur begrenzt nach einzelnen Kategorien aufschlüsseln – beispielsweise für Rohstoffe, Energie und andere Betriebsmittel, Investitionen, Forschung, Infrastruktur oder Arbeitskräfte. Ohne einen guten Überblick über eine solche Kostenstruktur lassen sich Skalierungspotenziale nur schwer abschätzen. Auch die Kostenentwicklung tierischer

1 In der Produktgruppe Käse (inklusive Frischkäse) wird angenommen, dass 20 Prozent der Käsealternativen pflanzenbasiert sind. Der überwiegende Anteil von 80 Prozent entfällt auf Hybridprodukte, die pflanzenbasierte Rohstoffe mit Biomassefermentation kombinieren.

Konsum alternativer Milchprodukte in Deutschland – Status quo und Szenarien bis 2035

→ Abb. A



Darstellung Agora Agrar, basierend auf Berechnungen der DLG und Versorgungsbilanzen für 2023 (BLE 2024c). Angaben für alternative Milchprodukte basierend auf GfK Daten in AMI 2022 und einer Trendfortschreibung für das Jahr 2023. Daten zum Pro-Kopf-Verbrauch von Margarine basierend auf Statista 2026. Anmerkung: Der Gesamtverbrauch je Produktkategorie wird bis 2035 als konstant angenommen. Die Szenarien unterscheiden sich ausschließlich im Anteil alternativer Produkte.

Milchprodukte spielt eine wichtige Rolle, da das Erreichen von Preisparität oder eine Verringerung der Kostendifferenz für die Marktdurchdringung entscheidend ist.

Mögliche Auswirkungen auf die deutsche Milchproduktion

Auf Grundlage der beiden Szenarien zur Nachfrageentwicklung alternativer Milchprodukte sowie weiterer Experteninterviews wurden die potenziellen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Milchproduktion in Deutschland im Jahr 2035 untersucht.

Betrachtet wurden zwei hypothetische Extreme: In den **Exportkompensationsszenarien** wird angenommen, dass ein Rückgang des inländischen Konsums von tierischen Milchprodukten vollständig durch zusätzliche Exporte ausgeglichen wird. Während sich die Produktionsmengen zwischen dem konservativen und dem dynamischen Nachfrageszenario nicht unterscheiden, variieren die Exportmengen in Abhängigkeit vom jeweiligen inländischen Verbrauchsniveau.

Demgegenüber basieren die **Reduktionsszenarien** auf der Annahme, dass der Konsumrückgang vollständig auf die inländische Produktion durchschlägt. Die Milchproduktion würde entsprechend um 5,5 Prozent (konservative Nachfrageentwicklung) beziehungsweise 19,4 Prozent (dynamische Nachfrageentwicklung) sinken. Dies hätte strukturelle Folgen für die Milchwirtschaft: Je nach Konsumentwicklung wäre bei gleichbleibender Milchleistung mit einer Reduktion von

etwa 200.000 bis 670.000 Milchkühen zu rechnen (5,4 bis 18,0 Prozent des Bestands von etwa 3,71 Millionen Milchkühen im Jahr 2023).

Dies entspräche einer Reduktion um etwa 2.000 bis 8.000 durchschnittlich große Milchviehbetriebe. Betroffen wären vor allem weniger wettbewerbsfähige Betriebe, da sie mögliche Preissenkungen infolge einer sinkenden Nachfrage weniger gut kompensieren könnten. Geographisch sind anteilig mehr kleinere und weniger wettbewerbsfähige Betriebe in Süddeutschland verortet, so dass die Auswirkungen dort besonders spürbar wären. Aber auch größere Betriebe könnten deutschlandweit betroffen sein, zum Beispiel wenn sie im Einzugsbereich weniger wettbewerbsfähiger Molkereien liegen, deren Verarbeitungsstrukturen eingeschränkt werden oder wegfallen.

Insgesamt legen die Ergebnisse unserer Untersuchungen nahe, dass unter dynamischen Bedingungen ein beschleunigter Strukturwandel wahrscheinlich ist. Bei einer konservativen Nachfrageentwicklung sind die strukturellen Veränderungen geringer.

Zugleich deuten unsere Berechnungen darauf hin, dass mögliche Marktentwicklungen bei alternativen Milchprodukten die Produktionspotenziale und Vermarktungswege der deutschen Milchwirtschaft verändern könnten.

Sofern milchverarbeitende Unternehmen – etwa Molkereigenossenschaften – ihre Geschäftsfelder diversifizieren und dabei bestehende Produktionsanlagen, Produktlinien und vorhandenes Know-how nutzen, könnten sich aus einer veränderten Nachfrage neue Handlungsspielräume eröffnen. Eine Möglichkeit ist, dass Molkereien eine geringere Nachfrage im Segment tierischer Milchprodukte durch ein wachsendes Inlandsgeschäft mit alternativen Milchprodukten teilweise ausgleichen können. Der Erhalt von Molkereistrukturen mit einem diversifizierten Portfolio aus tierischen und alternativen Produkten könnte wiederum auch zum Fortbestand von Milchviehbetrieben beitragen.

Fazit

Die in dieser Studie beschriebenen Szenarien und Entwicklungen hängen stark vom weiteren Verlauf der Technologieentwicklung, der Zulassung neuer Technologien und Produkte auf EU-Ebene, von politischen Rahmenbedingungen, Kostenentwicklungen, der Verbraucherakzeptanz sowie von gesellschaftlichen Debatten zu Ernährung, Nachhaltigkeit und Tierwohl ab.

Die beschriebenen Entwicklungen haben eine erhebliche Bedeutung für tierhaltende Betriebe, Molkereien und die Ernährungsindustrie. Es ist wichtig, dass politische Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger diese Veränderung vorausschauend begleiten und prüfen, welche politische Gestaltung es braucht, um sowohl dazu beizutragen, gesellschaftlich vereinbarte Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, als auch die Planungssicherheit für milchviehhaltenden Betriebe zu erhöhen. Daher bedarf es einer frühzeitigen und sachlichen Auseinandersetzung mit den Einflussfaktoren der zukünftigen Milchmarktentwicklung, ihren möglichen Auswirkungen sowie relevanten politischen Rahmenbedingungen.

Mit dem vorliegenden Bericht und den damit verbundenen Diskussionsformaten mit Stakeholdern möchten wir hierzu einen Beitrag leisten.

1 Hintergrund und Ziele

Alternative Milchprodukte wie Milch-, Käse-, Joghurt- oder Sahnealternativen sind inzwischen fast in jedem Supermarkt erhältlich. Auch in weiterverarbeiteten Produkten wie Backwaren, Süßwaren und Fertiggerichten spielen Alternativen zu Milchkomponenten eine zunehmende Rolle. Dennoch ist bislang wenig untersucht, wie sich ihr Marktanteil in Deutschland in den nächsten zehn Jahren entwickeln könnte und welche Auswirkungen dies auf die deutsche Milchproduktion hätte.

Die Entwicklung alternativer Milchprodukte ist aus mehreren Gründen relevant: Zum einen hat die Milchproduktion eine hohe Klimarelevanz. Im Berichtssektor Landwirtschaft stammen knapp 60 Prozent aus der Tierhaltung. Mit rund 28 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalenten haben die Methanemissionen aus der Rinderhaltung wiederum einen großen Anteil an diesen Emissionen (Rösemann et al. 2025). Etwa ein Drittel aller Rinder in Deutschland sind Milchkühe (Destatis 2025a).[2] Bezogen auf die ernährungsbedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland[3] stellen Milchprodukte mit rund 35 Prozent die emissionsintensivste und damit klimarelevanteste Produktgruppe dar (Agora Agrar 2026a).

Eine Verringerung des Milchkonsums ermöglicht durch eine Verschiebung hin zu alternativen Milchprodukten, diese Emissionen zu mindern. Zum anderen kann eine stärker pflanzenbasierte Ernährung mit gesundheitlichen Vorteilen einhergehen (FSEC 2024, Willett et al. 2019). Auch die DGE empfiehlt im Vergleich zum aktuellen Konsum eine geringere Menge an Milchprodukten (Schäfer et al. 2024).

Der Wandel von Ernährungsgewohnheiten vollzieht sich jedoch nur langsam (BMEL 2024, BMLEH 2025, Statista 2025a, 2026a). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Gestaltung der Ernährungspolitik herausfordernd ist, da sie häufig in einem polarisierten gesellschaftlichen Spannungsfeld stattfindet (Agora Agriculture & IDDRI 2025, Robert Bosch Stiftung & More in Common 2025). Alternative Milchprodukte können dazu beitragen, den Konsum tierischer Produkte zu reduzieren, ohne dass Menschen ihre Ernährungsgewohnheiten grundlegend verändern müssen – vorausgesetzt, diese Produkte sind in Funktionalität, Geschmack, Verfügbarkeit und Preis mit tierischen Milchprodukten vergleichbar.

Sollte die stärkere Nutzung alternativer Milchprodukte zu einer sinkenden Nachfrage nach tierischen Milchprodukten führen, könnte dies weitreichende Folgen für die Milchviehhaltung haben (Haß et al. 2024).

Deutschland zählt zu den größten Milchproduzenten in der Europäischen Union. Der Gesamtwert tierischer Erzeugnisse macht etwa die Hälfte des landwirtschaftlichen Produktionswerts aus (BLE 2024a). Der Produktionswert von Milch allein entspricht mehr als 40 Prozent des Produktionswerts tierischer Erzeugnisse und zählt damit zum umsatzstärksten Sektor der Land- und Ernährungswirtschaft (BLE 2024a). Gleichzeitig ist Deutschland ein Gunststandort für Milchproduktion und bereits heute ein bedeutender Exporteur. Daher ist es möglich, dass ein Rückgang der Nachfrage in Deutschland in großen Teilen über eine steigende Exportmenge kompensiert würde und daher nur begrenzte Auswirkungen auf die Produktion hätte.

Um eine informierte Debatte über alternative Milchprodukte und deren Auswirkungen innerhalb der Fachöffentlichkeit sowie unter Akteuren aus Politik und Verwaltung im Bereich Agrar und Ernährung zu unterstützen, entwerfen wir in dieser Studie Szenarien zu einer möglichen Entwicklung des Marktes

2 Die übrigen rund zwei Drittel entfallen überwiegend auf Nachzucht sowie auf Rinder, die zur Fleischproduktion gehalten werden.

3 Die Angabe basiert auf einem konsumorientierten Ansatz. Das heißt, die gesamte Wertschöpfungskette wird länderübergreifend betrachtet und umfasst die Herstellung der landwirtschaftlichen Betriebsmittel (z. B. Stickstoffdünger), die landwirtschaftliche Produktion, die Weiterverarbeitung und den Handel von Lebensmitteln bis hin zum Konsum.

für alternative Milchprodukte in Deutschland im Jahr 2035. Dabei untersuchen wir auch, ob im Bereich der weiterverarbeiteten Lebensmittel wie Süßwaren, Backwaren und Fertiggerichte ein besonderes Substitutionspotenzial besteht, etwa durch neue Rezepturen für Milchproteine und -fette.

Auf Basis der Nachfrageszenarien entwickeln wir Szenarien für die Produktion von tierischer Milch in Deutschland (siehe Tabelle 1). Daraus leiten wir ab, welche Auswirkungen eine verminderte Nachfrage nach Milchprodukten auf milchviehhaltende Betriebe in Deutschland haben könnte.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 beschreibt die Herangehensweise und Schwerpunkte der Analyse. Kapitel 3 stellt die ökonomische Ausgangslage der Milchproduktion dar. Kapitel 4 fasst die verfügbaren Daten zur Produktion und zum Konsum alternativer Milchprodukte zusammen. Kapitel 5 beschreibt das Produktions- und Nachfragepotential alternativer Milchprodukte und bewertet deren Marktpotenzial innerhalb der kommenden zehn Jahre. Auf dieser Grundlage entwickeln wir zwei Nachfrageszenarien – ein konservatives und ein dynamisches – und treffen Annahmen zur Nachfrageentwicklung verschiedener Produktgruppen. Kapitel 6 analysiert die möglichen Auswirkungen dieser Szenarien auf die Milchproduktion und Milchviehbetriebe in Deutschland. Kapitel 7 fasst abschließend die zentralen Schlussfolgerungen unserer Untersuchungen zusammen.

Szenarienübersicht

→ Tabelle 1

		Nachfrageentwicklung	
		konservativ	dynamisch
Produktion von Kuhmilch	Keine Änderung der Produktion (Anstieg der Exporte)	Konservatives Exportkompensationsszenario	Dynamisches Exportkompensationsszenario
	Reduktion der Produktion (kein Anstieg der Exporte)	Konservatives Reduktionsszenario	Dynamisches Reduktionsszenario

Agora Agrar

2 Schwerpunktsetzung und Vorgehen

In dieser Studie analysieren wir das Entwicklungspotenzial alternativer Milchprodukte. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf dem Substitutionspotenzial von Milch[4], Milchprodukten oder Milchkomponenten in verarbeiteten Lebensmitteln. Für diese Schwerpunktsetzung sind drei Gründe ausschlaggebend:

a. **Klimarelevanz der Milchwirtschaft:** In der EU verursachen Milchrinder einen erheblichen Anteil der Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft. Zudem beeinflusst eine veränderte Nachfrage nach Milchprodukten auch die Fleischproduktion, da beide Produktionszweige eng miteinander gekoppelt sind.
b. **Technologiereife neuer Herstellungsverfahren:** Die Technologien zur Herstellung alternativer Milchprodukte werden sich in den kommenden zehn Jahren weiterentwickeln, sowohl im Bereich pflanzlicher Alternativen als auch für Verfahren der Biomasse- und Präzisionsfermentation. Dadurch entstehen neue Marktpotenziale.
c. **Marktpotenzial:** Der Markt für alternative Trinkmilchprodukte ist in Deutschland bereits vergleichsweise etabliert (GFI 2025). Weiteres Wachstum wird vor allem von der Nachfrage nach verarbeiteten alternativen Milchprodukten wie Joghurt, Käse oder Sahne abhängen. Auch bei weiterverarbeiteten Produkten wie Backwaren oder Fertiggerichten, deren Konsum in den vergangenen Jahren zugenommen hat (DGE 2024), sehen wir ein relevantes Substitutionspotenzial. Alternative Zutaten können hier durch eine Reformulierung der Rezepturen eingesetzt werden, ohne dass die Verbraucher und Verbraucherinnen ihr Konsumverhalten bewusst verändern müssen. Produkte wie Kekse, eiweißhaltige Getränke oder Brotaufstriche bleiben aus Sicht der Konsumenten und Konsumentinnen unverändert, enthalten jedoch einen höheren Anteil pflanzlicher Fette und Proteine anstelle von Milchfett und Milcheiweiß oder nutzen Milchkomponenten aus alternativen Herstellungsverfahren.

In unserer Studie untersuchen wir, welche Technologien dazu beitragen können, Alternativen zu Milchprodukten und Milchkomponenten funktionell so weiterzuentwickeln, dass sie entweder von Konsumentinnen und Konsumenten stärker nachgefragt werden oder für die Lebensmittelindustrie eine attraktive Alternative zu traditionellen Milchprodukten und Zutaten darstellen. In die Analyse beziehen wir Alternativen für Frischmilcherzeugnisse (einschließlich Joghurt und Sahne), Käse, Butter, Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse ebenso ein wie Kondensmilch und Trockenmilcherzeugnisse.

Soweit es die Datengrundlage zulässt, analysieren wir auch das Substitutionspotenzial für weiterverarbeitete Produkte, in denen die funktionellen Eigenschaften von Milchbestandteilen eine wichtige Rolle spielen, etwa in Süßwaren, Speiseeis, Backwaren, Fertiggerichten und Feinkostwaren.

Darauf aufbauend entwerfen wir zwei Szenarien für die mögliche Entwicklung der Nachfrage nach alternativen Milchprodukten und der Nutzung alternativer Milchkomponenten im Jahr 2035. Anschließend analysieren wir, wie sich eine veränderte Nachfrage nach alternativen Milchprodukten auf die Milchproduktion und die tierhaltenden Betriebe in Deutschland auswirken könnte.

Darüber hinaus erlauben die Ergebnisse unserer Analyse Rückschlüsse auf den potenziellen Beitrag alternativer Milchprodukte zur Minderung der Treibhausgasemissionen in Deutschland.

Zur Analyse der genannten Fragestellungen hat Agora Agrar zwei Hintergrundstudien in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse in diesen Bericht eingeflossen sind:

4 Im Folgenden beziehen sich die Begriffe Milch und Milchprodukte – sofern nicht anders angegeben – ausschließlich auf Erzeugnisse aus Kuhmilch.

- Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) untersuchte auf Grundlage einer Literaturrecherche und von Experteninterviews die Technologien zur Herstellung von Alternativen zu Milchprodukten und Milchkomponenten. Sie bewertete deren Funktionalität und Eignung für den Einsatz in verarbeiteten Lebensmitteln, analysierte Einflussfaktoren der Marktentwicklung und erarbeitete zwei Szenarien für eine mögliche Nachfrageentwicklung im Jahr 2035.
- Am Fachgebiet Agrarmärkte der Universität Hohenheim wurden basierend auf einer Literaturanalyse, weiteren Experteninterviews sowie den Ergebnissen des DLG-Projektteils die wirtschaftlichen Auswirkungen auf die Milchproduktion in Deutschland und auf unterschiedliche Betriebstypen untersucht. Dies beinhaltete eine vergleichende Analyse der tierischen Milchproduktion und des aufkommenden Sektors alternativer Milchprodukte.

Die vorläufigen Ergebnisse der Studie wurden in einem Stakeholder-Workshop diskutiert. An dem Workshop nahmen Vertreterinnen und Vertreter der Milchwirtschaft, der Branche der alternativen Proteine sowie von Unternehmen, die sowohl tierische Milchprodukte als auch Alternativen in ihrem Geschäftsbereich anbieten, und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler teil.

Infobox 1: Genutzte Begriffe – „Alternative Milchprodukte“ vs. „Alternative Proteine“

In diesem Bericht verwenden wir den Begriff „alternative Milchprodukte“, da unsere Analyse auf verarbeitete Milchprodukte und deren mögliche Alternativen fokussiert, nicht auf Trinkmilch oder Trinkmilchalternativen. Den in der öffentlichen Debatte verbreiteten Begriff „alternativer Proteine“ nutzen wir nur eingeschränkt, da er auch Alternativen zu Fleisch, Fisch und Eiern umfasst. Zudem betrachten wir nicht nur Alternativen zu tierischen Proteinen, sondern auch zu tierischen Fetten. Den Begriff „Milchkomponenten“ verwenden wir, wenn einzelne Bestandteile der Milch gemeint sind, die aufgrund ihrer funktionellen Eigenschaften für die Lebensmittelverarbeitung relevant sind, etwa Fette oder Proteine (z. B. Casein). Alternativen zu tierischen Produkten wie Tofu oder Tempeh, die nicht speziell als Ersatz für Milchprodukte entwickelt wurden, werden in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

3 Ökonomische Ausgangslage der tierischen Milchproduktion

3.1 Produktion, Verarbeitung und Handel

Die deutsche Milchproduktion spielt für den europäischen und globalen Markt eine wichtige Rolle. Deutschland ist nicht nur der größte Milchproduzent der Europäischen Union, sondern auch einer der größten Hersteller und Exporteure von Milchprodukten (Europäische Kommission 2024, USDA 2024). Mit einem Selbstversorgungsgrad von beispielsweise 129 Prozent bei Käse und 161 Prozent bei Trockenmilcherzeugnissen im Jahr 2024 ist Deutschland ein bedeutender Exporteur, der die international steigende Nachfrage nach Milchprodukten bedient (BLE 2024c, Statista 2026c).

Während die Zahl der milchviehhaltenden Betriebe rückläufig ist, sind sowohl die Herdengrößen (Tiere pro Betrieb) als auch die Milchleistung pro Kuh gestiegen (BLE 2025). Dadurch hat die Milcherzeugung in den vergangenen Jahrzehnten insgesamt nicht nennenswert abgenommen. Der Konsum von Milch und Milchprodukten in Deutschland entwickelt sich unterschiedlich für verschiedene Produktkategorien. Seit rund zehn Jahren nimmt der Konsum von Frischmilcherzeugnissen ab; der Pro-Kopf-Verbrauch ist seit 2014 um etwa zehn Prozent gesunken (BLE 2026b). Gleichzeitig ist der Käsekonsum im selben Zeitraum um fünf Prozent gestiegen: von durchschnittlich 24,2 auf 25,4 Kilogramm pro Person (BLE 2026b).

Im Jahr 2023 standen den Molkereien knapp 33 Millionen Tonnen Vollmilch für die Verarbeitung zur Verfügung. Den größten Anteil an der jährlichen Produktionsmenge von Milchprodukten machen Frischmilcherzeugnisse mit rund 8 Millionen Tonnen aus (Abbildung 1). Dazu zählen Konsummilch, Joghurterzeugnisse, Sahne und Milchmischerzeugnisse, etwa aus Sauermilch oder Kefir. Die zweitgrößte Produktgruppe ist Käse mit einer Produktionsmenge von unter 3 Millionen Tonnen. Hierzu zählen sämtliche Arten von Hart-, Schnitt- und Weichkäse sowie Frischkäse, Pasta-Filata-Käse, Sauermilchkäse und Schmelzkäse. Weitere relevante Produktgruppen sind Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse (752.000 Tonnen), Trockenmilcherzeugnisse wie Sahne-, Voll- und teilentrahmtes Milchpulver sowie Magermilchpulver (679.000 Tonnen), Butter (481.000 Tonnen) und Kondensmilch (298.000 Tonnen).

Im Jahr 2023 wurden rund 2 Millionen Tonnen Milchprodukte nach Deutschland importiert. Käseprodukte machten dabei mit knapp der Hälfte den größten Anteil aus. Die Ausfuhr lag bei etwa 4,5 Millionen Tonnen, wovon rund ein Drittel auf Käseprodukte entfiel. Die meisten Milchprodukte werden aus anderen EU-Ländern nach Deutschland importiert. Für die deutschen Exporte haben hingegen Drittländer eine größere Bedeutung. Trockenmilcherzeugnisse werden beispielsweise zu rund 36 Prozent in Länder außerhalb der Europäischen Union exportiert. Bei Käse liegt der Anteil der Exporte in Drittländer bei etwa 15 Prozent (MIV, 2024). Abbildung 1 zeigt die Produktion von Milch und Milchprodukten im Jahr 2023 in Deutschland, einschließlich der Ein- und Ausfuhren.

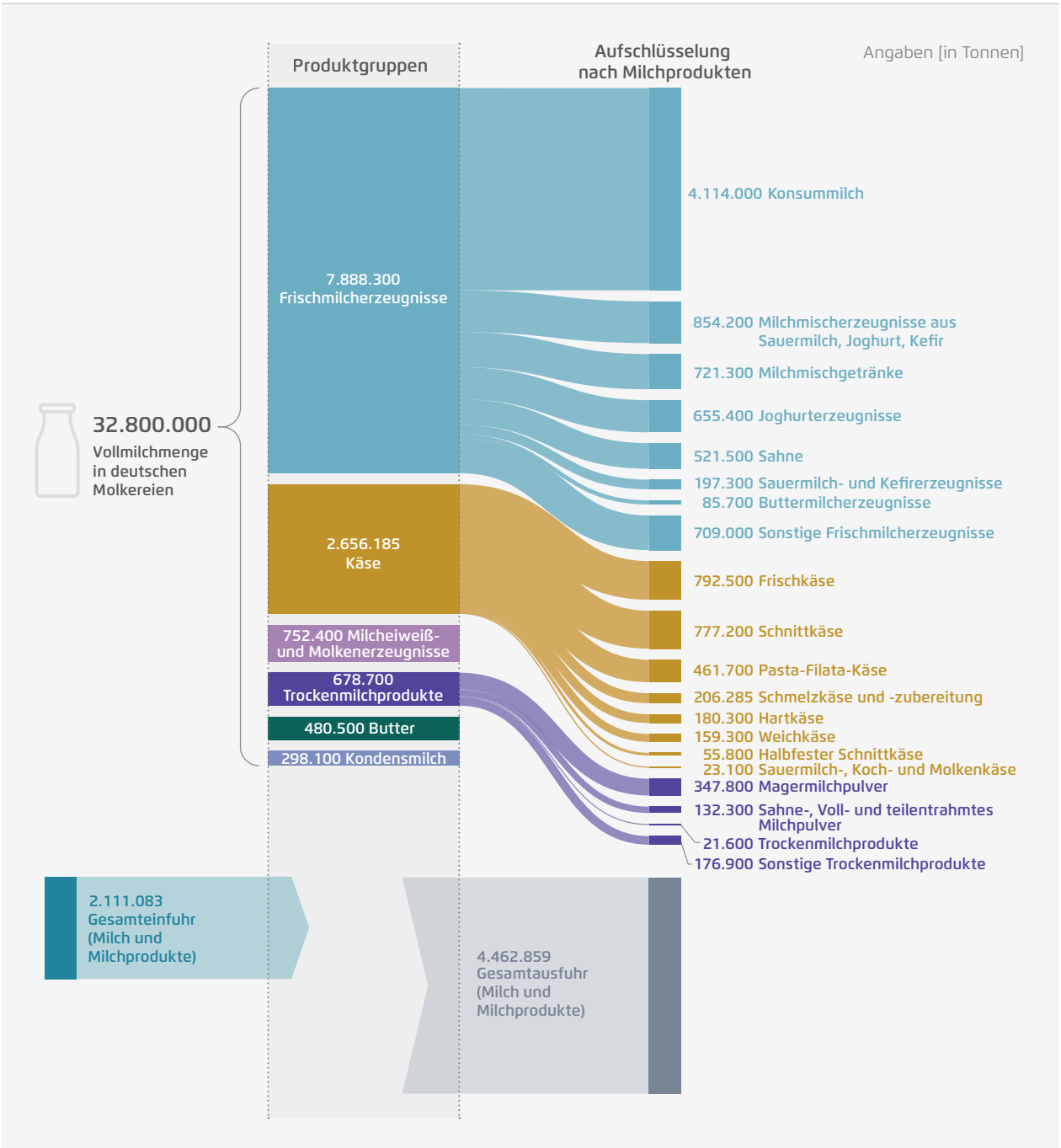
3.2 Berechnung von Milchäquivalenten

Für die Herstellung verschiedener Milchprodukte wird unterschiedlich viel Milch pro Kilogramm Endprodukt benötigt. Entsprechend unterscheiden sich auch die Umweltwirkungen der Produkte, da sie maßgeblich von der eingesetzten Milchmenge abhängen. Um den Milchanteil in unterschiedlichen Produkten vergleichbar zu machen, werden Milchäquivalente berechnet und als Maßstab für die in einem Milcherzeugnis verarbeitete Milchmenge verwendet (BLE 2021).

Historisch wird in Deutschland und weiten Teilen Europas die eingesetzte Vollmilchmenge in Molkereistatistiken ausgewiesen. Sie dient in Molkereien als prozessnahe, standardisierte Inputgröße, mit der sich die Verwendung des Milchstroms – etwa für Käse, Butter oder Trinkmilch – technisch und statistisch am einfachsten als Mengenfluss abbilden lässt (Abbildung 1).

Produktion von Milcherzeugnissen in Deutschland im Jahr 2023 – Darstellung nach Gewicht und Produktgruppen

→ Abb. 1



Agora Agrar basierend auf MIV (2025), BLE (2024c), AMI (2024).

Zudem basierte die 1984 eingeführte und 2015 aufgehobene EU-Milchquote zur Marktsteuerung auf Basis der angelieferten Milchmenge. Dies hat die statistische und institutionelle Erhebungspraxis geprägt: Die Mengen der Rohmilchlieferung wurden zum zentralen Maßstab für Produktion, Marktbeobachtung und politische Steuerung.

Auch in der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung der Europäischen Union *(Agricultural*

Infobox 2: Methoden und Herausforderungen bei der Berechnung von Milchäquivalenten

Es gibt verschiedene Ansätze zur Berechnung von Milchäquivalenten. Dabei wird der Gehalt ausgewählter Inhaltsstoffe eines verarbeiteten Milchprodukts ins Verhältnis zu den entsprechenden Bestandteilen der Rohmilch gesetzt. Je nach Berechnungsmethode werden unterschiedliche Bezugsgrößen verwendet. In dieser Studie nutzen wir die **eingesetzte Vollmilchmenge („Vollmilchäquivalente“)** als Referenzgröße, da sie in der landwirtschaftlichen Statistik etabliert ist und regelmäßig berichtet wird (siehe Abschnitt 3.2). Andere Ansätze sind jedoch ebenfalls gebräuchlich, und jeder von ihnen weist spezifische Vor- und Nachteile auf. Je nach Zusammensetzung eines Milchprodukts kann die gewählte Methode den tatsächlichen Rohmilcheinsatz unterschiedlich präzise abbilden.

Beim **Trockenmasseansatz** wird das Milchäquivalent eines verarbeiteten Milchprodukts auf Basis seiner Trockenmasse berechnet, also des Anteils, der nach Abzug des Wassers verbleibt. Maßgeblich sind damit die gesamten festen Milchbestandteile des Produkts. Ein Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass er sich gut für eine konsistente Gesamtbilanzierung eignet: Grundsätzlich können alle aus Milch entstehenden Produkte erfasst werden, ohne dass systematische Auslassungen oder Doppelzählungen auftreten. Ein Nachteil ist, dass bei diesem Ansatz pauschale Umrechnungsfaktoren für Produktkategorien genutzt werden, sich aber die Milchprodukte innerhalb einer Produktkategorie teils deutlich in Wassergehalt, Fettgehalt und Zusammensetzung der Trockenmasse unterscheiden. Das führt zu Ungenauigkeiten.

Bei der **Butterfett-Methode** dient ausschließlich der Fettanteil als Vergleichsgröße. Dieser Ansatz ist einfach und gut nachvollziehbar, unterschätzt bei fettarmen Produkten jedoch häufig den tatsächlichen Rohmilcheinsatz, da andere Milchbestandteile unberücksichtigt bleiben. **Kombinierte Ansätze**, die sowohl Fett als auch Protein berücksichtigen, bilden die wertbestimmenden Bestandteile der Milch differenzierter ab und sind daher für viele verarbeitete Milchprodukte robuster. Sie erfordern allerdings zusätzliche Annahmen über die Standardzusammensetzung der Produkte (International Dairy Federation 2004, Richter 2024).

Durch die Anwendung dieser unterschiedlichen Methoden können sich die errechneten Milchäquivalente teilweise deutlich unterscheiden (Richter 2024). Abweichungen bei den Umrechnungsfaktoren ergeben sich dabei nicht nur aus der gewählten Berechnungsmethode, sondern auch aus der jeweiligen Abgrenzung der Produktkategorien. Besonders deutlich wird dies am Beispiel von Käse: Für die Herstellung von einem Kilogramm Frischkäse werden etwa vier Liter Milch benötigt, für ein Kilogramm Hartkäse hingegen rund dreizehn Liter Milch (LV Milch NRW 2026). Zusätzlich beeinflusst der Fettgehalt der jeweiligen Käsesorten den erforderlichen Milcheinsatz. Entsprechend wirkt sich auch die Zusammensetzung der Produktgruppe „Käse“ maßgeblich auf den resultierenden Umrechnungsfaktor aus (Richter 2024).

Die Unterschiede der Berechnungsmethoden sind für einen Vergleich von Milchäquivalenten wichtig. In vielen Veröffentlichungen, die Milchäquivalente verwenden, fehlen jedoch Angaben zu den zugrunde liegenden Umrechnungsfaktoren oder der Kategorisierung der Milchprodukte. Dies erschwert den Vergleich unterschiedlicher Studienergebnisse.

Balance Sheets) werden Milchäquivalente verwendet, allerdings ohne Angabe der zugrunde liegenden Berechnungsmethode (European Commission 2018). Darüber hinaus unterscheiden sich die Produktgruppen von denen der Agrarstatistik (BLE 2026a), sodass die beiden Datengrundlagen nicht direkt aufeinander bezogen werden können (siehe Infobox 2).

Vor diesem Hintergrund nutzen wir in dieser Studie die offiziellen statistischen Berichtskategorien der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung sowie des Milchindustrieverbands (BLE 2026a, MIV 2024). Die Umrechnungsfaktoren wurden auf Grundlage der für die Herstellung verschiedener Milchprodukte eingesetzten Vollmilch gebildet (Tabelle 2).

Umrechnungsfaktoren auf Grundlage des Vollmilcheinsatzes in deutschen Molkereien

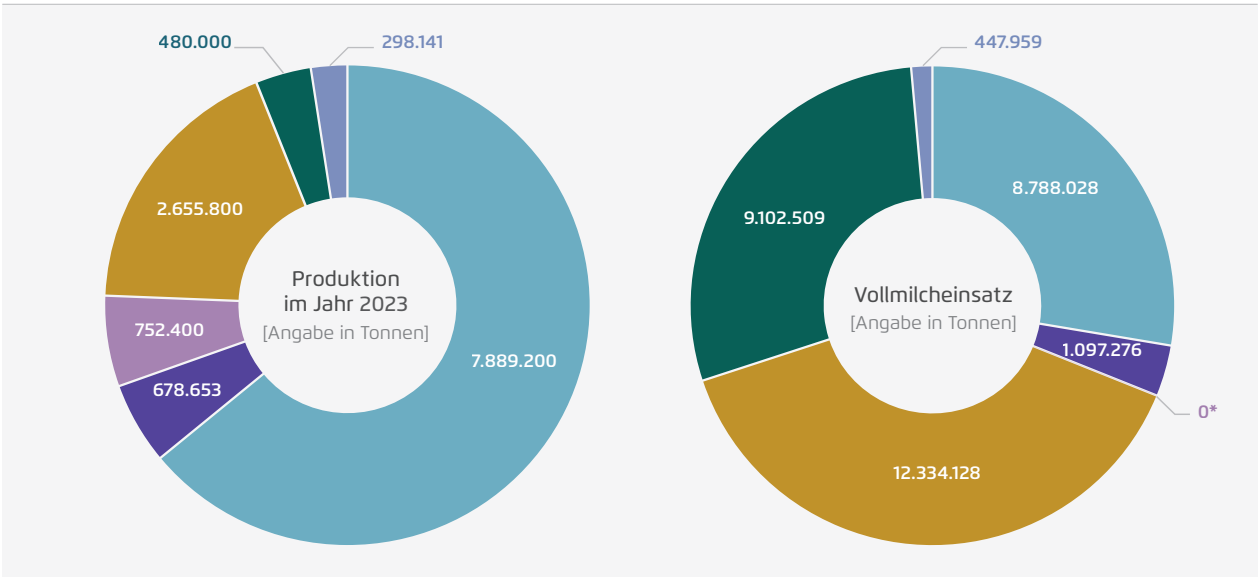
→ Tabelle 2

Produktkategorie	Umrechnungsfaktor
Frischmilcherzeugnisse	1,11
Trockenmilchprodukte	1,62
Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse	0*
Käse	4,64
Butter	18,94
Kondensmilch	1,50

Agora Agrar basierend auf BLE (2026a). *Beim Vollmilcheinsatz werden Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse in der Statistik als Nebenprodukte der Käse- und Quarkherstellung ausgewiesen. Da Vollmilch nicht gezielt zur Herstellung dieser Produkte verwendet wird, setzen wir einen Umrechnungsfaktor von 0 an.

Produktion von Milcherzeugnissen in Deutschland – Darstellung in Produktgewicht und Vollmilcheinsatz

→ Abb. 2



Agora Agrar basierend auf Daten zur Milchproduktion in Tonnen (MIV, 2025). *Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse werden bei der Umrechnung in Vollmilcheinsatz mit dem Faktor Null berücksichtigt, da sie als Nebenprodukt der Käse- und Butterherstellung anfallen.

Dazu wurde die eingesetzte Vollmilch durch die Gesamtmenge des jeweiligen Produkts geteilt (BLE 2026a).

Allerdings beruht die traditionelle Logik des Vollmilcheinsatzes auf dem sogenannten Hauptproduktprinzip. Milch gilt bei der Herstellung von Käse oder Butter als wirtschaftliches Hauptprodukt, während Molke als technologisch unvermeidbares Nebenprodukt ohne eigenständigen ökonomischen Wert anfällt. Durch technologische Fortschritte besitzt Molkenprotein heute jedoch einen eigenständigen wirtschaftlichen Wert und kann als Co-Produkt betrachtet werden.

Abbildung 2 veranschaulicht das Verhältnis zwischen Milch und daraus hergestellten Milchprodukten nach Produktgewicht und Milchäquivalenten. Für Produkte wie Käse oder Butter wird wesentlich mehr Milch benötigt, als es die jeweiligen Produktgewichte vermuten lassen. Der Vollmilch einsatz im rechten Teil der Grafik summiert sich auf knapp 32 Millionen Tonnen, was in etwa der Milchlieferung inländischer Erzeuger an deutsche milchwirtschaftliche Unternehmen im Jahr 2023 entspricht.

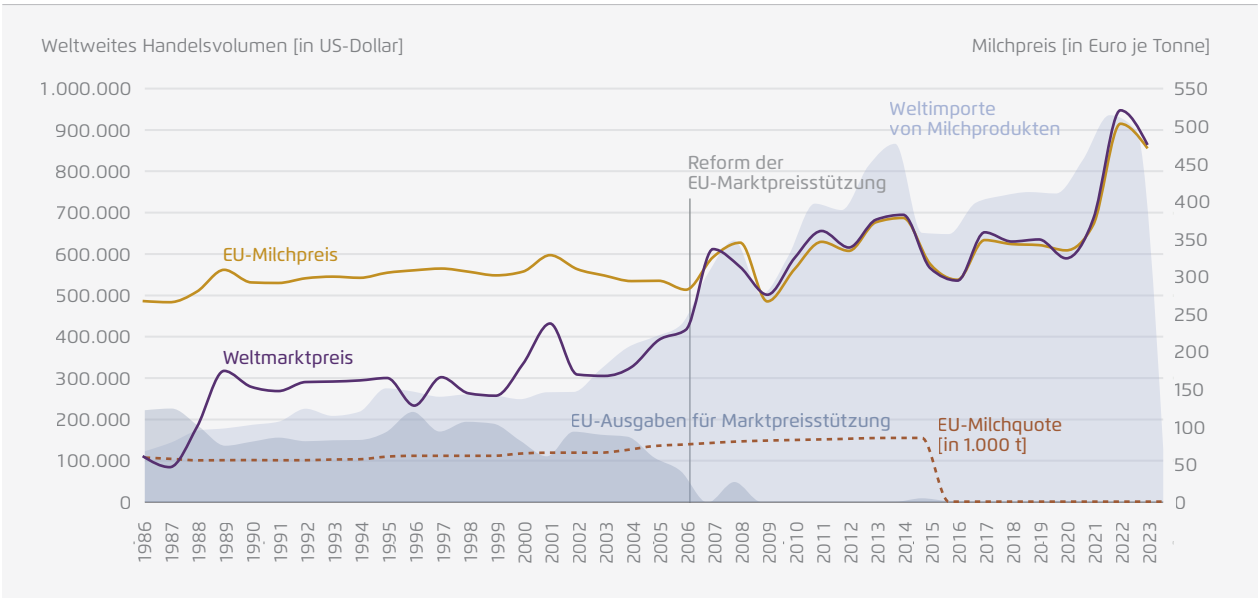
3.3 Preisentwicklung

Seit Beginn der Preisbeobachtung im Jahr 1986 haben sich das internationale Preisniveau und der EU-Rohmilchpreis schrittweise angenähert (Abbildung 3). Diese Entwicklung steht im Zusammenhang mit dem wachsenden globalen Handel von Milchprodukten. Seit dem Wegfall der EU-Marktpreisstützung im Jahr 2006 verlaufen die Weltmarkt- und EU-Milchpreise weitgehend synchron, mit steigender Tendenz bis zum Jahr 2023.

3.4 Betriebsstruktur

Mehr als die Hälfte der Milchviehbetriebe in Deutschland hält weniger als 50 Tiere und zählt damit zu den kleineren Betrieben (Abbildung 4). Zusammen halten diese Betriebe jedoch weniger als 15 Prozent der Milchkühe in Deutschland. Der größere Anteil (über 50 Prozent) wird in mittleren Betrieben mit Beständen zwischen 50 und 200 Tieren gehalten. Große Betriebe mit mehr als

Entwicklung des weltweiten Handelsvolumens sowie der EU- und Weltmarktpreise (1986–2023) → Abb. 3

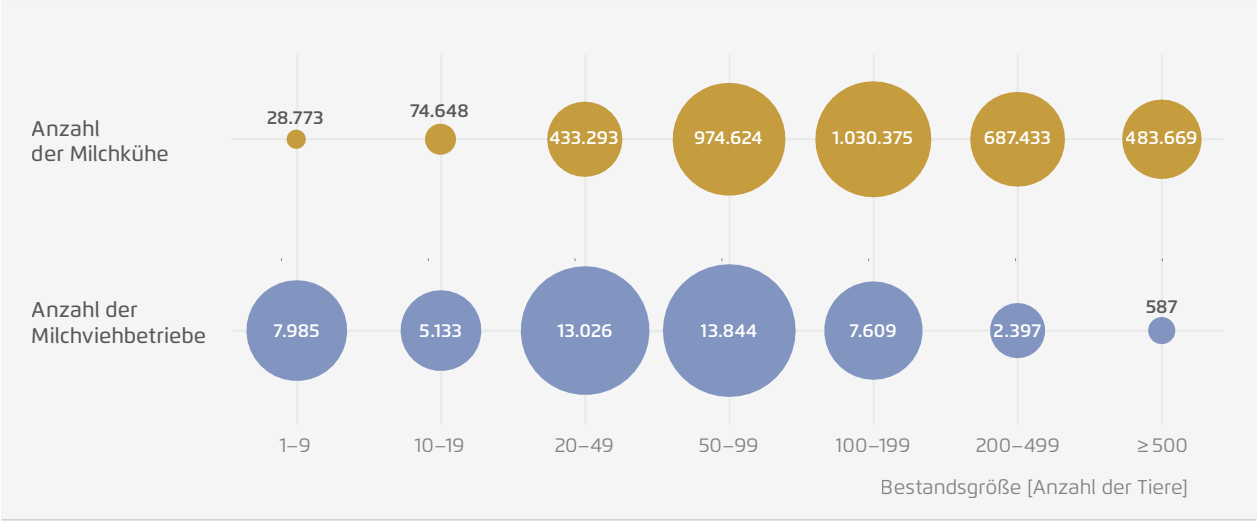


Agora Agrar basierend auf Hess (2016) sowie Daten von UN Comtrade (2025) und OECD (2025). Anmerkung: Marktpreisstützung in 100.000 Euro, EU-Milchquote in 1.000 t, Handelsvolumen in 100.000 US-Dollar.

200 Tieren machen nur knapp sechs Prozent aller Betriebe aus, halten aber etwa 30 Prozent der Tiere (Abbildung 5).

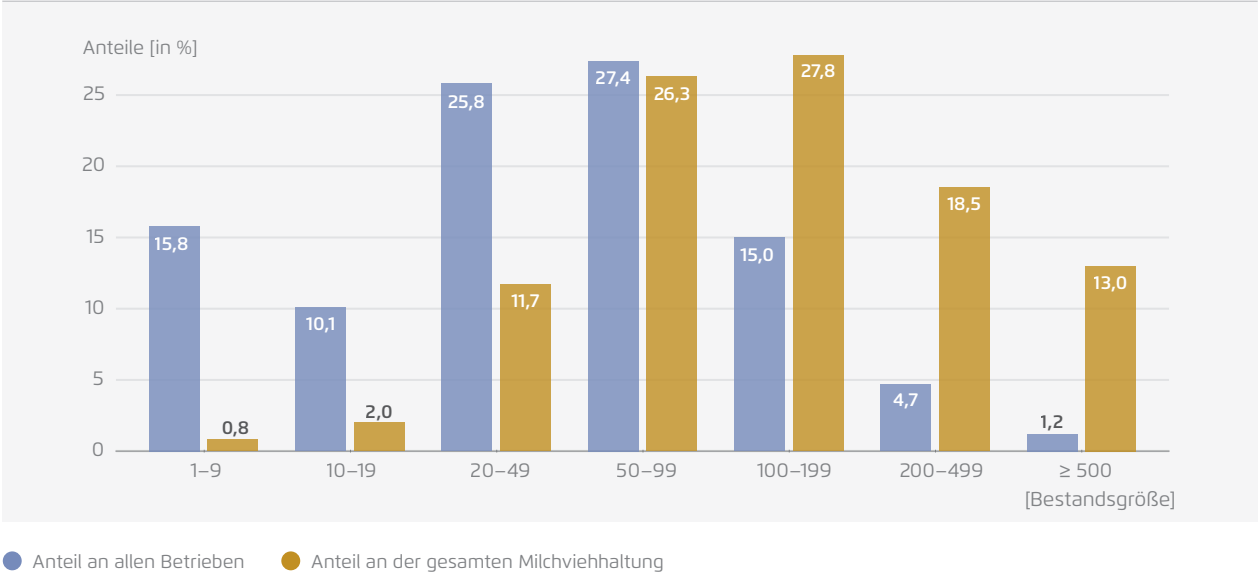
Die Produktionsstruktur ist regional sehr unterschiedlich. Während in süddeutschen Bundesländern wie Baden-Württemberg und Bayern überwiegend kleinstrukturierte Betriebe mit geringeren Tierbeständen vorkommen, dominieren insbesondere in Ostdeutschland große Betriebe, etwa in Mecklenburg-Vorpommern (Abbildungen A.1 und A.2 im Anhang).

Betriebsstrukturen der Milchviehhaltung in Deutschland (2023) → Abb. 4



Agora Agrar basierend auf Destatis 2025a.

Betriebsstruktur der Milchviehhaltung in Deutschland nach Bestandsgröße (2023) → Abb. 5



Agora Agrar basierend auf Destatis 2025a.

3.5 Nutzung von Milch oder Milchkomponenten in weiterverarbeiteten Produkten

3.5.1 Relevante Produktgruppen

Es gibt keine offiziellen Daten zur Verwendung von Milchprodukten wie Milchpulver, Käse oder Sahne in weiterverarbeiteten Lebensmitteln. Um die Bedeutung dieses Absatzmarktes grob abschätzen zu können, haben wir Produktions- und Absatzdaten ausgewählter Produktkategorien analysiert und Expertinnen und Experten befragt. Auf Grundlage dieser Daten und der Einschätzung der befragten Expertinnen und Experten werden für die weitere Analyse folgende Segmente als relevant angesehen: Fertiggerichte, Süßwaren, Speiseeis und feine Backwaren.[5]

Um die Relevanz dieser Produktgruppen innerhalb der Märkte für weiterverarbeitete Lebensmittel näherungsweise einzuordnen, haben wir Produktions- und Absatzdaten für das Jahr 2024 ausgewertet. Als Bezugsgröße nutzen wir die im Jahr 2024 in deutschen Molkereien verfügbare Vollmilch[6] von 32,7 Millionen Tonnen (MIV 2025) und wenden die Umrechnungsfaktoren für Vollmilchäquivalente an (Tabelle 2).

Laut dem Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI) wurden im Jahr 2024 in Deutschland rund 4,18 Millionen Tonnen Süßwaren produziert. Davon entfielen rund 1,19 Millionen Tonnen auf Schokolade und Schokoladenwaren, 728.000 Tonnen auf feine Backwaren und 384.000 Tonnen auf Speiseeis (BDSI 2024). Nach Schätzungen des BDSI wurden für die Herstellung von Speiseeis, Süßwaren, Schokoladen und feinen Backwaren ca. 175.000 Tonnen Milcherzeugnisse eingesetzt (BDSI 2024). Aus dieser Angabe geht jedoch nicht hervor, welche konkreten Milchprodukte – beispielsweise Vollmilch, Butter, Milch in Pulverform – oder Milchkomponenten verwendet wurden. Daher lässt sich die tatsächlich eingesetzte Milchmenge aus dieser Schätzung nicht direkt ableiten. Zur Abschätzung der Größenordnung erstellen wir daher grobe Näherungen für ausgewählte Produktgruppen:

a. Im Jahr 2024 lag der Pro-Kopf-Konsum von Speiseeis in Deutschland bei 6,48 Kilogramm (Statista 2025b). Da keine öffentlich zugänglichen Daten zur Aufteilung zwischen Milcheis und Wassereis beziehungsweise Sorbet vorliegen, nehmen wir an, dass 80 Prozent des Konsums auf Milcheis[7] entfallen (5,19 Kilogramm). Unter der Annahme eines Milchanteils von 70 Prozent ergibt sich somit eine Gesamtmenge von etwa 300.000 Tonnen eingesetzter Milch für die industrielle Produktion von Milcheis. Dies entspricht etwa einem Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch.
b. In Deutschland wurden im Jahr 2023 etwa 1,2 Millionen Tonnen Schokolade und Schokoladenwaren produziert (BDSI 2024). Für unsere Schätzung nehmen wir an, dass etwa 70 Prozent dieser Produkte Milchschokolade mit einem Trockenmilchanteil von etwa 18 Prozent[8] sind. Dies entspricht rund 157.000 Tonnen Vollmilchpulver für die Produktion von Schokolade beziehungsweise vier Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch.[9] Weitere Süßwaren mit Milchbestandteilen, beispielweise Bonbons oder Fruchtgummis, sind in dieser Schätzung nicht berücksichtigt.
c. In Deutschland werden jährlich rund 270.000 Tonnen Schokoladenkekse und vergleichbares Kleingebäck produziert (Destatis 2025b). Für

5 Milchproteine werden aufgrund ihres hohen ernährungsphysiologischen Wertes und ihrer breiten Verfügbarkeit unter anderem zur Herstellung von Säuglings- und Kleinkindnahrung, Sportlernahrung wie Eiweißriegel oder Sportgetränke, Spezialnahrung sowie in der Tierernährung eingesetzt. Diese Anwendungsbereiche werden im vorliegenden Bericht nicht untersucht.

6 Grundsätzlich könnten Milchprodukte wie Milchpulver, Butter oder andere Milchkomponenten auch importiert werden. Die in den deutschen Molkereien zur Verfügung stehende Vollmilch ist damit grundsätzlich nicht der einzige relevante Faktor.

7 Entsprechend dieser Annahme entfallen 20 Prozent auf Wassereis bzw. Sorbet (ohne Milchbestandteile).

8 Gemäß der EU-Richtlinie 2000/36/EC muss Milchschokolade mindestens 30 Prozent Gesamtkakaotrockenmasse sowie mindestens 18 Prozent Milchtrockenmasse (davon mindestens 4,5 Prozent Milchfett) enthalten.

9 Für die Umrechnung in Vollmilchäquivalente haben wir einen Faktor von 7,83 auf Grundlage von BLE (2026a) verwendet. Dieser Faktor umfasst Sahne-/Rahmpulver, Vollmilchpulver und teilentrahmtes Milchpulver. Der Faktor weicht von Tabelle 2 ab, da dort auch Magermilchpulver in den Faktor der Trockenmilchprodukte einfließt.

unsere Schätzung nehmen wir auf Grundlage von Zutatenlisten von Schokokeksen einen Butterfettanteil von fünf Prozent an. Dies entspricht etwa 14.000 Tonnen Butter und damit rund einem Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch. Darüber hinaus werden Milchprodukte auch in anderen Backwaren wie Waffeln, Keksen ohne Schokolade oder Fertigkuchen eingesetzt. Für diese Produktgruppen zusammen setzen wir einen weiteren Anteil von einem Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch an.

d. Auf Grundlage von Daten des Deutschen Tiefkühlinstituts (dti) schätzen wir zusätzlich die Menge verarbeiteter Milch für Tiefkühlpizza. Das dti gibt die Absatzmenge für Tiefkühlpizza für das Jahr 2024 mit etwa 425.000 Tonnen an (dti 2025). Ausgehend von Zutatenlisten nehmen wir an, dass eine Tiefkühlpizza im Durchschnitt mit etwa 15 Prozent Käse belegt ist. Daraus ergibt sich eine verwendete Käsemenge von rund 64.000 Tonnen. Dies entspricht etwa einem Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch. Für weitere Fertiggerichte und Tiefkühlsnacks bedarf es weiterer Abschätzungen, für die derzeit jedoch eine geeignete Datengrundlage fehlt.

Insgesamt legen diese überschlägigen Annahmen nahe, dass in den untersuchten Produktsegmenten (a–d) circa 8 Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten Milch in weiterverarbeiteten Lebensmitteln eingesetzt werden. Damit stellt dieser Bereich bereits heute einen geringen, aber nicht unbedeutenden Teil des Absatzes für die Milchproduktion dar. Eine weitere Differenzierung der Verwendung von Milchprodukten, auch in anderen Produktkategorien wie z. B. Sportnahrung soll im weiteren Verlauf der Studie gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus dem Lebensmittelsektor sowie mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erarbeitet werden.

3.5.2 Substitutionspotenziale durch alternative Milchprodukte

Die Abschätzung der Substitutionspotenziale alternativer Milchprodukte in den Kategorien Fertiggerichte, feine Backwaren, Süßwaren und Speiseeis ist schwierig. Dies liegt insbesondere an der begrenzten Datenlage zum Einsatz von Milchkomponenten in den Rezepturen. Die folgenden Einschätzungen basieren daher im Wesentlichen auf den durchgeführten Experteninterviews.

Fertiggerichte

Der Einsatz alternativer Milchprodukte in Fertiggerichten bietet ein hohes Potenzial, insbesondere durch die Weiterentwicklung pflanzlicher oder fermentationsbasierter Käsealternativen. Besonders relevant ist dies für Produkte wie Pizza und andere Fertiggerichte mit Käseanteil.

Eine zentrale Herausforderung besteht darin, die funktionellen Eigenschaften von Käse – insbesondere das typische Schmelz- und Dehnverhalten („*Stretching*") – realistisch nachzubilden. Proteine aus der Präzisionsfermentation, insbesondere Caseine, könnten hierfür eine Lösung darstellen. Pflanzenbasierte Käsealternativen erreichen bislang noch keine vergleichbaren Schmelzeigenschaften, was ihre funktionale Eignung für bestimmte Anwendungen einschränkt.

Die Marktdurchdringung alternativer Käseprodukte in Fertiggerichten wird daher maßgeblich von weiteren technologischen Fortschritten in der Rezeptur- und Prozessentwicklung abhängen. Die Nachfrage nach innovativen Lösungen in diesem Bereich ist hoch und steigert das Potenzial für künftige Entwicklungen und Markteinführungen.

Feine Backwaren

In der Backwarenindustrie werden Milch- und Molkenpulver traditionell als funktionelle Zutaten eingesetzt. Sie dienen weniger als Proteinquelle, sondern übernehmen wichtige Funktionen im Herstellungsprozess, etwa als Emulgatoren, zur Strukturbildung oder zur Wasserbindung in den Produkten. Milchfette tragen darüber hinaus wesentlich zur Geschmacksbildung bei und beeinflussen die sensorischen Eigenschaften der Endprodukte.

In jüngster Zeit wird vermehrt auf pflanzliche Alternativen zurückgegriffen, insbesondere um Kosten zu reduzieren (z. B. bei Fetten) oder die Rezepturen an veränderte Marktanforderungen anzupassen. Diese Alternativen müssen jedoch vergleichbare funktionelle Eigenschaften aufweisen, insbesondere hinsichtlich Emulgation und Texturstabilität.

Das Potenzial für pflanzenbasierte Ersatzprodukte in feinen Backwaren wird von den befragten Expertinnen und Experten als „mittel" eingestuft. Während einige technologische Lösungen bereits existieren, sind weitere Entwicklungen erforderlich, um eine vollständige Substitution ohne Qualitätseinbußen zu ermöglichen. Als vielversprechendste Technologie zur Herstellung qualitativ hochwertiger und funktional gleichwertiger Alternativen für die Herstellung von feinen Backwaren wird vor allem die Präzisionsfermentation genannt.

Süßwaren

Nach Einschätzung der befragten Expertinnen und Experten existieren derzeit keine pflanzenbasierten Alternativen, die qualitativ vollständig mit Milchbestandteilen in Süßwaren konkurrieren können. Dennoch werden bereits pflanzliche Fette eingesetzt, um Milchfette teilweise zu ersetzen. Ein möglicher Ansatz für die Zukunft ist der Einsatz präzisionsfermentierter Proteine, die in ihrer Funktion Milchproteinen ähneln und somit bessere Substitutionsmöglichkeiten bieten. Insgesamt wird das Potenzial für alternative Milchbestandteile in der Süßwarenindustrie als „mittel" eingeschätzt.

Speiseeis

Zur Herstellung von Speiseeis werden üblicherweise Milch- und Molkenpulver eingesetzt. Der Markt für pflanzliche Speiseeisalternativen hat sich in den vergangenen Jahren weiterentwickelt; inzwischen sind qualitativ hochwertige Produkte auf pflanzlicher Basis verfügbar. Dennoch erreichen diese Alternativen bislang weder die sensorische Qualität noch die Preisstruktur konventioneller Milchprodukte.

Eine vielversprechende Entwicklung könnte der Einsatz von Molkenproteinen sein, die mithilfe von Fermentationstechnologien hergestellt werden. Diese Molkeproteine könnten dazu beitragen, die qualitative Lücke zwischen pflanzlichen und tierischen Proteinen zu schließen. Ungeachtet dessen werden Milchfette in einigen Produkten bereits durch pflanzliche Fette ersetzt, etwa um auf volatile Milchfettpreise zu reagieren. Die Produktqualität wird hierdurch nicht beeinträchtigt.

Der Speiseeismarkt ist im Vergleich zu anderen Milchprodukten kleiner und zudem stark saisonal geprägt. Sein potenzieller Einfluss auf den Milchmarkt ist daher insgesamt eher gering.

Infobox 3: Lebensmittelrecht und Bezeichnungen von Produkten mit Milchgehalt

Aufgrund ihrer funktionellen Eigenschaften werden Milchkomponenten in zahlreichen verarbeiteten Lebensmitteln eingesetzt (siehe Anhang). Ihre Verwendung unterliegt dabei klaren lebensmittelrechtlichen Vorgaben, insbesondere durch Verordnungen und Leitsätze. Diese setzen zugleich Grenzen für die Substitution tierischer Milchkomponenten durch alternative Zutaten. So legt beispielsweise die *Verordnung über Kakao- und Schokoladenerzeugnisse (Kakaoverordnung)* die Anforderungen an Milchschokolade hinsichtlich des Mindestgehalts an Milchtrockenmasse und Milchfett fest. Auch die *Leitsätze für Feine Backwaren* des Deutschen Lebensmittelbuchs (DLMB) definieren, welche Zutaten für bestimmte Produktbezeichnungen und deren Aufmachung maßgeblich sind. Für Erzeugnisse wie Käsekuchen oder Butterkekse gelten beispielsweise spezifische Beurteilungskriterien. In diesen Fällen ist der Anteil an Milchprodukten entscheidend dafür, ob die jeweilige Produktbezeichnung verwendet werden darf.

4 Ökonomische Ausgangslage alternativer Milchprodukte

4.1 Entwicklung von Nachfrage und Produktion

Deutschland ist der größte Markt für pflanzenbasierte Milchprodukte in Europa (GFI 2025).[10] Diese Entwicklung geht mit erheblichen wirtschaftlichen Potenzialen für alternative Proteine einher (SYSTEMIQ 2025). Eine Analyse von GfK-Daten durch das Thünen-Institut zeigt, dass die Nachfrage nach pflanzlichen Milchalternativen[11] zwischen 2017 und 2021 von 140.000 Tonnen auf 362.000 Tonnen gestiegen ist und sich damit in diesem Zeitraum nahezu verdreifacht hat (Christoph-Schulz et al. 2025).[12] Zwischen 2022 und 2024 nahm die Nachfrage über den Handel[13] weiter zu (Abbildung 6) und erreichte im Jahr 2025 rund 481.000 Tonnen (GFI 2026).[14]

Mit einem Anteil von circa 7 Prozent[15] ist der Anteil der pflanzlichen Alternativen am Gesamtmarkt für Milchprodukte weiterhin gering. Alternative Milchprodukte, die mithilfe neuer Technologien wie

10 Auch im internationalen Vergleich ist der deutsche Markt für alternative Milchprodukte besonders relevant. Gemessen am Umsatz war Deutschland im Jahr 2024 mit 856 Millionen Euro der viertgrößte Markt weltweit, nach China (9.052 Mio. Euro), den Vereinigten Staaten (3.520 Mio. Euro) und Japan (1.873 Mio. Euro) (Statista 2026d).

11 Für alternative Milchprodukte stehen im Vergleich zu tierischen Milchprodukten nur eingeschränkt differenzierte Daten zur Verfügung.

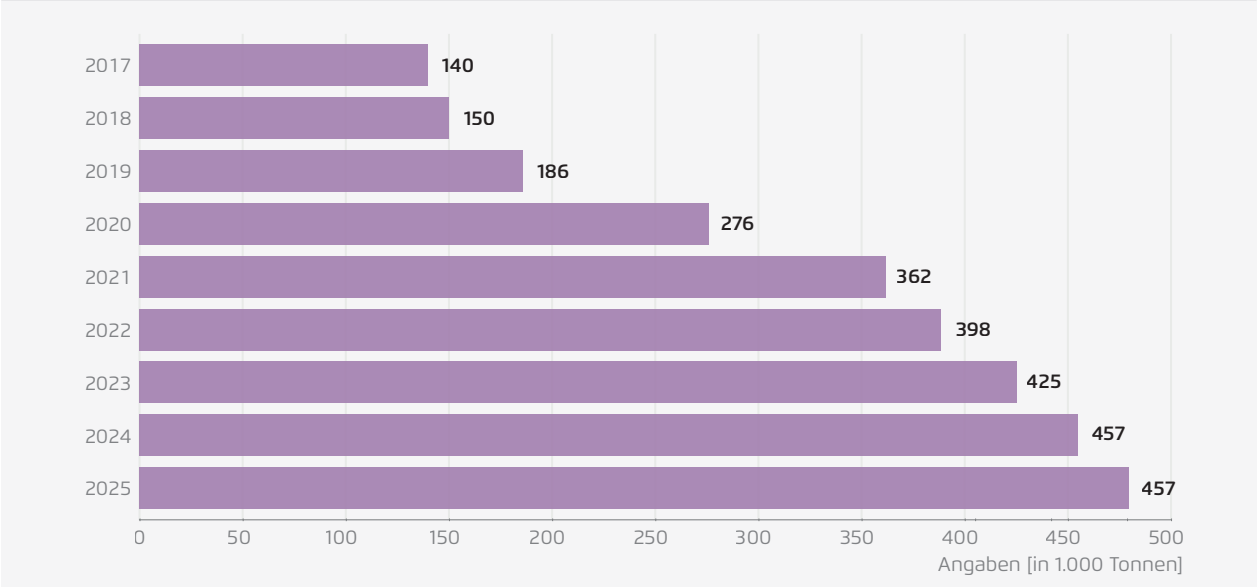
12 Erfasst wurden die Produktkategorien Milch, Käse, Joghurt, Sahne und Quark.

13 Die in GFI (2026) genutzten Daten von Circana beziehen sich auf Verkäufe in deutschen Supermärkten mit einer Fläche von mehr als 200 m², in Hypermärkten sowie in Discountern. Verkäufe in der Gastronomie, sind nicht erfasst.

14 Erfasst wurden die Produktkategorien Milch, Käse, Joghurt und Sahne. Die Kategorie „Milch" wurde durch das Good Food Institute (GFI) in Litern erhoben. Für die vereinfachte Darstellung in Abbildung 6 wird angenommen, dass ein Liter Milch einem Kilogramm entspricht.

15 Berechnung basierend auf Verbrauchsdaten für tierische Milchprodukte (BLE 2024c) sowie Daten des GfK-Haushaltspanels 2021 zu Einkaufsmengen alternativer Milchprodukte (AMI 2022).

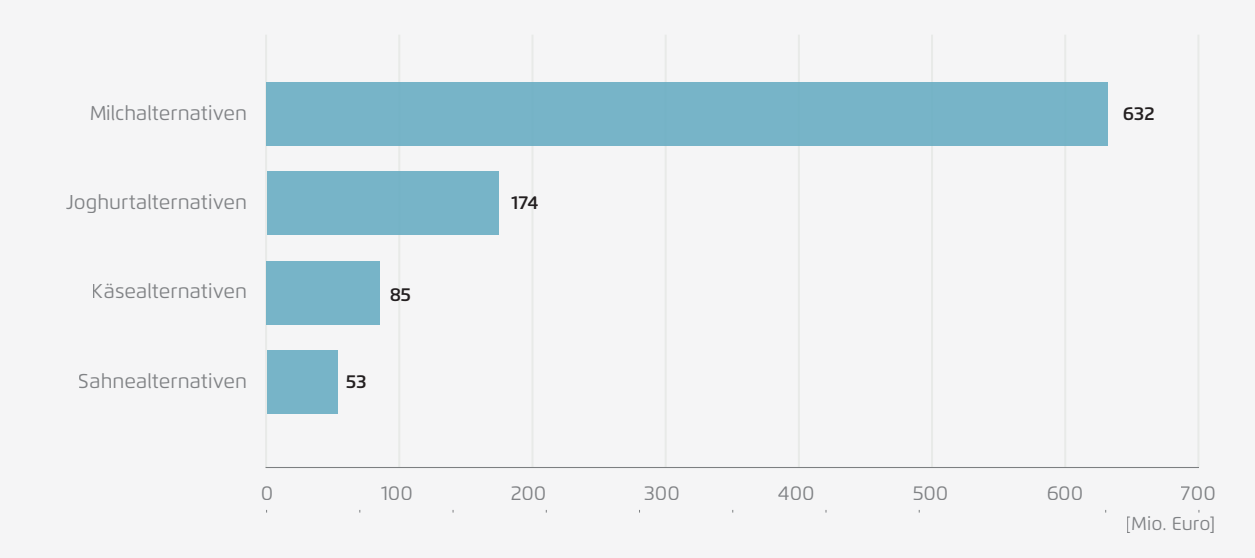
Entwicklung der Nachfrage nach alternativen Milchprodukten (2017–2025) → Abb. 6



Agora Agrar basierend auf Christoph-Schulz et al. (2025) für 2017–2021, GFI (2025) für 2022–2024 und GFI (2026) für 2025. Die Werte für 2017–2021 basieren auf Angaben zur Nachfrageentwicklung, die Werte für 2022–2024 auf Verkaufsdaten. Für die vereinfachte Darstellung wird angenommen, dass ein Liter Milch einem Kilogramm entspricht.

Umsatz mit pflanzlichen Milchalternativen nach Produktkategorie in Deutschland (2025)

→ Abb. 7



Agora Agrar basierend auf GFI (2026).

Biomasse- oder Präzisionsfermentation hergestellt werden, sind derzeit noch nicht auf dem deutschen Markt verfügbar (siehe Kapitel 5).[16]

Die Nachfrageentwicklung zwischen 2017 und 2021 beruhte vor allem auf der steigenden Nachfrage nach pflanzlichen Alternativen zu Trinkmilch und Joghurt. Andere alternative Milchprodukte wie Käse oder Sahne hatten nur eine geringe Relevanz (Christoph-Schulz et al. 2025). Auch in den Jahren 2023 bis 2025 gab es einen Nachfrageanstieg bei pflanzlichen Alternativen zu Milch und Joghurt, während nach einem kurzzeitigen Anstieg der Sahnealternativen in 2024 deren Anteil am Markt in 2025 stagnierte und bei Käsealternativen ein leichter Rückgang zu verzeichnen war (GFI 2026).

Alle oben genannten Angaben beziehen sich auf Verkäufe über den Lebensmitteleinzelhandel. Die Nachfrage über Außer-Haus-Kanäle (Gastronomie, Cafés, Kantinen, Fast Food Restaurants etc.) ist hierdurch nicht erfasst. Für pflanzliche Milchalternativen, die über diese Kanäle verkauft werden, schwanken die Daten zwischen 6 Prozent in 2022 (Mordor Intelligence 2025) und aktuell 15–20 Prozent (Indexbox 2026). Außerdem gibt es in der Literatur die Annahme, dass die Marktdurchdringung in diesen Bereichen weiter steigt (Indexbox 2026).

Im Jahr 2023 wurden deutlich mehr pflanzliche Milchalternativen nach Deutschland importiert (208.448 Tonnen) als exportiert (87.091 Tonnen). Die wichtigsten Lieferländer sind dabei Belgien, Schweden und Italien (Statista 2026d).

Den größten Umsatz im Bereich der Milchalternativen (siehe Abbildung 7) erzielten im Jahr 2025 pflanzliche Trinkmilchalternativen[17] (632 Millionen Euro), gefolgt von Joghurtalternativen mit einem Umsatz von 174 Millionen Euro (GFI 2026). Laut Prognose von Statista Market Insights (2025) wird der Umsatz mit Milchersatzprodukten in Deutschland bis 2028 auf rund 1,5 Milliarden Euro steigen.

16 Eine Ausnahme bilden Produkte des Unternehmens Formo, die Ende 2023 auf den deutschen Markt gebracht wurden.

17 Die verkauften pflanzlichen Milchalternativen basieren überwiegend auf Hafer (67 Prozent), gefolgt von Mandel (19 Prozent) und Soja (8 Prozent). Zudem werden die meisten Produkte als Markenprodukte vertrieben (64 Prozent) (GFI 2025).

4.2 Preisentwicklung

Die Preisdifferenz zwischen tierischen und pflanzlichen Milchprodukten ist in den vergangenen Jahren deutlich gesunken. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Preis für Milch, Käse und Joghurt aus Kuhmilch gestiegen ist und dass der Lebensmittelhandel vermehrt pflanzliche Eigenmarkenprodukte eingeführt hat. Diese können in einigen Fällen preislich mit ihren tierischen Pendants konkurrieren (GFI 2026). Darüber hinaus haben sich verschiedene Akteure im Lebensmitteleinzelhandel das Ziel gesetzt, den Absatz von pflanzlichen Produkten zu steigern (Questionmark 2025, 2026, Sander et al. 2025).

Entsprechend verringerte sich der durchschnittliche Preisunterschied zwischen Kuhmilch und pflanzlichen Milchalternativen von 27 Prozent im Jahr 2022 (1,59 Euro pro Liter pflanzliche Milchalternative gegenüber 1,25 Euro pro Liter Kuhmilch) auf 13 Prozent im Jahr 2024 (1,52 Euro pro Liter pflanzliche Milchalternative gegenüber 1,34 Euro pro Liter Kuhmilch). Bei Eigenmarken waren pflanzliche Milch und Milchgetränke im Jahr 2024 sogar rund zwei Prozent pro Liter günstiger als ihre tierischen Pendants (GFI 2025).

Auch bei Käsealternativen hat sich der durchschnittliche Preisunterschied gegenüber tierischen Produkten verringert. Während er im Jahr 2022 noch bei 68 Prozent lag (14,81 Euro pro Kilogramm für pflanzlichen Käse gegenüber 8,83 Euro pro Kilogramm für tierischen Käse), betrug er im Jahr 2024 nur noch 29 Prozent (12,28 Euro pro Kilogramm für pflanzlichen Käse gegenüber 9,51 Euro pro Kilogramm für tierischen Käse) (GFI, 2025).

Ein ähnlicher Trend zeigt sich bei pflanzlichen Joghurtalternativen. Hier verringerte sich der durchschnittliche Preisabstand von 45 Prozent im Jahr 2022 (3,62 Euro pro Kilogramm für pflanzlichen Joghurt gegenüber 2,49 Euro pro Kilogramm für tierischen Joghurt) auf 35 Prozent im Jahr 2024 (3,64 Euro pro Kilogramm für pflanzlichen Joghurt gegenüber 2,70 Euro pro Kilogramm für tierischen Joghurt) (GFI, 2025).

Bestehende Preisdifferenzen erklären sich auch durch unterschiedliche Mehrwertsteuersätze: Während auf Kuhmilch und auch Käse ein ermäßigter Steuersatz von 7 Prozent gilt, fallen für ihre pflanzlichen Alternativen 19 Prozent an. Für pflanzliche Joghurtalternativen wiederum gilt der ermäßigte Steuersatz.

5 Produktions- und Nachfragepotenzial alternativer Milchprodukte

In diesem Kapitel beschreiben wir technologische Ansätze zur Herstellung alternativer Milchprodukte und analysieren die mögliche Entwicklung der Nachfrage nach solchen Produkten in Deutschland im Jahr 2035.

In Abschnitt 5.1 stellen wir zunächst die wichtigsten Technologien zur Herstellung solcher Alternativen vor. Wir beschreiben die zentralen Merkmale der jeweiligen Herstellungsprozesse, erläutern relevante regulatorische Anforderungen und nennen Beispiele für Produktalternativen sowie für Unternehmen, die diese Produkte entwickeln oder herstellen.

Abschnitt 5.2 untersucht zentrale Einflussfaktoren der Nachfrageentwicklung für alternative Milchprodukte bis 2035. Dabei betrachten wir insbesondere regulatorische Rahmenbedingungen und Zulassungsverfahren, den technologischen Reifegrad der verschiedenen Ansätze, ihre Nutzbarkeit in verarbeiteten Lebensmitteln sowie mögliche Kostenentwicklung.

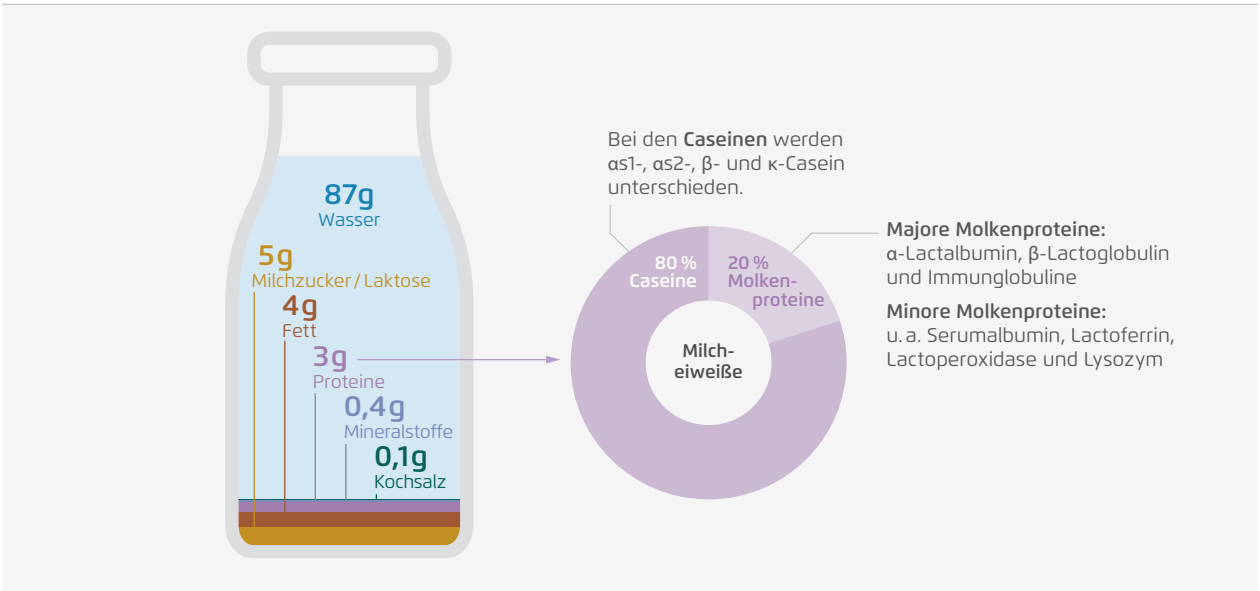
In Abschnitt 5.3 stellen wir zwei mögliche Szenarien für die Entwicklung der Nachfrage nach alternativen Milchprodukten in Deutschland im Jahr 2035 vor: ein konservatives und ein dynamisches Nachfrageszenario.

5.1 Überblick technologischer Ansätze

Für die Herstellung alternativer Milchprodukte existieren verschiedene technologische Ansätze. Ihr Ziel ist es, sowohl den Geschmack als auch die funktionellen Eigenschaften[18] tierischer Milchprodukte möglichst genau nachzubilden. Dabei stehen vor allem Milchproteine im Fokus der technologischen Entwicklung, da sie maßgeblich für viele funktionelle Eigenschaften verantwortlich sind.

18 Kapitel 8.1 im Anhang beschreibt die funktionellen Eigenschaften der einzelnen Milchkomponenten.

Zusammensetzung von Kuhmilch (pro 100 g) → Abb. 8

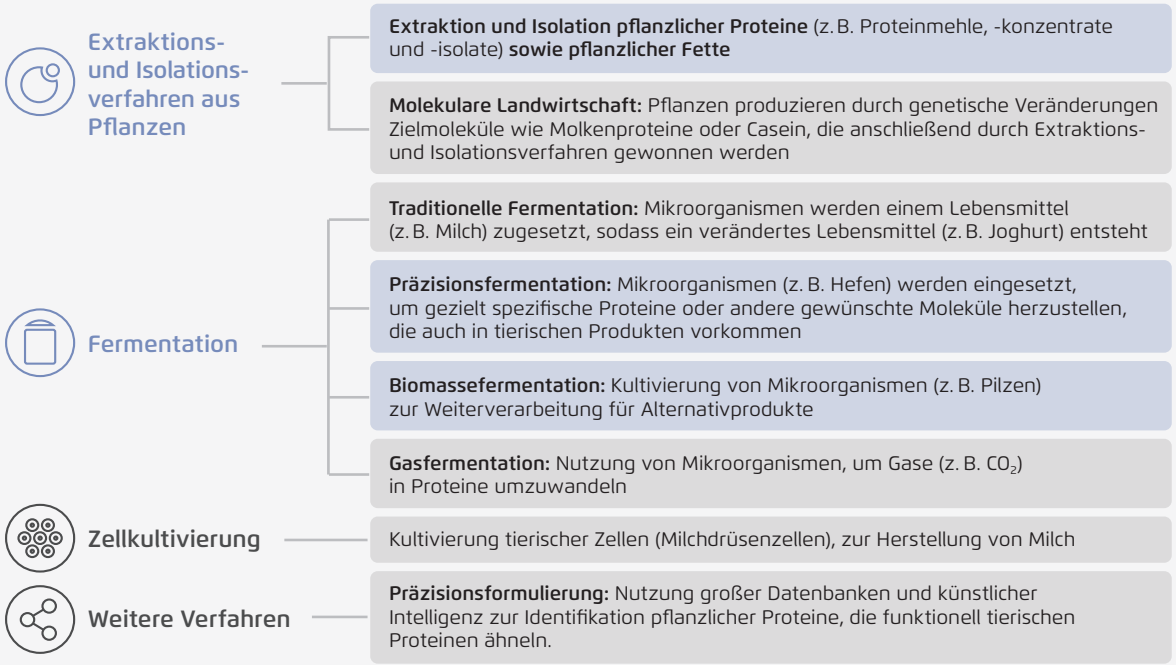


Agora Agrar basierend auf Heseker und Heseker (2024).

Infobox 4: Besondere Bedeutung der Caseine

Die technologische Nachbildung von Caseinen stellt eine besondere Herausforderung dar. In tierischer Milch liegen sie in kugelförmigen Mizellen vor, in denen mehrere Caseinproteine in einer bestimmten Anordnung organisiert sind. Diese Struktur verleiht den Caseinen ihre besonderen funktionellen Eigenschaften. Caseine spielen eine zentrale Rolle für die Textur, Stabilität und sensorischen Eigenschaften von Milchprodukten. Sie sind unter anderem maßgeblich für die cremige Konsistenz sowie das charakteristische Schmelzverhalten von Käse verantwortlich (siehe Anhang, Abschnitt 8.1). Die Nachbildung dieser Strukturen erfordert technologisch anspruchsvolle Verfahren, um die richtige Proteinfaltung und -anordnung zu erreichen. Pflanzliche Proteine unterscheiden sich häufig in ihrer molekularen Struktur und lassen sich nur begrenzt in eine vergleichbare Mizellenstruktur integrieren. Dadurch können Unterschiede in Textur, Mundgefühl und Stabilität der Produkte entstehen.

Technologische Ansätze zur Herstellung alternativer Milchprodukte → Abb. 9



Produktionsverfahren für alternative Milchprodukte, denen bis 2035 ein relevanter Einfluss auf den deutschen Markt zugeschrieben wird und die daher im vorliegenden Bericht näher betrachtet werden.

Agora Agrar

Gemessen am Gesamtgewicht machen Proteine jedoch nur einen sehr geringen Anteil der Milch aus (Abbildung 8).[19]

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über bereits etablierte sowie neue Produktionsmethoden für alternative Milchprodukte[20]. Wir kategorisieren

19 Die genaue Zusammensetzung der Milch variiert sowohl zwischen einzelnen Tierarten als auch im Verlauf der Laktation (Töpel 2007).

20 Produkte auf Insektenbasis werden in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

die Methoden nach dem Ausgangspunkt für die Herstellung des Produkts: Pflanzen, Mikroorganismen oder Zellen (Abbildung 9).[21]

Die Technologien, denen wir in den kommenden zehn Jahren ein relevantes Marktpotenzial im deutschen Markt für alternative Milchprodukte zuschreiben, sind in der Übersicht farblich hervorgehoben. Die Kriterien für diese Einordnung werden in den jeweiligen Unterabschnitten erläutert und teilweise in Abschnitt 5.2 vertieft.

Gleichzeitig befinden sich viele Technologien zur Herstellung alternativer Milchprodukte in einem dynamischen Entwicklungsprozess. Wir erwarten, dass bestehende Verfahren weiter optimiert und möglicherweise um zusätzliche Ansätze ergänzt werden. Zudem überschneiden sich in der Praxis häufig einzelne Methoden. Eine klare Abgrenzung der Verfahren ist deshalb nicht immer möglich und sollte kontextabhängig erfolgen.

5.1.1 Technologien zur Extraktion pflanzlicher Inhaltsstoffe

Für die Herstellung alternativer Milchprodukte werden verschiedene pflanzliche Bestandteile eingesetzt. So spielen beispielsweise pflanzliche Öle und Emulgatoren (z. B. Lecithin) eine wichtige Rolle für die Textur der Produkte. Im Zentrum der technologischen Weiterentwicklung stehen vor allem pflanzliche Proteine und deren funktionelle Eigenschaften.

Pflanzenbasierte (Protein-)Extraktion

Die Extraktion pflanzlicher Proteine ist ein zentraler technologischer Ansatz für die Herstellung alternativer Milchprodukte. Gewonnen werden sie aus proteinreichen Pflanzen wie Leguminosen (z. B. Bohnen, Linsen, Kichererbsen und Soja), Getreide (z. B. Weizen, Hafer, Reis), Ölsaaten (z. B. Sonnenblumenkerne) oder Pseudogetreiden (z. B. Quinoa).

Für pflanzenbasierte Alternativen zu Trinkmilch sind derzeit vor allem Hafer, Mandel, Soja und Kokos relevant (GFI 2025). Für alternative Käseprodukte spielen hingegen Erbsen- und Lupinenproteine eine wichtige Rolle (McClements et al. 2024a). Die gewonnenen Proteine werden zu Mehlen, Konzentraten und Isolaten verarbeitet.[22] Diese Zutaten werden unter anderem auch für pflanzliche Alternativen zu Joghurt und Quark eingesetzt.

Pflanzenbasierte Produkte sind in der Europäischen Union weit verbreitet. Eine Zulassung durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) ist für ihre Vermarktung in der Regel nicht erforderlich. Wenn Unternehmen unsicher sind, ob ein Produkt als neuartiges Lebensmittel gilt, müssen sie die zuständigen Behörden des EU-Mitgliedstaates konsultieren, in dem sie das Produkt erstmals auf den Markt bringen wollen.

In den vergangenen Jahren wurden zwei Pflanzenproteine – aus Mungobohnen und Sonnenblumenkernen – als neuartig eingestuft. Andere Proteine, etwa aus Reis oder Linsen, gelten hingegen nicht als neuartig.

Molekulare Landwirtschaft

Die molekulare Landwirtschaft, ein Teilbereich der Pflanzenbiotechnologie, ermöglicht die Produktion bestimmter Zielmoleküle – etwa Molkenproteine oder Casein – mithilfe gentechnisch veränderter Pflanzen (GFI 2024). Diese Moleküle können anschließend extrahiert und zu milchähnlichen Produkten weiterverarbeitet werden (Schillberg & Finnern 2021).

Molekulare Landwirtschaft wird bereits seit Jahrzehnten zur Herstellung pharmazeutischer Produkte eingesetzt. Die Anwendung zur Gewinnung von Inhaltsstoffen für alternative Milchprodukte ist jedoch neu. Für entsprechende Produkte wäre daher eine Zulassung durch die EFSA erforderlich.

21 Sofern bestimmte Begriffe von verschiedenen Akteuren unterschiedlich verwendet werden, wird dies im Text entsprechend kenntlich gemacht.

22 Die Klassifizierung erfolgt nach dem Proteingehalt: Mehle enthalten weniger als 50 Prozent Protein, Proteinkonzentrate zwischen 50 und 80 Prozent und Proteinisolate mehr als 80 Prozent (Schweiggert-Weisz et al. 2024).

Beispiele für Unternehmen in diesem Bereich sind Alpine Bio (ehemals Nobell Foods), Miruku und Mozza, die tierfreie Milchproteine für Produkte wie Käse, Eiscreme oder Joghurt herstellen.

Auf Grundlage der durchgeführten Literaturrecherche und der Experteninterviews nehmen wir an, dass die molekulare Landwirtschaft in den kommenden zehn Jahren keine nennenswerte Rolle für die Entwicklung von Alternativen zu Milchprodukten in der Europäischen Union spielen wird. Gründe dafür sehen wir unter anderem in der bislang fehlenden EU-Zulassung, den hohen Produktionskosten im Vergleich zu anderen Technologien sowie in möglichen Vorbehalten der Verbraucher und Verbraucherinnen gegenüber gentechnisch erzeugten Produkten.

Präzisionsformulierung

Bei der Präzisionsformulierung werden mithilfe künstlicher Intelligenz große Datenbanken analysiert, um essbare Pflanzen zu identifizieren, deren Proteine funktionelle Ähnlichkeiten zu tierischen Proteinen aufweisen. Im Rahmen dieses Verfahrens werden gezielt Kombinationen pflanzlicher Komponenten entwickelt, um Produkte mit spezifischen funktionellen Eigenschaften zu erzeugen. Dabei können beispielsweise verschiedene pflanzliche Substrate kombiniert werden, um ein Aminosäureprofil zu erreichen, das dem eines tierischen Proteins entspricht (Kumar et al. 2022).

Im Unterschied zur molekularen Landwirtschaft ist hierfür keine genetische Veränderung erforderlich. Sofern die identifizierten Pflanzen traditionell in Europa verzehrt werden, ist in der Regel auch keine Zulassung durch die EFSA als neuartiges Lebensmittel erforderlich.

Derzeit nutzen nur wenige Unternehmen diese Technologie zur Herstellung alternativer Milchprodukte. Climax Foods stellt beispielsweise einen Blauschimmelkäse auf Basis eines pflanzlichen Casein-Bestandteils her. Das Unternehmen NotCo hat verschiedene pflanzliche Molkereiprodukte entwickelt, darunter Milch- und diverse Käsealternativen. Produkte beider Unternehmen sind bereits auf dem US-amerikanischen Markt verfügbar. Neben NotCo bietet auch das Unternehmen Shiru ihre Technologie als Plattformdienstleistung für andere Lebensmittelunternehmen an.

5.1.2 Fermentationstechnologien

Der Begriff „Fermentationstechnologien" umfasst Methoden, bei denen in einem Nährmedium vermehrte Mikroorganismen entweder neue Lebensmittel herstellen oder bestehende verändern. Zu diesen Mikroorganismen zählen beispielsweise einzellige Pilze (Hefen), Algen oder Bakterien. Auch Myzelien, also die Wurzelgeflechte mehrzelliger Pilze, können verwendet werden.

Fermentation wird üblicherweise in „traditionelle Fermentation", „Biomassefermentation" und „Präzisionsfermentation" unterteilt (Carter et al., 2023). Je nach Definition kann auch die Gasfermentation der Biomassefermentation zugerechnet oder – wie im vorliegenden Bericht – als eigenständige Kategorie behandelt werden.

Traditionelle Fermentation

Bei der traditionellen Fermentation von Milchprodukten wie Käse, Joghurt oder Sauerrahm werden Milchsäurebakterien eingesetzt, um die Milch anzusäuern, Geschmack und Textur zu verändern und die Haltbarkeit zu verlängern. Traditionelle Fermentation verändert damit ein bestehendes Lebensmittel durch den Einsatz von Mikroorganismen.

Auch zur Herstellung pflanzlicher Milchalternativen wird die traditionelle Fermentation genutzt. Dabei werden flüssige Pflanzenextrakte durch Bakterien fermentiert, ähnlich der Herstellung fermentierter Milchprodukte. Beispiele hierfür sind Joghurtalternativen auf Hafer-, Soja- oder Kokosnussbasis von Alpro, Joghurt von Oatly, Mozzarella und Frischkäse auf Cashew-Basis von Miyoko's Creamery oder die pflanzlichen Butterprodukte von The Vegan Dairy (Pua et al., 2022). Eine Zulassung durch die EFSA ist für dieses Verfahren nicht erforderlich.

Da sich pflanzliche Moleküle anders verhalten als Milchmoleküle, reicht dieses Verfahren allein nicht

aus, um tierischen Produkten ähnliche Alternativen hinsichtlich Textur und Geschmack zu erzeugen. Daher sind in der Regel zusätzliche Inhaltsstoffe wie Stabilisatoren und Emulgatoren erforderlich (Pua et al. 2022).

Die traditionelle Fermentation kann jedoch eingesetzt werden, um sensorische Eigenschaften, ernährungsphysiologische Merkmale, Textur und mikrobielle Sicherheit pflanzlicher Alternativen gezielt zu verbessern (Pua et al. 2022, Tangyu et al. 2019).

Biomassefermentation

Die Biomassefermentation nutzt die Fähigkeit von Mikroorganismen, sich schnell zu vermehren und Biomasse mit hohem Proteingehalt zu erzeugen. Diese Biomasse wird entweder direkt zu Produkten verarbeitet oder als funktioneller Inhaltsstoff genutzt, etwa in Form von Polysacchariden, Proteinen, Lipiden/Omega-3-Fettsäuren, Vitaminen, Mineralien oder Ballaststoffen (Augustin et al. 2023, Teng et al. 2021). Das Unternehmen Quorn nutzt die Biomassefermentation bereits seit den 1980er-Jahren, um Fleischalternativen herzustellen (Nielsen et al. 2024).

Diese Technologie wird auch bei der Produktion alternativer Milchprodukte eingesetzt. Die aus dem Fermentationsprozess resultierende Biomasse kann zu einem Proteinpulver getrocknet und pflanzlichen Milchprodukten zugesetzt werden. Darüber hinaus kann sie zur Anreicherung in einer Vielzahl von Anwendungen dienen, etwa in Back- und Süßwaren oder in Sportnahrung.

Beispiele für Unternehmen, die Biomassefermentation zur Herstellung alternativer Milchprodukte nutzen, sind The Protein Brewery und Nature's Fynd, die jeweils Pilzproteine verwenden, sowie Nutrition from Water und Algenwerk, die beide mit Algen arbeiten.[23]

Eine Genehmigung durch die EFSA ist in der Regel nicht erforderlich, sofern das Verfahren nicht von in der Europäischen Union bereits zugelassenen Verfahren abweicht, etwa durch die Verwendung neuartiger Mikroorganismen (Lähteenmäki-Uutela et al. 2021).

Gasfermentation

Die Gasfermentation folgt der gleichen Logik wie die Biomassefermentation, beruht aber auf der Nutzung von Mikroorganismen, die Gase wie Kohlenstoffdioxid in Proteine umwandeln können. Dadurch sind keine festen Zucker- oder Kohlenstoffquellen erforderlich, um die Mikroorganismen mit zusätzlichen Nährstoffen zu versorgen.

Ein Beispiel hierfür ist die Produktion des Proteins „Solein" durch das finnische Unternehmen Solar Foods. Das Proteinpulver kann als Zutat in verschiedenen Lebensmitteln wie Joghurt oder Brot verwendet werden.

Solein wurde in Singapur als neuartiges Lebensmittel zugelassen und hat in den Vereinigten Staaten den GRAS-Status *(Generally Recognized as Safe)* erhalten. Die EU-Zulassung erwartet Solar Foods für das Jahr 2026 (Solar Foods 2024). Eine Genehmigung durch die EFSA ist erforderlich, da die Verwendung gasfermentierender Mikroorganismen zur Herstellung von Lebensmitteln als neue Produktionsmethode gilt (Lähteenmäki-Uutela et al. 2021).

Präzisionsfermentation

Bei der Präzisionsfermentation werden gentechnisch veränderte Mikroorganismen genutzt, um gezielt funktionelle Inhaltsstoffe herzustellen. Am Ende des Fermentationsprozesses werden die erzeugten Zielmoleküle, etwa Casein, durch Aufreinigung isoliert und von den Mikroorganismen, die sie produziert haben, getrennt (Eastham & Leman 2024, Kwon et al. 2024).[24]

23 Algenwerk, 2025; Lafarga et al., 2020; Nature's Fynd, 2025; Nutrition From Water, 2025; Watson, 2024b

24 Eine ausführlichere Definition veröffentlichten 2024 die Fachverbände Food Fermentation Europe und die US Precision Fermentation Alliance (Watson 2024a**):** „Precision fermentation combines the process of traditional fermentation with the latest advances in biotechnology to efficiently produce a compound of interest, such as a protein, flavour molecule, vitamin, pigment, or fat. A specific molecular sequence is inserted into a microorganism to give it instructions to produce the desired molecule when fermented. These molecular sequences are derived from digitised databases rather than taken directly from the relevant animals or plants. At the end of the fermentation process, the resulting compounds are filtered out, separating them from the microorganisms that produced them."

Infobox 5: Fließende Grenzen zwischen Fermentationstechnologien

Die Verknüpfung verschiedener Fermentationstechnologien zur Optimierung von Gesamtprozessen gewinnt zunehmend an Bedeutung und kann „als Spektrum sich überschneidender Lösungen" (GFI, 2023) bezeichnet werden. So werden beispielsweise in der Bierproduktion bereits gentechnisch veränderte Hefen eingesetzt (Präzisionsfermentation), die während des traditionellen Fermentations- bzw. Gärungsprozesses Hopfenaromen erzeugen (Hiessel & Rübberdt, 2023). Inhaltsstoffe aus der Präzisionsfermentation können, ähnlich der Biomassefermentation (GFI, 2023), einen erheblichen Anteil an der Masse des Endprodukts ausmachen. Neue Kategorien wie die Gasfermentation verdeutlichen diese fließenden Übergänge zusätzlich. Dient der Prozess hingegen der gezielten Herstellung definierter Moleküle, wird die Gasfermentation als Produktionsplattform für diese Zielmoleküle eingesetzt.

Die Präzisionsfermentation wird weltweit seit mehreren Jahrzehnten zur Herstellung von Arzneimitteln wie Insulin sowie gängigen Lebensmittelzutaten wie Lab eingesetzt. Im Bereich alternativer Milchprodukte wird sie vor allem zur Herstellung von Milchproteinen wie Caseinen und Molkenproteinen genutzt. Die so gewonnenen Proteine besitzen dieselben Funktionalitäten wie ihre tierischen Äquivalente und können diese daher vollständig ersetzen.

Darüber hinaus wird die Präzisionsfermentation zur Herstellung alternativer Fette verwendet. Ein Beispiel bietet das schwedische Unternehmen Melt&Marble, das mittels der Präzisionsfermentation gezielt Milchfette produziert (Melt&Marble 2025).

Für jedes Lebensmittel, das mithilfe der Präzisionsfermentation hergestellt wird, ist eine Genehmigung durch die EFSA erforderlich, da das Verfahren als neuartige Produktionsmethode gilt.

In anderen Weltregionen wurden Lebensmittel auf der Basis von Präzisionsfermentation bereits zugelassen. In den USA betrifft dies beispielsweise New Culture für die Herstellung von Casein sowie 21st.BIO und Perfect Day für Molkenproteine (Cultivated X 2024).[25]

Die Grenzen zwischen unterschiedlichen Fermentationsarten sind fließend (siehe Infobox 5).

5.1.3 Zellkultivierung

Zellkultivierung wird bislang vor allem wegen ihres Potenzials für die Entwicklung von Alternativen zu Fleischprodukten diskutiert. Einige Unternehmen erforschen diesen Ansatz jedoch auch für alternative Milchprodukte. Bei der Zellkultivierung werden Zellen, die von lebenden Tieren oder Pflanzen stammen, in Bioreaktoren vermehrt.[26]

Für die Herstellung alternativer Milchprodukte werden hierfür *Mammary epithelial cells* (MECs) verwendet, also Brustepithelzellen, die in der Milchdrüse (Mamma) Milch produzieren (Kwon et al., 2024). Unternehmen wie TurtleTree, Wilk und Senara experimentieren mit verschiedenen Techniken, um über die Zellkultivierung Milch beziehungsweise einzelne Milchkomponenten herzustellen.

25 In Neuseeland wurde ein Molkenprotein des Unternehmens Daisy Lab zugelassen (Environmental Protection Authority 2024) und in China ein Lactoferrin des Unternehmens All G (Vegconomist 2024).

26 Im Bereich der Zellkultivierung bestehen unterschiedliche Definitionen verschiedener Stakeholder (Grossmann 2024, Kwon et al. 2024, Moritz et al. 2024, Stephens et al. 2018). Teilweise wird darunter auch die allgemeine Produktion landwirtschaftlicher Produkte durch Zellen verstanden, also auch durch Bakterien, Pilze und Algen. Diese Interpretation ist im Diskurs jedoch weniger verbreitet. Die Produktion von Milchkomponenten durch Pilze, Bakterien und andere Mikroorganismen wird im Abschnitt 5.1.2 zur Fermentation erläutert.

Infobox 6: Hybride Alternativprodukte

Hybride Alternativprodukte kombinieren Zutaten unterschiedlicher Herkunft, um beispielsweise funktionale oder ökologische Ziele zu erreichen. Sie umfassen sowohl Kombinationen aus pflanzlichen und tierischen Zutaten – in der internationalen Literatur auch als *Blended Products* bezeichnet, etwa Mischungen aus Butter und pflanzlichen Ölen – als auch Kombinationen aus pflanzlichen und biotechnologisch hergestellten Zutaten, etwa aus der Präzisionsfermentation (WBAE 2025). Diese Produkte zielen vor allem darauf ab, den Anteil tierischer Zutaten zu reduzieren, ohne den gewohnten Geschmack oder die Textur deutlich zu verändern. Das Marktpotenzial hybrider Produkte ist derzeit schwer abschätzbar. Im Hinblick auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen könnte diesem Konzept jedoch eine wichtige Rolle zukommen.

Ein besonders vielversprechender Ansatz ist die Kombination pflanzenbasierter Proteine mit Proteinen aus Fermentationstechnologien, da sich dadurch neue funktionelle Eigenschaften ergeben können. Insbesondere für alternative Käse- und Frischkäseprodukte sehen Expertinnen und Experten in der Kombination pflanzlicher Rohstoffe mit Proteinen aus Fermentationstechnologien großes Potenzial. Diese könnten bestehende Texturprobleme pflanzenbasierter Produkte reduzieren und damit die sensorische Qualität von Käsealternativen deutlich erhöhen. Auch bei Joghurtalternativen könnten durch Fermentation erzeugte Molkenproteine dazu beitragen, Sensorik und Funktionalität der Produkte zu verbessern. Gleichzeitig ist für die Verbraucherakzeptanz und -nachfrage eine passende Verbraucherkommunikation entscheidend.

Neben tierischen Zellen können auch pflanzliche Zellen in Bioreaktoren kultiviert werden. Diese Technologie wird bereits zur Herstellung von zahlreichen Lebensmittelzutaten wie Farb- und Aromastoffen eingesetzt (Davies & Deroles 2014).

Aufgrund der Fortschritte in der Präzisionsfermentation wird diesem Ansatz in der Literatur und von vielen Expertinnen und Experten mittelfristig jedoch ein geringeres Potenzial zugeschrieben. Zudem bestehen regulatorische Hürden: Für jedes durch Zellkultivierung hergestellte Lebensmittel ist eine Genehmigung der EFSA erforderlich, da es sich um eine neue Produktionsmethode handelt (Lähteenmäki-Uutela et al. 2021).

5.2 Einflussfaktoren der Angebots- und Nachfrageentwicklung für alternative Milchprodukte

Verschiedene Faktoren beeinflussen die mögliche Entwicklung von Angebot und Nachfrage für alternative Milchprodukte in Deutschland. Dazu gehören insbesondere die regulatorischen Rahmenbedingungen beziehungsweise die Zulassung der Produkte, der technologische Reifegrad der jeweiligen Verfahren und deren Nutzbarkeit in verarbeiteten Lebensmitteln sowie die Entwicklung der Produktionskosten. Weitere Einflussfaktoren, die in diesem Bericht nur am Rande betrachtet werden, sind der Ausbau von Produktionskapazitäten und die Akzeptanz bei Endverbrauchern und Endverbraucherinnen.

Nachfolgend wird der mögliche Einfluss dieser Faktoren dargestellt. In Abschnitt 5.3 skizzieren wir darauf aufbauend zwei Szenarien, wie sich die Nachfrage für Milchprodukte und alternative Milchprodukte künftig entwickeln könnte.

5.2.1 Regulatorik

Für die Zulassung alternativer Milchprodukte auf dem deutschen Markt sind insbesondere zwei EU-Verordnungen relevant: die EU-Verordnung über neuartige Lebensmittel sowie die EU-Verordnung über gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel.

EU-Verordnung über neuartige Lebensmittel („Novel-Food-Verordnung")

In der Europäischen Union gelten Lebensmittel, die vor dem 15. Mai 1997 in der EU nicht in nennenswertem Umfang konsumiert wurden, als „neuartige Lebensmittel" und unterliegen der *EU-Verordnung über neuartige Lebensmittel* (EU 2015/2283). Alle „neuartigen Lebensmittel" müssen ein Zulassungsverfahren durchlaufen, bevor sie in Verkehr gebracht werden dürfen.

Das Verfahren beinhaltet unter anderem eine umfassende Sicherheitsbewertung durch die EFSA, um sicherzustellen, dass keine Risiken für die Verbraucher und Verbraucherinnen bestehen und neuartige Lebensmittel nicht mit irreführenden Angaben vermarktet werden (BfR 2025a).

Die endgültige Zulassungsentscheidung trifft der Ständige Ausschuss für Pflanzen, Tiere, Lebensmittel und Futtermittel (*Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed*, SCoPAFF), der sich aus Vertreterinnen und Vertretern der EU-Mitgliedstaaten zusammensetzt. Eine positive Stellungnahme erfordert eine qualifizierte Mehrheit. Diese liegt vor, wenn 55 Prozent der Mitgliedstaaten zustimmen, die zugleich mindestens 65 Prozent der EU-Bevölkerung repräsentieren (Reinhardt & Monaco, 2025).

Produkte auf Basis pflanzlicher Inhaltsstoffe benötigen in der Regel keine Zulassung vor dem Inverkehrbringen. Produkte aus Präzisions- oder Gasfermentation, der molekularen Landwirtschaft oder der Zellkultivierung fallen hingegen meist unter die Novel-Food-Verordnung und benötigen eine entsprechende Zulassung (Lähteenmäki-Uutela et al. 2021). Auch einige mit Hilfe der Biomassefermentation hergestellten Lebensmittel oder Zutaten müssen durch die Novel-Food-Verordnung geprüft werden.

Laut Verordnung sollte eine Entscheidung über einen Zulassungsantrag innerhalb von 18 bis 24 Monaten getroffen werden. Die bisherige Praxis zeigt jedoch, dass die Verfahren oft deutlich länger dauern. Diese zeitliche Unsicherheit wird von Unternehmen häufig als Grund genannt, warum sie den EU-Markt als besonders schwierig ansehen (Poppe 2025).

EU-Verordnung über gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel („GVO-Verordnung")

Die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 regelt die Zulassung, Überwachung und Kennzeichnung genetisch veränderter Lebens- und Futtermittel in der Europäischen Union. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens führt die EFSA eine wissenschaftliche Risikobewertung durch. Erst nach einer positiven Bewertung durch die EFSA kann die Europäische Kommission eine Zulassung erteilen (BfR 2025b).

Für neuartige Lebensmittel, bei denen ein gentechnisches Verfahren eingesetzt wird, muss nachgewiesen werden, dass das Endprodukt keine lebensfähigen Zellen und keine DNA gentechnisch veränderter Organismen enthält (Knight 2023). Bei der Präzisionsfermentation dienen die gentechnisch veränderten Mikroorganismen jedoch nur als „Zellfabrik" für die zu erzeugenden Moleküle. Da die produzierenden Mikroorganismen im Anschluss an den Fermentationsprozess vom Endprodukt getrennt werden, ist in der Regel davon auszugehen, dass diese nicht als gentechnisch verändertes Lebensmittel zugelassen werden müssen.

5.2.2 Technologische Reife der Produktionsverfahren

Auf Grundlage unserer Literaturanalyse und der Interviews mit Expertinnen und Experten sehen wir drei der in Abschnitt 5.1 beschriebenen Technologien in den kommenden zehn Jahren für die Produktion alternativer Milchprodukte als besonders relevant an:

1. **Pflanzenbasierte Alternativen** bleiben kurz- und mittelfristig die wichtigste Grundlage für die Marktentwicklung. Die Extraktionsprozesse für pflanzliche Proteine und Fette sind bereits industriell skaliert und marktreif. Zudem unterliegen pflanzliche Proteine meist weder der Zulassungspflicht nach der Novel-Food-Verordnung noch der GVO-Verordnung und können daher ohne entsprechende Beschränkungen genutzt werden (EFSA 2025b). Herausforderungen bestehen weiterhin bei den strukturellen Eigenschaften wie der

Textur (etwa bei Käsealternativen) sowie bei der Ausprägung von Fremdgeschmack. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Funktionalität pflanzlicher Proteine schwankt, da sie maßgeblich vom biologischen Ursprung, dem Isolationsverfahren sowie der thermischen Vorbehandlung beeinflusst wird. In den letzten Jahren konnten diese Defizite jedoch deutlich verringert werden. Die befragten Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass sowohl die pflanzenbasierten Rohstoffe als auch die Rezepturen weiterhin kontinuierlich optimiert werden.

2. **Biomassefermentation** bietet mittelfristig ebenfalls das Potenzial, Milchproteine teilweise funktional zu ersetzen. Die Bewertung dieses Potenzials variiert jedoch unter den Expertinnen und Experten. Grundsätzlich wird der Technologie ein großes Potenzial zugeschrieben, da sie hohe Wachstumsraten ermöglicht und bereits erste Produkte auf dem Markt erhältlich sind. Für eine breitere Marktdurchdringung müssen jedoch noch Skalierungs- und Kostenhürden überwunden werden. Den Expertinnen und Experten zufolge kommen die funktionellen Eigenschaften der Proteine aus der Biomassefermentation den Eigenschaften von Milchproteinen bereits sehr nahe.
3. **Präzisionsfermentation** dürfte mittel- bis langfristig an Bedeutung gewinnen. Die befragten Expertinnen und Experten sehen in dieser Technologie mittelfristig – etwa in zehn Jahren – und langfristig ein großes Potenzial, Milchproteine und Milchfette zu ersetzen. Gleichzeitig erschweren das häufig langwierige Zulassungsverfahren der EFSA sowie die GVO-Verordnung den Marktzugang. Zudem sind die Kosten des Verfahrens derzeit noch hoch, sodass die Technologie gegenüber anderen Verfahren aktuell nicht konkurrenzfähig ist.

5.2.3 Kostenkomponenten und Preisentwicklung bei der Herstellung alternativer Molkereiprodukte

Die Entwicklung der Produktionskosten und eine mögliche Preisparität zu tierischen Produkten sind neben den funktionalen Eigenschaften der Milchalternativen zentrale Faktoren für die Marktentwicklung. Da bislang kaum belastbare Daten zu den Herstellungskosten alternativer Milchprodukte verfügbar sind, entwickeln wir nachfolgend grobe Schätzungen für ausgewählte Kostenkomponenten. Diese basieren auf Experteninterviews und Literaturrecherche.

Bei einigen Zukunftstechnologien, insbesondere der Präzisionsfermentation, dürften die größten Kosten in den kommenden Jahren weiterhin im Bereich Forschung & Entwicklung sowie in der Skalierung der Produktionsverfahren liegen. Die damit verbundenen Investitionen zielen darauf ab, Produkte mit funktionalen Eigenschaften zu entwickeln, die tierische Produkte mittelfristig ohne geschmackliche oder funktionale Einbußen und zu geringeren Kosten ersetzen können.

Neben Forschung & Entwicklung zählen Investitionen in Anlagen und Gebäude, Energie, Rohstoffe und Arbeitskräfte zu den wichtigsten Kostenkomponenten bei der Herstellung von Milchalternativen.

Die Rohstoffkosten unterscheiden sich je nach Technologie deutlich. Pflanzenbasierte Produkte basieren in der Regel auf proteinreichen Pflanzen wie Soja, Lupinen oder Hafer. Bei fermentationsbasierten Verfahren besteht die Nährlösung für die Mikroorganismen hingegen überwiegend aus zucker- und kohlenhydrathaltigen Substraten. In den Interviews gingen die Expertinnen und Experten davon aus, dass die Rohstoffkosten bei fermentationsbasierten Proteinen etwa 50 Prozent der Gesamtkosten ausmachen. Bei pflanzenbasierten Produkten entstehen zusätzliche Kosten durch den Einsatz von Zusatzstoffen wie Emulgatoren oder Stabilisatoren. Diese sind notwendig, um funktionelle Schwächen der pflanzenbasierten Proteine (wie Struktur oder Gelbildung) auszugleichen. Diese Kosten fallen bei fermentationsbasierten Produkten nicht an.

Die Vorbereitung und Durchführung der Fermentation sowie die anschließende Aufbereitung werden von den Expertinnen und Experten auf etwa 20 bis 30 Prozent der Gesamtkosten geschätzt. Dazu zählen unter anderem die Kultivierung der Mikroorganismen für die Inokulation („*Seed Train*"), die

Sterilisation der Anlagen, die Abwasserbehandlung sowie die energieintensive Produktion im Bioreaktor. Letztere erfordert eine präzise Steuerung von Temperatur, pH-Wert, Belüftung und Rührgeschwindigkeit und führt daher zu einem hohen Energiebedarf. Auch die Extraktion und Aufreinigung der Proteine, beispielsweise durch Homogenisierung oder Mikrofiltration, sind energieintensiv (Aminetzah et al. 2025, Eastham & Leman 2024).

Auch die Investitionskosten für die fermentationsbasierte Proteinproduktion müssen berücksichtigt werden. Laut der Studie *Potenziale der Präzisionsfermentation für Niedersachsen* der Landesinitiative Ernährungswirtschaft Niedersachsen (LI Food) würde der Bau einer Anlage zur Herstellung von Proteinen mit einem Produktionsvolumen von 2.500 m^3 etwa 250 bis 375 Millionen Euro kosten.[27]

Nach Aussage mehrerer Expertinnen und Experten bestehen ähnliche Herstellungskosten für viele pflanzliche und tierische Milchprodukte. Dennoch unterscheiden sich viele Endprodukte weiterhin deutlich in ihren Verkaufspreisen. Dies kann unter anderem daran liegen, dass die Produktionsmengen bislang geringer sind und dadurch Prozess-, Transport- und Marketingkosten stärker ins Gewicht fallen.

Konkrete Annahmen zur künftigen Preisentwicklung alternativer Milchprodukte sind bislang selten. Eine Studie von Bright Green Partners (2024) schätzt auf Grundlage erster Pilotanlagen im kommerziellen Maßstab die Herstellungskosten von Milch aus Präzisionsfermentation auf etwa 1,00 bis 1,50 Euro pro Liter, verglichen mit 0,65 Euro pro Liter für Kuhmilch und 0,70 Euro pro Liter für Soja- oder Hafermilch.

Kostensenkungen im Bereich der Fermentation könnten insbesondere durch den Einsatz kostengünstigerer Substrate und die Optimierung mikrobieller Produktionsstämme erreicht werden. Zudem lässt sich der Verbrauch von Nährmedien durch Recyclingverfahren weiter senken. So könnten hochpreisige Bestandteile teilweise durch günstigere Zuckerquellen ersetzt werden, etwa durch Zucker der zweiten Generation wie Lignocellulosezucker, Reststoffströme aus der Lebensmittelindustrie oder anderen Industrien, etwa Melasse oder Glycerin aus der Biodieselproduktion (Hiessl & Rübberdt 2023).

Die Wettbewerbsfähigkeit alternativer Milchprodukte hängt jedoch nicht nur von deren eigenen Produktionskosten ab, sondern auch von der Entwicklung der Produktionskosten für Kuhmilch. Diese sind im Zeitraum von 2020 bis 2024 um mehr als 20 Prozent gestiegen (Milch Board 2025). Ähnlich wie bei pflanzlichen Alternativen sind auch die Milchpreise stark von der Entwicklung der Energiepreise abhängig.

Zukünftig könnten darüber hinaus eine steigende Nachfrage nach Tierwohlstandards sowie die Bepreisung von Treibhausgasemissionen zu höheren Milchpreisen führen. Da das Tierwohl für Milchkühe in Deutschland bereits auf einem vergleichsweise hohen Niveau liegt, gehen wir hier nicht von deutlich steigenden Kosten aus.

5.3 Szenarien zur Nachfrageentwicklung alternativer Milchprodukte bis 2035

5.3.1 Darstellung der Nachfrageszenarien

Auf Grundlage der Auswertung nationaler und internationaler Literatur, von Experteninterviews sowie der in Abschnitt 5.1 und 5.2 dargestellten Analysen haben wir zwei Nachfrageszenarien entwickelt, die mögliche Entwicklungen des Konsums alternativer Milchprodukte in Deutschland bis zum Jahr 2035 beschreiben. Dabei wird von einem grundsätzlich konstanten Pro-Kopf-Verbrauch von

27 Die mögliche Produktionsmenge einer solchen Anlage hängt unter anderem vom verwendeten Wirtsorganismus und der Prozesslaufzeit ab. Nielsen et al. (2024) geben beispielhaft an, dass bei einem Produktionsvolumen von 2.500 m^3 die Fermentation von Beta-Lactoglobulin (BLG) mit einem Wirtsorganismus wie Trichoderma oder Aspergillus bei einer Betriebszeit von 330 Tagen pro Jahr, einer Fermentationsdauer von zehn Tagen, einem Titer von einem Gramm pro Liter und einer Gesamtrückgewinnung aus der Fermentationsbrühe von 50 Prozent zu einer jährlichen Produktionsmenge von 41,25 Tonnen BLG führen kann.

Milchprodukten ausgegangen, bei dem sich jedoch die Anteile tierischer und alternativer Produkte verschieben. Wir unterscheiden ein konservatives und ein dynamisches Nachfrageszenario (Tabelle 3).

Konservatives Nachfrageszenario

Das konservative Szenario orientiert sich primär an der Fortschreibung bestehender Trends. Es geht von einem moderaten Marktwachstum aus, das unter anderem durch Verzögerungen bei der EU-Zulassung neuer Produkte aus der Präzisionsfermentation gebremst wird. Gleichzeitig werden die Herstellungsprozesse für pflanzenbasierte Proteine weiter optimiert, was zu einer Verbesserung der Produktqualität führt. Durch Produktionsoptimierungen und steigende Absatzmengen sinken zudem die Kosten pflanzenbasierter Alternativen.

Darüber hinaus nehmen wir an, dass Produkte und Zutaten aus der Biomassefermentation schneller eine Zulassung gemäß der Novel-Food-Verordnung erhalten als Produkte und Zutaten aus der Präzisionsfermentation. Zum Teil benötigen sie auch keine Zulassung. Der Einsatz neuer Technologien trägt dazu bei, funktionale Schwächen pflanzenbasierter Produkte zu reduzieren. Der Ausbau der Produktionskapazitäten bleibt in diesem Szenario jedoch begrenzt, insbesondere aufgrund des hohen Investitionsbedarfs für Fermentationsanlagen und Bioreaktoren.

Im konservativen Szenario erreichen Milchersatzprodukte bis zum Jahr 2035 einen Anteil von insgesamt 12,5 Prozent am gesamten Pro-Kopf-Verbrauch von Milchprodukten. Aufgeteilt nach verschiedenen Produktkategorien nehmen wir einen Anteil von 15 Prozent bei Konsummilchalternativen, von 10 Prozent bei Joghurtalternativen, von 10 Prozent bei Sahnealternativen und von 5 Prozent bei Käsealternativen (inklusive Frischkäse) an.[28]

Dynamisches Nachfrageszenario

Das dynamische Szenario basiert auf der Annahme stärkerer technologischer Fortschritte, eines mittleren Marktwachstums sowie weitgehend verzögerungsfreier EU-Zulassungen für Produkte aus der Präzisionsfermentation. Der Markt für alternative Milchprodukte wächst weiterhin, getragen von pflanzenbasierten Alternativen. Fortschritte in der Pflanzenzucht, der Einsatz innovativer Technologien sowie die Anwendung künstlicher Intelligenz verbessern die Produktqualität erheblich. Durch Produktionsoptimierungen und Skaleneffekte erreichen pflanzenbasierte Alternativen Preisparität mit tierischen Produkten; einige Produkte werden sogar günstiger als ihre tierischen Pendants.

Die Biomassefermentation ist in diesem Szenario etabliert und wird gezielt zur Herstellung von Hybridprodukten in Kombination mit pflanzenbasierten Rohstoffen eingesetzt. Auch die Präzisionsfermentation überwindet bis 2030 die regulatorischen Hürden, sodass mehrere Produkte zugelassen werden. Caseine und Molkenproteine aus Präzisionsfermentation werden dabei nicht als gentechnisch veränderte Lebensmittel eingestuft oder entsprechend gekennzeichnet. Gleichzeitig werden erhebliche Investitionen in großtechnische Produktionsanlagen getätigt, um Skaleneffekte in der Präzisions- und Biomassefermentation zu realisieren. Technologische Fortschritte in Fermentations- und Aufreinigungsprozessen verbessern die Proteinqualität und -ausbeute, während Energieeinsparungen, etwa durch effizientere Fermentation oder Wärmerückgewinnung, die Produktionskosten senken und die Nachhaltigkeit erhöhen. Besonders im Bereich der Joghurt- und Käsealternativen wird ein deutlicher Fortschritt durch Proteine aus der Präzisionsfermentation erwartet. Verbesserte sensorische Eigenschaften sowie umfassende Sicherheits- und Qualitätsstudien erhöhen zudem das Vertrauen der Verbraucherinnen und Verbraucher und begünstigen die Marktdurchdringung.

Unter diesen Annahmen wird der Anteil alternativer Milchprodukte bis 2035 auf 25 Prozent am gesamten Pro-Kopf-Verbrauch von Milchprodukten geschätzt. Aufgeteilt nach verschiedenen Produktkategorien

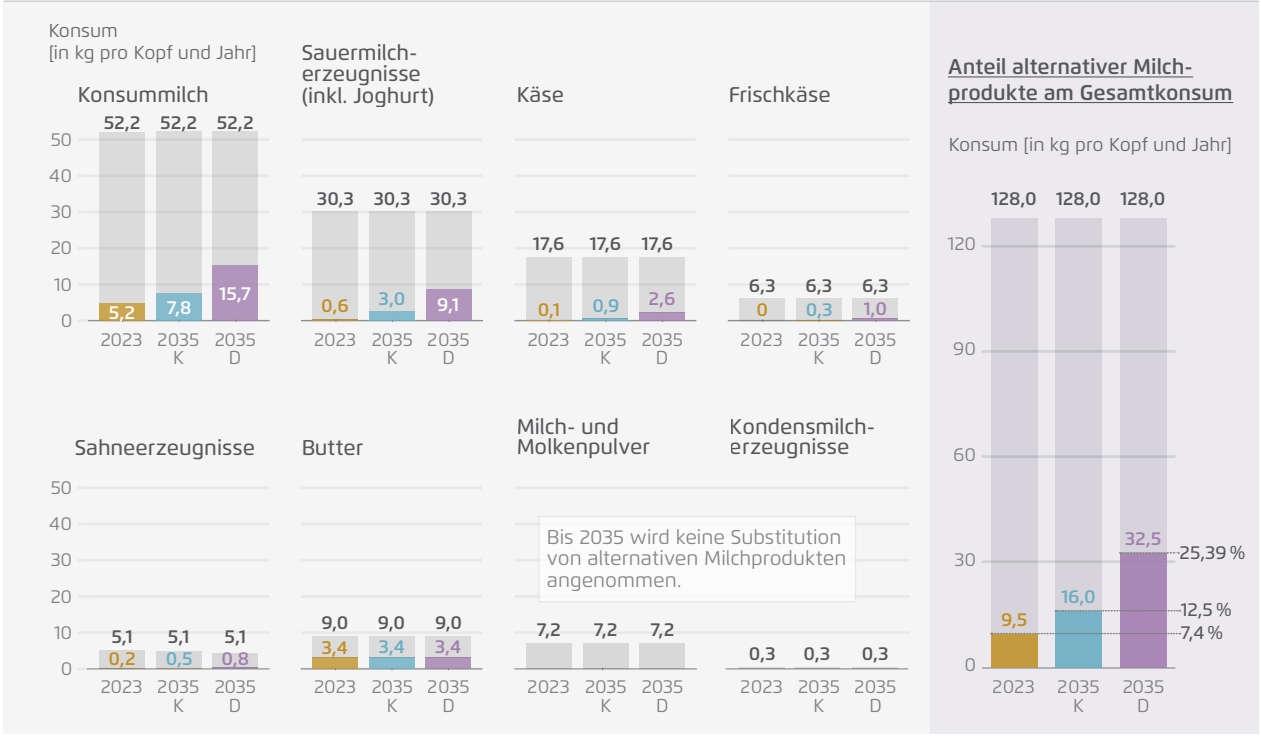
28 In der Produktgruppe Käse (inklusive Frischkäse) wird angenommen, dass 20 Prozent der Käsealternativen pflanzenbasiert sind, während der Großteil von 80 Prozent auf Hybridprodukte aus pflanzlichen Rohstoffen und Biomassefermentation entfällt.

Übersicht der Annahmen für die Nachfrageszenarien → Tabelle 3

Annahmen für Nachfrageszenarien in Deutschland 2035	Konservatives Nachfrageszenario	Dynamisches Nachfrageszenario
Technologien mit Entwicklungs- und Marktpotenzial	→ Extraktion pflanzlicher Proteine → Biomassefermentation in begrenztem Umfang.	→ Extraktion pflanzlicher Proteine Biomassefermentation Präzisionsfermentation.
Funktionalität der Alternativen (Geschmack, Textur, Gelbildung etc.)	→ Funktionalität und Fehlgeschmack pflanzlicher Proteine verbessern sich durch technologische Fortschritte, Pflanzenzüchtung sowie durch eine datenbasierte Analyse und Optimierung von Rohstoffkombinationen. → Proteine der Biomassefermentation weisen funktionelle Eigenschaften auf, die denen von Milchproteinen ähneln (z. B. Gelbildung).	→ Funktionalität und Fehlgeschmack pflanzlicher Proteine verbessern sich deutlich durch technologische Fortschritte, Pflanzenzüchtung sowie den Einsatz von künstlicher Intelligenz und Datenbanken zur Optimierung von Rohstoffkombinationen. → Proteine der Biomassefermentation weisen funktionelle Eigenschaften auf, die denen von Milchproteinen ähneln (z. B. Gelbildung). → Proteine aus Präzisionsfermentation sind geschmacklich und funktionell weitgehend mit Milchproteinen vergleichbar und etablieren sich zunehmend am Markt.
Wichtigste Produktgruppen	→ Hoher Anteil von Alternativen vor allem bei Butter, Konsummilch, Sahne und Sauermilcherzeugnissen (inkl. Joghurt). → Wachstumsraten insbesondere bei Konsummilch, Sahne, Sauermilcherzeugnissen (inkl. Joghurt) und Käse. → Alternativen fast ausschließlich pflanzen basiert; im Bereich von Käse und Frischkäse auch hybride Produkte aus pflanzenbasierten Zutaten und Biomassefermentation.	→ Hoher Anteil von Alternativen vor allem bei Butter, Konsummilch, Käse, Sahne und Sauermilcherzeugnissen (inkl. Joghurt). → Wachstumsraten insbesondere bei Käse, Konsummilch, Sahne und Sauermilcherzeugnissen (inkl. Joghurt). → Pflanzenbasierte Alternativen werden zunehmend durch Hybridprodukte ergänzt; Produkte mit Zutaten aus Biomasse- und Präzisionsfermentation sind breit am Markt verfügbar. → Annahmen: Milchalternativen: 100 % pflanzenbasiert; Joghurt: 1/3 pflanzenbasiert, 2/3 hybrid (pflanzenbasiert + Präzisionsfermentation). Sahne: 100 % pflanzenbasiert. Käse (inkl. Frischkäse): überwiegend hybride Produkte (pflanzenbasiert, Biomasse- und Präzisionsfermentation).
Regulatorik	→ EU-Zulassungsverfahren für neuartige Lebensmittel dauern häufig länger als 18 Monate, verzögern sich durch zusätzliche Anforderungen an Antragsteller oder führen zu keiner Zulassung. → Produkte aus Präzisionsfermentation werden als gentechnisch veränderte Lebensmittel eingestuft.	→ In den nächsten fünf Jahren erfolgen EU-Zulassungen für Caseine und Molkenproteine aus Präzisionsfermentation im Rahmen der Novel-Food-Verordnung. → Diese Produkte werden nicht als gentechnisch veränderte Lebensmittel eingestuft.
Kapazitätsentwicklung	→ Geringer Ausbau von Produktionskapazitäten für Biomasse- und Präzisionsfermentation. → Fermentationsanlagen bestehen überwiegend im Demonstrationsmaßstab.	→ Aufbau von Produktionskapazitäten im kommerziellen Maßstab.
Preisbildung/ -entwicklung	→ Preisparität besteht bereits bei pflanzenbasierten Milch- und Sahnealternativen. → Bis 2035 wird Preisparität zwischen pflanzlichen und tierischen Milchprodukten in allen Produktgruppen erreicht. → Pflanzenbasierte Milch- und Sahnealternativen sind 2035 preisgünstiger als tierische Produkte.	→ Preisparität wird bis 2035 in allen pflanzenbasierten Produktgruppen erreicht. → Milch- und Sahnealternativen sind 2035 deutlich preisgünstiger als die tierischen Produkte. → Hybride Produkte (pflanzenbasiert + Biomassefermentation) erreichen ca. 2028 Preisparität. → Proteine aus Präzisionsfermentation werden ab 2035 wettbewerbsfähig.

Agora Agrar

Konsum alternativer Milchprodukte in Deutschland – Status quo und Szenarien bis 2035 → Abb. 10



Darstellung Agora Agrar, basierend auf Berechnungen der DLG und Versorgungsbilanzen für 2023 (BLE 2024c). Angaben für alternative Milchprodukte basierend auf GfK Daten in AMI 2022 und einer Trendfortschreibung für das Jahr 2023. Daten zum Pro-Kopf-Verbrauch von Margarine basierend auf Statista 2026. Anmerkung: Der Gesamtverbrauch je Produktkategorie wird bis 2035 als konstant angenommen. Die Szenarien unterscheiden sich ausschließlich im Anteil alternativer Produkte.

ergibt sich ein Anteil von 30 Prozent bei Konsummilchalternativen, 30 Prozent bei Joghurtalternativen, 15 Prozent bei Sahnealternativen und 15 Prozent bei Käsealternativen[29]. Die Alternativprodukte sind überwiegend pflanzenbasiert; lediglich bei Joghurt- und Käsealternativen werden in begrenztem Umfang bereits Produkte aus Biomasse- und Präzisionsfermentation eingesetzt.

Die der Szenariobildung zugrundeliegenden Nachfragedaten beziehen sich auf den Absatz von Milchproduktalternativen im Einzelhandel. Für den Bereich des Außer-Haus-Konsums liegen keine öffentlich zugänglichen, verlässlichen Daten vor. Abschätzungen zum Konsumanteil von alternativen Milchprodukten in Gastronomie, in Großküchen und im Food Service umfassen circa 6–15 Prozent mit steigender Tendenz (Mordor Intelligence 2025, Indexbox 2026). Der in unseren Szenarien geschätzte steigende Konsum alternativer Milchprodukte ist damit eine zurückhaltende Wachstumsannahme.

Die Konsumprognose bezieht sich auf die Gesamtbevölkerung Deutschlands im Jahr 2035, die in dieser Analyse mit etwas über 84 Millionen Personen angesetzt wird.

Die Ergebnisse zum Status quo sowie zu den möglichen Entwicklungen im konservativen und im dynamischen Nachfrageszenario für die verschiedenen Produktgruppen sind nachfolgend in Abbildung 10

29 In beiden Nachfrageszenarien wird für die Produktkategorien Milchpulver, Butter, Kondensmilch und Molkenpulver keine Veränderung des Konsums zwischen der konservativen und der dynamischen Perspektive angenommen (Tabelle 4).

Annahmen zum Konsum alternativer Milchprodukte in zwei Szenarien → Tabelle 4

Produkt-kategorie	Konsum tierischer und alternativer Milchprodukte (kg pro Kopf und Jahr)	Konsum alternativer Milchprodukte (kg pro Kopf und Jahr)			Anteil alternativer Milch-produkte am Gesamtkonsum (%)		
	2023	2023	Konser-vatives Szenario 2035	Dyna-misches Szenario 2035	2023	Konser-vatives Szenario 2035	Dyna-misches Szenario 2035
Milcherzeugnisse gesamt	**128**	**9,5**	**16**	**32,5**	**7,4**	**12,5**	**25,4**
Konsummilch	52,2	5,2	7,8	15,7	10	15	30
Käseerzeugnisse gesamt	23,9	0,2	1,2	3,6	0,6	5	15
→ Käse	17,6	0,1	0,9	2,6	0,6	5	15
→ Frischkäse	6,3	0	0,3	1	0,7	5	15
Sahneerzeugnisse	5,1	0,2	0,5	0,8	2,9	10	15
Sauermilch-erzeugnisse	30,3	0,6	3	9,1	2	10	30
→ davon Joghurt	14,4	0,6	1,4	4,3	4,3	10	30
Butter	9	3,4	3,4	3,4	38	38,1	38,1
Milchpulver	5,5	0	0	0	0	0	0
Molkenpulver	1,7	0	0	0	0	0	0
Kondensmilch-erzeugnisse	0,3	0	0	0	0	0	0

Quelle: Berechnungen der DLG zur Abschätzung eines konservativen und eines dynamischen Szenarios. Die Angaben für 2023 basieren auf Verbrauchsdaten für tierische Milchprodukte (BLE 2024c) sowie Daten des GfK-Haushaltspanels 2021 zu Einkaufsmengen alternativer Milchprodukte (AMI 2022).

Auswirkungen der Nachfrageszenarien auf den Milchkonsum 2035 in Tonnen Milchäquivalenten (MÄ) → Tabelle 5

	Konsum konservatives Szenario 2035 (t)	Konsum dynamisches Szenario 2035 (t)	Konsum konservatives Szenario 2035 (t MÄ)	Konsum dynamisches Szenario 2035 (t MÄ)
Frischmilcherzeugnisse	6,40	5,21	7,13	5,81
Trockenmilchprodukte	0,46	0,46	0,75	0,75
Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse	0,14	0,14	0*	0*
Käse	1,91	1,71	8,86	7,93
Butter	0,47	0,47	8,85	8,85
Kondensmilch	0,03	0,03	0,04	0,04

Quelle: Agora Agrar basierend auf Berechnungen der Universität Hohenheim (siehe Kapitel 3 zur Berechnung der Vollmilchäquivalente) sowie von Daten der DLG (Konsum in Tonnen). * Beim Einsatz von Vollmilch entstehen Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse als Nebenprodukte der Käse- und Quarkherstellung. Da Vollmilch nicht gezielt zur Herstellung dieser Produkte verwendet wird, setzen wir hierfür einen Umrechnungsfaktor von 0 an.

und Tabelle 4 zusammengefasst. Die Auswirkungen der Nachfrageszenarien auf den Konsum tierischer Milchprodukte sind in Tabelle 5 dargestellt. Diese werden für die einzelnen Produktkategorien in Milchäquivalente umgerechnet.

5.3.2 Gegenüberstellung mit globalen Szenarien für den Konsum alternativer Milchprodukte

Zur Entwicklung der Nachfrageszenarien wurden auch internationale Studien einbezogen, die sich mit möglichen Marktentwicklungen alternativer Proteine im Allgemeinen sowie mit der Entwicklung von alternativen Milchprodukten und Milchproteinen im Besonderen befassen. Die Studien sind jedoch nur eingeschränkt miteinander vergleichbar, da sie unterschiedliche Annahmen treffen und teilweise mehrere Szenarien – darunter auch deutlich ambitioniertere („Blue-Sky"-Szenarien) – entwickeln.

Zudem beziehen sich die nachfolgend in Tabelle 6 genannten Studien und Prognosen auf den internationalen Markt und sind daher nur begrenzt mit den in diesem Bericht getroffenen Annahmen für den deutschen Markt vergleichbar. Nur eine der Studien nimmt mit Neuseeland einen nationalen Markt in den Blick (Manhire et al. 2023), orientiert sich dabei aber eng an den Annahmen der Boston Consulting Group für den internationalen Markt (Morach et al. 2022).

Vergleich globaler Szenarien und eigener Nachfrageszenarien zur Entwicklung des Marktanteils von Milchproduktalternativen → Tabelle 6

Produkt-kategorie	Annahme 2030	Annahme 2035	Annahme 2050	Institution	Referenz
Alternative Proteine insgesamt	–	11–22 % (davon mehr als die Hälfte alternative Milchprodukte)	–	Boston Consulting Group (BCG) / Protein Futures (basierend auf BCG)	Morach et al. 2022, Manhire et al. 2024 (basierend auf Morach et al. 2022)
Alternativen für Milchprodukte und Eier	5–10 %	–	–	Bryan Garnier	Adam & Brahim 2023
Milchprodukt-alternativen (gesamt)	10 %	–	–	Bloomberg	Bartashus 2021
	–	**12,5–25 %**	**–**	**Agora Agrar**	
Frischmilch-Alternativen	–	–	20–55 % (niedriges bis mittleres Szenario)	Systemiq	Systemiq 2025
	–	–	30–50 % (niedriges bis mittleres Szenario, inkl. Präzisionsfermentation)	Green Alliance	Collas & Benton 2024
	20 %	–	50–80 %	Credit Suisse	Klerk 2021
	–	–	20–55 % (niedriges bis mittleres Szenario)	Systemiq	Systemiq 2025
		15–30 %		**Agora Agrar**	
Joghurt-Alternativen		**10–30 %**		**Agora Agrar**	
Sahne-Alternativen	–	–	15–25 % (niedriges bis mittleres Szenario)	Green Alliance	Collas & Benton 2024
		10–15 %		**Agora Agrar**	
Käse-Alternativen	–	–	10–40 % (niedriges bis mittleres Szenario, inkl. Präzisionsfermentation)	Green Alliance	Collas & Benton 2024
		5–15 %		**Agora Agrar**	
Milchpulver-Alternativen	–	–	25–50 % (niedrige bis mittlere Szenarien, inkl. Präzisionsfermentation)	Green Alliance	Collas & Benton 2024
		0 %		**Agora Agrar**	

Agora Agrar

6 Mögliche Auswirkungen auf die deutsche Milchproduktion

Basierend auf dem in Abschnitt 5.3 beschriebenen veränderten Konsum in je einem konservativen und einem dynamischen Nachfrageszenario der Marktdurchdringung alternativer Milchprodukte werden in diesem Kapitel mögliche Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Milchproduktion untersucht. Wir diskutieren hier die in Kapitel 1, Tabelle 1 dargestellten vier Szenarien, die jeweils eine konservative oder dynamische Nachfrageentwicklung mit zwei unterschiedlichen Annahmen zur Exportentwicklung kombinieren: a) steigende Exporte und b) keine Zunahme der Exporte. Für jedes Szenario betrachten wir die möglichen Auswirkungen auf die Produktionsentwicklung.

Die jeweiligen Annahmen für die Exportentwicklung sind als Extrempunkte auf einer Skala zu verstehen: Unter der ersten Annahme, den Exportkompensationsszenarien, wird der durch den abnehmenden Konsum von Kuhmilchprodukten induzierte Angebotsüberhang in Deutschland vollständig durch Exporte ausgeglichen. Unter der zweiten Annahme, den Reduktionsszenarien, wird der abnehmende Konsum von Kuhmilchprodukten vollständig an die landwirtschaftlichen Produzentinnen und Produzenten weitergegeben.

Um die möglichen Auswirkungen der Nachfrageszenarien auf die deutsche Landwirtschaft einordnen und vergleichen zu können, werden sowohl aktuelle Daten zu Milchproduktion, Betriebsstrukturen und Außenhandel (siehe Kapitel 3) als auch Projektionen des Thünen-Instituts zum Milchmarkt und zum landwirtschaftlichen Strukturwandel bis 2034 herangezogen (Haß et al. 2024). Im folgenden Abschnitt 6.1 leiten wir auf dieser Grundlage die Milchproduktion ohne Konsumänderungen für das Jahr 2035 her und beschreiben dann in den Abschnitten 6.2 und 6.3 die jeweiligen Nachfrageszenarien mit unterschiedlicher Exportentwicklung. In Abschnitt 6.4 diskutieren wir die Eintrittswahrscheinlichkeit der Exportkompensations- und Reduktionsszenarien.

6.1 Milchproduktion und Betriebsstrukturen im Jahr 2035 – Trendfortschreibungen

Um die potenziellen Auswirkungen der Nachfrageszenarien auf die Milchproduktion und die Anzahl milchviehhaltender Betriebe zu verstehen, nutzen wir die historische Entwicklung der Betriebsstrukturen in den Beobachtungsjahren 2013 bis 2024 und schreiben sie auf Basis eines nichtlinearen Trends bis zum Jahr 2035 fort (Abbildung 11).

Die Trendfortschreibung zeigt, dass die Zahl der Betriebe mit Beständen bis zu 49 Tieren vergleichsweise stark zurückgeht. Dagegen stagniert oder wächst die Zahl der Betriebe mit 50 und mehr Tieren. Dennoch werden Betriebe mit bis zu 99 Tieren auch im Jahr 2035 noch rund 70 Prozent aller Betriebe ausmachen (Abbildung 11).

Im Jahr 2024 erzeugten rund 30 Prozent der Betriebe – jene mit einem Tierbestand von mindestens hundert Tieren – über 60 Prozent der gesamten Milch. Die Trendfortschreibung deutet darauf hin, dass dieser Anteil bis 2035 weiter steigen wird (Abbildung 12).

Auf der Basis dieser Trendfortschreibung haben wir die produzierte Milchmenge für das Jahr 2035 berechnet.

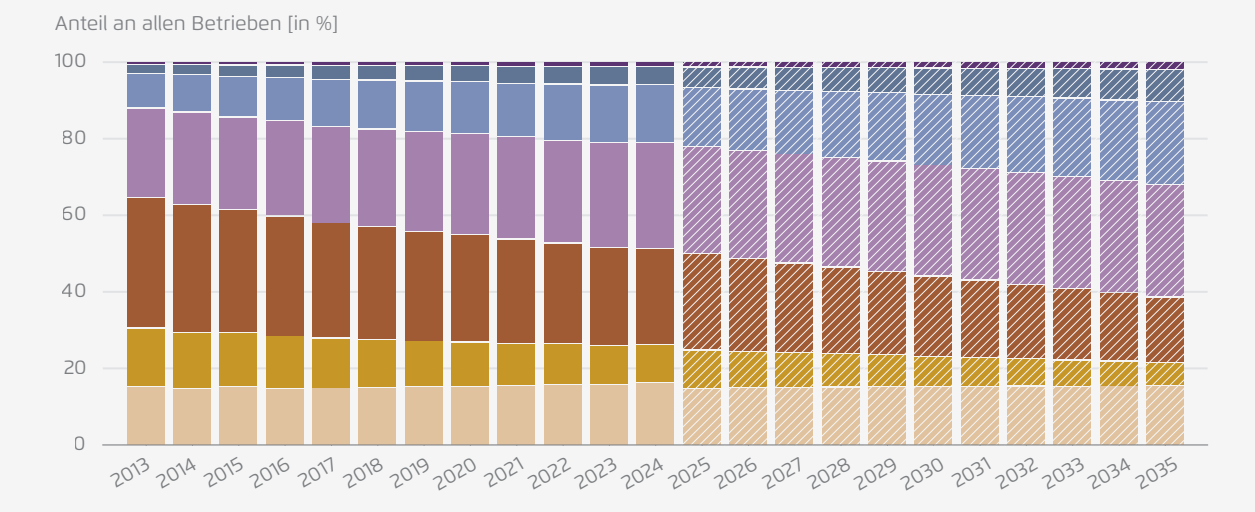
Hierfür treffen wir folgende Annahmen:

- Wir schreiben den historisch beobachteten jährlichen Anstieg der Milchleistung fort. Zwischen 2013 und 2024 ist die Milchleistung pro Kuh um 22,36 Prozent gestiegen. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von rund zwei Prozent. Zu den Faktoren, die zu steigender Milchleistung beitragen, zählen beispielsweise verbesserte genetische Leistungsfähigkeit, verbesserte Fütterung, Fortschritte bei Tiergesundheit und -management sowie ein insgesamt

effizienteres Betriebsmanagement (Brümmer et al. 2002, Haß et al. 2024, Sauer & Latacz-Lohmann 2014).

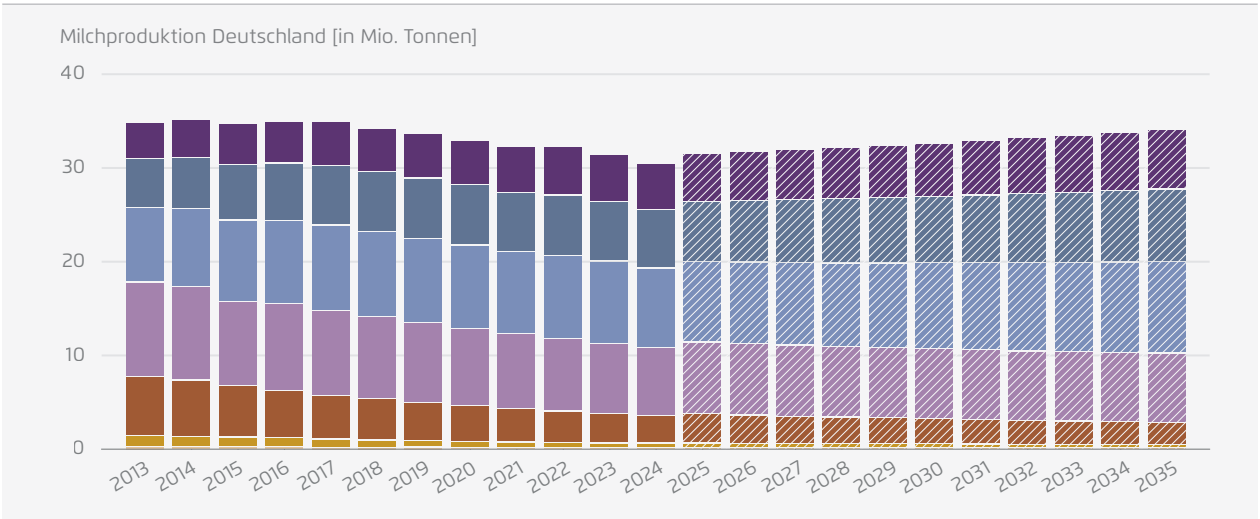
– Wir nehmen im Folgenden jedoch für die Zukunft etwas niedrigere durchschnittliche Wachstumsraten der Milchleistung pro Kuh als im beobach-

Trendentwicklung der Milchviehbetriebe nach Größenklassen (2013–2035) → Abb. 11



Agora Agrar basierend auf Daten von Destatis (2025a). Ab 2025: eigene Berechnungen zur Trendfortschreibung.

Entwicklung der Anteile an der gesamten Milchproduktion nach Betriebsgrößenklassen (2013–2035) → Abb. 12



2013–2024: historische Werte (Destatis 2025a) und BLE (2024b). 2025–2035: eigene Trendfortschreibung Agora Agrar. Balken bis 2024 basierend auf Destatis (2025a) und BLE (2024b). Schraffierte Flächen ab 2025 kennzeichnen projizierte Werte auf Basis eigener Trendfortschreibung. Anmerkung: Die berechneten Produktionswerte basieren auf vereinfachten Annahmen zur Milchleistung und zur Entwicklung der Milchleistung je Betriebsgrößenklasse.

Anlieferung von Rohmilch und Produktion von Milchprodukten in den Jahren 2023 und 2035 → Tabelle 7

Produktkategorie	Produktion 2023 (Mio. t)	Errechnete Produktion Milchprodukte 2023 (Mio. t MÄ)	Anteil an der Gesamtmenge (%)	Prognostizierte Produktion für das Jahr 2035 (Mio. t)	Prognostizierte Produktion Milchprodukte für das Jahr 2035 (Mio. t MÄ)
Frischmilcherzeugnisse	7,9	8,9	27,7	8,7	9,7
Trockenmilchprodukte	0,7	1,1	3,5	0,7	1,2
Milcheiweiß und Molkenerzeugnisse	0,4	0*	0*	0,4	0*
Käse	2,7	12,6	38,8	2,9	13,6
Butter	0,5	9,3	28,7	0,5	10,0
Kondensmilch	0,3	0,5	1,4	0,3	0,5
Summe aller Kategorien (Rohmilchanlieferung)	**12,8**	**32,4**	**100**	**13,7**	**35,0**

Agora Agrar *Beim Einsatz von Vollmilch entstehen Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse als Nebenprodukte der Käse- und Quarkherstellung. Da Vollmilch nicht gezielt zur Herstellung dieser Produkte verwendet wird, setzen wir hierfür einen Umrechnungsfaktor von 0 an.

teten Zeitraum an und wir unterscheiden dabei nach Betriebsgrößenklassen. Größere Betriebe weisen in der Regel eine höhere Milchleistung pro Kuh auf (Anhang, Tabelle A.4; Sauer & Latacz-Lohmann 2014).

- Wir differenzieren daher den fortgeschriebenen Anstieg der Milchleistung nach Betriebsgröße und wenden diese Leistungssteigerung auf die im Durchschnitt in den Betriebsklassen gehaltenen Tiere an:
  - Betriebe mit bis zu 99 gehaltenen Tieren steigern ihre Milchleistung bis 2035 jährlich um 0,5 Prozent.
  - Für Betriebe mit hundert oder mehr Tieren nehmen wir hingegen eine jährliche Steigerung von 1,5 Prozent an.

Summiert man die auf diese Weise für jede Betriebsgrößenklasse errechneten Milchmengen in jedem Jahr, ergibt sich beispielsweise für das Jahr 2035 eine Produktionsmenge von insgesamt knapp 34 Millionen Tonnen inländisch produzierter Milch. Zum Vergleich: Im Jahr 2023 wurden 32,4 Millionen Tonnen produziert. Im Jahr 2023 wurden jedoch auch zusätzlich rund 0,97 Millionen Tonnen Rohmilch von ausländischen Lieferanten (etwa 3 Prozent der gesamten Milchanlieferung in 2023) verarbeitet. Da diese Lieferungen auf grenznahen Strukturen mit den Nachbarländern im Binnenmarkt beruhen, werden sie ebenfalls als struktureller Bestandteil des Rohmilchaufkommens betrachtet. Für das Jahr 2035 wird daher angenommen, dass diese Menge ebenfalls 3 Prozent der gesamten Milchanlieferung (1,05 Millionen Tonnen) beträgt, so dass die Gesamtmenge der angelieferten Rohmilch bei etwa 35 Millionen Tonnen liegt.

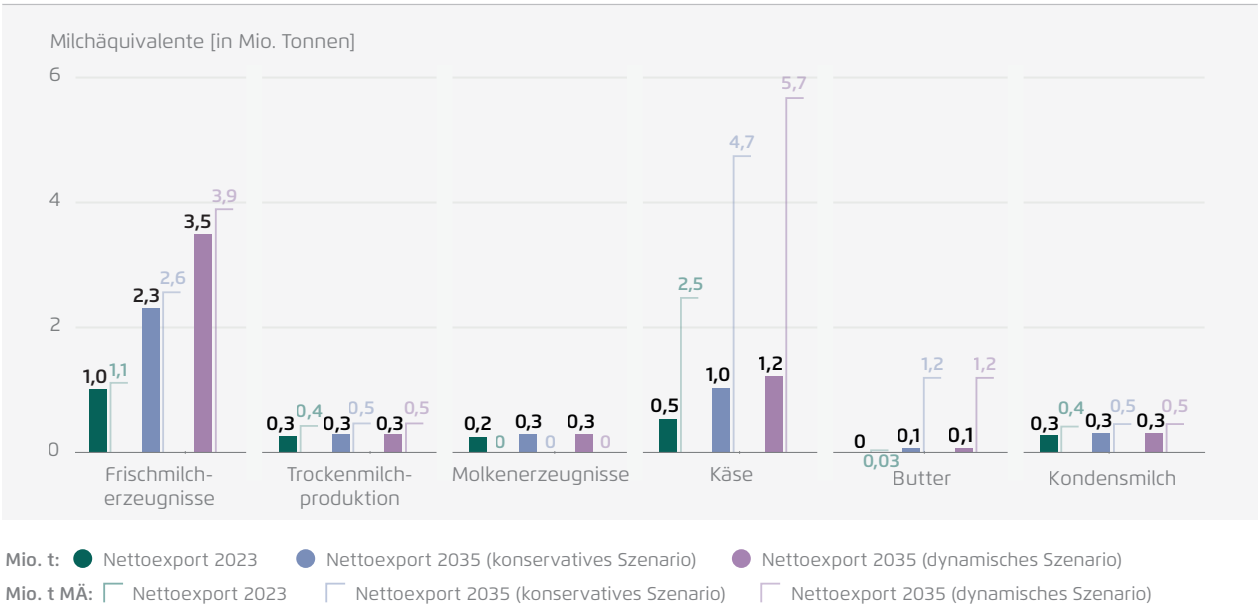
Die durch diese Vorgehensweise prognostizierte Produktionsmenge von ca. 34 Millionen Tonnen Milch im Jahr 2035 entspricht in etwa der von dem Thünen-Institut projizierten Menge für 2034 (33,8 Millionen Tonnen).

Unter der Annahme, dass die einzelnen Produktkategorien 2035 die gleichen Anteile an der gesamten Milchproduktion haben wie 2023, ergeben sich für die prognostizierte Rohmilchanlieferung und Produktion von Milchprodukten im Jahr 2035 die in Tabelle 7 dargestellten Mengen.

6.2 Exportkompensationsszenarien – Export fängt inländische Konsumreduktion auf

In den Exportkompensationsszenarien wird angenommen, dass ein Rückgang des Konsums von Milchprodukten tierischen Ursprungs in Deutschland nicht zu einer Reduktion der in deutschen

Gegenüberstellung der Nettoexporte von Milchprodukten 2023 und 2035 → Abb. 13



Agora Agrar. Anmerkung: Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse werden in Vollmilchäquivalenten nicht ausgewiesen.

Milchviehbetrieben produzierten Milchmenge führt. Vielmehr werden die freiwerdenden Mengen über steigende Exporte abgesetzt. Die Produktionsmengen sind in beiden Exportkompensationsszenarien identisch – unabhängig davon, ob sich die Nachfrage nach alternativen Milchprodukten konservativ oder dynamisch entwickelt. Die Szenarien unterscheiden sich lediglich hinsichtlich des nationalen Konsums und des Außenhandels (siehe Abschnitt 5.3).

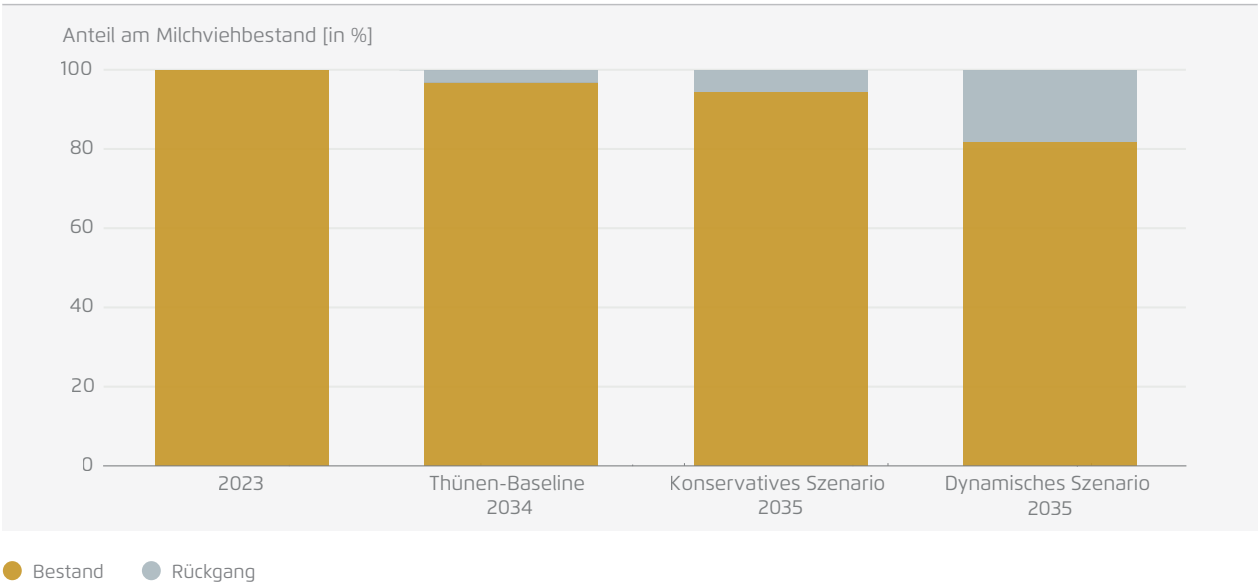
Die Annahme einer „Exportkompensation" ist insofern plausibel, als der deutsche Milchmarkt eng in den europäischen und globalen Milchmarkt integriert ist und die Marktentwicklung der vergangenen Jahre diese Annahme grundsätzlich stützt (siehe Kapitel 3 und Abbildung 3). Aufgeschlüsselt nach den Produktkategorien zeigen unsere Berechnungen (Abbildung 13), dass im Vergleich zum Basisjahr 2023 die Kategorien Frischmilcherzeugnisse, Käse sowie Butter sowohl im konservativen als auch im dynamischen Nachfrageszenario im Jahr 2035 einen Anstieg der Nettoexporte verzeichnen. Der Nettoexport in den Kategorien Trockenmilchprodukte und Kondensmilch würde in beiden Nachfrageszenarien hingegen nahezu unverändert bleiben. Bei den Frischmilcherzeugnissen und beim Käse lägen die Nettoexportmengen bei einer dynamischen Nachfrageentwicklung höher als bei einer konservativen Entwicklung. Für die übrigen Produktkategorien wären die Exportmengen bei beiden Nachfrageszenarien weitgehend identisch.

6.3 Reduktionsszenarien – Export fängt inländische Konsumreduktion nicht auf

Im Unterschied zu den Exportkompensationsszenarien wird in den Reduktionsszenarien angenommen, dass der Rückgang des Konsums von Milchprodukten tierischen Ursprungs in vollem Umfang auch zu einer Reduktion der inländischen Milchproduktion sowie zu Veränderungen der damit verbundenen Produktionsstrukturen in der deutschen Milchwirtschaft führt. Nachfolgend wird dargestellt, wie sich diese Szenarien auf die Produktionsmengen auswirken. Anschließend analysieren wir die potenziell daraus resultierenden Änderungen in der Struktur der deutschen Milchwirtschaft.

Ausgangspunkt ist wieder die in Abschnitt 6.1 beschriebene Milchproduktion im Jahr 2035 von etwa 35 Millionen Tonnen Vollmilchäquivalenten.

Entwicklung der Milchviehbestände unter der Thünen-Baseline sowie im konservativen und dynamischen Nachfrageszenario → Abb. 14



Agora Agrar basierend auf Haß et al. 2024.

Die beiden Nachfrageszenarien zur Marktdurchdringung alternativer Milchprodukte gehen von einem Rückgang des Konsums tierischer Milchprodukte um 5,5 Prozent im konservativen Szenario beziehungsweise um 19,4 Prozent im dynamischen Szenario aus.[30] Diese Reduktionsraten werden auf die prognostizierte Gesamtproduktion angewendet. Damit sinkt die rechnerisch benötigte und gemäß unseren Annahmen daher auch die produzierte Milchmenge im Jahr 2035 im konservativen Szenario auf 33 Millionen Tonnen und im dynamischen Szenario auf 28 Millionen Tonnen Vollmilchäquivalente.

30 Herleitung der Prozentzahlen: In beiden Nachfrageszenarien bleibt der Gesamtverbrauch von tierischen und alternativen Milchprodukten mit 130 kg pro Kopf konstant (Tabelle 4). Es verändert sich lediglich das Verhältnis zwischen tierischen und alternativen Produkten. Im Jahr 2023 werden etwa 93 Prozent des Verbrauchs durch tierische und 7 Prozent durch alternative Milchprodukte gedeckt. Durch den steigenden Anteil alternativer Milchprodukte sinkt der Anteil tierischer Milchprodukte im Jahr 2035 im konservativen Nachfrageszenario auf etwa 87 Prozent und im dynamischen Szenario auf etwa 75 Prozent. Verglichen mit dem Anteil im Jahr 2023 entspricht dies einem Rückgang des Konsums tierischer Milchprodukte um 5,5 Prozent im konservativen und um 19,4 Prozent im dynamischen Szenario.

6.3.1 Entwicklung der Milchproduktion und Anzahl milchviehhaltender Betriebe unter dem konservativen und dem dynamischen Reduktionsszenario

Die in den Reduktionsszenarien geringere Milchproduktion führt sowohl bei der konservativen als auch bei der dynamischen Nachfrageentwicklung zu einem Rückgang des Tierbestands gegenüber 2023 und gegenüber der berechneten Baseline. So führt das in Kapitel 5 beschriebene konservative Nachfrageszenario zu einem Rückgang des Tierbestands um knapp 200.000 Milchkühe. Dies entspricht etwa 5,4 Prozent des Bestandes im Jahr 2023. Wird das Reduktionsszenario hingegen mit der in Kapitel 5 entwickelten dynamischen Nachfrageentwicklung berechnet, fällt der Rückgang deutlich stärker aus. In diesem Fall reduziert sich der Tierbestand um rund 670.000 Tiere, was etwa 18 Prozent des Bestandes im Jahr 2023 entspricht (Abbildung 14).

Übersetzt man diese Reduktion der Tierzahlen in einer groben Überschlagsrechnung in einen Rückgang milchviehhaltender Betriebe, ergibt sich im

konservativen Nachfrageszenario ein Rückgang um etwa 2.000 Milchviehbetriebe, im dynamischen Nachfrageszenario um etwa 8.000 Betriebe durchschnittlicher Größe.

6.3.2 Regionale Unterschiede bei den Auswirkungen des Strukturwandels

Die Verteilung der Milchviehbestände und der Strukturwandel in der deutschen Milchviehhaltung unterscheiden sich regional. Die höchste Milchviehdichte weisen die Landkreise entlang der niedersächsischen Nordseeküste, im südlichen und südöstlichen Bayern sowie entlang der niederländischen Grenze auf (Abbildung 15).

Voraussichtlich wird es regionale Unterschiede im Rückgang der Anzahl milchviehhaltender Betriebe geben. Viele Molkereien erfassen Rohmilch lediglich aus einem begrenzten geografischen Umkreis und verarbeiten diese zu relativ generischen Milchprodukten. Diese werden häufig als Handelsmarken im Lebensmitteleinzelhandel oder zur Weiterverarbeitung in der deutschen Lebensmittelindustrie vermarktet. Würde – wie im dynamischen Nachfrageszenario angenommen – ein Marktanteil alternativer Milchprodukte von 25 Prozent im deutschen Markt erreicht, könnte die sinkende inländische Nachfrage für Verarbeiter, die ausschließlich auf den deutschen Markt ausgerichtet sind, strukturelle Schwierigkeiten verursachen.

In diesem Segment des Molkereisektors könnte ein schrumpfendes Inlandsgeschäft einzelne Molkereien wirtschaftlich erheblich belasten, sofern sie keine alternativen Absatzkanäle erschließen. Ein dynamisch wachsender Marktanteil alternativer Milchprodukte könnte daher den Strukturwandel innerhalb des deutschen Molkereisektors beschleunigen und zu weniger, dafür größeren und stärker exportorientierten Molkereien führen. Aufgrund der hohen Erfassungskosten für Rohmilch könnten solche Entwicklungen in einigen Regionen, insbesondere im Süden und in der Mitte Deutschlands, einen Dominoeffekt auslösen. Der Wegfall einer Molkerei könnte dann dazu führen, dass vor allem kleinere Betriebe, die perspektivisch aus dem Markt aussteigen wollten, ihren geplanten Ausstieg aus der Milchviehhaltung vorziehen.

Die Entwicklung der Milchviehbestände in Deutschland zwischen 1999 und 2020 zeigt, dass sich die Milchviehhaltung in diesem Zeitraum in bestimmten Regionen konzentriert hat (Abbildung 16). Die stärksten Zuwächse verzeichnen Regionen, in denen die Milchviehdichte bereits 1999 hoch war. Eine Verlagerung von Tierbeständen in Regionen mit geringerer Milchviehdichte ist hingegen nicht zu beobachten.

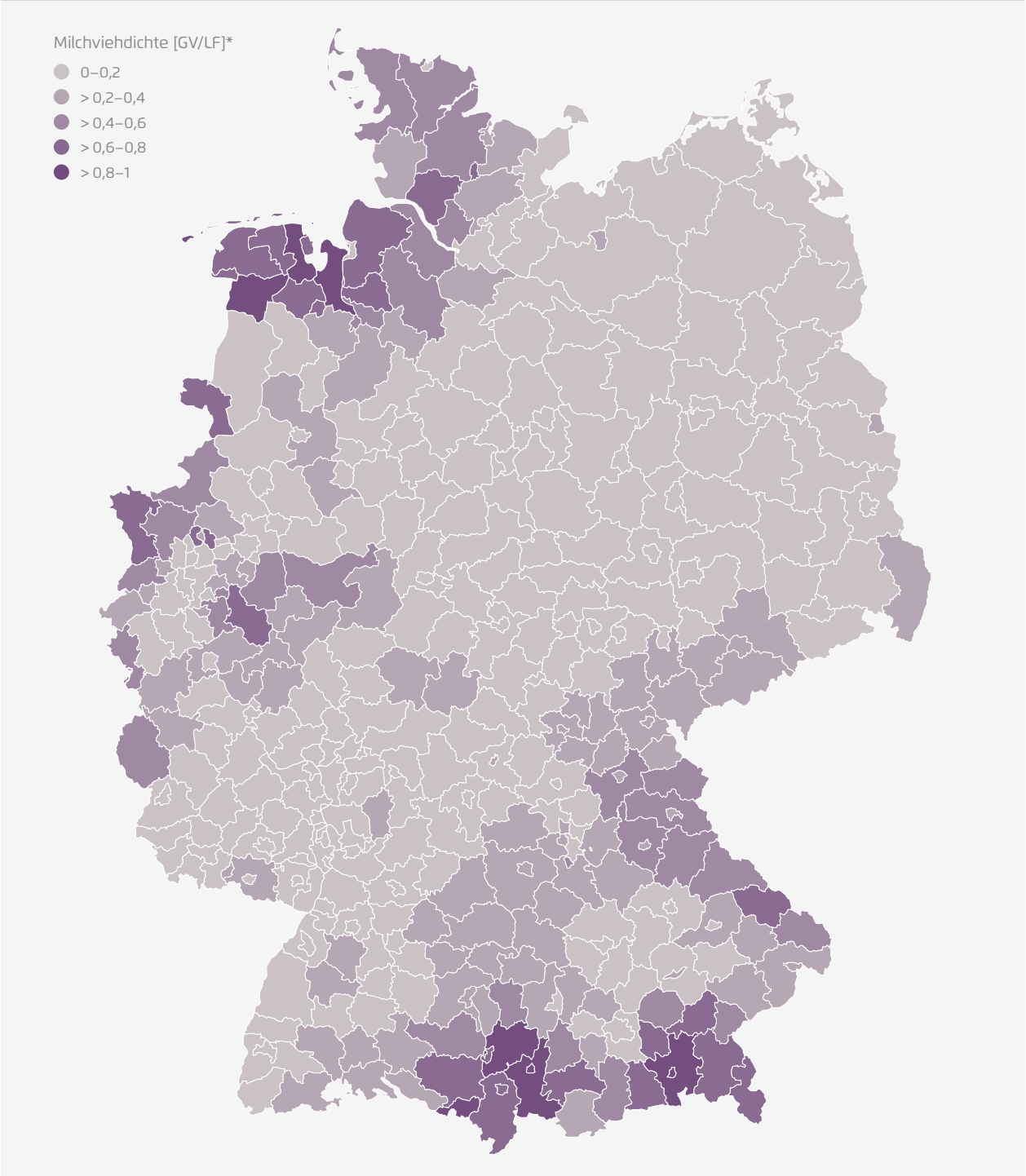
Von Rheinland-Pfalz und dem nördlichen Baden-Württemberg über Franken, Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt bis in das nordöstliche Brandenburg zeichnet sich ein zusammenhängender Raum mit rückläufigen Milchviehbeständen ab. Gerade in diesen Regionen kann ein sich selbst verstärkender Prozess entstehen: Sinkt die Zahl der Milchkühe pro Hektar, steigen die Kosten für die Erfassung der Rohmilch. Werden Molkereistandorte daraufhin verlagert oder geschlossen, kann die Milchviehhaltung vor Ort weiter an Attraktivität verlieren.

Diese strukturellen Entwicklungen sind unabhängig von der Nachfrage nach alternativen Milchprodukten auch klimapolitisch relevant: Die Konzentration der Milchviehbestände im Nordwesten und Südosten Deutschlands kann den Zielkonflikt zwischen Milchproduktion und Klimaschutz verschärfen. Insbesondere im Nordwesten Deutschlands weisen Regionen mit hoher Milchviehdichte häufig zugleich einen hohen Anteil an Grünland auf Moorböden auf. Auch im südlichen Bayern gibt es Regionen mit hoher Milchviehdichte auf landwirtschaftlich genutzten Moorflächen (Abbildungen 15 und 17). Diese Standorte verursachen einen erheblichen Teil der klimarelevanten Emissionen der deutschen Landwirtschaft. Die weitgehende Wiedervernässung der Moorböden ist daher eine zentrale Klimaschutzmaßnahme (Agora Agrar 2026b, c) und im Klimaschutzplan der Bundesregierung verankert.

Die Verarbeitung alternativer Rohstoffe zu Milchersatzprodukten könnte Molkereien in diesen Regionen ermöglichen, ihre Standorte auch dann zu erhalten, wenn die regional verfügbare Rohmilchmenge

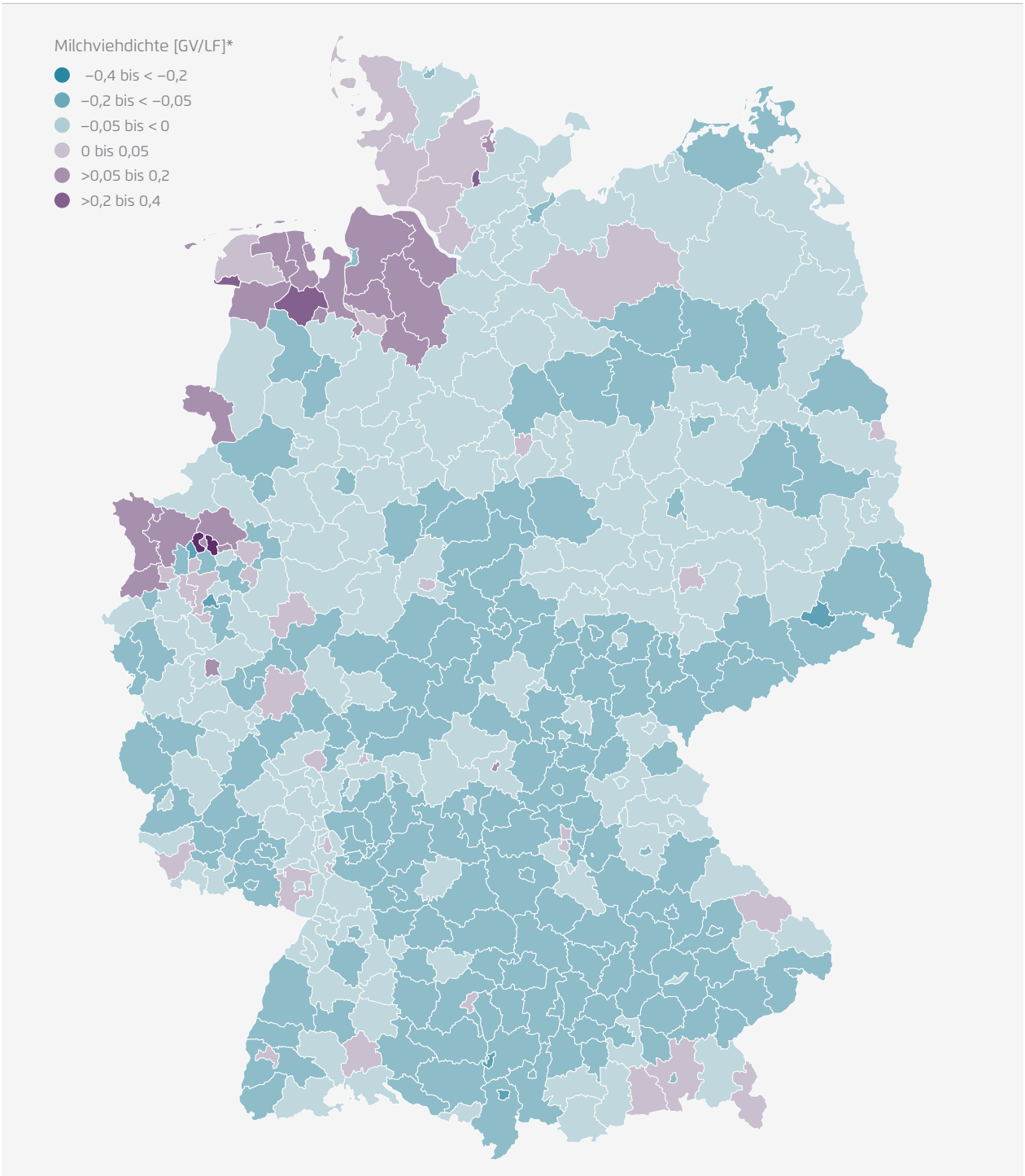
zurückgeht. Durch die Integration alternativer Rohstoffe ließe sich die bestehende Verarbeitungsinfrastruktur potenziell besser auslasten und somit langfristig sichern. Landwirtschaftliche Betriebe könnten durch die Erzeugung solcher Rohstoffe womöglich neue Einkommensquellen erschließen.

Regionale Verteilung der Milchviehdichte in Deutschland (2020) → Abb. 15



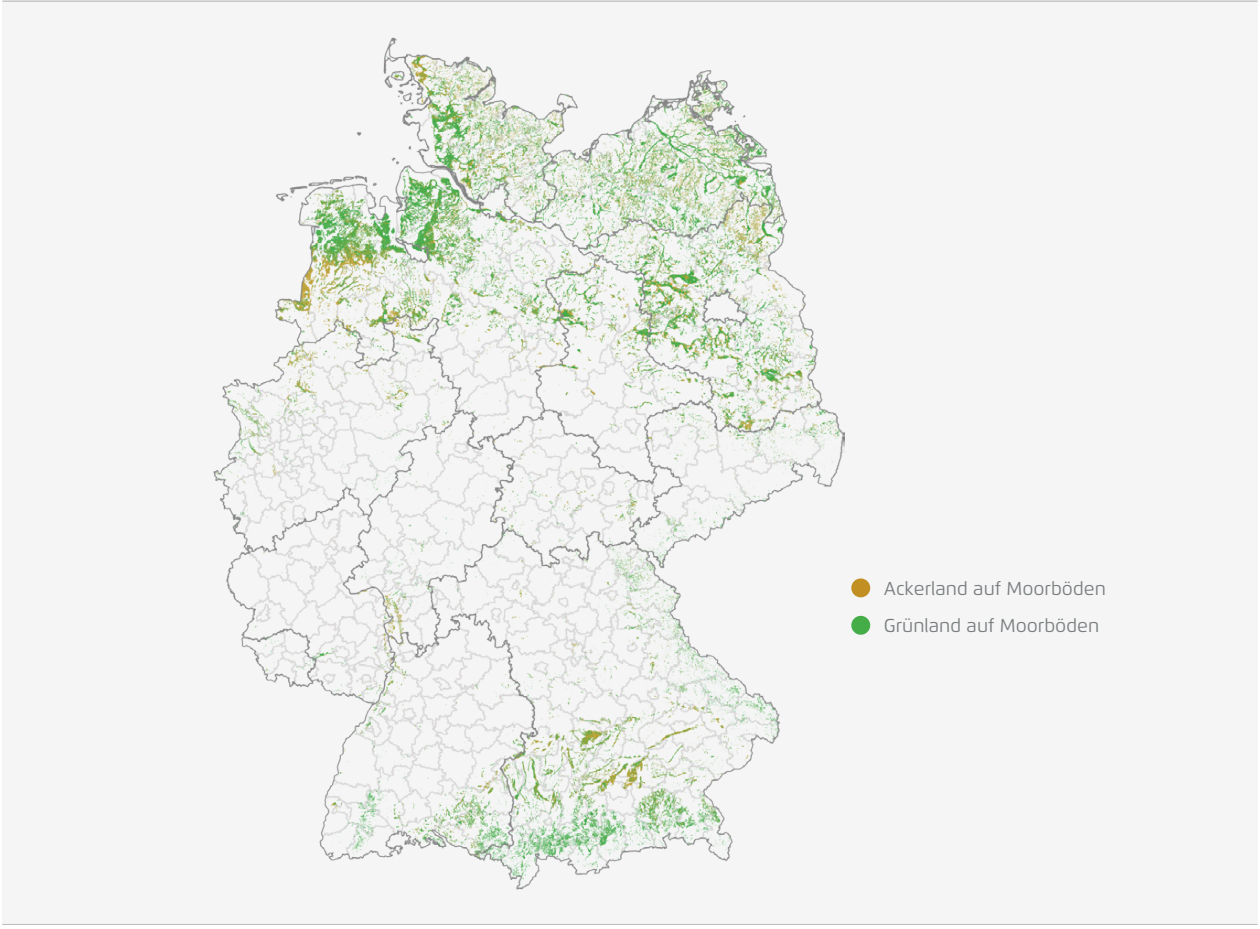
Agora Agrar basierend auf Neuenfeldt et al. (2024). *Anmerkung: Großvieheinheiten (GV) je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF).

Regionale Veränderung der Milchviehdichte in Deutschland (1999–2020) → Abb. 16



Agora Agrar basierend auf Neuenfeldt et al. (2024). *Anmerkung: Großvieheinheiten (GV) je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF).

Regionale Verteilung landwirtschaftlich genutzter Moorböden in Deutschland (2020) → Abb. 17



Agora Agrar basierend auf Wittnebel et al. (2023).

6.4 Eintrittswahrscheinlichkeit von Exportkompensations- und Reduktionsszenarien

Die Exportkompensations- und die Reduktionsszenarien markieren zwei Extreme eines möglichen Entwicklungskorridors und beschreiben die Bandbreite der Auswirkungen eines abnehmenden Konsums von Kuhmilchprodukten in Deutschland. Sowohl die vollständige Verlagerung eines Angebotsüberhangs in den Export als auch die vollständige Rückwirkung einer Konsumabnahme auf die Produktion in Deutschland sind hypothetische Extremannahmen. Wo zwischen diesen Extremen die reale Entwicklung der Produktion liegen wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Grundsätzlich ist Deutschland auf dem internationalen Milchmarkt wettbewerbsfähig. Bleiben die relativen Produktionskosten gegenüber dem Ausland auf dem aktuellen Niveau und bleibt das internationale Preisniveau stabil oder steigt, gehen wir davon aus, dass ein erheblicher Teil der in Deutschland erzeugten Milchprodukte exportiert werden kann. Entwickeln sich die internationalen Preise jedoch ungünstig, könnten sich die Exportmöglichkeiten der deutschen Milchwirtschaft verschlechtern. Kommen zudem in anderen Ländern verstärkt alternative Proteinquellen auf den Markt und sinkt dadurch die Nachfrage nach Kuhmilch – insbesondere in anderen EU-Mitgliedstaaten und den derzeit global bedeutenden Konsumregionen –, ist auch mit einem Rückgang der Milchproduktion in Deutschland zu rechnen.

7 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass in Deutschland in den kommenden zehn Jahren ein Wachstum des Marktes für alternative Milchprodukte zu erwarten ist. Die Gründe hierfür sind vielfältig: Neben gesellschaftlichen Debatten über Tierwohl und Gesundheit sowie staatlichen und privaten Klimazielen spielen vor allem technologische Weiterentwicklungen bei der Herstellung neuer Produkte eine zentrale Rolle.

Trotz der großen technologischen Vielfalt bei der Produktion alternativer Fette und Proteine befinden sich die einzelnen Technologien in sehr unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Einige Verfahren werden bereits heute industriell eingesetzt, während sich andere noch im experimentellen Stadium befinden. In vielen Fällen sind die Verfahren noch mit hohen Produktionskosten verbunden oder müssen auf EU-Ebene erst noch zugelassen werden.

Unsere Analyse legt nahe, dass die Entwicklung in Deutschland in den nächsten zehn Jahren vor allem durch drei Technologien geprägt sein wird:

1. **Produkte auf Basis pflanzlicher Inhaltsstoffe** bleiben kurz- und mittelfristig die wichtigste Grundlage für die Marktentwicklung. Sie sind bereits etabliert und ihre Funktionalität sowie Produktqualität werden sich in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter verbessern.
2. **Biomassefermentation** bietet mittelfristig das Potenzial, einzelne Milchkomponenten teilweise zu ersetzen. Allerdings bestehen weiterhin Herausforderungen bei der kostengünstigen Skalierung dieser Technologie.
3. **Präzisionsfermentation** dürfte erst mittel- bis langfristig an Bedeutung gewinnen. Sie stellt eine vielversprechende, zugleich aber technologisch anspruchsvolle Option für die Herstellung funktional relevanter Milchproteine und -fette dar. Die noch fehlende Zulassung für den EU-Markt birgt jedoch regulatorische Unsicherheiten. Zudem sind die Produktionskosten derzeit noch hoch, und ihre künftige Entwicklung ist schwer abzuschätzen. Die von uns befragten Expertinnen und Experten sehen in der Präzisionsfermentation jedoch mittelfristig – etwa ab 2035 – ein erhebliches Potenzial für den EU-Markt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Interviews legen nahe, dass das Marktwachstum alternativer Milchprodukte bis 2035 vor allem in den Segmenten Trinkmilch, Sahne, Joghurt und Käse stattfinden wird. In den Bereichen Milcheiweiß- und Molkenerzeugnisse sowie Trockenmilchprodukte wird dagegen nur ein geringes Wachstum erwartet.

Wie sich die Märkte für alternative Milchprodukte in den nächsten zehn Jahren tatsächlich entwickeln, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen neben der Technologieentwicklung auch die Zulassung neuer Technologien und Produkte auf EU-Ebene. Zudem spielen politische Rahmenbedingungen, Kostenentwicklungen, die Verbraucherakzeptanz sowie gesellschaftliche Debatten zu Ernährung, Nachhaltigkeit und Tierwohl eine wichtige Rolle.

Für eine bessere Einschätzung der Auswirkungen alternativer Milchprodukte sind für die Zukunft folgende Forschungsfelder relevant:

- **Potenziale der Substitution in verarbeiteten Produkten:** Die Frage, ob besondere Substitutionspotenziale im Bereich weiterverarbeiteter Lebensmittel wie Süßwaren, Backwaren oder Fertiggerichte bestehen, konnten wir nicht umfassend beantworten. Insbesondere fehlen detaillierte Daten darüber, welche Milchprodukte und Milchkomponenten in weiterverarbeiteten Lebensmitteln eingesetzt werden. Deshalb konnten wir nur grob abschätzen, welche Mengen zu welchen Kosten in die Weiterverarbeitung fließen und welches Marktpotenzial sich daraus ergibt. Erste Überschlagsrechnungen zeigen, dass mindestens 8 Prozent der in deutschen Molkereien verarbeiteten

Milch in der Weiterverarbeitung für Backwaren, Fertiggerichte, Speiseeis und Süßwaren eingesetzt werden. Dieser vergleichsweise geringe Anteil deutet auf ein begrenztes Substitutionspotenzial hin. Eine detaillierte Analyse der verschiedenen Produktgruppen könnte zeigen, ob diese Einschätzung zutrifft oder ob in bestimmten Segmenten ein größeres Substitutionspotenzial besteht. Ferner können wir keine Aussage darüber treffen, ob und inwiefern positive Gesundheitswirkungen aus diesen Entwicklungen resultieren werden.

- **Kostenentwicklung:** Die Produktionskosten alternativer Milchprodukte sind ein zentraler Faktor für deren Marktdurchdringung. Die Kosten vieler Technologien sind derzeit noch hoch, da bislang kaum Skaleneffekte realisiert werden. Weiterführende Analysen zur Entwicklung verschiedener Kostenkategorien – etwa Rohstoffe, Energie und andere Betriebsmittel, Investitionen, Infrastruktur und Arbeitskräfte –, jeweils differenziert nach Technologie und Produktkategorie, wären hilfreich für eine fundiertere Einschätzung des Potenzials. Gleichzeitig ist auch eine Einschätzung der Entwicklung der Kosten tierischer Milchprodukte wichtig, da alternative Milchprodukte vor allem dann Marktanteile gewinnen werden, wenn eine Preisparität mit tierischen Produkten erreicht wird oder die alternativen Produkte kostengünstiger hergestellt werden können.
- Die **ökologischen Auswirkungen** eines wachsenden Marktes für alternative Milchprodukte wurden in dieser Studie nicht bilanziert. Um Effekte auf Treibhausgasemissionen, Flächennutzung und Biodiversitätswirkung zu bilanzieren, können die in dieser Studie entwickelten Szenarien jedoch eine geeignete Grundlage bieten.
- **Nutzung landwirtschaftlicher Rohstoffe:** In weiteren Analysen sollte untersucht werden, in welchen Bereichen eine höhere Nachfrage nach landwirtschaftlichen Rohstoffen für die Herstellung alternativer Milchprodukte zu erwarten ist. Dadurch ließe sich ein umfassenderes Bild der möglichen Auswirkungen auf die Landwirtschaft gewinnen: Werden tierbasierte Produkte und Alternativen innerhalb landwirtschaftlicher Produktionssysteme in Zukunft eher um Ressourcen konkurrieren, oder lassen sich synergetische Beziehungen entwickeln? Hierfür sind detailliertere Untersuchungen zu den benötigten Mengen und Arten der Rohstoffe erforderlich. Ebenso ist zu prüfen, inwieweit Reststoffe und Nebenströme aus der landwirtschaftlichen Produktion wirtschaftlich genutzt werden können, und welche ökologischen Auswirkungen damit einhergehen.

8 Anhang

8.1 Funktionalität von Milchbestandteilen

8.1.1 Milchproteine

Milchproteine besitzen neben ihrer ernährungsphysiologischen Bedeutung weitere Eigenschaften, die sie zu wichtigen Zutaten in Milchprodukten machen. Sie setzen sich hauptsächlich aus Caseinen (ca. 80 Prozent) und Molkenproteinen (ca. 20 Prozent) zusammen, die sich in ihrer Struktur und technologischen Funktionalität unterscheiden.

Caseine

Caseine liegen im natürlichen Zustand zu 95 Prozent als Caseinmizellen vor (Töpel 2007). Caseinmizellen sind kolloidale Proteinstrukturen in der Milch, die aus Caseinproteinen, Calciumphosphat und Wasser bestehen. In den kugelförmigen Mizellen sind die Caseine in einer spezifischen Anordnung organisiert: Der Kern der Mizelle ist reich an hydrophoben α_s- und β-Caseinen, die nur wenig Wasser binden. Die Oberfläche der Mizelle, insbesondere das κ-Casein, ist hingegen hydrophil und sorgt für eine stabile Verteilung der Mizellen in der Milch. Ladung und Hydratationshülle stabilisieren die Mizellen zusätzlich gegen eine ungewollte Ausfällung. Aufgrund ihrer besonderen Struktur beeinflussen Caseinmizellen maßgeblich die Verarbeitung und Qualität von Milchprodukten (McSweeney & Fox 2013, McSweeney & O'Mahony 2016). Diese Struktur verleiht den Caseinen ihre charakteristischen Eigenschaften (Tabelle A.1), etwa die Fähigkeit, Fett zu emulgieren und die Textur von Milchprodukten zu beeinflussen. Darüber hinaus tragen Caseine zu einer cremigen Textur und zur Stabilität bei. Auch für die Schmelzfähigkeit von Käse spielen sie eine wichtige Rolle, da die Mizellen die Fett- und Wasseranteile im Käse zusammenhalten.

Die komplexe Struktur der Caseinproteine beziehungsweise ihr Vorkommen in Form von Mizellen

Funktionelle Eigenschaften von Casein → Tabelle A.1

Funktionelle Eigenschaft	Erläuterung
Emulgationsvermögen	Caseinmizellen wirken als natürliche Emulgatoren, indem sie Fetttröpfchen umhüllen und damit Fett-Wasser-Emulsionen stabilisieren.*
Gelbildung (Koagulation)	Caseinmizellen können durch pH-Wert-Senkung (Säurekoagulation) oder durch Enzymzugabe (Labgerinnung bei der Käseherstellung) destabilisiert werden, sodass sie gelieren.*
Wasserbindevermögen	Caseinmizellen können große Mengen Wasser binden (Hydratationshülle).*
Schmelzverhalten	Beim Erhitzen verändert sich die Struktur der Caseinmizellen. Stabilisierende Calciumphosphat-Brücken werden bei hohen Temperaturen teilweise aufgebrochen, sodass sich die Proteine neu anordnen können.*
Hitzestabilität	Caseinmizellen bleiben bis ca. 140 °C stabil, sofern pH-Wert und Calciumgehalt angepasst sind.*
Sensorische Eigenschaften	Das Wasserbindevermögen und die Fähigkeit, Proteinkomplexe zu bilden, tragen zur Konsistenz und Cremigkeit bei.* Das Aromabindungsvermögen beeinflusst die Geschmacksbildung. Gute Emulgiereigenschaften fördern die Homogenität von Milchprodukten.* Die typische „Ziehfähigkeit" von Käse entsteht durch Caseinmizellen, die sich während der Käseherstellung auflösen und neu zusammensetzen.**

Agora Agrar *Quelle: Töpel, 2007; **Quelle: Boukid et al., 2023

erschwert ihre Reproduktion für alternative Milchprodukte erheblich. Caseine bestehen aus verschiedenen Subtypen, die in einer spezifischen räumlichen Anordnung zusammenwirken. Die Nachbildung dieser Strukturen erfordert hochentwickelte technologische Verfahren, um die richtige Proteinfaltung und -anordnung zu erreichen. Pflanzliche Proteine sind zudem oft anders aufgebaut und lassen sich nur schwer in eine vergleichbare Mizellenstruktur integrieren, was die Textur, das Mundgefühl und die Stabilität der Produkte beeinflusst.

8.1.2 Molkenproteine

Molkenproteine sind die wasserlöslichen Proteine der Milch, die nach der Abtrennung des Caseins (z. B. bei der Käseherstellung) in der Molke verbleiben. Aufgrund ihrer guten Emulgationseigenschaften, ihres Schaumbildungsvermögens und ihres Wasserbindungsvermögens (Tabelle A.2) tragen Molkenproteine auf sensorischer Ebene zur Verbesserung der Konsistenz und Textur von Produkten bei, etwa bei Milchprodukten, feinen Backwaren, Speiseeis und Süßwaren (McSweeney & Fox 2013, McSweeney & O'Mahony 2016).

Funktionelle Eigenschaften von Molkenproteinen → Tabelle A.2

Funktionelle Eigenschaft	Erläuterung
Emulgationsvermögen	Molkenproteine besitzen gute Emulgationseigenschaften und stabilisieren Fett-Wasser-Emulsionen, indem sie Fetttröpfchen umhüllen (wie Caseine).*
Gelbildung (Koagulation)	Molkenproteine gelieren bei Hitzeeinwirkung (ab 70 °C) durch Denaturierung. Mit sinkendem pH-Wert nimmt die Koagulation zu, sodass sich eine feste Gelstruktur ausbildet.*
Wasserbindevermögen	Molkenproteine haben durch hydrophile Gruppen eine gute Wasserbindungsfähigkeit.*
Schmelzverhalten	Molkenproteine weisen keine direkten Schmelzeigenschaften auf.*
Löslichkeit	Molkenproteine verfügen über eine sehr gute Löslichkeit (außer bei pH-Werten zwischen 4 und 5).*
Hitzestabilität	Molkenproteine sind bis etwa 70 °C hitzestabil. Bei höheren Temperaturen treten Wechselwirkungen mit Caseinen auf.*, **
Sensorische Eigenschaften	Das hohe Wasserbindevermögen sowie die nach Denaturierung erhöhte Viskosität sorgen für eine cremige Textur im Endprodukt.* Die guten Emulgiereigenschaften fördern die Homogenität von Milchprodukten.*

Agora Agrar *Quelle: Töpel, 2007; **Quelle: Boukid et al., 2023

8.1.3 Milchfette

Milchfett ist ein **komplexes Lipidgemisch**, das neben Triglyceriden auch Phospholipide, freie Fettsäuren und fettlösliche Vitamine enthält. Die beiden wichtigsten Lipidklassen – **Triglyceride und Phospholipide** – bestimmen maßgeblich die technologischen und sensorischen Eigenschaften von Milchprodukten (Tabelle A.3).

Triglyceride

Triglyceride bilden den Hauptbestandteil des Milchfetts. Sie bestehen aus einem Glycerinmolekül, das mit drei Fettsäuren verestert ist. Die spezifische Kombination aus gesättigten sowie einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren beeinflusst die physikalischen Eigenschaften des Milchfetts, insbesondere dessen Schmelzverhalten, Textur und Oxidationsstabilität (Spreer 2011, Walstra et al. 2005).

Die Vielzahl an Fettsäuren führt zu einem breiten Schmelzbereich und trägt zur Cremigkeit sowie zum Mundgefühl von Milchprodukten bei (McSweeney et al. 2020).

Phospholipide

Phospholipide machen nur einen geringen Anteil am Milchfett aus, übernehmen jedoch eine entscheidende strukturelle Funktion. Sie sind die Hauptbestandteile der Milchfettglobulärmembran (MFGM), welche die Fetttröpfchen umgibt und eine feine Verteilung des Milchfetts ermöglicht. Durch ihre Struktur – mit einem hydrophilen Kopf und lipophilen Fettsäureresten – sind Phospholipide essenziell für die Emulgation und Stabilität von Milch. Sie wirken als natürliche Emulgatoren und sorgen für stabile Emulsionen von Wasser und Fett (Singh 2006, Töpel 2007).

Funktionelle Eigenschaften von Milchfetten → Tabelle A.3

Funktionelle Eigenschaft	Erläuterung
Emulgationsvermögen	Milchfett liegt in Form winziger Fettkügelchen vor, die von einer Membran aus Phospholipiden und Proteinen umgeben sind. Diese Membran fungiert als natürlicher Emulgator und stabilisiert Fett-Wasser-Emulsionen.**
Schmelzverhalten	Das Schmelzverhalten von Milchfett hängt von der Fettsäurezusammensetzung ab. Langkettige gesättigte Fettsäuren erhöhen den Schmelzpunkt, während kurzkettige und ungesättigte Fettsäuren ihn senken. Aufgrund seiner vielfältigen Triglyceridstruktur besitzt Milchfett einen breiten Schmelzbereich von etwa –40 °C bis +40 °C, was die Konsistenz von Butter, Käse und Speiseeis beeinflusst.*, ***
Hitzestabilität	Die thermische Stabilität von Milchfett wird durch die gesättigten Fettsäuren erhöht, während ungesättigte Fettsäuren anfälliger für thermische Zersetzung und Oxidation sind.*
Luft- und Wasserbindung	Milchfett kann Luft und Wasser in Strukturen einbinden und so die Volumenbildung in Schlagsahne und aufgeschlagenem Speiseeis unterstützen. In Backwaren trägt es zur Lockerung und weichen Textur bei, während es in Saucen die Stabilisierung von Emulsionen fördert.**, ***
Sensorische Eigenschaften	Das Verhältnis zwischen festen und flüssigen Fettbestandteilen beeinflusst Viskosität, Textur und Mundgefühl von Milchprodukten. Triglyceride tragen zur Cremigkeit, zum Schmelzverhalten und zur Aromafreisetzung bei. Milchfett beeinflusst zudem die optische Erscheinung (Trübung durch Lichtstreuung an den Fetttröpfchen) und dient als Träger fettlöslicher Aromastoffe, die zum typischen Milchgeschmack beitragen.**, ***

Agora Agrar. Quelle: *Klupsch, 1992; **Spreer, 2011; ***Walstra et al., 2005

8.2 Beispielrechnungen für die Exportkompensationsszenarien

Nettoexport 2035 in Milchäquivalenten

Die Nettoexporte je Produktkategorie ergeben sich aus den Produktionsmengen im Jahr 2035 (Tabelle 7) abzüglich des verbleibenden Konsums tierbasierter Produkte je Kategorie (Tabelle 5).

$$Nettoexport(t)_{2035,\ D}^{Milchprodukte} = Milchproduktion(t)_{2035,\ D}^{Milchäquiv.ges.} - Milchkonsum(t)_{2035,\ D}^{Milchäquiv.ges.}$$

Beispielrechnung: Nettobutterexport im konservativen Markt-Szenario

$$Nettobutterexport\ (t)_{2035,D}^{Milchäquiv.} = 10.041.049\ t\ _{2035,D}^{Milchäquiv..} - 8.854.273\ t\ _{2035,D}^{Milchäquiv.} = 1.186.776\ (t)_{2035,D}^{Milchäquiv.}$$

8.3 Trendentwicklungen in den Reduktionsszenarien

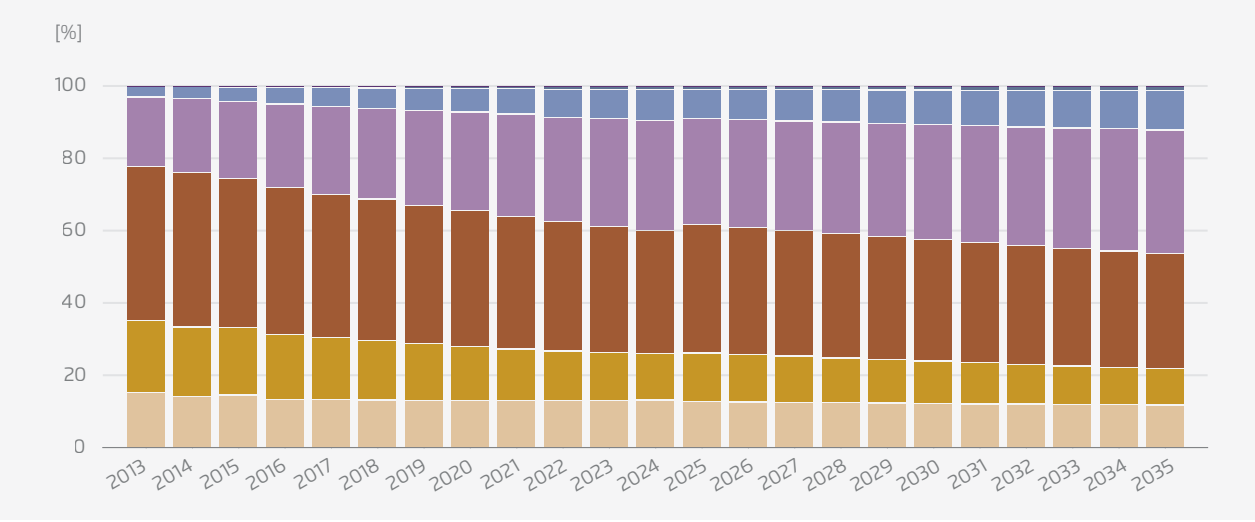
Milchleistungen nach Betriebsgrößenklasse → Tabelle A.4

Betriebsgrößenklasse (Anzahl der Tiere)	Angenommene Milchleistung (Liter je Kuh und Jahr)	Angenommene Steigerung der Milchleistung (%)
1 – 9 Tiere	5.000 – 6.500	0,5
10 – 19 Tiere	6.000 – 7.000	0,5
20 – 49 Tiere	6.500 – 7.500	0,5
50 – 99 Tiere	7.000 – 8.000	0,5
100 – 199 Tiere	7.500 – 9.000	1,5
200 – 499 Tiere	8.000 –10.000	1,5
500 und mehr Tiere	9.000 –11.000	1,5

Quelle: BLE 2024c, Destatis 2025a

Anteil der Betriebsgrößenklassen an den Milchviehhaltungen in Süddeutschland (Baden-Württemberg und Bayern)

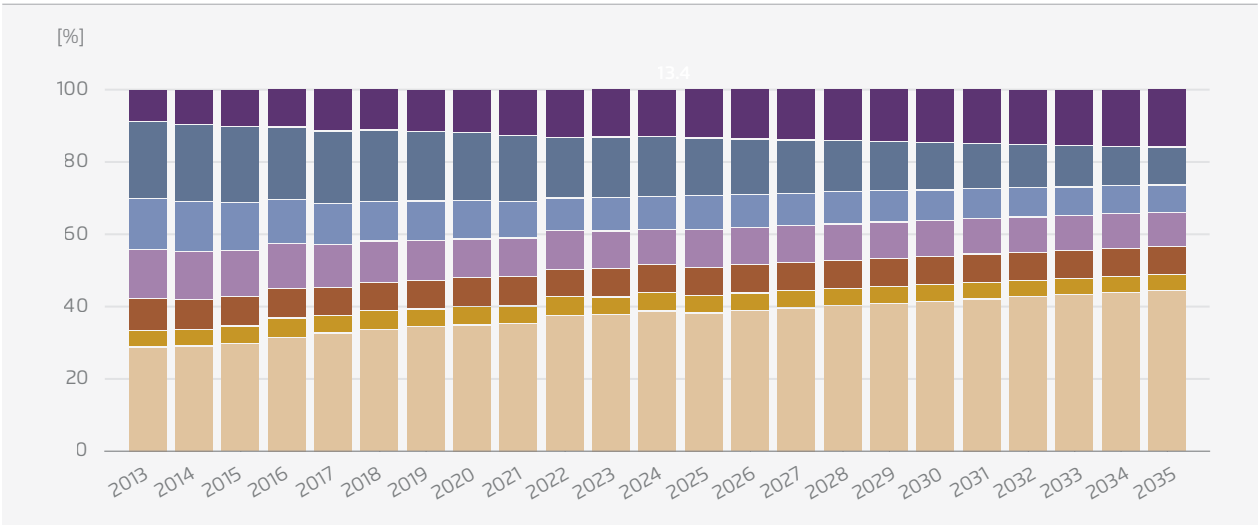
→ Abb. A.1



Agora Agrar basierend auf Daten bis 2024 von Destatis (2025a). Ab 2025: eigene Berechnungen zur Trendfortschreibung.

Anteil der Betriebsgrößenklassen an den Milchviehhaltungen in Ostdeutschland (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen)

→ Abb. A.2



Agora Agrar basierend auf Daten bis 2024 von Destatis (2025a). Ab 2025: eigene Berechnungen zur Trendfortschreibung.

Literaturverzeichnis

Adam, P., & Brahim, C. (2023): *Fermentation, Mycoprotein, Cellular Agriculture: Sustainable solutions for food production*. Verfügbar unter: https://stifelinstitutional.com/iris/fermentation-mycoprotein-cellular-agriculture-sustainable-solutions-for-food-production/

Agora Agrar (2024): *Agriculture, forestry and food in a climate neutral EU*. Verfügbar unter: https://www.agora-agriculture.org/publications/agriculture-forestry-and-food-in-a-climate-neutral-eu

Agora Agrar (2026a): *Klimawirksamkeit der Ernährung. Wie sich der Beitrag der Ernährung zu den Klimazielen erfassen und politische Optionen ableiten lassen.* Verfügbar unter: https://www.agora-agrar.de/publikationen/klimawirksamkeit-der-ernaehrung-in-deutschland-studie

Agora Agrar (2026b): *Die Zukunft von Landnutzung und Ernährung in Deutschland. Wie Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit in Land- und Forstwirtschaft vereinbar sind.* Verfügbar unter: https://www.agora-agrar.de/fileadmin/Projects/2025/2025-01_DE-Studie_Agrar/AGR_393_Studie_Zukunft-Landnutzung-Ernaehrung_Zusammenfassung_WEB.pdf

Agora Agrar (2026c): *Wiedervernässung von Moorböden. Steckbriefe zur landwirtschaftlichen Nutzung und Höhe von Wiedervernässungsprämien in den moorreichen Bundesländern.* Verfügbar unter: https://www.agora-agrar.de/fileadmin/Projects/2023/006a_Policy-Briefs-Peatlands_NLe/A-AGR_406_Wiedervernaessung_von_Moorboeden_WEB.pdf

Agora Agriculture & IDDRI (2025): *Towards food policies that support healthy and sustainable consumption. Country case studies and the role of EU food policy*. Verfügbar unter: https://www.agora-agriculture.org/publications/towards-food-policies-that-support-healthy-and-sustainable-consumption

Algenwerk (2025): *AIS - Next generation ice.* Algenwerk. Verfügbar unter: https://algenwerk.de/veganes-algen-eis-mit-spirulina-von-algenwerk/

AMI (2020): *Milch: Rohmilchanlieferung und Herstellung von ausgewählten Milcherzeugnissen. Agrarmarkt Informationsgesellschaft mbH.*

AMI (2022): *AMI Marktreport Verbraucherforschung 2022.* Agrarmarkt Informationsgesellschaft mbH.

AMI (2024): *Milch: Rohmilchanlieferung und Herstellung von ausgewählten Milcherzeugnissen.* Agrarmarkt Informationsgesellschaft mbH. Verfügbar unter: https://www.ami-informiert.de/ami-shop/shop/detail?ai%5Baction%5D=detail&ai%5Bcontroller%5D=Catalog&ai%5Bd_name%5D=markt-bilanz-milch-2024&ai%5Bd_pos%5D=

Aminetzah, D., Levene, J., Brennan, T., & Toews, K. (2025): *Ingredients for the future: Bringing the biotech revolution to food*. McKinsey. Verfügbar unter: https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/ingredients-for-the-future-bringing-the-biotech-revolution-to-food

Augustin, M. A., Hartley, Carol J., Maloney, G., & Tyndall, S. (2023): *Innovation in precision fermentation for food ingredients.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 64(18), 6218–6238. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2166014

Bartashus, J. (2021): *Plant-based foods poised for explosive growth*. Bloomberg. Verfügbar unter: https://www.bloomberg.com/company/press/plant-based-foods-market-to-hit-162-billion-in-next-decade-projects-bloomberg-intelligence/

BDSI (2024): *Süßwarenindustrie in Zahlen.* Süßwarenindustrie in Zahlen—Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie; Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. Verfügbar unter: https://www.bdsi.de/zahlen-fakten/suesswarenindustrie-in-zahlen

BfR (2025a): *Neuartige Lebensmittel (Novel Food)*. Bundesinstitut für Risikobewertung. Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/lebensmittelsicherheit/gesundheitliche-risikobewertung-spezieller-lebensmittelgruppen/neuartige-lebensmittel-novel-food/

BfR (2025b): *Zulassung genetisch veränderter Lebens- und Futtermittel*. Bundesinstitut für Risikobewertung. Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/lebensmittel-und-futtermittelsicherheit/gesundheitliche-risikobewertung-spezieller-lebensmittelgruppen/zulassung-genetisch-veraenderter-lebens-und-futtermittel/

BLE (2021): *Definition und Begriffe Milch und Milcherzeugnisse*. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Verfügbar unter: https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/MilchUndMilcherzeugnisse/DefinitionBegriffe.html

BLE (2024a): *116. Produktionswert des Bereichs Landwirtschaft* [Datensatz]. Verfügbar unter: https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/3130400-0000.xlsx

BLE (2024b): *Leistung und Milcherzeugung 2024 nach Bundesländern*. Verfügbar unter: https://www.ble.de/DE/BZL/Daten-Berichte/Milch-Milcherzeugnisse/_functions/TabelleMilcherzeugungVerwendung2024.html?nn=623806

BLE (2024c): *Versorgungsbilanz Milch und Milcherzeugnisse* [Datensatz]. Verfügbar unter: https://open-data.ble.de/dataset/versorgungsbilanz-milch-und-milcherzeugnisse/resource/da805bb0-eb01-4ae3-a747-b6dab229b8dd

BLE (2025): *1.1 Erzeugung von Milch, Milchfett und Milcheiweiß in Deutschland nach Kalenderjahren* [Datensatz]. Verfügbar unter: https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BZL/Daten-Berichte/MilchUndMilcherzeugnisse/JaehrlicheErgebnisse/Deutschland/Dt_VersorgungVerbrauch/1.1_Versorgung_Milcherzeugnisse.xlsx?__blob=publicationFile&v=3

BLE (2026a): *Milchanlieferung und Milchverwendung in den Molkereien*. BMEL-Statistik. Verfügbar unter: https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/4070780-0000.xlsx

BLE (2026b): *Pro-Kopf-Verbrauch von ausgewählten Milcherzeugnissen in Deutschland nach Kalenderjahren* [Datensatz]. Verfügbar unter: https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/daten/0300153-0000.xlsx

BMEL (2024): *Deutschland wie es isst – Der BMEL-Ernährungsreport 2024*. Verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ernaehrungsreport-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=4

BMLEH (2025): *Deutschland wie es isst – Der BMLEH-Ernährungsreport 2025*. Verfügbar unter: https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ernaehrungsreport-2025.html

BMUKN (2026): *Klimaschutzprogramm 2026*. Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Verfügbar unter: https://www.bundesumweltministerium.de/download/klimaschutzprogramm-ksp-2026

Boukid, F., Hassoun, A., Zouari, A., Tülbek, M., Mefleh, M., Aït-Kaddour, A., & Castellari, M. (2023): *Fermentation for Designing Innovative Plant-Based Meat and Dairy Alternatives.* Foods, 12(5), 1005. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3390/foods12051005

Bright Green Partners (2024): *The 2040 EU Sustainable Dairy Landscape: Corporate Transition in Traditional and Animal-Free Dairy*. Verfügbar unter: https://brightgreenpartners.com/2040-eu-sustainable-dairy-corporate-transition/

Brümmer, B., Glauben, T., & Thijssen, G. (2002): *Decomposition of Productivity Growth Using Distance Functions: The Case of Dairy Farms in Three European Countries.* American Journal of Agricultural Economics, 84(3), 628–644. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1111/1467-8276.00324

Christoph-Schulz, I., Bardusch, B., & Banse, M. (2025): *Wer kauft denn sowas? Zur Nachfrage nach Fleisch- und Milchersatzprodukten in Deutschland.* Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies, Vol. 33.11. Verfügbar unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn069597.pdf

Clark, M., Springmann, M., Rayner, M., Scarborough, P., Hill, J., Tilman, D., Macdiarmid, J. I., Fanzo, J., Bandy, L., & Harrington, R. A. (2022): *Estimating the environmental impacts of 57,000 food products.* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 119(33), e2120584119. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1073/pnas.2120584119

Collas, L., & Benton, D. (2024): *A new land dividend-The opportunity of alternative proteins in Europe*. Verfügbar unter: https://green-alliance.org.uk/wp-content/uploads/2024/03/A_new_land_dividend.pdf

Cultivated X (2024): *Ergo Bioscience Creates "Animal Proteins, Without Animals" for the Next Generation of Plant-Based.* Verfügbar unter: https://cultivated-x.com/plant-cell-cultivation/ergo-bioscience-plant-cell-culture-next-gen-alternatives/

Davies, K. M., & Deroles, S. C. (2014): *Prospects for the use of plant cell cultures in food biotechnology.* Current Opinion in Biotechnology, 26, 133–140. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.12.010

Destatis (2023): *Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung, Viehbestand, Landwirtschaftlich genutzte Fläche: Bundesländer, Stichtag, Tierarten, Bestandsgrößenklassen.* Verfügbar unter: https://genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/41141/table/41141-0118

Destatis (2025a): *Haltungen mit Milchkühen: Deutschland, Stichmonat, Bestandsgrößenklassen*. Verfügbar unter: https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/41312/table/41312-0004

Destatis (2025b): *Produktion von feinen Backwaren in Deutschland nach Produktgruppen in den Jahren 2008 bis 2024. [GP19-107212530 Kekse u.ä.,gesüßt,m. Schokol. od. kakaoh. Überzug]*. Verfügbar unter: https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/42131-0004/

DGE (2024): *15. DGE-Ernährungsbericht*. Verfügbar unter: http://www.dge.de/wissenschaft/ernaehrungsberichte/15-dge-ernaehrungsbericht/

dti (2025): *Tiefkühlkost im 10-Jahresvergleich 2014/2024*. Verfügbar unter: https://www.tiefkuehlkost.de/tk-fuer-alle/aktuelles/marktdaten1/10-jahresvergleich-2024.pdf

Eastham, J. L., & Leman, A. R. (2024): *Precision fermentation for food proteins: ingredient innovations, bioprocess considerations, and outlook — a mini-review.* Current Opinion in Food Science, 58, 101194. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2024.101194

EEA (2022): *Methane emissions in the EU: the key to immediate action on climate change* [Briefing no 21/2022]. European Environment Agency. Verfügbar unter: https://www.eea.europa.eu/publications/methane-emissions-in-the-eu/methane-emissions-in-the-eu

EEA (2025): *GHG Inventory EU 15-03-2025*. European Environment Agency. Verfügbar unter: https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/govreg/inventory/colz4yinw/envz9ha0a/

EFSA (2025a): *Antragsverfahren für neuartige und traditionelle Lebensmittel | EFSA*. Verfügbar unter: https://www.efsa.europa.eu/de/applications/novel-food-traditional-food

EFSA (2025b): *Application procedures – how to submit a dossier for scientific evaluation*. Verfügbar unter: https://www.efsa.europa.eu/de/applications

Environmental Protection Authority (2024): *EPA approves precision fermentation of milk proteins.* Verfügbar unter: https://www.epa.govt.nz/news-and-alerts/latest-news/epa-approves-precision-fermentation-of-milk-proteins/

Europäische Kommission (2024, September 6): *Milch und Milcherzeugnisse*. Verfügbar unter: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/milk-and-dairy-products_de

European Commission (2018): *The EU estimated agricultural balance sheets - Milk equivalent coefficients - Query*. Publications Office. Verfügbar unter: https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/public/pages/previousFilters.xhtml?dataset=8ead8c24-d214-4366-a3fd-b2e5de768603

FSEC (2024): *Global Policy Report. The Economics of the Food System Transformation*. The Food System Economics Commission. Verfügbar unter: https://foodsystemeconomics.org/policy/global-policy-report/

GFI (2024): *Plant molecular farming: Industry overview and 2023 developments*. Good Food Institute. Verfügbar unter: https://gfi.org/wp-content/uploads/2024/06/Plant-molecular-farming-fact-sheet.pdf

GFI (2025): *Entwicklung des Marktes für pflanzenbasierte Lebensmittel im deutschen Einzelhandel. Fleisch, Fisch und Meeresfrüchte, Milch und Milchgetränke, Käse, Joghurt und Sahne. 2022–2024*. Good Food Institute. Verfügbar unter: https://gfieurope.org/de/wp-content/uploads/sites/2/2025/06/Entwicklung-des-Marktes-fuer-pflanzenbasierte-Lebensmittel-im-deutschen-Einzelhandel-2022-2024.pdf

GFI (2026): *Entwicklung des Marktes für pflanzenbasierte Lebensmittel im deutschen Einzelhandel 2023–2025. Good Food Institute Europe.* Verfügbar unter: https://gfieurope.org/de/wp-content/uploads/sites/2/2026/06/GFI-Europe_Entwicklung-des-Marktes-fuer-pflanzenbasierte-Lebensmittel-im-deutschen-Einzelhandel-2023-2025.pdf

Grossmann, L. (2024): *Sustainable media feedstocks for cellular agriculture.* Biotechnology Advances, 73, 108367. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2024.108367

Haß, M., Banse, M., Eysholdt, M., Gocht, A., Laguai, V., Offermann, F., Pelikan, J., Rieger, J., Stepanyan, D., Sturm, V., & Zinnbauer, M. (2024): *Thünen-Baseline 2024 - 2034: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland* (Nr. 117; Thünen Rep, S. 97). Johann Heinrich von Thünen Institut. Verfügbar unter: https://www.thuenen.de/de/thuenen-institut/verbundstrukturen/thuenen-modellverbund/die-thuenen-baseline/deutschlands-landwirtschaft-bis-2034

Heseker, H. und Heseker, A. (2024): Die Nährstofftabelle

Hess, S. (2016): *Rückblick: Ein Jahr nach der Milchquote - Erste Erfahrungen mit einem liberalisierten Milchmarkt*. Vorträge zur Hochschultagung 2016 - Die großen Weichenstellungen? Agrar- und Ernährungspolitik nach 2020 der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Hiessl, S., & Rübberdt, K. (2023): *Potenziale der Präzisionsfermentation für Niedersachsen*. LI Food. Verfügbar unter: https://dechema.de/Themen/Studien+und+Positionspapiere/2023+11+Studie+Pr%C3%A4zisionsfermentation.html

Indexbox (2026): *Germany Plant Based Milk - Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights.* Verfügbar unter: https://www.indexbox.io/store/germany-kw-plant-based-milk-840-market-analysis-forecast-size-trends-and-insights

International Dairy Federation (2004): *Methods for Calculating Milk Equivalents - Characteristics of Sheep and Goat Milks - Test Kits for Milk from Species Other than Cows.* Bulletin of the IDF No. 390/2004, 49.

Klerk, E. (2021): *The global food system: Identifying sustainable solutions*. Credit Suisse.

Klupsch, H. J. (1992): *Saure Milcherzeugnisse—Milchmischgetränke und Desserts* (2. Auflage). Th. Mann Gelsenkirchen-Buer.

Knight, K. (2023, November 20): *Regulating precision fermentation-produced ingredients in the EU*. Vita Food Insights. Verfügbar unter: https://www.vitafoodsinsights.com/sustainability/regulating-precision-fermentation-produced-ingredients-in-the-eu

Kumar, M., Tomar, M., Punia, S., Dhakane-Lad, J., Dhumal, S., Changan, S., Senapathy, M., Berwal, M. K., Sampathrajan, V., Sayed, A. A. S., Chandran, D., Pandiselvam, R., Rais, N., Mahato, D. K., Udikeri, S. S., Satankar, V., Anitha, T., Reetu, Radha, ... Kennedy, J. F. (2022): *Plant-based proteins and their multifaceted industrial applications.* LWT, 154, 112620. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112620

Kwon, H. C., Jung, H. S., Kothuri, V., & Han, S. G. (2024): *Current status and challenges for cell-cultured milk technology: a systematic review.* Journal of Animal Science and Biotechnology, 15(1), 81. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1186/s40104-024-01039-y

Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J. M., González-López, C., & Acién-Fernández, F. G. (2020): *Spirulina for the food and functional food industries.* Food Research International (Ottawa, Ont.), 137, 109356. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109356

Lähteenmäki-Uutela, A., Rahikainen, M., Lonkila, A., & Yang, B. (2021): *Alternative proteins and EU food law*. Food Control, 130, 108336. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108336

LV Milch NRW (2026): *Herstellung und Reifung von Käse*. Landesvereinigung der Milchwirtschaft NRW e.V. Verfügbar unter: https://www.kaesekompass-nrw.de/kaeseinfos/infos-im-ueberblick/herstellung

Manhire, J., Rosin, C., Campbell, H., Burton, R., Mittenzwei, K., Mirosa, M., Reid, J., Saunders, J., Barber, S., Ford, S., O ` Connel, S., Tomlinson, K., Moriarty, A., Thompson, A. S., & Paehua, B. (2024): *Protein Futures: Future Scenarios for Land-Use in Aotearoa New Zealand, Synthesis report*. Verfügbar unter: https://doi.org/10.57935/agr.26001562

McClements, D. J., Großmann, L., & Wagemans, A. M. (2024a): *Pflanzliche Lebensmittelalternativen: Eigenschaften, Formulierung, Verarbeitungsmethoden und Herstellung*. Springer Spektrum. Verfügbar unter: https://www.beck-shop.de/mcclements-grossmann-wagemans-pflanzliche-lebensmittelalternativen/product/37096951

McClements, D. J., Großmann, L., & Wagemans, A. M. (2024b): *Pflanzliche Lebensmittelalternativen: Eigenschaften, Formulierung, Verarbeitungsmethoden und Herstellung*. Springer Spektrum.

McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (2013): *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects, 4th Edition*. Springer Science & Business Media.

McSweeney, P. L. H., Fox, P. F., & O'Mahony, J. A. (Hrsg.) (2020): *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2: Lipids*. Springer International Publishing. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-030-48686-0

McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (Hrsg.) (2016): *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*. Springer New York. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2800-2

Melt&Marble (2025): *Melt&Marble | Precision fermentation for designer fats| Västra Götalands län.* Melt&Marble. Verfügbar unter: https://www.meltandmarble.com

Milch Board (2025): *Erzeugungskosten Milch*. Verfügbar unter: https://www.milch-board.de/fileadmin/MMI/2025-01/Infoblatt_MilchMarkerIndex_Stand_1.2025.pdf

MIV (2024): *Beilage zum Geschäftsbericht 2023/2024. Zahlen – Daten – Fakten*. Milchindustrie-Verband e.V. Verfügbar unter: https://milchindustrie.de/wp-content/uploads/2024/09/ZahlenDaten-Fakten_2024-1.pdf

MIV (2025): *Beilage zum Geschäftsbericht 2024/2025. Zahlen-Daten-Fakten*. Milchindustrie-Verband e.V. Verfügbar unter: https://milchindustrie.de/wp-content/uploads/2025/10/ZahlenDatenFakten_2025_Final.pdf

Mordor Intelligence (2025): *Germany Non-Dairy Milk - Market Share Analysis, Industry Trends & Statistics, Growth Forecasts (2025–2030).* Verfügbar unter: https://www.researchandmarkets.com/reports/5937088/germany-non-dairy-milk-market-share-analysis

Morach, B., Clausen, M., Rogg, J., Brigl, M., Schulze, U., Dehnert, N., Hepp, M., Yang, V., Kurth, T., von Koeller, E., Burchard, J., Witte, B., Obloj, P., Koktenturk, S., & Grosse-Holz, F. (2022): *The Untapped Climate Opportunity in Alternative Proteins*. Boston Consulting Group. Verfügbar unter: https://web-assets.bcg.com/6f/f1/087a0cc74221ac-3fe6332a2ac765/the-untapped-climate-opportunity-in-alternative-proteins-july-2022.pdf

Moritz, J., Mazac, R., Ueta, M. H., Räty, N., Tuomisto, H. L., & Ryynänen, T. (2024): *Prospects of Justice for Cellular Agriculture: A just Transition or Reinvesting in Unsustainability?* Food Ethics, 9(2), 22. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/s41055-024-00156-8

Nature's Fynd (2025, Februar 14): *Vanilla Dairy-Free FyTM Yogurt*. Nature's Fynd. Verfügbar unter: https://www.naturesfynd.com/products/vanilla-dairy-free-fy-yogurt

Neuenfeldt, S., Gocht, A., Röder, N., Yang, X., Laggner, B., & Meyer-Borstel, H. (2024). *Thünen Agraratlas (2022)* [Data set]. Zenodo. Verfügbar unter: https://doi.org/10.5281/zenodo.14197441

Nielsen, M. B., Meyer, A. S., & Arnau, J. (2024): *The Next Food Revolution Is Here: Recombinant Microbial Production of Milk and Egg Proteins by Precision Fermentation.* Annual Review of Food Science and Technology, 15(Volume 15, 2024), 173–187. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1146/annurev-food-072023-034256

Nutrition From Water (2025, Februar 14): *Marine Whey | Microalgae Protein | Nutrition Biotechnology*. Nutrition From Water. Verfügbar unter: https://www.nutritionfromwater.com/

OECD (2025): *OECD Data Explorer*. Verfügbar unter: https://data-explorer.oecd.org/

Poppe, C. (2025): *EFSA at a Crossroads: Why a Future-Proof Food System Needs a Future-Fit Regulator. Blog post*. Verfügbar unter: https://www.linkedin.com/pulse/efsa-crossroads-why-future-proof-food-system-x15sf/?trackingId=dR2Ja8kyTQKIEP5EfcMt9g%3D%3D

Pua, A., Tang, V. C. Y., Goh, R. M. V., Sun, J., Lassabliere, B., & Liu, S. Q. (2022): *Ingredients, Processing, and Fermentation: Addressing the Organoleptic Boundaries of Plant-Based Dairy Analogues.* Foods, 11(6), Artikel 6. Verfügbar unter: https://doi.org/10.3390/foods11060875

Quandt, J., Schlüpmann, S., Eberle, U., Meier, T., & Smetana, S. (2024): *The sustainability and nutritional profile of alternative protein sources - Including protein quality and nutrient density in LCIA of novel foods*. Book of abstracts of the 14th International Conference on Life Cycle Assessment of Food, 452–454.

Questionmark (2025): *Superlist Umwelt Deutschland 2025*. Verfügbar unter: https://www.thequestionmark.org/download/superlist-report-de-environment-2025.de.pdf

Questionmark (2026): *Superlist Umwelt Europa 2026*. Verfügbar unter: https://www.thequestionmark.org/download/superlist-report-eu-environment-germany-2026.de.pdf

Reinhardt, G., Gärtner, S., & Wagner, T. (2020): *Ökologische Fußabdrücke von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland*. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/projekt/oekologischer-fussabdruck-von-lebensmitteln-und-gerichten-in-deutschland

Reinhardt, T., & Monaco, A. (2025): *How innovation-friendly is the EU novel food regulation? The case of cellular agriculture.* Future Foods, 11, 100574. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100574

Richter, M. (2024): *Umrechnungsfaktoren in Milchäquivalente*. DGEWissen. Verfügbar unter: https://www.dge.de/fileadmin/dok/wissenschaft/dgewissen/Umrechnungsfaktoren-Milchaequivalente-DGEWissen-3.2024-S43-44.pdf

Robert Bosch Stiftung & More in Common (2025): *Meine, deine, unsere? Was uns als Gesellschaft beim Thema Ernährung wichtig ist*. Verfügbar unter: https://www.bosch-stiftung.de/de/publikation/meine-deine-unsere#:~:text=Was%20uns%20als%20Gesellschaft%20beim%20Thema%20Ern%C3%A4hrung,nachhaltige%20und%20gerecht%20gestaltete%20Ern%C3%A4hrungspolitik%20zu%20f%C3%B6rdern.

Rösemann, C., Vos, C., Haenel, H.-D., Dämmgen, U., Döring, U., Wulf, S., Eurich-Menden, B., Döhler, H., Steuer, B., Osterburg, B., & Fuß, R. (2025): *Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2023 : Report on methods and data (RMD) Submission 2025.* Verfügbar unter: https://git-dmz.thuenen.de/vos/emissionsagriculture2025

Sander, M., von Saldern, L., Harrer, F., Schader, C., Schafhausen, C., Weber, C., Herzig, C., Franz-Wippermann, R., Lambertz, C., & Niessen, J. (2025): *Wie nachhaltig sind die deutschen Supermärkte? Systematische Bewertung der acht umsatzstärksten Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels nach Umwelt-, Sozial- und Tierwohlkriterien*. Umweltbundesamt. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wie-nachhaltig-sind-die-deutschen-supermaerkte-0

Sauer, J., & Latacz-Lohmann, U. (2014): *Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production.* European Review of Agricultural Economics, 42(2015), 151–175. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1093/erae/jbu015

Schäfer, A. C., Boeing, H., Conrad, J., & Watzl, B. (2024): *Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland. Methodik und Ableitungskonzepte*. Ernährungs Umschau, 71(3**):** M158–66. e5–7. Verfügbar unter: https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2024/03_24/EU03_2024_M158_M166_Online.pdf

Schillberg, S., & Finnern, R. (2021): *Plant molecular farming for the production of valuable proteins – Critical evaluation of achievements and future challenges*. Journal of Plant Physiology, 258–259, 153359. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.jplph.2020.153359

Schweiggert-Weisz, U., Etzbach, L., Gola, S., Kulling, S. E., Diekmann, C., Egert, S., & Daniel, H. (2024): *Opinion Piece: New Plant-Based Food Products Between Technology and Physiology.* Molecular Nutrition & Food Research, 68(20), e2400376. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1002/mnfr.202400376

Singh, H. (2006): *The milk fat globule membrane—A biophysical system for food applications*. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 11(2), 154–163. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.cocis.2005.11.002

Solar Foods (2024): *Solar Foods obtains self-affirmed GRAS status for Solein® in the United States*. Verfügbar unter: https://solarfoods.com/solar-foods-obtains-self-affirmed-gras-status-for-solein-in-the-united-states/

Southey, F. (2024): *'Melty and gooey' plant-based cheese developed after 4 years of R&D: 'Most on the market don't melt, just soften'. Food Navigator.* Verfügbar unter: https://www.foodnavigator.com/Article/2024/02/12/Plant-based-cheese-that-melts-Stockeld-Dreamery-taps-fermentation-for-third-wave-of-dairy-free/

Spreer, E. (2011): *Technologie der Milchverarbeitung*. Behr's Verlag.

Statista (2025a): *Pro-Kopf-Konsum von Konsummilch in Deutschland nach Art in den Jahren 2010 bis 2024*. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/380945/umfrage/pro-kopf-konsum-von-konsummilch-in-deutschland-nach-art/

Statista (2025b, März 28): *Pro-Kopf-Absatz von Süßwaren in Deutschland nach Produktgruppen bis 2030 (in Kilogramm)*. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/5247/umfrage/suesswaren-pro-kopf-verbrauch-in-deutschland-seit-2007/

Statista (2026a): *Pro-Kopf-Konsum von Käse in Deutschland in den Jahren 1950 bis 2025*. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12620/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-kaese-seit-1999/

Statista (2026b): *Pro-Kopf-Konsum von Margarine in Deutschland in den Jahren 1970 bis 2024*. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/318341/umfrage/pro-kopf-konsum-von-margarine-in-deutschland/

Statista (2026c): *Pro-Kopf-Konsum von Milch weltweit in den Jahren 2001 bis 2024*. Statista. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28715/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-milch-weltweit-von-2001-bis-2007/

Statista (2026d): *Umsatz mit Milchersatzprodukten weltweit nach Ländern im Jahr 2024 in Millionen Euro*. Verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1356206/umfrage/laender-umsatz-milchersatz-weltweit/.

Stenzel, W.-R. (2016): *Milchkunde und Milchhygiene: 131 Abbildungen, 96 Tabellen* (H. Becker & E. Märtlbauer, Hrsg.). Verlag Eugen Ulmer.

Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., & Sexton, A. (2018): *Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture.* Trends in Food Science & Technology, 78, 155–166. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.010

SYSTEMIQ (2025): *A taste of tomorrow. How protein diversification can strengthen Germany´s economy*. Verfügbar unter: https://www.systemiq.earth/economic-potential-alternative-proteins/

Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C. J., & Wittmann, C. (2019): *Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value.* Applied Microbiology and Biotechnology, 103(23–24), 9263–9275. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9

Teng, T. S., Chin, Y. L., Chai, K. F., & Chen, W. N. (2021): *Fermentation for future food systems: Precision fermentation can complement the scope and applications of traditional fermentation*. EMBO Reports, *22*(5), e52680. Verfügbar unter: https://doi.org/10.15252/embr.202152680

Töpel, A. (2007): *Chemie und Physik der Milch: Naturstoff - Rohstoff - Lebensmittel* (Unveränd. Nachdr. [der 1.Aufl.]). Behr.

UN Comtrade (2025): *World Dairy Imports*. Verfügbar unter: https://wits.worldbank.org/register.html

USDA (2024): *Dairy: World Markets and Trade*. Verfügbar unter: https://www.fas.usda.gov/data/dairy-world-markets-and-trade-12192024

Vegconomist (2024): *All G Secures China's First Approval for Animal-Free Lactoferrin.* Verfügbar unter: https://vegconomist.com/fermentation/all-g-chinas-first-approval-animal-free-lactoferrin/

Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2005): *Dairy Science and Technology* (2. Aufl.). CRC Press. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1201/9781420028010

Watson, E. (2024a): *What is precision fermentation? Trade associations nail down definition. Ag Funder News*. Verfügbar unter: https://agfundernews.com/what-is-precision-fermentation-trade-associations-nail-down-definition

Watson, E. (2024b, November 26): *Biomass fermentation in focus at MISTA growth hack: 'The food of the future is going to be manufactured in a tank'*. AgFunderNews. Verfügbar unter: https://agfundernews.com/biomass-fermentation-in-focus-at-mista-growth-hack-the-food-of-the-future-is-going-to-be-manufactured-in-a-tank

WBAE (2025): *Mehr Auswahl am gemeinsamen Tisch: Alternativprodukte zu tierischen Lebensmitteln als Beitrag zu einer nachhaltigeren Ernährung.* Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMLEH. Verfügbar unter: https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/alternativprodukte-tierische-lebensmittel.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., de Vries, W., Sibanda, L. M., … Murray, C. J. L. (2019): *Food in the Anthropocene: The EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems.* The Lancet, 393(10170), 447–492. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4

Wittnebel, M., Frank, S. & Tiemeyer, B. (2023): *Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland.* Thünen Arbeitspapier Nr. 212. Verfügbar unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn066303.pdf

Publikationen von Agora Agrar

Auf Deutsch

Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Ernährung in einer klimaneutralen EU
Die Landnutzungssektoren als Teil eines nachhaltigen Ernährungssystems und der Bioökonomie. Deutsche Zusammenfassung

Die Zukunft von Landnutzung und Ernährung in Deutschland
Wie Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit in Land- und Forstwirtschaft vereinbar sind

Klimawirksamkeit der Ernährung in Deutschland
Wie sich der Beitrag der Ernährung zu den Klimazielen erfassen und politische Handlungsoptionen ableiten lassen

Wiedervernässung von Moorböden
Steckbriefe zur landwirtschaftlichen Nutzung und Höhe von Wiedervernässungsprämien in den moorreichen Bundesländern

Biogas mit Mehrwert
Politikoptionen für den Einsatz multifunktionaler Biogassubstrate

Alle Publikationen finden Sie auf unserer Internetseite: www.agora-agrar.de

Publikationen von Agora Agrar

Auf Englisch

Agriculture, forestry and food in a climate neutral EU
The land use sectors as part of a sustainable food system and bioeconomy

Towards food policies that support healthy and sustainable consumption
Country case studies and the role of EU food policy

Less red tape, more results
How benchmarking and landscape coordination can make sustainable farming more competitive

Making flexibility and commonality work for more EU-added value
Three ways to increase environmental spending in the next CAP

Alle Publikationen finden Sie auf unserer Internetseite: www.agora-agriculture.org

Publikationsdetails

Über Agora Agrar
Agora Agrar erarbeitet wissenschaftlich fundierte Konzepte für eine nachhaltige und zukunftsfähige Ernährung, Land- und Forstwirtschaft. Als Teil der Agora Think Tanks arbeitet die Organisation unabhängig von wirtschaftlichen und parteipolitischen Interessen und verfolgt das Ziel, dazu beizutragen, dass demokratisch ausgehandelte Nachhaltigkeitsziele, wie Klimaneutralität und Biodiversitätsschutz erreicht werden.

Agora Agrar
Agora Think Tanks gGmbH
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2
10178 Berlin | Deutschland
T +49 (0) 30 7001435-000

www.agora-agrar.de
info@agora-agrar.de

Korrektorat/Lektorat: Enrico Feierabend | pertext
Satz: Theo Becker | Elser Druck GmbH
Titelfoto: Aymandesign | Adobe Stock

434/10-S-2026/DE
Version 1.0, Oktober 2026

Unter diesem QR-Code steht diese Publikation als PDF zum Download zur Verfügung.

Dieses Werk ist lizenziert unter CC-BY-NC-SA 4.0.