Zeitschrift: Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie = Économie et sociologie rurales [1980-2007]

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie

Band: - (1994)

Heft: 2

Artikel: Entwicklungen in der Lebensmitteltechnologie

Autor: Escher, Felix

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-966397

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Entwicklungen in der Lebensmitteltechnologie

Felix Escher

Umfeld

Die Lebensmitteltechnologie verknüpft die landwirtschaftliche Produktion mit dem Konsumenten, indem sie die Basis für die gewerbliche und industrielle Verarbeitung von landwirtschaftlichen Rohstoffen zu Lebensmitteln und für die Haltbarmachung von Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukten schafft. Mit einem Umsatz an Lebensmitteln, der 1990 rund 35 Mia. sfr. erreichte, und mit rund 100'000 Beschäftigten in ungefähr 10'000 gewerblichen und etwa 240 industriellen Betrieben zählt die Lebensmittelbranche zu den bedeutungsvollen Sektoren der schweizerischen Volkswirtschaft. Ihre Bedeutung wird noch dadurch unterstrichen, dass zahlreiche weitere Industriezweige, wie Maschinenhersteller, Lieferanten von Zusatz- und Hilfsstoffen, Ingenieur-Unternehmungen und Firmen der Qualitäts-Kontrolle und -Sicherung mit der Lebensmittelindustrie direkt verbunden sind.

Die Lebensmitteltechnologie gehört nicht zu den Bereichen, die durch immer kürzer aufeinanderfolgende Innovationsschübe und umwälzende Entwicklungen gekennzeichnet sind, wie das etwa bei der Kommunikationstechnik oder bei der Informatik der Fall ist. Die eher konservative Haltung des Menschen gegenüber der Nahrungsmittelaufnahme als einem der Grundbedürfnisse seiner Existenzsicherung bedingen bei der Einführung neuer Produkte oder neuer Verfahren eine langsamere Gangart. Dennoch hat sich auch die Lebensmitteltechnologie fortzubewegen, um sich dem ändernden Umfeld unseres übersättigten Lebensmittelmarktes anzupassen, ganz besonders aber auch um die grossen Probleme der weltweit viel zahlreicheren unterversorgten Märkte lösen zu können.

In den westlichen Industrienationen hat sich bald nach dem Zweiten Weltkrieg ein wesentlicher Bestandteil der Verarbeitung und der Vorratshaltung von Lebensmitteln vom Einzelhaushalt in die Lebensmittelindustrie verlagert. Die arbeitsteilige Gesellschaft hat die Entwicklung von industriell hergestellten küchen- oder essfertigen Produkten gefördert. Wachsende städtische Agglomerationen und

damit zunehmende räumliche Distanz von der Urproduktion zum Konsumenten stellten neue Anforderungen an hygienisch einwandfreie Verteilsysteme für kürzer oder länger haltbare Lebensmittel. Was vom Umfeld her die Lebensmitteltechnologie zudem über kurz oder lang beeinflussen wird, kann mit folgenden Stichworten zusammengefasst werden:

- Überproportionale Zunahme des Bevölkerungsanteils im Alter von über 60 Jahre
- Markanter Anstieg der Anzahl von Ein- und Zwei-Personen-Haushalten
- Anstieg der Anzahl der Ausser-Haus-Verpflegungen
- Zunehmende Mobilität der Bevölkerung

Produktions- und Produktqualität

In diesem Umfeld versucht die Lebensmitteltechnologie zum einen durch Prozess- und Ablaufoptimierung die **Produktionsqualität** zu erhalten oder zu verbessern. Sie nutzt dazu die Möglichkeiten des Rationalisierens und der Automatisierung, der Energieeinsparung, der Ausbeuteerhöhung, des Recycling und der Erhöhung der Betriebssicherheit. "CIM" (computer aided manufacturing), "just in time" und "lean production" sind in der Lebensmittelindustrie keine fremden Begriffe. Die gegenwärtig sich in Einführung begriffenen Qualitätssicherungs-Systeme nach den ISO-Normen (International Standard Organization) stellen in diesem Zusammenhang ein wertvolles Hilfsmittel dar.

Viel augenfälliger, weil direkt vom Konsumenten und damit vom Markt beurteilbar, ist die **Produktqualität** als Entwicklungsgrundlage der Lebensmitteltechnologie. Dabei ist der Begriff der Produktqualität in seiner ganzen Breite mit den verschiedenen Qualitätsfaktoren zu berücksichtigen:

- Nährwert und Bekömmlichkeit (= toxikologische Unbedenklichkeit) als physiologische Faktoren
- Farbe, Textur und Flavor (Geruch und Geschmack) als psycho-biologische oder sensorische Faktoren
- Verfügbarkeit, Convenience (Grad der Zubereitung, Portionengrösse, Verpackungsart) etc. als sozio-ökonomische Faktoren

Die relative Bedeutung der einzelnen Qualitätsfaktoren wandelt sich immer wieder. So werden heute nach einer ausgesprochenen Gesundheitswelle Produkte gesucht, die nicht nur toxikologisch unbedenklich und ernährungsphysiologisch ausgewogen, sondern gleichzeitig kulinarisch attraktiv und mit einer hohen Convenience versehen sind. Naturbelassenheit ist ebenso ein Thema wie unmittelbare Frische eines Lebensmittels. Dabei ist allerdings zu beachten, dass "natürlich" nicht in jedem Fall mit "gesund" gleichgesetzt werden darf, und dass sich "frisch" und "haltbar" in der Regel ausschliessen. Convenience wiederum verlangt heute nicht nur den gewünschten Grad der Zubereitung (küchenfertig, essfertig), sondern auch die optimale Portionengrösse und Verpackungsart (z.B. mikrowellentauglich, umweltverträglich). Aus all diesen Qualitätsanforderungen lassen sich die nachstehend aufgeführten Innovationstendenzen der Lebensmitteltechnologie ableiten.

Nährwertanpassung bei gleichzeitig hoher sensorischer Akzeptanz

Hier geht es zunächst um die **Erhaltung essentieller Nährstoffe** bei der Verarbeitung und Haltbarmachung. Diese Aufgabe ist deshalb wichtig, weil der Anteil an bereits industriell verarbeiteten Lebensmitteln dauernd wächst und damit die Versorgung mit wichtigen Nährstoffen zu einem wesentlichen Teil auf Industrieerzeugnissen basiert. Nährstoffe gehen verloren durch mechanisches Abtrennen nährstoffreicher Teile eines Lebensmittels (Auszug von Weissmehl bei der Getreidevermahlung, Schälen von Kartoffeln), durch Auslaugen wasserlöslicher Substanzen in das Wasch-, Blanchier- oder Kochwasser, sowie durch oxidative oder hitzebedingte chemische Reaktionen. Die meisten physikalischen und chemischen Vorgänge der Nährstoffverluste lassen sich heute recht genau beschreiben, womit das Werkzeug für die Prozessoptimierung vorhanden ist. Auf dieser Basis sind zum Beispiel die Hochtemperatur-Kurzzeit-Verfahren (*High temperature short time, HTST)* zur Pasteurisation und Sterilisation mit anschliessender aseptischer Verpackung entwickelt worden. Mit dieser Technik wird bei flüssigen und halbflüssigen Gütern eine höhere Nährstoffretention und geringere Hitzeschädigung erzielt.

Sodann ist die Forderung nach **spezifisch im Nährwert angepassten Lebensmitteln** zu erfüllen, sei es für die breite Bevölkerung, sei es für bestimmte Gruppen wie alte Leute, Leistungssportler oder Personen mit Stoffwechselanomalien.

Bereits zur Tradition geworden sind **zuckerarme Produkte.** Dazu werden einerseits Zuckeraustauschstoffe, andererseits Süssstoffe eingesetzt. **Zuckeraustauschstoffe** sind zuckerähnliche chemische Verbindungen, wirken aber nicht kariogen und sind in vielen Fällen für Diabetiker verträglich. Verschiedene dieser Stoffe kommen auch in der Natur vor (z.B. Sorbit). Die Entwicklung dieser Substanzen und die Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten sind gegenwärtig noch nicht abgeschlossen. Bei den Süssstoffen handelt sich um Substanzen, die um ein Vielfaches süsser als Zucker sind und deshalb in so kleinen Mengen verwendet werden, dass sie zum Energieinhalt des Lebensmittels nichts beitragen. Nach Lebensmittel- und Zusatzstoffverordnung sind nur einige wenige Süssstoffpräparate zugelassen, die alle als toxikologisch unbedenklich eingestuft werden. Die wissenschaftliche Entwicklung geht dahin, den genauen Mechanismus der Geschmackswirkung süsser Verbindungen aufzuklären und daraus Stoffe abzuleiten, die womöglich in noch kleineren Mengen zugesetzt werden könnten oder welche die hin und wieder etwas störenden Nebengeschmacksrichtungen nicht mehr aufweisen.

Die ***Senkung des Fettgehaltes*** hat unter dem Schlagwort "light" in den letzten Jahren recht viel Aufsehen erregt. Entsprechend stark haben die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zugenommen. Zugleich ist Fett als Inhaltsstoff von traditionellen Lebensmitteln auch preislich neu eingestuft worden. So wird heute die pasteurisierte Vollmilch zum selbem Preis wie der teilentrahmte Milchdrink angeboten.
Für die Reduktion des Fettanteils stehen prinzipiell verschiedene technologische Möglichkeiten zur Verfügung:
Das *Einarbeiten von Wasser* stellt die einfachste Variante dar. Damit wird der Fettgehalt relativ zur Gesamtproduktmenge gesenkt. Zum Teil gelingt der Wasserzusatz mit physikalischer Modifikation der Produktstruktur, wie z.B. bei der light-Butter. In anderen Fällen werden die genügende Wasserbindung und die fettähnliche Struktur durch Einsatz von Geliermittel erreicht (Gelatine bei light-Margarine). Diese wasserreichen Produkte sind mikrobiologisch weniger gut haltbar und müssen gekühlt aufgewahrt oder mit Konservierungsmittel stabilisiert werden.

Der zweite Weg beruht auf der Verwendung von *Fettersatzstoffen* auf der Basis von Stärken oder Proteinen, welche pro Gewichtseinheit nur die Hälfte des Energieinhaltes von Fett aufweisen. Aus Molkenproteinen werden heute Präparate in feinster Kugelform hergestellt, welche prakisch dasselbe Mundgefühl wie Fett erzeugen sollen. Allerdings ergibt sich bei all diesen Ersatzprodukten das Problem der Aromatisierung der Lebensmittel, weil Fette besonders gute Aromaträger darstellen. Die Aromaindustrie offeriert deshalb spezielle Aromamischungen und Anwendungsformen für fettarme Produkte wie Gebäcke und Speiseeis.
Schliesslich gibt es Fettderivate, welche in ihren physikalischen und sensorischen Eigenschaften den richtigen Fetten sehr ähnlich sind, vom menschlichen Körper aber nicht verdaut werden können. Diese *physiologisch inerten modifizierten Fette* - ein kommerzielles Produkt ist unter dem Namen "Olestra" (Firma Proctor and Gamble, USA) bekanntgeworden - könnten also in beliebigen Mengen aufgenommen werden. Auch die Aromatisierung der Produkte ist problemlos.
Ob die modifizierten Fette wirklich Eingang in die Praxis finden, ist offen. Ähnliche Verbindungen werden in kleinen Mengen als Emulgatoren verwendet, als eigentliche Fettersatzstoffe sind sie lebensmittelrechtlich noch nicht zugelassen. Zuvor müssen sicher weitere Fragen der physiologischen Verträglichkeit abgeklärt werden. Im weiteren fragt sich ganz allgemein, ob die Verminderung des natürlichen Fettanteils in einem Lebensmittel nicht zu einem Defizit in der Versorgung mit fettlöslichen Vitaminen führt. Vermutlich käme man langfristig nicht um eine Vitaminierung fettarmer Produkte herum. Jüngste Markterhebungen weisen schliesslich auf eine gewisse Abflachung der "light"-Welle auf der Basis fettreduzierter Lebensmittel hin, während der Trend zu zuckerarmen "light"-Produkten vor allem in der Getränkebranche anhält.

Beispiele für weitere nährwertangepasste Lebensmittel sind **kochsalzarme Produkte** oder Erzeugnisse **mit hohem Nahrungsfasergehalt**. Die Erhaltung der optimalen sensorischen Qualität wird bei der Kochsalzreduktion mit der Verwendung von Gewürzmischungen gewährleistet. Für Nahrungsfasern gibt es heute Verfahren, die ein Einarbeiten erhöhter Mengen bei gleichbleibendem sensorischem Profil ermöglichen. Schwieriger wird Erzielung des erwünschten Genusswertes bei extremen **Diäten für Kranke,** obwohl der Genusswert zum Wohlbefinden und zur Genesung massgeblich

beitragen könnte. Gesamthaft wird sich die Lebensmitteltechnologie gerade im Bereich der Spezialernährung weiter zu entwickeln haben.

Erzielung der Naturbelassenheit

Naturbelassenheit beginnt im Prinzip bei der landwirtschaftlichen Produktion. IP-Rohstoffe (integrierte Produktion) werden vermehrt in der Lebensmittelindustrie eingesetzt, so etwa für die Herstellung industriell verarbeiteter Kartoffelerzeugnisse. Die Verarbeitung von Produkten aus dem biologischen Landbau stellt einen wenn auch mengenmässig beschränkten, so doch interessanten Sektor dar. Immer ist zu überlegen, ob Produktions- und Produktqualität mit diesen Methoden wirklich relevant gefördert werden können. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Lebensmittelverarbeitung ist notwendig. Sie manifestiert sich auch dadurch, dass das neue schweizerische Lebensmittelgesetz die Lebensmittelgewinnung umfassend, d.h. von der Rohstoffproduktion bis zum Endverbrauch durch den Konsumenten regelt.

Auf dem Niveau der Lebensmittelherstellung geht die Tendenz heute dahin, die Verwendung von Zusatzstoffen (food additives) einzuschränken und damit von den auf den Etiketten zu deklarierenden "E-Nummern" wegzukommen. Ob diese vorwiegend aus Konsumentenkreisen stammende Forderung in ihrem generellen Ausmass sinnvoll ist, bleibt offen. Viele Zusatzstoffe sind natürlichen Ursprungs und werden nicht mit chemischen Synthesen gewonnen. Abgesehen davon, dass der Einsatz von Zusatzstoffen in der Zusatzstoffverordnung restriktiv umschrieben wird, sind alle Zusatzstoffe in toxikologischer Hinsicht gut erforscht und oft besser bekannt als irgendwelche natürlichen Lebensmittelprodukte.

Es sind heute recht grosse Entwicklungsbestrebungen im Gange, um die Palette der natürlichen Zusatzstoffe zu erweitern. Dazu zählen natürliche Antioxidantien, Aromen oder Farbstoffe, die alle auf schonende Art aus pflanzlichem Rohmaterial gepresst, extrahiert oder destilliert werden. Unter den neuen Extraktionsmethoden ist die Hochdruckextraktion mit überkritischem Kohlendioxid zu nennen. Kohlendioxid wirkt im sogenannten überkritischen Zustand wie ein selektives Lösungsmittel und kann nach der Extraktion ohne weiteres abgetrennt werden, womit ein rückstandsfreier Extrakt anfällt.

Im weiteren werden natürliche Zusatzstoffe mit Mikroorganismen oder Zellkulturen produziert. Diese klassischen Verfahren der **Biotechnologie** haben schon lange Eingang in die Lebensmitteltechnologie gefunden. Die Technik der Mikroorganismen- und Zellkultur ist denn auch erst in eine kritische Diskussion geraten, als mit der **Gentechnologie** neue züchterische Methoden zum Einsatz gelangten. Eine sorgfältige Erörterung der Akzeptanz durch den Konsumenten und eine fundierte gesetzliche Regelung der Gentechnologie stellen gegenwärtige wichtige Pendenzen für die Lebensmittelindustrie dar.
Natürliche Zusatzstoffe können aber auch auf neuen, bisher nicht genutzten Pflanzen oder auf züchterisch angepassten Pflanzensorten basieren. Gentechnologie wird auch für Pflanzenzüchtung vorgeschlagen, um z.B. die Ausbeute eines als Zusatzstoff interessanten Metaboliten zu erhöhen. Damit ergibt sich im wesentlichen dieselbe Situation wie bei der möglichen gentechnischen Modifikation von pflanzlichen Grundnahrungsmitteln, die aus pflanzenbaulichen Gründen vorgenommen wird (z.B. Verbesserung der Pilzresistenz von Kartoffeln). Die Lebensmittelindustrie hat auch hier die Diskussion zur Opportunität gentechnologischer Methoden in engem Kontakt mit der Landwirtschaft zu führen.

Erhaltung des Frischecharakters

Hohe sensorische Erwartungen, aber eine gewisse Voreingenommenheit gegenüber der Qualität von länger haltbaren Konserven haben in letzten Jahren zur Entwicklung verschiedener Technologien geführt, mit denen die Lebensdauer frischer Produkte verlängert werden kann, ohne dass der eigentliche Frischecharakter verloren geht. Es handelt sich um das Konzept des "*minimal processing*".

Dazu zählen unter anderem die **Technik der Verpackung** in modifizierter Atmosphäre (*modified atmosphere packaging, MAP*) und in kontrollierter Atmosphäre (*controlled atmosphere packaging, CAP*). Mit MAP und CAP wird es möglich, die zulässige Umschlagperiode von frischem gerüstetem Gemüse (z.B. für Salat oder für Suppen), von Obst, aber auch von Fleisch, Fleischerzeugnissen und Backwaren zu verlängern. Dabei wird vor allem die Sauerstoffkonzentration in der Verpackung abgesenkt, wodurch sich der Stoffwechsel der noch lebenden Gewebe verringert und das

Wachstum von Mikroorganismen verlangsamt. Analog zum CAP kann die Methode auch als CA-Lagerung in grossen Räumen durchgeführt werden. Die CA-Lagerung gelangt bei uns traditonellerweise für Kernobst zur Anwendung.
Die Verpackungstechnologie geht heute noch einen Schritt weiter, indem der Packung oder dem Verpackungsmaterial absorbierenden Stoffe beigegeben werden, welche z.B. die Feuchtigkeit oder die Sauerstoffkonzentration im Lebensmittel auf ein bestimmtes Niveau begrenzen. In Japan ist für diese Verpackungsmethode der Begriff des "*active packaging*" geprägt worden, indem die Verpackung die Rolle vom passiven zum aktiven Schutz des Lebensmittel vor Qualitätseinbussen wechselt.

Zur Wahrung des Frischeaspektes bei gleichzeitig verlängerter Haltbarkeit wird auch das sogenannte **Hürdenkonzept** vorgeschlagen. Mehrere Haltbarmachungsverfahren, welche das Lebensmittel nur wenig verändern, einzeln aber eine ungenügende Haltbarkeit ergeben würden, werden miteinander kombiniert. Jeder einzelne Schritt, wie milde Pasteurisation, leichte Senkung des Feuchtigkeitsgehaltes, Kühlen, bildet gleichsam eine Hürde und trägt zum Schutz gegen mikrobiologischen Verderb bei, ohne dass der Charakter des frischen Lebensmittels verloren geht.

Die wohl jüngste Entwicklung zum möglichst schonenden Umgang mit Lebensmitteln stellt die **Sous-vide Technik** dar. Sie ist weniger ein Haltbarmachungsverfahren, als vielmehr eine Methode der Zubereitung von ganzen Menus. Fleisch, Kartoffeln oder Gemüse werden in Vakuumverpackungen bei Temperaturen gegart, die 60 bis 70°C kaum überschreiten, und anschliessend sofort gekühlt. Die Aromaqualität soll dadurch wesentlich besser als bei der konventionellen Garung erhalten bleiben. Die Verteilung der Produkte auf dem Markt hat in einer lückenlosen Kühlkette zu erfolgen. Sous-vide Menus sind bisher vor allem im Catering, d.h. in der Gemeinschaftverpflegung eingeführt worden.

Hoher hygienischer Standard bei der Fertigung und kontinuierliche Betriebsüberwachung durch bakteriologische Kontrollen sind für alle diese wenig konservierten Frischprodukte Voraussetzung für die Garantierung der Lebensmittelsicherheit. Die Anforderungen an Rohstoffqualität, Personal und Einrichtungen sind entsprechend hoch. Es sind Produkte, die nicht unbedingt für die Grundversorgung,

sondern eher für den Markt einer Bevölkerung mit hoher Kaufkraft in Frage kommen.

Pasteurisation und Sterilisation mit neuen Methoden

Die Pasteurisation hat zum Ziel, pathogene vegetative Keime (z.B. Salmonellen) gesichert abzutöten und Mikroorganismen, welche ein Lebensmittel nachteilig verändern und die Haltbarkeit herabsetzen, in der Keimzahl zu vermindern (z.B. Milchsäurebakterien in Pastmilch) oder gänzlich auszuschalten (z.B. Hefen in alkoholfreien Fruchsäften). Die Sterilisation soll nicht nur eine gesicherte Inaktivierung aller vegetativen Keime, sondern auch aller hitzeresistenten Sporen von pathogenen und verderbserregenden Mikroorganismen gewährleisten (z.B. Gemüsekonserven, uperisierte Milch). Nach wie vor stellt die Hitzebehandlung die wichtigste Pasteurisations- und Sterilisationsmethode dar. Die Möglichkeit, die Hitzeanwendung nach dem Hochtemperatur-Kurzzeit-Verfahren (HTST) so zu optimieren, dass die Nähr- und Genusswerterhaltung möglichst gross ist, wurde weiter oben bereits erwähnt.

Schon seit mehreren Jahrzehnten wird versucht, die **Mikrowellenerwärmung** für die Pasteurisation und Sterilisation nutzbar zu machen. Im Mikrowellenfeld werden sowohl Flüssigkeiten als auch stückige Güter sehr rasch erhitzt, so dass wenig Hitzeschäden entstehen. Es ist vor allem das Wasser im Lebensmittel, das sich als Dipol im hochfrequenten Feld leicht zur Schwingung und damit zur Bildung von Reibungswärme anregen lässt. Allerdings ist es aus verschiedenen Gründen schwierig, eine zeitgleiche, homogene Erwärmung über das ganze Produkt zu garantieren. Diese Einschränkung hat zur Folge, dass sich in der Praxis die *Mikrowellensterilisation* noch nicht durchgesetzt hat. Gegenwärtig stellt eine Firma in Belgien kommerziell sterile Produkte auf der Basis der Mikrowellenerhitzung her. Die weitere Entwicklung ist offen. Hingegen hat das Verfahren für die *Mikrowellenpasteurisation* von anschliessend gekühlten Produkten Fuss gefasst, weil in diesem Falle eine höhere Temperaturinhomogenität toleriert werden kann. So werden z.B. Frischteigwaren und Bäckereiartikel auf diese Weise mit Erfolg pasteurisiert.

Im grossen Stil wird die Mikrowellentechnologie im *Catering* und im *Einzelhaushalt* eingesetzt. In der Regel geht es primär um das Aufwärmen von vorgekochten Speisen oder um das Auftauen von tiefgekühlten Roh- und Zwischenprodukten. Die Durchdringung der Einzelhaushalte mit Mikrowellengeräten erreicht in den USA bereits 90 %, in der Schweiz sind es immerhin mindestens 25 %. Die in jüngster Zeit publik gewordenen Einwände gegen die gesundheitliche Sicherheit des Verfahrens sind nicht haltbar. Bei sachgemässer Anwendung des Mikrowellenofens sind weder direkte Schädigungen des Anwenders noch Bildung von toxischen Stoffen im Lebensmittel zu erwarten. Weil dem Gut keine zusätzliche Flüssigkeit beigegeben werden muss und damit keine Auslaugverluste entstehen, ist die Nährstoffretention beim Aufwärmen mit Mikrowellenenergie oft höher als beim konventionellen Aufwärmen auf der Kochplatte.

Auch die **Ohmsche Erhitzung** stellt ein schon lange bekanntes Verfahren zur Pasteurisation von Flüssigkeiten dar. Praktisch alle Lebensmttel enthalten Elektrolyte, so dass sie elektrisch leitend sind und als elektrischer Widerstand zwischen zwei Elektroden aufgeheizt werden können. Nach dieser Methode wird in der häuslichen und gewerblichen Süssmosterei traditionellerweise Apfel- und Birnesaft in Glasballons pasteurisiert. In neuester Zeit interessiert sich der Anlagebau im Lebensmittelbereich ziemlich stark für die Ohmsche Erhitzung in kontinuierlicher Bauweise. Erste Linien sind in England im Einsatz.

Auf ganz anderen Grundlagen beruht die Pasteurisation und Sterilisation mit **ionisierenden Strahlen**. Die Strahlenbehandlung von Lebensmitteln ist wiederum keine Erfindung der letzten zwanzig Jahre, wurde doch eine erste Patentanmeldung bereits 1905, also kurz nach der Entdeckung der Radioaktivität eingereicht. Inzwischen hat sich die Strahlenbehandlung zum marktreifen Verfahren mit folgenden Zielsetzungen entwickelt: Hygienisierung von Gewürzen, Pasteurisation von Meerfrüchten und Geflügelfleisch, Oberflächenbehandlung von Früchten, Entwesung von Getreide. Andere Anwendungsbereiche werden vorgeschlagen, sind jedoch in der Praxis noch kaum realisiert worden. Ein entscheidender Fortschritt wurde in den letzten Jahren in der Analytik gemacht, indem eine Bestrahlung heute in den meisten Lebensmittel mit genügender Sicherheit nachgewiesen werden kann. Toxikologisch gilt das Verfahren bei Begrenzung des Energieniveaus und der Dosis der applizierten Strahlung als unbedenklich. Ganz allgemein ist zu sagen,

dass wohl kaum ein Verfahren der Lebensmittelverarbeitung und -haltbarmachung so genau untersucht worden ist wie die Bestrahlung. Weltweit ist die Bestrahlung bereits in recht vielen Ländern zugelassen. Auch der WHO/FAO Codex Alimentarius empfielt eine Zulassung der Strahlenbehandlung für verschiedene Produkte. In der Schweiz ist die Bestrahlung von Lebensmitteln bewilligungspflichtig, eine Bewilligung wurde bisher nicht erteilt. In Konsumentenkreisen stellen sich wie bei der Gentechnologie grundsätzliche Fragen der Akzeptanz des Verfahrens. Eine sehr starke Verbreitung des Verfahrens ist nur schon aus wirtschaftlichen Überlegungen nicht zu erwarten. So würde sich in der Schweiz z.B. die Keimhemmung von Kartoffeln mit Strahlenbehandlung nicht vernünftig realisieren lassen. Die beschränkte Zulassung mit offener Deklarationspflicht z.B. für Gewürze wäre aber durchaus zeitgemäss und vorteilhaft.

Die neueste Entwicklung in der Pasteurisations- und Sterilisationstechnologie ist gegenwärtig im Hochdruckbereich im Gange. Schon um 1900 wurde in Forschungsarbeiten und entsprechenden Patenten gezeigt, dass Mikroorganismen bei Einwirkung von hohen statischen Drücken, d.h. einigen Kilobar, inaktiviert werden können. Besonders Japan arbeitet intensiv an der **Hochdruckbehandlung** von Lebensmitteln, Vorschläge für die Pasteurisation von ganzen Erdbeeren und von Konfitüre liegen vor. Inzwischen befassen sich auch europäische Forschungsgruppen mit Hochdrucktechnologie. Allerdings geht es vermutlich in Zukunft weniger um Pasteurisation und Sterilisation, sondern mehr um die gezielte Veränderung von Proteinstrukturen für die Erzeugung bestimmter Textureigenschaften von Lebensmitteln.

Nutzung neuer Rohstoffe

Der Hinweis auf die gezielte Modifikation von Proteinstrukturen durch Hochdruckbehandlung führt zur Frage der Nutzung neuer Rohstoffe, besonders von pflanzlichen Proteinen. Eine ganze Reihe von pflanzlichen Proteinen stellen heute eine wertvolle Basis für Lebensmittel dar, sofern diese Rohstoffe in eine geeignete Form übergeführt werden. Mit anderen Worten sind die normalerweise in Pulverform anfallenden Proteinkonzentrate oder -isolate in ein texturiertes Lebensmittel zu verarbeiten. Von daher ist auch der Fachausdruck der *textured vegetable proteins* (*TVP*) oder *textured Plant Proteins* (*TPP*) zu verstehen.

Sojaprotein ist wohl der wichtigste Vertreter dieser pflanzlichen Proteine. Die traditionelle fernöstliche Verarbeitung zu Produkten wie Tofu und Tempeh, welche der Käseherstellung mit oder ohne Schimmelreifung entspricht, hat sich bei uns ebenso eingeführt wie die westliche Methode der Texturierung mit *Heiss- oder* **Kochextrusion.** Im Extruder lassen sich mässig aufgefeuchtete Proteinpulver durch Aufschmelzen, Formen und Expandieren in fleischähnliche Produkte umsetzen. Nach dem Rekonstituieren mit Wasser werden sie analog zu Fleisch für verschiedene Speisen eingesetzt.

Die Kochextrusion findet auch Anwendung bei der Verarbeitung von *stärkehaltigen Rohstoffen* verschiedenster Herkunft zu Frühstückscerealien, brotähnlichen Erzeugnissen oder Snackprodukten.

Realisierung der lebensmitteltechnologischen Innovation

Die skizzierte Entwicklung der Lebensmitteltechnologie ist nur möglich geworden durch eine ausgeprägte Vertiefung der Forschungsbemühungen in die Grundlagenwissenschaften. Die Lebensmittelwissenschaft bedient sich für Verfahrensentwicklung intensiv der Informatik, Strömungsmechanik, Robotik und Sensortechnik. Sie versucht, das komplexe Lebensmittel mit modernen Methoden der Chemie und Biologie (*Molecular modeling,* Molekularbiologie) zu analysieren und die Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten zu verstehen. Jede weitere Innovation wird von dieser grundlegenden und interdisziplinären Arbeitsweise abhängen. Die Interaktion wird insbesondere auch mit der Agrarforschung zu suchen sein, wenn es darum geht, Qualitätsvorgaben für Lebensmittel aufzustellen.

Die interdisziplinäre Forschung im Lebensmittelbereich vom wirtschaftlichen Standpunkt aus zu fördern ist nicht einfach, kann doch teure Grundlagenforschung für ein Konsumgut mit tiefem Stückpreis nicht ohne weiteres gerechtfertigt werden. Darin unterscheidet sich die Lebensmittel- von der Pharmaforschung. Und dennoch wird jede Volkswirtschaft gut daran tun, die Lebensmittelforschung zusammen mit der Agrarforschung zu pflegen und das wissenschaftlich-technische Know-how nur schon für die Ausbildung von genügend Fachleuten auf allen Stufen sicherzustellen. Nur so - und damit sei auf den einleitenden Abschnitt dieser Übersicht

zurückgeblendet - kann auf unserem Markt auch im 21. Jahrhundert der hohe Stand der Versorgungssicherheit und die heutige, bisher wohl nie erreichte Lebensmittelqualität zu wirtschaftlich akzeptablen Bedingungen garantiert werden. Und nur so wird es möglich, die Versorgungssituation und die Lebensmittelqualität in den Mangelmärkten wenigstens in technischer Hinsicht schrittweise zu verbessern.

Literatur

Allen, G., Impact of New Technologies on Food Quality, in Agriculture, Food Chemistry and the Consumer, Proceedings Euro Food Chem V, Institut National de la Recherche agronomique, Paris, 1989, vol. 2, pp. 384-395.

Brine, C.J. & Prebluda, H.J., Agricultural and Food Chemistry: The Road Ahead, Journal for Agricultural and Food Chemistry *36*, 875-879 (1988).

Buckenhüskes, H.J., Fortschritte in der Lebensmitteltechnologie, Lebensmittel-Technologie *25* (7/8), 162-167 (1992).

Bundesamt für Gesundheitswesen, Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, EDMZ, Bern, 1991.

Byrne, M., High Tech Meals, Food Engineering International, February 1992, 29-32.

California Institute of Food and Agricultural Research & Sandia National Laboratories, Emerging Technological Opportunities in Food and Agriculture, University of California, Davis, CA, 1992.

European Parliament, Nutrition Policy and Public Health, Scientific and Technological Assessment, Commission of the EC, Directorate General XII, Brussels, 1993.

Gierschner, K. & Buckenhüskes, H. (Hrsg.), Aktueller Stand und Trends in der Lebensmitteltechnologie, Symposiumbericht, Universität Hohenheim, Stuttgart, 1992.

Gierschner, K., Zur Qualität bzw. zum Gesundheitswert der mit heutigen Technologien hergestellten Lebensmitteln, Industrielle Obst- und Gemüseverwertung 1993, Heft 11, 426-437.

Institute of Food Technologists, America's Food Research Needs: Into the 21st Century, Food Technology *47* (3), 2-39 (1993).

Institute of Food Technologists, Food Irradiation: Recent Developments and Future Prospects, Food Technology *48* (5), 123-144 (1994).

Jenkins, M., A Look at ISO 9000, ASTM Standardization News, July 1993, 50-52.

Kinsey, J., Quest for Convenience: A Matter of Time, Cereal Foods World *37* (4), 305-310 (1992).

Sloan, A.E., Top Ten Trends to Watch and Work on, Food Technology *48* (7), 89-100 (1994).

Solms, J. (Ed.), Novel Production Practices and Food Quality, Food Review International *9* (3), 359-442 (1993).

Solms, J., Escher, F. & Puhan, Z., Neuere Tendenzen in der Lebensmitteltechnologie, Lebensmittel-Technologie *23* (5), 98-102 (1990)

Spiess, W.E.L., Technological Development in the Food Industry in the Outgoing 20th Century, in Lindroth, S. & Ryynänen, S.S.I. (Eds.), Food Technology in the Year 2000, Bibiotheca Nutritia et Dieta., Nr. 47, Karger Publ. Co., 1990, pp. 101-114.

Anschrift des Verfassers:

Prof.Dr. Felix Escher
Institut für Lebensmittelwissenschaft
ETH-Zentrum
8092 Zürich