

Zur Qualität der Lipide in Säuglingsmilchnahrungen

Sebastian Ptok, Jana Kraft und Gerhard Jahreis, Institut für Ernährungswissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität, Jena

In den letzten Jahrzehnten konnte eine deutliche Zunahme des Anteils gestillter Säuglinge verzeichnet werden. Initiiert wurde diese Entwicklung maßgeblich durch die „Baby Friendly Hospital Initiative“ (BFHI) der WHO und UNICEF, den „Internationalen Kodex“ sowie die „Innocenti-Deklaration“.

Trotz dieser Initiativen und entgegen dem generellen Einvernehmen, Humanmilch sei die beste Art einen Säugling zu ernähren, werden viele Säuglinge mit industriell gefertigten Säuglingsmilchnahrungen (SMN) ernährt. Die Bewertung dieser Muttermilch-Ersatznahrungen entwickelte sich folglich zu einem wichtigen Teilgebiet der Pädiatrie und Trophologie.

Einführung

Rechtliche Anforderungen und Empfehlungen

Die Richtlinien 91/321/EWG und 96/4/EG der EU regeln die Verkehrsbezeichnungen und Anforderungen an Produkte zur Ernährung von Säuglingen. Die Überführung dieser Richtlinien in geltendes deutsches Recht erfolgt über die Diätverordnung §14 und §15 sowie in den darin enthaltenen Anlagen 10 und 11 mit Anforderungen an die Nährstoffzusammensetzung von Säuglingsmilchnahrungen (SMN) (Tab. 1, Tab. 2). Die verschiedenen Produktgruppen industriell hergestellter SMN für Kinder mit normalem Geburtsgewicht werden darin ernährungsphysiologisch und altersbezogen in Säuglingsanfangsnahrungen und Folgenahrungen differenziert. Unter der Bezeichnung Säuglingsanfangsnahrung werden Produkte geführt, die als alleinige Nahrung während der ersten vier bis sechs Lebensmonate gefüttert werden sowie ab dem sechsten Monat als Teilnahrung neben Beikost. Säuglingsanfangsnahrungen werden zusätzlich aufgrund der enthaltenen Kohlenhydratkomponente in „Pre“ (Laktose als einziges Kohlenhydrat) und „1“ (neben Laktose auch Zusatz von Stärke und ggf. Maltose, Saccharose, Maltodextrin und Glukosesirup)

unterteilt. In Folgenahrungen können zusätzlich Fruktose und Honig als weiteres Kohlenhydrat bzw. weitere Kohlenhydratquelle Verwendung finden [1].

Ergänzend zu rechtlichen Anforderungen veröffentlichen verschiedene Institutionen Empfehlungen zur Zusammensetzung von SMN, die entsprechend dem gegenwärtigen Kenntnisstand kontinuierlich erweitert und aktualisiert werden. Der Vergleich verschiedener Empfehlungen zeigt deutliche Unterschiede insbesondere in

Tab. 1: Zusammensetzung von Säuglingsanfangsnahrung nach DiätVO

Energie	60–75 kcal/100 g
Protein	1,8–3 g/100 kcal
Fett	4,4–6,5 g/100 kcal
KH	7–14 g/100 kcal
davon Laktose	>3,5

Tab. 2: Anforderungen an die Lipidqualität von SMN nach DiätVO

Fettgehalt	2,9–4,4 g/100 g
Laurin- und Myristinsäure	jeweils ≤ 15 % des Gesamtfettes
<i>trans</i> -Fettsäuren	≤ 4 % des Gesamtfettes
Erucasäure	≤ 1 % des Gesamtfettes
Linolsäure	>300 mg/100 kcal
Linolsäure/ α -Linolensäure	5–15:1

Bezug auf Notwendigkeit und Menge einer Supplementation von LC-PUFA in SMN (Tab. 3).

Humanmilch

Die grundlegenden Empfehlungen zur Zusammensetzung von SMN, einschließlich deren Fettsäurenverteilung, basieren weitgehend auf der Zusammensetzung von Humanmilch. Das humane Milchfett ist jedoch als einziger Makronährstoff durch nutritiven Einfluss kurzfristig veränderbar. Diese Variabilität erschwert es neben der strukturellen Komplexität, eine „Standardverteilung“ der Fettsäuren in SMN anzunehmen.

Die Fettsäurenverteilung des humanen Milchfettes ist abhängig von der exogenen Fettzufuhr, der *De-novo*-Fettsäuresynthesen der *Mamma* in Abhängigkeit von der Kohlenhydratzufuhr sowie von der Mobilisierung körpereigener Fettreserven. Letztere spiegeln langfristig die exogene Fettsäureaufnahme wider und sind abhängig von der individuellen genetischen Disposition hinsichtlich Verwertung, Speicherung und Synthese bestimmter Fettsäuren [5]. Zusätzlich können Alter, Medikation, gesundheitlicher Zustand und Ernährungsstatus der Mutter die Fettsäurezusammensetzung von Humanmilch beeinflussen sowie quantitative Unterschiede

aus einer erhöhten Zufuhr von *trans*-Fettsäuren resultieren [6, 7].

Lipide in Säuglingsmilchnahrungen

SMN enthalten ca. 2,3–3,4% Lipide, die dispers als Öl/Wasser-Emulsion vorliegen und über Milchproteine, Monoacylglyceride, Diacylglyceride und Phospholipide stabilisiert werden. Der Ersatz von Milchfett durch eine Kombination verschiedener pflanzlicher Öle führt in SMN zu einer mit Humanmilch vergleichbaren Fettsäurenverteilung. Als Lipidquelle dienen hierbei vor allem Sonnenblumen-, Raps- (Canola-), Saflor-, Lein-, Kokosnuss-, Haselnuss-, Soja-, Palm- und Palmkernöl. Eine Supplementation mit langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (LC-PUFA), insbesondere Arachidonsäure und Docosahexaensäure, kann über Öle bzw. Fette aus Mikroalgen, Pilzen, Fisch oder Eigelb erfolgen, wobei LC-PUFA im Ei als Phospholipide verestert vorliegen [11].

Entgegen einer sich dem humanen Milchfett annähernden Fettsäurenverteilung unterscheiden sich die Triacylglycerid-Strukturen in SMN oft deutlich von denen in Humanmilch, was auf die verwendeten pflanzlichen und tierischen Öle zurückzuführen ist [8, 9]. Triacylglyceride in Humanmilch sind durch Positionsspezifitäten für Palmitinsäure (ca. 60% in sn-2-Position), Ölsäure und andere Fettsäuren den Besonderheiten des Stoffwechsels und der Verdauung eines Säuglings optimal angepasst. Palmitinsäure in SMN ist häufig zu 60–70% an der sn-1- bzw. sn-3-Position mit Glycerin verestert, wodurch deutliche Resorptionsverluste durch Verseifungsreaktionen auftreten können [12]. Mittels strukturierter Lipide, d.h. chemisch und enzymatisch modifizierter Triacylglyceride, können die Strukturen der Triacylglyceride in SMN denen von Humanmilch angenähert werden [10]. Verschiedene Patente zur Modifizierung von Triacylglyceriden in SMN lassen mögliche Verbesserungen und eine Angleichung an die Strukturen des humanen Milchfettes erkennen [8, 9].

Empfehlungen zur Zusammensetzung von SMN in Europa beruhen weitgehend auf der Zusammensetzung von Humanmilch europäischer Mütter. Infolgedessen ist die Fettsäu-

Tab. 3: Empfehlungen zur Zusammensetzung der Lipide in SMN (% der Gesamtfettgehaltes)[2–4]

Fettsäure	EU-Kommission	ESPGHAN	WHO/FAO
C12:0	≤15	<20	-
C14:0	≤15	-	-
C18:2 n-6	9–19	8–33	≥11,4
C18:3 n-3	-	>1,4	≥1
LC-PUFA n-6	≤2	-	-
LC-PUFA n-3	≤1	-	-
C18:2 n6/C18:3 n-3	-	5–15	-
C20:4 n-6	-	≥22:6n-3	≥0,8
C22:5 n-3	≤22:6n-3	≤22:6n-3	-
C22:6 n-3	-	<0,5	≥0,4
AA/DHA	-	-	2:1

renverteilung von SMN mit Humanmilch deutscher Mütter vergleichbar, während sie von der tansanischer Mütter deutlich abweicht. Ernährungsbedingt (hohe Kohlenhydratzufuhr) sind besonders die Anteile mittelkettiger gesättigter Fettsäuren sowie mehrfach ungesättigter Fettsäuren in Humanmilchen nicht westlicher Populationen deutlich höher (Tab. 4) [5, 10].

Material und Methoden

Untersucht wurden 13 Säuglingsanfangsnahrungen („1“), 11 Folgemilchen („2“), eine „Pre“-Nahrung sowie eine milchfreie Sondernahrung. 9 der untersuchten SMN entsprachen den Richtlinien der EU-Öko-Verordnung. Nach Extraktion der Lipide (BLIGH und

DYER) und dünnenschichtchromatographischer Charakterisierung der Extrakte wurden diese mittels basenkatalysierter Umesterung durch Natriummethylat derivatisiert. Die gaschromatographische Trennung der Fettsäurenmethylester (FAME) erfolgte über zwei unterschiedliche Säulen (60 m, 200 m); die Chromatogramme wurden anhand der Stearinsäure-Konzentration verrechnet. Nach Verseifung veresterter Tocopherole und anschließender Extraktion erfolgte die Trennung der gereinigten Extrakte via HPLC.

Ergebnisse und Diskussion

Die durchschnittliche Fettsäurenverteilung der SMN zeigt Abbildung 1. Diese konnten auch anhand der analysierten Fettsäurenverteilungen in konventionelle, konventionell-supplementierte und biologische SMN gruppiert werden. Die SMN biologischer Herkunft enthielten als verhältnismäßig homogene Gruppe durchschnittlich 36% SFA, 42% MUFA, 19% n-6-FA, 0,91% n-3-FA sowie 0,64% *trans*-Fettsäuren und unterschieden sich somit durch deutlich höhere Gehalte an *trans*-Fettsäuren (0,64% vs. 0,27%) und n-6-FA (19% vs. 15%) sowie durch signifikant geringere ALA-Gehalte (0,88% vs. 1,82%) und SFA-Gehalte (36% vs. 43%) von Produkten konventioneller Herkunft. Zwei biologische

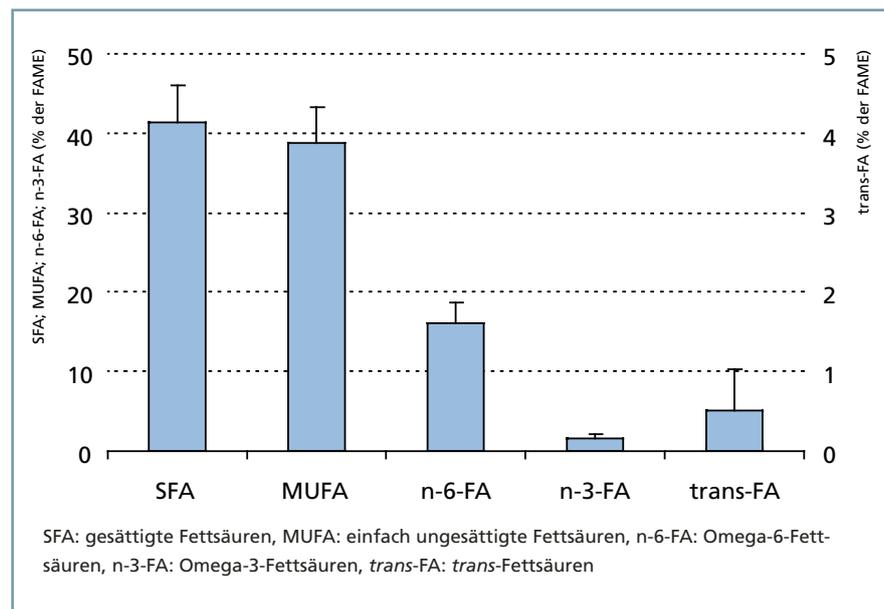


Abb. 1: Durchschnittliche Fettsäurenverteilung der 26 untersuchten SMN (% der FAME)

Produkte waren reich an SFA (51%) und *trans*-Fettsäuren (2,1%), wobei letztere überwiegend durch konjugierte Linolsäure-Isomeren sowie *trans*-Vaccensäure repräsentiert wurden. Die Qualität der Lipide von Anfangs- und Folgemilchen unterschieden sich nicht oder lediglich marginal.

Die ESPGHAN fordert in ihren aktuellen Empfehlungen zur Zusammensetzung von SMN α -Linolensäure-(ALA)-Gehalte >50 mg/100 kcal, einen Linolsäure-(LA-)Gehalt zwischen 300 und 1 200 mg/100 kcal sowie einen LA/ALA-Quotienten von 5–15 : 1 [3].

Die biologischen SMN enthielten mit im Mittel 41 mg/100 kcal geringere ALA-Gehalte als von der ESPGHAN gefordert. Ein biologisches Produkt er-

füllte die Anforderungen an den ALA-Gehalt (51 mg/100 kcal). Die höheren Anteile an *trans*-C18:3 (0,33 % vs. 0,09 %) im Vergleich zu den konventionellen Produkten weisen auf einen möglichen produktionstechnischen Zusammenhang hin [13]. Mit zusätzlich relativ hohen LA-Gehalten (ca. 19 % der Gesamt-Fettsäuremethylester bzw. ca. 1 000 mg/100 kcal) erreichen alle biologischen SMN das geforderte LA/ALA-Verhältnis nicht (Tab. 5).

Im menschlichen Stoffwechsel erfüllen LC-PUFA Funktionen als Energielieferanten, strukturelle Zellbestandteile, Eicosanoid-Vorstufen und Regulatoren der Genexpression mit dem entsprechenden Einfluss auf Lipid-, Kohlenhydrat- und Proteinmetabolismus sowie Zellwachstum und -differenzierung [14]. Die Verfügbarkeit von LC-PUFA für den neonatalen Organismus resultiert aus dessen körpereigenen Reserven zum Zeitpunkt der Geburt, der nutritiven Zufuhr über Muttermilch bzw. SMN sowie der endogenen Synthese aus den Vorstufen LA und ALA [15]. Die Synthese von LC-PUFA im frühkindlichen Organismus wird als interindividuell sehr unterschiedlich, zumeist aber als unzureichend angesehen [15, 16]. Exakte Daten zu Syntheseraten von frühgeborenen und reif geborenen Säuglingen liegen bis heute nicht vor [17].

Gestillte Säuglinge erhalten über die Muttermilch ausreichende Mengen an Arachidonsäure (AA) und Docosahexensäure (DHA). Die Gehalte beider Fettsäuren in Humanmilch schwanken jedoch beträchtlich (die interindividuelle biologische Variation beträgt bei AA ca. 28 % und bei DHA ca. 68 %), wodurch die Formulierung einer Empfehlung für SMN erschwert wird [17, 18]. Entsprechend ergeben sich beim Vergleich unterschiedlicher Empfehlungen zum quantitativen Zusatz von AA und DHA größere Diskrepanzen. In weitgehender Übereinstimmung wird ein definiertes Verhältnis beider FA gefordert (1,5–2 : 1), wodurch potenziell negative Wechselwirkungen der n-3- und n-6-Reihen ausgeschlossen werden sollen.

Eine LC-PUFA-Supplementation wurde in 2 der 26 untersuchten SMN nachgewiesen (Tab. 6). Diese beiden enthielten ähnliche Mengen wie SMN aus Supplementationsstudien; ca. 40 % höhere AA- und 35 % höhere DHA-Gehalte als vergleichbare SMN aus Spanien, aber 40–50 % geringere AA- bzw. DHA-Gehalte verglichen mit deutschen Humanmilchen [19, 20].

Aussagen zur Notwendigkeit der LC-PUFA-Supplementation von SMN können aufgrund inkonsistenter Studienergebnisse jedoch nicht gesichert formuliert werden. Ursache dafür sind

- interindividuell differente Syntheseraten von DHA und AA im Stoffwechsel von Säuglingen,
- teils marginale Effekte in Studien mit supplementierten bzw. un-supplementierten SMN sowie
- die eingeschränkte Aussagekraft angewandter Untersuchungs-methoden (Bioindikatoren) zur Notwendigkeit eines Zusatzes [13, 17, 21].

trans-Fettsäuren

Laut Diätverordnung (DiätVO) sollen *trans*-Fettsäuren 4 % des Gesamtfettgehaltes in SMN nicht überschreiten. Die ESPGHAN schränkt diese Menge auf maximal 3 % des Gesamtfettgehaltes ein.

Die Gehalte in den analysierten SMN entsprachen alle diesen Empfehlungen. Mit Ausnahme zweier biologischer Produkte (*trans*-Fettsäuren-Gehalte von 2,04 % bzw. 2,17 %) betrug der Gehalt an *trans*-Fettsäuren weniger als 1 % des Gesamtfettes.

In biologischen SMN überstiegen die *trans*-Fettsäuren-Gehalte die der konventionellen Produkten um das Doppelte (0,64 % vs. 0,27%). Dies ist auf signifikant höhere Gehalte an *trans*-C18:3 zurückzuführen, die vorrangig bei der technischen Modifizierung LA-reicher pflanzlicher Öle entstehen. Durchschnittliche Elaidinsäure-Anteile von 25 % an den Gesamt-*trans*-C18:1 bestätigen eine technische Modifizierung der zur Herstellung der SMN verwendeten pflanzlichen Öle (Tab. 7). Lediglich in zwei biologischen Produkten waren *trans*-Vaccensäure-Anteile von 38 % an den Gesamt-*trans*-C18:1 nachweisbar, ein Prozentsatz, der auf die Verwendung von Wiederkäuermilch hinweist. Diese Produkte enthielten zusätzlich ca. 1 % CLA an den Gesamtfettsäuren.

Tocopherole

Ein Vitamin-E-Mangel ist bei Erwachsenen als Folge einer unzureichenden nutritiven Zufuhr äußerst selten. Als eine der wenigen Risikogruppen für einen Mangel gelten Früh- und Neugeborene, da der transplazentäre Transport von Tocopherolen relativ gering ist [22].

In Empfehlungen für SMN wird ein

Tab. 4: Fettsäurenverteilung in den Lipiden von Humanmilch aus Tansania und Deutschland und 26 analysierten SMN (% der FAME)

	Humanmilch Tansania	Humanmilch Deutschland	SMN n=26
MC-SFA	30	7	11
LC-SFA	25	36	30
SFA	55	43	41
MUFA	22	44	39
n-3-FA	2,9	1,3	1,6
n-6-FA	18	12	16

Tab. 5: n-6- und n-3-Gehalte von 26 SMN (% der FAME)

	x	min	max
n-6-FA	16,2	12,1	19,9
n-3-FA	1,6	0,7	2,5
C18:2n-6/C18:3n-3	12,2	5:1	30:1

Tab. 6: Arachidon- (AA) und Docosahexensäure-Gehalte (DHA) zweier mit LC-PUFA supplementierten SMN (% der FAME)

	SMN 1	SMN 2
AA	0,34	0,33
DHA	0,22	0,19
AA : DHA	1,50	1,70

Tab. 7: Geometrische und Positionsisomeren der Octadecensäure in SMN (% der Gesamt-*trans*-C18 : 1)

<i>trans</i> -Fettsäuren	x ± s	min	max
C18:1t9	25 ± 7	8	36
C18:1t10	18 ± 3	7	24
C18:1t11	18 ± 10	<1	43

Zusammenfassung

Zur Qualität der Lipide in Säuglingsmilchnahrungen

S. Ptok, J. Kraft, G. Jahreis, Jena

Die Empfehlungen zur Zusammensetzung von Säuglingsmilchnahrungen (SMN) einschließlich der Fettsäurenverteilung orientieren sich weitgehend an der Humanmilch. Die Entwicklung neuer Säuglingsmilchnahrungen verläuft parallel zur Identifizierung wertgebender Bestandteile der Humanmilch und deren physiologischer Relevanz.

Die Analysen der Fettsäurenverteilung von 26 SMN (15 konventionell, 9 biologisch) ergaben eine Annäherung dieser Verteilung an die westlicher Humanmilch sowie deutliche Unterschiede zwischen konventionellen und biologischen Säuglingsmilchnahrungen, die beide relativ homogene Gruppen bilden. Die ermittelten Linolensäuregehalte von biologischen SMN erreichten nicht die empfohlenen Mindestgehalte der ESPGHAN (European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition) und des europäischen bzw. deutschen Gesetzgebers. Außerdem wiesen sie deutlich höhere Gehalte an *trans*-C18:3-Fettsäuren auf, die vorrangig bei der technischen Modifizierung linolensäurereicher Pflanzenöle entstehen. In 2 biologischen Produkten lagen die Tocopherolgehalte unter den Empfehlungen.

Von 26 untersuchten SMN waren 2 mit langkettig-hochungesättigten Fettsäuren (LC-PUFA) angereichert. Die Höhe der Supplementation entsprach der in vergleichbaren Studien, erreichte aber nicht die Gehalte in Humanmilch. Aussagen zur Notwendigkeit einer Supplementation von SMN mit LC-PUFA können aufgrund inkonsistenter Studienergebnisse derzeit nicht gesichert formuliert werden. Langzeiteffekte – besonders hinsichtlich kognitiver Konsequenzen – sind schwierig zu verifizieren.

Ernährungs-Umschau 53 (2006), S. 440–443

Gehalt von 0,5–5 mg TÄ/100 kcal (TÄ: Tocopherol-Äquivalente), jedoch nicht weniger als 0,5 mg TÄ/g LA-Ä (LA-Ä: Linolensäure-Äquivalente) gefordert [3]. Zwei der untersuchten SMN zeigten mit jeweils 0,3 mg TÄ/g LA-Ä die geringsten Tocopherolgehalte der untersuchten SMN und erreichten den geforderten Mindestgehalt nicht. Die übrigen Produkte enthielten 1,1–2,7 mg TÄ/g LA-Ä. α -Tocopherol stellte hierbei im Mittel 73 %, β -Tocopherol im Mittel 23 % der Gesamtocopherole; γ - und δ -Tocopherol wurden dementsprechend in geringen Mengen nachgewiesen. Die bestimmten Tocopherolgehalte unterschieden sich teilweise deutlich von den Angaben der Hersteller. So wurden höhere (+50 %), aber auch niedrigere Werte (–16 %) als deklariert analysiert [23].

Literatur:

1. DGE: Die richtige Milch für nicht gestillte Säuglinge. http://www.dge.de/Pages/navigation/fach_infos/dge_info/2000/fkp1200.html. 4S., 2000
2. FAO/WHO: Expert Committee Food and nutrition paper 57. FAO, Rome, 1994
3. ESPGHAN (Koletzko B, Baker Susan, Clegghorn G, Neto UF, Gopalan S, Hernell O, Hock QS, Jirapinyo P, Lonnerdal B, Pencharz P, Pzyrembel Hildegard, Ramirez-Mayans Jaime, Shamir R, Turck D, Yamashiro Y, Zong-Yi D): Global standard for the composition of infant formula: Recommendations of an ESPG-

HAN coordinated international expert group. *J Pediatr Gastr Nutr* 41: 584-599, 2005

4. Commission on the European Communities: Commission Directive 94/6/EEC of 16 February 1996 amending directive 91/321/EEC on infant formulae and follow-on formulae. *Off J Eur Comm* 39(L49): 12-6, 1996
5. Agostoni C: Compliance of present recommendations of fatty acids in formulas for term infants with the actual human milk fatty acid composition in different populations. *Acta Paediatr* 92: 785-789, 2003
6. Jensen RG: Lipids in human milk. *Lipids* 34: 1243-1271, 1999
7. Anderson NK, Beerman KA, Mc Guire MA: Dietary fat type influences total milk fat content in lean woman. *J Nutr* 135: 416-421, 2005
8. Shulman A, Dror B: A lipid preparation for enhancing mineral absorption. Patent Nr. WO 2005037373; Application NO.: WO 2004-IL961, 2005
9. Meiri-Bendek Iris, Dror B: Human breast milk lipid mimetic as dietary supplement. Patent NO.: WO 2005036987; Application NO.: WO 2004 IL960, 2005
10. Kuipers RS, Fokkema Rebecca M, Smit Ella M, van der Meulen J, Boersma ER, Muskiet FAJ: High contents of both DHA and AA in milk of woman consuming fish from lake Kitangiri (Tanzania). Targets for infant formulae close to our ancient diet? *Prostag Leukotr Ess* 62: 279-288, 2005
11. Carver JD: Advances in nutritional modifications of infant formulae. *Am J Clin Nutr* 77: 1550S-54S, 2003
12. Jensen RG: Infant formulae. In *Gunstone FD: Structured and modified lipids*. Marcel Dekker, Inc. New York, 2001
13. Fleith M, Clandinin MT: Dietary PUFA for preterm and term infants: review of clinical studies. *Crit Rev Food Sci* 45: 205-229, 2005
14. Cockburn F: Role of dietary long-chain poly-

unsaturated fatty acids, liposoluble vitamins, cholesterol and lecithin on psychomotor development. *Acta Paediatr (Suppl)* 92 (S422): 19-33, 2003

15. Kovács A, Funke S, Marosvölgyi T, Burus I, Decsi T: Fatty acids in early human milk after preterm and full-term delivery. *J Pediatr Gastr Nutr* 41: 454-459, 2005
16. Innis SM: Perinatal biochemistry and physiology of long-chain poly-unsaturated fatty acids. *J Pediatr* 143: S1-S8, 2003
17. Heird WC, Lapillonne A: The role of essential fatty acids in development. *Annu Rev Nutr* 25: 549-571, 2005
18. Smit EN, Martini IA, Mulder H, Boersma ER, Muskiet FAJ: Estimated biological variation of the mature human milk fatty acid composition. *Prostag Leukotr Ess* 66: 549-555, 2002
19. López-López A, López-Sabater MC, Campoy-Folgoso C, Rivero-Urgell M, Castellote-Bargalló AI: Fatty acid and sn-2 fatty acid composition in human milk from Granada (Spain) and infant formulas. *Eur J Clin Nutr* 56: 1242-1254, 2002
20. Vollhardt Ch: Vergleichende Untersuchungen zur Fettsäurenverteilung in mütterlichen und kindlichen Blutlipiden sowie in der Muttermilch. Diplomarbeit FSU Jena, Institut für Ernährungswissenschaften, 2005
21. McCann JC, Ames BN: Is docosahexaenoic acid, an n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid, required for development of normal brain function? An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals. *Am J Clin Nutr* 82: 281-295, 2005
22. Elmadfa I, Leitzman C.: Ernährung des Menschen, 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 1998
23. Ptok S: Vergleichende Untersuchung zur Fettsäurenverteilung in Säuglingsmilchnahrungen. Diplomarbeit FSU Jena, Institut für Ernährungswissenschaften, 2006

Anschrift der Verfasser:

Dipl. troph. Sebastian Ptok

Prof. Dr. Gerhard Jahreis

Institut für Ernährungswissenschaften

Friedrich-Schiller-Universität

Dornburger Str. 24

07743 Jena

E-Mail: b6jage@uni-jena.de