

Whitepaper

# Joghurtprodukte auf pflanzlicher Basis

Die Rolle der Zutaten und der Prozesskontrolle

# CONTENTS

## **3 EINLEITUNG**

- 3 Für wen ist dieses Whitepaper?
- 4 Warum das Interesse an Produkten auf pflanzlicher Basis und an fermentierten Produkten besonders groß ist?
- 5 Drei wichtige Herausforderungen bei der Herstellung von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis

## **7 ALLGEMEINER ÜBERBLICK – HERSTELLUNG VON JOGHURTPRODUKTEN AUS PFLANZENBASIERTEN ROHSTOFFEN**

- 8 Eine pflanzliche Basis schaffen

## **14 HERAUSFORDERUNG 1 – OPTIMIERUNG DER VISKOSITÄT UND ANDERER EIGENSCHAFTEN DURCH VERWENDUNG DER RICHTIGEN ZUTATEN**

- 16 Misch- und Formulierungstechnologie

## **18 HERAUSFORDERUNG 2 – OPTIMIERUNG DER WÄRMEBEHANDLUNG ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER LEBENSMITTELSICHERHEIT UND -QUALITÄT**

- 18 Wärmebehandlung ist entscheidend für die Lebensmittelsicherheit und -qualität
- 19 Die Wärmebehandlung ist von der Rezeptur und den Zutaten abhängig
- 19 Die Wahl der Erhitzungstechnologie

## **20 HERAUSFORDERUNG 3 – OPTIMIERUNG DER FERMENTATIONSPARAMETER**

- 20 Die Rolle der Fermentation
- 20 Zugabe der Fermentationskultur
- 21 Die Fermentationszeit ist entscheidend

## **22 SCHRITTE NACH DER FERMENTATION, DIE FÜR QUALITÄT UND SICHERHEIT WESENTLICH SIND**

- 22 Glätten oder Homogenisierung
- 22 Kühlung
- 23 Zugabe von Fruchtzubereitungen und Partikeln
- 23 Wärmebehandlung nach der Fermentation
- 23 Endkühlung und Auswirkung auf die Textur

## **24 ZUSAMMENFASSUNG**

- 24 Drei wichtige Herausforderungen bei der Produktion

- 26 Die richtige Technologie

## **27 TETRA PAK – VORREITER IN SACHEN INNOVATION VON FERMENTIERTEN PRODUKTEN AUF PFLANZLICHER BASIS**

- 27 Wir helfen Ihnen gern
- 28 Technologie und Prozesslinien-Know-how
- 29 Ansprechpartner

## EINLEITUNG

### **Für wen ist dieses Whitepaper?**

Dieses Whitepaper bietet allgemeine Hintergrundinformationen über die Herstellung von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis, die sich bei den Verbrauchern einer immer größeren Beliebtheit erfreuen. Wir gehen auf den Bedarf aller Forschungs- und Entwicklungsmanager, Produktionsmanager, Marketingmanager, Business Developer, Einkaufsleiter, Geschäftsführer und Experten der Lebensmitteltechnologie ein, die in Erwägung ziehen, ihr Produktportfolio in diese Richtung zu erweitern.

Uns ist bewusst, dass es ganz unterschiedliche Branchengruppen gibt, die daran interessiert sind, ihr Wissen über fermentierte Lebensmittel auf pflanzlicher Basis zu erweitern.

Falls Sie schon in der **traditionellen Milchproduktion** etabliert sind, beherrschen Sie bereits viele der hygienischen Aspekte und sind mit der Herstellung von Milchjoghurt vertraut. Hoffentlich kann dieses Whitepaper etwaige Wissenslücken füllen, die Sie in Bezug auf die spezifische Lebensmittelchemie haben, die für die Verarbeitung von pflanzenbasierten Lebensmitteln relevant ist. Möglicherweise empfinden Sie das Arbeiten mit pflanzenbasierten Lebensmitteln als eine Herausforderung, da die Branche noch nicht das gleiche Niveau an Standardisierung und Effizienz erreicht hat, die Sie vom Milchsektor kennen.

Falls Sie bereits Produktionslinien für **Fruchtgetränke, stille Getränke oder Getränke auf Gemüsebasis** betreiben, kennen Sie bereits die Verarbeitungsschritte, die Wasser involvieren, und viele der hygienischen Aspekte. Wenn Sie hauptsächlich Erfahrung mit der Herstellung von Produkten mit hohem Säuregehalt gemacht haben, könnten die Prozesse für säurearme Produkte eine Herausforderung für Sie darstellen, da hier die Reinigung problematisch sein kann etc. Der Sprung zur Produktion auf pflanzlicher Basis erfordert auch, die besondere Rolle von Verdickungsmitteln, Fermentation und Wärmebehandlung zu verstehen.

Und schließlich, falls Sie ein **Newcomer in der Lebensmittelindustrie** sind, aber kreative Ideen für neue fermentierte Getränke und Lebensmittel oder speziell angereicherte und funktionelle Produkte haben, soll dieses Whitepaper Ihnen den nötigen Überblick verschaffen, damit Sie Ihre Pläne umsetzen können. Es gibt noch keine Lehrbücher in diesem Bereich und nur sehr wenige Berater, an die man sich wenden kann. Wir beantworten Ihre Fragen sehr gern.

## **Warum das Interesse an Produkten auf pflanzlicher Basis und an fermentierten Produkten besonders groß ist?**

Fermentierte Produkte auf pflanzlicher Basis sind auf der ganzen Welt zunehmend verfügbar und die Auswahl wird jeden Tag größer. Dieses Dokument konzentriert sich auf Produkte, die wie „gerührter Joghurt“ aussehen, schmecken und sich so anfühlen; die Art von Joghurt, die man mit einem Löffel isst. Um Missverständnisse zu vermeiden, verwenden wir die Bezeichnung „Joghurtprodukte auf pflanzlicher Basis“.

Der Markt für pflanzenbasierte Alternativen wächst. Die Gründe dafür sind vielfältig und reichen von ernährungsbedingt und wirtschaftlich bis hin zu regulatorisch und umweltbedingt. Aus der Sicht der Hersteller geht es darum, den Verbrauchern eine Lebensmittelalternative zu bieten.

Aufgrund der weltweit zunehmenden Gesundheitsbedenken sind die wahrgenommenen gesundheitlichen Vorteile der Hauptbeweggrund für den Konsum von pflanzenbasierten Produkten, ebenso wie das Interesse, neue Geschmacksrichtungen und Aromen aus aller Welt auszuprobieren. Der präventive Ansatz mit dem Fokus, das Immunsystem zu stärken – unser eigenes und das unserer Familie – hat einen neuen Höhepunkt erreicht.

Dieser Ansatz favorisiert Nährstoffe aus natürlichen und weniger kalorienhaltigen Quellen. Gleichzeitig werden Pflanzen von vielen als kraftvolle Alternative zu künstlichen Nahrungsergänzungsmitteln angesehen.

Ein weiterer Beweggrund ist die ökologische Nachhaltigkeit und die positiven Auswirkungen auf Wasser- und Energieverbrauch, Klimawandel, Abfall und Verschmutzung. Viele Länder verschärfen ihre Umweltauflagen in Bezug auf die Verschmutzung durch Milchviehbetriebe und erlassen strengere Tierschutzvorschriften. Vor allem die Treibhausgasemissionen in der Futtermittelkette werden kritisch gesehen.

### **Terminologie und Rechtliches**

Wenn in diesem Whitepaper von „Joghurtprodukten“ die Rede ist, beziehen wir uns auf „fermentierte Produkte auf pflanzlicher Basis, die in Geschmack, Aussehen und Textur dem traditionellen Joghurt auf Milchbasis ähneln“.

Aber beachten Sie bitte, dass der Begriff „Joghurt“ in vielen Märkten nur Milchprodukten vorbehalten ist. Sie sollten sich also über die gesetzlichen Bestimmungen in Ihrem eigenen Markt informieren, bevor Sie sich für einen Begriff entscheiden, den Sie in Kommunikation und Werbung verwenden möchten, um sich auf Joghurtprodukte auf pflanzlicher Basis zu beziehen.

Verbraucher beziehen zunehmend Nachhaltigkeitsüberlegungen in ihre Kaufentscheidungen mit ein und zeigen immer mehr Bereitschaft, für Marken zu zahlen, die als umweltfreundlich gelten.

Gleichzeitig werden einige pflanzenbasierte Proteine anderen gegenüber bevorzugt und es ist wichtig, die gesamte Wertschöpfungskette zu berücksichtigen, um den Umwelteinfluss eines Produkts zu beurteilen.

Aktuell gibt es viele verschiedene pflanzenbasierte Zutaten auf dem Markt, zwischen denen die Verbraucher wählen können – vom traditionellen Soja bis hin zu Hafer, Kokosnuss und sogar Erbsen. Das Mundgefühl ist entscheidend: Verbraucher wollen eine glatte Textur und einen angenehmen Geschmack und sind nicht bereit, Kompromisse einzugehen.

Hier treffen also mehrere Trends aufeinander: schmackhafte Produkte, die auf Gesundheitsbedenken, pflanzenbasierte Ernährung, Veganismus, Nachhaltigkeit und Tierschutz abzielen. Produkte auf pflanzlicher Basis können zum Frühstück oder als Snack konsumiert werden. In vielen Märkten haben sie einen höheren Preis als traditionelle Milchprodukte. Fermentation wird von den Verbrauchern oft als Mehrwert angesehen – sowohl bei Produkten zum Löffeln als auch zum Trinken.

Wir bei Tetra Pak haben ein zunehmendes Interesse an der Herstellung von fermentierten Produkten auf pflanzlicher Basis beobachtet. Gleichzeitig ist jedoch nur wenig Wissen auf kommerzieller Ebene verfügbar. Wie Sie auf den folgenden Seiten sehen werden, ist es ratsam, Rezepturen, Formulierungen und Verarbeitungsparameter zuerst auszutesten.

### **Drei wichtige Herausforderungen bei der Herstellung von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis**

Um eine erfolgreiche Herstellung zu veranschaulichen, erläutern wir drei wichtige produktionsbezogene und technologische Herausforderungen:

1. Optimierung der **Viskosität** und anderer Eigenschaften durch Verwendung der richtigen Zutaten, darunter Verdickungsmittel
2. Optimierung der **Wärmebehandlung** zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit und -qualität
3. Optimierung der **Fermentationsparameter**, einschließlich der Zugabe der Kultur

Entscheidend ist, dass die Lösung dieser Herausforderungen – Viskosität, Wärmebehandlung und Fermentation – so koordiniert werden sollte, dass der gesamte Herstellungsprozess davon profitiert. Im Grunde sind Ihre Zutaten (vor allem die Verdickungsmittel), die Wärmebehandlung sowie die Fermentationszeit und -kultur der Schlüssel zu einem erfolgreichen Design.

Im Zuge unserer Erläuterung der Zutaten und des Prozesses werden wir immer wieder zu diesen drei Herausforderungen zurückkehren und erklären, warum diese entstehen und wie sie gelöst werden können.

Aber bevor wir auf diese Herausforderungen eingehen, sollten wir uns einen allgemeinen Überblick über die Produktion von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis verschaffen, und uns ansehen, wie eine Basis aus pflanzlichen Rohstoffen hergestellt wird.

# ALLGEMEINER ÜBERBLICK – HERSTELLUNG VON JOGHURTPRODUKTEN AUS PFLANZENBASIERTEN ROHSTOFFEN

Die Verarbeitung von fermentierten Produkten auf pflanzlicher Basis unterscheidet sich auf vielfache Weise von jener auf Milchbasis, umso mehr wenn man die vielen möglichen Formulierungen bedenkt. Fermentierte Produkte auf pflanzlicher Basis müssen in Hinblick auf Geschmack, Textur und Nährstoffe durch die Verwendung zusätzlicher Inhaltsstoffe und/oder Verarbeitungsmethoden optimiert werden.

Abbildung 1 zeigt den Prozess zur Herstellung von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis, den wir auf den folgenden Seiten Schritt für Schritt erläutern werden. Dieses Whitepaper verschafft Ihnen einen kurzen Überblick über die wichtigsten Unterschiede, die Herausforderungen, die dadurch entstehen, und wie sie diese lösen oder kompensieren können.



**Abbildung 1.** Die wichtigsten Schritte zur Herstellung von Joghurtprodukten aus pflanzenbasierten Rohstoffen

Bei Milchjoghurt kommt die Viskosität hauptsächlich durch ein Proteinnetzwerk zustande, das durch den pH-Abfall während der Fermentation entsteht. Bei Produkten auf pflanzlicher Basis sind es meistens Stärke oder andere Verdickungsmittel, die hauptsächlich für die Textur sorgen, wobei manche Produkte ihre Textur teilweise auch dem Proteinnetzwerk verdanken. Als Faustregel gilt, je höher der Proteingehalt, desto höher der Beitrag zur Textur. Beispielsweise ist Sojabasis oft reich an Proteinen, mit einem Proteingehalt von etwa 3 % im Vergleich zu 1 % bei Haferbasis. Das bedeutet, dass die Proteine in fermentierten Produkten auf Sojabasis mehr zum Proteinnetzwerk beitragen als in Produkten auf Haferbasis.

Um diese verschiedenen Verarbeitungsparameter richtig auszubalancieren, ist technisches und Lebensmittel-Know-how gefragt. Allerdings gibt es keine Standardlösungen, da die Herstellung von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis noch relativ neu ist. Eine Kombination aus Applikations-Know-how und Rezeptur- und Prozesskenntnissen bietet im Moment den besten Weg zum Erfolg, wie Sie in diesem Whitepaper erfahren werden.

## Eine pflanzliche Basis schaffen

„Auf pflanzlicher Basis“ bedeutet, dass das Produkt auf pflanzlichen Rohstoffen wie Hafer, Sojabohnen, Mandeln, Reis, Erbsen, Kokosnuss, Buchweizen etc. basiert.

Die von Ihnen geschaffene Basis kann für die Formulierung vieler verschiedener Produkte verwendet werden, wie zum Beispiel für Joghurtprodukte, Getränke oder Kochsahne. Die technologischen Prinzipien sind bei den meisten stärkehaltigen Rohstoffen gleich, was bedeutet, dass das Prinzip für die Verwendung von Hafer auch auf Reis oder andere stärkehaltige Zutaten übertragen werden kann. Das Herstellungsprinzip für Nüsse und nussähnliche Produkte ist dasselbe wie für Mandeln. Trotzdem kann es große Unterschiede bei den Herstellungsparametern geben, auch wenn die technologischen Prinzipien gleich sind.

Stärkehaltige Rohstoffe können enzymatisch behandelt werden, damit sie den für die Fermentation notwendigen Zucker bereitstellen, während bei anderen Rohstoffen wie Mandeln die Zugabe von Zucker notwendig ist.

Proteinreiche Rohstoffe wie Soja haben eine relativ hohe Pufferkapazität, was bedeutet, dass die Fermentationszeit länger ausfallen kann als bei Hafer oder Reis.

Die Basis für ein Joghurtprodukt auf pflanzlicher Basis kann aus vielen verschiedenen Pflanzenrohstoffen hergestellt werden. Wir werden auf die drei gängigsten Rohstoffe eingehen: Hafer, Sojabohnen und Mandeln. Zunächst werden wir die Grundzusammensetzung vergleichen – siehe Tabelle 1 – und werden anschließend mehr ins Detail gehen.

**Tabelle 1.** Unterschiedliche Zusammensetzung von Hafer, Soja und Mandeln, angegeben als Massenanteil in Prozent (wt%)

	Hafer	Soja	Mandeln
Proteine (wt%)	17	38	19
Fett (wt%)	7	18	49
Kohlenhydrate (wt%)	66	30	26
Feuchtigkeit (wt%)	10	14	6

## Haferbasis

Hafer ist in vielen verschiedenen Formen verfügbar. Es gibt zum Beispiel Hafersorten mit einem besonders hohen Fettgehalt oder besonders hohem Beta-Glucan-Gehalt.

Die Haferbasis wird auf einer Extraktionslinie mit enzymatischer Behandlung hergestellt. Es gibt drei Optionen für den Ausgangsrohstoff, siehe Tabelle 2. Die erste Option sind Haferkörner oder -flocken, die kontinuierlich unter Zugabe von heißem Wasser in eine Mahlanlage zugeführt werden. Die zweite Option ist, Hafermehl in heißes Wasser zu mischen. In beiden Fällen ist das Ergebnis ein heißer Haferslurry. Die dritte Option ist die Verwendung von fertigem Hafercompound, wo Extraktion und enzymatische Behandlung schon vom Lieferanten durchgeführt wurden. Hier müssen Sie nur noch die gewünschte Menge an Wasser hinzufügen. Dies ist bei Weitem die einfachste Wahl, jedoch können hier die Rohstoffkosten ziemlich hoch ausfallen.

*Tabelle 2. Vor- und Nachteile von Hafer-Ausgangsrohstoffen zur Herstellung der Haferbasis*

<b>Rohstoff</b>	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<b>Haferkörner oder -flocken, die kontinuierlich unter Zugabe von heißem Wasser in eine Mahlanlage zugeführt werden</b>	Niedrige Rohstoffkosten	Höchste Investitions-kosten und komplexester Vorgang
<b>Hafermehl, das in einer Dispergieranlage mit heißem Wasser gemischt wird</b>	Niedrigere Investitionskosten und einfacherer Vorgang als bei Haferkörnern oder -flocken Mehr Flexibilität möglich. Einfacher, um einen höheren Trockenmassegehalt von über 20 % zu erzielen.	Höhere Rohstoffkosten als bei Haferkörnern oder -flocken
<b>Fertiges Hafercompound von einem Lieferanten</b>	Sehr praktisch. Schneller Markteintritt. Niedrigste Investitionskosten.	Höchste Rohstoffkosten

Die Haferbasis kann schwierig zu handhaben sein. Was wir in unseren Laboratorien und Kundenanlagen demonstrieren, ist, dass Prozessdesign und -parameter bei der Herstellung der Haferbasis an die Rohstoffe angepasst werden müssen (Körner, Mehl oder fertige Mischungen); dass das Verhalten der Stärke und der Proteine bei der Verarbeitung enzymatisch gesteuert werden muss; und die Verwendung von Spezialanlagen für das Dispergieren, die Faserabtrennung und die Entgasung.

Abbildung 2 unten zeigt die gängigste Art, eine Haferbasis herzustellen.



**Abbildung 2.** Überblick über den Prozess zur Herstellung der Haferbasis

(Für weitere Informationen zur Herstellung und Verarbeitung von Haferprodukten siehe das 2020 Tetra Pak Whitepaper mit dem Titel “Oat-based beverages – processing challenges & techniques” – zum Download verfügbar auf [Whitepaper: Getränke auf Haferbasis – Verarbeitungsherausforderungen und -techniken | Tetra Pak](#))

Der erste Schritt besteht darin, einen heißen Haferslurry aus Hafer und heißem Wasser zu schaffen. Dieser wird entweder durch Mischen von Hafermehl und heißem Wasser mit hoher Scherung oder durch kontinuierliches Mahlen von Körnern oder Flocken unter Zuführung von heißem Wasser hergestellt. Die Temperatur des Slurrys beträgt normalerweise 60-65 °C. Das Massenverhältnis von Hafer zu Wasser ist üblicherweise 1:5, kann aber auch höher sein.

Die Haferstärke quillt sofort auf und erhöht die Viskosität. Um die Viskosität zu reduzieren, werden Enzyme (Alpha-Amylasen) hinzugefügt, die die Stärke in kleinere Moleküle (Dextrine) aufspalten und auf den Zucker in der Stärke zugreifen. Diese Enzyme sollten so früh wie möglich hinzugefügt werden, am besten noch vor dem Aufquellen der Stärke. Bei Körnern oder Flocken als Ausgangsrohstoff werden die Enzyme zusammen mit dem Wasser in die Mahlanlage gegeben. Wenn Mehl als Ausgangsrohstoff verwendet wird, gibt man sie in die Enzymierungstanks. Nachdem die Enzyme hinzugefügt wurden, fällt die Viskosität sehr schnell ab.

Im Anschluss an das Vermahlen/Mischen wird ein zweites Enzym direkt in den Enzymierungstank gemischt. Meistens kommt hier eine Glucosidase oder Maltase zum Einsatz, die die Stärke und Dextrine weiter in Zuckermoleküle aufspaltet. Je nachdem welches Enzym verwendet wurde, entsteht als Zucker entweder Glucose oder Maltose. Um die gewünschte Süße zu erreichen, muss die Aktivität der Enzyme gesteuert werden. Um die enzymatische Aktivität zu stoppen, werden die Enzyme mit einer Hochtemperaturbehandlung deaktiviert, abhängig vom Enzym normalerweise bis zu 100 °C. Anschließend werden die unlöslichen Fasern mit einem Dekanter entfernt und das Ergebnis ist eine Haferbasis, die für viele verschiedene Getränke- oder Joghurtprodukte verwendet werden kann.

### **Sojabasis**

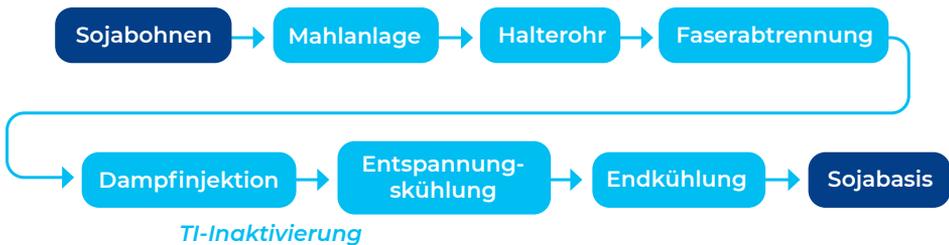
Die Arten und Vorlieben des Sojakonsums sind rund um die Welt ganz verschieden, was auf unterschiedliche landwirtschaftliche Traditionen und Klimaeinflüsse zurückzuführen ist. In einigen Regionen gilt Soja als Haupteiweißquelle, während es in anderen als gesunde Alternative angesehen wird.

Sojabohnen leben und die Natur unterstützt sie mit Enzymen (Lipoxygenase), die die Samen schützen und dafür sorgen, dass die jungen Pflanzen sicher gedeihen. Diese Enzyme stellen allerdings auch ein Hindernis bei der Verarbeitung dar und sie müssen gesteuert werden, um den richtigen Geschmack (ausgeprägter oder geringer Bohnengeschmack) und andere Eigenschaften des Endprodukts zu erzielen.

Die Ausgangsrohstoffe, die üblicherweise für die Herstellung der Sojabasis verwendet werden, sind:

- Extraktion von ganzen oder geschälten Sojabohnen, mit heißem Wasser vermahlen, Fasern abgetrennt.
- Mischen von Sojaisolat, Sojakonzentrat oder -pulver mit heißem Wasser in einer Dispergieranlage.

Abbildung 3 zeigt die erste Option, die Nassvermahlung, Hier sind die Investitionskosten am höchsten und der Vorgang am komplexesten, allerdings sind die Rohstoffkosten niedrig (ähnlich der Haferextraktion, ohne den enzymatischen Teil).



**Abbildung 3.** Überblick über den Prozess zur Herstellung der Sojabasis

Die in Soja natürlich vorkommenden Trypsin-Inhibitoren (TI) hemmen die Proteinabsorption durch den menschlichen Körper. Um diese zu deaktivieren, wird die Sojabasis vor der weiteren Verarbeitung wärmebehandelt.

Die zweite Alternative – die Verwendung eines Konzentrats – bedeutet niedrigere Investitionskosten und eine einfachere Handhabung sowie möglicherweise mehr Flexibilität. Jedoch geht sie mit hohen Rohstoffkosten einher.

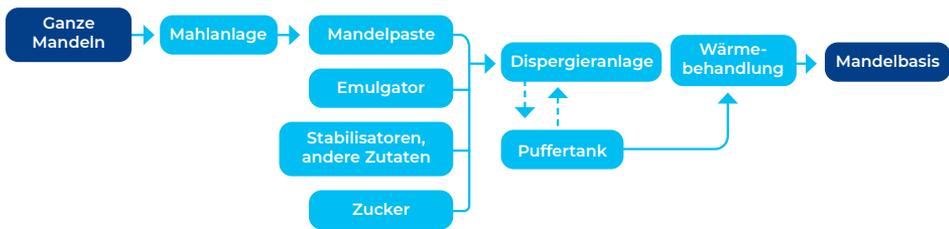
Weitere Informationen finden Sie im Soya Handbook, verfügbar auf <https://www.tetrapak.com/de/insights/handbooks/soya-handbook>.

### **Mandelbasis**

Genau wie bei Soja gibt es auch bei der Mandelbasis mehrere Optionen, siehe Abbildung 4. Der gängigste Weg ist die Verwendung von Mandelpaste aus gerösteten oder ungerösteten Mandeln, je nach gewünschtem Geschmacksprofil. Die Mandelpaste hat meistens eine hohe Viskosität, daher ist es ratsam, sie etwas vorzuwärmen, bevor sie in die Dispergieranlage gegeben wird.

Manche Hersteller nehmen ganze Mandeln als Ausgangsrohstoff und stellen die Paste selbst her, indem sie die (gerösteten) Mandeln in zwei Schritten zu einer Paste oder zu einem Slurry vermahlen, mit einer Partikelgröße von weniger als 50 µm. Ungeröstete Mandeln werden nass vermahlen, ähnlich wie beim Mahlprozess für Haferbasis, allerdings kommt im letzten Schritt eine andere Mahlanlage zum Einsatz. Anschließend werden die Fasern mit einem Dekanter entfernt.

Da Mandeln (und andere Nüsse) einen niedrigen Stärke- und einen hohen Fettgehalt haben, ist kein enzymatischer Prozess erforderlich.



**Abbildung 4.** Überblick über den Prozess zur Herstellung der Mandelbasis

### Nach der Herstellung der Basis

Nachdem wir die Grundlagen der Basisherstellung anhand von drei unterschiedlichen Rohpflanzen erklärt haben, können wir uns nun die drei zentralen Herausforderungen im Detail ansehen:

- Optimierung der **Viskosität** und anderer Eigenschaften durch Verwendung der richtigen Zutaten, darunter Verdickungsmittel
- Optimierung der **Wärmebehandlung** zur Gewährleistung der Lebensmittel sicherheit und -qualität
- Optimierung der **Fermentationsparameter**, einschließlich der Zugabe der Kultur

## HERAUSFORDERUNG 1 – OPTIMIERUNG DER VISKOSITÄT UND ANDERER EIGENSCHAFTEN DURCH VERWENDUNG DER RICHTIGEN ZUTATEN

Die Verbraucher haben eine genaue Vorstellung davon, welche Viskosität und Textur, was für ein Mundgefühl und Aussehen ihre bevorzugten Joghurtprodukte auf pflanzlicher Basis haben sollen. Die Viskosität ist für den Kauf des Produkts ausschlaggebend. Wenn der Proteingehalt nicht hoch genug ist, um sicherzustellen, dass die gewünschte Viskosität (Konsistenz) allein durch die Fermentation erreicht werden kann, müssen dem pflanzenbasierten Produkt andere Inhaltsstoffe hinzugefügt werden, die für die gewünschten Eigenschaften sorgen.

Verdickungsmittel spielen bei Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis eine wesentliche Rolle und in den meisten Fällen kommt hier Stärke zum Einsatz. Je nach Auswahl der Zutaten zu diesem Zeitpunkt des Prozesses kann es zusätzliche Anforderungen für bestimmte Parameter der Wärmebehandlung und der Fermentation geben.

### **Stärke**

Es steht eine große Auswahl an natürlichen und modifizierten Stärkearten zur Verfügung, die alle ihre Vor- und Nachteile haben. Stärke wird oft modifiziert, damit sie bestimmten Verarbeitungsbedingungen standhalten kann, zum Beispiel hohen Temperaturen oder hoher Scherung. Diese Modifizierungen entscheiden auch, welche Schritte erforderlich sind, damit die Stärke Viskosität entwickeln kann und zu welchem Zeitpunkt im Prozess dies geschieht. Manche Stärkearten entwickeln vor der Fermentation eine Viskosität, während bei anderen die Viskosität erst beim Abkühlen in der Verpackung entsteht.

Die Entwicklung der Viskosität stellt auch verarbeitungstechnologisch eine Herausforderung dar, denn die Anlagen müssen so beschaffen sein, dass sie die höhere Viskosität handhaben können.

Die Stärke wird vor der Wärmebehandlung in die Basis gemischt, sodass die Stärkekörner während der Wärmebehandlung aufquellen. Dadurch bindet die Stärke Wasser und erhöht die Viskosität des Produkts. Die Quellungstemperatur hängt von der verwendeten Stärkeart ab und kann bis auf 50-55 °C heruntergehen. Mechanische Behandlung der aufgequollenen Stärkekörner – wie Pumpen oder Mischen – kann die Wirkung der Stärke auf die endgültige Stabilität und Viskosität verringern. Deshalb ist es wichtig, dass Ihre Homogenisierungstemperatur an die Stärkeart und Quellungstemperatur angepasst ist.

## **Pektin**

Pektin ist in zwei Formen verfügbar: LM (niederverestertes) und HM (hochverestertes). LM-Pektin kommt in Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis häufig zum Einsatz, um die Viskosität und das Wasserhaltevermögen (Stabilität) zu erhöhen. Das LM-Pektin interagiert mit dem Proteinnetzwerk der Basis und mit Calcium (ein häufiger Zusatzstoff).

## **Gellan**

Gellan interagiert mit sich selbst und baut in der pflanzenbasierten Basis ein Netzwerk auf, das die Viskosität erhöht und/oder Partikel in der Schwebelage hält. Es erhöht außerdem das Wasserhaltevermögen (Stabilität). Häufig wird es in Kombination mit Pektin verwendet. Die beiden Zutaten können trocken vermischt und zusammen hinzugefügt werden, am besten mit etwas Zucker, falls dieser in der Rezeptur vorgesehen ist.

## **Andere Zutaten**

### **Zucker**

Je nach der verwendeten Rohpflanze wird als Zucker oft Saccharose, Glucose oder Maltose hinzugefügt. Wenn die Rohpflanze schon viel Stärke enthält (z. B. Hafer oder Reis), wird der Zucker bei der Herstellung der Pflanzenbasis mithilfe eines enzymatischen Vorgangs aus der Stärke gewonnen.

Die Zuckerzusammensetzung kann durch die Auswahl der Enzyme gesteuert werden. Oft ist die Funktionalität der Fermentationskultur von einem bestimmten Zucker abhängig, weshalb die Rezepturen entsprechend angepasst werden müssen.

### **Fett**

Pflanzenrohstoffe enthalten unterschiedliche Mengen und Arten von Fett. Hafer enthält wenig Fett, deshalb wird Haferprodukten meistens Raps- oder Sonnenblumenöl beigefügt, während Mandelprodukte oder andere Produkte auf Nussbasis meistens kein zusätzliches Fett erfordern.

### **Emulgatoren**

Emulgatoren kommen häufig zum Einsatz. Sie werden separat mit Öl vermischt und dann während der Formulierung als Gemisch zur heißen Basis hinzugefügt.

### **Geschmack und Aromen**

Manchmal werden dem Produkt Aromen hinzugefügt, entweder eigenständig oder als Geschmacksverstärker, z. B. Vanille und verschiedene flüssige Fruchtaromen. Diese werden der Basis häufig vor der Wärmebehandlung zugefügt.

### **Proteine und Gesamttrockenmasse**

Um den Proteingehalt zu erhöhen, werden oft hoch proteinhaltige Pulver hinzugefügt. Zur Erhöhung der Gesamttrockenmasse fügt man beim Mischen am einfachsten mehr Mehl hinzu oder beim Vermahlen eine größere Menge an Körnern/Flocken.

Ein weiterer Weg, um den Proteingehalt – oder die Gesamttrockenmasse – zu erhöhen, ist die Membranfiltration. Die Basis kann zum Beispiel durch Ultrafiltration (UF) oder Umkehrosmose (Reversosmose, RO) je nach gewünschter Zusammensetzung konzentriert werden.

### **Misch- und Formulierungstechnologie**

Für das Mischen wird eine Dispergieranlage mit angeschlossenem Tank empfohlen. Die hohe Scherung der Dispergieranlage ist notwendig, um Inhaltsstoffe wie Stabilisatoren, Verdickungsmittel und Mineralien schnell und effizient aufzulösen und hinzugefügtes Fett zu emulgieren. Um den Lufteintrag zu minimieren, wird ein Vakuummixer empfohlen, dieser ist jedoch nicht unbedingt notwendig.

Vor dem Mischen werden die trockenen Zutaten normalerweise erst trocken gemischt und der Emulgator zum Fett hinzugefügt (Temperatur 60–70 °C).

Die Basis (Hafer, Soja etc.) ist üblicherweise warm, meistens 60–70 °C. Die Zutaten werden in die Basis gemischt, die über den angeschlossenen Tank zirkuliert.

Unten sehen Sie Rezepturbeispiele für Joghurtprodukte auf Haferbasis (Tabelle 3), Sojabasis (Tabelle 4) und Mandelbasis (Tabelle 5).

**Tabelle 3.** Rezeptur auf Haferbasis (Beispiel)

<b>Haferjoghurt- produkt – eröhrt</b>	<b>Massenanteil in %</b>
Haferbasis	93
Öl	2
Zucker	1
Stärke	4
Kultur	
Geschmacks- und Farbzusätze	

**Tabelle 4.** Rezeptur auf Sojabasis (Beispiel)

<b>Sojajoghurt- produkt – geröhrt, geköhlt</b>	<b>Massenanteil in %</b>
Sojabasis	91
Zucker	8
Pektin	0.1-0.2
CaHPO <sub>4</sub>	0.1-0.3
Kultur	
Geschmacks- und Farbzusätze	

**Tabelle 5.** Rezeptur auf Mandelbasis (Beispiel)

<b>Mandeljoghurt- produkt – geröhrt</b>	<b>Massenanteil in %</b>
Mandelbasis	10
Zucker	9
Wasser	76.75
Stärke	4
Lecithin	0.25
Kultur	
Geschmacks- und Farbzusätze	

## HERAUSFORDERUNG 2 – OPTIMIERUNG DER WÄRMEBEHANDLUNG ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER LEBENSMITTELSICHERHEIT UND -QUALITÄT

Rohstoffe auf pflanzlicher Basis unterscheiden sich hinsichtlich Proteinstruktur, Proteingehalt und Kohlenhydraten sehr stark von Milch. Das heißt, auch wenn Wärmebehandlung, Fermentation und Verpackung ähnlich der Milchjoghurtherstellung sind, müssen diese Prozesse an die pflanzenbasierten Rohstoffe angepasst werden. Je nach Rohstoff und Rezeptur kann es erforderlich sein, eine oder mehrere Wärmebehandlungen durchzuführen. Diese muss eng auf die Auswahl der Zutaten und die Fermentationsparameter abgestimmt sein.

### **Wärmebehandlung ist entscheidend für die Lebensmittelsicherheit und -qualität**

Wenn alle Zutaten vermischt sind, sollte die Produktbasis mit Hitze behandelt werden – aus folgenden vier Hauptgründen:

1. Abtöten aller Krankheitserreger, um ein sicheres Produkt für den Verbraucher zu gewährleisten.
2. Abtöten von Mikroorganismen, die mit der Starterkultur konkurrieren könnten, die später zur Fermentation hinzugefügt wird.
3. Gerinnung von Proteinen, um einen besseren Beitrag zum Proteinnetzwerk zu erreichen. Dies ist ein wichtiger Punkt bei der Herstellung von Milchjoghurt, jedoch wurde er bei Produkten auf pflanzlicher Basis nicht vollständig untersucht. Wahrscheinlich fällt dies bei Produkten mit hohem Proteingehalt mehr ins Gewicht, da hier die Proteine einen größeren Einfluss auf die endgültige Struktur und Viskosität des Produktes nehmen.
4. Quellung der Stärke oder anderer Stabilisatoren/Verdickungsmittel.

### **Die Wärmebehandlung ist von der Rezeptur und den Zutaten abhängig**

Die Wärmebehandlung hängt stark von der Rezeptur ab, insbesondere von der Stärkeart sowie sonstigen Verdickungsmitteln und Stabilisatoren. Manche Verdickungsmittel vertragen keine hohen Temperaturen, während zur Aktivierung anderer eine sehr lange Haltezeit erforderlich ist. Eine sehr gängige Temperatur-/Zeitkombination ist 95 °C/5 Minuten. Allerdings ist eine Anpassung notwendig, um die Funktionalität des Verdickungsmittels zu ermöglichen und gleichzeitig müssen die Anforderungen der Lebensmittelsicherheit eingehalten werden.

Das richtige Verdickungssystem zu ermitteln, ist entscheidend für die Wärmebehandlung. Es ist wichtig, zu wissen, welche Temperatur und Haltezeit das Verdickungsmittel erfordert und was es nicht verträgt. Außerdem sollte man auch wissen, wann sich die gewünschte Viskosität einstellt. Manche Stärkearten und Verdickungsmittel entwickeln erst beim Abkühlen nach der Fermentation eine Viskosität. In diesem Fall entsteht die Viskosität erst in der Verpackung. Andere Verdickungsmittel entwickeln ihre volle Viskosität schon nach der Wärmebehandlung, die vor der Fermentation durchgeführt wird.

Wichtig ist, die Wärmebehandlung auf das Verdickungssystem abzustimmen, jedoch darf das Mindestmaß zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit nie unterschritten werden.

### **Die Wahl der Erhitzungstechnologie**

Da die Basis der meisten pflanzenbasierten Produkte während der Wärmebehandlung eine hohe Viskosität entwickelt, können sowohl Plattenwärmetauscher als auch Röhrenwärmetauscher verwendet werden. Dies muss jedoch von Fall zu Fall beurteilt werden, da sich unterschiedliche Verdickungssysteme unterschiedlich verhalten. Die Position des Homogenisators (vorgelagert/nachgelagert), die Konfiguration sowie die Druckeinstellungen können sich alle auf das Endprodukt auswirken.

Ein Entgaser ist zu empfehlen, aber nicht unbedingt notwendig; manche Starterkulturen fermentieren schneller bei weniger Sauerstoff.

Nach der Wärmebehandlung wird die Basis auf die Fermentationstemperatur abgekühlt, normalerweise ca. 40 °C, je nach verwendeter Kultur. Anschließend wird sie in die Fermentationstanks gepumpt.

Wir stehen Ihnen für eine weitere Beratung gerne zur Verfügung.

## HERAUSFORDERUNG 3 – OPTIMIERUNG DER FERMENTATIONSPARAMETER

Die Fermentation ist eine komplexe Herausforderung, da sie unter kontrollierten Bedingungen stattfinden und rechtzeitig beendet werden muss. Diese Bedingungen müssen während der Produktentwicklung bestimmt sowie mit dem Verdickungssystem und anderen Parametern koordiniert werden.

### Die Rolle der Fermentation

Bakterienkulturen, auch Starterkulturen genannt, werden zur wärmebehandelten Basis hinzugefügt (Beimpfung), damit sie unter kontrollierten Bedingungen wachsen können (Fermentation). Hierfür können traditionelle Milchjoghurtkulturen verwendet werden, bestehend aus einer Mischung aus *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaricus*, aber auch andere Kulturen werden bei Produkten auf pflanzlicher Basis häufig eingesetzt.

Während der Fermentation bauen die Bakterien den Zucker in der Basis ab und erzeugen Milchsäure. Dieser Vorgang senkt den pH-Wert und verändert den Geschmack. Jedoch gibt es einen wichtigen Unterschied: Bei einer pflanzlichen Basis hat dieser pH-Abfall keinen so großen Einfluss auf die Viskosität des Produkts wie bei Joghurt auf Milchbasis. Aus diesem Grund sind Zusatzstoffe notwendig, um die Viskosität zu verbessern.

Es gibt pflanzenbasierte Produkte mit lebenden Bakterien und solche, bei denen die Bakterien durch einen Erhitzungsschritt nach der Fermentation inaktiviert wurden. Das Inaktivieren der Kultur hat den Vorteil, dass das Produkt stabiler wird und über eine längere Haltbarkeit verfügt.

Eine dritte Option ist, die Kultur zu inaktivieren, aber probiotische Bakterien vor der Abfüllung hinzuzufügen. Diese Produkte werden jedoch meistens gekühlt verkauft.

### Zugabe der Fermentationskultur

Nach der Wärmebehandlung wird das Produkt mit einer Starterkultur beimpft, woraufhin es bis zum gewünschten pH-Wert fermentiert. Die Kultur kann auf der Prozesslinie vor dem Tank hinzugefügt werden, was bessere Hygieneergebnisse erzielt, aber höhere Kosten mit sich bringt; oder sie kann auch über das Mannloch beigefügt werden.

Aufgrund der hohen Viskosität der Basis kann es schwierig sein, die Starterkultur gleichmäßig zu verteilen, deshalb muss das Rührwerk während der Zugabe der Kultur eingeschaltet sein. Um das Risiko eines ungewollten mikrobiellen Wachstums zu minimieren, ist es wichtig, die Starterkultur so früh wie möglich

hinzuzufügen und so bald der Stand hoch genug ist, um das Rührwerk einzuschalten. Das Rührwerk sollte so lange laufen, bis die ganze Basis in den Tank gepumpt wurde.

### **Die Fermentationszeit ist entscheidend**

Während der Fermentation bilden die Mikroorganismen der Starterkultur organische Säuren, die den pH-Wert senken. Verschiedene Produkte haben einen unterschiedlichen endgültigen pH-Wert. Zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit muss der endgültige pH-Wert unter 4,6 liegen. Unter diesem Wert können sich keine krankheitserregenden (gefährlichen) Mikroorganismen ausbreiten. Der übliche pH-Wert liegt bei 4,3–4,5.

Die Fermentationszeit von Produkten auf pflanzlicher Basis variiert stark je nach Art der Basis, Proteingehalt, anfänglichem pH-Wert, gewünschtem endgültigem pH-Wert, Sauerstoffgehalt etc. Normalerweise beträgt die Fermentationszeit 4-10 Stunden, wobei der Fortschritt der Fermentation durch Probeentnahmen und Messungen des pH-Werts oder der Gesamtsäure beobachtet wird. Bei langen Fermentationszeiten kann eine höhere anfängliche Wärmebehandlung erforderlich sein.

**HINWEIS: Bei einer langen Fermentationszeit besteht das Risiko eines Wachstums von *Bacillus cereus*. In diesem Fall ist eine Wärmebehandlung mit höheren Temperaturen notwendig. Wir stehen Ihnen für eine weitere Beratung**

Die Wahl der optimalen Kultur in Kombination mit der richtigen Fermentationszeit und -temperatur ist der Schlüssel zum Erfolg bei diesem Schritt. Wir empfehlen stets, eng mit uns und den Lieferanten Ihrer Fermentationskultur zusammenzuarbeiten, um die Produktionsparameter zu optimieren. Die Kapazität und das Design der Produktionslinie, einschließlich der Anzahl und Größe der Fermentationstanks, spielt für die Lebensmittelsicherheit und -qualität ebenfalls eine große Rolle. Um die Fermentation im Umfang eines kommerziellen Betriebs zu betreiben, empfehlen wir dringend, zuerst Pilottests in kleinerem Maßstab durchzuführen. Wir bei Tetra Pak stehen Ihnen gerne zur Verfügung, falls Sie weitere Beratung benötigen oder einen Produktversuch in einem unserer Produktentwicklungszentren (Product Development Centre PDC) vereinbaren möchten.

## SCHRITTE NACH DER FERMENTATION, DIE FÜR QUALITÄT UND SICHERHEIT WESENTLICH SIND

Je nach Rezeptur und gewünschter Haltbarkeit sind nach der Fermentation eventuell zusätzliche Schritte erforderlich, um die nötige Qualität und Sicherheit zu gewährleisten, bevor das Produkt vertrieben werden kann.

### **Glätten oder Homogenisierung**

Im Anschluss an die Fermentation wird das Produkt geliert und Synärese kann auftreten. Normalerweise wird das Produkt gerührt, um es homogener und pumpfähiger zu machen. Glätten kommt zum Einsatz, um kleine Protein-Cluster und -klumpen aufzuspalten. Durch eine Scherung des Produkts bei warmer Temperatur lösen sich die Cluster auf und das Ergebnis ist ein gleichmäßiges Produkt. Sowohl die kommerzielle Produktion als auch Pilottests haben gezeigt, dass die meisten fermentierten Produkte auf pflanzlicher Basis vom Prozess des Glättens profitieren. Das zum Glätten verwendete Gerät kann eine speziell entwickelte dynamische Komponente sein oder als einfachere Lösung kann auch ein Ventil oder ein Sieb verwendet werden.

Die Homogenisierung von trinkbaren Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis findet oft statt, bevor das Produkt auf Verpackungstemperatur abkühlt.

### **Kühlung**

Im nächsten Schritt wird das fermentierte Produkt gekühlt und verpackt. Eventuell werden vor dem Kühlen noch Fruchtzubereitungen oder andere Geschmacksstoffe hinzugefügt. Das Produkt wird mit einem Plattenwärmetauscher auf ~10-25 °C abgekühlt und in einen Puffertank vor der Abfüllanlage gepumpt. Da sich die Viskosität mit der Temperatur verändert, wird die Temperatur meistens durch die Viskositätsbeschränkung in der Abfüllmaschine bestimmt. Die Kühlung ist ein wichtiger Schritt, da sie die Fermentation stoppt oder zumindest verlangsamt.

Die Entwicklung des pH-Werts am Ende des Fermentationsprozesses hängt von der Kultur ab. Bei manchen Kulturen verlangsamt sich der pH-Abfall kurz vor dem Zielwert, während er bei anderen weiter sinkt. Es ist wichtig, dass die Kühlkapazität an die Chargengröße angepasst ist, um zu verhindern, dass der pH-Wert zu sehr abfällt und dadurch das Produkt übersäuert.

### **Zugabe von Fruchtzubereitungen und Partikeln**

Das Basisprodukt kann mit einer Fruchtzubereitung aus Früchten und Wasser vermischt werden, oft unter Zugabe von viel Zucker und manchmal auch Stabilisatoren. Die Stabilisatoren sorgen normalerweise dafür, dass die Fruchtstücke in der Zubereitung während der Lagerung gut verteilt bleiben. Stabilisatoren können der Fruchtzubereitung auch zugefügt werden, um die endgültige Qualität des Produkts (Stabilität, Viskosität, Textur) zu beeinflussen.

Fruchtzubereitungen werden normalerweise in aseptischen Behältern geliefert und auf der Prozesslinie zwischen dem Lagertank und der Abfüllmaschine hinzugefügt. Die für Joghurtprodukte auf pflanzlicher Basis verwendete Fruchtzubereitung sollte steril sein, auch bei gekühlten Produkten.

Fermentierte Produkte enthalten heute oft auch andere Partikel wie Nüsse, Körner, Krümel, Schokoladenstücke etc. Diese können ähnlich den Fruchtzubereitungen als Partikelslurry hinzugefügt werden.

### **Wärmebehandlung nach der Fermentation**

Manche Hersteller führen nach der Fermentation eine Wärmebehandlung durch, bevor das Produkt abgefüllt wird. Falls diese der Inaktivierung der Kultur dienen soll, reicht eine geringe Wärmebehandlung, normalerweise 63-75 °C/15 sec. Falls die Wärmebehandlung Mikroorganismen inaktivieren soll, die möglicherweise das Produkt kontaminiert haben, z. B. während dem Hinzufügen von Zusatzstoffen, wird eine höhere Wärmelast empfohlen, normalerweise 95 °C/15 sec.

Wird das wärmebehandelte Produkt in eine aseptische Verpackung abgefüllt, kann es bei Raumtemperatur vertrieben/gelagert werden. Allerdings werden diese Produkte normalerweise in gekühlter Form vertrieben.

### **Endkühlung und Auswirkung auf die Textur**

Nach der Abfüllung wird das Produkt in den Kühlraum transportiert, wo es auf < 8 °C weiter heruntergekühlt wird.

War die Produktionslinie richtig designt, verbessern sich Textur und Viskosität des Joghurtprodukts in den ersten 1-3 Tagen, was auf einen Wiederaufbau des Proteinnetzwerks und Wechselwirkungen mit Stabilisatoren zurückzuführen ist. Es wird empfohlen, fermentierte Produkte auf pflanzlicher Basis mindestens 24 Stunden im Kühlraum zu lagern, um die optimale Textur und Viskosität zu erreichen, bevor das Produkt in den Vertrieb oder in die Evaluierung geht.

## ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Whitepaper haben wir einige der grundlegenden Prozesse bei der Herstellung von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis erläutert. Obwohl diese Produkte im Moment auf großes Interesse stoßen, hat die Branche noch nicht das Niveau an Standardisierung und Effizienz erreicht, das in der Milchindustrie längst etabliert ist. Außerdem wirken hier mehrere Faktoren aufeinander, die alle jeweils die endgültige Form, Qualität und Sicherheit des Produkts beeinflussen.

Für unsere Darstellungszwecke haben wir uns auf Hafer, Soja und Mandeln konzentriert. Die technologischen Prinzipien sind bei den meisten stärkehaltigen Rohstoffen gleich, d. h. das Prinzip bei der Verwendung von Hafer kann auch auf Reis oder andere stärkehaltige Zutaten übertragen werden. Das Herstellungsprinzip für Nüsse und nussähnliche Produkte ist dasselbe wie für Mandeln. Obwohl die gleichen Prinzipien angewendet werden können, gibt es trotzdem große Unterschiede bei den Verarbeitungsparametern.

Um die neuen Möglichkeiten im Bereich von Joghurtprodukten auf pflanzlicher Basis zu erschließen, ist es erforderlich, die wichtige Rolle von Stärkearten, Wärmebehandlung und Fermentation zu verstehen. Denn hier wird die Textur nur zum Teil vom Proteinnetzwerk bestimmt (variiert je nach verwendeter Pflanze). Die Textur kommt hauptsächlich durch die Stärke und andere Verdickungsmittel zustande.

### **Drei wichtige Herausforderungen bei der Produktion**

#### **1. Optimierung der Viskosität und anderer Produktmerkmale durch Verwendung der richtigen Zutaten, darunter Verdickungsmittel.**

Je nachdem welches Verdickungsmittel eingesetzt wird, sind unterschiedliche mechanische und Wärmebehandlungsprozesse notwendig, damit das Verdickungsmittel innerhalb der vorgegebenen Zeit die beabsichtigte Viskosität, Textur und das gewünschte Mundgefühl und Aussehen erreichen kann. Manche Verdickungsmittel entwickeln vor der Fermentation eine hohe Viskosität, während diese bei anderen erst beim Abkühlen in der Verpackung entsteht.

## **2. Optimierung der Wärmebehandlung zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit und -qualität.**

Wärmebehandlung ist notwendig, um:

- a) Krankheitserreger abzutöten, um die Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten
- b) Mikroorganismen abzutöten, die mit der Starterkultur konkurrieren könnten, die bei der Fermentation zum Einsatz kommt
- c) Proteine zu gerinnen, damit sie besser zum Proteinnetzwerk beitragen
- d) die Stärke oder andere Stabilisatoren/Verdickungsmittel aufzuquellen

Zusätzlich muss die Wärmebehandlung an das Verdickungssystem angepasst werden.

## **3. Optimierung der Fermentationsparameter, einschließlich der Zugabe der Kultur.**

Während der Fermentation bilden Mikroorganismen organische Säuren, die den pH-Wert senken. Zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit muss der endgültige pH-Wert unter 4,6 liegen, was bedeutet, dass sich keine krankheitserregenden Mikroorganismen ausbreiten können.

Die Fermentationszeit von Produkten auf pflanzlicher Basis variiert stark je nach Art der Basis, Proteingehalt, anfänglichem pH-Wert, gewünschtem endgültigem pH-Wert, Sauerstoffgehalt etc.

Normalerweise beträgt die Fermentationszeit 4–10 Stunden. Bei längeren Fermentationszeiten kann eine höhere anfängliche Wärmebehandlung erforderlich sein.

Die Wahl der optimalen Kultur in Kombination mit der richtigen Fermentationszeit und -temperatur ist der Schlüssel zum Erfolg bei diesem Schritt.

Bitte beachten Sie, dass die Lösung dieser Herausforderungen – Viskosität, Wärmebehandlung und Fermentation – so koordiniert werden sollte, dass der gesamte Herstellungsprozess davon profitiert.

## **Die richtige Technologie**

Aufgrund der höheren Viskosität und der zeitkritischen Prozesse sollte bei jedem Produktionsschritt auch die Ausrüstung besonders berücksichtigt werden.

- Für das Mischen wird eine Dispergieranlage mit angeschlossenem Tank empfohlen. Die hohe Scherung der Dispergieranlage ist notwendig, um Inhaltsstoffe wie Stabilisatoren, Verdickungsmittel und Mineralien schnell und effizient aufzulösen und hinzugefügtes Fett zu emulgieren.
- Da die Basis der meisten pflanzenbasierten Produkte während der Wärmebehandlung eine hohe Viskosität entwickelt, können entweder Plattenwärmetauscher oder Röhrenwärmetauscher verwendet werden. Dies hängt vom Verhalten des jeweiligen Verdickungssystems ab.
- Die Position des Homogenisators (vorgelagert/nachgelagert), die Konfiguration sowie die Druckeinstellungen können sich alle ebenfalls auf das Endprodukt auswirken.
- Die Ausrüstung zur Beimpfung, Kühlung, Zugabe von Zutaten und Wärmebehandlung kann auch besondere Anforderungen mit sich bringen, um sicherzustellen, dass hygienische Standards eingehalten und Prozessspezifikationen richtig befolgt werden.

Aufgrund der vielen Parameter, die in die Herstellung eines qualitativ hochwertigen Produkts einfließen, empfehlen wir dringend, zuerst Pilottests in kleinerem Maßstab durchzuführen. Wir bei Tetra Pak stehen Ihnen gerne zur Verfügung, falls Sie weitere Beratung benötigen oder einen Produktversuch in einem unserer Produktentwicklungszentren (PDC) vereinbaren möchten.

## TETRA PAK – VORREITER IN SACHEN INNOVATION VON FERMENTIERTEN PRODUKTEN AUF PFLANZLICHER BASIS

Tetra Pak ist seit Langem zuverlässiger Partner der Milch-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie. Als Vorreiter der Innovation sehen wir es als unsere Aufgabe, nicht nur auf die aktuellen Bedürfnisse dieser Branchen einzugehen, sondern wir unterstützen sie auch dabei, neue Wachstumsmöglichkeiten zu erschließen. Wir arbeiten mit Kunden, Universitäten und anderen Geschäftspartnern zusammen, um neue Technologien und Lösungen für die Produktherstellung zu entwickeln. Dabei achten wir besonders auf Sicherheit, Kosteneffizienz und Flexibilität und legen höchsten Wert auf ökologische Nachhaltigkeit.

### **Wir helfen Ihnen gern**

Wir sind weltweiter Marktführer für Prozesslinien-Lösungen für Produkte auf pflanzlicher Basis. Unser umfassendes Fachwissen im Bereich der aseptischen Applikationstechnologie für säurearme Produkte sowie unsere langjährige Erfahrung mit Hafer und Soja (über 30 Jahre!) – kombiniert mit unserem breiten Portfolio von Extraktion, In-Line-Mischen, UHT-Behandlung, aseptischer Lagerung bis hin zur Abfüllung – hat es uns ermöglicht, die neuen pflanzenbasierten Trends aufzugreifen und zu optimieren.

Die Möglichkeiten, die sich aus den verschiedenen Zutaten und pflanzenbasierten Proteinen ergeben, sind endlos – Ihrer Kreativität sind also keine Grenzen gesetzt. Je nach Ihren Produktvorstellungen und -formulierungen können wir eine vollständige Prozesslinie für Sie konfigurieren – von der Produktformulierung bis hin zur Wärmebehandlung und Verpackung – um Ihre Produktqualität, Laufzeit und Effizienz zu optimieren. Mit unseren zehn Produktentwicklungszentren (PDC) auf der ganzen Welt können wir Sie dabei unterstützen, neue Rezepturen zu entwickeln und verschiedenste Prozessparameter zu optimieren.

Sie können auch in einem unserer sechs Kundeninnovationszentren (CIC) und Accelerator-Labors an der Entwicklung Ihrer Produktkonzepte feilen. Hier haben Sie die Möglichkeit, in einem inspirierendem und kreativen Umfeld gemeinsam mit unseren Experten innovative Produktideen zu entwickeln und dabei globale und lokale Trends miteinzubeziehen – alles im Einklang mit Verpackungslösungen, die an den Bedarf Ihres Unternehmens abgestimmt sind.

## **Technologie und Prozesslinien-Know-how**

Wir bieten vollständige Prozesslinien-Konzepte und technologischen Support für Getränke-, Milch- und Lebensmittelhersteller, darunter Hersteller von fermentierten Produkten auf pflanzlicher Basis. Unser Angebot beruht auf:

- Umfassendem Fachwissen in der Lebensmitteltechnologie und dem dazugehörigen Know-how für die Implementierung
- Verarbeitungslösungen (Extraktionsanlagen, In-Line-Mischen, Dispergieranlagen, Pasteurisations-/UHT-Anlagen uvm.) und Konzepten für Best-Practice-Linien auf der Grundlage von bewährten Technologien
- End-to-End-Lösungen – angefangen bei den Rohstoffen über die Verarbeitung bis hin zur Abfüllung, Verpackung und Palettisierung.

**Ansprechpartner**

**Maria Norlin**, Managerin Kompetenzzentrum JNSD (Saft, Nektar und stille Getränke), Pflanzenbasierte und andere Getränke

*Maria.Norlin@tetrapak.com*

**Anders Löfgren**, Technologiespezialist, Kompetenzzentrum JNSD (Saft, Nektar und stille Getränke), Pflanzenbasierte und andere Getränke

*Anders.Lofgren@tetrapak.com*

**Katarina Ternström**, Managerin Kompetenzzentrum für gekühlte, fermentierte und Milchprodukte

*Katarina.Ternstrom@tetrapak.com*

**Katarina Lindgren**, Technologiespezialistin, Kompetenzzentrum für gekühlte, fermentierte und Milchprodukte

*Katarina.Lindgren@tetrapak.com*

