

## **Aufnahme trans-isomerer Fettsäuren – Eine Abschätzung auf Basis der Daten der nationalen Verzehrsstudie 1991**

**H. Steinhart und A. Pfalzgraf**

Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie der Universität Hamburg

### **Intake of trans-isomeric fatty acids – An update for the Federal Republic of Germany**

*Zusammenfassung:* Die Aufnahme von trans-Octadecensäuren in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) wird anhand der nationalen Verzehrsstudie abgeschätzt. Sie beträgt für Frauen 3,4 g/Person und Tag und für Männer 4,1 g/Person und Tag. Die Aufnahme ist in den letzten Jahren aufgrund veränderter Verzehrsgewohnheiten und verbesserter Technologien zurückgegangen. Hauptquellen der trans-Fettsäureaufnahme sind neben den teilgehärteten Pflanzenfetten, das Fett und die Milch der Wiederkäuer.

*Summary:* The intake of trans octadecenoic acids is estimated by a national consumption assay. The daily intake in West Germany differs between 3,4 g for women and 4,1 g for men. The consumption of trans fatty acids decreased in the last years, due to the progress in food technology and changes in nutritional habits. The main sources of trans fatty acids are partially hydrogenated vegetable fats just as well as ruminant and dairy fats.

*Schlüsselwörter:* trans-Fettsäuren, Fettverzehr, nationale Verzehrsstudie, Bundesrepublik Deutschland

*Key words:* trans fatty acids, fat intake, consumption assay, Federal Republic of Germany

### **Einleitung**

Ungesättigte Fettsäuren treten als cis- oder trans-Isomere auf. Die spezifischen Enzymsysteme von Pflanzen und Tieren synthetisieren nahezu ausschließlich die cis-Isomeren. Die trans-Isomeren entstehen als Zwischenprodukte der Fetthärtung. Die Fetthärtung in der Margarineproduktion wird technologisch mit elementarem Wasserstoff an Nickel- oder anderen Katalysatoren durchgeführt. Eine Isomerisierung der cis-Isomeren zu den trans-Fettsäuren tritt auch bei der natürlichen, mikrobiellen Härtung durch die Pansenflora der Wiederkäuer ein. Die gebildeten trans-Isomere werden in das Fettgewebe und das Milchfett der Tiere eingebaut.

---

#### *Abbreviation index:*

CoA	–	Coenzym A
FAD	–	Flavin-adenin-dinucleotid
HDL	–	High density lipoprotein
LDL	–	Low density lipoprotein

Die Aufnahme von trans-Isomeren wird bei ausreichender Versorgung mit essentiellen Fettsäuren als unbedenklich angesehen (11). Für schwangere und stillende Frauen und Säuglinge stellt Koletzko (16) jedoch die Unbedenklichkeit des Verzehrs an trans-Fettsäuren in Frage.

Aktuelle Daten über die Aufnahme trans-isomerer Fettsäuren in der Bundesrepublik Deutschland liegen nicht vor. Die bisherige Diskussion stützt sich auf die von Heckers et al. (12) auf der Basis des Ernährungsberichtes 1976 (5) berechneten Werte. Die Änderung von Ernährungsgewohnheiten und die fortschreitende Entwicklung in der Lebensmitteltechnologie machen eine Neuabschätzung der trans-Fettsäureaufnahme notwendig. Die trans-Octadecensäuren umfassen über 80 % aller trans-Isomeren in der Nahrung. Über die Gehalte der übrigen trans-Isomeren in Lebensmitteln liegen bisher zu wenig Daten vor, um sie in diese Studie mit einbeziehen zu können. Anhand der nationalen Verzehrsstudie (9) wird differenziert nach Alter und Geschlecht eine Neuabschätzung des Verzehrs trans-isomerer Fettsäuren vorgenommen.

Außerdem soll gezeigt werden, welchen Einfluß individuelle Ernährungsgewohnheiten auf die Aufnahme von trans-isomeren Fettsäuren haben.

### **Stoffwechsel der trans-isomeren Fettsäuren**

Trans-isomere Fettsäuren werden aus der Nahrung absorbiert (7). Die in menschlichen Depotfetten nachgewiesenen Gehalte an trans-Fettsäuren entsprechen weitgehend den mit der Nahrung zugeführten Mengen (12). Der Stoffwechsel der trans-isomeren Fettsäuren unterscheidet sich von dem der cis-Isomeren ungesättigter Fettsäuren. Der Einbau der trans-Octadecensäuren in die Triacylglycerine erfolgt beim Menschen bevorzugt an Position 1 und/oder 3 des Triacylglycerinmoleküls (16). Cis-isomere Fettsäuren werden demgegenüber bevorzugt in der Position 2 in das Triacylglycerin eingebaut (4). Die trans-Isomere ersetzen also nicht die Stelle der cis-Isomere, sondern die der gesättigten Fettsäuren (2), denen sie auch in ihren physikalischen Eigenschaften ähnlicher sind. Eine Ausnahme bildet die trans-Hexadecensäure, die gleichermaßen in Position 2 und 1 und/oder 3 nachgewiesen wird (16). Die trans-Hexadecensäure nimmt bereits durch ihr natürliches Vorkommen in grünen Blättern (11) eine Sonderstellung unter den trans-isomeren Fettsäuren ein.

Die trans-Isomeren der Linolsäure sind keine essentiellen Fettsäuren. Desaturierung und Kettenverlängerung können nicht in den Prostaglandinstoffwechsel einmünden. In Tierversuchen werden bei einem Mangel an essentiellen Fettsäuren die auftretenden Mangelsymptome verstärkt (30, 22).

Der Einfluß von trans-Fettsäuren auf die Aktivitäten verschiedener Enzyme des Linolsäurestoffwechsels, wie Desaturasen (3), Oxygenasen (17) oder Prostaglandinsynthetasen (19) wurde untersucht. Dabei wird eine Verminderung der Enzymaktivitäten beobachtet. Gleiche Effekte zeigen aber auch cis-Stellungsisomere der Linolsäure und gesättigte Fettsäuren.

Die trans-isomeren Fettsäuren unterliegen dem mitochondrialen Fettsäureabbau über die  $\beta$ -Oxidation (28,11). Liegt die trans-Doppelbindung auf einem geradzahligen C-Atom der Acyl-Kette, bildet sich ein 2 trans-Enoyl-CoA-Intermediat. Dieses Intermediat entsteht auch bei der  $\beta$ -Oxidation gesättigter Fettsäuren. Der dort erforderliche FAD-abhängige Acyl-CoA-Dehydrogenase-Schritt ist bei der  $\beta$ -Oxidation der trans-isomeren Fettsäuren nicht notwendig. Wenn sich die

trans-Doppelbindung auf einem ungeradzahligen C-Atom der Acylkette befindet, wird das 3 trans-Enoyl-CoA-Intermediat mit annähernd gleicher Geschwindigkeit durch die 3-2t Enoyl-CoA-Isomerase zum 2 trans-Enoyl-CoA-Zwischenprodukt umgelagert, wie das entsprechende 3 cis-Enoyl-CoA-Intermediat (29).

In bezug auf den Cholesterinspiegel zeigen die trans-Fettsäuren ein den gesättigten Fettsäuren ähnliches Verhalten. Durch trans-fettsäurereiche Diäten wird bei Zuführen von 22 bzw. 33 g/Tag und Person eine Erhöhung des LDL- und eine Absenkung des HDL-Cholesterinspiegels beobachtet (18, 32). Die Erhöhung des LDL-Cholesterinspiegels durch die trans-fettsäurereiche Diät liegt in der gleichen Größenordnung wie bei einer Vergleichsgruppe, die eine stearinsäurereiche Diät erhält. Die Absenkung des HDL-Cholesterinspiegels ist bei der trans-fettsäurereichen Diät etwas deutlicher ausgeprägt.

### **Abschätzung der Aufnahme trans-isomerer Fettsäuren**

Die nationale Verzehrsstudie (9) liefert u.a. differenziert nach Lebensmittelgruppen, Alter und Geschlecht Daten über den Fettkonsum in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer). Als Basis dienen 7tägige Verzehrsprotokolle von 24632 Bürgern. Durch den Einsatz von Verzehrsprotokollen unterscheidet sich die nationale Verzehrsstudie (9) von den regelmäßig erscheinenden Ernährungsberichten der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. Die in den Ernährungsberichten genannten Verzehrsmengen sind unter Berücksichtigung empirischer Korrekturfaktoren aus Verkaufsstatistiken berechnet. Die verkauften, aber wegen Verderb, Zubereitungsverlusten und sonstigen Gründen nicht verzehrten Lebensmittelmengen können in den Ernährungsberichten nur geschätzt werden. Die Verzehrsprotokolle erlauben dagegen eine direkte Bestimmung der tatsächlich verzehrten Mengen einzelner Lebensmittel. Damit ist eine genauere Abschätzung der Aufnahme einzelner Nährstoffe möglich.

Die Gehalte an trans-isomeren Fettsäuren in einzelnen Lebensmitteln wurden von mehreren Arbeitsgruppen untersucht (8, 12, 14, 15, 20, 26, 27). Die Untersuchungen unterscheiden sich erheblich in den analytischen Methoden und der Darstellung der Ergebnisse. Darüber hinaus sind die Gehalte an trans-Fettsäuren in Lebensmitteln regional unterschiedlich. Einige Arbeitsgruppen (8, 12, 20) geben die Gehalte als trans-Octadecensäuren an. Trans-Isomere kürzerer oder längerer Fettsäuren können sie nur in Spuren nachweisen.

Als Rechengröße zur Abschätzung der trans-isomeren Fettsäuren in der Nahrung werden die in Tab. 1 angegebenen trans-Octadecensäuregehalte in den verschiedenen Fetten verwendet.

Tab. 1. Gewichtsprozent trans-Octadecensäure in verschiedenen Fetten

Fettherkunft	Gew. % C18t
Butter	4
Margarine	10
Pflanzenöl	—
sonst. pfl. Fett	20
Milchprodukte	4
Rindfleisch	4
Schweinefleisch	0,5
Süßwaren	5
Backwaren	5

Die trans-Octadecensäuregehalte in Margarine sind qualitätsabhängig. Einfache Margarinen mit in der Regel höheren Gehalten an teilgehärteten Fetten weisen Gehalte von 10 % oder mehr, Markenmargarinen Gehalte von ca. 5 % auf (23). Diätmargarinen enthalten keine teilgehärteten Fette und sind deshalb praktisch frei von trans-Isomeren.

Auch pflanzliche Öle können in Folge thermischer Belastung bei der Dämpfung trans-Isomere enthalten (1). Diese geringen Gehalte können vernachlässigt werden. In der Gruppe der Back-, Brat- und Fritierfette finden sich sowohl Fette mit sehr hohen Gehalten an trans-Isomeren als auch nicht gehärtete Pflanzenfette. Die Gehalte an trans-Isomeren schwanken zwischen 0–30 %. Problematisch ist auch die Abschätzung eines durchschnittlichen trans-Fettsäuregehalts in den Gruppen der Süßwaren und der Brot- und Backwaren. Neben dem Kakaofett enthalten diese Erzeugnisse Butter und mehr oder weniger gehärtete Pflanzenfette. Die Vielfalt des Sortiments erlaubt nur eine Abschätzung anhand einiger Stichproben (8). Die Gehalte im Fleisch und im MilCHFett sind von der Fütterung abhängig (14). Daraus können sich regionale und saisonale Unterschiede ergeben. Die in Tabelle 1 dargestellten und für die weiteren Berechnungen verwendeten Werte sind aus den Literaturdaten und eigenen Untersuchungen (21) gewichtete Plausibilitätsschätzungen.

Für die Berechnung der trans-Isomeren im Fleisch und in Fleischwaren wird ein Verhältnis Rind-+Kalb-/Schweinefleisch von 27/73 zugrunde gelegt (31). Aufgrund des höheren Fettgehaltes von Schweinefleisch (13 % Fett) gegenüber Kalb-(5,6 % Fett) und Rindfleisch (9,2 % Fett) (25) wird mit einem Verhältnis Kalb-+Rinder-/Schweinefett von 20/80 gerechnet. Als Rechengröße für den Gehalt an trans-Octadecensäuren in Fleisch und Fleischwaren ergibt sich damit ein durchschnittlicher Gehalt von 1,2 %. Andere Fleischarten wie Geflügel-, Schaf-, Wild- oder Pferdefleisch werden mit ihren Gehalten an trans-Isomeren nicht berücksichtigt.

Exemplarisch wird für die Gruppe der Frauen zwischen 19 und 35 Jahren neben der trans-Octadecensäureaufnahme auch die Linolsäureaufnahme kalkuliert. Es wird gezeigt, welche einfachen individuellen Möglichkeiten bestehen, die Aufnahme von trans-Octadecensäuren und Linolsäure durch die Wahl des Streichfettes zu beeinflussen. Die sich bei ausschließlicher Verwendung bestimmter Streichfette ergebenden Gehalte an trans-Octadecensäuren und Linolsäure werden berechnet und mit der durchschnittlichen Aufnahme dieser Fettsäuren verglichen. Der aus den anderen Fetten (Nichtstreichfetten) stammende Anteil der Linolsäure wird über die Gehalte der Linolsäure in den Fetten einzelner Lebensmittelgruppen (6) und deren Anteil an der Ernährung der Frauen (9) bestimmt.

## Ergebnisse

Tab. 2 zeigt für Frauen, Tab. 3 für Männer die tägliche Aufnahme an Fett aus trans-fettsäurehaltigen Lebensmitteln und die geschätzten Mengen an aufgenommenen trans-Octadecensäuren. Frauen nehmen im Mittel 3,4 g/Tag, Männer 4,1 g/Tag trans-Octadecensäuren auf. Bezogen auf die Fettaufnahme beträgt der trans-Octadecensäureanteil in der Nahrung bei Frauen 3,6 % und bei Männern 3,5 %.

Tab. 2. Durchschnittliche Fettaufnahme in Gramm (g) pro Tag für weibliche Personen verschiedener Altersgruppen und geschätzter Anteil trans-Octadecensäuren

	4-6 Jahre		7-9 Jahre		10-12 Jahre		13-14 Jahre		15-18 Jahre		19-35 Jahre		36-50 Jahre		51-65 Jahre		> 65 Jahre			
Lebensmittelgruppe	gesamt	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett		
Butter	14,8	0,59	0,37	11,1	0,44	11,4	0,46	12,6	0,50	11,8	0,47	13,5	0,54	14,7	0,59	16,7	0,67	18	0,72	
Käse, Quark	5,6	0,22	0,11	3,3	0,13	3,5	0,14	4,1	0,16	4,5	0,18	6,4	0,26	6,1	0,24	5,8	0,23	5,3	0,21	
Milch, weitere Milchprod.	8,2	0,33	0,47	13	0,52	12,1	0,48	10,9	0,44	9,4	0,38	8,4	0,34	7,2	0,29	7,2	0,29	7,3	0,29	
Fleisch	10	0,12	0,06	6,8	0,08	9	0,11	11	0,13	9,6	0,12	10	0,12	11	0,13	10,4	0,12	9,8	0,12	
Fleischwaren	16,5	0,20	0,13	14,4	0,17	15,9	0,19	18,7	0,22	15,6	0,19	15,7	0,19	16,7	0,20	17,9	0,21	16,7	0,20	
sonst. tier. Fette	1,5	0,02	0,01	1,2	0,01	1,1	0,01	1,5	0,02	1,3	0,02	1,4	0,02	1,6	0,02	1,7	0,02	1,5	0,02	
Margarine	7,5	0,75	0,58	6,6	0,66	8	0,8	7,5	0,75	7,4	0,74	7,2	0,72	6,7	0,67	8,5	0,85	7,9	0,79	
Speiseöl	4,9	0	0	4	0	4,4	0	5	0	5	0	5,6	0	5,2	0	4,7	0	4,4	0	
sonst. pflanzl. Fette	2,6	0,52	0,32	2,1	0,42	2,4	0,48	2,9	0,58	2,3	0,46	2,5	0,5	2,7	0,54	2,7	0,54	2,7	0,54	
Süßwaren	3	0,15	0,32	6,7	0,34	6,6	0,33	6,2	0,31	5,9	0,30	3,8	0,19	2,1	0,11	1,7	0,09	1,4	0,07	
Brot- und Backwaren	9,1	0,46	7	0,35	8	0,40	9,1	0,46	7,9	0,40	8,4	0,42	9,1	0,46	9	0,45	9,6	0,48	9,3	0,47
sonstige	9,8	0	0	8,2	0	9	0	9	0	9,7	0	11,8	0	11,5	0	10,6	0	9,7	0	
Gesamtaufnahme	93,5	3,36	2,72	85,4	3,18	92,5	3,46	97,3	3,51	90,9	3,26	95,4	3,32	94,5	3,24	97,5	3,50	94	3,43	

Tab. 3. Durchschnittliche Fettaufnahme in Gramm (g) pro Tag für männliche Personen verschiedener Altersgruppen und geschätzter Anteil trans-Octadecensäuren

	4-6 Jahre		7-9 Jahre		10-12 Jahre		13-14 Jahre		15-18 Jahre		19-35 Jahre		36-50 Jahre		51-65 Jahre		> 65 Jahre	
Lebensmittelgruppe	gesamt	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett	gC18t	g Fett
Butter	17,4	0,70	0,38	12,6	0,50	13,5	0,54	16,1	0,64	17,5	0,70	17,2	0,69	17,5	0,70	18,9	0,76	20,5
Käse, Quark	6,6	0,26	0,15	3,5	0,18	3,9	0,20	4,6	0,23	5,5	0,28	7,5	0,38	7,5	0,38	6,7	0,34	6,7
Milch, weitere Milchprod.	8,8	0,35	0,52	13,3	0,53	13,7	0,55	13,4	0,54	13,4	0,54	7,4	0,30	7,4	0,30	7,3	0,29	7,7
Fleisch	13	0,16	0,07	7,2	0,09	9,5	0,11	11,1	0,13	13,4	0,16	14,5	0,17	14,5	0,17	13,5	0,16	12
Fleischwaren	26	0,31	0,15	15	0,18	18,9	0,23	21,9	0,26	25,4	0,30	28,6	0,34	28,6	0,34	28,2	0,34	24,5
sonst. tier. Fette	2	0,02	0,01	1,2	0,01	1,6	0,02	1,9	0,02	1,9	0,02	2,1	0,02	2,1	0,02	2,4	0,02	2
Margarine	9,8	0,98	0,59	6,9	0,69	8	0,80	8,7	0,87	8,9	0,89	9,8	0,98	9,7	0,97	11,5	1,15	10,6
Speiseöl	5,7	0	0	4,2	0	4,7	0	5	0	5,4	0	6,7	0	5,9	0	5,3	0	5,2
sonst. pflanzl. Fette	3,2	0,64	0,36	2,4	0,48	2,8	0,58	2,9	0,58	3,1	0,62	3,3	0,66	3,3	0,66	3,2	0,64	3,2
Süßwaren	3,7	0,19	0,32	6,9	0,35	7,6	0,38	9,9	0,50	7,4	0,37	4,3	0,22	2,3	0,12	1,7	0,09	1,3
Brot- und Backwaren	10	0,50	0,40	8,7	0,44	9,9	0,50	11	0,55	10	0,50	10,3	0,52	9,8	0,49	10,4	0,52	10,5
sonstige	10,6	0	0	9,4	0	9,4	0	10,7	0	12,6	0	13,3	0	12,5	0	11,9	0	10,9
Gesamtaufnahme	117	4,11	2,95	91,3	3,44	104	3,88	117	4,32	125	4,38	125	4,27	121	4,15	121	4,30	115

Aufgeschlüsselt nach Altersgruppen ergeben sich geringe Unterschiede bezüglich der trans-Octadecensäuregehalte in der Nahrung. Kinder und ältere Menschen nehmen relativ mehr trans-Isomere zu sich als Menschen mittleren Alters. Bei Kindern ist der deutlich höhere Anteil an Milch, Milchprodukten und Süßwaren für Gehalte von ca. 3,8 g verantwortlich. Bei älteren Menschen liegt die Ursache in einem relativ höheren Butter- und Margarineverzehr.

Der Anteil der aus technologisch gehärteten Pflanzenfetten aufgenommenen trans-Isomeren entspricht dem aus tierischen, mikrobiell gehärteten Fetten stammenden Anteil.

Individuelle Ernährungsgewohnheiten haben einen starken Einfluß auf die Aufnahme trans-isomerer Fettsäuren. Die Tab. 4 zeigt exemplarisch für Frauen zwischen 19 und 35 Jahren die Unterschiede in der Aufnahme von trans-Isomeren und Linolsäure, die allein durch den Konsum verschiedener Streichfette entstehen können. Die Linolsäureaufnahme liegt zwischen 11 g bei der alleinigen Verwendung von Butter und 20,2 g bei der Verwendung von Diät-Margarine. Die Aufnahme von trans-Octadecensäure bewegt sich zwischen 2,1 g bei Diätmargarine und 4,1 g bei der ausschließlichen Verwendung von einfachen Margarinesorten.

Tab. 4. Durchschnittliche Zufuhr von Fett, trans-Octadecensäure und Linolsäure in Gramm (g) pro Person und Tag für Frauen zwischen 19 und 35 Jahren und individuell mögliche Zufuhr bei ausschließlicher Verwendung bestimmter Streichfette

	durchschnittl. Zufuhr			mögliche Zufuhr bei alleiniger Verwendung von:					
				Butter		Diätmargarine		Margarine	
	gFett	gC18t	gC18:2	gC18t	gC18:2	gC18t	gC18:2	gC18t	gC18:2
Streichfett	20,7	1,26	1,9	0,83	0,37	0	9,58	2,07	4,76
übrige Fette	74,7	2,06	10,61	2,06	10,61	2,06	10,61	2,06	10,61
Gesamt	95,4	3,32	12,51	2,89	10,98	2,06	20,19	4,13	15,37

Die durchschnittliche Aufnahme von trans-Octadecensäure beträgt bei Frauen zwischen 19 und 35 Jahren 3,5 % der Fettaufnahme. Allein durch Variation der verwendeten Streichfette kann dieser Wert bei sonst gleicher Ernährung zwischen 2,2 % und 4,3 % schwanken.

## Diskussion

Eine genaue Berechnung der trans-Fettsäureaufnahme ist nicht möglich, da die Gehalte an trans-Isomeren in einzelnen Lebensmittelgruppen in mehr oder weniger weiten Bereichen schwanken. Die Hauptquellen der trans-Isomeren sind aber mit einer Vielzahl von Analysen untersucht, die eine Abschätzung der Gehalte ermöglichen. Die im Milchfett von stillenden deutschen Müttern gefundenen trans-Octadecensäuregehalte liegen bei 3,3 % (16). Dieser Wert stimmt mit dem hier geschätzten trans-Octadecensäuregehalt in der Nahrung bei Frauen zwischen 19 und 35 Jahren gut überein und kann als Bestätigung der Abschätzung herangezogen werden.

Die Aufnahme von trans-Fettsäuren in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) liegt niedriger als 1976. Heckers et al. (12) haben auf der Basis des

Ernährungsberichtes von 1976 (5) eine tägliche Aufnahme von 4,5 g trans-Octadecensäuren bei Frauen und 5,4 g bei Männern pro Person und Tag in der Bundesrepublik geschätzt. Der Rückgang ist im wesentlichen auf einen geringeren Fettverzehr zurückzuführen. Die deutliche Abnahme des Fettverzehrs gibt nur bedingt Änderungen des Ernährungsverhaltens wieder. Direkte Vergleiche zwischen den im Ernährungsbericht 1976 (5) angegebenen, auf Verkaufsstatistiken basierenden Werten und den Daten der Verzehrsstudie (9) sind nicht möglich.

Die Produktentwicklung in der Margarineindustrie hat zu einem weiteren Rückgang der trans-Fettsäuregehalte in der Ernährung geführt. Dies hat, verbunden mit einer Änderung der Ernährungsgewohnheiten, dazu beigetragen, daß nicht nur die absolut verzehrten Mengen an trans-Isomeren zurückgegangen sind. Auch relativ zum Gesamtfett ist der Anteil der trans-Isomeren von ca. 4 % auf 3,6 % gefallen. Bei älteren Menschen spielen die veränderten Ernährungsgewohnheiten eine geringere Rolle. Der trans-Octadecensäureanteil in der Nahrung liegt bei dieser Personengruppe etwas höher.

Die Versorgung mit Linolsäure liegt für Frauen zwischen 19 und 35 Jahren mit 12,5 g/Tag in der Regel über dem als Zufuhr empfohlenen Wert von 10 g/Tag (6). Ein Linolsäuremangel ist bei dieser Versorgung auch bei einem erhöhten Bedarf in der Schwangerschaft und Stillzeit nicht zu erwarten, da im Fettgewebe größere Mengen an Linolsäure gespeichert werden können. Voraussetzung für eine ausreichende Versorgung mit Linolsäure ist eine ausgewogene Ernährung unter Berücksichtigung pflanzlicher Öle bzw. Margarine.

Trans-Fettsäuregehalte von 5 % und höher zeigen in Tierversuchen bei Dekkung des Linolsäurebedarfs keine toxischen Effekte (30). Auch beim Menschen können bisher keine eindeutigen kausalen Beziehungen zwischen dem trans-Fettsäuregehalt in der Nahrung und gesundheitlichen Störungen nachgewiesen werden. Die beim Menschen beobachtete Abhängigkeit des Cholesterinspiegels von dem Gehalt an trans-Isomeren bestand bei Verhältnissen von trans-Isomeren zu Linolsäure in der Diät von 20:1 (32) bzw. 2,6:1 (18). Derartige Verhältnisse unterscheiden sich von der tatsächlichen Ernährungssituation.

Wie die Linolsäureaufnahme kann die aufgenommene Menge an trans-Octadecensäuren durch individuelle Ernährungsgewohnheiten in einem weiten Bereich schwanken. Eine deutliche Senkung der Zufuhr ist durch den Konsum von Diätfetten anstelle von einfacher Margarine oder Butter möglich. Mit dem Ersatz teilgehärteter Back-, Koch- und Fritierfette durch nicht gehärtete, pflanzliche Öle kann die trans-Fettsäureaufnahme weiter reduziert und die Linolsäurezufuhr erhöht werden. Eine weitere Möglichkeit, die Aufnahme an trans-Fettsäuren zu vermindern ohne auf andere wichtige Nährstoffe verzichten zu müssen, ist der Verzehr von fettreduzierten Milchprodukten.

Eine speziell auf das Vermeiden von trans-Isomeren ausgerichtete Diät ist bei gesunden Menschen nicht erforderlich. Die trans-Isomeren weisen ähnliche physiologische Eigenschaften auf wie gesättigte Fettsäuren (24). Personen, die die Zufuhr gesättigter Fettsäuren reduzieren müssen, sollten auch eine Reduzierung der Zufuhr trans-isomerer Fettsäuren vornehmen. Dies betrifft vor allem Personen mit einem erhöhten LDL-Cholesterinspiegel.

Eine undifferenzierte Betrachtung von Fetten nach ihrem Gehalt an gesättigten und ungesättigten Fettsäuren kann zu einer falschen Beurteilung hinsichtlich ihres Effekts auf den Cholesterinspiegel führen. Cis-Isomere tragen zu einer Senkung, trans-Isomere zu einer Erhöhung des LDL-Cholesterinspiegels bei (18, 32).

Es ist anzustreben, die Gehalte an trans-isomeren Fettsäuren in Lebensmitteln in allgemein zugänglichen Nährwerttabellen zu dokumentieren. Hier besteht zur Zeit Unsicherheit, inwieweit veröffentlichte Daten über Linol- und Ölsäuregehalte die trans-Isomeren mit einbeziehen. Neue Untersuchungen zum trans-Fettsäuregehalt verschiedener Lebensmittel in der Bundesrepublik Deutschland werden in Kürze publiziert (21).

Die Bevorzugung ungesättigter Fettsäuren hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Cholesterinspiegel hat in den USA mit dazu beigetragen, Fette mit einem geringen Gehalt an gesättigten Fettsäuren anzubieten, die die nötige Härte durch hohe Anteile an einfach ungesättigten trans-Isomeren erhalten (10, 13). Ein weiterer Grund für den in den USA deutlich höheren Konsum von 8 g/Tag an trans-Isomeren (13) ist in der weiten Verbreitung von Sojaprodukten zu vermuten. Sojaöl führt als Ausgangsprodukt der Fetthärtung zu Fetten mit einem höheren Anteil trans-Isomerer, als Öle mit geringeren Linolsäureanteilen, wie die in Deutschland viel verwendeten Sonnenblumen- und Rapsöle.

#### Literatur

1. Ackmann RG, Hooper SN, Hooper DL (1974) *J Am Oil Chem Soc* 51:42–49
2. Blomstrand R, Dizfalusy U, Sisfontes L, Svensson L (1985) *Lipids* 20:283–295
3. Brenner RR, Peluffo RO (1969) *Biochim Biophys Acta* 176:471–479
4. Brockerhoff H (1970) *Lipids* 6:942–956
5. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1976) Ernährungsbericht 1976, Frankfurt/M.
6. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (1984) Ernährungsbericht 1984, Frankfurt/M.
7. Emken EA, Rohwedder WK, Adlof RO, De Jarlais WJ, Gulley RM (1986) *Lipids* 21:589–595
8. Enig MG, Pallansch LA, Sampugna J, Keeney M (1983) *J Am Oil Chem Soc* 60:1788–1795
9. Gesellschaft für Konsum und Absatzforschung AG Gesundheitsforschung & Co.KG, Ernährungsforschung (1991) Sonderanalyse der nationalen Verzehrsstudie, Nürnberg
10. Grundy SM (1990) *N Engl J Med* 323:480–481
11. Gurr MI, Harwood JL (1991) *Lipid Biochemistry*, fourth edition. Chapman and Hall, London New York Tokyo Melbourne Madras
12. Heckers H, Melcher FW, Dittmar K (1979) *Fette Seifen Anstrichmittel* 81:217–226
13. Hunter JE, Applewhite TH (1991) *Am J Clin Nutr* 54:363–369
14. Kaufmann HP, Mankel G (1964) *Fette Seifen Anstrichmittel* 66:6–13
15. Kochar SP, Matsui T (1984) *Food Chemistry* 13:85–101
16. Koletzko B (1991) *Die Nahrung* 35:229–282
17. Lawson LD, Holman RT (1981) *Biochim Biophys Acta* 665:60–65
18. Mensink RP, Katan MB (1990) *N Engl J Med* 323:439–445
19. Nugteren DH (1970) *Biochim Biophys Acta* 210:171–176
20. Parodi RW (1976) *J Dairy Science* 59:1870–1873
21. Pfalzgraf A, Steinhart H (1993) Publikation in Vorbereitung
22. Privett OS, Phillips S, Shimasaki H, Nozawa T, Nickell EC (1977) *Am J Clin Nutr* 30:1009–1017
23. Ragotzky K (1991) persönliche Mitteilung, Hamburg
24. Ritter MM, Richter WO (1992) *Fortschr Med* 110:205–207
25. Seuß I, Honikel KO (1989) *AID-Verbraucherdienst* 34:47–56
26. Slover HT, Thompson RH Jr, Davis CS, Merola GV (1985) *J Am Oil Chem Soc* 62:775–786
27. Sommerfeld M (1983) *Prog Lipid Research* 22:221–233
28. Stoffel W, Caesar H (1965) *Hoppe-Seyler's Ztschr Physiol Chem* 341:76–83
29. Stoffel W (1991) persönliche Mitteilung, Köln
30. Zevenbergen JL (1987) In: Galli C, Fedeli E (Hrsg) *Fat Production and Consumption*. Plenum Publishing Corporation, New York, S. 151–177



31. ZMP, Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V. (1990) Agrarmärkte in Deutschland, Bonn Bad Godesberg  
32.. Zock PL, Katan MB (1992) J Lipid Res 33:399–410

Eingegangen 25. April 1992

akzeptiert 13. August 1992

Für die Verfasser:

Prof. Dr. Dr. Hans Steinhart, Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie der Universität Hamburg, Grindelallee 117, 2000 Hamburg 13