

ERNÄHRUNGSFORSCHUNG

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

AUS DEM INSTITUT FÜR ERNÄHRUNG, POTSDAM-REHBRÜCKE
DER DEUTSCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

GEGRÜNDET VON

A.SCHEUNERT †, K.TÄUFEL, M. ULMANN

HERAUSGEGEBEN VON

KURT TÄUFEL · MAX ULMANN

SCHRIFTLEITUNG:

MAX ULMANN

BAND VIII, HEFT 2



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1963

ERNÄHRUNGSFORSCHUNG

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

AUS DEM INSTITUT FÜR ERNÄHRUNG, POTSDAM-REHBRÜCKE
DER DEUTSCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN

GEGRÜNDET VON

A. SCHEUNERT †, K. TÄUFEL, M. ULMANN

HERAUSGEGEBEN VON

KURT TÄUFEL · MAX ULMANN

SCHRIFTFLEITUNG

MAX ULMANN

BAND VIII, HEFT 2

MIT 53 ABBILDUNGEN UND 20 TABELLEN



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1963

Erschienen im Akademie-Verlag GmbH, Berlin W 8, Leipziger Straße 3-4

Copyright 1963 by Akademie-Verlag GmbH

Lizenznummer: 202 · 400/415/63

Kartengenehmigung: MDI der DDR Nr. 456/63

Gesamtherstellung: IV/2/14 · VEB Werkdruck Gräfenhainichen · 1976

Bestellnummer: 2074/VIII/2 · ES 20 M 8 · Preis: DM 29,-

KURT TÄUFEL · MAX ULMANN
ERNÄHRUNGSFORSCHUNG

INHALTSÜBERSICHT

K. TÄUFEL und M. ULMANN: Karl Lohmann zum 65. Geburtstag am 10. April 1963	185
K. TÄUFEL: Organische und organisierte Substanz in der Lebensmittelchemie	186
H.-A. KETZ: Die renale Steroidausscheidung bei experimentellem Vitamin-E-Mangel	206
I. KALUDIN, H. SCHMANDKE und H.-A. KETZ: Über den Gehalt von α -, $\beta + \gamma$ - und δ -Tocopherol im Magen-Darm-Trakt, Blut und Urin von Ratten	214
B. GASSMANN, H. SCHMANDKE und R. NOACK: Über die Retention, den Abbau und die Ausscheidung von 2-Thion-tetrahydro-1,3,5-thiadiazinen	227
G. POSE: Ernährung und endokrines System. 1. Mitt. Der Einfluß der Ernährung auf die Schilddrüse	241
H. HAENEL und W. MÜLLER-BEUTHOW: Vergleich der faekalen Mikroökologie verschiedener Personengruppen	263
H. HAENEL: Über einen vereinfachten Nachweis des Vitamin B ₁₂ mit <i>Poteriochromonas stipitata</i>	276
H. HAENEL, W. GOLDBACH und F.-K. GRÜTTE: Ernährung und faekale Lysozymaktivität beim Säugling	282
F.-K. GRÜTTE: Zur Methodik der elektrometrischen Redoxpotentialbestimmung in biologischem Material	290
R. MÜLLER und A. KNAPP: Über die Erzeugung einer Phenylketonurie bei Ratten und deren Beeinflussung durch Folsäure und andere Pteridin-derivate	303
H.-K. GRÄFE und I. RÄKE: Zur Ernährungssituation in Arbeiterfamilien aus verschiedenen Bezirken der DDR. 2. Mitt. Ernährungssoziologische Auswertung der Lebensmittelverzehrmenen in 60 Haushaltungen mit 2 Erwachsenen und 2 Kindern, Stand 1956	314

H.-K. GRÄFE und H. E. SCHMIDT: Ein Beitrag zur Darstellung der Ernährungssituation in größeren geographischen Räumen. 1. Mitt. Erläuterung am Beispiel des Bez. Potsdam	328
Im In- und Auslande gehaltene Vorträge der Institutsangehörigen	336
Im Institut gehaltene Kolloquien	338

Referate der letzten Veröffentlichungen aus dem Institut in der Fachliteratur

W. GOLDBACH: Auxanographischer Lysozymnachweis in Organen von Säugetieren	339
W. GOLDBACH und R. HERZOG: Beitrag zur Bestimmung von Lysozym in Gegenwart von anderen antibiotisch wirksamen Substanzen	339
H. HAENEL: Some rules in the ecology of the intestinal microflora of man	339
H. RUTTLOFF, W. BOCK und H. ACKERMANN: Zur thiaminsparenden Wirkung „schwer resorbierbarer“ Kohlenhydrate	339
F. SCHIERBAUM und K. TÄUFEL: Die Hydratation der Stärke. IV. Mitt. Die Abhängigkeit der Sorptionswärme der Stärke von ihrer Hydratation	340
K. TÄUFEL, W. BOCK und G. WAHL: Über die Triterpene aus Apfeltrockentrestern	340
K. TÄUFEL, F. LINOW und H. RUTTLOFF: Zur fungistatischen Wirksamkeit von Benzoylcitronensäure	341
K. TÄUFEL, H. RUTTLOFF und R. FRIESE: Glucoseoxydase in der Lebensmittelanalytik	341
K. TÄUFEL und R. SERZISKO: Zum Tocopherolgehalt einiger Fette und Öle. 2. Mitt. Verteilung der Tocopherole in ausgewählten Produkten	341
H. WEIBELZAHL: Ernährung während der Reise	342
M. ZOBEL und A. TEUTLOFF: Beitrag zur quantitativen papierchromatographischen Bestimmung von Ascorbinsäure, Dehydroascorbinsäure und Ascorbigen in thermisch behandelten biologischen Materialien. IV. Mitt. Verbesserung der quantitativen Auswertung der Chromatogramme	342

Organische und organisierte Substanz in der Lebensmittelchemie¹⁾

von K. TÄUFEL²⁾

Was unser Jahrhundert charakterisiert, ist das Vertrauen der Menschheit zur Wissenschaft; man erwartet zuversichtlich von ihr, daß sie anhand des Experiments erkennt, was „die Welt im Innersten zusammenhält“. Kein Bereich unsrer Existenz bleibt dabei der Prüfung nach wissenschaftlichen Kriterien entzogen, und an die Stelle der „Naivität“ unsrer Vorfahren, die Umwelt und ihr Geschehen als Faktum hinzunehmen, ist die nüchtern analysierende und kritisierende Frage nach der Kausalität getreten mit der Zielsetzung, die Wohlfahrt der Menschen auf dieser Erde zu steigern. Die „Wissenschaft“ ist uns damit – wie das „tägliche Brot“ – unentbehrlich geworden.

Es liegt die Zeit nicht weit zurück, da hat der Mensch auch unsres Kulturbereiches noch „naiv“ gegessen und getrunken, angeleitet von Hunger und Durst, von der Sinnenfreude an Speise und Trank, von Instinkt, Erfahrung und Tradition. Die Ernährung war nur gelegentlich – bei Mißernte und Hungersnot – das große Anliegen der Menschheit. Mit der im 20. Jahrhundert revolutionär-evolutionär sich vollziehenden Entwicklung der Naturwissenschaften, insbesondere der Biochemie, aber ist sich der Mensch der Problematik der Ernährung bewußt geworden. Daß Hungern, d. h. eine quantitative Unterernährung, das Leben in allen seinen Äußerungen in drastischer Weise gefährdet, ist uralte, noch heute wirkliche Erfahrung, die sich in der UNO-Kampagne des „Freedom from Hunger“ weltweit dokumentiert. Daß aber auch eine calorisch ausreichende, in ihrer bausteinmäßigen Zusammensetzung dem Organismus nicht entsprechende Nahrung eine „Malnutrition“ sein und ernste Gefahren für Leib und Leben bedeuten kann, ist das Ergebnis der Forschung unsres Jahrhunderts. Diese fundamentale Erkenntnis führt zwangsläufig zu der Frage nach einer „richtigen“ oder „falschen“ Kost oder, positiv ausgedrückt, zur Forderung auf Angabe einer Optimalernährung. Darunter ist nach dem Stand unsrer Kenntnisse eine solche zu verstehen, die in ihrer qualitativen und quantitativen Struktur, die aber auch sinnesphysiologisch sowie in Modus und Rhythmus der Aufnahme die bestmöglichen Bedingungen für Entfaltung, Gestaltung und

¹⁾ Nach einem Vortrag vor dem Fachverband Lebensmittelchemie der Chemischen Gesellschaft in der Deutschen Demokratischen Republik gelegentlich der Hauptjahrestagung in Leipzig 1962 (21./24. Nov.).

²⁾ Herrn Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. K. LOHMANN zum 65. Geburtstag gewidmet.

Erhaltung des Organismus in allen seinen Funktionen gewährleistet. Darüber liegt aus den letzten Dezennien ein reiches Forschungsmaterial vor. Es ist zwar in wesentlichen Provinzen noch lückenhaft und bedarf eingehender experimenteller Stützung, hinsichtlich der Sicherung unsrer derzeitigen und künftigen Ernährung aber ist es möglich, unter Anpassung an die grundsätzlich veränderte Lebensweise des Menschen über bloß empirisch-hypothetische Vorstellungen hinaus theoretisch-kausal gut begründete Richtsätze für Bedarfsnormen anzugeben.

Der Einblick in die überaus komplexen Beziehungen zwischen Nahrung und Ernährung einerseits sowie Gesundheit und Krankheit andererseits hat erkennen gelehrt, daß uns in der Ernährungsform ein überaus wichtiger, exogen steuerbarer Milieu- und Variationsfaktor zur positiven bzw. negativen Beeinflussung unsres Körperzustandes zur Verfügung steht. Wenn auch bei alimentären Gegebenheiten zwischen Symptom und Diagnose, zwischen Gesundheit und manifester Krankheit meist ein weiter, vielfach noch unbekannter Weg liegt, ist man sich doch des prinzipiellen Nutzens einer vollwertigen Ernährung in prophylaktischer wie diätetischer Beziehung voll bewußt. So nimmt es nicht wunder, daß die Optimalernährung heute in den einen Mittelpunkt der Biochemie des Menschen gerückt ist.

Das Problem „Optimalernährung“ ist überaus vielschichtig, wie die meisten biologischen Fragenkomplexe. Sie ist schwierig zu definieren; denn der zuverlässige Maßstab für das Ergebnis, d. h. die Festlegung eines optimalen Wachstums sowie des optimalen Ausmaßes von Adaptation und Involution gegenüber den Degenerationsprozessen usw., ist im wesentlichen nur klinisch zu erbringen, und hier besteht, was nur zu gut verständlich ist, noch eine beträchtliche Unsicherheit. Doch dies kann und darf nicht im Wege stehen, wenn es die materiellen Grundfragen der Existenz des Menschen aufzuklären und zu beherrschen gilt; man muß sich nur der Grenzen seines Wissens und Könnens bewußt sein, um von diesem Standpunkt aus die Perspektive für Aufgabe und Ziel zu erkennen.

Der Stoffwechsel ist das Grundphänomen des Lebens. Sein durch die „Nahrung“ sowie durch die „Ernährung“ gesteuerter, allen Anforderungen des Organismus angepaßter Ablauf ist Voraussetzung für das, was wir „Optimalernährung“ nennen. Sie umfaßt damit 2 Fragenkomplexe, nämlich die Chemie der Lebensmittel mit ihrer großen Variationsbreite auf der einen Seite, die Biochemie des Metabolismus mit seinem für das gesunde Leben charakteristischen, hierarchisch gesteuerten Ablauf einer fast unüberblickbaren Vielheit von anabolischen und katabolischen Prozessen auf der andern Seite. Wer sich auf dem Gebiet der „Optimalernährung“ forschend, analysierend, beurteilend und anwendend erfolgreich beschäftigen will, muß sich der hier souverän obwaltenden wechselseitigen und wechselwirkenden Verknüpfung von substantiellen und funktionellen Phänomenen allzeit bewußt sein.

Wenn man sich von der eben skizzierten Warte aus die Frage nach dem letzten und höchsten Ziel der Lebensmittelchemie vorlegt, dann ist die prinzipielle Antwort auf einen recht einfachen Generalnenner zu bringen. Ihr obliegt es, sachwalterisch und treuhänderisch vonseiten der Lebensmittel her alle Voraussetzungen für die adäquate, die optimale Ernährung zu erfüllen. Diese Forderung umschließt eine überaus komplexe, in sich eng verzahnte Vielheit von Gesichts-

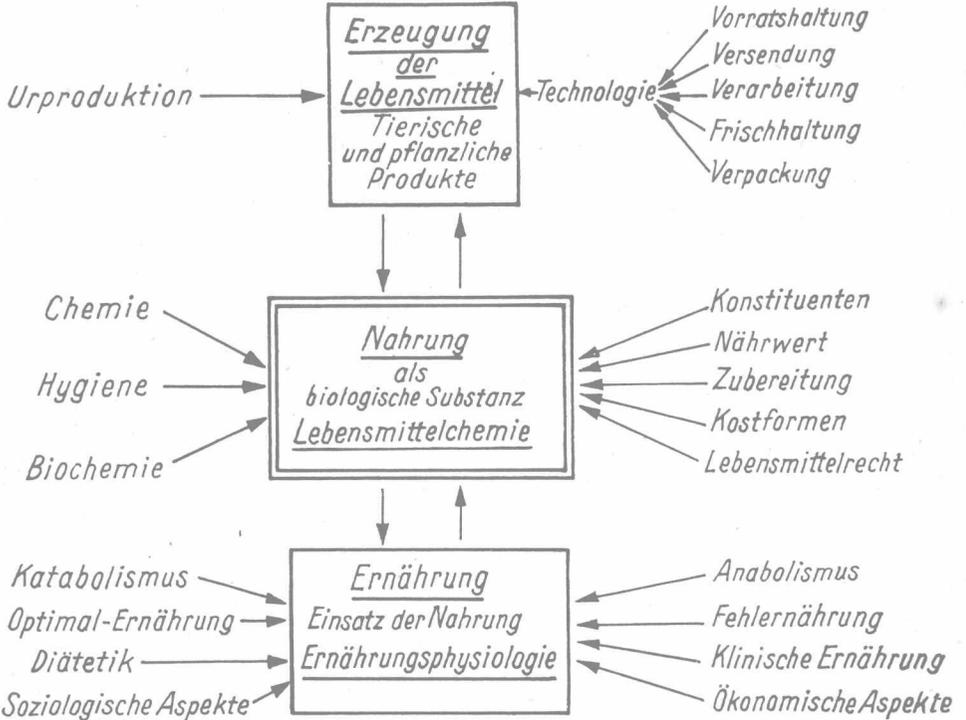


Abb. 1. Zur Charakterisierung der Aufgabenstellung der Lebensmittelchemie

punkten; sie erstrecken sich generalisierend auf Erzeugung, Eigenschaften, Zusammensetzung, Struktur und Technologie des Nahrungsgutes immer im Blickfeld seiner organisch/organisierten Herkunft sowie seines Einsatzes zur Schaffung und Erhaltung von Leben durch die Ernährung. In Abb. 1 wird zur Absteckung der Grenzen für die mittelbar und unmittelbar beeinflusste Reichweite ihrer Aufgabenstellung die Lebensmittelchemie bewußt in den Mittelpunkt der Ernährungswissenschaften gestellt, ohne damit überheblich sein zu wollen. Ich möchte aber glauben, daß durch eine solche schematische Darstellung die Lebensmittelchemie, die grundsätzlich als Teildisziplin der Chemie sich mit der Substanz der Lebensmittel und ihren Veränderungen zu befassen hat, bei ihrer Aufgabenperspektive in reiner und anwendungsnahe Grundlagen- wie auch in

unmittelbarer Zweckforschung aus dem zu engen, nur chemischen Bezirk herausgehoben wird, die Tragweite ihrer volksgesundheitlichen, ernährungsphysiologischen, ernährungssoziologischen und ernährungsökonomischen Verantwortung erkennt und damit eine breite und gesicherte Basis für ihr Tun und Handeln gewinnt.

1. Zur Qualität der Lebensmittel

Wenn man das lebendige Geschehen chemisch verstehen will, reicht es nicht aus, die in Reaktion tretende Substanz nach Maß, Zahl und Gewicht zu erfassen, wengleich dies die Grundlage aller Betrachtung ist. Es gilt darüber hinaus, die Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, nach denen der Organismus im Stoffwechsel aus den zur Verfügung stehenden Stoffen kraft seiner ana- und katabolischen Fähigkeiten das Leben aufbaut und erhält. Ihm ist zwangsläufig substantiell – allerdings innerhalb der biologischen Schwankungsbreite – eine ganz bestimmte Ordnung eigen, und grundsätzliche Abweichungen davon weisen auf metabolische Fehlleistungen hin. Lebensmittel sind deshalb nicht irgendwelche, meist überaus kompliziert zusammengesetzte Vielkomponentensysteme, sondern vielmehr gemäß den Erfordernissen des Lebens konstituierte, d. h. physiologisch-chemisch geordnete Systeme. Aufbau, Zustand und Zusammensetzung versteht man, wenn man von metabolischen Gesichtspunkten sowie vom biochemisch-funktionellen Einsatz der lebenden Substanz ausgeht. Dabei ist es nicht unwichtig zu bemerken, daß sich die kata- und anabolischen Vorgänge in der gesamten organisierten Welt nach einem grundsätzlich ähnlichen Reaktionsplan vollziehen. Derselbe ist allerdings sekundär von zahlreichen speziellen, von adaptiven Variationen usw. überlagert; als Beispiel sei angeführt, daß die Biosynthese von Fettsäuren bei niederen [1] und bei höheren [2] Pflanzen nach den gleichen charakteristischen Prinzipien abläuft wie bei Tier [3] und Mensch. Biochemische Gesichtspunkte sind somit überaus wertvolle Hinweise auch für den Forscher, der sich analysierend mit den Lebensmitteln beschäftigt.

Der kontinuierlich sich vollziehende Stoffwechsel ist, wie immer wieder betont sei, das Kennzeichen der organisch/organisierten Materie. Darin prägt sich eine prinzipiell vorgegebene Bereitschaft zum chemischen Umsatz aus, der einmal durch die meist gleichzeitige Anwesenheit von wirksamen Fermenten, zum andern durch das Vorliegen von überaus reaktiven, wärme-, licht- oder sauerstoffanfälligen Konstituenten (ungesättigte Vertreter, wie Fettsäuren; Carotin und Carotinoide; Ascorbinsäure usw.) eingeleitet und begünstigt wird. Ein Lebensmittel repräsentiert sich damit als eine Substanz, die mehr oder minder rasch eintretenden, spontan bzw. katalysiert schon unter den milden Bedingungen der Umgebung sich vollziehenden Prozessen ausgesetzt ist; dies macht sich ins-

besondere in der Technologie (Verarbeitung, Lagerung, Zubereitung) der rohen Erzeugnisse geltend und kann zu oft erheblichen Änderungen und Abwertungen hinsichtlich der biochemischen Beschaffenheit führen. Die meisten Lebensmittel sind damit einem zeitbedingten Wandel vom Zustand der Frische über alle möglichen Zwischenstadien bis hin zu dem den Genuß ausschließenden Verderben unterworfen.

Es nimmt nicht wunder, daß sich bei dem komplexen Aufbau der Lebensmittel aus oft nahe verwandten Verbindungen bzw. Stoffgruppen sowie der präformierten Bereitschaft zum chemischen Umsatz die Analyse und die darauf zu gründende Beurteilung als überaus schwierig erweisen. Zwangsläufig hat man sich deshalb seither vielfach mit einer bloßen Registrierung von Grenzzahlen und Kennzahlen, mit summarischen Angaben (Asche, Stickstoffsubstanz, Säuregrad, Jodzahl, Kohlenhydrat-, Fettgehalt) begnügt. Damit gewinnt man zwar wertvolle Anhaltspunkte für die Beurteilung hinsichtlich normaler oder anormaler Beschaffenheit eines Erzeugnisses (Verfälschung, Verdorbenheit, irreführende Bezeichnung usw.), die Basis für Aussagen über seinen ernährungsmäßigen Wert aber, d. h. über seine physiologisch-chemische Qualität, ist dabei wesentlich zu eng und dazu unsicher. Wie seit Jahren gefordert, sind Ausbau der lebensmittelchemischen Analytik durch Entwicklung von spezifisch auf Einzelkonstituenten der Vielkomponentensysteme der Lebensmittel ansprechenden, in tragbarer Zeit durchführbaren Methoden sowie Ergänzung der „statischen“ durch die „dynamische“ Arbeitsweise vordringliches Erfordernis.

Wenn hier die „Qualität“ der Lebensmittel zur Erörterung steht, dann erscheint eine grundsätzlich problemgerechte Umgrenzung dieses Begriffes geboten. Er dürfte über die übliche Inhaltsgebung vonseiten der Technologie, des Handels, des Erzeugers, des Verbrauchers usw. hinaus erweitert werden müssen. Nicht die landläufige Charakterisierung nach oft nur äußerlichen Merkmalen, z. B. nach Aussehen, nach Preis, (Quark, Kaviar; niedrig, hoch ausgemahlene Mehl; geschälter, polierter Reis usw.), nach Gewohnheit, Tradition, Propaganda usw. erfaßt jene wirkliche „Qualität“, wie sie sich aus dem ernährungsphysiologischen Wert herleitet. Macht man sich diese Anschauung zu eigen, dann sind somit in die „Qualität“ nach Möglichkeit die Merkmale des zweckbestimmenden Einsatzes bei der Ernährung einzubeziehen. Ich bin mir bewußt, daß dieser Vorschlag vor überaus schwierig zu lösende Aufgaben stellt und daß die Grundlage dafür im wesentlichen kaum vorhanden ist. Mich dünkt aber, daß man sich in der Perspektive, wenn eine optimale Volksernährung verwirklicht werden soll, mit solchen Gesichtspunkten beschäftigen muß; dem Ernährungsphysiologen, -soziologen und -ökonomem könnten auf diese Weise vonseiten des Lebensmittelchemikers überaus wichtige und wertvolle Unterlagen für Volksgesundheit, -leistungsfähigkeit und -wirtschaft an die Hand gegeben werden.

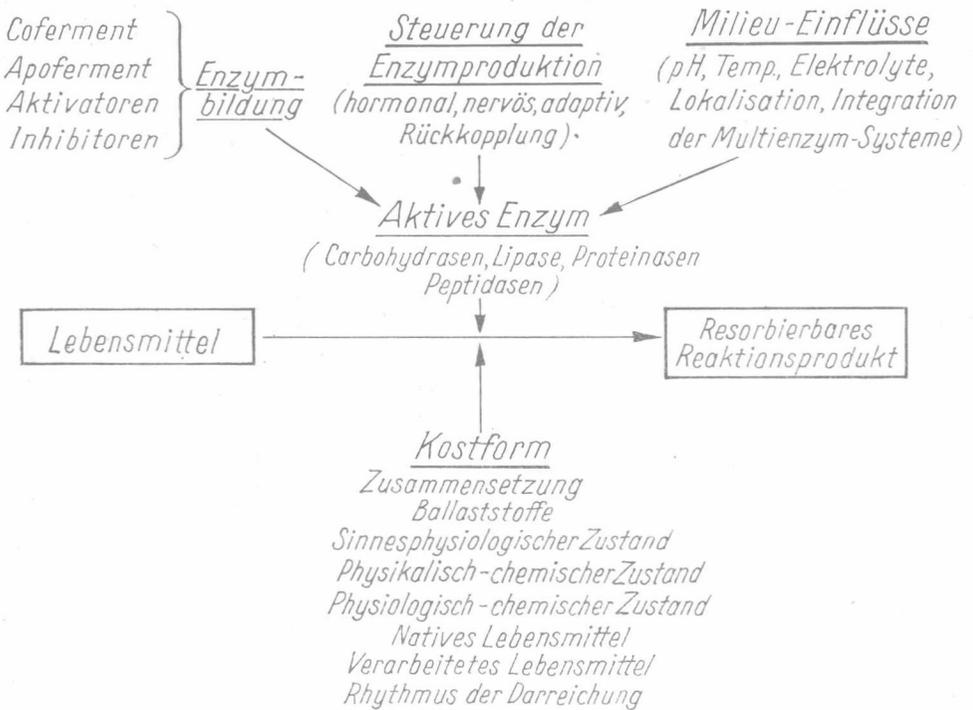


Abb. 2. Die Lebensmittel im biokatalytischen System der Verdauung

Wenn man sich eine erste Vorstellung über den zu einer solchen Erweiterung des Begriffes „Qualität“ führenden Weg verschaffen will, dann könnte vielleicht als Beispiel die Resorption vorbereitende, von der Beschaffenheit der Nahrung integrierend abhängige Verdauung von heuristischem Wert sein. Welche Faktoren und Gegebenheiten bei diesen vorwiegend enzymatischen Prozessen wirksam werden, versucht Abb. 2 schematisch zu illustrieren. Darin kommt einmal die fast unüberblickbare Vielheit der für die „Optimalernährung“ erforderlichen Bedingungen zum Ausdruck, zum andern ergeben sich für die analysierende, beurteilende und bewertende Arbeit des Lebensmittelchemikers nicht unwichtige Gesichtspunkte, die das Ziel der ernährungsphysiologischen Qualität ansteuern. Bei der Wichtigkeit der ganzen Problematik sollte die Frage auf „Zuständigkeit“ bzw. „Nichtzuständigkeit“ zugunsten einer Optimalernährung entschieden werden. Anhand ausgewählter Beispiele werden im folgenden – ausgehend von der organisch/organisierten Materie der Lebensmittel – zum substantiell/funktionellen Verhalten und damit zu ihrer Beurteilung einige Beiträge beigeuert.

2. Die Enzyme in der Lebensmittelchemie

Was schon vor rund 130 Jahren J. BERZELIUS, dieser Pionier auf dem Gebiet der Katalyse, intuitiv geäußert hat, nämlich daß in Pflanze und Tier Tausende von katalytischen Prozessen anzunehmen sind, ist heute Gemeingut der Biochemie. Man kann verallgemeinernd definieren, daß gesundes Leben sich auf den gesteuerten Ablauf biokatalytischer Vorgänge gründet. Auf den menschlichen Organismus übertragen, führt dies zu der Folgerung, daß eine Fehlleistung in der Enzymproduktion primär metabolische Ausfallserscheinungen, sekundär sich klinisch manifestierende Konsequenzen im Gefolge hat bzw. haben kann. In zahlreichen Fällen ist Krankheit kausal gesichert auf Hyper-, Hypo- bzw. Anenzymie, d. h. auf eine Störung in der Integration der biologischen Multi-enzymssysteme zurückführbar; von solchen Kenntnissen ausgehend, versteht man, daß der „Enzymopathie“ [4] für die ärztliche Diagnose und Therapie grundsätzliche Bedeutung zukommt. Damit aber ist auch die Brücke zur Ernährungsphysiologie geschlagen; denn es besteht kein Zweifel, daß eine fehlgeleitete Enzymbereitstellung – sofern sie nicht hereditär bedingt ist – insbesondere durch Ernährungsfehler mannigfacher Art, z. B. durch Vitamindefizit, durch Proteinmangel, durch irreversible Adaptation an langdauernde einseitige Kost, erworben werden kann [5].

Auf die Rolle der fermentativen Prozesse bei der „Optimal-Ernährung“ ist, was die Verdauung betrifft, bereits in Abb. 2 hingewiesen worden; analoge Betrachtungen gelten für den gesamten Stoffwechsel. Seine Sicherung setzt unabdinglich die Zufuhr der Gesamtheit der zur körpereigenen Enzymsynthese erforderlichen Bausteine voraus. Dieser durch die Nahrung zu befriedigende Stoffbedarf kann bekanntlich mittelbar – durch Verabfolgung von Substanzen, deren Umformung im Körper zur Bildung der Fermentkonstituenten möglich ist – er muß unmittelbar gedeckt werden, wenn eine Eigensynthese nicht bzw. nur unzulänglich durchführbar ist. Von dieser Warte aus gesehen, gehen also mit integraler Bedeutung in die Bedarfsnormen des Menschen ein z. B. die Bereitstellung der als Cofermente beteiligten Vitamine (vor allem der B-Gruppe), die als Apofermente wirksam werdenden Proteine/Peptide sowie die als prosthetische Bausteine erforderlichen biogenen Elemente, wie Cu, Fe, Zn, Mo, Mn; hierzu kommen gemäß Abb. 2 alle jene Verbindungen, die auf dem Weg über „Milieu-Einflüsse“ an der Steuerung der enzymatischen Aktivität mitbeteiligt sind. Es bedarf nach den vorangegangenen Darlegungen keiner besonderen Ausführungen über die weitreichenden Auswirkungen eines alimentären Defizits an dem einen oder anderen der für die Fermentsynthese erforderlichen Bausteine; zur Sicherung der „Optimal-Ernährung“ vonseiten der Nahrung beizutragen, ist damit verpflichtende Aufgabe für den Lebensmittelchemiker.

Das enzymatische Geschehen bei Auf-, Um- und Abbau nimmt das Interesse auch in anderer Richtung in Anspruch. Bei der Lagerung und Verarbeitung unsrer Lebensmittel mit ihrem von der Herkunft her bestimmten Gehalt an Biokatalysatoren ist mit dem spontanen Ablauf von gewissen Prozessen zu rechnen. Dieselben können sich bekanntlich in mannigfacher Richtung sowohl positiv wie negativ auswirken. Eine Lenkung bzw. Stilllegung solcher Vorgänge gewinnt deshalb ernährungsphysiologisch, technologisch und ökonomisch grundsätzliche Bedeutung. Vorgänge der Autolyse, der Verfärbung (z. B. enzymatische Bräunung bei Fleisch, Fisch, Trockenmilch, Obst und Gemüse), der geschmacklichen Abwertung (Süßwerden, Säuerung usw.), der Änderung im Gefüge (Teigigwerden), des biologisch bedingten Fettverderbens usw. sind, um nur einige Beispiele erinnernd zu erwähnen, solche unerwünschte Prozesse. Ihnen steht die seit altersher geübte enzymatische Herstellung bzw. „Veredelung“ von Lebensmitteln gegenüber. Wenn man den zum Repertoire der Lebensmitteltechnologie gehörenden alten und älteren Verfahren zur „gärungschemischen“ Gewinnung von lebensmittelchemisch wichtigen Produkten (Alkohol, Milch-, Essig- und Citronensäure usw.) die neueren Fabrikationsmethoden z. B. für Gluconsäure, Sorbose (für Vitamin C), L-Lysin, L-Glutaminsäure, an die Seite stellt, wenn man an die Züchtung eiweiß- bzw. fettreicher Mikroorganismen (Algen) denkt, dann eröffnen sich überaus weite Perspektiven für die Ausgestaltung der enzymatischen Produktion der für die Ernährung wichtigen Substanzen.

Kernstück der lebensmittelchemischen Arbeit – als Mittel zum Zweck – ist und bleibt die Analyse. Sie hat sich mit den zumeist recht komplizierten Stoffsystemen auseinanderzusetzen. Wenn sie ihren Aufgaben gerecht werden will, muß der Weg von der seither zwangsläufig geübten summarischen bzw. Gruppenanalyse mit Kenn- bzw. Grenzzahlen zu einer routinemäßig in tragbarer Zeit durchführbaren individualisierenden Untersuchung gefunden werden; diese Forderung prägt sich vor allem dann zwingend aus, wenn es sich um biochemische Fragen handelt, die von der stofflichen Seite her zu beantworten sind. Als Methoden der Wahl bieten sich dabei die enzymatischen Reaktionen an, die infolge ihrer Spezifität unter geeigneten Bedingungen – ungestört von Begleitstoffen – die direkte Erfassung einzelner Bestandteile eines Systems ermöglichen. Sei es in Form der „Indicator-Analyse“ z. B. zum Nachweis von Herkunft, von Qualität eines Produktes (Urease als Kennzeichen für Soja, Diastase im Honig, Phosphatasen zur Erkennung der Milch-Erhitzung usw.), sei es zur quantitativen Ermittlung eines Bestandteiles (Aminosäuren mittels der zugehörigen Decarboxylasen, β -[h]-Fructosidase bei der Saccharosebestimmung usw.), auf allen diesen Gebieten ergeben sich über den bisherigen Stand hinaus überaus gute Perspektiven. Seit Jahren haben wir im Rehbrücker Institut z. B. unter Einsatz der enzymreichen Preßhefe eine differenzierende Arbeitsweise zur Ermittlung

von Mono- und Oligosacchariden nebeneinander (Glucose, Maltose, Saccharose, Lactose, Raffinose) entwickelt [6]. In letzter Zeit haben wir [7] die in der medizinischen Klinik erfolgreich eingesetzte Glucoseoxydase zur überaus raschen Bestimmung der Glucose in Saccharidgemischen heranziehen können, nachdem es gelungen war, die bisher beobachteten Störungen vonseiten der Saccharose, Maltose usw. durch Einsatz von Trispuffer [8] praktisch auszuschalten (Tab. 1). Der erfolgreiche Weiterausbau einer Fermentanalytik läuft z. Z. eigentlich nur auf die Bereitstellung weiterer einheitlicher, haltbarer Enzympräparate hinaus; jeder Schritt in dieser Richtung wird die analytische Produktivität zu Nutzen von Grundlagen- und Zweckforschung erheblich steigern¹⁾.

So umfassend sich das Enzymprofil der biologischen Substanz mit seiner chemisch generellen Reichweite darstellt, so weit erstrecken sich auch die Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiet von Nahrung und Ernährung; die Beherrschung der enzymatischen Phänomene wird dem Lebensmittelchemiker wie -technologien ein ebenso guter Führer zum Fortschritt sein wie dem Ernährungsphysiologen.

Tabelle 1

Zur Spezifität des Testes mit Glucoseoxydase gegenüber einigen Mono- und Disacchariden (Die Zucker sind jeweils in relativ großem Überschuß eingesetzt worden; die maximal erfaßbare Glucosemenge je Ansatz beträgt 54,6 μg bei Heranziehung des Blutzuckertestes des VEB Arzneimittelwerkes Dresden)

Saccharid		Vorgetäuschte Menge an Glucose nach 35 min Reaktionszeit in % der Einwaage im Milieu	
Art	Menge je Ansatz μg	mit Phosphatpuffer	mit Trioxymethylaminomethan-Puffer (Trispuffer)
Xylose	910	1,7	1,0
Galaktose	910	1,2	nicht im Bereich der Eichkurve
Mannose	910	2,5	1,1
Saccharose	910	3,8	nicht im Bereich der Eichkurve
Maltose	910	2,5	nicht im Bereich der Eichkurve
Maltose ²⁾	91	13,6	nicht im Bereich der Eichkurve
Isomaltose	910	1,4	nicht im Bereich der Eichkurve
Isomaltose ²⁾	91	11,7	nicht im Bereich der Eichkurve

3. Die Proteine in der Lebensmittelchemie

Wenn man in unsrer Zeit von den akuten Problemen der Welternährung spricht, dann rückt die Eiweißversorgung immer in den einen Brennpunkt der Fehlernährung, der „Malnutrition“; denn Mängel in der Proteinzufuhr wirken

¹⁾ Vgl. hierzu BERGMAYER, H. U.: Methoden der enzymatischen Analyse. Verlag Chemie GmbH., Weinheim/Bergstraße 1962.

²⁾ Einsatz der Blutzucker-Testkombination der Fa. BOEHRINGER-MANNHEIM.

sich bekanntlich in mehr oder weniger drastischer Weise aus in Herabsetzung der körperlichen Entwicklung und Leistung sowie in Erhöhung der Anfälligkeit für Krankheiten. Ursächliches Verständnis dafür gewinnt man, wenn man berücksichtigt, daß die zellulären Proteine/Proteide untereinander in enger Relation stehen; die verbindenden Glieder stellen bekanntlich die in dauerndem Wechsel befindlichen Aminosäuren, Peptide und niedrig molekulare Eiweiße dar. Die Gesamtheit dieser Verbindungen wird in einem fiktiven Sammelbecken,

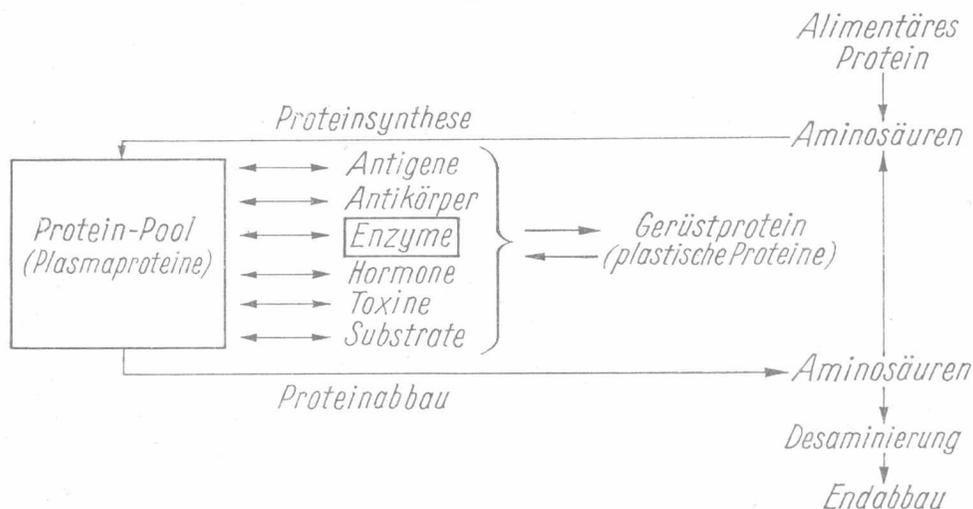


Abb. 3. Schema über die funktionelle Verknüpfung der Zellproteine (R. RICHTERICH)

dem „Protein Pool“, zum metabolischen Umsatz im Organismus bereit gehalten; Mehr- bzw. Minderbedarf an der einen Komponente können auf diese Weise zugunsten bzw. zulasten einer anderen sofort befriedigt werden. Anhand der schematischen Abb. 3 findet die überaus weitreichende biologische Funktion der Proteine, ihre „Multivalenz“, einen einprägsamen Ausdruck [9]; denn die plastischen, die Gerüstproteine sind danach im labilen Gleichgewicht mit den biologisch hochaktiven Vertretern (Enzyme, Hormone, Antigene, Toxine) verknüpft. Greift man dabei gemäß Abb. 3 die Enzyme heraus, deren Wirkung, wie schon erörtert, für die Aufrechterhaltung des Stoffwechsels und damit des Lebens überhaupt unabdinglich ist, dann liegt die Frage nahe, welche Menge des Umsatzes auf das „Enzym-Eiweiß“ entfällt. K. LANG [10] schätzt diese für die Bereitstellung der Verdauungsfermente erforderliche Produktion beim Menschen auf täglich 6–8 g; für die gesamte Fermentsynthese nimmt er rund 50 g/Tag an. Nach der Literatur sollen Hefen je Tag ein Mehrfaches ihrer Gesamtsubstanz an Enzymen produzieren.

Nach diesen Angaben entfällt also ein integrierender Anteil der gesamten Proteinsynthese auf die Bereitstellung von „Enzymeiweiß“; allein diese Tat-

sachen – ganz abgesehen z. B. von der biologischen Bedeutung der Nucleoproteide – vermitteln eine Vorstellung darüber, daß eine alimentär bedingte mengen- wie artmäßige Fehldeckung an Eiweiß zwangsläufig zu Störungen im Enzymhaushalt, zu Hypo- bzw. Anenzymie führen kann. Es erübrigt sich, auf die sich daraus ergebenden lebensbeeinträchtigenden bzw. -gefährdenden Folgen näher einzugehen.

Was vorangehend am Beispiel „Enzymeiweiß“ skizziert worden ist, könnte gemäß Abb. 3 auf Hormone, Antikörper usw., aber auch auf das Gerüstprotein, auf das Muskeleiweiß und sein energetisch-stoffliches Wechselspiel bei der Arbeitsleistung ausgedehnt werden. Macht man sich von solcher Warte aus die biologische „Multivalenz“ dieser chemisch höchst organisierten Klasse von Verbindungen zu eigen, dann bedarf es nicht eingehender Begründung, daß die Lebensmittelchemie an den Ergebnissen der Eiweißforschung fortlaufend Interesse nehmen muß. Primäre Forderung ist dabei die Entwicklung einer verfeinerten, individualisierenden, routinemäßig durchführbaren Analytik. Es ist z. B. aufzuklären, ob in den Lebensmitteln – hingewiesen sei auf den Trypsin-Inhibitor („Antienzym“) in Soja, Leguminosen usw., auf die in der pflanzlichen und tierischen Natur weit verbreiteten, das Thiamin zerstörenden „Thiaminasen“ – weitere bekannte oder noch unbekannte Wirkstoffe auf Proteinbasis vorhanden sind, ob als toxisch bzw. als „allergisch“ charakterisierte Eiweißstoffe (Ricin) auftreten, ob und mit welchen antibiotisch wirkenden Stoffen zu rechnen ist. Von grundsätzlicher Bedeutung sind klärende Feststellungen, wie sich die Proteinkomponente bei der industriellen bzw. haushaltmäßigen Verarbeitung verändert, welchen Einfluß chemische Konservierungsmittel ausüben, zu welchen Umsetzungen energiereiche Strahlung führt. Ein ganzes Spektrum von Fragen entrollt sich. Will man sie – immer unter der souverän ausgerichteten Problematik der „Optimal-Ernährung“ – der Beantwortung entgegenführen, dann entfällt auf die Lebensmittelchemie ein bedeutsames Pflichtteil an wissenschaftlicher Arbeit.

4. Die Lipide¹⁾ in der Lebensmittelchemie

Man muß insbesondere von 2 Gesichtspunkten ausgehen, wenn man die grundsätzlichen Aufgaben erkennen will, die sich der Lebensmittelchemie auf dem Lipid-Gebiet stellen. Dabei sind einmal die entscheidenden biochemischen Fortschritte zu berücksichtigen, die in den letzten Dezennien hinsichtlich

¹⁾ Wenn sich die vorliegenden Ausführungen im wesentlichen auch nur mit den Fettsäuren befassen, so wird doch der Ausdruck „Lipide“ gewählt, um auf die Bedeutung der Glieder dieser großen Gruppe von Verbindungen in Biochemie und Lebensmittelchemie hinzuweisen; bei vielen Vertretern spielen zudem die Fettsäuren die integrierende Rolle.