

## Moderne Margarine-Herstellungsverfahren

Von *Dipl.-Ing. H. Burke*

Aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelrischhaltung, Karlsruhe

Die Anfänge der Margarine-Industrie reichen in eine Zeit zurück, in der die Kunstspeisefette noch keine große Rolle in der Ernährung spielten. Heute jedoch steht in Deutschland der Margarine-Verbrauch an erster Stelle im Gesamt-Fettverbrauch. Aus kleinen Betrieben, einst nur von Meisterhand geführt, mit einer Monatsproduktion von wenigen Tonnen, sind heute große Margarinefabriken entstanden, in denen neben umfangreichem technischen und kaufmännischen Personal ein Stab von Chemikern, Ingenieuren und Meistern tätig ist. Es gibt heute in Deutschland Werke, die über 400 t Margarine am Tag produzieren können.

Die Entwicklung der Margarine-Industrie in Deutschland wird wohl am besten durch die in Tab. 1 wiedergegebenen Zahlen veranschaulicht, die zugleich den Anstieg des Margarine-Verbrauchs in Deutschland charakterisieren. Pro Kopf

während der Jahre 1950/51<sup>3</sup>. Demgegenüber steht für den Zeitabschnitt 1935/38 ein Butter-Verbrauch von 7.2 kg und von 5 kg in 1950/51<sup>3</sup>. Der jährliche Gesamtfett-Verbrauch einschließlich Margarine, Butter, Back- und Kochfette belief sich in Deutschland im Jahre 1951 auf 24 kg/Kopf<sup>3</sup>. Zum Vergleich sind in Tab. 2 einige Margarine-Produktionszahlen anderer Länder zusammengestellt.

Tabelle 1

Jahr	Jahresproduktion in to	Literatur
1900	100 000	(1)
1913	170 000	(2)
1924	292 000	(2)
1930	432 000	(2)
1935/38	325 000	(3)
1947*	20 000	(1)
1950	370 000	(1)
1951	450 000	(4)

\* Die Zahlen ab 1947 gelten für das Bundesgebiet.

und Jahr ergibt sich also ein durchschnittlicher Margarine-Verbrauch von 8.5 kg in den Jahren 1935/38 und 9.9 kg

<sup>1</sup> J. H. Mohr, Die Bedeutung der Margarine-Industrie in der Bundesrepublik Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Länder Hamburg und Schleswig-Holstein, *Fette u. Seifen* 53, 588 [1951].

<sup>2</sup> International Institute of Agriculture, Oils and Fats; Production and International Trade, London.

<sup>3</sup> Dtsch. Molkerei-Ztg. 72, 1193 [1951].

<sup>4</sup> *Fette u. Seifen* 54, 441 [1952].

Tabelle 2

Land	Jahr	Jahresproduktion in to	Lit.
USA	1900	47 800	(5)
	1949	384 000	(6)
England	1912	81 800	(2)
	1949	420 000	(7)
Frankreich	1913	8 800	(7)
	1949	55 000	(7)

Die niedrigen Erzeugungsziffern in Frankreich sind auf den starken Verbrauch an Ölen zur Speisebereitung zurückzuführen. Aus der Produktion von 384 000 to in den USA im Jahre 1949 ersieht man, daß der Margarine-Verbrauch pro Kopf in Amerika nicht annähernd so hoch ist wie bei uns in Deutschland; er nimmt jedoch ständig zu. Daneben werden dort besonders gern die sogenannten „Shortenings“ als Koch- und Backfette verwendet.

Aus den angeführten Zahlen ist zu ersehen, daß sich die Margarine-Produktion vom Beginn der fabrikmäßigen Fertigung kurz vor der Jahrhundertwende bis heute vervielfacht hat. Ein großer Teil der bestehenden Werke reicht mit ihrer Gründungszeit noch in die Jahre vor 1900 zurück. So kann man heute in Deutschland Fabriken finden, die noch die ältesten Fertigungsmethoden anwenden, daneben aber mo-

<sup>5</sup> *Fats and Oil Studies* No. 4.

<sup>6</sup> *Review of the Oilseed, Oil and Oilcake Markets for 1939*; Frank, Fehr and Co., London 1950.

<sup>7</sup> *Commonwealth Economic Committee Vegetable Oils and Oilseeds*, London.

dernste Anlagen, die bei weitaus geringerem Platzbedarf ein Vielfaches an Margarine gegenüber älteren Werken herstellen. Oft sind sogar in einer einzelnen Fabrik älteste, noch im Betrieb befindliche Maschinen neben modernsten Geräten vorhanden.

Es ist bemerkenswert, daß bei der Herstellung von Margarine auch heute noch im wesentlichen die von *Mége-Mouriès* — dem eigentlichen Erfinder der Margarine — im Jahre 1869 entwickelten Verfahren ihre Anwendung finden. Verarbeitungsmaschinen, wie sie um die Jahrhundertwende üblich waren, sind mit wenigen Abänderungen in vielen Betrieben noch anzutreffen. Es kann damit eine gute Ware nach alten Erfahrungen hergestellt werden, und es lag daher selten das Bedürfnis vor, von der technischen Seite her an eine Verbesserung bestehender Verfahren, Maschinen und Apparate, oder gar an eine Neuentwicklung heranzugehen. In der letzten Zeit haben sich jedoch in Deutschland einige Neuerungen durchgesetzt, die sowohl die Konstruktion von Maschinen als auch die Verarbeitungsweise betreffen. Der Konkurrenzkampf, der gerade in der fettverarbeitenden Industrie besonders spürbar ist, zwingt neuerdings zu wirtschaftlicheren Arbeitsverfahren und war wohl u. a. ein wichtiger Anlaß zur Planung vereinfachter Herstellungsmethoden und moderner, energie- und arbeitspersonal-sparender Maschinen und Apparate.

Es würde im Rahmen dieser Arbeit, die sich mit den einzelnen Fabrikationsmethoden befassen will, zu weit führen, auf die heute in Deutschland üblichen Zusammensetzungen von Margarine ausführlich einzugehen. Es muß aber betont werden, daß eine genaue Kenntnis der Fett-Kompositionen sowie der physikalisch-chemischen Eigenschaften derselben erforderlich ist, wenn man an die Verbesserung oder den Entwurf neuer Maschinen und Anlagen herangehen will oder Verständnis für die Arbeitsweise solcher Geräte aufbringen möchte. Die Margarine-Herstellung bezweckt die Schaffung eines billigen, butterähnlichen Nahrungsfettes, das an Stelle von Butter als Brotaufstrich oder Backfett Verwendung finden soll. Dementsprechend müssen die Zusammensetzung, die Struktur und der Nährwert butterähnlich sein. Der Geschmack, das Aroma sowie Konsistenz und Farbe sollen der Naturbutter angeglichen werden. In bezug auf ihre Struktur kann die Margarine als ein Produkt definiert werden, das aus zwei Phasen, einer Fett- und einer wäßrigen Milchphase, besteht, die zusammen eine Emulsion bilden. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung besteht die Margarine zu 80 % aus Fett, während Wasser, Magermilch und Zusatzstoffe, wie Salz, Emulgatoren, Lecithin, Vitamine usw., die restlichen 20 % bilden. Je nach der Herkunft der Fette unterscheidet man grundsätzlich zwischen Pflanzen- und Tierfett-Margarine, wobei Sorten, die pflanzliche Öle und Fette enthalten, zu den wertvolleren gehören. Vorwiegend auf der Fischfett-Basis hergestellte Margarine läuft heute preisbegünstigt unter der Bezeichnung „Tafelmargarine“. Die Fett-Zusammenstellung, die sog. Fett-Komposition, richtet sich nach dem geforderten Schmelzpunkt. Er soll unter Körpertemperatur, d. h. unter 37° C, liegen und wird im allgemeinen im Sommer auf 30 bis 32° C und im Winter auf 25 bis 27° C eingestellt. Höher schmelzende Fett-Kompositionen sind schwer verdaulich und haben wegen ihres großen Anteils an Hartfetten einen leicht talgigen Geschmack. Während gut emulgierte Fette mit einem Schmelzpunkt von unter 37° C zu 97 bis 99 % verdaulich sind, werden höherschmelzende Fette zu einem geringeren Prozentsatz ausgenutzt, und bei Schmelzpunkten von über 53° C findet im Körper überhaupt keine Verwertung mehr statt<sup>8</sup>. Für die Margarine-Produktion sind solche Fette und Öle am besten geeignet, welche größere Mengen an höher ungesättigten Fettsäuren nicht enthalten. Weiter ist eine niedrige Verseifungszahl stets vorteilhaft. Die freie Säure soll in den Grenzen von 0.04 bis 0.08 % liegen. Weiterhin sollen die Öle

möglichst hell, d. h. weitgehend raffiniert sein. Selbstredend ist es natürlich, daß alle Fettrohstoffe einwandfrei in Geruch und Geschmack sind. Alle diese Bedingungen werden aber schon an die Ölfabriken gestellt. In Deutschland ist es üblich, daß die Margarinefabriken die zur Verarbeitung gelangenden Fette und Öle fertig vorbereitet beziehen. In den USA dagegen findet man durchweg Öl-Aufbereitung und Margarine-Fabrikation in einem Betrieb vereint; die Ölwerke sind kleiner als in Deutschland und liegen in den einzelnen Anbaugebieten der Ölfrüchte. Diese Werke sind daher nur in der Lage, jeweils die in ihrem Anbaugbiet befindlichen Sorten zu verarbeiten. Da diese Abhandlung sich nur auf Schilderungen europäischer Verhältnisse beschränkt, wird die Verarbeitungstechnik der Ölfabriken hier nicht erläutert.

Für Spitzensorten der Pflanzenmargarine kommen in Deutschland etwa folgende Pflanzenfette in Frage: Erdnußöl, Kokosöl, Baumwollsaatöl, Sesamöl, Palmkernöl und in beschränkter Menge Palmöl. Andere hochwertige Pflanzenfette scheiden im allgemeinen wegen zu hoher Preise aus.

Außer dem Fett-Anteil von 80 % enthält die Margarine im Rest z. B. 12 % Magermilch, 6.5 % Wasser und verschiedene Zusätze. Man verwendet im allgemeinen nicht mehr Milch als zur Milchsäure- und Aroma-Bildung für die Erzeugung eines butterähnlichen Geschmacks notwendig ist. Es gibt allerdings in Deutschland auch Werke, die bis an 18.5 % Magermilch-Zusatz herangehen. Das zugesetzte Wasser wird meistens einer betriebseigenen Brunnen entnommen. Es muß für die Margarine-Verarbeitung geeignete Eigenschaften zeigen und gegebenenfalls durch eine Aufbereitungsanlage verbessert werden.

Unter den Zusatzstoffen spielt als wichtigster und die Qualität des Endproduktes stark beeinflussender Faktor der Emulgator eine Rolle. Ohne Emulgator lassen sich Fett und Wasser nur in eine sehr stark verdünnte Emulsion von einem Teil Öl in etwa 10 000 Teilen Wasser bringen. Man rechnet auf 1000 kg Fettansatz mit einer Zugabe von 2 kg Emulgator. Die mit der Entstehung, den Eigenschaften und der Haltbarkeit einer Emulsion zusammenhängenden Probleme sind sehr komplex; jedoch sind einige Grundkenntnisse darüber für den Ingenieur sowohl bei der Formgebung der Maschinen als auch für die Einrichtung eines Betriebes von großer Bedeutung. Beeinflusst wird eine Margarine-Emulsion 1. durch die Qualität der Fette, 2. durch die Vorbehandlung der Milch bei Milchmargarinen, 3. durch die Zusatzstoffe, 4. durch die Art der Emulgierung. Fett und wäßrige bzw. Milch-Phase bilden miteinander grundsätzlich 2 verschiedene Emulsionsarten: 1. Fetteilchen in der wäßrigen oder Milch-Phase, 2. Magermilch-Tropfen bzw. Wasser in Fett als Kontinuum.

Die Butter gehört zur Emulsion 2. Art, also muß die Margarine ebenso aufgebaut sein. Da die Geschmacks- und Aromaträger der Margarine in der Milchphase enthalten sind und leichtflüchtige Stoffe darstellen, gehen sie nicht so schnell verloren beim Emulsionstyp 2. Art, in der Milchtropfen von Fett umhüllt sind. Ebenso ist der Verderb nicht so leicht möglich, da die Milchtropfen, die das Nährsubstrat für Mikroben darstellen, nicht miteinander in Verbindung stehen. Wird dazu noch sehr fein dispergiert, so besteht die Möglichkeit, daß die Tropfenzahl größer ist als die Keimzahl. Mit Hilfe eines Emulgators kann man je nach seiner Wahl und Konzentration beide Emulsionsarten in weiten Konzentrationsgrenzen herstellen. Die Wahl des Emulgiermittels hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie Genußfähigkeit, Verhalten gegen Bakterien, besonders gegen Aroma- und Milchsäure-Bildner, Wärme, Kälte, Alterung, Empfindlichkeit gegen Wasserhärte, pH-Wert usw. Allgemeingültige Regeln lassen sich wegen der Vielzahl der genannten Einflußmöglichkeiten nicht aufstellen. Dazu kommt noch, daß bei der Margarine-Herstellung verschiedenste Öle und Fette mit Milch oder Wasser emulgiert werden sollen. Die Stabilität einer Emulsion kann durch folgende Faktoren gesteigert werden: 1. Verminderung des Unterschieds der Wichten der beiden Phasen, 2. Verfeinerung des Dispersitätsgrades, 3. Erhöhung der Viskosität der kon-

<sup>8</sup> H. Schönfeld in *Hefter-Schönfeld*, Chemie und Technologie der Fette und Fettprodukte, II. Bd. Verarbeitung und Anwendung der Fette, Springer, Wien 1937, S. 739.

tinuierlichen Phase, 4. Änderung der Beschaffenheit des Grenzflächenfilms durch Zusatz geeigneter Elektrolyte oder auch Ladungsumkehrung der dispergierten Partikel, d. h. Veränderung der Oberflächenspannung.

Neuere Emulgatoren haben als sog. ausgeglichene Emulgatoren hydrophile und lipophile Gruppen. Mit diesen beiden „Armen“ stützen sie die Fett-Wasser-Bindung. Eine Öl-in-Wasser-Emulsion läßt sich durch Wasserauspressen während eines längeren Knetprozesses in eine Wasser-in-Öl-Emulsion überführen. Wichtig ist beim Emulgieren die Einhaltung bestimmter Temperaturen; ihre Erhöhung vermindert den Arbeitsaufwand beim Emulgieren wegen der dabei eintretenden Abnahme der Viskosität. Um die Bildung einer Wasser-in-Öl-Emulsion zu erleichtern, ist es vorteilhafter, die Milch ins Öl fließen zu lassen.

Als weiterer Zusatzstoff ist das Lecithin zu nennen. Vom Soja-Lecithin werden 1 kg auf 1000 kg Fettansatz genommen. Neben emulsionsfördernder Wirkung soll Lecithin den Brateneffekt erhöhen und das Spritzen beim Braten vermindern. Bei den gesalzenen Margarinen, die heute nicht mehr beliebt sind, werden 0,5 bis 2% Kochsalz, bezogen auf das Gesamtgewicht der Fertigware, zugesetzt. Neben der geschmacklichen Beeinflussung übt es eine konservierende Wirkung aus. Weiterhin müssen 0,2 bis 0,3% Kartoffelmehl lt. gesetzlicher Vorschrift als Erkennungsmittel zur Unterscheidung zwischen Butter und Margarine zugesetzt werden. Als Konservierungsmittel werden bis 0,2% Benzoesäure-Derivate genommen, die keinen geschmacklichen Einfluß auf das Produkt haben.

Zur Verbesserung der Farbe der Margarine kommen Ceresrot und -Gelb, Anatto und neuerdings Carotin zur Anwendung.

Die Vitaminierung der Margarine ist in Deutschland inzwischen ebenso wie in den USA üblich geworden. Es kommen zur Fett-Vitaminierung nur Präparate der fettlöslichen Vitamine A und D in Frage, die synthetisch hergestellt oder aus Fischleberölen gewonnen werden. Man pflegt in der Fertigware anzutreffen: Vitamin A: 20 000 bis 30 000 I.E./kg; Vitamin D: 3000 bis 6000 I.E./kg<sup>9</sup>. In der Butter sind vorhanden<sup>10</sup>:

Sommerbutter	Vitamin A max.	65 000 I.E./kg
Winterbutter	„ „ „	16 000 „
Sommerbutter	Vitamin D max.	1 500 „
Winterbutter	„ „ „	600 „

Der Tagesbedarf beträgt an Vitamin A etwa 5000 I.E. und an Vitamin D rund 400 I.E. Eine vitaminisierte Margarine kann also in beachtlichem Maße zur Erfüllung des Tagesbedarfs beitragen.

Aus der Aufzählung der erforderlichen Rohstoffe und Zutaten sowie deren Vorbereitung ersieht man, daß bis zum Beginn der eigentlichen Margarine-Produktion schon eine ganze Reihe wichtiger und entscheidender Vorarbeiten, die auf die Qualität des Endproduktes großen Einfluß haben, erforderlich sind. Man könnte nun aus der Bedingung heraus, daß die Margarine der Butter in Geschmack, Farbe und Konsistenz ähnlich sein soll, daran gehen, den Herstellungsprozeß dem der Butter-Erzeugung anzugleichen. In Deutschland vertritt man bisher die Auffassung, daß man im Butterfaß wohl ein knetbares Produkt herstellen kann, daß aber der Verarbeitungsprozeß zu lange dauere und damit eine starke Wertminderung der Margarine verbunden sei. Ganz abgesehen davon sei es hierbei nicht möglich, Geschmack und Konsistenz butterähnlich herzustellen. In Amerika hat man seit kurzem in einem Werk diesen Weg der Margarine-Herstellung eingeschlagen und glaubt hiermit bei weiterer Verbesserung des Verfahrens die größtmögliche Annäherung an die Butter-Eigenschaften erreichen zu können. Das Verfahren ist weiter unten im einzelnen erläutert.

<sup>9</sup> W. Wodzak, Fette u. Seifen 53, 533 [1951].

<sup>10</sup> Heupke-Rost, Was enthalten unsere Nahrungsmittel? Umschau-Verlag, Frankfurt 1950.

Der Grundprozeß der Margarine-Herstellung verläuft in der Art, daß die vorbereiteten Fette und Öle durch Verrühren gemischt werden und dann mit der erforderlichen Milch- oder Wassermenge unter Zugabe eines Emulgators vorwiegend eine Wasser-in-Fett-Emulsion hergestellt wird. Eine darauffolgende scharfe Abkühlung leitet eine grobkörnige Erstarrung der Emulsion ein. Die sich anschließenden verschiedenartigen Knetprozesse führen die Masse in ein geschmeidiges, streichfähiges Produkt über, das dann gegebenenfalls nach einer gewissen Ruhezeit maschinell verpackt wird.

Das sogenannte Duschverfahren (Naßverfahren) arbeitet seit Beginn der fabrikmäßigen Margarine-Herstellung nach diesem Prozeß, und es gibt heute noch einige Betriebe, die auf diese Weise Margarine erzeugen. Als Vergleichsbasis für die Weiterentwicklung der Verarbeitungsmethoden sei das Duschverfahren kurz erläutert. Die auf Grund einer Rezeptur ausgewählten vortemperierten Fette und Öle werden, in ihren einzelnen Anteilen genau abgewogen, in eine doppelwandige Emulgiermaschine, die sog. Kirne, gegeben (Abb. 1). Nachdem sie hier mit dem Doppelrührwerk kurz verrührt worden sind, läßt man nach Zugabe des Emulgators die erforderliche Magermilch- bzw. Wassermenge zulaufen und emulgiert die Masse etwa 20 Min. lang, bis eine mayonnaisenartige Konsistenz anzeigt, daß die Emulsionsbereitung beendet ist. Sodann läßt man nach Zugabe und Verrühren sämtlicher weiteren Zusatzstoffe, wie Farbe, Salz, Vitamine, Konservierungsmittel usw., die Emulsion aus der Kirne in eine Rinne auslaufen. Ein Kaltwasserstrahl von 0 bis 1° C, der mit etwa 4 bis 6 atü die in der Rinne befindliche Emulsion trifft, leitet die Kristallisation ein. Es werden ungefähr 8 l Wasser für 1 kg Emulsion benötigt. Dann schließt sich ein langer Knetprozeß an, um das überschüssige Wasser abzu-

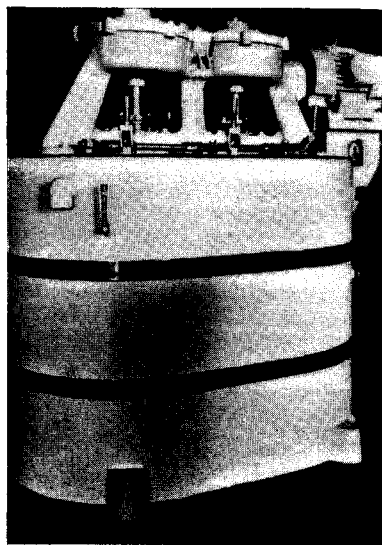


Abb. 1. Emulgierapparat (Kirne) mit Doppelrührwerk der Bergedorfer Eisenwerke, Astra-Werke, Hamburg-Bergedorf

pressen und das zunächst grobkörnig erstarrte Produkt geschmeidig zu machen. Man benutzt dazu Walzenstühle, Tellerknetter, Schaufelknetter und Riffelknetter. Die Auswahl und Reihenfolge dieser Maschinen hing ab von den jeweiligen betrieblichen Erfahrungen. Heute geht man dazu über, nur noch den Walzenstuhl und anschließend die Multiplex, einen Vakuumbehälter mit Knetelementen, zu benutzen. Die anderen obengenannten Knetter haben Arbeitswerkzeuge aus Holz, deren Keimfreiheit sehr schwierig ist. Der Vorteil des Duschverfahrens ist darin zu sehen, daß die Emulsion nie eine große Oberfläche erhält, wie dies auf der Kühltrommel der Fall ist, und daher eine Infektion des Produktes kleiner bleibt. Die Nachteile sind, daß das ablaufende Wasser nicht wieder verwertet wird und damit die überschüssige, nicht zur Erstarrung des Fettes ausgenutzte Kältemenge verloren geht. Außerdem findet durch die große Wassermenge eine starke Auswaschung statt, so daß sämtliche Zusatzstoffe zunächst überdosiert werden müssen, um nachher in dem fertigen Produkt den vorgeschriebenen Gehalt zu erreichen. Es ist durch das Auswaschen mit einem Fettverlust bis zu 1/2% zu rechnen. Bei einem mittleren Betrieb von 50 t Tagesproduktion sind dies immerhin 250 kg Margarine am Tag.

Einen Fortschritt in der Herstellung der Margarine bildete der Übergang zum Trockenverfahren, dem sog. Kühltrommel-Verfahren (Abb. 2). Die Fette werden wie beim Duschverfahren gekirnt. Die Abkühlung der Emulsion findet aber nicht

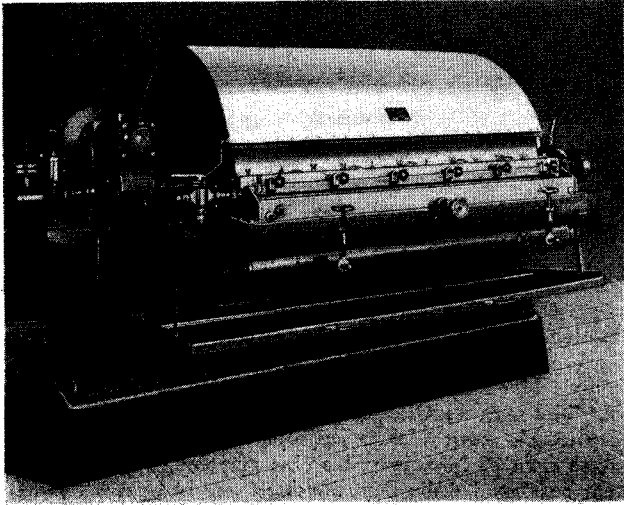


Abb. 2. Kühltrommel für direkte Verdampfung der Fa. Schröder & Co., Lübeck

mehr durch direkte Berührung mit einem Kaltwasserstrahl statt. Die Emulsion wird auf eine umlaufende Trommel, die innen durch Sole und neuerdings durch verdampfendes Ammoniak gekühlt wird, in dünner Schicht aufgetragen und nach fast einer Umdrehung in erstarrtem Zustand abgeschabt. Gebaut werden solche Trommeln in Leistungen von 400 bis 5000 kg/Std. Nach einer Ruhezeit der so gewonnenen Flocken im Butterwagen findet die weitere Verarbeitung wie beim Duschverfahren statt; der Knetprozeß ist jedoch wesentlich kürzer, weil kein überschüssiges Wasser mehr abgepreßt zu werden braucht. Die Emulsion hat von vornherein die richtige Zusammensetzung des Endproduktes.

Den nächsten Schritt zur Verbesserung und wirtschaftlicheren Gestaltung der Margarine-Herstellung ermöglichte nach dem letzten Kriege der Vakuumknetter der Lübecker Firma Schröder & Co. (Abb. 3). Ein ähnliches Gerät, jedoch ohne Luftabsaugung, wurde schon kurz vor dem Kriege von

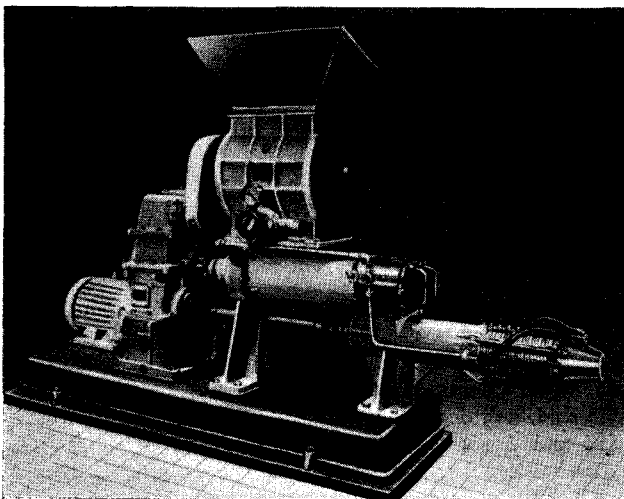


Abb. 3. Vakuum-Knetmaschine der Fa. Schröder & Co., Lübeck

den dänischen Firmen *Silkeborg* und *Gerstenberg* in Deutschland in wenigen Exemplaren aufgestellt. Die von der Kühltrommel fallenden Flocken werden oben in den Trichter der Vakuummaschine eingefüllt und durch einen Drehschieber

(Zellenrad) den Transport- und Knetschnecken in zugemessenen Mengen zugeführt. Kurz vor dem Austritt aus dem Knetter geht die Margarine zur nochmaligen Durchmischung durch einen Messerkopf (Abb. 4). Nach einer gewissen Ruhezeit findet die Verpackung statt. Die Schnecken sind von einem

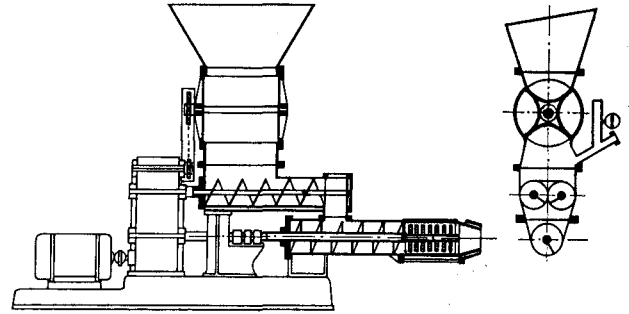


Abb. 4. Schnittschema durch den Vakuumknetter

Doppelmantel umgeben, der je nach Bedarf mit Wasser gekühlt oder erwärmt werden kann. Beim neuesten Typ des Vakuumkneters hat man auch noch den Drehschiebermantel heizbar gemacht, um eine bessere Flocken-Zuführung zu den Schnecken zu erreichen. Außerdem wird für die untere Transport- und Knetschnecke ein Schaltgetriebe eingebaut, um deren Drehzahl ändern zu können. Man will durch diese Tourenänderung verschiedene Sorten Margarine herstellen, die je nach Komposition eine mehr oder weniger intensive Bearbeitung erfordern. Es soll hiermit vor allen Dingen ermöglicht werden, Ziehmarginare mit einem Schmp. von 55° C ohne die bisher erforderlichen Ruhepausen kontinuierlich produzieren zu können. Die Leistung der Anlage wird im letzten Fall allerdings um 30 bis 40 % geringer sein als bei der Tafelmargarine. Der Vakuumknetter wird mit Leistungen von 400 bis 6000 kg/Std. Margarine gebaut.

Eine weitere Neuerung stellte die Emulsionspumpe dar, die an Stelle der Kirne eingeführt wurde. Bei ihrer Verwendung werden die Öle und Fette nach dem Einwiegen im Rührkessel mit Magermilch kurz durchgemischt und dann von der Emulsionspumpe angesaugt und als fertige Emulsion direkt auf die Kühltrommel aufgegeben. Die Pumpe läuft mit hoher Drehzahl, und eine Anzahl von Loch- und Stiftscheiben, die sich mit immer kleiner werdendem Abstand um Festscheiben drehen, verarbeiten die Voremulsion zu einer feindispersierten Masse. Die Vorteile gegenüber der Kirne liegen darin, daß weniger Luft in die Emulsion eingeschlagen wird. Die Kirne hat als Doppelrührwerk große breite Flügel, während hier das Voremulgieren nur mit einem einfachen Propeller mit niedriger Drehzahl geschieht. Die Pumpe selbst ist zur Außenluft hin völlig abgeschlossen.

Alle weiteren Bemühungen liefen dahin, die trotz kontinuierlich arbeitenden Maschinen zwischen den einzelnen Verarbeitungsgängen erforderlichen Pausen zu verkürzen oder möglichst ganz auszuschalten. Früher war es notwendig, die von der Kühltrommel fallenden Flocken in einen Butterwagen zu geben, damit während einer mehrstündigen Ruhezeit die

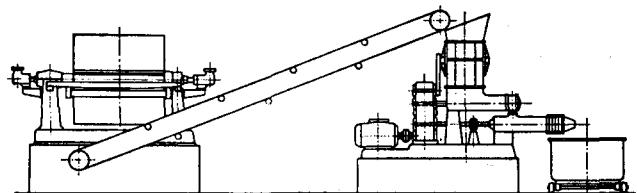


Abb. 5. Beschickung mit Transportband

restlose Auskristallisation der Margarine stattfinden konnte und die Masse die zur weiteren Verarbeitung erforderliche Temperatur annahm. Der heizbare Vakuumknetter verkürzte diese Zeit und ermöglichte zunächst die Verwendung eines Transportbandes (Abb. 5), auf dem bei etwa 8 bis 10 m Min-

destlänge die restlose Auskristallisation durch die leichten Erschütterungen des Bandes beschleunigt wurde. Im Laufe der Weiterentwicklung ersetzte man das für die oft anzutreffenden beengten Raumverhältnisse zu lang ausfallende Transportband durch einen Ruheschacht (Abb. 6). Der Einbau dieses Schachtes ist allerdings nur bei einer Etagenbauweise möglich, und zwar in der Form, daß die im ersten Obergeschoß stehende Kühltrommel die abgeschabten Flocken in den durch die Etagedecke ragenden Ruheschacht gibt. Die Größe dieses Schachtes ist so bemessen, daß er etwa eine Stundenleistung der Trommel aufnehmen kann. Transportschnecken am unteren Ende des Schachtes drücken dann die Flocken seitlich heraus in den darunter befindlichen Aufnahmetrichter des Vakuumneters.

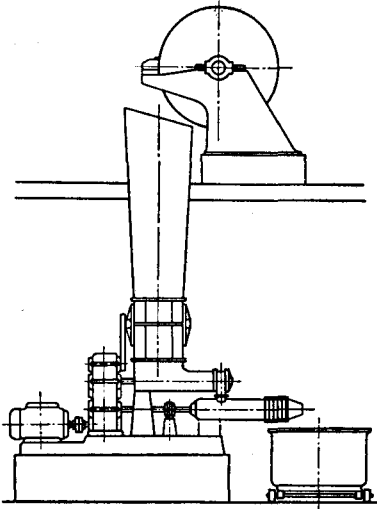


Abb. 6. Direkte Beschickung mit Ruheschacht

Eine weitere Vervollkommnung der kontinuierlichen Arbeitsweise beim Kühltrommel-Verfahren war bisher ohne entsprechende Qualitätseinbuße des Produktes nicht möglich. Auch heute noch wird der aus dem Vakuumneter austretende Margarine-Strang in einen Butterwagen gepackt und aus diesem nach mehrstündiger Ruhepause von Hand in den Aufnahmetrichter der Packmaschine geschaufelt. Versuche, eine längere Rollenbahn zwischen Knetter und Packmaschine zu legen, sind bisher noch nicht zufriedenstellend verlaufen.

Seit etwa 2 Jahren sind einige von den *Bergedorfer Eisenwerken* neu entwickelte Astra-Margarineproduktionsanlagen in Betrieb (Abb. 7). Die Fette und Öle werden hierbei in der

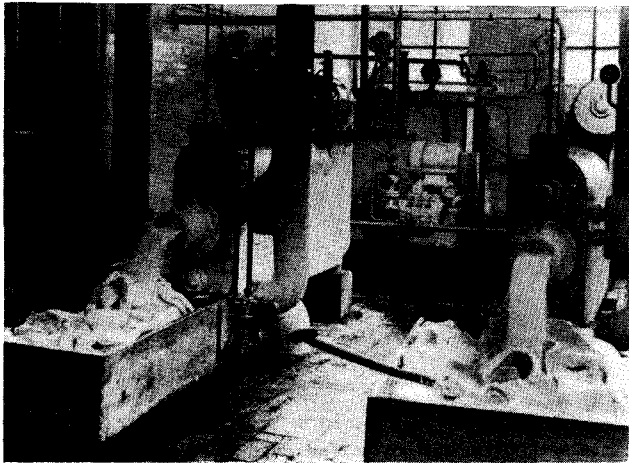


Abb. 7. Astra-Margarine-Anlage mit 2 Astra-Druckkühlern (*Bergedorfer Eisenwerk*)

üblichen Weise vorbehandelt und gelangen über eine Waage in den Temperierkessel. Nachdem hier die richtige Temperatur eingestellt und eine gute Vermischung im gleichen Kessel erreicht worden ist, wird die Voremulsion einer Homogenisiermaschine zugeführt (Abb. 8). Dieser neuartige Homogenisator arbeitet je nach Bedarf mit 30 bis 90 atü und drückt eine besonders fein dispergierte Emulsion in den Astra-Druckkühler. Sie verläßt diesen Kühler als fertige Margarine. Das Gerät wird z. Z. in Leistungen von 100, 250 und 600 kg/Std. Margarine hergestellt (Abb. 9). Es laufen Versuche mit Kühlern größerer Leistungen bis zu 1000 kg/Std.

Die Emulsion tritt in den oberen und unteren Kühlzylinder ein und verläßt den Apparat durch den mittleren Kühler. Das Produkt wird durch langsam rotierende Transportschnecken mit dazwischengebauten Knetelementen fortbewegt und gleichzeitig geschmeidig gemacht. Der die Schnecke umgebende Zylindermantel wird mit Sole oder direkt mit  $\text{NH}_3$  gekühlt. Dadurch ist eine feine Regulierung des Kühlprozesses möglich. Man arbeitet je nach Margarine-Sorte und Jahreszeit mit Kühlmittel-Temperaturen von  $-8$  bis  $-14^\circ\text{C}$ . Die Margarine wird dabei nicht wie auf der Kühltrommel bis  $0^\circ\text{C}$  abgekühlt, sondern man erniedrigt die Temperatur der Emulsion nur bis kurz unterhalb ihres Erstarrungspunktes (etwa 10 bis  $14^\circ\text{C}$ )

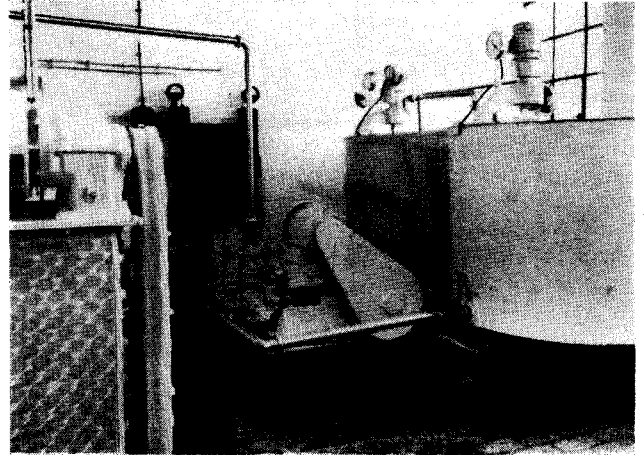


Abb. 8. Rückseite der Astra-Anlage mit 2 Wiege- und Temperierkesseln und Homogenisator

und erreicht damit eine Verringerung des Kältebedarfs. Für einen Druckkühler von 600 kg Stundenleistung kommt man mit einer Kältemaschine von etwa 15 000 kcal/Std. aus. Besonders konstruierte Verpackungsautomaten können direkt an den Kühler angeschlossen werden, so daß die Margarine vom Temperierkessel bis zur fertigen Packung unter Luftabschluß und frei von jedem manuellen Eingriff gehalten wird. Bei bisher aufgestellten Anlagen wurde nach Angaben der *Astra-Werke* ein Stromverbrauch von 0,05 bis 0,06 kWh/kg Margarine einschließlich Fettumpfen, Temperierkessel, Homogenisator, Kältekompressor und Druckkühler gemessen. Wie aus dem Bild zu ersehen ist, erfordert eine Astra-Margarine-Herstellungsanlage im Vergleich mit den bisher üblichen Verarbeitungsmethoden nur einen geringen Platz.

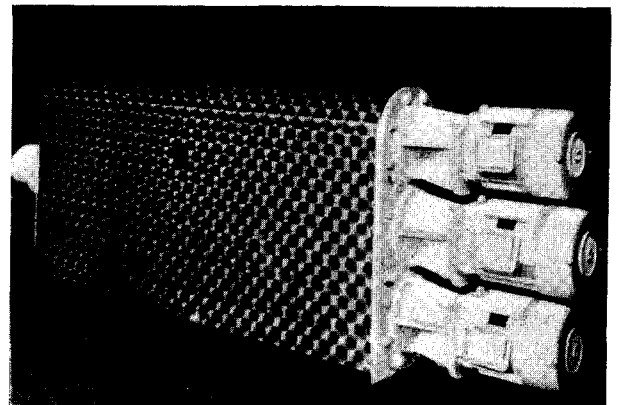


Abb. 9. Astra-Druckkühler neuester Konstruktion mit Einzelantrieb der Wellen (*Bergedorfer Eisenwerk*)

Die *Westfalia Separator AG.* versucht z. Z., Margarine nach dem *Fritz*-Butterungsverfahren herzustellen. Genauere Angaben über die Erfolge dieser Versuche konnten nicht in Erfahrung gebracht werden. In den übrigen europäischen Ländern arbeitet man nach dem Kühltrommel-Verfahren.

In Amerika dagegen wurde um die Mitte der 30er Jahre die Kühltrommel abgeschafft<sup>11</sup>, und heute stellt man in den USA die Margarine fast ausschließlich nach dem sog. Votator-Prinzip her (Abb. 10)<sup>12</sup>. Vor näherer Erläuterung einer Votator-Anlage muß vorausgeschickt werden, daß es, wie bereits am Anfang erwähnt, in den USA kaum Margarinefabriken gibt, die ihre Fette und Öle von fremden Ölwerken beziehen. Meistens sind Öl-Aufbereitung und Margarine-Herstellung in einem Werk miteinander verbunden. Die Aufbereitung geschieht u. a. in der Art, daß alle leichtflüchtigen Öle gleichmäßig bis zu einem bestimmten Schmelzpunkt hydriert werden<sup>13</sup>. Man hält diese Methode für besser als vollhydrierte Fette mit niederschmelzenden Ölen zu vermischen, um einen bestimmten Schmelzpunkt zu erreichen. Man kennt daher in den USA keine aus einer großen Anzahl von Ölsorten hergestellten Fett-Kompositionen, wie sie bei uns üblich sind. Für die Margarine-Herstellung werden in der Hauptsache nur Soja- und Baumwollsaatöl verbraucht<sup>13</sup>. Nach europäischem Geschmack wird die amerikanische Margarine als zu „salbig“ in der Konsistenz empfunden. Die in Europa hergestellte Margarine ist butterähnlicher. Dies sind wohl auch die Hauptgründe, weshalb sich das Votator-Prinzip bisher in Europa kaum einfuhrte.

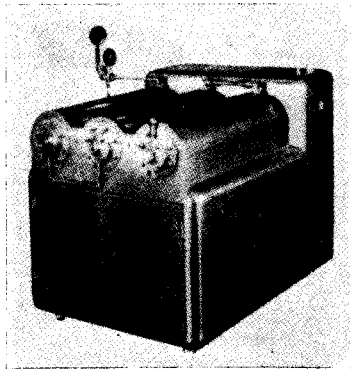


Abb. 10. „A-Einheit“ einer Votator-Anlage mit 3 Kühlzylindern

Abb. 11 zeigt einen Votator-Kühler<sup>13</sup>. Die Anlage besteht aus 3 sog. A-Einheiten und 2 B-Einheiten. Die Margarine wird bei diesem Verfahren etwa wie folgt hergestellt: Die Öle und Fette kommen fertig vorbereitet von der Aufbereitung mit Magermilch vermischt (voremulgiert). Die in den USA übliche Margarine enthält zu 80 % Fett, 16,5 % Magermilch, 2,5 bis 3 % Salz, bis zu 1/2 % Emulgator und 9000 bis 15000 I.E./kg Vitamin A<sup>13</sup>. Der Schmelzpunkt liegt bei 35° C. Die Mischung

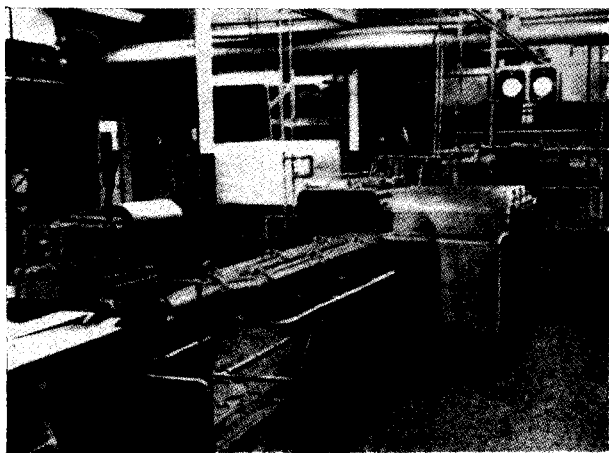


Abb. 11. „B-Einheit“ einer Votator-Anlage, im Hintergrund „A-Einheit“

geht durch einen Vorkühler, der die Olaufbereitungstemperatur auf 50° C senkt. Danach wird durch eine Rotationspumpe eine vorbestimmte Menge inerten Gases in das Fett bzw. die Emulsion eingeschlagen<sup>11</sup>. Dieselbe Pumpe drückt die Voremulsion durch die A-Einheit des Votators mit einem

<sup>11</sup> J. P. Bolanowski u. D. P. Lineberg, Ind. Engng. Chem. **44**, 657 [1952].

<sup>12</sup> S. Hibbert, Food Technol. in Austral. **3**, 135 [1951].

<sup>13</sup> E. D. White, Food Ind. Pacific Edit. **22**, 75 [1950].

Druck von ca. 21,5 atü. Das Schnittbild (Abb. 12)<sup>11</sup> zeigt den Aufbau eines solchen Kühlzylinders der A-Einheit. Die Emulsion kommt durch den Rohrstützen 1 (oben links) hinein und verläßt durch den Ablaufstutzen 2 (unten rechts) den Kühler, nachdem sie den ringförmigen, etwa 12 cm breiten Spalt 3 zwischen dem Rohr 4 und der Schaberwelle 5 durchströmt hat. Der Außenzylinder wird meistens mit verdampfendem Ammoniak von etwa -12° C gekühlt. Eine Kühlung mit Sole ist ebenso möglich wie auch Beheizung dieses Votator-

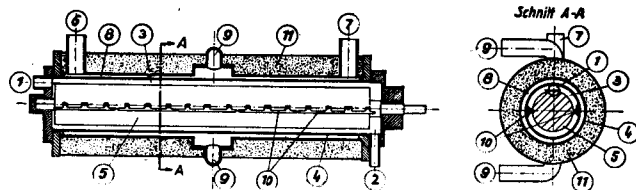


Abb. 12. Schnittbild durch einen Zylinder der A-Einheit

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1 Emulsionseinlauf         | 6, 7 Kühlmiteleintritt    |
| 2 Emulsionsablauf          | 8 Ringraum für Kühlmittel |
| 3 Ringraum für Emulsion    | 9 Kühlmittelaustritt      |
| 4 Wärmeübertragungsrohr    | 10 Schabemesser           |
| (Trennwand/Gut/Kühlmittel) | 11 Isolierung             |
| 5 Schaberwelle             |                           |

Kühlers mit Dampf oder Heißwasser für Sterilisationszwecke. Das Kältemittel tritt bei 6 und 7 oben links und rechts ein, geht durch den ringförmigen Spalt 8 und verläßt in der Mitte bei 9 den Apparat. Die Fließrichtung kann für beide Medien frei gewählt und damit Gleich- oder Gegenstrom verwirklicht werden. Der Wärmeübertragungszylinder 4 trennt das zu kühlende Produkt vom Kältemittel. Die Rührwerkschaber 5, welche sich mit etwa 500 bis 700 U/Min. dreht, trägt die elastisch befestigten Schaber 10. Durch die Zentrifugalkraft werden diese Schabemesser fest an die Innenwand des Zylinders 4 gepreßt, wodurch sie bei jeder Umdrehung einen ganz dünnen Emulsionsfilm von der Zylinderwand abheben. Durch die hohe Drehzahl wird der Wärmeübergang wesentlich verbessert, und man mißt bei der Margarine-Verarbeitung Wärmedurchgangszahlen bis zu 1500 kcal/m<sup>2</sup>h °C. Das schnelle Abschaben fördert die Bildung kleiner Kristalle. Die Verweilzeit der Emulsion in der A-Einheit beträgt etwa 6 bis 20 Sek. Die unterkühlte, zahlreiche Kristallkeime enthaltende Emulsion gelangt in noch fließfähigem Zustand mit einer Temperatur von 15 bis 18° C aus der A-Einheit in die B-Einheit. Diese besteht aus einem nicht gekühlten Rohr von etwa 18 cm Durchmesser und 0,9 bis 3 m Länge, in dessen Innerem sich sehr langsam eine Welle dreht. Die Welle ist bei manchen Konstruktionen mit Stiften oder Messern besetzt, die an feststehenden Stiften im Rohrmantel vorbeigehen, oder sie trägt bei anderen Bauarten ein System von sog. Homogenisierscheiben. In der B-Einheit findet die vollständige Auskristallisation der Emulsion statt, wobei durch die freierwirdende Erstarrungswärme die Guttemperatur auf 22 bis 23° C wieder ansteigt. Gleichzeitig wird das Produkt weiter durchmischt und fertig geknetet in einer sog. halbruhenden Verarbeitungsweise. Die Verweilzeit in der B-Einheit beträgt etwa 1 bis 2 Min. Nach Verlassen der B-Einheit findet sofort anschließend die Verpackung der Margarine statt, und zwar mit Maschinen, die bis zu 7200 Packungen/Std. (wahlweise 1/2- oder 1 Pfund-Packungen) herstellen.

Nach einem anderen Votator-Verfahren stellt man die gewünschte Emulsion in 2 nacheinanderfolgenden Arbeitsgängen her<sup>12</sup>. Zuerst wird die Fettemenge nur mit 25 % der insgesamt erforderlichen wäßrigen Phase gut vermischt und läuft so durch zwei Kühlkammern der A-Einheit. Dann geht diese Voremulsion in einen Mischer, ähnlich der B-Einheit. Auf dem Wege dahin wird der Emulsion ein Milchstrom beigegeben, der die restlichen 75 % des wäßrigen Anteiles sowie die gesamte Salz-Zugabe enthält. Auf diese Art hat das Endprodukt zwei verschiedene Dispersionen der wäßrigen Phase:

1. eine sehr feine Dispersion mit ungesalzener Magermilch, welche unbehindert von Salz ein butterähnliches Aroma entwickeln kann und
  2. eine relativ grobe Dispersion von gesalzener Magermilch, welche der Margarine den typischen Salzgeschmack beibringt.
- Von diesem Mischer aus geht das Produkt dann in einen weiteren Zylinder der B-Einheit, der mit Homogenisierscheiben versehen ist. Die Verpackung erfolgt anschließend.

Die Vorteile des Votator-Prinzips sieht man in den USA darin, daß

1. das Produkt von atmosphärischen Verunreinigungen frei sowie vor unerwünschtem Feuchtigkeitsniederschlag aus der Luft geschützt und daher in hygienischer Hinsicht einwandfrei ist.
2. Strahlungsverluste der Kühlvorrichtung im Gegensatz zur Kühltrommel größtenteils durch gute Isolierungsmöglichkeiten unterbunden werden können,
3. leichtere Kontrollen der Luft- bzw. Gaszugaben. Wärmeübertragung und der Temperaturen des Produktes sowie des Kühlmittels möglich sind.

In Australien hat man ein dem Votator-Prinzip ähnliches Margarine-Herstellungsverfahren entwickelt<sup>12</sup>. Danach wird die Fett-Milch-Mischung in den Innenraum eines außengekühlten Zylinders geleitet und hier mittels zweier coaxialer, zusätzlich innengekühlter Schnecken weiter befördert. Durch die Formgebung der Schnecken ist die Emulsion gezwungen, durch einen sehr schmalen Spalt von etwa 1.5 mm zwischen Schnecke und Mantel hindurchzugehen, wodurch sie besonders fein dispergiert werden soll. Sie tritt als ein weiches cremeartiges unterkühltes Produkt heraus, das sehr schnell aushärtet und dann nur noch eine gewisse Temperierung für die Verpackung erfordert.

Vor etwa einem Jahr wurde in den USA eine Margarine-fabrik gebaut, in der die Margarine-Herstellung genau so wie die Butter-Bereitung ausgeführt wird<sup>14</sup>. Während bei der Butter-Erzeugung nur der vorher aufkonzentrierte Rahm verarbeitet zu werden braucht, sind für die Herstellung eines „Margarine-Rahmes“ viele Arbeitsgänge vor der eigentlichen Verbutterung erforderlich. Es werden hierbei dieselben Fette und Öle wie für die übliche Margarine verwendet. Diese Fette sind aber von anderer Art als die natürlichen Milchfette. Um in derselben Weise wie bei der Butterfertigung arbeiten zu können, muß die Struktur des Margarine-Rahmes derjenigen des Milchrahmes entsprechen. Die Amerikaner haben dazu sehr eingehend den Aufbau des Milchrahmes studiert und daraus die Bedingungen zum Aufbau eines Margarine-Rahmes aufgestellt. Die Hauptaufgabe bestand darin, eine Methode zu finden, mit der man eine reversible Emulsion von Öl in Milch zu erzeugen imstande war. Der Produktionsgang dieser Margarine ist folgender (Abb. 13): Die Öle werden bis kurz oberhalb ihres Schmelzpunktes erwärmt und dann im Verhältnis 1 Teil Öl und 2 Teile Magermilch gut miteinander vermischt. Die gute Durchmischung im Behälter ist insofern hier von besonderer Bedeutung, als das Milcheiweiß in der Lage ist, die Oberflächenspannung der Wasserteilchen zu erniedrigen, was für die Stabilität des Öl-Milch-Systems wichtig ist. Der dann folgende Arbeitsgang ist der eigentliche Schlüssel des Verfahrens. Das Milcheiweiß soll sich als dünner Film um die Fetteilchen legen, wodurch das Zusammenfließen des dispergierten Fettes oder Öles verhindert wird. Eine sehr stabile, aber auch reversible Emulsion wird so erzeugt. Um diese Emulsion zu bilden, wird die Öl-Milch-Mischung beim Eintritt in einen Behälter einem in gleicher Richtung mit etwa 10 atü eintretenden nadeldünnen Frischdampfstrahl ausgesetzt. Durch die Zugabe des Frischdampfes erhöht sich die Temperatur der Öl-Milch-Mischung, und der nadelförmige Dampf-

strahl dispergiert einen Teil der kontinuierlichen Fettphase in eine freie Öl-Milch-Emulsion. Zugleich verändert die Dampfbehandlung die Milchproteine, so daß sie die Fettkügelchen als Film umgeben. Nunmehr fließt die heiße Vor-emulsion einem Vakuumbehälter zu, in den sie durch eine Düse als nebelähnlicher Sprühregen eintritt, wodurch die feinste Dispersion von kleinen Ölkügelchen in der Milch vervollständigt wird; dabei findet durch Verdampfen des

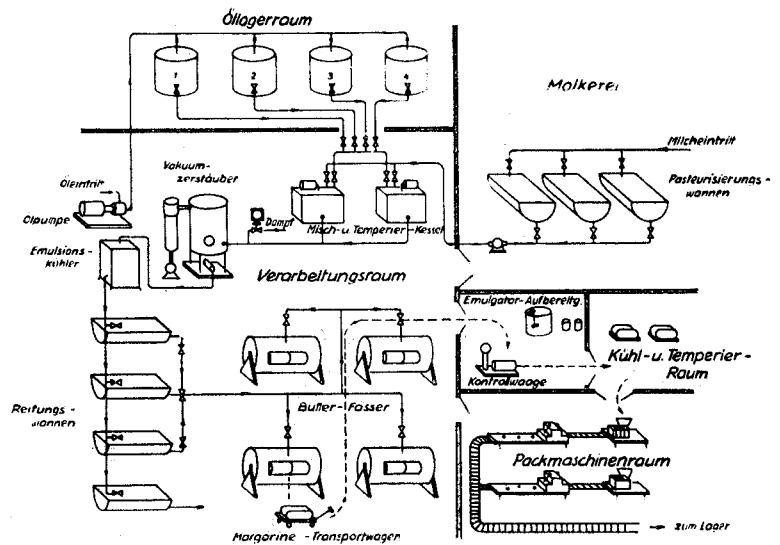


Abb. 13. Schaltschema der Margarine-Herstellung nach dem Butterungsverfahren

Wassers im Vakuum eine Abkühlung auf etwa 60°C statt. Die so gewonnene Emulsion ist durch die Eiweißhäutchen stabil und hat das Aussehen und die Struktur von Rahm. Ihre Temperatur wird in einem Milchkühler unter den Erstarrungspunkt der enthaltenen Fette und Öle auf ca. 8°C gesenkt. Im nachfolgenden Rahmreifer werden bei bestimmten Reifungstemperaturen angesäuerte Milchkulturen (Wecker) zugesetzt. Dann gelangt die Emulsion in ein normales Butterfaß und wird auf die gleiche Art und Weise wie Milchrahm weiter behandelt. Die Bewegungen und Temperaturen des Faßinhaltes werden etwa 30 Min. lang so gesteuert, daß die Emulsion umschlägt und sich eine günstige Zusammenballung der Fettkügelchen ergeben kann, die dann in weiteren 5 bis 10 Min. zu größeren Klumpen anwachsen. Die Menge an zusammengeballtem Fett nimmt dabei weiter zu, bis das

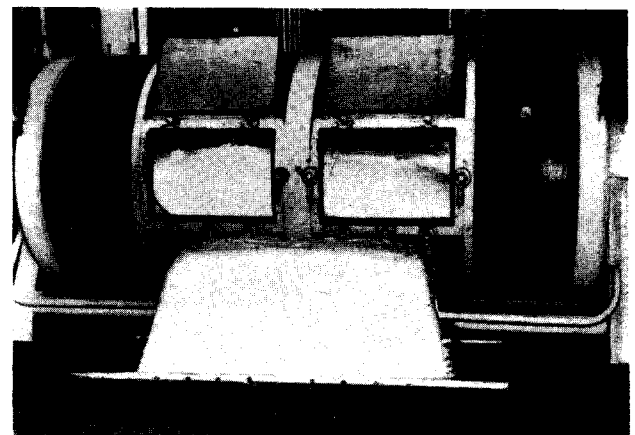


Abb. 14. Butterfaß mit beladener Trage

Fett sich in eine Art plastische Masse abtrennt. Wenn die Fettkügelchen etwa Erbsengröße erreicht haben, wird die Magermilch abgelassen. Die Fettkörner werden 10 Min. lang mit kaltem Wasser gewaschen. Nach Ablassen des Wassers werden die gewünschte Salzmenge sowie Vitamin A und Farbe zugegeben, worauf man das Produkt fertig knetet. Der Faß-

inhalt wird auf Tragen entleert (Abb. 14) und die so gewonnene Margarine bis zur Verpackung im Kühlraum bei +16° C aufbewahrt.

Aus den geschilderten Margarine-Herstellungsmethoden ersieht man, daß zwischen den Verfahren in Amerika und Europa große Unterschiede bestehen. In der übrigen Welt spielt der Margarine-Verbrauch noch keine große Rolle; hier ist das Öl für die Speisebereitung vorherrschend. Die Margarine-Fabrikationsanlagen werden daher entweder aus Amerika oder aus Europa bezogen, und so haben sich dementsprechend in den einzelnen Ländern amerikanische oder europäische Verfahren eingebürgert.

Zum Schluß sei noch kurz auf die bei uns üblichen Bauweisen von Margarinefabriken eingegangen. So macht z. B. beim Alfa-System die bauliche Seite der Anlage keine Schwierigkeiten, da es möglich ist, die gesamte Produktions-einrichtung in einem verhältnismäßig kleinen Raum unterzubringen, wie es aus den vorangegangenen Bildern zu ersehen ist. Wird die Margarine mittels Kühltrommel und Vakuumknetter hergestellt, so tritt die Frage auf, ob eine einstöckige oder mehrstöckige Bauweise von Vorteil ist. Bei einstöckiger Bauweise ist zwar die Anlage übersichtlicher, aber das zu verarbeitende Produkt muß von Maschine zu Maschine stets wieder angehoben werden. Dazu ist relativ teure Transportarbeit erforderlich. Beim Neubau einer Margarinefabrik wird man daher in diesem Fall von der sog. Treppenbauweise, wie sie in

Abb. 15 entworfen ist, mit Vorteil Gebrauch machen. Die Fette und Öle sowie die Milch brauchen nur einmal auf billige Weise durch verhältnismäßig einfache Pumpen angehoben zu werden zum sog. Tagesöllager und zur Molkerei. Der weitere Transport von Maschine zu Maschine geschieht fast ausnahmslos durch die eigene Schwere. Im Bilde rechts unten sieht man das Meisterzimmer (59), von dem aus durch den treppenartigen Aufbau der einzelnen Stockwerke trotz mehrstöckiger Bauweise der ganze Betrieb gut zu übersehen ist.

Freundlicherweise wurden zur Verfügung gestellt: Von den Bergedorfer Eisenwerken, Astra-Werke, Hamburg-Bergedorf, die Abb. 1, 7, 8 und 9, von der Firma Schröder & Co., Lübeck, die Abb. 2, 3, 4, 5, 6. Die Abb. 10, 11, 12 sind der Zeitschrift Ind. Engng. Chem. (44, 658, 659 [1952]), mit deutscher Beschriftung umgezeichnet, entnommen. Abb. 13 und 14 entstammen der Zeitschrift Food Engng. (23, 111, 112 [1952]), mit deutscher Beschriftung umgezeichnet. Abb. 15 stellt einen eigenen Entwurf des Verf. dar.

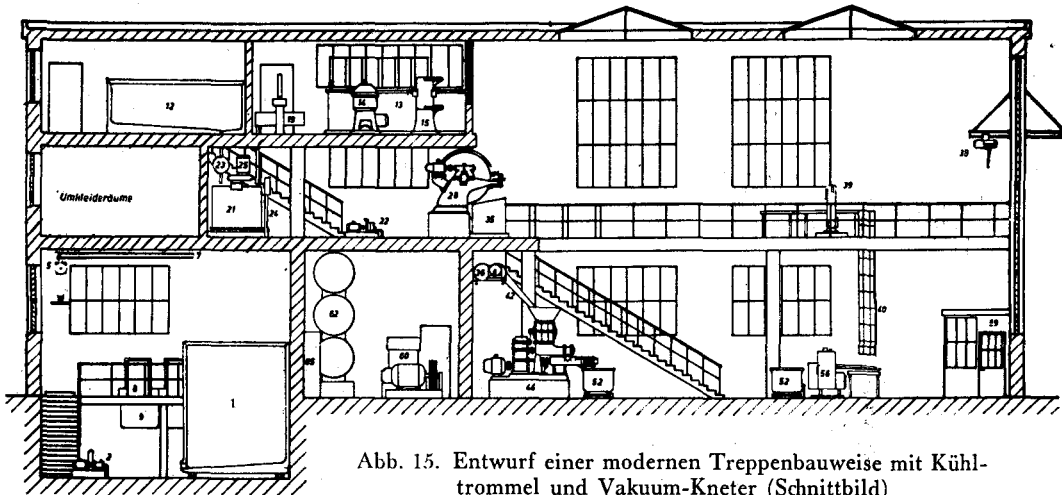


Abb. 15. Entwurf einer modernen Treppenbauweise mit Kühl-trommel und Vakuum-Knetter (Schnittbild)

- |   |                                 |                                       |
|---|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Öllagerbehälter                                    | 13. Milch-Annahmebehälter       | 36. Entleerungsschnecken              |
| 2. Fettpumpen und Milch-pumpen                        | 14. Reinigungsseparator         | 44. Vakuum-Knetmaschine               |
| 5. Faßtransportkran                                   | 15. Plattenpasteur              | 52. Butterwagen                       |
| 8. Faßauskippvorrichtung mit Vorwärmung links daneben | 19. Milchwaage                  | 56. Packmaschine                      |
| 9. Ollauffangbehälter mit Heizrost                    | 21. Wiege- und Temperier-kessel | 39. Kartonheftmaschine                |
| 12. Tagesöllager                                      | 22. Emulsionspumpe              | 40. Kartonzuführung, zur Packmaschine |
|   | 26. Kühltrommel                 | 59. Meisterzimmer                     |
|   | 35. Ruheschacht                 | 60. Kältemaschinen                    |
|   |                                 | 62. Kondensatoren.                    |