

## Sonderdruck

# UNIVERSITAS

Zeitschrift für Wissenschaft, Kunst und Literatur

---

### INHALTSVERZEICHNIS

- Prof. Dr. Dr. h. c. Richard F. Behrendt, Berlin:*  
Ist der Frieden noch zu retten? Der Krieg: unser größter  
Feind – aber nicht Schicksal . . . . . 561
- Dr. Curt Hohoff, München:*  
Peter Weiß und sein dramatisches Werk . . . . . 577
- Prof. Dr. med. Konrad Hummel, Freiburg:*  
Immunbiologie des menschlichen Organismus . . . . . 585
- Prof. Nikolai Michailow, Moskau:*  
Die Sowjetunion – ihre Geographie und ihre Potentiale  
heute . . . . . 595
- Prof. Dr. Karl Löwith, Carona:*  
Die Frage Martin Heideggers . . . . . 603
- Prof. Dr. Hans-Diedrich Cremer, Gießen:*  
Die Möglichkeiten neuer unkonventioneller Nahrungsmittel  
und das Welternährungsproblem . . . . . 617
- Prof. Dr. John Flavell Coales, Cambridge:*  
Automation und Computer in der Industrie . . . . . 627
- Dr. Ernst Michael Kranich, Stuttgart:*  
Menschenbildung in der modernen Gesellschaft – Die Freien  
Waldorfschulen . . . . . 633
- Prof. Dr. Fritz Winkel, Berlin:*  
Von der elektronischen Musik zur elektronischen Steuerung  
des Gesamtkunstwerks . . . . . 645
- Neue Literatur**  
u. a. Allgemeine-Literatur / Soziologie / Zeitgenössische  
Dichtung / Rechtswissenschaft / Naturwissenschaften . . . 651
- Von den Hochschulen und Akademien**  
u. a. Die Zunahme der Weltbevölkerung in den nächsten  
Jahrzehnten – Demographische Dokumentation der UNO . 657
- Friedensarbeit der Kirche**  
u. a. Internationaler Dialog / Ars sacra . . . . . 661
- Internationaler Kulturspiegel**  
u. a. Paul-Klee-Ausstellung in Bern / Weltstatistik der  
Übersetzungen / Moderne Musik aus der Tschechoslowakei –  
Prager Komponisten-Woche . . . . . 665

Unter Mitarbeit von:

Prof. E. Alker, Bern; Dr. A. Angyal, Pécs; Prof. W. E. Ankel, Gießen; Prof. W. Bargmann, Kiel; Prof. K. H. Bauer, Heidelberg; Prof. A. Bharati, Washington; Prof. W. A. Berendsohn, Stockholm; Prof. O. F. Bollnow, Tübingen; Dr. med. Th. Bovet, Zürich; Prof. Hellmut Brunner und Dr. Emma Brunner-Traut, Tübingen; Prof. A. Butenandt, München; Prof. A. Closs, Bristol/England; Dr. H. Degen, Stuttgart; Prof. A. Eckardt, München; Prof. V. E. Frankl, Wien; Prof. L. Froese, Marburg; K. Fürstenberg, Mainz; Dr. E. Gaenschalz; Prof. J. Gantner, Basel; Dir. Axel von Harnack, Tübingen; Lic. Dr. Hans Hartmann, Berlin; Prof. M. Y. Haschmi, Aleppo; Prof. G. Heberer, Göttingen; Prof. Fr. Heer, Wien; Prof. W. Heisenberg, München; Dr. Wolfgang Hinrichs; Prof. J. Illies, Schlitz; K. Jaspers  $\ddagger$ , Basel; Prof. J. H. Knoll, Bochum; Prof. A. Köberle, München; Prof. R. König, Köln; Prof. W. Kretschmer, Tübingen; Prof. M. Landmann, Berlin; Prof. G. Leibholz, Karlsruhe; Prof. F. Leist, München; Prof. A. Liess, Wien; F. Linnenberg, Erlangen; Dr. E. Lotz, Tübingen; Dr. H. J. Meyer, Mainz; Prof. Otto Michel; Dr. R. Mönig; Prof. W. Paulsen, Amherst/USA; Prof. H. Plard, Brüssel; Prof. A. Portmann, Basel; Prof. E. Preotorius, München; Prof. K. Schejold, Basel; Prof. H. Schoeck, Mainz; Dr. Doris Schmidt, München; Prof. H. H. Schrey, Heidelberg; Prof. R. Schütz; Dr. T. Shigi, Tokio; Prof. G. Siegmund, Fulda; Dr. D. Sobrevilla, Lima/Tübingen; O. Spear, Ramat-Gan; Prof. Eduard Spranger  $\ddagger$ ; Prof. M. Steck, München; Prof. K. Strubecker, Karlsruhe; Prof. K. Takahashi, Tokio; Prof. H. Thieltcke, Hamburg; Prof. G. del Vecchio, Rom; Prof. F. Wagner, Bonn; Prof. K. Wais; Prof. H. K. Weinert; Prof. G. Weise; Prof. H. Wenke, Ilamburg; H. Werner, Reutlingen; Prof. J. Wilhelm; Dr. R. Wisser, Worms; Prof. H. Zbinden, Bern.

Begründet 1946 von Dr. Serge Maiwald (Herausgeber bis 1952)  
und Dr. E. Orthbandt

Herausgeber: Prof. H. W. Bähr

Schriftleitung H. W. Bähr und H. Rotta (Naturwissenschaften)  
In Zusammenarbeit mit Dr. J. Hohnholz

Die Zeitschrift „Universitas“ erscheint monatlich. Sie kann durch jede Buchhandlung oder vom Verlag, 7 Stuttgart N, Birkenwaldstraße 44, bezogen werden. Bezugspreis vierteljährlich DM 10,80 (einschl. -56 Mwst.), Einzelheft DM 3,80 (einschl. -20 Mwst.); für Studenten bei Vorlage einer Bescheinigung der zuständigen Fachschaft, Assistenten, Referendare in nicht vollbezahlter Stellung und Schüler vierteljährlich DM 8,70 (einschl. -45 Mwst.). Abbestellungen sind nur zum Quartalsende möglich und müssen, um für das kommende Vierteljahr berücksichtigt werden zu können, 14 Tage vor Beginn des neuen Quartals beim Verlag vorliegen. - Beiträge und Besprechungsstücke sind an die Schriftleitung der „Universitas“, 7 Stuttgart N, Birkenwaldstraße 44, Postfach 40, zu richten (Fernsprechsammel-Nummer 29 25 59). Wir bitten, Besprechungsstücke nur auf Grund besonderer Aufforderung oder Vereinbarung einzusenden. Für die Rücksendung unverlangt eingesandter Besprechungsstücke wird keine Gewähr übernommen. - Alle Rechte der Vervielfältigung und Verbreitung der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge, insbesondere auch die Rechte der Übersetzung und der photomechanischen Wiedergabe, behält sich der Verlag vor, jedoch wird gewerblichen Unternehmen die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens gestattet. Werden die Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle entrichtet, so ist für jedes Photokopieblatt eine Marke im Betrag von DM -10 zu verwenden. - Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Verlages unter vollständiger Quellenangabe gestattet. - Unverlangt eingegangene Manuskripte werden nur dann zurückgesandt, wenn Rückporto beiliegt. - Auf Wunsch erhalten die Verfasser von Originalarbeiten 50 Sonderdrucke. - Zuschriften über Versand, Anzeigen usw. nur an die Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H., 7 Stuttgart N, Birkenwaldstr. 44, Postfach 40. Verantwortlich für den Anzeigenteil: E. Kießling, Stuttgart. Fernspr.-Nr. 29 25 59. Erfüllungsort und Gerichtsstand Stuttgart.



WISSENSCHAFTLICHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.  
7 STUTTGART/POSTFACH 40

Der Beilagenhinweis befindet sich auf Seite XI

PROF. DR. HANS-DIEDRICH CREMER, UNIVERSITÄT GIESSEN

Direktor des Instituts für Ernährungswissenschaft

## Die Möglichkeiten neuer unkonventioneller Nahrungsmittel und das Welternährungsproblem

Die Frage nach der Sicherung unserer Zukunft sollte man so verstanden wissen, daß es nicht nur heißt, wie kann die Menschheit auch in der Zukunft überleben, sondern daß damit gemeint ist, wie können wir unsere Gesundheit und Leistungsfähigkeit so erhalten, daß es auch wert ist, zu leben.

Von der die Zukunft bedrohenden Gefahren ist sicherlich die unzureichende Lösung des Welternährungsproblems eine der größten. Das Ernährungsproblem hat für die Menschheit heute zwei Seiten:

Auf der einen Seite das Mißverhältnis zwischen Bevölkerungsvermehrung und den zur Verfügung stehenden Nahrungsvorräten, vor allem in Entwicklungsländern.

Auf der anderen Seite, die durch falsche, vorwiegend zu reichliche Ernährung bedingten oder doch verschlimmerten verschiedenartigen Krankheiten in hochtechnisierten, hochzivilisierten Ländern:

Durch Hunger verursachte Unterernährung mit ihren Folgekrankheiten und Tod bei einem Teil der Weltbevölkerung, Tod oder Krankheit durch Überernährung bei dem anderen.

Die Nahrung muß den Menschen mit der Menge an Energieträgern versorgen, die er zur Deckung seines Kalorienbedarfs braucht, muß ihm aber auch alle die Nährstoffe in notwendiger Menge und richtigem Verhältnis liefern, die er für Wachstum und Erhaltung benötigt. Dabei dienen als Kalorienlieferanten die Hauptnährstoffe Kohlenhydrate, Fette, schließlich auch das Eiweiß. Dieses aber steht mit seinen besonderen Aufgaben für den Stoffwechsel in der Bedeutung an der Spitze. Neben diese Kalorienlieferanten treten - in ihrer

Bedeutung nicht weniger wichtig – die übrigen Nährstoffe wie Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente.

In Globalzahlen gesprochen stellt sich die Ernährungslage heute so dar, daß der Kalorienbedarf im Durchschnitt gerade eben gedeckt ist oder nur geringgradige Unterversorgung vorliegt, während sich in der Eiweißzufuhr schwerwiegende, folgenreiche Unterschiede finden. Vor allem Kinder und Jugendliche sind durch die unzureichende Eiweißzufuhr gefährdet, denn bei ihnen reicht die mit der üblichen eiweißarmen Kost aufgenommene Eiweißmenge einfach nicht aus, um den mit dem Wachstum verbundenen erhöhten Bedarf zu decken.

Einige Zahlenangaben über den Eiweißgehalt von pflanzlichen und tierischen Grundnahrungsmitteln, bezogen auf ihren Kaloriengehalt, sind aus der Tabelle ersichtlich.

Eiweißgehalt von Grundnahrungsmitteln  
(g Protein/1000 Kcal)

Weizen	35	Cassava (frisch)	8,3
Mais	26	Cassava-Mehl	4,4
Reis	20	Kochbanane	10,7
Hirse	29	Süßkartoffeln	11,3
Fleisch (mager)	150	Kartoffeln	22
Fleisch (fett)	75	Soja	95
Fisch (mager)	240	Erbsen, Bohnen	70–90
Fisch (fett)	72		
Vollmilch	57		
Magermilch	115		
Käse (mager)	195		
Käse (fett)	77		

Die Deckung des Nahrungsbedarfs wird durch das Anwachsen der Weltbevölkerung erschwert. Für die Zeit um das Jahr 1800 schätzte man ihre Zahl auf etwa eine Milliarde. Für den Zuwachs um eine weitere Milliarde bedurfte es weniger als 100 Jahre. Heute werden in jeder Sekunde etwa vier Menschen geboren, nur zwei sterben. Die Erdbevölkerung wächst damit um mehr als 160 000 Menschen pro Tag, ihre Zahl muß sich so in weniger als 40 Jahren verdoppeln. Bei der gegenwärtigen Bevölkerungszahl von über 3 Milliarden können wir um die Jahrhundertwende mit einer Erdbevölkerung von mehr als 6 Milliarden rechnen. Diese Vermehrung aber wird sich keineswegs auf alle Länder gleichmäßig erstrecken. Man rechnet vielmehr

damit, daß um das Jahr 2000 in Europa, Nordamerika und den anderen Ländern mit verhältnismäßig günstigen Ernährungsbedingungen nur etwa 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>mal soviel Menschen leben werden wie gegenwärtig. Die Länder im Fernen Osten und viele afrikanische Länder werden dagegen 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>mal soviel Menschen beherbergen, in Nordafrika und in mittel- und südamerikanischen Ländern werden es sogar 3mal soviel Menschen sein wie heute.

Für die Beseitigung des Mißverhältnisses zwischen Bevölkerungszahl und Nahrungsproduktion bzw. für die Vorbeugung einer weiteren Verschärfung der Situation bieten sich selbstverständlich zwei Wege an: einmal die schon von dem Engländer Malthus vor 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahrhunderten befürwortete Beschränkung einer weiteren Vermehrung, und zum anderen eine Produktionssteigerung, für deren Verwirklichung allerdings gewaltige Anstrengungen auf den verschiedensten Gebieten zu unternehmen wären. Die Einschränkung der Bevölkerungsvermehrung liegt außerhalb der Einflusssphäre der Ernährungswissenschaft, hierauf wird deshalb in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen.

Für die Erhöhung oder auch nur bessere Nutzung der Nahrungsvorräte ergibt sich eine Reihe von Möglichkeiten, bessere Nutzung der verfügbaren oder leicht verfügbar zu machen den Nahrungsquellen, Erhöhung und Ausdehnung der Produktion sogenannter konventioneller Nahrungsgüter, Schaffung neuer oder bessere Nutzung „unkonventioneller“ Nahrungsquellen.

Wenn zunächst auch Produktion und Nutzung bewährter, bisher üblicher, sogenannter konventioneller Nahrungsgüter erhöht und ausgedehnt werden müssen, so lassen sich weitere ganz wesentliche Fortschritte aus der Schaffung oder besseren Nutzung neuer „unkonventioneller“ Nahrungsquellen erwarten. Auf dieses Problem soll etwas näher eingegangen werden.

Die Ernährungswissenschaft weiß seit langem, daß Mischungen von weniger wertvollen Proteinen sich häufig günstig ergänzen, so daß der Nährwert des Gemisches dadurch in die Größenordnung des Eiweißwertes von tierischen Produkten kommt. Bevorzugte Rohstoffe sind Mehle von Getreide und Leguminosen, häufig unter Zulage von kleinen Mengen Milchpulver, sowie weiterhin die verschiedenartigsten Rückstände aus der Ölgewinnung. Die meisten Ölfrüchte sind dadurch ausgezeichnet, daß sie nicht nur einen hohen Fett-, sondern auch einen hohen Eiweißgehalt haben. Lange Zeit

wurden die bei der Ölgewinnung zurückbleibenden Ölkuchen als Heizmaterial oder für Düngezwecke, bisweilen auch für die Tierfütterung ausgenutzt. Seit einigen Jahren aber hat man die eiweißreichen Produkte als Grundstock für Nahrungsgemische auszunutzen gelernt.

Bei der Beliebtheit, deren sich eiweißreiche Nahrungsmittel tierischer Herkunft erfreuen, spielen Aroma und Geschmack, Aussehen und Struktur eine große Rolle. Wenn es gelingt, Eiweiß aus proteinreichen pflanzlichen Produkten zu konzentrieren und in eine Form zu bringen, die durch ihre Angleichung an tierische Produkte den Anreiz zum Verzehr erhöht, könnte man einen wesentlichen Beitrag zur Schließung der Eiweißlücke leisten. Ein beträchtlicher Fortschritt dieser Richtung ist jetzt abzusehen:

Es gelang, die Proteine von verschiedenen Ölsaaten, von Casein und insbesondere auch von Soja von den übrigen Bestandteilen der Ausgangsprodukte weitgehend zu isolieren, sie in saurem oder alkalischem Medium zu dispergieren und das Protein dann durch für Textilien verwandte Naßspinndüsen in Gerinnungsbäder zu pressen und so zu Fasern zu spinnen.

Besonders erfolgreich war man mit einer derartigen Behandlung bei isoliertem Sojaeiweiß. Man geht von einer alkalischen Dispersion mit einem Gehalt von 10–20 % an festen Eiweißbestandteilen aus und erhält eine durchsichtige, goldgelbe Spinnflüssigkeit mit den Fließeigenschaften einer Kunststoffmasse und dem Aussehen von flüssigem Honig. Wenn man eine solche Flüssigkeit durch eine normale Edelmetall-Naßspinndüse preßt und in ein aus für Nahrungszwecke geeigneten Säuren bestehendes Gerinnungsbad bringt, das auf den isoelektrischen Punkt des verwendeten Eiweißes gebracht wurde, tritt Ausfällung ein. Wenn man das ausgefallene Protein kontinuierlich von der Oberfläche der Düse wegzieht, kann man endlose Fasern produzieren, die sich so verarbeiten lassen, daß fleischähnliche Strukturen entstehen. Je nach den bei der Herstellung der Faser angewandten Bedingungen kann man die Zähigkeit oder Zartheit der einzelnen Faser, ihre Zerreißfähigkeit oder den Schnittwiderstand durch die Zähne beim Kauen modifizieren. Durch Bündelung der Fasern im Nahrungsmittel kann man die Struktur weiterhin verändern. Läßt man sie etwa in ihrer anfänglichen parallelen Anordnung, so daß sie einer Palisadenstruktur ähnlich sind, wie beispielsweise in Hühnerbrust, in Fischen oder in Seetieren, so hat man eine Struktur erzeugt, die sich merklich von etwa derjenigen bei imitiertem Hacksteak unterscheidet.

Die Fasern sind farblos, geruchlos und geschmacklos. Durch Zulage von weiteren pflanzlichen oder tierischen Proteinen und Fetten, durch Beifügung von Geschmacksstoffen, durch Zulage von Vitaminen und Mineralstoffen kann man die Zusammensetzung, insbesondere den Nährwert nach Belieben variieren. Es hängt dann ganz von der Wahl der Zutaten ab, in welchem Umfange diese Produkte entsprechenden tierischen Nahrungsmitteln ähnlich gemacht werden. Auf die großen Möglichkeiten, die sich durch die Verwendung derartiger Produkte für die Verbesserung der Ernährung in Entwicklungsländern ergeben, wird in einer vom amerikanischen Landwirtschaftsministerium herausgegebenen Veröffentlichung hingewiesen. Hier heißt es:

„Es ergeben sich ungeheure Möglichkeiten, landwirtschaftliche Industrie in industriell unterentwickelten Ländern, in denen ein Eiweißmangel herrscht, aufzubauen. Auf der Grundlage von einheimischen, gegenwärtig vergeudeten Eiweißrohstoffen und/oder der neueren mehligten Produkte, die gegenwärtig in anderen Laboratorien entwickelt werden, können bei niedrigeren Kosten für Arbeit und Rohstoffe und bei vereinfachter Herstellung viele der Verpflegungsprobleme gelöst werden, die bisher durch große Schwierigkeiten gekennzeichnet waren. Diese Nahrungsmittel sind lagerfähig, vorgekocht und haben einen hohen Eiweißgehalt. Sie können leicht jeder völkischen, religiösen oder diätetischen Vorschrift angepaßt werden, und sie können so modifiziert werden, daß sie dem Geschmack der Bevölkerung in jeder Gegend entsprechen. Das wichtigste ist, daß sie gern gegessen werden.“

In hochtechnisierten, hochentwickelten Ländern, in denen kein Mangel an Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs besteht, ist man leicht geneigt, derartige neue, auf pflanzlicher Basis hergestellte Produkte als „synthetisch“, als „Ersatz“, als „Imitation“ oder ähnliches abzutun. Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß Grundlage dieser neuen Nahrungsmittel Naturprodukte sind, so wird man sie genauso wenig als synthetisch oder „künstlich“ bezeichnen können wie etwa Käse, Wurst oder die verschiedenen Nahrungsmittel auf Getreidebasis.

Sie sind neue Nahrungsmittelzubereitungen, die man mit einer neuartigen Technik herstellt, aus Stoffen, die von jeher als Nahrungsmittel bzw. als Rohstoffe für diese verwendet wurden. Derartige Produkte werden, wenn man sich erst an sie gewöhnt hat, fraglos auch bei uns an Beliebtheit gewinnen.

Seit kurzem ist auch in Deutschland ein aus Soja gewonnenes

Produkt auf dem Markt, das als TVP (Textured Vegetable Protein) bezeichnet wird. Dieses Produkt enthält 50 % Eiweiß, 32 % Kohlenhydrate, 6 % Mineralstoffe, 8 % Wasser, 3 % Ballaststoffe und nur etwa 1 % Fett. Es kommt im Augenblick mit Rindfleisch- oder Schweinefleischcharakter in den Handel. Nach der Zubereitung entsprechen die 200 g eines Paketes TVP fast einem Kilogramm mageren Frischfleisches. Die Vorteile des neuen Produktes liegen auf der Hand. Der Vegetarier hat ein reines Pflanzenprodukt, das ihm dennoch den Genuß verschafft, den ein anderer beim Essen von Fleisch hat. Für den, der diätetisch, insbesondere fettarm leben muß, stellt das neue Produkt eine wesentliche Bereicherung seines Küchenszettels dar. Es ist fast so nahrhaft wie Fleisch und ihm in seiner Schmackhaftigkeit durchaus vergleichbar, kostet aber nur einen Bruchteil. ))

Eiweißhaltige Nahrungsmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft unterscheiden sich im allgemeinen nicht nur durch ihren Eiweißgehalt, sondern auch durch den Wert, die die verschiedenen Proteine für die Ernährung des Menschen haben. Pflanzliche Proteine haben durchweg eine geringe biologische Wertigkeit, weil eine oder mehrere der in ihnen enthaltenen lebenswichtigen Aminosäuren in ihnen nicht in den Mengen vorkommen, wie sie der Körper des Menschen braucht. Wenn sich also die niedere biologische Wertigkeit nur aus einem zu geringen Gehalt an einzelnen Aminosäuren ergibt, müßte es möglich sein, die Wertigkeit durch Zusatz dieser fehlenden Aminosäuren aufzubessern und somit den Eiweißwert in die Größenordnung des bei Nahrungsmitteln tierischer Herkunft festgestellten zu bringen. Nachdem es heute möglich ist, Aminosäuren synthetisch herzustellen, ist eine solche Aminosäurezulage durchaus realisierbar und hat einen praktischen Wert, jedenfalls dann, wenn Aufwand und Effekt in einem kommerziell interessanten Verhältnis stehen. So führt man in den USA seit vielen Jahren bei der Herstellung von Futtermischungen für Geflügel eine Aminosäureanreicherung durch. Das als Proteinquelle dienende Leguminoseneiweiß ist nämlich verhältnismäßig arm an Methionin, durch Zulage dieser Aminosäure kann man seinen Eiweißwert entsprechend aufwerten. Ähnliches gilt für Lysin bei Getreideeiweiß. Für die menschliche Ernährung wird dies schon praktisch ausgenutzt, so stellt man z. B. in Brotfabriken in mehreren indischen Großstädten ein mit Lysin angereichertes Brot her. ))

Meeresalgen und Plankton sind – wenn man von der seit langem üblichen Verwendung von Algen im Fernen Osten absieht – bisher

kaum als Nahrungsmittel verwandt worden. Bevor sie in größerem Maßstab der Ernährung des Menschen dienen können, müßte noch große Forschungsarbeit geleistet werden. Denn neben den für Ernährungszwecke so wichtigen Inhaltsstoffen wie Eiweiß, Fett, Vitaminen und Spurenelementen enthalten sie eine Reihe von Bestandteilen, die die Verdaulichkeit stören oder gar unverträglich sind. Das Ziel der Forschung wäre zunächst, Algen und Plankton als Futtermittel zu verwenden und damit für die Ernährung des Menschen wertvolle tierische Nahrungsmittel zu schaffen bzw. durch ihre Verwendung andere, auch für Ernährungszwecke brauchbare Futtermittel freizumachen.

Die Möglichkeit, Algen an Geflügel, Schweine und Pferde zu verfüttern, wurde schon während des 1. Weltkrieges untersucht. Die Tiere verdauten und verwerteten Algen gut, doch war eine interessante Beobachtung die, daß eine Verdauung und Verwertung erst nach einigen Tagen einsetzte, während die Algen in den ersten Tagen völlig unverdaut mit dem Kot wieder ausgeschieden wurden. In Norwegen machte man die Erfahrung, daß der Nährwert der Algen in Abhängigkeit von der Jahreszeit außerordentlich wechseln konnte. Dennoch machte man im allgemeinen mit Zulagen von 5 bis 10 % an Algenprodukten zum Futter gute Erfahrungen. Bis zum heutigen Tage werden Meeresalgen, in neuer Zeit aber auch in Süßwasser gezüchtete Algen, zur Fütterung der verschiedensten Nutztiere verwandt. Eigene Forschungsinstitute, z. B. das Institute of Seaweed Research, Inveresk, Midlothian, Schottland, oder die mit der Süßwasseralgengzucht beschäftigte Kohlenstoffbiologische Forschungsstation in Dortmund beschäftigen sich mit Zucht und Verwertung von Algen und Algenprodukten.

Die in den Meeresalgen liegende vielversprechende Möglichkeit zur Versorgung der Weltbevölkerung mit wertvollem pflanzlichem Protein wird insbesondere in Japan genutzt. Die Produktion fällt hier zu 48 % auf Braunalgen, 34 % auf Rotalgen und 18 % auf Grünalgen. Der tägliche Pro-Kopf-Verbrauch betrug 1964 90 g und lag damit in gleicher Größenordnung wie der Verbrauch an Hülsenfrüchten und wesentlich höher als der an Fleisch und Fisch. Es gibt auf dem Markt die verschiedensten Fertigprodukte, die Algen enthalten, ferner werden Algen schon in verarbeiteter Form angeboten oder erst unmittelbar im Haushalt zubereitet.

Während Meeresalgen in bestimmten Regionen seit Jahrhunderten vom Menschen verzehrt werden, sind Süßwasseralgen bisher nirgends natürlicher Bestandteil menschlicher Kostformen. Dennoch



kommt auch ihre Nutzung durchaus in Frage, wie sich in zahlreichen Ernährungsexperimenten am Menschen ergeben hat.

So wurden in den USA in dreiwöchigen, gut kontrollierten Versuchen steigende Zusätze von Algen in der Kost an freiwillige Versuchspersonen verabreicht. Die zu Beginn des Versuchs algenfreie Standardkost mit 3200 Kcal und 91 g Protein wurde in mehrtägigen Abständen mit steigenden Mengen von Algen versetzt, so daß schließlich bis zu 500 g Algen pro Person und Tag verzehrt wurden. Der Zusatz erfolgte teils zu Brot und Kuchen, teils wurde das Algenmehl in kalter Milch oder Wasser verrührt genossen. Die höchsten der oben genannten Mengen wurden nicht gut ausgenutzt und vertragen, doch konnten Mengen von 100 g Trockenalgen pro Tag auch über längere Zeit vertragen werden. In Venezuela wurden Patienten in einem Krankenhaus sogar bis zu einer Zeit von drei Jahren mit Algensuppen versorgt. Einer zu hohen Algendosis steht in erster Linie der strenge Geschmack entgegen. In mittleren Dosen dagegen kann er so überdeckt werden, daß man sich an den Geschmack gewöhnt bzw. ihn nicht mehr spürt. Ein deutlicher Nachteil allerdings ist die bei Algenzusatz eintretende Verfärbung der Nahrungsmittel.

Wie vielseitig Algenpräparate auch in der Ernährung des Menschen verwendbar sind, wird aus einem Versuch am Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie in Dortmund deutlich. Hier wurde eine Suppe aus Algenhydrolysat als Vorspeise gegeben. Weiterhin gab es Eierpfannkuchen mit einer Füllung aus Spinat und Algen. Als Hauptgericht dann Schweinebraten von mit Algen gefütterten Schweinen, dazu als Beigabe ein aus Sauerkraut bzw. grünem Salat mit Algen hergestelltes „Frischgemüse“. Als Dessert gab es eine Süßspeise, die eine Füllung aus Brombeeren und Algen enthielt. Von Teilnehmern des Versuchs wird berichtet, daß Geschmack und Verträglichkeit von allen Speisen ausgezeichnet waren.

In Not- und Mangelzeiten hat man auch in hochzivilisierten und hochtechnisierten Ländern immer wieder nach Mitteln und Wegen gesucht, einen Teil des tierischen Eiweißes in der Nahrung durch möglichst hochwertiges Eiweiß anderer Genese zu ersetzen. So liegen aus der Zeit des 1. und 2. Weltkrieges zahlreiche Untersuchungsergebnisse aus vielen Ländern über die Einsatzmöglichkeiten von Hefen für die menschliche und tierische Ernährung vor. Aus Versuchen an Laboratoriumstieren, aus Beobachtungen an Haustieren, sowie aus zahlreichen Studien an Menschen weiß man, daß insbesondere auch Zuchthefen, z. B. *Torula utilis*, in Mengen bis zu 20–30 g täglich und über längere Zeit gut vertragen werden und einen wesentlichen Platz

in der Eiweißversorgung der Bevölkerung einnehmen können. Ähnliches gilt für Proteine einiger Bakterienarten, die man auf sonst für Ernährungszwecke nicht ausnutzbaren kohlenhydratreichen Nährböden gezüchtet hat.

In letzter Zeit ist das Problem der Verwertung von Hefe- und Bakterieneiweiß für Ernährungszwecke durch die Verwendung von verschiedenen Mikroorganismen in der Erdölindustrie wieder in ein akutes Stadium getreten. Man hatte nämlich gute Erfahrungen mit dem Einsatz von Hefe und Bakterien bei bestimmten Reinigungsprozessen von Rohölen gemacht. In Erkenntnis der evtl. Bedeutung des hier produzierten Eiweißes für Ernährungs- oder Fütterungszwecke hat man eine Reihe von Versuchen angestellt, die durchaus erfolgversprechend verlaufen sind. Zur Zeit sind mehrere völlig voneinander verschiedene Methoden in Entwicklung, von denen die von dem Erdölkonzern BP betriebene etwas ausführlicher beschrieben werden soll:

Für die Biosynthese der Proteine werden Hefen verwendet, die an Erdölkohlenwasserstoffe als Quelle für Kohlenstoff und Energie adaptiert sind und diese anstelle der sonst üblichen Zuckersubstrate ausnutzen können. Es sind geradkettige Paraffinkohlenwasserstoffe, die Kohlenstoff und Wasserstoff liefern. Die Stickstoffquelle stellt Ammoniak dar, das von der Erdölindustrie selbst aus Luftstickstoff und Wasserstoff synthetisiert wird. Das aerobe Wachstum der Hefe geht in wäßrigem Medium vor sich, das Phosphor, Kalium und die Spurenelemente enthält, die für das Hefewachstum unentbehrlich sind.

Abtrennung, Reinigung und Trocknung der Hefe erfolgen kontinuierlich. Die so vor sich gehende Eiweißsynthese erfolgt mehrere tausendmal schneller als es etwa bei Wachstum von Weidevieh der Fall ist. Aufgrund seiner Aminosäure-Zusammensetzung ist das Protein als Ergänzung von Getreideproteinen besonders günstig, da der Gehalt an Lysin und Threonin reichlich und auch der an Tryptophan recht beträchtlich ist. Auch der hohe Gehalt an B-Vitaminen ist als besonders günstig zu bezeichnen. Lediglich der hohe Gehalt an Nukleoproteiden gibt vorerst zu Bedenken Anlaß.

Das Proteinkonzentrat ist in Versuchen an Ratten erprobt und hat sich dabei gut bewährt. Doch auch Nutztiere sind schon mit Erfolg gefüttert worden. Mit dem so erzeugten Protein als Teil des Futtermittel-Eiweiß hat man Schlachthähnchen und Schlachtschweine mit Erfolg gemästet.

Zweifellos ist zunächst noch die Tatsache, daß man hier Erdöl als

Wachstumsmedium nimmt, ein psychologisches Handikap. Langfristige Tierversuche müssen die Garantie dafür geben, daß das Eiweiß auch für den Menschen unbedenklich ist. Ernährungsexperimente und toxikologische Versuche laufen seit einigen Jahren. Erst wenn diese Versuche abgeschlossen sind, kann man die Alternativ-Entscheidung fällen: Sollen die so erzeugten Proteine zunächst nur für Fütterungszwecke empfohlen werden oder kann man sie auch direkt als Bestandteile der Ernährung des Menschen verwenden?

Die Beispiele für Entwicklung und Einsatzmöglichkeiten unkonventioneller Nahrungsmittel zeigen, wie man auch in der Frage der Deckung der Eiweißlücke durchaus optimistisch sein kann. Voraussetzung ist aber, daß erhebliche Mittel in die Ernährungsforschung investiert werden, denn eine Nutzung der geschilderten Möglichkeiten kommt erst dann in Frage, wenn Nährwert und gesundheitliche Unbedenklichkeit der neu zu schaffenden Nahrungsmittel mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bewiesen sind. Doch dann stellt die Verwendung dieser neuen Nahrungsquellen sicher eine nicht zu unterschätzende Möglichkeit dafür dar, die Eiweißversorgung einer sich auch weiterhin rapide vermehrenden Weltbevölkerung sicherzustellen und damit einen wesentlichen Beitrag zur Lösung des Welternährungsproblems und zur Sicherung der Zukunft der Menschheit zu liefern.