

B. Seppelt
J.A. Weststrate
A. Reinert
D. Johnson
W. Lüder
H.-J.F. Zunft

Langzeiteffekte einer Ernährung mit fettreduzierten Lebensmitteln auf die Energieaufnahme und das Körpergewicht

Long-term effect of fat-reduced foods on energy intake and body weight

Zusammenfassung In einer experimentellen Langzeitstudie erhielten 70 Frauen (40 < Lebensjahre < 60; 24 < BMI < 29), randomisiert zwei Gruppen zugeteilt, ad-libitum und kostenlos über drei Monate 1) marktübliche fettreduzierte Produkte (D-Gruppe) oder 2) Produkte mit normalem Fettgehalt (K-Gruppe). Im Follow-up nach 6 Monaten wurde geprüft, ob sich der Ernährungszustand wie in der Studienphase fortentwickelt oder die Ausgangssituation wieder eingestellt hat.

Ergebnisse: Ein 3monatiger Verzehr fettreduzierter Produkte vermindert signifikant die Fettaufnahme (um 22 g/d) und die Gesamtenergieaufnahme (um 266 kcal/d).

Eingegangen: 17. Februar 1996
Akzeptiert: 18. Mai 1996

Dipl. math. B. Seppelt (✉) · A. Reinert
D. Johnson · W. Lüder
H.-J.F. Zunft
Deutsches Institut für Ernährungsforschung
Arthur-Scheunert-Allee 114–116
14558 Bergholz-Rehbrücke

J.A. Weststrate
Unilever Research Laboratory
Olivier van Noortland 120
3133AT Vlaardingen,
The Netherlands

Die Aufnahme der übrigen Hauptnährstoffe unterscheidet sich zwischen den beiden Gruppen nicht. Das Körpergewicht nimmt in der D-Gruppe signifikant (um 1,5 kg) und in der K-Gruppe nicht signifikant (um 0,7 kg) ab. Der Gruppenunterschied in der Gewichtsabnahme ist nicht signifikant. Bei der Nachuntersuchung nach 6 Monaten haben die Probandinnen der D-Gruppe ihre Energie- und Nährstoffaufnahme auf dem Niveau des Studienzeitraumes beibehalten. Diesem Level hat sich auch die K-Gruppe genähert, was als positive Auswirkung der Studienteilnahme mit einer abschließenden Ernährungsberatung zu werten ist.

Schlußfolgerung: Der Verzehr fettreduzierter Produkte vermindert die Energie- und Fettaufnahme. Ein kompensativer Mehrkonsum von Protein und Kohlenhydraten findet nicht statt. Fettreduzierte Produkte eignen sich demnach zur langfristigen Gewichtskontrolle.

Summary In a 3-month intervention study 70 women (40 < age < 60; 24 < BMI < 29), randomized into two groups, were supplied ad libitum and free of charge with 1) customary fat-reduced foods (D group) or 2) products with normal fat content (K group). After 6 months without any contact to the volunteers food intake and body weight were controlled.

Results: During the intervention period fat intake (by 22 g/d) and total energy intake (by 266 kcal/d) of the volunteers in the D group were significantly lower than in the K group. Fat reduction was not accompanied by a compensative increase in the intake of other nutrients. The weight loss was significant in the D group (1.5 kg) and not significant in the K group (0.7 kg). Between the two groups the difference in weight reduction was not significant. In the follow-up a lowered fat and energy intake had been voluntarily retained in the D group and adopted by most of the individuals of the K group.

Conclusion: The consumption of low-fat products lowers the energy and fat intake and may be useful for a long-term weight control and health support.

Schlüsselwörter Energieregulation – Fettaufnahme – Kompensation – Adipositas – Gewichtsreduktion

Key words Energy regulation – fat intake – compensation – obesity – weight loss

Abkürzungen BMI = Body Mass Index · FFQ = Food Frequency Questionnaire · E% = Energieprozent · D-Gruppe = Diätgruppe · K-Gruppe = Kontrollgruppe

Problemstellung

In den Industriestaaten ist in den letzten 10 Jahren eine steigende Prävalenz von Übergewicht und Adipositas zu verzeichnen (9, 14). Übergewicht und Adipositas wurden als ein Risikofaktor für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus, Hyperlipidämie und Bluthochdruck nachgewiesen.

Die Ätiologie der Adipositas ist noch nicht vollständig geklärt. Neben Faktoren wie Genetik, Eßverhalten und damit verknüpfter permanenter positiver Energiebilanz spielt die Nahrungszusammensetzung eine wesentliche Rolle. In zahlreichen Studien (11, 12, 15, 17) hat sich ein enger, positiver Zusammenhang zwischen dem Energieanteil aus dem Nahrungsfett und der Menge an Körperfett gezeigt. Begründet werden diese Befunde mit einer unterschiedlichen Regulation der Energiemobilisierung und -speicherung der verschiedenen Makronährstoffe (3, 4, 13, 16), wobei außerdem Differenzen zwischen Normalgewichtigen und Adipösen bestehen. Anders als bei den Kohlenhydraten wird die Fettoxidation nicht der Fettzufuhr angepaßt. Dadurch wird überschüssig zugeführtes Fett als Körperfett gespeichert, was infolge nicht begrenzter Speicherkapazität zu Adipositas führen kann. Für die Behandlung der Adipositas ist die Senkung der Energiezufuhr entscheidend. Dies gelingt zuvörderst durch eine verminderte Fettzufuhr. Werden weniger als 30 % der Energie als Nahrungsfett und mehr als 50 % als Kohlenhydrate aufgenommen, so übersteigt die Fettoxidation die Fettzufuhr. Da eine de-novo-Lipogenese erst bei einer in der üblichen Nahrung kaum vorkommenden Menge an Kohlenhydraten stattfindet (15), kann es zu einem Abbau der Körperfettreserven kommen.

Da das Nahrungsfett auch als Risikofaktor für die Entstehung von Brust- und Dickdarmkrebs angesehen wird, ist eine Reduzierung der Fettzufuhr von großer Bedeutung.

In der vorliegenden Studie sollte geklärt werden, ob die ad-libitum-Substitution von Produkten mit normalem Fettgehalt durch handelsübliche fettreduzierte Produkte unter Beibehaltung der gewohnten Ernährungsweise und unter Alltagsbedingungen eine geeignete Strategie ist, die Fettaufnahme zu reduzieren. Weiterhin war zu prüfen, ob ein geringerer Fettverzehr energetisch kompensiert wird und ob sich infolge einer verminderten Energie- und Fettzufuhr eine Gewichtsreduktion ergibt. Damit wäre eine Möglichkeit gefunden, ohne Diätvorschriften und strenge Energierestriktionen das Ziel der Fettreduktion und der Gewichtskontrolle zu erreichen. Es stellte sich weiterhin die Frage, ob durch diese Ernährungsbeeinflussung ein Langzeiteffekt erzielt wird, was in einem Follow-up 6 Monate nach der Interventionsphase überprüft wurde.

Die Studie wurde 1995 auf dem Kongreß der Federation of American Societies for Experimental Biology vor gestellt (19).

Methoden

Probandenauswahl

70 gesunde Frauen im Alter zwischen 40 und 60 Jahren, mit einem BMI zwischen 24 und 29 kg/m² wurden über einen Aufruf in der lokalen Presse für die Teilnahme an der Studie gewonnen. In einem Screening wurden die Ausschlußkriterien, wie besondere Kostformen (Vegetarier, großer Anteil fettreduzierter Produkte in der bisherigen Nahrungsaufnahme), ernährungsbedingte und durch die Ernährung beeinflußte Krankheiten, Körpergewichtsveränderungen von mehr als 3 kg in den letzten 2 Monaten sowie Abwesenheit vom Wohnort während des Studienzeitraumes überprüft. Als Studienziel wurde den Teilnehmerinnen die Kontrolle der Energie- und Fettzufuhr genannt und nicht ein Programm zur Gewichtsreduktion in Aussicht gestellt. Von den Probandinnen wurde eine gleichbleibende körperliche Aktivität während der Studie gefordert. Mit der Unterzeichnung einer Einverständniserklärung akzeptierten sie das vorgesehene Studiendesign.

Studienablauf

Die Probandinnen wurden randomisiert zwei Untersuchungsgruppen zugeteilt. In der Diätgruppe wurden den Frauen handelsübliche fettreduzierte Produkte kostenfrei zur Verfügung gestellt. Mit diesen Produkten konnten sie ad-libitum ihre tägliche Nahrung zusammenstellen. In der Tabelle 1 ist das Sortiment der Produkte aufgeführt. Die Kontrollgruppe bekam die entsprechenden Produkte mit dem üblichen Fettgehalt. Lebensmittel, die nicht zur Fettzufuhr beitragen oder leicht verderblich sind, wie Obst, Gemüse, Brot, Milch, Joghurt und Fleisch, mußten von den Probandinnen selbst gekauft werden. Die Probandinnen der Diätgruppe wurden aufgefordert, bei Fleisch und Molkereiprodukten diejenigen mit niedrigem Fettgehalt zu wählen. Aus dem Angebot der Fertiggerichte sollte pro Woche mindestens 4mal ein Gericht zu der Hauptmahlzeit verzehrt werden. Den Wochenbedarf an den Studienlebensmitteln holten die Frauen einmal wöchentlich über einen Zeitraum von 3 Monaten (September bis

Tabelle 1 Sortiment der kostenlos zur Verfügung gestellten Lebensmittel (Anzahl)

Lebensmittel	Diätgruppe	Kontrollgruppe
Butter	1	1
Margarine	1	1
Mayonnaise	1	1
Wurst	10	8
Wiener-, Bratwurst	je 1	je 1
Käse	11	11
Feinkostsalate	8	7
Fertiggerichte	12	8

Dezember) in einer dafür speziell eingerichteten Ausgangsstelle im Deutschen Institut für Ernährungsforschung ab. Nach dieser Studienphase bekamen die Probandinnen ihre persönlichen Studienergebnisse ausgehändigt. Von einer Ernährungsberaterin wurden anhand dieser Ergebnisse Empfehlungen für eine Änderung des Ernährungsverhaltens gegeben. 6 Monate nach der Beendigung dieser Intervention kamen die Frauen zur Nachuntersuchung noch einmal in das Institut.

Meßgrößen

Nahrungsaufnahme

Zur Charakterisierung der Ausgangssituation füllten die Probandinnen zu Studienbeginn einen FFQ aus. Damit sollten mögliche Gruppenunterschiede in der Energie- und Nährstoffaufnahme vor dem Beginn der Ernährungsbeeinflussung ermittelt werden. Vergleiche mit der Nahrungszufuhr während der Studie sind auf Grund der dort verwendeten anderen Meßmethodik (3-Tage-Protokolle) nicht möglich. Zur Abschätzung der Effekte der Intervention war der Vergleich zur Kontrollgruppe vorgesehen.

Der FFQ erfaßt die Verzehrhäufigkeit und Portionsgrößen von 140 verschiedenen Lebensmitteln retrospektiv für ein Jahr. Dieser Fragebogen wurde im Rahmen einer Validierungsstudie mit 104 Teilnehmern mit 12 über ein Jahr geführten Erinnerungsprotokollen verglichen. Die dabei errechneten Korrelationskoeffizienten zwischen FFQ und Erinnerungsprotokollen lagen zwischen 0,4 und 0,6 und damit in der auch in anderen Studien ermittelten Größenordnung (1).

Bei der Rückgabe der ausgefüllten Bögen wurden diese von dem Betreuungspersonal gemeinsam mit den Probandinnen auf Vollständigkeit und Plausibilität überprüft. Während der dreimonatigen Studienphase wurden in 14-tägigem Abstand viermal 3-Tage-Ernährungsprotokolle geführt. Die Erhebungszeitpunkte waren so festgelegt, daß jeder Wochentag und bei den drei aufeinanderfolgenden Protokolltagen jeweils ein Wochenend- bzw. Feiertag erfaßt wurde. Die Probandinnen wurden in einer Informationsveranstaltung in die Protokoll-Gewichts-Methode eingeführt. Sie erhielten eine elektronische Küchenwaage zur Mengenfeststellung der zum Verzehr bestimmten Lebensmittel. Die Ernährungsprotokolle wurden dann von einer Oecotrophologin kontrolliert, und gemeinsam mit den Studienteilnehmerinnen wurden ungenaue Angaben präzisiert. Im Follow-up wurde erneut ein 3-Tagesprotokoll erhoben.

Körpergewicht

Das Körpergewicht wurde am Studienbeginn, je einmal in den folgenden Monaten der Interventionsphase und im

Follow-up mit einer elektronischen Waage gemessen. Die Probandinnen waren dabei ohne Schuhe und nur mit Unterwäsche bekleidet.

Blutparameter

Die Blutabnahme erfolgte morgens nach 10stündigem Fasten. Die Blutparameter wurden mit photometrischen Methoden am Analyseautomaten COBAS MIRA/S bestimmt. Dies waren zur Verifizierung der Ausschlußkriterien Transaminasen, Kreatinin, Harnsäure, Nüchternblutglukose und Lipide. Nach der Studienphase wurde die Messung der Lipide wiederholt, um einen möglichen Einfluß der fettreduzierten Kost auf diese Parameter zu ermitteln.

Datenanalyse

Mit dem Stichprobenumfang von 35 Probanden für jede der beiden Untersuchungsgruppen wird bei einer angenommenen Streuung der täglichen Fettaufnahme von 25 g mit einer Teststärke von 80 % eine Differenz des Fettverzehrs zwischen den Gruppen von 20 g (ca. 20 %) mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 als signifikant betrachtet. Die Auswertung der Ernährungsprotokolle erfolgte mit dem Programm EWP (*dato® Denkwerkzeuge, Wien*). Diesem Programm liegt die Nährstoffdatenbank des Bundeslebensmittelschlüssels, Version II.0 (Bundesgesundheitsamt, Berlin) zugrunde, ergänzt durch Herstellerangaben für die Studienlebensmittel und bestimmte Markenartikel. Zum Testen der Studienhypothesen wurden nichtparametrische Tests verwendet, da in den meisten Fällen die notwendigen Voraussetzungen für parametrische Testverfahren nicht gegeben waren. Für Vergleiche zwischen den Untersuchungsgruppen kam der Mann-Whitney U-Test, innerhalb der Gruppen der Friedman-Test für die Absicherung der Körpergewichtsänderung während der Studie und der Wilcoxon-Test für die Plasmalipide zur Anwendung. Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten wurden für die Beziehungen zwischen Anfangsgewicht, BMI und Körpergewichtsveränderung im Studienzeitraum berechnet. Die statistischen Analysen wurden mit dem Programm SPSS® für Windows™, Version 6.0 (SPSS Inc., Chicago) durchgeführt.

Ergebnisse

Tabelle 2 gibt die Gruppencharakteristik zum Studienbeginn wieder. In keinem der das Studienergebnis beeinflussenden Größen bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Tabelle 2 Charakteristik der Gruppen zum Studienbeginn (mean \pm sd); die Energie- und Nährstoffaufnahme wurde mittels FFQ bestimmt

	Diätgruppe (n = 35)	Kontrollgruppe (n = 32)
Alter (Jahre)	48 \pm 7	46 \pm 6
BMI (kg/m ²)	27 \pm 3	28 \pm 3
Nahrungsaufnahme/Tag		
Energie (kcal)	1 947 \pm 673	2 080 \pm 562
(kJ)	8 147 \pm 2 817	8 701 \pm 2 351
Eiweiß (g)	66 \pm 20	72 \pm 19
Fett (g)	74 \pm 27	81 \pm 27
Kohlenhydrate (g)	213 \pm 88	214 \pm 60
Plasmalipide (mmol/l)		
Gesamtcholesterin	5,67 \pm 0,85	5,40 \pm 0,83
HDL-Cholesterin	1,61 \pm 0,29	1,55 \pm 0,37
LDL-Cholesterin	3,55 \pm 0,72	3,28 \pm 0,80
Triglyceride	1,31 \pm 0,59	1,27 \pm 0,59
Phospholipide	3,16 \pm 0,36	3,08 \pm 0,45

Energie- und Nährstoffaufnahme

Die Zufuhr von Energie und ausgewählten Nährstoffen bei 4 Erhebungen während des Studienzeitraumes und

ihre Durchschnittswerte sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Zwischen den Untersuchungsgruppen ergaben sich zu allen Meßpunkten signifikante Unterschiede in der Energie- und Fettaufnahme. Die Probandinnen der Diätgruppe haben im Durchschnitt 266 kcal (13 %) pro Tag weniger Energie als diejenigen aus der Kontrollgruppe aufgenommen. Das ist mit dem signifikant geringeren Fettverzehr von durchschnittlich 22 Gramm (24 %) pro Tag zu erklären. Die anderen Hauptnährstoffe waren in ihrer absoluten Verzehrmenge in beiden Gruppen nahezu gleich. Damit ist die Alternativhypothese einer kalorischen Kompensation bei geringerem Fettverzehr widerlegt.

Die veränderte Nahrungszusammensetzung spiegelt sich auch in den Gruppenunterschieden bei den Nährstoffrelationen wider. Die Herkunft der Energie war in der Diätgruppe zu durchschnittlich 36 % aus Fett, während es in der Kontrollgruppe 43 % waren. Entsprechend höher war in der Diätgruppe der Anteil der Energie aus Kohlenhydraten.

Bei der Ernährungserhebung im Follow-up ergaben sich sowohl in der Energie- als auch Fettaufnahme keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Untersuchungsgruppen (Tab. 3, Abb. 1). Die Probandinnen aus der Diätgruppe haben ihre Energie- und Nährstoffzufuhr nahezu auf dem Niveau des Studienzeitraumes beibehalten. Diesem Level haben sich die Werte der Kontrollgruppe genähert. Die Verzehrsstruktur weist zu diesem

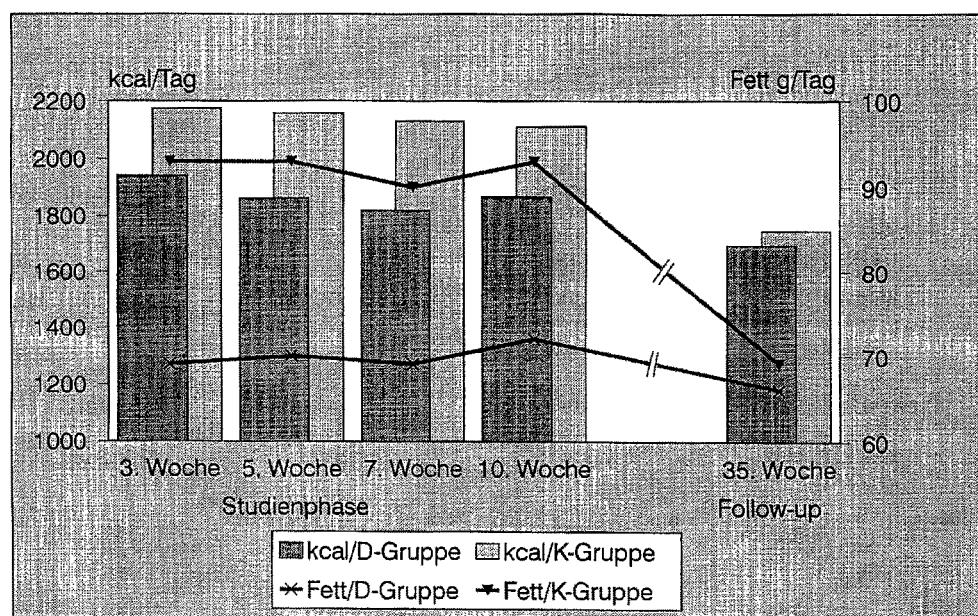
Tabelle 3 Energie- und Nährstoffaufnahme pro Tag (ermittelt aus 3-Tage-Protokollen) während der Studienphase und im Follow-up (mean \pm sd)

*) signifikanter Gruppenunterschied in der Studienphase mit $p < 0,01$

	Diätgruppe n = 35					Follow-up
	3. Woche	5. Woche	7. Woche	10. Woche	Ø Studienphase	
Energie (kcal) *)	1 940 \pm 504	1 862 \pm 411	1 819 \pm 405	1 867 \pm 529	1 860 \pm 385	1 694 \pm 462
Energie (kJ) *)	8 117 \pm 2 109	7 791 \pm 1 720	7 611 \pm 1 694	7 811 \pm 2 213	7 783 \pm 1 612	7 088 \pm 1 933
Fett (g) *)	68 \pm 23	70 \pm 17	69 \pm 20	72 \pm 23	70 \pm 17	66 \pm 22
Eiweiß (g)	74 \pm 17	75 \pm 17	72 \pm 15	73 \pm 17	73 \pm 13	68 \pm 21
Kohlenhydrate (g)	223 \pm 64	203 \pm 55	196 \pm 56	196 \pm 55	204 \pm 49	175 \pm 51
Ballaststoffe (g)	26 \pm 8	25 \pm 9	24 \pm 8	24 \pm 7	24 \pm 6	21 \pm 7
Cholesterin (mg)	310 \pm 151	309 \pm 139	287 \pm 106	305 \pm 157	303 \pm 107	283 \pm 101

	Kontrollgruppe n = 32					Follow-up
	3. Woche	5. Woche	7. Woche	10. Woche	Ø Studienphase	
Energie (kcal) *)	2 174 \pm 428	2 158 \pm 392	2 130 \pm 452	2 112 \pm 634	2 126 \pm 374	1 747 \pm 369
Energie (kJ) *)	9 096 \pm 1 791	9 029 \pm 1 640	8 912 \pm 1 891	8 837 \pm 2 653	8 896 \pm 1 563	7 309 \pm 1 544
Fett (g) *)	93 \pm 26	93 \pm 26	90 \pm 25	93 \pm 34	92 \pm 21	69 \pm 20
Eiweiß (g)	73 \pm 17	76 \pm 17	74 \pm 15	72 \pm 19	73 \pm 13	69 \pm 22
Kohlenhydrate (g)	209 \pm 50	208 \pm 49	212 \pm 53	212 \pm 53	204 \pm 46	176 \pm 49
Ballaststoffe (g)	22 \pm 7	23 \pm 7	24 \pm 9	22 \pm 10	22 \pm 6	23 \pm 7
Cholesterin (mg)	313 \pm 92	323 \pm 117	299 \pm 120	318 \pm 141	313 \pm 87	272 \pm 122

Abb. 1 Tägliche Energie- und Fettaufnahme im Studienzeitraum und im Follow-up, ermittelt aus 3-Tages-Protokollen.



Zeitpunkt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf (Tab. 4). Deutlich wird, daß die Probandinnen viel Obst und Gemüse verzehrt haben. Ein Teil der Lebensmittel wurde auch im Follow-up aus dem fettreduzierten Angebot bezogen, obwohl die Produkte nunmehr gekauft werden mußten. Dies traf für 30 Frauen der Diätgruppe und 22 der Kontrollgruppe zu. Sie verzehrten vor allem fettreduzierte Streichfette, aber auch Wurst und Käse. Sechs Probandinnen (3 jeder Gruppe) konsumierten auch fettreduzierte Fertiggerichte.

Körpergewicht

Die Entwicklung des Körpergewichts über den Studienzeitraum von 3 Monaten und bis zum Follow-up nach weiteren 6 Monaten zeigen Tabelle 5 und Abbildung 2. Die durchschnittlich höheren Anfangswerte des Körpergewichts in der Kontrollgruppe waren durch die Gruppenzuteilung zufällig, unterschieden sich aber nicht signifikant von denen in der Diätgruppe.

Während der Interventionsphase wurde bei den Probandinnen der Diätgruppe eine kontinuierliche Gewichtsabnahme von insgesamt 1,5 kg erreicht. Diese Veränderung erwies sich zwischen den Meßpunkten als signifikant. Es fand sich ein signifikanter Korrelationskoeffizient zwischen der Energie- ($r = 0,52$) und der Fettzufuhr ($r = 0,46$) und der Gewichtsabnahme im Studienzeitraum. In der Kontrollgruppe war eine Gewichtsabnahme von insgesamt 0,7 kg zu verzeichnen. In beiden Gruppen bestand kein Zusammenhang zwischen dem Anfangsgewicht und der Gewichtsabnahme.

Während des Studienzeitraumes waren in beiden Gruppen sowohl Gewichtszunahmen als auch -abnahmen zu verzeichnen. Um zu prüfen, ob nach der Beendigung der

Intervention die Körpergewichtsentwicklung in gleicher Weise verlief, wurden beide Zeiträume in Abbildung 3 gegenübergestellt. Da sich die Mehrzahl der Probandinnen im 4. Quadranten der Grafik befindet, ist das ein Hinweis darauf, daß sich nach dem Ende der Intervention bei einem großen Teil nach Gewichtsreduktion wieder eine Zunahme eingestellt hat. Nur wenige Probandinnen haben sowohl während als auch nach der Studie zugenommen (1. Quadrant). Die Untersuchungsgruppen unterschieden sich darin nicht, was darauf hindeutet, daß auch die Probandinnen der Kontrollgruppe die Teilnahme an der Studie zur bewußten Beeinflussung ihres Ernährungsverhaltens genutzt haben.

Tabelle 4 Verzehrsstruktur zum Follow-up, ermittelt aus einem 3-Tage-Protokoll

Lebensmittelgruppe (g/Tag), (mean)	Diätgruppe n = 35	Kontrollgruppe n = 32
Brot	120	122
Kuchen	37	20
Süßwaren	17	18
Obst	205	203
Gemüse	205	185
Kartoffeln	91	69
Käse, Quark	50**)	42**)
Butter, Fette, Öle	18**)	20**)
Wurst, Wurstwaren	40**)	49**)
Eier	27	23
Fleisch	80	76
davon Geflügel (%)	29	11
Fisch	13	16
Fettreduzierte Produkte	38	33

**) Produkte mit üblichem Fettgehalt

Abb. 2 Entwicklung des Körpergewichts im Studienzeitraum und bis zum Follow-up.

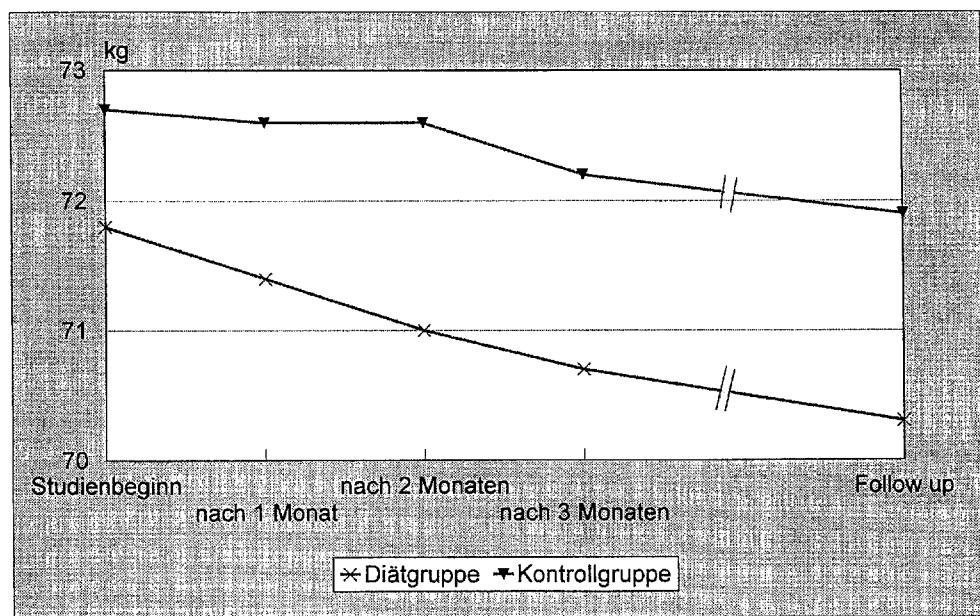
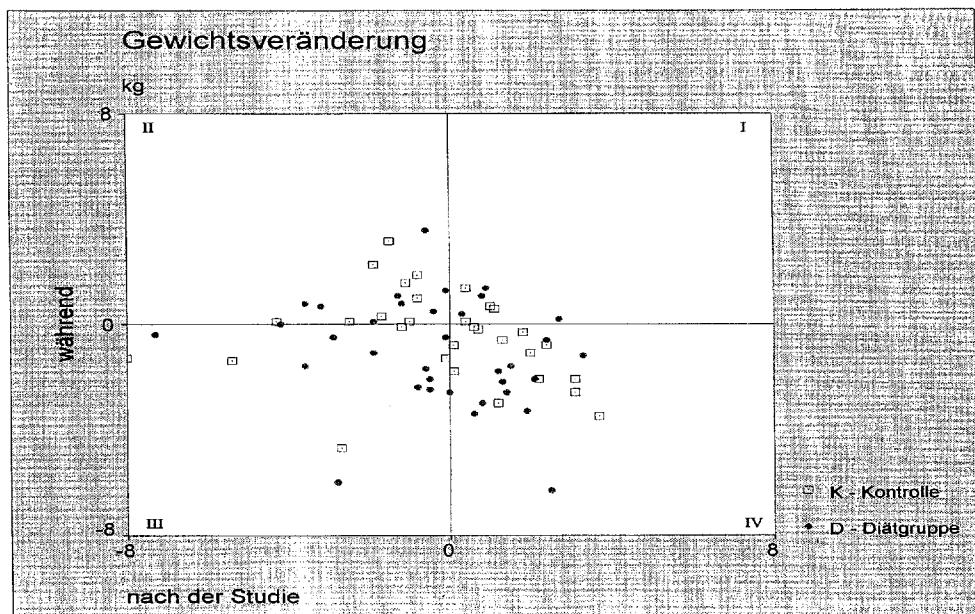


Abb. 3 Beziehung zwischen der Gewichtsveränderung während und nach der Studie.



Plasmalipide

Die Auswertung der Blutfettwerte ergab keine signifikanten Veränderungen durch die unterschiedliche Nahrungs zusammensetzung in den Untersuchungsgruppen (Tab. 6). In der Kontrollgruppe war ein Anstieg des Gesamtchole sterins von durchschnittlich 0,16 mmol/l zu verzeichnen, während in der Diätgruppe fast keine Veränderung vor lag. In beiden Gruppen nahmen die Triglyceride (K: 0,13 mmol/l und D: 0,09 mmol/l) im Durchschnitt zu. Die angeführten Änderungen liegen aber im biologischen und methodischen Streubereich und lassen sich statistisch nicht absichern.

Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß der ad-libitum Verzehr fettreduzierter Produkte ohne Diätvorschriften und Energierestriktionen zu einer über einen Zeitraum von 9 Monaten anhaltenden Reduktion in der Fettaufnahme führt. Die damit einhergehend verminderte Energie zufuhr bestätigt die Hypothese, daß unter den beschriebenen Studienbedingungen keine energetische Kompensation stattfindet, das Angebot fettreduzierter Produkte zu verminderter Fett- und Energieaufnahme führt und die Protein- und Kohlenhydratzufuhr konstant bleiben.

In vielen Studien wurden bereits Untersuchungen zur Energie regulation bei verringelter Energiedichte durchge

Tabelle 5 Entwicklung des Körpergewichts (kg) im Studienzeitraum und bis zum Follow-up

	Studienbeginn	nach 1 Monat	nach 2 Monaten	nach 3 Monaten	Follow-up
Diätgruppe					
Mean	71.8	71.4	71.0	70.7	70.3
Std. Dev.	7.1	6.9	7.2	7.2	7.4
Minimum	58.2	58.1	57.3	56.9	55.7
Maximum	90.5	89.1	89.2	88.7	89.9
Gesamtannahme			1.1 kg		1.5 kg
Kontrolle					
Mean	72.7	72.6	72.6	72.2	71.9
Std. Dev.	9.2	9.1	9.2	9.4	10.0
Minimum	59.5	59.8	58.7	58.1	52.7
Maximum	91.2	93.0	93.1	93.5	92.1
Gesamtannahme			0.5 kg		0.7 kg

Tabelle 6 Veränderungen der Plasmalipide (mmol/l); (Differenz zwischen Studienende und Studienanfang); (mean \pm sd)

	Diätgruppe	Kontrollgruppe
Gesamtcholesterin	-0,01 \pm 0,64	0,16 \pm 0,60
HDL-Cholesterin	0,03 \pm 0,17	0,10 \pm 0,22
LDL-Cholesterin	-0,08 \pm 0,61	0,01 \pm 0,60
Triglyceride	0,09 \pm 0,48	0,13 \pm 0,40
Phospholipide	-0,09 \pm 0,28	-0,01 \pm 0,35

führt. Dabei wurden unterschiedliche Ergebnisse erzielt, die sowohl in methodischen Differenzen als auch in der Dauer der Experimente begründet sein können. So fanden Foltin et al. (5) eine vollständige Energiekompensation an drei aufeinanderfolgenden Tagen nach der Verabreichung einer Testmahlzeit, die im fettarmen Regime 431 kcal und im fettrichen 844 kcal enthielt. Ermittelt wurde die Kompensation an dem zusätzlichen Verzehr handelsüblicher, nicht manipulierter Lebensmittel, die mit ihrem normalen Fettgehalt den 6 (!) Probanden zur Verfügung standen. Während des Untersuchungszeitraumes von insgesamt 13 Tagen waren die Probanden in dem Forschungsinstitut stationiert, und die Nahrungsaufnahme wurde exakt kontrolliert. Auch bei einer Wiederholung dieser Studie (6) mit etwas abgewandeltem Design (3 Testmahlzeiten pro Tag auf 3 Energiestufen von 700 bis 1 700 kcal, über jeweils 2 Testtage) wurde eine energetische Adaptation erreicht und daher die Schlüffolgerung gezogen, daß die Substitution von einigen, aber nicht allen den Testpersonen verfügbaren Nahrungsmitteln durch fettreduzierte Produkte in der täglichen Kost die Energiezufuhr nicht verringert. Dies mag für diese beiden Studien ein gültiges Ergebnis sein, ist aber sicher

nicht zu extrapolieren, da das Studiendesign trotz der Vielzahl der verfügbaren Lebensmittel sehr restriktiv war. Die nur kurze Studiendauer von 12 bis 13 Tagen und die geringe Probandenanzahl lassen ein generelles Fazit nicht zu.

In den beiden oft zitierten Studien von Lissner et al. (10) und Kendall et al. (7) konnte dagegen bei verminderter Fettzufuhr eine Energiereduktion erreicht werden. Der Grund dafür könnte hier allerdings darin liegen, daß die Testpersonen nur solche Lebensmittel zur Verfügung hatten, die für das jeweilige Ernährungsregime relevant waren. Bei einer Nahrungszusammenstellung, die nur 15–20 Energieprozent Fett enthält, dürfte es schwierig sein, auch wenn die Verzehrmengen nicht begrenzt sind, mit diesen Lebensmitteln eine Energiezufuhr zu erreichen wie bei einer „Normalkost“ mit 30–35 Energieprozent Fett. Die Ergebnisse der Kendall-Studie sind vor allem in bezug auf das Studiendesign und die interne Validität zu kritisieren. Für die potentiellen Confounder Alter (22–56 Jahre) und Körpergewicht zum Studienbeginn (ohne Angaben) wurde bei der Auswertung nicht kontrolliert. Hinweise auf Powerabschätzungen und Prüfung der Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Varianzanalysen fehlen ganz. Eine unbalanzierte Gruppenzuteilung im Behandlungsregime führte zu einer nicht abschätzbaren Verzerrung durch saisonale Einflüsse auf die Studienparameter.

Ordnet man unsere Studie in den Rahmen der angeführten Arbeiten ein, so unterscheidet sie sich vor allem dadurch, daß den Probanden keinerlei Restriktionen in bezug auf ihre Nahrungszufuhr vorgegeben wurden. Die „Intervention“ bestand allein in der Bereitstellung fettreduziertes Lebensmittel für die Diätgruppe und entsprechender Lebensmittel mit üblichem Fettgehalt für die Kontrollgruppe. Mit Hilfe dieser oder auch anderer Lebensmittel konnten sich die Probanden ihren „Diätplan“

beliebig zusammenstellen. Unter derart geringfügigen Restriktionen ist eine Fettreduktion auf 36 Energieprozent (E%) in der Diätgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 43 E% (entspricht dem Bevölkerungsdurchschnitt) als Erfolg zu bewerten. Daß nicht die von der DGE empfohlenen 30 E% Fett erreicht wurden, kann damit erklärt werden, daß das aufgenommene Fett in der Diätgruppe durchschnittlich nur zu 57 % aus den fettreduzierten Lebensmitteln stammte. Eine individuelle Abweichung vom vorgeschriebenen Studiendesign kann somit nicht ausgeschlossen werden. Um die Verzehrsstruktur in der Diätgruppe zu ermitteln, wurden Quartile für den Anteil des zugeführten Nahrungsfettes aus den fettreduzierten Produkten gebildet. Die Probandinnen mit dem geringsten Verzehr fettreduzierter Produkte (1. Quartil) haben signifikant mehr Kuchen und Süßwaren gegessen als diejenigen aus dem 4. Quartil. Letztere nahmen signifikant mehr Käse und Wurst zu sich, jedoch weniger Energie (1 825 kcal) und unbedeutend mehr Fett (72 g vs. 70 g), als sich für die gesamte Gruppe im Durchschnitt ergibt. Abbildung 4 zeigt die Verzehrsstruktur in der Diätgruppe bei niedrigem und hohem Verzehr fettreduzierter Lebensmittel.

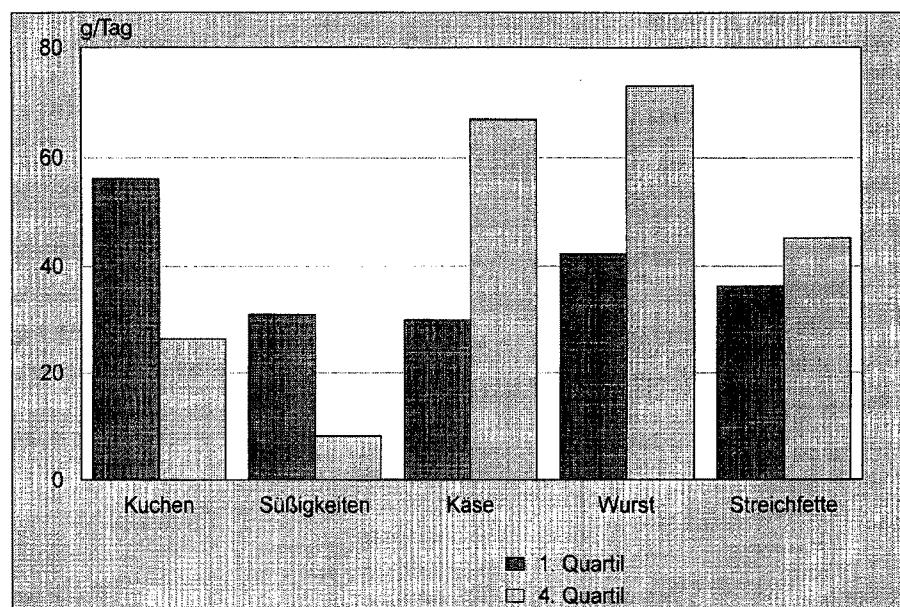
Die um 22 g in der Diät im Vergleich zur Kontrollgruppe verminderte Fettzufuhr spiegelt sich in einer geringeren Energiezufuhr von 266 kcal wider, so daß für den Bereich der hier erzielten Nährstoffrelationen eine energetische Kompensation über einen Zeitraum von 3 Monaten ausgeschlossen werden kann. Die Ergebnisse des Follow-up weisen auf einen Langzeiteffekt der Intervention hin. Zudem haben die Probandinnen der Kontrollgruppe nach Abschluß der Studienphase ebenfalls ihre Energie- und Fettzufuhr gesenkt, was als positive Auswirkung der Studienteilnahme mit einer abschließenden

Ernährungsberatung zu bewerten ist. Ihre Ernährungsweise unterscheidet sich deutlich von der einer repräsentativen Vergleichsgruppe, der Frauen aus der VERA-Studie (18) mit einem BMI zwischen 25 und 30. Diese verzehrten im Durchschnitt weniger Obst (141 g/d) und Gemüse (155 g/d) und mehr Fette (35 g/d) und Wurst (58 g/d).

Der besondere Vorzug für die Übertragbarkeit auf größere Populationen ist, daß unser Experiment unter praxisnahen Bedingungen und ohne eingreifende Änderungen des Lebensstils der Probandinnen durchgeführt wurde. Zielgruppen in der Bevölkerung sind diejenigen Personen, die, ohne genau definierte Diätpläne einhalten und Kalorien zählen zu müssen, ihren Fettkonsum reduzieren und ihr Körpergewicht kontrollieren möchten. Bei der Substitution von habituellen mit fettreduzierten Produkten kann Entbehrung, Aufwand und Gewohnheitsänderung vermieden werden. Dies stellte sich auch in einer Studie von Kristal et al. (8) heraus, die die Aufrechterhaltung einer low-fat-diet über einen Zeitraum von 16 Monaten zur Prävention von Brustkrebs untersucht hat. Eine Änderung des Lebensstils und Modifikation im Ernährungsverhalten ist somit keine zwingende Voraussetzung, eine verminderte Fettzufuhr zu erreichen und beizubehalten.

Obwohl die Gewichtsreduktion in unserer wie auch in den zitierten Studien kein Studienziel war, hat sich gezeigt, daß mit einer fettreduzierten Kost eine moderate Gewichtsabnahme einhergeht. In einer eigenen Studie (2) zum sättigenden Einfluß von Fett zeigte sich, daß 30 g verdecktes Fett in einer Testmahlzeit zum Frühstück die tägliche Energieaufnahme um durchschnittlich 1 260 kJ steigerte. Bei verringertem Fettanteil in der Nahrung war die Energiezufuhr ohne Einbuße an Sättigung gesenkt. Eine niedrige Fettzufuhr erweist sich demnach als erfolg-

Abb. 4 Verzehrmengen ausgewählter Lebensmittelgruppen von Probandinnen der Diätgruppe, die einen niedrigen (1. Quartil) bzw. einen hohen (4. Quartil) Anteil ihrer Fettzufuhr aus den fettreduzierten Produkten gedeckt haben.



versprechend für die Kontrolle des Körpergewichts.

Das Angebot fettreduzierter Produkte dürfte eine sinnvolle Ergänzung sein in dem Bestreben, in der gesamten Bevölkerung die Fettzufuhr zu senken und damit eine weitere Zunahme ernährungsabhängiger Erkrankungen zu vermeiden.

Danksagung Diese Studie wurde von dem Unilever Research Laboratory, Vlaardingen, finanziert. Die Testlebensmittel stellte die Union Deutsche Lebensmittelwerke GmbH, Hamburg, kostenlos zur Verfügung.

Die Autoren danken Frau Christine Scholz für die Durchführung der anthropometrischen Messungen, Frau Silvia Pester für die Verteilung und Verwaltung der Lebensmittel sowie für die Mitarbeit bei der Kodierung der Ernährungserhebungen und Frau Brünhild Petrack für die Blutanalysen.

Literatur

1. Bohlscheid-Thomas S, Hoting I, Boeing H, Wahrendorf J (1994) Reproducibility and validity of macronutrient intake of a food frequency questionnaire developed for the German part of the EPIC-project. *Int J Epidemiol* (in press)
2. Böse J, Seppelt B, Zunft HJF (1996) Einfluß des Fettgehalts einer Testmahlzeit auf Sättigung und Sattheit normal- und übergewichtiger Frauen. *Ernährungs-Umschau* 43:8–13
3. Flatt JP, Ravussin E, Acheson KJ, Jéquier E (1985) Effects of dietary fat on postprandial substrate oxidation and on carbohydrate and fat balances. *J Clin Invest* 76:1019–1024
4. Flatt JP (1987) The difference in the storage capacities for carbohydrate and for fat, and its implications in the regulation of body weight. *Ann NY Acad Sci* 499:104–123
5. Foltin RW, Fischman MW, Moran TH, Rolls BJ, Kelly TH (1990) Caloric compensation for lunches varying in fat and carbohydrate content by humans in a residential laboratory. *Am J Clin Nutr* 52:969–980
6. Foltin RW, Rolls BJ, Moran TH, Kelly TH, McNelis AL, Fischman MW (1992) Caloric, but not macronutrient, compensation by humans for required-eating occasions with meals and snack varying in fat and carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 55:331–342
7. Kendall A, Levitsky DA, Strupp BJ, Lissner L (1991) Weight loss on a low-fat diet: consequence of the imprecision of the control of food intake in humans. *Am J Clin Nutr* 53:1124–1129
8. Kristal AR, White E, Shattuck AL, Curry S, Anderson GL, Fowler A, Urban N (1992) Long-term maintenance of a low-fat diet: durability of fat-related dietary habits in the Women's Health Trial. *J Am Diet Ass* 92:553–559
9. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL (1994) Increasing prevalence of overweight among US adults: The National Health and Nutrition Examination Surveys 1960 to 1991. *J Am Med Assoc* 272:205–211
10. Lissner L, Levitsky DA, Strupp BJ, Kalkwarf HJ, Roe DA (1987) Dietary fat and the regulation of energy intake in human subjects. *Am J Clin Nutr* 46:886–892
11. Miller WC, Lindemann AK, Wallace J, Niederpruem M (1990) Diet composition, energy intake and exercise in relation to body fatness in men and women. *Am J Clin Nutr* 52:426–430
12. Romieu I, Willet WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sampson L, Rosner B, Hennekens CH, Speizer FE (1988) Energy intake and other determinants of relative weight. *Am J Clin Nutr* 47:406–412
13. Schutz Y, Flatt JP, Jéquier E (1989) Failure of dietary fat intake to promote fat oxidation: a factor favouring the development of obesity. *Am J Clin Nutr* 50:307–314
14. Seidell JC (1992) Obesity in Europe – Some epidemiological observations. In: Ailhaud G, Guy-Grand B, Lafontain M, Ricquier D John Libbey (eds) "Obesity in Europe 91", publ London, pp 109–112
15. Swinburn B, Ravussin E (1993) Energy balance or fat balance? *Am J Clin Nutr* 57 (suppl):766S–771S
16. Thomas CD, Peters JC, Reed GW, Abumrad NN, Sun M, Hill JO (1992) Nutrient balance and energy expenditure during ad libitum feeding of high fat and high carbohydrate diets in humans. *Am J Clin Nutr* 55:934–942
17. Tucker LA, Kano MJ (1992) Dietary fat and body fat: a multivariate study in 205 adult females. *Am J Clin Nutr* 56:616–622
18. VERA-Schriftenreihe Band III (1994) Kübler W, Anders HJ, Heeschen W, Kohlmeier M (Hrsg) *Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland*. 2. überarbeitete Auflage, S 111
19. Zunft HJF, Seppelt B (1995) Long-term effect of low-fat diet on energy intake and body weight in obese women. *FASEB Journal* Vol 9:A190