

## **Einfluß einer ovo-laktovegetarischen Kost auf Ernährungs- und Blutstatus\*)**

### **I. Methode, Verzehr an Lebensmitteln, Zufuhr an Nährstoffen, Anthropometrie**

**W. Wirths, Ch. Rehage-Thönes, N. Bönnhoff und U. Passelewitz**

Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie, Universität Bonn

*Zusammenfassung:* Ziel der Untersuchung war der Vergleich einer ovo-laktovegetarischen Ernährung mit üblicher Mischkost (Heimverpflegung) auf Ernährungs- und Blutstatus.

Nach einer Pilotstudie erfolgten zwei dreiwöchige Versuchsperioden mit 34 bzw. 33 Probanden, davon jeweils drei Männern. Während der 1. Erhebungsperiode (N) erhielten die Probanden ihre gewohnte Mischkost, während der 2. Erhebungsperiode (L) eine ovo-laktovegetarische Kostform.

Die weiblichen Vpn waren im Durchschnitt  $52,6 \pm 14,3$  Jahre alt, die männlichen  $47,7 \pm 12,7$  Jahre. Die Verpflegung der Probanden in beiden Erhebungsperioden erfolgte aus der Zentralküche eines Klosters.

Das Lebensmittelangebot wurde bei der Speisenzubereitung nach der präzisen Wiegemethode erfaßt. Außerdem erfolgte eine Erhebung des individuellen Lebensmittelverzehr aller Probanden nach der Protokollmethode. Die ernährungsphysiologische Auswertung basiert auf der täglichen Energie- und Nährstoffzufuhr der Probanden, um diese mit der empfehlenswerten Höhe der Nährstoffzufuhr zu überprüfen.

Zu Beginn von Periode N sowie zu Beginn und am Ende von Periode L erfolgten Blutuntersuchungen in bezug auf: Serumglukose, -harnsäure, -kalium, Gesamteiweiß, Gesamtcholesterin, HDL-, LDL-, VLDL-Cholesterin, Triglyzeride, Serumferritin, Serumeisen, Eisenbindungskapazität, Hämoglobin, s-GOT, S-GPT, Vit. B<sub>1</sub>, Vit. B<sub>2</sub> und Vit. C. Die Ergebnisse werden diskutiert.

Bestimmungen von Körpermasse und -länge, Körperzusammensetzung, Hautfaltendicken- und Umfangmessungen, Körperoberfläche, Relativgewicht, Blutdruck und Sitzpulsfrequenz ergänzten die Untersuchungen.

Weiterhin wurden die Mahlzeitenfrequenz sowie der individuelle Energiebedarf je Tag der Probanden mittels Arbeitsablaufstudien fortlaufend bestimmt.

An Energie nehmen die Frauen im Durchschnitt je Tag  $2020 \pm 611,3$  kcal mit Kostform N,  $1970 \pm 592,4$  kcal mit Kostform L auf. Daraus folgt eine Energiebedarfsdeckung von 103 % in der N-Periode, von 99 % in der L-Periode. Die Energie setzt sich zusammen aus 14 % Protein, 36,4 % Fett und 49,6 % Kohlenhydraten in der Periode L, in der Periode N 13,6 % Eiweiß, 39,6 % Fett, 44,7 % Kohlenhydraten sowie 2,1 % Alkohol.

*Summary* The purpose of the study was to investigate the physiological assessment of a lacto-ovo-vegetarian diet, in comparison to a usual mixed diet and to

\*) Die Untersuchung wurde aus Mitteln der EG gefördert.

analyse the effect of a lacto-ovo-vegetarian diet on nutritional status and blood parameters.

Following an initial study, 34 resp. 33 subjects, three of them male took part in two investigation periods each lasting three weeks. During the first period (N) the subjects ingested the normal mixed diet, while in the second period (L) they were fed a lacto-ovo-vegetarian diet.

The female subjects were aged  $52.6 \pm 14.3$  years, the male subjects  $47.7 \pm 12.7$  years. In both periods food supply ensued from the central kitchen of a nunnery.

While preparing the meals, the food intake and the amount of nutrients was assessed with precise weighing methods. Also, the individual food consumption of the total subjects was estimated using food records. The nutritional physiological evaluation was based on the daily consumption of energy and nutrients to assess the nutrient supply, by means of the recommended dietary allowances of the German Nutrition Society.

At the beginning of period N and both at the beginning and the end of period L, blood tests of the following parameters were performed: serum glucose, uric acid, and potassium, total protein, total cholesterol, HDL-, LDL-, VLDL-cholesterol, triglycerides, serum ferritin, serum iron, iron binding capacity, hemoglobin, s-GOT, s-GPT, thiamine, riboflavine, ascorbic acid.

Measurements of body weight and height, body composition, skinfold thickness, circumferences, body surface, relative weight, blood pressure and sitting pulse rate completed the investigations. Furthermore, meal frequency and the daily individual energy requirement of the subjects were assessed by means of a diary of energy expenditure.

On average, the daily energy consumption of women was  $2020 \pm 611.3$  kcal in period N, and  $1970 \pm 592.4$  kcal in period L. Consequently, there was a covering of energy requirements of 103 % in period N and 99 % in period L. Sources of energy consisted of 14 % protein, 36,4 % fat and 49,6 % carbohydrates in period L, 13,6 % protein, 39,6 % fat, 44,7 % carbohydrates and 2,1 % alcohol in period N.

**Schlüsselwörter:** ovo-laktovegetarische Kost, Verzehr an Lebensmitteln, Nährstoffversorgung, Blutstatus

## Einleitung

Laut Ernährungsbericht (DGE 1984) ist in den vergangenen Jahrzehnten eine steigende Nachfrage für Fleisch und Fleischwaren festzustellen. Gleichzeitig ist ein Rückgang des Verbrauchs an mehreren Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft zu erkennen, geringfügig auch an Nahrungsfetten. Der seit 1960 beobachtete Abwärtstrend im Trinkmilchkonsum zeigt zuletzt eine unauffällig ansteigende Tendenz.

Mit hohem Fleischverzehr ist zwangsläufig eine hohe Aufnahme an Purinkörpern, verborgenem Fett, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren verbunden. Bei zahlreichen Personen resultiert daraus erhöhte Gefahr für die Entstehung von Gicht und Harnsäuresteinen sowie arteriosklerotischen Gefäßveränderungen (Ernährungsbericht 1984). Ungünstig wird auch eine hohe Zufuhr an Phosphor gewertet, wovon die Hauptmengen aus Fleisch (24 %), Brot (14 %) und Käse (9 %) stammen, während die Versorgung mit Kalzium infolge niedrigen Trinkmilchverbrauchs gering ist. Die Kombination von niedriger Kalziumzufuhr und hoher Zufuhr an Phosphor – so wird diskutiert – kann die Ausbildung einer Osteoporose begünstigen. Die mit den dominierenden Ernährungsgewohnheiten ein-

hergehende geringe Ballaststoffzufuhr kann zu Obstipation und Dickdarmerkrankungen führen, in Verbindung mit einer hohen Fettzufuhr möglicherweise zu Krebs (Ernährungsbericht 1984).

Angesichts der dominierenden Verzehrsgewohnheiten sind laktovegetabile sowie ovo-laktovegetabile Nahrungszusammenstellungen relevant. Dabei wird der Proteinbedarf in erster Linie durch Milchprotein, daneben durch pflanzliche Produkte gedeckt. Fleisch und Fleischwaren sowie Fisch und Fischprodukte finden keine Berücksichtigung. Solche Kostformen beinhalten reichlich Obst und Gemüse, Getreideerzeugnisse, Kartoffeln. Alkoholhaltige Getränke sind nicht enthalten, Eier nur in einer ovo-laktovegetabilen Kost.

Laut GfK Nürnberg (1983) ernähren sich 0,6 % der Bundesbürger zwischen 16 und 69 Jahren vegetarisch, wobei Ovo-Laktovegetarier, Laktovegetarier und Veganer (strenge Vegetarier, die den Genuß aller von Tieren stammenden Lebensmittel einschließlich Honig ablehnen) berücksichtigt sind. Die Ernährungsgewohnheiten werden von Leitzmann und Winzen (1983) sowohl naturwissenschaftlich als auch weltanschaulich begründet.

Im Ernährungsbericht 1984 werden Untersuchungen zitiert, demgemäß Personen mit laktovegetabler und ovo-laktovegetabler Ernährung, bei gedecktem Energie- und Nährstoffbedarf im Vergleich zu Nichtvegetariern, einen geringeren Blutdruck haben, ein geringeres Körpergewicht und einen niedrigeren Serumcholesterolspiegel. Risikofaktoren für koronare Herzkrankheiten einschließlich Rauchen und Alkoholkonsum sowie Krankheiten des Gastrointestinaltraktes sollen seltener auftreten. Nach Gröbner und Zöllner (1977) ist eine Umstellung der Eiweißzufuhr von Fleisch und Innereien auf Milch und Milchprodukte als diätetische Maßnahme bei Harnsäuresteinen wirksam. Inwieweit diese Kostformen der empfehlenswerten Höhe der Energie- und Nährstoffzufuhr gerecht werden und sich gleichzeitig weiterhin günstig auswirken, auch auf Blutdruck, verschiedene Blutparameter und Leistungsfähigkeit, bedarf eines gesicherten Nachweises.

Die vorliegende Studie befaßt sich mit einer Kostform nach ovo-laktovegetabilen Prämissen. Sie versucht, den Einfluß dieser Kostform auf Ernährungs- und Blutstatus sowie Leistungsfähigkeit eines ausgewählten Kollektivs vorwiegend von weiblichen und einigen männlichen Personen zu eruieren. Zusätzlich können mit der Untersuchung Erkenntnisse darüber gewonnen werden, inwieweit die Probanden und darüber hinaus gegebenenfalls Patienten mit üblichen Ernährungsgewohnheiten diese Kostform als therapeutische Maßnahme bei medizinischer Indikation geschmacklich tolerieren. Die Kostform war ursprünglich als laktovegetabile Kost konzipiert. Auf intensives Drängen der Probanden wurde es bei längerer Dauer freilich notwendig, auch Eierspeisen anzubieten, um die Teilnahmebereitschaft während der gesamten Versuchszeit sicherzustellen. Hier fehlt noch Text für ZfE!

### **Erhebungsort und Probanden**

Die Studie wurde in einem Frauenkloster, dem ein Gymnasium und ein Kindergarten angegliedert sind, durchgeführt. Um zu gewährleisten, daß eine zu testende Kostform als Versuchsvariable qualitativ für alle Proban-

den übereinstimmt, ist eine Einrichtung mit Gemeinschaftsverpflegung als Versuchsort unumgänglich.

Versuchspersonen (Vpn) waren 22 Ordensfrauen und 12 weitere Probanden, die im Kloster eine Funktion hatten. Unter den Vpn waren 3 Männer. Die Probanden sind entweder als Lehrkräfte und Erzieher oder im hauswirtschaftlich-medizinischen Bereich des Klosters tätig. Alle Probanden sind nach Überprüfung von Arbeitsablaufstudien als „Leichtarbeiter“ einzuordnen. Das Alter der 31 weiblichen Vpn beträgt im Durchschnitt  $52,6 \pm 14,3$  Jahre, das der männlichen  $47,7 \pm 12,7$  Jahre.

Während die Ordensfrauen alle Mahlzeiten in beiden Erhebungsperioden aus der Zentralküche des Klosters erhielten, wurden die externen Probanden während der Erhebungsperiode N (übliche Heimverpflegung) mittags von dort verpflegt, während der Erhebungsperiode L (ovo-laktovegetabile Kost) zu allen Mahlzeiten. Die Einnahme der zentral ausgegebenen Mahlzeiten war sowohl im Kloster möglich als auch zu Hause. Die für die Versuchsausführung entscheidende Zusammensetzung der Nahrung war für alle Vpn sichergestellt.

Die Probanden hatten an der Studie selbst und vor allem an der Kostform großes Interesse, da diese Art der Ernährung als willkommene Abwechslung von der üblichen Heimverpflegung oder gewohnheitsmäßigen Ernährung angesehen wurde. Die Vpn maßen aus eigenem Ermessen der Kostform einen hohen „gesundheitsfördernden“ Stellenwert zu. Bei allen Probanden resultierte neben einer großen Kooperationsbereitschaft zusätzlich eine starke Motivation, die Untersuchungen weitestmöglich zu unterstützen und die Diät exakt einzuhalten.

Eine Vp mußte auf ärztliche Verordnung eine Diabetesdiät einhalten, eine weitere war infolge einer Darmoperation auf eine geringe Lebensmittelfrequenz pflanzlicher Herkunft angewiesen. Diesen Belangen wurde in beiden Erhebungsperioden Rechnung getragen. Eine Probandin konnte an Periode L infolge Unfall nicht mehr teilnehmen.

## Methoden

Es wurden eine Pilotstudie (4 Tage) sowie zwei Versuchsperioden (jeweils 21 Tage) durchgeführt.

### Pilotstudie

Die Pilotstudie diente zur Vorbereitung der eigentlichen Erhebungsperioden und zur Einweisung der Probanden, die die aufwendige Verfahrensweise der Versuchsanordnung erst erlernen mußten. Die für die Studie benötigten Räumlichkeiten des Klosters (Refektorium, Küche, Vorratsräume, Arbeitsräume) wurden für den Versuchsablauf entsprechend umgerüstet. Küchenpersonal und Küchenleiterin erhielten über ihre Aufgaben und den Ablauf der Studie ausführliche Informationen. Eine Diätassistentin konnte sich im Küchenbereich einarbeiten und probeweise eine ovo-laktovegetabile Kost praktizieren. Diese wurde von zehn Vpn auf ihre Applikation geprüft und sensorisch bewertet. Die beteiligten Probanden füllten die für die folgenden Versuchsperioden vorgesehenen Formblätter zur Ermittlung der effektiven Lebensmittel- und Getränkeaufnahme aus. Zusätzliche Informationen und Hilfestellung beim Ausfüllen der Formblätter in der Nachbereitungsphase der Pilotstudie dienten dem besseren Verständnis.

### *Versuchsperiode N (übliche Heimverpflegung)*

Die erste Versuchsperiode hatte das Ziel, den Ernährungs- und Gesundheitsstatus der Probanden bei den für die Probanden üblichen Ernährungsgewohnheiten zu eruieren. Demgemäß protokollierten die Vpn ihre gewohnte Lebensmittelschließung Getränkezufuhr. Qualität und Quantität der Kost blieb bei allen Vpn unverändert mit Ausnahme der Mittagsmahlzeit der externen Probanden. Diese erhielten aus der Zentralküche des Klosters mittags die gleiche Verpflegung wie die Insassen.

### *Versuchsperiode L (ovo-laktovegetabile Kost)*

Die ovo-laktovegetabile Kost in der zweiten Versuchsperiode wurde von der Diätassistentin speziell zubereitet. Die Einnahme der Mahlzeiten erfolgte für die Ordensfrauen wie gewohnt. Die externen Probanden nahmen die Mittagsmahlzeit wie in Periode N ein. Die übrigen Mahlzeiten erhielten sie vorgefertigt und hygienisch verpackt mit nach Hause, so daß ihr Tagesablauf durch die Studie nicht verändert wurde. Es bestand somit Gewißheit, daß von allen Vpn eine übereinstimmende Kost eingenommen wurde. Die Vpn waren nicht verpflichtet, Kostbestandteile vollständig zu verzehren. Mittels Rückwägungen wurden die Mengen exakt bestimmt.

Während der beiden Erhebungsperioden wurden von den Probanden regelmäßig Protokolle mit quantitativen Angaben hinsichtlich der aufgenommenen Lebensmittel und Getränke geführt und kontrolliert.

### *Zusammensetzung der Mahlzeiten*

Die Speisepläne der N-Verpflegung wurden für die Mittagsmahlzeit von der Küchenleiterin der Heimküche für je eine Woche erarbeitet. Unerwartet große Restmengen oder Sonderangebote im Handel führten zu geringfügigen Abwandlungen. Die Kost kann als „übliche Hausmannkost“ eingestuft werden und besteht mittags im allgemeinen aus Suppe, Hauptgericht und Dessert. Das Hauptgericht enthält fast ausnahmslos Fleisch oder Fleischwaren, eine kohlenhydratreiche Beilage, Gemüse oder Salat. Das Dessert wechselt zwischen Cremes, Flammeris, Eis, Obst, Joghurt.

Zum 1. und 2. Frühstück, zur Vesper und zum Abendessen, stehen den Vpn Tee, Kaffee, Milch, Grau- und Vollkornbrot, Butter, Aufschnitt, Käse, Quark, Marmelade sowie Honig zur Verfügung. Jeder Essensteilnehmer kann die Mengen nach eigenen Bedürfnissen variieren. Eine Portionierung erfolgt nicht.

Zum Abendessen gibt es zuweilen süße Aufläufe oder Breie, ferner Reste mit Menübestandteilen des Mittagessens, gelegentlich Salate oder Frischobst. Ein festgelegter und darüber hinaus ernährungsphysiologisch kalkulierter Speiseplan existiert nicht. Die Zusammensetzung sogenannter warmer Abendmahlzeiten hängt von Vorratsbeständen und Sonderangeboten ab.

Die Kostpläne für den Versuchsteil L enthielten weder Fleisch und Fleischprodukte noch Fisch, Fischwaren, Brühwürfel, außerdem keine alkoholhaltigen Getränke. Grundlage bildete ein reichhaltiges Sortiment an Milch und Milchprodukten (Quark, Joghurt, Dickmilch, Käse). Milchprotein weicht nur geringfügig vom bedarfsadäquaten Aminosäuremuster ab (Hillmann, 1982). Auf die leichte Verdaulichkeit und die hohe Resorptionsrate ist zu verweisen. Außerdem enthalten Milch und Milchprodukte die in vegetabilen Kostformen im allgemeinen gering vorkommenden Vitamine Riboflavin und Cobalamine sowie beachtenswerte Mengen an Mineralstoffen (Guley, 1977). Als zusätzlicher Proteinträger wurden Sojamehl und -flocken sowie sogenanntes Sojafleisch in den Speiseplan aufgenommen.

Die Kost enthielt ferner Kartoffeln, möglichst regelmäßig tagesfrische Früchte und Gemüse, verschiedene Brotsorten (Knäcke- und Weißbrot, Vollkorn-, „Plus-Minus-Brot“), Fruchtemüsli und weitere Getreideprodukte. In Anpassung an die

Gewohnheiten der üblichen Heimverpflegung erhielten die Probanden sonntags und mittwochs zum 1. Frühstück ein gekochtes Ei. An Streich-, Koch-, Brat- und Backfetten wurden Butter, Margarine und Sonnenblumenöl verwendet. Kaffee, Tee und Milch konnten nach Wunsch aufgenommen werden. Vereinzelt wurde Kakao getrunken. Zusätzlich erhielt jeder Proband pro Tag zwei Flaschen Mineralwasser bzw. Diätorangenfruchtsaft. Für spezielle Versuchsanordnungen standen pro Person und Tag 70 ml Obstessig aus Äpfeln zur Verfügung.

Die Mengenplanung und das Nahrungsangebot wurden quantitativ und qualitativ dem Bedarf der Probanden an Energie sowie der empfehlenswerten Höhe der Zufuhr an essentiellen Nährstoffen gerecht.

Um den Speiseplan insbesondere für die Vpn mit Vorliebe für süße Speisen attraktiv zu gestalten, wurden zum 1. Frühstück und zur Kaffeemahlzeit gelegentlich Milchmischgetränke oder süße Quarkspeisen, Kuchen, Kekse angeboten.

### **Zubereitung**

Die quantitative Bestimmung der Mahlzeitenzusammensetzung erfolgte in beiden Perioden gemäß der präzisen Wiegemethode mit einer Mettler-Waage PL 3000 (Wirths, 1978). Dazu zählten alle Bestandteile einschließlich Leitungswasser auf der Verbraucherstufe (= käufliche Rohware). Außerdem wurde jeglicher Abfall gewogen für Aussagen über Mengen gemäß Reinsubstanzstufe. Dieses Verfahren verursacht einen erheblichen zeitlichen und personellen Aufwand. Alle verwendeten Zutaten konnten auf diesem Weg lückenlos erfaßt werden.

Auf diesem Wege ließ sich zusätzlich die Menge der zubereitungsbedingten Gewichtsverluste, in erster Linie Wasser, ermitteln. Dazu wurden zehn Produkte vor der Zubereitung gewogen, kenntlich gemacht und nach der Zubereitung erneut gewogen. So konnte der entstehende Garverlust als Mittelwert errechnet werden.

Bei einigen Produkten, wie Salzkartoffeln, Gemüse, Suppen, war der Nachweis der Gewichtsverluste während des Garens nicht exakt möglich. Deshalb wurden in solchen Fällen zubereitungsbedingt Gewichtsverluste von Zacharias und Dürr (1984) übernommen.

Zur Bestimmung der bei der Zubereitung verwendeten Kochsalzmenge stand allen Küchenbediensteten ein Plastikgefäß mit einer abgewogenen Menge an Kochsalz zur Verfügung. Nach jeder Verwendung von Kochsalz wurde das Gefäß gewogen und aus der Differenz zum Anfangsgewicht die verbrauchte Menge NaCl für die zubereitete Speise berechnet.

### **Verzehr**

Zur Bestimmung des effektiven Verzehrs an Lebensmitteln hatten die Probanden die zu jeder Mahlzeit und die als Zwischenmahlzeiten verzehrten Lebensmittel und Getränke vollständig und exakt zu protokollieren. Gleichzeitig waren die für den Verzehr vorgesehenen, aber nicht verzehrten Mengen zu bestimmen. Sie wurden von den Vpn fast immer quantitativ nachgewiesen; ansonsten erfolgten Angaben in sogenannten Haushaltsmaßen (Scheibe, Stück, Tee-, Eßlöffel, Schöpfkelle). Die diesen zuzuordnenden Gewichte wurden vom Erhebungspersonal eruiert. Diese Mengenangaben wurden später in g in die Protokollbögen der Vpn vom

Erhebungspersonal nachgetragen. Gewichtsverluste durch Abfall und Garprozeß wurden berücksichtigt.

Die praktizierte Erhebungsmethode war für die Probanden zwar anspruchsvoll, aber nicht so zeitaufwendig, daß deren anzuerkennende Kooperationsbereitschaft während der sechs Wochen dauernden Studien dadurch gelitten hätte.

Die Probanden erhielten in Periode I Anweisungen über die zu verzehrenden Mengen, die eine Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs gewährleisteten. Es war nicht opportun, die zu verzehrenden Nahrungsmengen im einzelnen zwingend vorzuschreiben. Auch war das Ziel gesetzt, das persönliche Ernährungsverhalten der Probanden möglichst unverändert zu belassen. Deshalb war es den Vpn nach Absprache erlaubt, den Speiseplan nach individuellen Wünschen gemäß den vorgegebenen Prämissen zu ergänzen bzw. von den vorbereiteten, mengenmäßig kalkulierten Speisen einen sogenannten „Nachschlag“ bzw. zusätzlich Lebensmittel dieser Art zu verzehren. Alle Änderungen wurden protokolliert.

Die Menge an Kochsalz, mit der die Probanden individuell nach der Zubereitung einzelne Produkte nachwürzen konnten, wurde gesondert ermittelt. Dazu erhielt jeder Proband einen mit seiner Vp-Nr. gekennzeichneten Salzstreuer, der zu Beginn jeder Erhebungsperiode auf ein übereinstimmendes Gewicht gefüllt worden war. Am Ende jeder Erhebungsperiode wurden die Differenzen (die aufgenommenen Mengen an Kochsalz) bestimmt. Vergleichbare Verfahren wurden beim individuellen Verbrauch der Probanden an Mineralwasser und Apfeloestessig angewendet.

### **Energie- und Nährstoffzufuhr**

Aus dem Verzehr an Lebensmitteln wurde mit Hilfe von gespeicherten Dateien nach Souci et al. (1962–1981/82), der „Kleinen Nährwerttabelle der DGE“ (1978) sowie gesicherten Firmenanalysen die Höhe der täglichen Energie- und Nährstoffzufuhr für die Probanden berechnet. Dazu diente die IBM-Rechenanlage des Regionalen Hochschulrechenzentrums der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.

### **Anthropometrische Bestimmungen, Kreislaufuntersuchungen**

Zu Beginn und am Ende jeder Erhebungsperiode erfolgten anthropometrische Bestimmungen folgender Parameter:

- a) Körpermasse (in kg) mit einer Seca-Digital-Personenwaage Type 753 bei minimaler Bekleidung, ohne Schuhe
- b) Körperlänge (in cm) mit einem Anthropometer in aufrechter Haltung, ohne Schuhe
- c) Hautfaltendicke (in mm) an m. Bizeps, m. Trizeps, subskapular und abdominal mit einem „Lange-skinfold-Caliper“ an der rechten Körperseite
- d) Umfänge (in cm) an Oberarm, Bauch und Wade mit einem flexiblen Zentimetermaß aus Kunststoff

- e) Körperzusammensetzung (Körperfettgehalt, Körperproteingehalt, Körpermineralstoffgehalt, Körperwassergehalt, fettfreie Körpersubstanz, Muskelmasse), Wirths (1974a), Jeliffe und Jeliffe (1960), Frisanch (1974)
- f) Körperoberfläche (Du Bois und Du Bois, 1916)
- g) „Soll-Gewicht“, Wirths (1974a), Körpermasse in Prozent des Soll-Gewichts. Ein Ist-Gewicht im Bereich bis  $\pm 10\%$  des Soll-Gewichts wird als normal, über  $10\%$  als Übergewicht, unter  $10\%$  als zu gering bezeichnet (Kraut und Wirths, 1981)
- h) Blutdruck (mmHg) und Pulsfrequenz (P/min) mit automatischem Blutdruck- und Pulsfrequenzmeßgerät und Registrierkarten (Elag BE 207 S).

### Biochemische Untersuchungen

Biochemische Untersuchungen folgender Parameter aus Nüchternblut zur Beurteilung des Ernährungszustandes und zum Nachweis eventueller Auswirkungen der beiden Kostformen auf den Blutstatus erfolgten durch Fresenius, Taurusstein, und umfaßten:

- a) Glukose, Harnsäure
- b) Gesamtcholesterin, HDL- und LDL-Cholesterin, VLDL-Cholesterin (berechnet), Triglyzeride
- c) Kalium, Gesamteiweiß, Serumeisen
- d) Ferritin, Eisenbindungskapazität, Hämoglobin
- e) Thiamin, Riboflavin, Ascorbinsäure
- f) Leberenzyme: s-GOT, s-GPT

Die Untersuchungen wurden am ersten Tag der Erhebungsperiode N sowie zu Beginn und am Ende der Erhebungsperiode L durchgeführt. Die Hämoglobinbestimmung erfolgte aus EDTA-Blut. Das übrige Probenmaterial wurde zur Serumgewinnung zentrifugiert. 1 ml des Serums wurde zum Glukosenachweis mit glykolysehemmendem Natriumfluorid versetzt, ein Teil des Serums zur Vitaminbestimmung gekühlt.

### Energieumsatz

Der Grundumsatz (GU) der Probanden wurde den Vorhersagetabellen von Harris und Benedict (1919) entnommen. Der Arbeitsumsatz (AU) wurde mit Hilfe von Arbeitsablaufstudien ermittelt. Dafür wurde von den Vpn ein Nachweis ihres 24stündigen Tagesablaufs geführt. Außerhalb der Ruhezeit machten die Vpn in 15minütigen Zeitintervallen Angaben über Art und Dauer der verrichteten beruflichen Tätigkeiten und Freizeitaktivitäten. Die Berechnung des Arbeitsumsatzes für eine Tätigkeit erfolgte aus der Dauer jeder Tätigkeit/min sowie des jeweiligen Energieumsatzes/min (Lehmann, 1952; Wirths, 1984). Ein experimenteller Nachweis von Grund- und Arbeitsumsatz war wegen unzureichender finanzieller Mittel nicht möglich.

Aus Arbeits- und Grundumsatz wurde unter Einbeziehung eines mittleren Annäherungswertes von je  $6\%$  für die spezifisch-dynamische Wirkung und die Ausnutzungsverluste der Gesamtenergiebedarf/d berechnet (Wirths, 1968).

### Sensorische Beurteilung

Ziel der sensorischen Prüfung ist die zwar nur subjektiv mögliche Erfassung organoleptischer Produkteigenschaften, wobei nach Fricker (1984) visuelle, olfaktorische, gustatorische und haptische Eindrücke die wichtigsten Merkmale sind. Eine zahlenmäßige Bewertung ermöglicht das „Karlsruher Bewertungsschema“ (Paulus et al., 1969), das eine Notenskala von 1 (sehr schlecht) bis 9 (vorzüglich) berücksichtigt. Nach Vortests und entsprechender Einweisung beurteilten die Probanden gemäß diesem Schema die wesentlichen Bestandteile der L-Kost und zum Vergleich Produkte der N-Verpflegung.

### Ergebnisse – Angebotene und verzehrte Lebensmittelmengen (N) und (L)

Die Tabellen 1 bis 5 enthalten die Mengen der je Person und Tag verzehrten Lebensmittel nach Lebensmittelgruppen geordnet. Die de facto angebotenen Mengen sind durchweg höher. Milch und Milchprodukte wurden in der N-Periode (in Produktgewicht) je Person 202 g angeboten, mit der Kostform L 343 g. Werden Trinkmilch und Milcherzeugnisse in einer Menge ausgewiesen, erfolgt die Bewertung nach Milchäquivalenten (Basis übliche Vollmilch). Milchäquivalente errechnen sich gemäß ihrer mittleren Ausbeute von Milcherzeugnissen nach ihrem Pro-

Tab. 1. Verzehr an Lebensmitteln (Person in g/d) – Milch und Milchprodukte –.

Lebensmittel	Periode N	Periode L
Milch, insgesamt (Produktgewicht)	218	293
Vollmilch, 3,5 %	84	87
fettarme Milch, 1,5 %	2	56
Magermilch	1	2
Joghurt o. Frucht, 3,5 %	26	12
Joghurt o. Frucht, 1,5 %	11	10
Joghurt m. Frucht, 1,5 %	2	5
Speisequark, 40 %	0,2	3
Speisequark, 20 %	1	2
Speisequark, 10 %	33	53
Schlagsahne, 30 %	4	8
saure Sahne, 10 %	1	3
Sonstige	12,6	8,3
Käse, insgesamt	32	43
Emmentaler Käse, 45 %	3	7
Edamer Käse, 40 %	1	6
Gouda-Käse, 45 %	14	6
Butterkäse, 45 %	1	2
Camembert-Käse, 50 %	3	4
Doppelrahmfrischkäse, 60 %	2	10
Schmelzkäse, 45 %	4	3
Sonstige Käsearten	4	5
Eiscreme	7	2
Sonstiges	1	0,4

Tab. 2. Verzehr an Lebensmitteln (Person in g/d) – Eier, Fleisch, Fisch, Fette –.

Lebensmittel	Periode N	Periode L
<i>Eier</i>		
Hühnerei	24	26
<i>Fleisch und Fleischwaren</i>		
Gesamt	90	0
Rindfleisch	16	0
Schweinefleisch	28	0
Geflügel	6	0
Innereien	5	0
Fleischkonserven	4	0
Wurstwaren, Schinken	30	0
Brühe, gekörnt	1	0
<i>Fisch und Fischwaren</i>		
Gesamt	10	0
Fisch, mariniert	3	0
Sonstiges	5	0
<i>Öle und Fette</i>		
Gesamt	32	38
Butter	19	23
Margarine	4	2
Mayonnaise	1	4
Speiseöl	14	9
Plattenfett	0	0,4
Schlachtfette	2	0

tein- und/oder Reinfettgehalt (Wirths, 1978). In der vorliegenden Studie werden die Milchprodukte in Milchäquivalenten auf Proteinbasis bewertet. Das Angebot N enthält demnach pro Person und Tag 559 g, das der L-Kost 891 g Milchäquivalente.

An Hühnereiern wurden mit üblicher Heimverpflegung (N) 32 g/d/Vp angeboten, im L-Kostplan 36 g (s. Tabelle 2). Das tägliche Angebot an Fleisch und Fleischwaren betrug im Mittel in der Verpflegung N 147 g/Vp. An Fisch beschränkt sich das N-Angebot auf Fischstäbchen (5 g) sowie marinierten Fisch (6 g je Person und Tag).

In der N-Verpflegung wurden 57 g/Person Fette und Öle angeboten, davon 39 g Butter (s. Tabelle 2). Die Probanden präferieren aus Geschmacksgründen als Streichfett eindeutig Butter. Während der L-Erhebungsperiode wurden insgesamt 50 g Öle und Fette angeboten, davon 29 g Butter.

Als Getreideerzeugnisse werden Brot- und Brötchensorten, Gebäck, Mehl, Reis, Teigwaren, Suppen- und Saucenpulver, Mühlenprodukte und „Nährmittel“ zusammengefaßt. Die angebotene Menge je Proband betrug in Periode N 264 g/d, in Periode L 168 g (Tabelle 3). An Kartoffeln wurden mit der N-Verpflegung je Person und Tag 125 g angeboten, außerdem 4 g Püleepulver, mit der L-Kost 168 g Kartoffeln. Der L-Speiseplan enthielt wesentlich mehr Gemüse als die übliche Heimverpflegung. Mit der N-

Tab. 3. Verzehr an Lebensmitteln (Person in g/d) – Getreideerzeugnisse, Hülsenfrüchte, Kartoffeln –.

Lebensmittel	Periode N	Periode L
<i>Getreideerzeugnisse</i>		
Gesamt	197	182
Roggen-, Vollkorn-, Mischbrot	41	29
Weizen-, Vollkorn-, Mischbrot	64	30
Knäckebrot, Brötchen	18	25
Grahambrot	1	4
Leinsamenbrot	3	4
Nährmittel	24	35
Weizenmehl, Type 405	3	15
Weizenkeime	1	1
Weizenkleie	0	2
Früchte-Müesli (Schneekoppe)	1	13
Gebäck, Kekse	39	24
Sonstige	2	.
<i>Hülsenfrüchte</i>		
Erbsen, geschält	3	0,1
<i>Kartoffeln</i>		
Gesamt	91	122
Kartoffeln	85	118
Püleepulver	2	0,3
Pommes frites	4	4
Sonstige	0	0,2

Kost wurden 141 g je Person und Tag angeboten, mit der L-Kost aber 291 g (s. Tabelle 4). Das Angebot an Obst bei N-Verpflegung betrug 199 g, bei der L-Kost 181 g; das an Zucker und Süßwaren mit N-Verpflegung 58 g, mit L-Kost 35 g (s. Tabelle 5). Die hohe verzehrte Menge an Trockenobst (eingeweichte Pflaumen) wird therapeutisch bei Obstipationen genutzt.

Das Angebot an alkoholfreien Getränken betrug in der N-Verpflegung 1229 g/d, davon 1163 g Wasser für Kaffee und Tee sowie Mineralwasser. Demgegenüber sind die angebotenen Mengen in der L-Kost mit 2064 g wesentlich höher. Im L-Speiseplan waren 2 g Hefebrüheprodukte und 65 g Sojaprodukte ausgewiesen.

Bei einem Vergleich der von den Probanden verzehrten Lebensmittelmengen von N- und L-Kost wird deutlich, daß der Mehrverbrauch der jeweils für die Kostform charakteristischen Lebensmittel erheblich ist. Für die N-Kost sind dies insbesondere Fleisch, Fisch und alkoholhaltige Getränke. Mit L-Kost werden folgende Lebensmittelgruppen vermehrt verbraucht: Milch und Milchprodukte 75 g/Vp/d, Gemüse 74 g, Sojaprodukte 40 g, Kartoffeln 32 g, alkoholfreie Getränke 395 g.

### Angebot und Zufuhr an Energie und Nährstoffen

Die angebotenen und verzehrten Lebensmittelmengen beider Kostformen wurden ernährungsphysiologisch ausgewertet für einen Vergleich mit der empfehlenswerten Höhe der Nährstoffzufuhr (DGE 1985).

Tab. 4. Verzehr an Lebensmitteln (Person in g/d) – Gemüse, Pilze, Obst –.

Lebensmittel	Periode N	Periode L
<i>Gemüse</i>		
Gesamt	140	214
Kohlarten	30	24
Wurzelgemüse	24	25
Salate und Gurken	24	37
Zwiebelgemüse	10	29
Fruchtgemüse	21	55
Blattgemüse	1	2
Gemüsekonserven	30	42
<i>Pilze</i>		
Champignons	0,5	2,2
<i>Obst</i>		
Gesamt	209	222
Kernobst	57	82
Steinobst	33	1
Zitrusfrüchte	3	24
tropische Früchte	25	29
Hartschalenobst	2	2
Obstkonserven	16	39
Trockenobst	40	9
Sonstiges (Weintrauben)	33	36

### Angebot in Periode N

Das durchschnittliche Angebot an Energie je Person und Tag beträgt  $2400 \pm 406$  kcal (Tabelle 6). Im Mittel sind 13,0 % der Brennwerte aus Protein, 41,8 % aus Fett, 45,1 % aus Kohlenhydraten, 0,1 % aus Alkohol. Der größte Teil an Nahrungsenergie entstammt Getreideerzeugnissen (27,0 %).

Vom Gesamtprotein sind 58 % tierischer Herkunft. Auf die Körpermasse der Probanden bezogen errechnen sich 1,20 g Protein/kg. An der Proteinversorgung sind Fleisch und Fleischwaren mit 27,7 % beteiligt, Getreideerzeugnisse mit 25,0 %, Milch und Milchprodukte mit 23,7 %.

Vom Fett sind von  $108 \pm 31,5$  g nur 14 g pflanzlicher Herkunft. Der Cholesteringehalt beträgt im Mittel  $379 \pm 142,3$  mg/d. Schlierf und Oster (1978) empfehlen, nicht mehr als 300 mg/d Cholesterin aufzunehmen. Die Kohlenhydratmenge von  $264 \pm 29,4$  g entspricht 22 Broteinheiten (BE). Kohlenhydrate entstammen in erster Linie Getreideerzeugnissen (48,5 %), dann folgen Zucker einschließlich Süßwaren (16,7 %).

Die angebotene Menge an Natrium entspricht  $9780 \pm 5302,0$  mg NaCl. Die mit der Nahrung angebotene Menge an K, Mg, Ca, P, Fe, Wasser und Vitaminen sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Der Rohfasergehalt der angebotenen Kost beläuft sich auf  $6 \pm 1,7$  g je Person und Tag. Aus dem Gehalt an Rohfaser läßt sich nach Huth und Cremer (1977) die Ballaststoffmenge durch Multiplikation mit dem Faktor 3 ableiten. Haenel und Rothe (1977) verwenden differenzierte Quotienten. Legt man im Mittel einen Multiplikator von 4 zugrunde, errechnen sich

Tab. 5. Verzehr an Lebensmitteln (Person in g/d) – Zucker und Süßwaren, alkohol-freie Getränke, Hefebrühe, Soja- und Fertigprodukte –.

Lebensmittel	Periode N	Periode L
<i>Zucker, Süßwaren</i>		
Gesamt	35	30
Zucker	8	11
Honig, Marmelade	17	10
Sonstiges	10	9
<i>Alkoholfreie Getränke</i>		
Gesamt	863	1258
Wasser, Mineralwasser	815	1015
Fruchtsäfte	43	38
Gemüsesäfte	0	6
Limonaden, Colagetränke	4	196
Obstessig	0	1
Sonstiges	1	2
<i>Hefebrühe</i>		
Gesamt	0	2
<i>Sojaprodukte</i>		
Gesamt	0	40
Würstchen	0	12
Fleischwürfel	0	1
Hackfleisch	0	3
Phag-Schnitten	0	4
Koteletts	0	3
Pastasciutta Bolognese	0	5
Soja-Mehl, vollfett	0	2
Soja-Mehl, fettarm	0	1
Soja-Flocken	0	3
Sojamalt	0	2
Sojabohnen (Dose)	0	4
<i>Fertigprodukte</i>		
Gesamt	7	3
Frühlingsrolle, TK	4	1
Champignonbaguette, TK	1	2
Sonstige	2	0

24 g Ballaststoffe. Der durchschnittliche Puringehalt, ausgedrückt in mg gebildeter Harnsäure, beträgt  $306 \pm 130,1$  ml pro Person und Tag. Die Berechnungen erfolgen nach Haenel (1979), Schlierf und Wolfram (1975), Zöllner und Korfmacher (1976).

### Angebot in Periode L

Die L-Kost wurde nach ernährungsphysiologischen Wertmaßstäben geplant und demgemäß in toto während der Erhebungsperiode zubereitet und angeboten. Abweichungen vom Speiseplan ergaben sich, wenn eingeplante Produkte, insbesondere Gemüse und Obst, gelegentlich auch Käse,

Tab. 6. Angebot und Zufuhr an Energie und Nährstoffen (Person/d).

Energie/Nährstoffe	Periode N		Periode L	
	Angebot	Zufuhr	Angebot	Zufuhr
Brennwerte, kcal	2400	2020	2020	1970
MJ	10,0	8,4	8,4	8,2
Protein, insgesamt (g)	76	67	71	67
tierisch (g)	44	37	33	29
Fett, insgesamt (g)	108	86	85	77
pflanzlich (g)	14	17	32	24
gesättigte FS (g)	42	30	27	25
Linolsäure (g)	4	4	10	8
Kohlenhydrate, insg. (g)	264	220	229	238
Rohfaser (g)	6	7	8	9
Alkohol	0,1	6	0	0
Cholesterin (mg)	379	278	293	260
Harnsäure (mg)	306	250	66	85

beim Lieferanten nicht demgemäß zur Verfügung standen oder aus geschmacklichen Gründen eine Veränderung der Rezeptur geboten war.

Vom Brennwertangebot (siehe Tabelle 6) entstammen 14,3 % Protein, 39,2 % Fett, 46,5 % Kohlenhydraten. 26,0 % der Brennwerte sind aus Getreideprodukten, 19,3 % aus Nahrungsfetten, 18,6 % aus Milch und Milcherzeugnissen. 33 g = 46,5 % des Proteingehalts sind tierischen Ursprungs. 1,12 g/kg KM Protein werden angeboten. 38,9 % stammen aus Getreideerzeugnissen, 16,2 % aus Hülsenfrüchten einschließlich Sojapro-

Tab. 7. Angebot und Zufuhr an Nährstoffen (Person/d).

	Periode N		Periode L	
	Angebot	Zufuhr	Angebot	Zufuhr
<i>Mineralstoffe</i>				
Natrium (mg)	3850	3020	6140	4750
Kalium (mg)	2150	2230	2740	2560
Magnesium (mg)	125	160	400	290
Kalzium (mg)	730	690	960	840
Phosphor (mg)	1270	1060	1120	1050
Eisen (mg)	13,2	13,5	11,7	12,2
Wasser (ml)	1870	1590	2840	2040
<i>Vitamine</i>				
Retinol (mg)	0,71	0,55	0,48	0,45
Carotin (mg)	1,89	2,95	2,98	3,17
Retinoläquivalente (mg)	1,03	1,04	0,98	0,98
Thiamin (mg)	1,16	1,03	1,03	1,01
Riboflavin (mg)	1,32	1,39	1,45	1,44
Niacin (mg)	11,5	10,2	7,0	7,7
Ascorbinsäure (mg)	69	81	112	113

dukten. 32 g = 37,7 % sind pflanzliches Fett. 49,2 % Fett werden aus Nahrungsfetten geliefert, 25,4 % aus Milch und Milchprodukten. Der P/S-Quotient beträgt 0,37. Gegenüber der N-Verpflegung ist der P/S-Quotient der L-Kost wesentlich günstiger. Der Anteil der Kost an gesättigten Fettsäuren ist infolge vermehrten Verzehrs an Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft geringer, der an Linolsäure höher.

Die angebotene Menge an Natrium entspricht etwa  $15\,600\text{ mg} \pm 7739\text{ mg}$  Natriumchlorid. Das Angebot an Mineralstoffen, Wasser, Vitaminen ist der Tabelle 7 zu entnehmen. Der Rohfasergehalt der L-Kost entspricht etwa 32 g/d Ballaststoffen.

### Zufuhr in Periode N

Die Probanden nehmen je Tag  $2020 \pm 611,3\text{ kcal} = 84\%$  der angebotenen Energiemenge auf. Im Vergleich zum Energiebedarf von 1970 kcal sind dies 103 %. Im Durchschnitt stammen 13,6 % der Brennwerte aus Protein, 39,6 % aus Fett, 44,7 % aus Kohlenhydraten, 2,1 % aus Äthylalkohol. 27,6 % der Gesamtenergiezufuhr stammen aus Getreideerzeugnissen.

Die N-Verpflegung enthält im Mittel 55,2 % Protein tierischer Herkunft. Bezogen auf die Körpermasse nehmen die Frauen 1,06 g Protein/kg KM auf, was einer Deckung der empfehlenswerten Höhe der Zufuhr von 118 % entspricht. Das Verhältnis von Protein zu Fett auf Brennwertbasis beträgt 1:2,91, das von Protein zu Fett plus Kohlenhydraten 1:6,19. Milch und Milchprodukte liefern mit 27,3 % den höchsten Anteil des aufgenommenen Proteins, Getreideerzeugnisse 25,4 %; Fleisch und Fleischprodukte 24,2 %.

Nahrungsfette liefern 34,9 % der verbrauchten Fettmenge, Fleisch und Fleischerzeugnissen entstammen 24,1 %. Es errechnet sich ein P/S-Quotient von 0,13. Von den Kohlenhydraten werden 45,5 % durch Getreideerzeugnisse zur Verfügung gestellt, 12,5 % durch Obst, 11,9 % durch Zucker und Süßwaren.

Mit der Heimverpflegung nehmen die Frauen im Durchschnitt insgesamt etwa 7,7 g NaCl auf. Die Zufuhr an Kalium erreicht 64 % der empfehlenswerten Höhe der Zufuhr, Magnesium nur 53 %, an Kalzium 86 %, Phosphor 133 %, Eisen 113 % bzw. 75 %. Der Ca/P-Quotient beträgt 0,65. Die mittlere Zufuhr an Retinoläquivalenten entspricht 116 % der empfehlenswerten Höhe der Zufuhr,  $0,55 \pm 0,615\text{ mg}$  der Retinoläquivalente sind Vitamin A,  $2,95 \pm 4,901\text{ mg}$  Karotin. Die Zufuhr an Thiamin beträgt im Mittel 94 %, an Riboflavin 93 %, an Niacinäquivalenten 68 %, an Ascorbinsäure 108 %. Die Mehrzahl der Nährstoffe wird in geringerer Menge aufgenommen, als mit der angebotenen Kost vorgesehen ist.

### Zufuhr in Periode L

Die mittlere Brennwertaufnahme je Tag beträgt  $1970 \pm 592,4\text{ kcal}$ . Das sind 99 % des durch Arbeitsablaufstudien nachgewiesenen Energiebedarfs von 1990 kcal sowie 98 % der angebotenen Energiezufuhr. 14,0 % der aufgenommenen Energie werden aus Protein geliefert, 36,4 % aus Fett, 49,6 % aus Kohlenhydraten. Der größte Teil der Nahrungsenergie stammt aus Getreideprodukten (29,6 %), weitere 18,1 % werden durch Milch und Milcherzeugnisse geliefert, 15,3 % durch Nahrungsfette.

Tab. 8. Anthropometrische Daten (Frauen).

	Periode L, Beginn			Periode L, Ende			Differenz		Signifikanz	
	$\bar{x}$	$\pm s$	SB	$\bar{x}$	$\pm s$	SB	Beginn-Ende	t-Test	Differenzen- t-Test	t-Test
Alter (Jahre)	52,6	14,3	27-82	siehe Beginn						
Körperlänge (cm)	162,9	6,3	151,8-174,2	siehe Beginn						
Körpermasse (kg)	63,1	10,5	47,3-85,4	62,6	10,7	45,4-82,8	-0,5		p < 0,01	n.s.
Sollgewicht (kg)	56,7	2,6	51,8-61,1	siehe Beginn						
Relativgewicht (%)	111,3	17,6	86,0-152,3	110,4	17,9	82,6-153,9	-0,9		p < 0,01	n.s.
Körperoberfläche	1,68	0,14	1,46-1,99	1,67	0,14	1,43-1,96	-0,01		p < 0,05	n.s.
Hautfalten										
Bizeps (mm)	12,8	6,0	4,0-30,0	11,9	4,6	4,0-21,0	-0,9		p < 0,05	n.s.
Trizeps (mm)	24,7	8,4	16,0-49,0	23,2	7,7	12,0-42,0	-1,5		p < 0,01	n.s.
Subscapula (mm)	22,7	9,3	7,0-42,0	22,2	8,3	6,0-38,0	-0,5		n.s.	n.s.
Abdomen (mm)	28,3	12,0	5,0-51,0	26,5	11,5	6,0-51,0	-1,8		p < 0,01	n.s.
Umfänge										
Oberarm (cm)	27,0	3,0	21,0-34,0	27,3	2,9	21,0-33,0	0,3		n.s.	n.s.
Bauch (cm)	79,9	9,5	66,0-105,0	79,6	9,6	65,0-105,0	-0,3		n.s.	n.s.
Wade (cm)	35,0	3,3	30,0-45,0	35,0	3,0	30,0-44,0	0		n.s.	n.s.

Tab. 9. Anthropometrische Daten (Frauen).

	Periode L, Beginn			Periode L, Ende			Differenz		Signifikanz	
	$\bar{x}$	$\pm s$	SB	$\bar{x}$	$\pm s$	SB	Beginn-Ende	t-Test	Differenzen- t-Test	t-Test
<b>Körperzusammensetzung</b>										
KF (%)	29,0	5,7	14,9-39,9	28,3	5,4	15,3-37,3	-0,7	p < 0,01	n.s.	n.s.
KF (kg)	18,7	6,4	7,1-34,0	18,1	6,0	7,2-30,9	-0,6	p < 0,01	n.s.	n.s.
lbm (%)	71,0	5,7	60,1-85,1	71,7	5,4	62,6-84,7	0,7	p < 0,01	n.s.	n.s.
lbm (kg)	44,4	5,1	35,7-54,6	44,5	5,4	35,2-54,9	0,1	n.s.	n.s.	n.s.
Körperwassergehalt (%)	51,8	4,1	43,9-62,1	52,3	3,9	45,7-61,8	0,5	p < 0,01	n.s.	n.s.
(kg)	32,4	3,7	26,1-39,9	32,5	4,0	25,7-40,1	0,1	n.s.	n.s.	n.s.
Körperproteingehalt (%)	14,3	1,1	12,2-17,2	14,5	1,1	12,6-17,1	0,2	p < 0,01	n.s.	n.s.
(kg)	9,0	1,0	7,2-11,0	9,0	1,1	7,1-11,1	0	n.s.	n.s.	n.s.
Körpermineralstoffgeh. (%)	4,8	0,4	4,1- 5,8	4,9	0,4	4,3- 5,8	0,1	p < 0,01	n.s.	n.s.
(kg)	3,0	0,4	2,4- 3,7	3,0	0,4	2,4- 3,7	0	n.s.	n.s.	n.s.
<b>Muskelmasse</b>										
Oberarmmuskellumfang (cm)	19,2	2,0	16,0-23,6	20,0	1,8	16,9-23,8	0,8	p < 0,01	n.s.	n.s.
Oberarmmuskeldurchmesser (cm)	6,1	0,6	5,1- 7,5	6,4	0,6	5,4- 7,6	0,3	p < 0,01	n.s.	n.s.
Querschnittsfläche (cm <sup>2</sup> )	29,7	6,3	20,3-44,6	32,1	5,8	22,8-45,0	2,4	p < 0,01	n.s.	n.s.

Die Zufuhr an Protein beträgt 1,06 g/kg Körpermasse und 118 % der empfehlenswerten Höhe der Zufuhr. Von Protein stammen im Mittel 36,4 % aus Milch und Milchprodukten, 26,7 % von Getreideerzeugnissen, 14,0 % von Hülsenfrüchten. Milch und Milchprodukte sind somit eindeutig der bedeutendste Eiweißlieferant. Etwa 42 % der Gesamtfettmenge werden durch Nahrungsfette zur Verfügung gestellt, 27,0 % stammen aus Milch und Milcherzeugnissen. Es errechnet sich ein P/S-Quotient von 0,32. Die empfehlenswerte Höhe der Zufuhr für Linolsäure wird zu 80 % gedeckt. Getreideerzeugnisse sind an der Kohlenhydratversorgung mit 45,6 % beteiligt.

Der Na-Konsum von 4820 mg je Tag entspricht etwa 12,2 g NaCl. Bezogen auf die Empfehlung beträgt der Na-Gehalt 193 %, der Kaliumgehalt 73 %, an Magnesium erreichen die Frauen eine Deckung der Empfehlung von 97 %, an Kalzium 105 %, an Phosphor 131 %.

Der Ca/P-Quotient errechnet sich mit 0,8. Die Empfehlung der Eisenzufuhr wird zu 102 % bzw. 68 % erreicht. Ohne Oxidationswasser wird die Empfehlung der Wasserezufuhr zu 92 % gedeckt. An Retinoläquivalenten führen die Frauen 109 % der Empfehlung zu, an Thiamin 92 %, an Riboflavin 96 %, an Niacinäquivalenten 51 %, an Vitamin C 151 %.

An Rohfaser werden täglich  $9 \pm 5,9$  g aufgenommen. Umgerechnet in Ballaststoffe entspricht das einer Menge von 36 g je Person und Tag. Die tägliche Aufnahme an Harnsäure beträgt  $85 \pm 21,2$  mg.

### **Anthropometrische Daten – Ausgangswerte**

Die Auswertung der anthropometrischen Daten erfolgte nach dem t-Test und dem Differenzen-t-Test (Kaiser und Gottschalk, 1972). Die Probanden haben im Durchschnitt zu Beginn und am Ende von Periode N eine Körpermasse geringfügig oberhalb des Normalbereichs. 16 der 31 (51,6 %) sind bei beiden Messungen im Normalbereich darüber, 2 unterhalb des Normalbereichs. Die Veränderungen der Körpermasse und Hautfaltendicken zwischen Beginn und Ende der Versuchsperiode N sind zu vernachlässigen. Auf eine Nennung der einzelnen Daten wird deshalb verzichtet. Sämtliche Messungen wurden von demselben Untersucher durchgeführt.

Während der L-Periode wurden entsprechend Periode N für die Auswertung der Ergebnisse sowohl der t-Test als auch der Differenzen-t-Test appliziert (Tabelle 8 und 9). Die Körpermasse beträgt zu Beginn der Periode L  $63,1 \pm 10,5$  kg (47,3–85,4). Nach Abschluß der L-Periode ist eine um 0,5 kg geringere Körpermasse ( $p < 0,01$ ) von  $62,6 \pm 10,7$  kg (45,4–82,8) zu konstatieren, was einem Relativgewicht von  $110,4 \pm 17,9$  % (82,6–153,9) entspricht.

Am Ende von Periode L haben 3 weibliche Vpn eine geringere Körpermasse, 14 Vpn eine im Normalbereich, 13 Vpn eine Körpermasse oberhalb des Normalbereichs. Die Probandin mit dem höchsten Übergewicht zeigt eine Gewichtszunahme von 0,8 kg, die Probandin mit dem nächsthöheren Übergewicht verringerte ihre Körpermasse um 0,6 kg. Sämtliche Körpermeßdaten während der L-Periode zeigen erwartungsgemäß keine signifikanten Änderungen.

*Literatur*

- Du Bois D, Du Bois EF (1916) Clinical calorimetry. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med* 17:863–871
- Fricker A (1984) *Lebensmittel – mit allen Sinnen prüfen*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo
- Frisancho RA (1974) Triceps skinfold and upper arm muscle size, norms for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 27:1052–1058
- Gröbner W, Zöllner N (1977) Harnsäuresteine und Ernährung. *Akt Ernähr* 2:82–85
- Guley HM (1977) A vegetarian program for students on a college board plan. *J Am Diet Ass* 71:276–277
- Haenel H (1979) *Energie- und Nährstoffgehalt von Lebensmitteln VEB Volk und Gesundheit*, Berlin
- Haenel H, Rothe M (1977) Ballaststoffe – vernachlässigte essentielle Bestandteile unserer Kost? *Ern Fschg* 22:130–135
- Harris JA, Benedict EG (1919) A biometric study of basal metabolism in man. Carnegie Institution of Washington. Publication No. 279, Washington
- Hillmann G (1982) Vergleich der biologischen Wertigkeit von Milcheiweiß mit der ausgewählter Pflanzeneiweiße. Forschungsvorhaben im Rahmen der Verordnung (EWG) 723/78
- Huth K, Cremer HD (1977) Zur Physiologie unverdaulicher Kohlenhydrate. *Ernährungs-Umschau* 24:72–76
- Jelliffe DB, Jelliffe EPP (1960) Prevalence of protein-calorie malnutrition in Haitian preschool children. *Am J Publ Hlth* 50:1355–1366
- Kaiser R, Gottschalk G (1972) Elementare Tests zur Beurteilung von Meßdaten. BI Hochschultaschenbücher, BD 774, Bibliographisches Institut AG, Mannheim
- Kraut H, Wirths W (1981) Energiebedarf. In: Kraut H (Hrsg) *Der Nahrungsbedarf des Menschen*. Steinkopff, Darmstadt, S. 25–117
- Lehmann G (1952) *Praktische Arbeitsphysiologie*. Thieme, Stuttgart
- Leitzmann C, Winzen A (1983) Vegetarische Kostformen, alternative Ernährung. *Akt Ernähr* 8:228–234
- Paulus K, Gutschmidt J, Fricker A (1969) *Karlsruher Bewertungsschema – Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen*. *Lebensm Wiss Techn* 2:132–139
- Schlierf G, Oster P (1978) *Diagnostik und Therapie der Fettstoffwechselstörungen*. Thieme, Stuttgart
- Schlierf G, Wolfram G (1975) *Ernährungstherapie in der Praxis*. J F Lehmanns, München
- Souci SW, Fachmann H, Kraut K (1962, 1973, 1974, 1977, 1979, 1981/82) *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwerttabellen*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- Wirths W (1968) Ernährungserhebungen im Zusammenhang der Ermittlung des Kalorien- und Nährstoffbedarfs. *Int Z Vit Forsch Beih* 11: 83–107
- Wirths W (1974) Ermittlung des Ernährungszustandes. In: Cremer HD et al (Hrsg) *Ernährungslehre und Diätetik*. Thieme, Stuttgart, Bd III, S 50–89
- Wirths W (1978) *Ernährungssituation 1*, UTB No 664, Schöningh Verlag, Paderborn
- Wirths W (1984) *Untersuchungen in den Max-Planck-Instituten für Arbeits- und Ernährungsphysiologie*, Dortmund
- Zacharias R, Dürr H (1984) *Lebensmittelverarbeitung im Haushalt*, 4. Auflage. E. Ulmer, Stuttgart
- Zöllner N, Korfmacher I (1976) *Diät bei Gicht und Harnsäuresteinen*. K Thienemanns, Stuttgart
- DGE, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1985) *Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr*. Umschau, Frankfurt/Main
- DGE, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1978 u. 1984) *Kleine Nährwert-tabelle*, 28. und 31. Auflage. Umschau, Frankfurt/Main

DGE, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg) (1984) Ernährungsbericht 1984, Frankfurt/Main

GfK Nürnberg (1984) Repräsentative Stichprobe bei 2074 Bundesbürgern, Sommer 1983. Zit in: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (Hrsg) Ernährungsbericht 1984. Frankfurt/Main

Eingegangen 13. August 1987

Für die Verfasser:

Professor Dr. W. Wirths, Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie, Universität Bonn, Römerstraße 164, 5300 Bonn 1