

13. Kapitel

Gehalt an Linolsäure und trans-Octadecensäuren in Milchfett unterschiedlich wärmebehandelter Milch

D. Precht, J. Molkentin und E. Schlimme

1. Einleitung

Die Bedeutung von ungesättigten Fettsäuren in der Ernährung des Menschen wird seit Jahrzehnten intensiv diskutiert. Seit Beginn der 90er Jahre traten aufgrund von Diätstudien (1-5) sowie von epidemiologischen Untersuchungen (6,7) vor allem die trans-Fettsäuren in den Vordergrund der Erörterung, da aufgrund der vorgenannten Studien potentielle Risiken für die Gesundheit des Menschen im Zusammenhang mit einer höheren Zufuhr der trans-isomeren Fettsäuren gesehen werden. Vor diesem Hintergrund sind die besonderen Bemühungen um eine analytische Zugänglichkeit der trans-Fettsäuren mit Hilfe verschiedener Methoden zu sehen, die in den vergangenen Jahren die relevante Literatur bestimmen und über die in verschiedenen Übersichtsarbeiten berichtet wurde (8, und zitierte Literatur).

Die vorliegende Arbeit berichtet nun erstmals über den Gehalt an Linolsäure und von trans-Octadecensäuren des Milchfettes in unterschiedlich wärmebehandelter Milch, wobei darauf hinzuweisen ist, daß die Veränderung des Spektrums an ungesättigten Fettsäuren in Abhängigkeit von der Prozeßtemperatur und der Heißhaltezeit in wärmebehandelter Milch vor allem durch oxidative Prozesse verursacht ist. Dabei ist aber auch zu bedenken, daß durch Hitzebehandlung der Milch Sulfhydrylgruppen freigesetzt werden, die oxidationshemmende Wirkung haben (9).

2. Material und Methoden

Alle Milchfette wurden nach der Methode von Röse-Gottlieb aus der Milch isoliert. Zur Messung der Fettsäuren wurden 10 %ige Fettlösungen (Fett in n-Heptan) angesetzt und eine Umesterung zu Fettsäuremethylestern nach einem modifizierten Verfahren (10) in Anlehnung an Christopherson und Glass (11) durchgeführt. Die Fettsäuremethylester wurden im isothermen Betrieb (175 °C) auf einem Chrompack CP9001 Gaschromatographen mit Splitinjektor und Flammenionisationsdetektor unter Verwendung einer 100 m x 0,25 „fused silica“-Kapillarsäule CP-Sil 88 (100 % Cyano-Propyl-Polysiloxan, i.D. = 0,2 µm) analysiert. Die Injektor- und Detektortemperaturen betragen 255 °C. Als Trägergas fand Wasserstoff mit einem Säulenvordruck von 160 kPa (0,6 ml/min) Verwendung. Das Splitverhältnis betrug 1:100. Eingespritzt wurden 0,5 µl einer 1 %igen Lösung (n-Heptan als Lösungsmittel).

Die Zuordnung der *trans*-C18:1-Isomere erfolgte wie früher beschrieben (12, 13). Um das Gesamtfettsäurenspektrum einschließlich aller kurzkettigen Fettsäuren (ca. 70 Komponenten) zu erhalten, wurde bei einer Ofenanfangstemperatur von 45 °C (1 min isotherm) mittels der „hot injection technique“ injiziert und dann die Ofentemperatur mit 5 °C/min bis 225 °C erhöht. Es erfolgte anschließend für 15 min ein isothermer Betrieb. Die Kalibrierung der einzelnen Fettsäuren wurde mit Hilfe eines in seiner Zusammensetzung dem Milchfett angeglichenen Testgemisches aus den Fettsäuremethylestern der Hauptfettsäuren ausgeführt. Die Kalibrierung des isotherm erhaltenen Spektrums im Bereich C18/C18:1 erfolgte anhand der kalibrierten Stearinsäure (C18) des mit dem Temperaturprogramm erhaltenen Gesamtspektrums. Hiermit konnten die *trans*-C18:1-Fettsäuren *trans* Δ4, Δ5, Δ6-8, Δ9, Δ10, Δ11, Δ12 und Δ15 bestimmt werden. *Trans* Δ13-14 und *trans* Δ16 wurden von den *cis*-C18:1-Fettsäuren *cis* Δ6 bzw. *cis* Δ14 überlagert. Von den beiden Peakkombinationen *trans* Δ13-14/*cis* Δ6 bzw. *trans* Δ16/*cis* Δ14 wurden deshalb mittlere *cis*-Anteile von 0,05 bzw. 0,10 % abgezogen (14), um die reinen *trans*-Anteile mit genügender Genauigkeit zu erhalten. Alle prozentualen Angaben von *trans*-Fettsäurenanteilen am Gesamtfettsäurenspektrum erfolgen in Gewichtsprozent. Die quantitativen Analysen wurden mit einem HP 3365 ChemStation-Integrationsystem (Hewlett-Packard) durchgeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die Anteile der verschiedenen *trans*-C18:1-Positionsisomere *trans* Δ4, Δ5, Δ6-8, Δ9, Δ10, Δ11, Δ12, Δ12, Δ13-14, Δ15 und Δ16 sowie der Gesamt-C18:1-Fettsäuren wiedergegeben. Weiterhin sind in Tabelle 2 die Anteile der Hauptfettsäuren aller untersuchten Milchfette aufgelistet.

Von den untersuchten Milchfettproben stammte die Milch bei den Versuchen ST 2.0 - 2.4, HE 0.3 - 5.3, HE 0.4 - 5.4, HE 1.5 - 5.5 aus der Winterfütterungsperiode der Kühe, bei den Versuchen PT 1.1 - 2.3, PT 3.1 - 3.3, UT 1.1 - 1.4 und RUT 1.1 - 1.4 aus der Sommerfütterungsperiode. Dementsprechend treten, wie aus Tabelle 1 hervorgeht, bei den ersteren Proben (Winterfett) *trans*-C18:1-Gesamtanteile von 2,4 - 3,8 % auf, bei den letzteren Proben (Sommerfett) dagegen fast doppelt so hohe Anteile von 6,1 - 6,8 %. Parallel mit dem Anstieg der *trans*-Fettsäuren geht auch ein Anstieg der Gesamt-C18:1-Fettsäuren von ca. 19-20 % auf ca. 26-28 % sowie ein Abfall der Palmitinsäureanteile (C16) von 32-34 % auf 23-24 % einher. Starke Korrelationen zwischen den *trans*-Octadecensäure- und den Ölsäureanteilen konnten schon früher von uns festgestellt werden (15). Sie hängen mit dem hohen Gehalt an mehrfach ungesättigten C18-Säuren des Weidefutters - nämlich der Linolen- und der Linolsäure - zusammen, die hier insgesamt bis zu 75 % ausmachen. Infolge von Hydrierungsvorgängen im Pansen resultiert aus den mehrfach ungesättigten Fettsäuren neben der Stearinsäure zwar ein hoher Ölsäure- aber auch ein höherer *trans*-Fettsäuren-Anteil.

Die Proben der Versuchsserie ST 2.1 - 2.4 (ST 2.X, Abb. 1, 2) deuten auf eine besondere Fettzusammensetzung hin, da der Gesamt-C18:1-Anteil mit ca. 28 % -

29 % besonders hohe Werte aufweist und auf ein Milchfett aus der Sommerfütterungsperiode schließen läßt. Andererseits liegt der Anteil an Gesamt-trans-C18:1-Fettsäuren im Bereich der Milchfette aus der Winterfütterungsperiode. Dieser Befund deutet auf eine Unterfütterung der Milchtiere hin. Aufgrund früherer Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß eine Unterfütterung anhand der Triglyceridzusammensetzung angezeigt werden kann, wenn die Differenz der Triglyceride C52 und C54 über 6 % liegt (16). Eine Triglyceridanalyse der Milchfette der Versuchsreihe ST 2.1 - 2.4 (ST 2.X, Abb. 1, 2) zeigte in der Tat für diese Differenz Werte von ca. 6,3%. Die festgestellte Unterfütterung beruht auf der extrem warmen Witterungsperiode (Juni/Juli 1995), in der die Kühe nur wenig Gras gefressen haben. Eine derartige Milch kann in vielfacher Hinsicht veränderte kompositionelle Eigenschaften aufweisen, die die Qualitätseigenschaften von Milchprodukten (z.B. schlechtere Schlagrahmqualität mit Fettkragenbildung) oder auch die Strukturen bzw. die physikalische Beschaffenheit von Milchbestandteilen (z.B. größere, instabile Fettkügelchen) betreffen.

Zur Veranschaulichung der Daten sind in Abbildung 1 die trans-C18:1-Gesamtanteile sowie in Abbildung 2 die Linolsäuregehalte der verschiedenen Meßreihen dargestellt. Auffällig erscheint bei dem Versuch HE 1.4 - 5.4 (HE X.4, Abb. 1, 2) der mit zunehmender Wärmebelastung einhergehende Abfall des trans-Fettsäuregehaltes zu sein. Ein entsprechender Abfall deutet sich auch bei den Versuchen UT1.1 - 1.4 (UT 1.X, Abb. 1, 2) sowie RUT1.1 - 1.4 (RUT 1.X, Abb. 1, 2) an. Allerdings sei darauf hingewiesen, daß der vermeintliche Abfall der trans-Gehalte beim Versuch HE 1.4 - 5.4 (HE X.4, Abb. 1, 2) praktisch ausschließlich auf der Abnahme von trans $\Delta 5$ beruht, wobei beim Ausgangsfett ein unnatürlich hoher trans $\Delta 5$ - Anteil zu verzeichnen ist. Es ist allerdings nicht gänzlich auszuschließen, daß es sich hierbei um einen bisher unbekanntem Peak handelt, der sich mit gleicher Retentionszeit dem eigentlichen trans $\Delta 5$ - Peak überlagert hat; diese Aussage bedarf allerdings weiterer Abklärung.

Bezüglich des Linolsäuregehalts scheint nur in der Versuchsserie HE 1.4 - 5.4 (HE X.4, Abb. 1, 2) ein allerdings deutlicher Abfall aufzutreten. Bei allen anderen Versuchsserien sind keine Regelmäßigkeiten im Profil der untersuchten ungesättigten Fettsäuren zu erkennen.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die vorliegende Studie macht deutlich, daß im Bereich der Hoherhitzung von Milch mit zunehmender Wärmebelastung (F_0 -Werte bis 2,1 min) ein Abfall des Gehaltes an trans-Fettsäuren einhergeht. Ein entsprechender Abfall deutet sich auch in den ultrahoherhitzten Milchen an. Hinsichtlich des Gehaltes an Linolsäure konnte nur in der Versuchsserie der hoherhitzten Milch ein - allerdings - deutlicher Abfall dieser unverzichtbaren mehrfach ungesättigten Fettsäure festgestellt werden. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß ein entsprechender Abfall in den Sterilmilchproben nicht beobachtet wurde, obwohl die Sterilisationswerte F_0 in dieser Versuchsreihe höhere Werte erreichten. Der Grund könnte

in oxidativen Prozessen gesehen werden, die in den verschlossenen und mit wenig Kopfraum versehenen Sterilproben weniger zum Tragen gekommen sind, als in der indirekten Milcherhitzungsanlage. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß gerade auf diesem Gebiet erheblicher Forschungsbedarf besteht.

5. Literatur

- (1) Mensink, R.P., Katan, M.B.: N. Engl. J. Med. **323**, 439-445 (1990)
- (2) Zock, P.I., Katan, M.B.: J. Lipid Res. **33**, 399-410 (1992)
- (3) Mensink, R.P., Zock, P.L., Katan, M.B., Hornstra, G.: J. Lipid Res. **33**, 1493-1501 (1992)
- (4) Wood, R., Kubena, K., O'Brien, B., Tseng, S., Martin, G.: J. Lipid Res. **34**, 1-11 (1993).
- (5) Nestel, P., Noakes, M., Belling, B., McArthur, R., Clifton, P., Janus, E., Abbey, M.: J. Lipid Res. **33**, 1029-1036 (1992)
- (6) Willett, W.C., Stampfer, M.J., Manson, J.E., Colditz, G.A., Speizer, F.E., Rosner, B.A., Sampson, L.A., Hennekens, C.H.: Lancet **341**, 581-585 (1993)
- (7) Froisi, R., Willett, W.C., Weiss, S.T.: Am. J. Clin. Nutr. **56**, 1019-1024 (1992)
- (8) Precht, D., Molkentin, J.: Die Nahrung-Food **39** (Heft 5/6) (im Druck, 1995)
- (9) Frede, E., Precht, D., Timmen, H. in: Kompendium zur Milchwirtschaftlichen Chemie (Hrsg. E. Schlimme), Volkswirtsch. Verlag, München, S. 70 (1990)
- (10) Precht, D.: Fat Sci. Technol. **92**, 153-161 (1990)
- (11) Christophersen, S. W., Glass, R. L.: J. Dairy Sci. **52**, 1289 (1969)
- (12) Molkentin, J., Precht, D. : Chromatographia **41** 267-272 (1995)
- (13) Precht, D., Molkentin, J.: Int. Dairy J. (im Druck)
- (14) Precht, D., Molkentin, J.: in Vorbereitung
- (15) Precht, D.: Z. Ernährungswiss. **34**, 27-29 (1995)
- (16) Precht, D.: Molkerei-Ztg. „Welt der Milch“ **43**, 885-890 (1989)

Tabelle 1

Anteile der verschiedenen trans-C18:1-Positionsisomere sowie trans-Gesamt-C18:1-Anteile (in Gew.%)

Probe	Temp. in °C	Halte- zeit in s	trans - Fettsäuren										
			ge- samt	Δ4	Δ5	Δ6-8	Δ9	Δ10	Δ11	Δ12	Δ13/14	Δ15	Δ16
ST 3.0/2.0			3,67	0,03	0,04	0,20	0,19	0,20	1,55	0,26	0,50	0,39	0,31
ST 2.1	115	100	3,59	0,04	0,10	0,18	0,19	0,17	1,55	0,25	0,44	0,40	0,30
ST 2.2	115	500	3,57	0,03	0,09	0,20	0,18	0,13	1,58	0,25	0,49	0,33	0,29
ST 2.3	115	1000	3,64	0,04	0,07	0,19	0,20	0,18	1,57	0,26	0,42	0,36	0,35
ST 2.4	115	2000	3,65	0,06	0,06	0,19	0,18	0,18	1,57	0,25	0,54	0,30	0,33
HE 0.3			2,86	0,06	0,09	0,21	0,21	0,32	0,81	0,26	0,40	0,26	0,23
HE 1.3	86	26	2,67	0,04	0,06	0,21	0,16	0,30	0,81	0,24	0,34	0,24	0,27
HE 2.3	95	26	2,35	0,02	0,03	0,20	0,12	0,26	0,69	0,24	0,32	0,21	0,25
HE 3.3	105	26	2,84	0,01	0,07	0,24	0,17	0,30	0,86	0,26	0,43	0,25	0,25
HE 4.3	115	26	2,83	0,03	0,03	0,21	0,19	0,33	0,86	0,28	0,39	0,27	0,25
HE 5.3	125	27	2,85	0,03	0,05	0,23	0,21	0,31	0,86	0,27	0,42	0,25	0,23
HE 0.4			3,67	0,02	0,29	0,25	0,19	0,35	0,86	0,29	0,54	0,30	0,70
HE 1.4	86	46	3,75	0,07	0,16	0,30	0,24	0,39	1,03	0,38	0,61	0,38	0,31
HE 2.4	95	46	3,27	0,08	0,15	0,26	0,21	0,39	0,92	0,32	0,54	0,29	0,23
HE 3.4	105	46	3,20	0,05	0,14	0,28	0,18	0,41	0,91	0,31	0,54	0,31	0,19
HE 4.4	115	45	3,01	0,03	0,09	0,22	0,20	0,36	0,92	0,31	0,52	0,33	0,14
HE 5.4	125	46	3,09	0,06	0,10	0,26	0,19	0,38	0,96	0,33	0,51	0,31	0,11
AM			3,15	0,04	0,17	0,24	0,21	0,33	0,79	0,31	0,56	0,35	0,27
HE 1.5	86	49	3,33	0,08	0,31	0,24	0,17	0,31	0,73	0,29	0,50	0,30	0,52
HE 2.5	95	62	2,95	0,06	0,12	0,24	0,24	0,35	0,77	0,34	0,51	0,31	0,13
HE 3.5	105	84	3,46	0,06	0,12	0,26	0,21	0,38	0,75	0,34	0,56	0,34	0,55
HE 4.5	115	49	3,17	0,04	0,17	0,26	0,22	0,33	0,78	0,32	0,55	0,33	0,29
HE 5.5	125	51	3,24	0,05	0,25	0,22	0,20	0,36	0,72	0,30	0,54	0,32	0,40
RM			6,40	0,03	0,04	0,41	0,26	1,41	2,07	0,48	0,87	0,43	0,46
PT 1.1	62	15	6,16	0,03	0,04	0,40	0,28	1,29	2,16	0,45	0,73	0,45	0,47
PT 1.2	62	30	6,45	0,03	0,05	0,40	0,31	1,32	2,14	0,46	0,85	0,44	0,48
PT 1.3	62	60	6,46	0,05	0,04	0,36	0,30	1,27	2,15	0,45	0,77	0,43	0,47
PT 1.4	62	1800	6,05	0,03	0,04	0,38	0,31	1,28	2,06	0,46	0,78	0,41	0,43
PT 2.1	72	15	6,45	0,03	0,04	0,39	0,28	1,39	2,13	0,46	0,80	0,44	0,48
PT 2.2	72	30	6,37	0,05	0,06	0,37	0,31	1,31	2,04	0,46	0,85	0,42	0,48
PT 2.3	72	60	6,41	0,07	0,09	0,40	0,30	1,34	2,08	0,47	0,76	0,43	0,46
PT 3.1	75	15	6,31	0,01	0,05	0,39	0,31	1,38	2,09	0,47	0,75	0,42	0,45
PT 3.2	75	30	6,42	0,04	0,10	0,40	0,31	1,37	2,07	0,46	0,75	0,45	0,47
PT 3.3	75	60	6,19	0,05	0,06	0,35	0,24	1,23	2,12	0,45	0,85	0,39	0,44
AM			6,46	0,05	0,05	0,38	0,29	1,05	2,63	0,44	0,75	0,39	0,43
UT 1.1	140	4	6,73	0,04	0,10	0,44	0,27	1,15	2,62	0,43	0,80	0,42	0,46
UT 1.2	140	8	6,71	0,09	0,07	0,39	0,29	1,13	2,57	0,51	0,81	0,41	0,43
UT 1.3	140	12	6,29	0,04	0,02	0,38	0,26	1,05	2,63	0,44	0,66	0,40	0,40
UT 1.4	140	23	6,16	0,02	0,04	0,38	0,24	0,95	2,71	0,42	0,55	0,46	0,40
RM			6,59	0,03	0,07	0,40	0,29	1,16	2,58	0,44	0,69	0,48	0,45
RUT 1.1	140	4	6,79	0,09	0,09	0,45	0,31	0,92	2,81	0,45	0,75	0,48	0,44
RUT 1.2	140	8	6,53	0,03	0,08	0,38	0,29	1,08	2,60	0,46	0,74	0,46	0,42
RUT 1.3	140	12	6,23	0,01	0,03	0,36	0,29	1,03	2,52	0,43	0,70	0,44	0,43
RUT 1.4	140	23	6,30	0,02	0,08	0,41	0,30	0,92	2,68	0,43	0,60	0,45	0,41

Tabelle 2

Anteile der verschiedenen Hauptfettsäuren (in Gew. %; C18:1: alle cis- und Trans-Isomere)

Probe	Temp. in °C	Haltezeit in s	transgesamt	Haupt-Fettsäuren										
				C4	C6	C8	C10	C12	C14	C16	C18	C18:1	C18:2	C18:3
ST 2.0			3,67	3,61	2,30	1,16	2,47	2,71	8,83	24,69	11,22	28,31	3,04	0,98
ST 2.1	115	100	3,59	3,53	2,23	1,11	2,31	2,51	8,48	24,64	11,40	28,76	3,22	1,00
ST 2.2	115	500	3,57	3,57	2,29	1,13	2,36	2,60	8,70	24,51	11,05	28,39	3,30	0,99
ST 2.3	115	1000	3,64	3,58	2,25	1,14	2,38	2,63	8,71	24,64	11,21	28,61	3,12	0,99
ST 2.4	115	2000	3,65	3,71	2,33	1,17	2,43	2,69	8,76	24,44	11,22	28,49	3,11	0,99
HE 0.3			2,86	3,90	2,51	1,31	2,81	3,19	10,67	33,57	8,81	20,73	2,62	0,58
HE 1.3	86	26	2,67	3,96	2,57	1,32	2,76	3,12	10,65	33,21	8,80	20,66	2,68	0,59
HE 2.3	95	26	2,35	3,89	2,50	1,32	2,77	3,24	11,24	33,95	8,52	19,66	2,22	0,46
HE 3.3	105	26	2,84	4,01	2,58	1,33	2,84	3,20	10,50	33,15	8,93	20,83	2,70	0,59
HE 4.3	115	26	2,83	3,75	2,43	1,25	2,69	3,06	10,75	33,47	8,77	20,73	2,69	0,58
HE 5.3	125	27	2,85	4,13	2,51	1,29	2,75	3,15	10,58	33,38	8,79	20,64	2,64	0,60
HE 0.4			3,67	4,12	2,75	1,33	2,78	3,01	10,46	32,71	7,37	19,09	3,29	0,48
HE 1.4	86	46	3,75	4,12	2,60	1,29	2,62	2,97	10,49	34,22	8,04	20,20	2,62	0,48
HE 2.4	95	46	3,27	4,15	2,62	1,28	2,68	2,99	10,71	34,10	7,96	20,08	2,67	0,51
HE 3.4	105	46	3,20	4,12	2,71	1,34	2,72	3,12	10,83	34,12	7,93	19,83	2,50	0,48
HE 4.4	115	45	3,01	4,16	2,72	1,34	2,79	3,08	10,90	34,25	7,82	19,81	2,53	0,49
HE 5.4	125	46	3,09	3,96	2,60	1,32	2,70	3,15	11,01	34,59	7,91	19,86	2,44	0,48
AM			3,15	3,87	2,60	1,29	2,79	3,20	10,79	34,40	8,25	19,13	2,58	0,47
HE 1.5	86	49	3,33	3,67	2,60	1,29	2,70	3,14	10,44	33,72	8,12	19,22	2,80	0,45
HE 2.5	95	62	2,95	4,02	2,74	1,38	2,90	3,23	10,81	34,46	8,36	19,19	2,42	0,47
HE 3.5	105	84	3,46	4,20	2,81	1,44	2,94	3,40	11,08	34,31	8,21	18,83	2,32	0,45
HE 4.5	115	49	3,17	3,70	2,47	1,25	2,76	3,19	10,81	34,41	8,24	19,13	2,64	0,47
HE 5.5	125	51	3,24	3,91	2,67	1,35	2,87	3,28	10,84	34,03	7,98	18,63	2,60	0,45
RM			6,40	3,37	2,20	1,20	2,72	3,14	9,82	24,00	9,50	27,53	3,71	0,80
PT 1.1	62	15	6,16	3,53	2,30	1,24	2,84	3,21	9,80	23,91	9,36	27,28	3,69	0,80
PT 1.2	62	30	6,45	3,43	2,26	1,24	2,78	3,17	9,79	23,95	9,42	27,43	3,70	0,80
PT 1.3	62	60	6,46	3,55	2,32	1,25	2,85	3,23	9,82	23,62	9,28	27,09	3,63	0,81
PT 1.4	62	1800	6,05	3,70	2,38	1,30	2,85	3,24	9,82	23,56	9,11	26,65	3,67	0,87
PT 2.1	72	15	6,45	3,22	2,08	1,17	2,64	3,12	10,05	23,82	9,24	27,08	3,96	0,93
PT 2.2	72	30	6,37	3,45	2,33	1,31	2,88	3,21	9,89	23,32	9,17	26,90	3,90	0,89
PT 2.3	72	60	6,41	3,29	2,18	1,22	2,71	3,14	9,99	23,47	9,11	26,77	3,97	0,95
PT 3.1	75	15	6,31	3,36	2,20	1,24	2,78	3,19	10,13	23,75	9,09	26,81	3,94	0,89
PT 3.2	75	30	6,42	3,24	2,22	1,22	2,80	3,26	10,25	23,73	9,07	26,61	3,97	0,91
PT 3.3	75	60	6,19	3,49	2,33	1,34	2,85	3,24	9,99	23,26	9,04	26,65	3,98	0,96
AM			6,46	3,26	2,13	1,31	2,73	3,15	9,95	24,27	9,78	26,63	3,56	0,84
UT 1.1	140	4	6,73	3,18	2,12	1,18	2,71	3,10	9,93	24,36	9,82	26,87	3,65	0,86
UT 1.2	140	8	6,71	3,47	2,23	1,26	2,78	3,13	9,90	24,13	9,65	26,20	3,54	0,91
UT 1.3	140	12	6,29	3,40	2,21	1,28	2,84	3,21	10,01	24,12	9,62	26,47	3,60	0,87
UT 1.4	140	23	6,16	3,21	2,01	1,21	2,65	3,05	9,82	24,31	9,81	26,90	3,65	0,89
RM			6,59	3,29	2,07	1,21	2,78	3,19	10,06	24,45	9,74	26,71	3,59	0,82
RUT 1.1	140	4	6,79	3,34	2,20	1,26	2,79	3,19	10,09	24,30	9,63	26,44	3,59	0,84
RUT 1.2	140	8	6,53	3,22	2,06	1,22	2,74	3,16	10,27	24,58	9,64	26,48	3,57	0,85
RUT 1.3	140	12	6,23	3,36	2,22	1,26	2,83	3,22	10,04	24,07	9,67	26,45	3,65	0,88
RUT 1.4	140	23	6,30	3,34	2,08	1,22	2,82	3,25	10,13	24,20	9,70	26,56	3,58	0,86

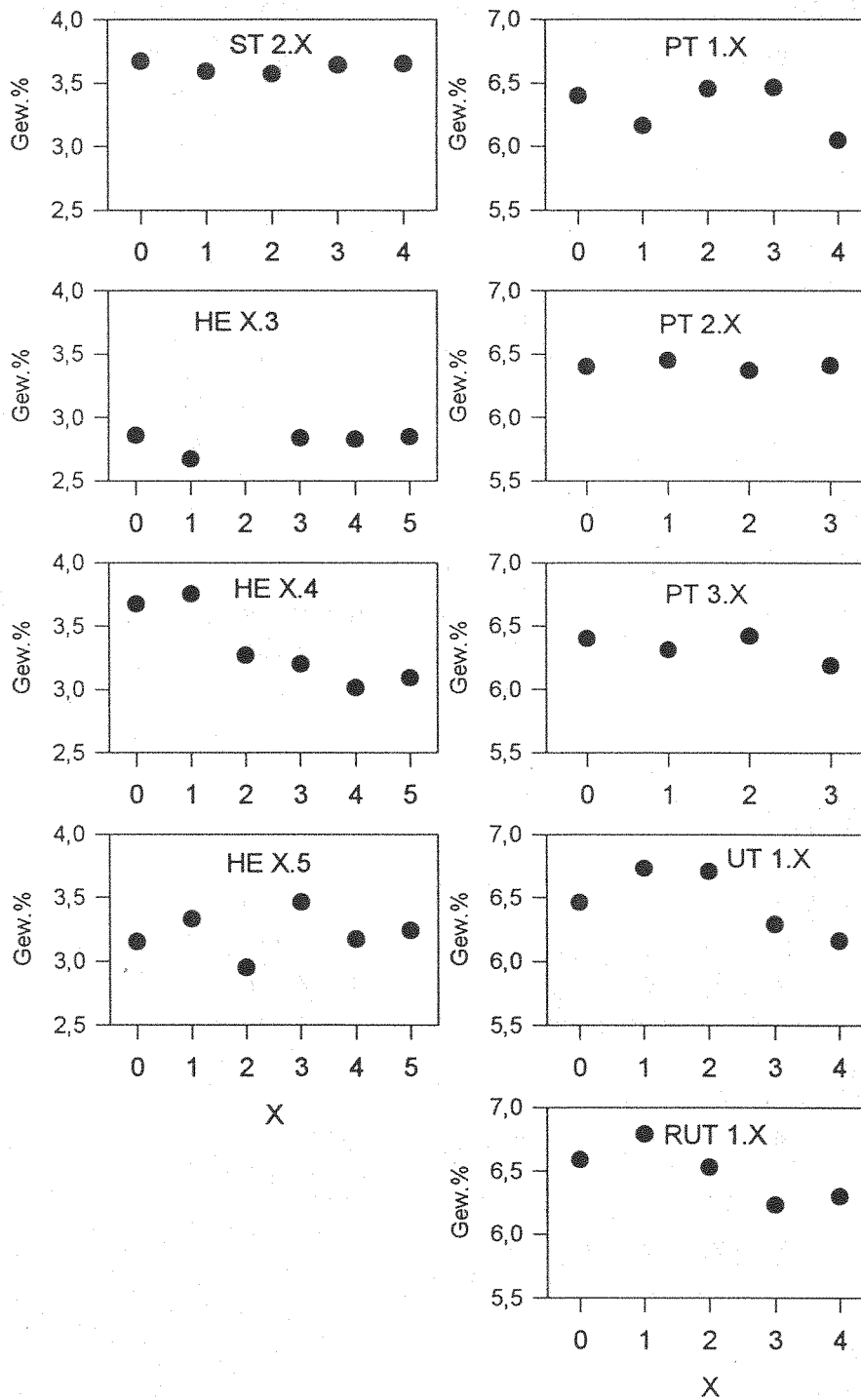


Abb. 1: Trans-C18:1-Gesamtanteile bei den verschiedenen Versuchsserien

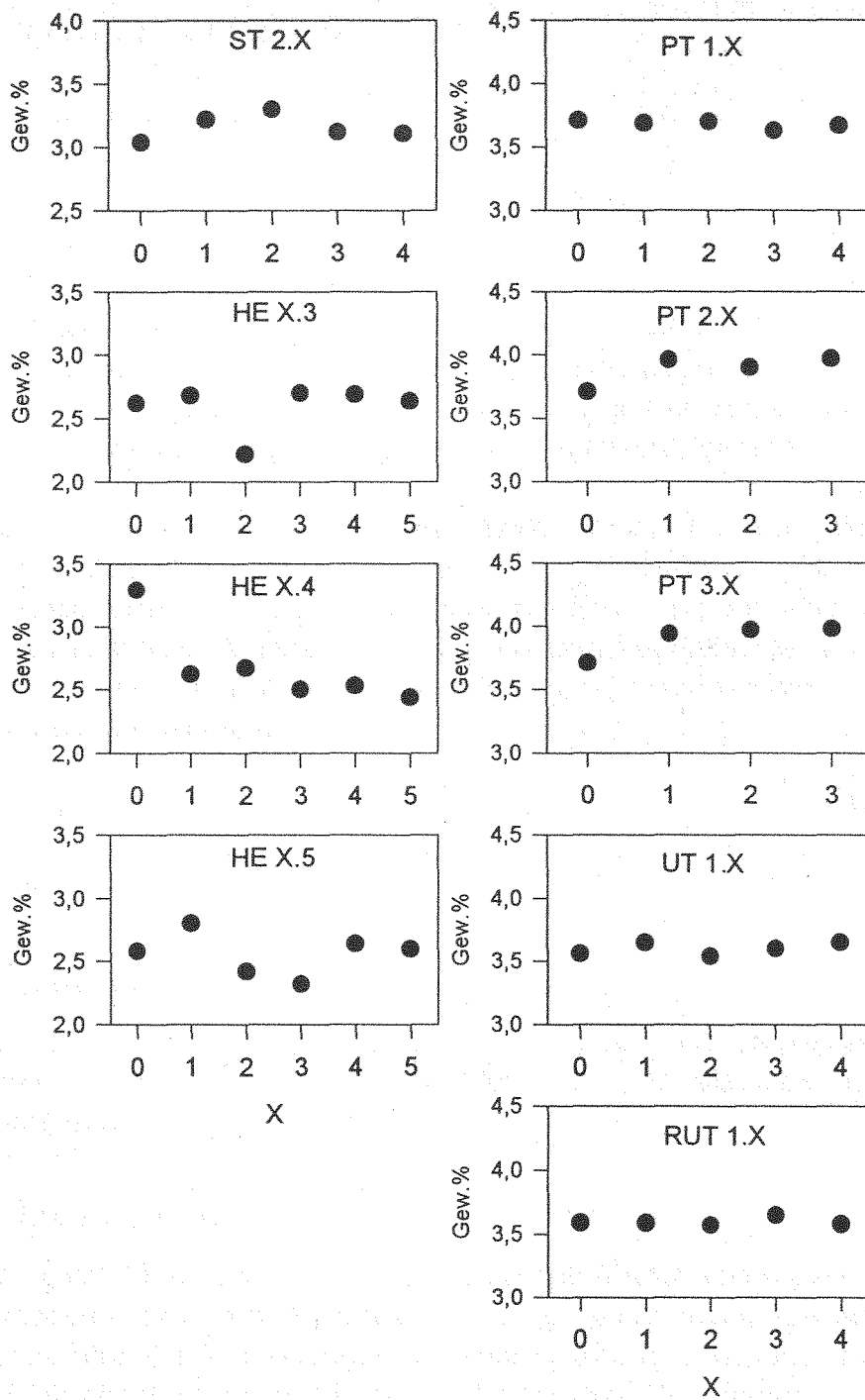


Abb. 2: Linolsäureanteile bei den verschiedenen Versuchsserien