

Margarine – Vom Butterersatz zum Trendprodukt

DR. THORSTEN MAIER • REGINE VALET • PROF. DR. DIETMAR R. KAMMERER • PROF. DR. DR. REINHOLD CARLE



Foto: © robynmad/stock.adobe.com

Margarine diente ursprünglich als Butterersatz. 1869 setzte Napoleon III. einen Preis für die Herstellung eines wenig verderblichen und billigen Ersatzfettes zur Versorgung der Armee und unterer Bevölkerungsschichten aus. Der Chemiker Hippolyte Mège-Mouriés entwickelte daraufhin ein Produkt auf Basis von Rindertalg, Magermilch und gehäckseltem Kuheuter, das diesen Anforderungen entsprach und noch im gleichen Jahr patentiert wurde.

Der Name „Margarine“ leitet sich vom griechischen Wort „Margaron“ (Perle) ab und deutet auf den perlenartigen Glanz des ursprünglichen Erzeugnisses hin. Wie Margarine-Werbeplakate aus dem Jahr 1925 zeigen, wurde damals bewusst der Bezug zur Butter hergestellt (man beachte die Schreibweise) „Rahma MARGARINE buttergleich ... Fein wie Butter! Billig wie Margarine!“. Noch heute ist in einigen Ländern der Zusatz eines Erkennungsmittels (z. B. Sesamöl, Stärke) zur Erleichterung des Nachweises von Margarine gesetzlich vorgeschrieben.

Verbrauch

Mit mehr als vier Millionen Tonnen stehen die USA weltweit an der Spitze der

Margarine-Produzenten (Durchschnittswerte 1993–2014 auf Basis der FAOSTAT-Datenbank), gefolgt von Pakistan, Indien und der Türkei. Deutschland rangiert in dieser Statistik auf Platz 5 mit einer durchschnittlichen Produktion von über 500.000 Tonnen. Im Jahr 2019 betrug die Produktionsmenge in Deutschland allerdings nur noch 319.400 Tonnen. Auch der Pro-Kopf-Verbrauch von Margarine ist rückläufig: Während er 1970 bei über 8,9 Kilogramm lag, konsumierten die Menschen in Deutschland 2015 ungefähr noch die Hälfte. Im Vergleich: Der Pro-Kopf-Verbrauch von Butter lag in den vergangenen 20 Jahren stabil zwischen 5,6 und 6,4 Kilogramm (*Statista* 2021).

Trends

Der Verbraucher kann heute aus einer Vielzahl unterschiedlicher Margarinen wählen, wobei sich besonders Produkte mit reduziertem Fettgehalt im Trend einer kalorienbewussten Ernährung zunehmender Beliebtheit erfreuen. So stieg deren Marktanteil in den vergangenen zehn Jahren von zwei auf 23 Prozent.

Standarderzeugnisse sind im Vergleich zu Butter immer noch die preiswertesten Streichfette. Margarine hat ein „ge-

sundes“ Image, auch wenn viele Verarbeitungsschritte notwendig sind, bis das Produkt auf dem Frühstückstisch steht. Wie Stiftung Warentest jüngst feststellte (vgl. *Test-Heft 2/2008*), weisen nicht alle Margarinen eine gute ernährungsphysiologische Qualität auf, vor allem hinsichtlich des Gehaltes an essenziellen Fettsäuren. Fast alle auf dem Markt befindlichen Produkte sind aus pflanzlicher Rohware hergestellt, sodass der Werbeslogan „frei von Cholesterin“ eine Selbstverständlichkeit beschreibt. Von den untersuchten 27 Vollfett-Margarinen wiesen nur zwei Erzeugnisse einen Anteil an tierischem Fett auf, was sich in einem leicht erhöhten Cholesteringehalt äußerte.

Begriffsbestimmungen

In der EG-Streichfett-Verordnung (EG Nr. 2991/94) wird Margarine definiert als ein bei 20 Grad Celsius festbleibendes, streichfähiges Erzeugnis in Form einer plastischen Emulsion, überwiegend nach dem Typ Wasser in Öl, die aus festen und/oder flüssigen pflanzlichen und/oder tierischen Fetten gewonnen wurde, die für die menschliche Ernährung geeignet sind. Der Milchfettanteil im Enderzeugnis beträgt höchstens drei Prozent des Gesamt-Fettgehalts. Je nach Fettgehalt der Erzeugnisse werden folgende Verkehrsbezeichnungen verwendet:

- Margarine (auch Vollfett-Margarine): mindestens 80 Prozent und weniger als 90 Prozent
- Dreiviertelfett-Margarine (auch fettreduziert): mindestens 60 Prozent und höchstens 62 Prozent
- Halbfett-Margarine (auch fettarm, light, leicht, Minarine, Halvarine): mindestens 39 Prozent und höchstens 41 Prozent
- Streichfett „X“ Prozent: abweichende Fettgehalte

Tafel- oder Haushalts-Margarine darf auch tierische Fette/Öle enthalten. Pflanzliche Margarine ist zu mindestens 98 Prozent aus pflanzlichen Fetten/Ölen

zusammengesetzt. Besteht das Erzeugnis zu 97 Prozent aus nur einer Pflanzenart, so darf diese im Namen erscheinen (z. B. Sonnenblumen-Margarine). Zur Charakterisierung von Diät-Margarine lässt sich die Richtlinie des Bundesverbandes der diätetischen Lebensmittelindustrie heranziehen. Danach muss eine Diät-Margarine im Vergleich zu herkömmlicher Margarine eine besondere Zusammensetzung aufweisen und für einen besonderen Ernährungszweck geeignet sein. Dies sind Erzeugnisse mit Blutfett senkender Wirkung, mit reduziertem Fettgehalt (Halbfett-Margarine) und zur Beeinflussung von Fettresorptions- und -transportstörungen. Eine Diät-Margarine besteht nur aus pflanzlichen Fetten und Ölen, unvollständig gehärtete Fette werden nicht verwendet. Auf ein Gramm mehrfach ungesättigte Fettsäuren kommt mindestens ein Milligramm Tocopherol, der Natriumgehalt beträgt höchstens 40 Milligramm pro 100 Gramm, der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren muss mindestens 50 Prozent der Gesamt-Fettsäuren betragen („besonders reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren“), ausgenommen Erzeugnisse zur Beeinflussung von Fettresorptions- und -transportstörungen.

Die Bezeichnung „Reform-Margarine“ ist gesetzlich nicht geregelt. Im Allgemeinen bestehen diese Erzeugnisse nur aus pflanzlicher Rohware, zum Teil aus kalt gepressten, nicht raffinierten Pflanzenölen, auf den Einsatz gehärteter und umgeesterter Fette wird verzichtet. Weiterhin gibt es auch noch Margarinen für gewerbliche Zwecke mit unterschiedlichem Schmelzverhalten. Mit Back-Margarine lassen sich besonders lockere Gebäcke erzielen, Zieh-Margarine wird zur Herstellung von Zweiphasenteigen wie Plunder- oder Blätterteig eingesetzt und Creme-Margarine für Kuchenfüllungen.

Charakterisierung von Fetten

Fette und Öle sind Ester aus dem dreiwertigen Alkohol Glycerin und unterschiedlichen Fettsäuren (**Abb. 1**). Fettsäuren werden chemisch nach Anzahl und Position der Doppelbindungen in gesättigte und ungesättigte Fettsäuren unterschieden, nach der Kettenlänge in kurz-, mittel- und langkettige oder höhe-

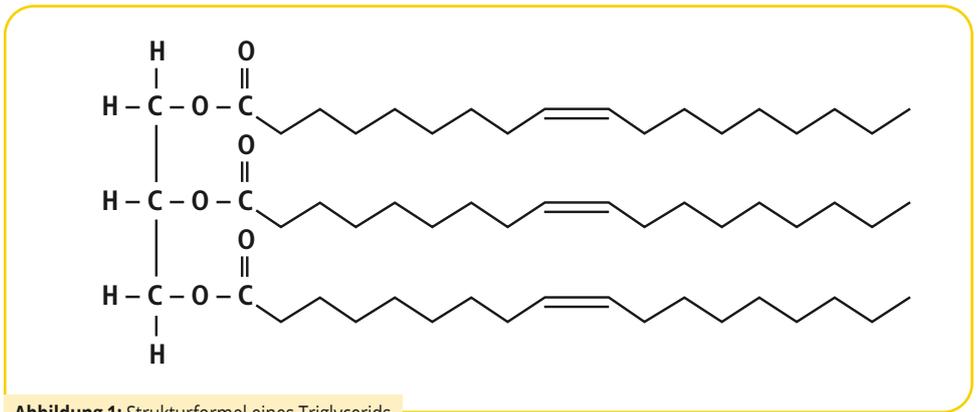


Abbildung 1: Strukturformel eines Triglycerids

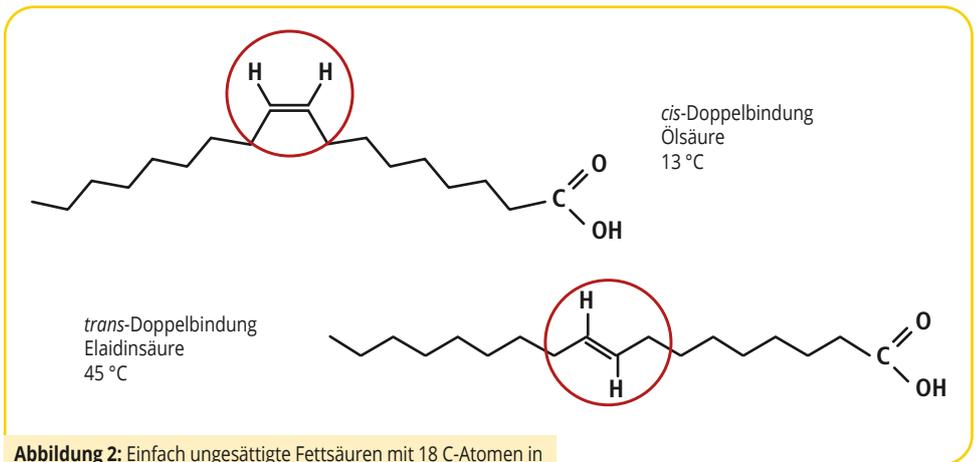


Abbildung 2: Einfach ungesättigte Fettsäuren mit 18 C-Atomen in cis- und trans-Form mit Angabe des Schmelzpunkte

Tabelle 1: Abhängigkeit des Schmelzpunkts und der relativen Oxidationsgeschwindigkeit einer Fettsäure mit 18 C-Atomen von der Anzahl der Doppelbindungen (Belitz, Grosch, Schieberle 2008)

	Anzahl Doppelbindungen	Schmelzpunkt (°C)	Relative Oxidationsgeschwindigkeit
Linolensäure	3	-11	2.500
Linolsäure	2	-5	1.200
Ölsäure	1	13	100
Stearinsäure	0	69	1

re Fettsäuren sowie ernährungsphysiologisch in nicht essenzielle und essenzielle Fettsäuren (vor allem Linol- und Linolensäure), die über die Nahrung aufgenommen werden müssen. Bei pflanzlichen Fetten und Ölen stehen gesättigte Fettsäuren bevorzugt in 1- oder 3-Position, bei tierischen in der 2-Position des Triglycerids. Die Unterscheidung zwischen Ölen und Fetten ergibt sich aus deren Aggregatzustand bei Raumtemperatur: Öle sind flüssig, während Fette bei 20 Grad Celsius fest bleiben. Der Schmelzpunkt eines Fettes oder Öls ist vom Sättigungsgrad der Fettsäuren in den Triglyceriden abhängig. Je höher ihr Anteil ungesättigter Fettsäuren ist, desto niedriger ist ihr Schmelzpunkt

(**Tab. 1**). Die in ungesättigten Fettsäuren vorliegenden Doppelbindungen führen zu Knickstellen in der Kette (**Abb. 2**), was die Kristallisation der entsprechenden Triglyceride erschwert.

Die meisten in der Natur vorkommenden Triglyceride liegen als Öle vor, etwa aus den Samen von Sonnenblume, Soja und Raps, aber auch aus dem Fruchtfleisch von Olive und Palme. Seetieröle sind ebenfalls flüssig, während Landtiere vor allem Fette mit hohem Gehalt an gesättigten Fettsäuren aufweisen (Talg, Schmalz). Pflanzliche Fette können lediglich aus der Kokosnuss, dem Palmkern und der Kakaobohne gewonnen werden. Um den hohen Bedarf an festen oder halbfesten Streichfetten de-

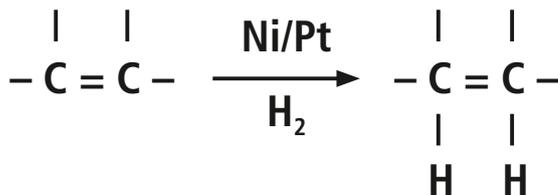


Abbildung 3: Hydrierung von ungesättigten Fettsäuren

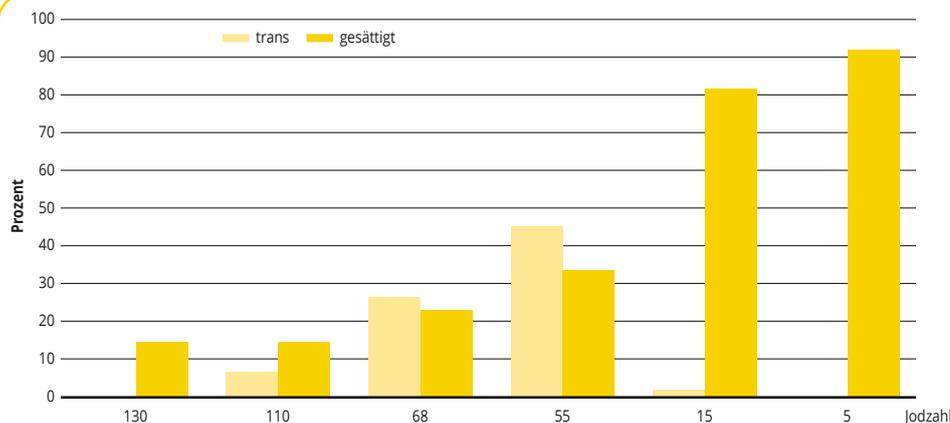


Abbildung 4: Anteile (%) an trans- und gesättigten Fettsäuren im Verlauf der Härtung von Sojaöl (Jodzahl: Maß für den Anteil an ungesättigten Fettsäuren)

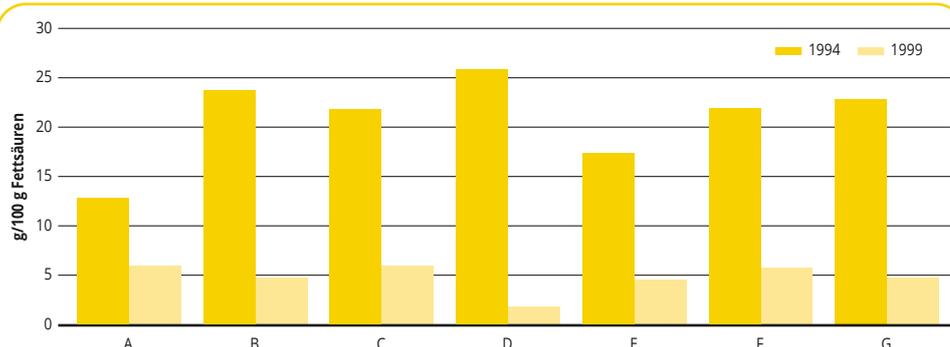


Abbildung 5: Trans-Fettsäuregehalt in Sonnenblumen-Margarine: Untersuchung derselben Marken 1994 und 1999 (Precht, Molkentin 2000)

cken zu können, ist es deshalb unumgänglich, die Eigenschaften von Ölen entsprechend zu modifizieren. Dabei ist auch eine Kombination der nachfolgend aufgeführten Verfahren möglich.

Modifikation von pflanzlichen Ölen für die Margarineherstellung

Härtung

Bereits im Jahr 1902 führte W. Normann die erste Walöl-Härtung durch und entwickelte damit ein Verfahren zur Umwandlung flüssiger Öle in feste Fette. Der Prozess der Härtung beruht auf der teilweisen oder vollständigen Hyd-

rierung ungesättigter Fettsäuren durch chemische Reaktion mit Wasserstoff unter Einsatz eines Katalysators (Abb. 3). Dabei ist Nickel aufgrund des günstigen Verhältnisses zwischen Lebensdauer und Preis am gebräuchlichsten, auch wenn der trans-Fettsäuregehalt (s. u.) durch Platin-Katalysatoren beträchtlich vermindert werden kann.

Die Härtung bewirkt nicht nur eine Erhöhung des Schmelzpunktes, sondern auch eine Verbesserung der oxidativen Stabilität der Fette (Tab. 1). Zur Schonung des Katalysators werden nur raffinierte Öle (frei von Schleimstoffen und schwefelhaltigen Verbindungen) eingesetzt. Die Reaktion läuft diskontinuier-

lich im Autoklaven ab. Neuere Entwicklungen zielen auf eine kontinuierliche Prozessführung. Der Autoklav besteht aus einem zylindrischen Stahlgefäß mit einer Kapazität von fünf bis 50 Tonnen. Die Temperatur wird über Heiz- und Kühltaschen eingestellt. Rührer gewährleisten eine gleichmäßige Durchmischung des Inhalts. Die Reaktion findet bei etwa 180 Grad Celsius und einem Druck von zwei bis vier bar unter Sauerstoffausschluss statt, wobei die Härtingsbedingungen erheblichen Einfluss auf die Zusammensetzung und damit auf die Konsistenz des Produkts haben. Bei Temperaturanstieg über 200 Grad Celsius nimmt der Gehalt an freien Fettsäuren stark zu, und eine unerwünschte Färbung des Produktes tritt auf.

Als Nebenreaktion bei der Fetthärtung können aus den natürlich vorkommenden cis-Verbindungen durch Isomerisierung trans-Fettsäuren entstehen. Diese weisen eine ähnlich gestreckte Kohlenstoffkette wie gesättigte Fettsäuren auf (Abb. 2). Der Anteil der trans-Isomere nimmt im Laufe der Hydrierung zu. Da bei fortlaufendem Prozess die Zahl der ungesättigten Verbindungen jedoch immer weiter abnimmt, enthalten vollständig durchgehärtete Öle somit auch keine trans-Fettsäuren mehr (Abb. 4). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die entstehenden gesättigten Fettsäuren aus ernährungsphysiologischen Gründen ebenfalls nicht wünschenswert sind. Deshalb werden durchgehärtete Fette als Ausgangsprodukte für weitere Modifikationsprozesse eingesetzt oder anderen Fetten/Ölen beigemischt.

Weitere lebensmitteltechnologische Prozesse, bei denen trans-Fettsäuren als Nebenprodukte entstehen können, sind die Desodorierung im Rahmen der Raffination von Ölen, also die Entfernung unerwünschter geruchsaktiver Bestandteile und freier Fettsäuren durch Destillation, oder das starke Erhitzen von Ölen und Fetten beim Braten oder Frittieren. In der Natur entstehen trans-Fettsäuren durch Bakterien im Pansen von Wiederkäuern aus den mit der Nahrung aufgenommenen ungesättigten Fettsäuren. Deshalb weist Milch beziehungsweise Rinderfett (Butter) einen Gehalt von drei bis fünf Gramm pro 100 Gramm trans-Fettsäuren auf.

Trans-Isomere schädigen die Gesundheit des Menschen langfristig und wer-

den sogar noch ungünstiger bewertet als gesättigte Fettsäuren. Der Verzehr von *trans*-Fettsäuren führt zu einer Erhöhung des LDL-Cholesterinspiegels und zu einer Senkung des HDL-Cholesterinspiegels. Epidemiologische Studien zur Wirkung einzelner *trans*-Fettsäuren zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen erhöhter Elaidinsäurezufuhr (Abb. 2) und einer vermehrten Inzidenz koronarer Herzerkrankungen. Nach Bekanntwerden dieser Untersuchungen in den Jahren 1993/94 ist es durch veränderte Verarbeitungsprozesse und Rezepturanpassungen gelungen, den *trans*-Fettsäuregehalt in Margarinen stark zu reduzieren (Abb. 5). Back- und Bratfette sowie daraus hergestellte Lebensmittel wie Teige/Gebäcke oder Frittierprodukte weisen jedoch Gehalte von bis zu 30 Gramm pro 100 Gramm auf.

In Deutschland, Österreich und der Schweiz sind Verzehrsempfehlungen erlassen worden (DGE 2000). Demnach sollte die tägliche Aufnahme an *trans*-Fettsäuren unter einem Prozent der Nahrungsenergie liegen, was bei einem Energierichtwert von 2.400 Kilokalorien pro Tag einer Menge von unter 2,6 Gramm entspricht. In anderen Ländern wurden bereits Grenzwerte für bestimmte Produkte festgelegt. Beispielsweise darf der *trans*-Fettsäuregehalt eines Öles oder Fettes in Dänemark maximal zwei Prozent betragen. In Kanada und den USA muss der *trans*-Fettsäuregehalt eines Lebensmittels auf der Verpackung deklariert werden. Die in Deutschland vorgeschriebene Kennzeichnung zur Verwendung von gehärteten Fetten im Zutatenverzeichnis ist wenig hilfreich, da nur unvollständig gehärtete Fette *trans*-Fettsäuren enthalten (Abb. 4). Von den durch die Stiftung Warentest untersuchten Margarinen wiesen sechs Produkte die Verwendung von gehärteten Fetten/Ölen aus, jedoch lag der *trans*-Fettsäuregehalt kaum über ein bis zwei Prozent.

Umesterung

Eine Alternative zur katalytischen Fetthärtung stellt die Umesterung dar, bei der die physikalischen Eigenschaften von Fetten und Ölen gezielt modifiziert werden, ohne die Fettsäuren chemisch zu verändern. Dabei entstehen je nach Auswahl der Rohstoff-

fe (Fettsäuremuster) und Prozessführung (Temperatur, Katalysator) Fettsäureester mit maßgeschneiderten Eigenschaften. Bei der Einphasenumesterung werden die Fettsäuren vom Glycerin-Rest abgespalten und durch intra- und intermolekularen Austausch statistisch neu verteilt (Abb. 6). Die Schmelzpunkte der entstehenden Verbindungen umfassen eine Spanne von +63 bis -12 Grad Celsius. Dazu wird das Öl mit Natrium-Methylat bei 70 bis 100 Grad Celsius im Vakuum gerührt. Nach Beendigung der Reaktion wird der Katalysator durch Wasserzugabe inaktiviert und ausgewaschen. Das umgeesterte Fett muss einer Raffination (Bleichung, Dämpfung) unterzogen werden.

Bei der gelenkten Umesterung wird die Reaktionstemperatur so weit gesenkt, dass höherschmelzende und schwerlösliche Triglyceride auskristallisieren und somit gezielt dem Reaktionsgeschehen entzogen werden. Eine weitere Möglichkeit ist die enzymatisch katalysierte Umesterung. Dazu wird eine 1,3-spezifische Lipase eingesetzt, die selektiv die endständigen Fettsäuren auf den Positionen 1 und 3 der Triglyceridmoleküle ablöst, während die Fettsäure auf Position 2 bleibt (Abb. 7). Das entstehende Mono- beziehungsweise Diglycerid kann mit anderen Fettsäuren, die zum Reaktionsansatz zugegeben werden, verestert werden.

Fraktionierung

Durch fraktionierte Kristallisation können unerwünschte Bestandteile eines Fetts entfernt oder erwünschte Triglyceride angereichert werden. Insbesondere aus Palmöl und Kokosfett werden bestimmte Fraktionen isoliert. Dazu wird das Öl so langsam abgekühlt, dass die hochschmelzenden Triglyceride möglichst selektiv kristallisieren und durch Filtration abgetrennt werden können.

Neue Rohstoffquellen

Eine Alternative zum Einsatz dieser Technologien ist die Suche nach neuen Rohstoffquellen, die Lipide in der gewünschten Zusammensetzung enthalten. In Westafrika wurden beispielsweise die Samen von *Allanblackia stuhlmanii* bzw. *A. floribunda* (Fam. Guttiferae) entdeckt, die einen Fettgehalt von 35 Prozent aufweisen. Aufgrund annähernd gleicher Anteile der Haupt-Fettsäuren Stearin- und Ölsäure ist das Fett bei 25 Grad Celsius fest. Für dessen Nutzung ist jedoch eine Zulassung als Novel Food erforderlich, die im Juli 2006 von der Firma Unilever beantragt wurde. Eine weitere Möglichkeit ist die züchterische Veränderung der Fettsäure-Zusammensetzung von Rohwaren (z. B. high oleic sunflower).

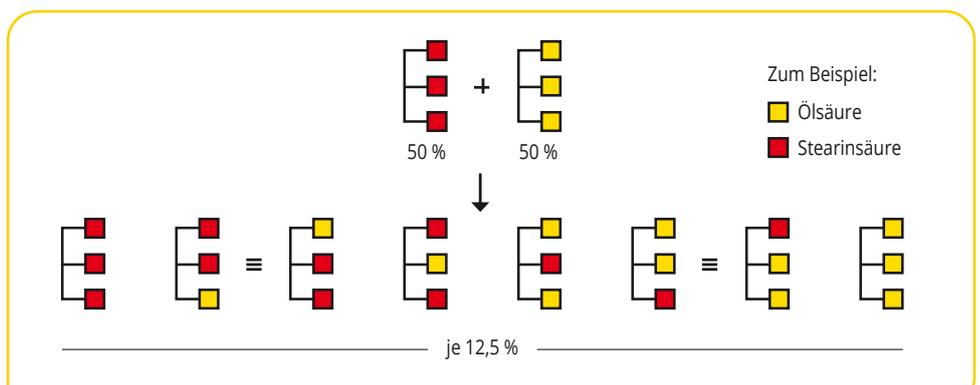


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Einphasenumesterung

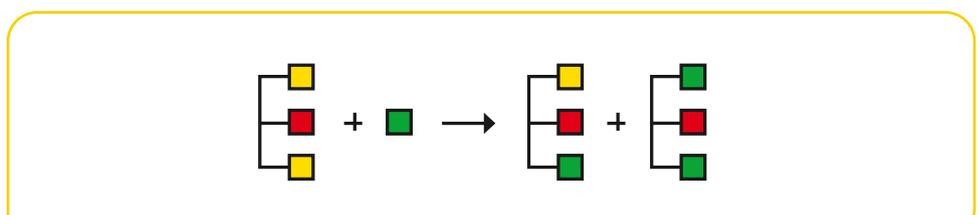


Abbildung 7: Schematische Darstellung der enzymatisch katalysierten Umesterung

Technologie der Margarineherstellung

Gemäß der EG-Streichfett-Verordnung ist Margarine eine Emulsion, überwiegend nach dem Typ Wasser in Öl. In einer kontinuierlichen Fettphase, die bei Vollfett-Margarine rund 80 Prozent des Produkts ausmacht, ist die wässrige Phase in Form fein verteilter Wassertröpfchen eingelagert (Abb. 8). Dabei bilden die partiell auskristallisierten Fette ein dreidimensionales Netzwerk. Dazwischen verteilt sich flüssiges Öl und verhindert somit das Zusammenfließen der Wassertröpfchen. Durch Zugabe von Emulgatoren (0,2–0,6 % Mono- und Diglyceride, Lecithin) wird die Emulsion zusätzlich stabilisiert. Zur Herstellung von Margarine wird in separaten Ansätzen eine Öl- und eine Wasserphase vorbereitet (Abb. 9).

Ölphase

Die Ölphase besteht aus raffinierten Pflanzenölen (z. B. Soja-, Raps-, Sonnenblumen-, Palmöl), die gegebenenfalls durch Härtung, Umesterung und Fraktionierung modifiziert wurden. Feste Fette wie Kokosfett müssen vor der Zugabe verflüssigt werden. In der Ölphase werden Emulgatoren, fettlösliche Vitamine sowie Beta-Carotin zur Farbgebung gelöst. Vitamin E ist in Pflanzenölen reichlich vorhanden, kann aber zusätzlich noch angereichert werden, während die in Butter vorkommenden Vitamine A und D fehlen. Um einer Überdosierung von isolierten Vitaminen vorzubeugen, regelt der Gesetzgeber die Dosierung der Vitamine A und D in der Diät-Verordnung. Demnach darf der Vitamin-A-Gehalt bei Margarine- und Mischfetterzeugnissen zehn Milligramm

pro Kilogramm und von Vitamin D 25 Milligramm pro Kilogramm nicht überschreiten.

Wässrige Phase

Die wässrige Phase enthält Milchbestandteile, zum Beispiel Sauermilch, um das Emulgieren durch Kasein zu unterstützen, die erwünschte Bräunung beim Erhitzen zu erzielen und buttertypische Aromastoffe einzubringen. Mit Zitronensäure wird der pH-Wert der wässrigen Phase zur Hemmung pathogener Keime und Toxinbildner auf 4,2 bis 4,5 eingestellt. Gleichzeitig komplexiert die Säure oxidationsfördernde Schwermetallionen. Außerdem kommt 0,1 bis 0,3 Prozent Salz hinzu sowie Aromastoffe, etwa das für Butter charakteristische Diacetyl.

Emulgierung

Der nächste Schritt der Margarine-Herstellung (Abb. 9) ist die Emulgierung der wässrigen Phase in der Fettphase. Hierfür stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Die Vereinigung der in separaten Behältern angesetzten Zutaten erfolgt über eine mehrköpfige Dosierpumpe, wobei die Emulsion durch Turbulenzen in der Dosierpumpe oder statische Mischer ausgebildet wird. Eine zweite Möglichkeit stellt das Premix-Verfahren dar. Dabei werden alle Zutaten in einem Behälter vereinigt und durch Rühren emulgiert.

Beim Emulgierprozess ist insbesondere auf die Feinverteilung der Wasserphase in der Fettphase zu achten. 95 Prozent der Wassertröpfchen sollen kleiner als fünf Mikrometer sein. Hierdurch wird eine Vermehrung von gefährlichen pathogenen Keimen und Toxinbildnern verhindert, da diese selbst eine Größe von 0,5 bis 1 Mikrometer besitzen und somit in den Wassertröpfchen keinen ausreichenden Platz zum Wachsen finden. In den verbleibenden größeren Tröpfchen bietet die Ansäuerung der wässrigen Phase auf pH 4,2 bis 4,5 einen ausreichenden Schutz.

Um eine sichere mikrobiologische Stabilität der Margarine zu gewährleisten, wird das Produkt pasteurisiert (Erhitzung auf 75–85 Grad Celsius für 16 Sekunden). Dabei ist die Hitzebehandlung der fertiggestellten Emulsion einer Pasteurisierung der wässrigen Phase allein vorzuziehen.

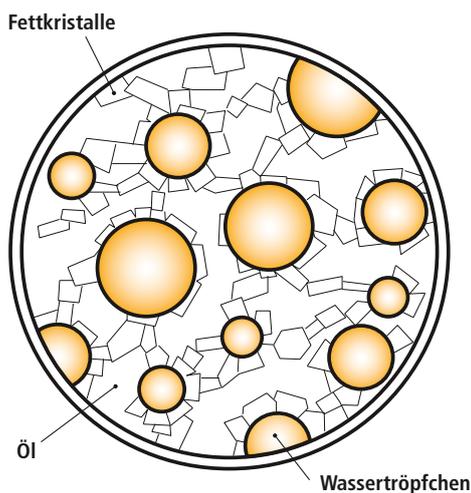


Abbildung 8: Schematische Darstellung einer Margarine-Emulsion (Korver, Katan 2006)

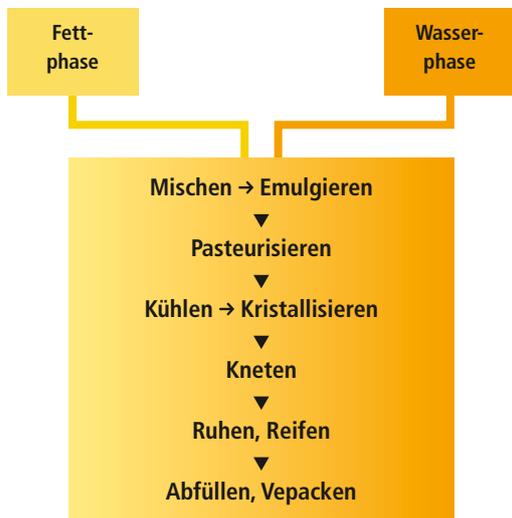


Abbildung 9: Schritte der Margarine-Herstellung

Bei Produkten mit reduziertem Fettgehalt, die statt 80 Prozent nur noch 40 Prozent oder gar 20 Prozent Fett enthalten, wird das Verhältnis von Wasser- zu Fettphase immer ungünstiger und die Herstellung der Wasser in Öl-Emulsion erschwert. Deshalb sind höhere Konzentrationen an Emulgatoren sowie gegebenenfalls auch der Einsatz von Gelier- und Verdickungsmitteln (z. B. Gelatine, Milchproteine) erforderlich. Ferner ist, bedingt durch den hohen Wassergehalt, die Zugabe von Konservierungsstoffen (bis 2.000 mg Sorbinsäure pro kg) obligatorisch. Diese sind zwar auch für Vollfett-Margarinen zugelassen, jedoch wird in Deutschland meist auf ihren Zusatz verzichtet, da bei Einhaltung der üblichen Hygienemaßnahmen auch so ein mikrobiologisch einwandfreies und haltbares Produkt hergestellt werden kann.

Nach Rückkühlung auf 45 bis 55 Grad Celsius wird die Emulsion der Kristallisation zugeführt. Herzstück einer Kristallisationsanlage sind Kratzkühler: ein bis drei Meter lange, von außen auf -25 Grad Celsius gekühlte Rohre mit einem Innendurchmesser von maximal 25 Zentimetern und einer mit Messerreihen besetzten Welle (**Abb. 10**). Durch Rotation (500–800 Umdrehungen pro Minute) werden die Messer an den Rand des Kratzkühlers gedrückt. Der Ringspalt zwischen Welle und Außenwand, durch den die Margarine-Emulsion gepumpt wird, ist mit sieben bis zwölf Millimetern sehr gering. Die sich an den Kühlflächen bildenden Fettkristalle werden durch die rotierenden Messer sofort abgeschabt und in den Emulsionsstrom eingearbeitet. Die ständige mechanische Bearbeitung des Produkts fördert die Bildung der erwünschten kleinen Kristalle in der Beta-Strich-Modifikation (dünne Nadeln von 1 µm), da große Kristalle der Beta-Strich-Modifikation mit 25 bis 30 Mikrometern ein sandiges Mundgefühl hervorrufen.

Um eine unkontrollierte Kristallisation des Fettes im Endprodukt zu verhindern, werden Kratzkühler in Kombination mit Kristallisatoren betrieben. Ohne weitere Kühlung wird das Produkt in einem Rohr mit Welle und großem Ringspalt (10–20 cm) bearbeitet. Drei gleichmäßig über den Umfang verteilte Reihen von Stiften ragen vom Rohr aus in

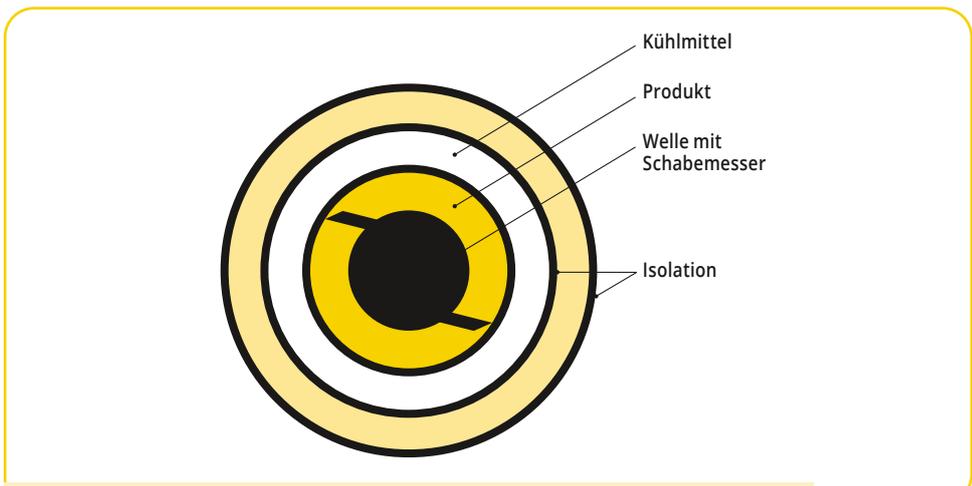


Abbildung 10: Schematische Darstellung (Querschnitt) eines Kratzkühlers (nach Rao, Hartel 2006)

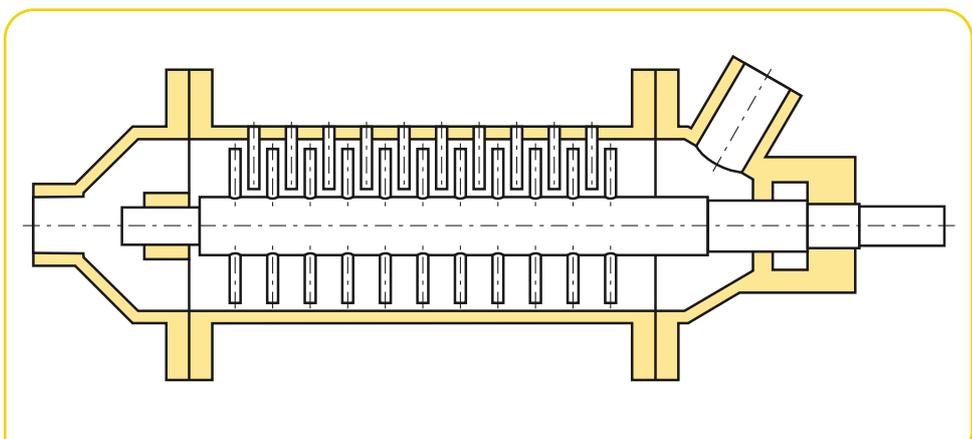


Abbildung 11: Schematische Darstellung (Längsschnitt) eines Kristallisators (nach Bockisch 1993)

den Spalt. Auch die Welle besitzt solche Stiftreihen, die in den Spalt ragen. Sie stehen auf Lücke und drehen sich bei Rotation der Welle jeweils durch die Lücken der gegenüberstehenden stationären Stiftreihen (**Abb. 11**). Durch Kneten werden so größere Kristallisationszonen zerstört und die gewünschte Streichfähigkeit der Margarine erzielt. Bei Bedarf – vor allem bei Abpackung in Einwickler – kann die Anlage um ein Ruherohr (rund 2 m lang, 10–20 cm Durchmesser) erweitert werden. Dort werden die Kristallisationsvorgänge unter statischen Bedingungen vollendet und die Masse steift auf. Bei der Verpackung in Bechern wird direkt nach dem Kratzkühler/Kristallisator abgefüllt und das Produkt erreicht nach 24 Stunden seine endgültige Konsistenz.

Ausblick

Der Verbraucher findet heute im Lebensmittelhandel eine Vielzahl unterschiedlicher Margarinen. Besonders Er-

zeugnisse mit reduziertem Fettgehalt sind sehr gefragt. Ferner finden Margarinen mit Blutfett senkender Wirkung großen Anklang – auch bei Personen, die nicht zur Zielgruppe dieser Produkte gehören. Erzeugnisse der ersten Generation sind mit mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA; polyunsaturated fatty acids) aus der Familie der Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren angereichert, Folgeprodukte beinhalten Phytosterine. Diät-Margarine mit mittelkettigen Triglyceriden, MCT-Fette, kommt bei Fettverwertungsstörungen zum Einsatz. Diese Produkte sind Gegenstand eines Beitrags über aktuelle Trends in der Verarbeitung pflanzlicher Fette und Öle in der Oktober-Ausgabe von Ernährung im Fokus.

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<