

Funktionelle Fleischerzeugnisse und deren analytische Bewertung Functional meat products and their analytical assessment

S. MÜNCH

Zusammenfassung

Der deutsche Markt bietet gute Chancen für funktionelle Fleischerzeugnisse. Beispielsweise können hochungesättigte Fettsäuren (ω -3-Fettsäuren) als (potentiell) funktionelle Zutaten eingebracht werden, wobei hier auch Probleme (Verluste durch oxidativen Abbau, sensorische Beeinträchtigungen) auftreten können. Auch Inulin und unlösliche Ballaststoffe können als funktionelle Zusätze Verwendung finden. Die Bestimmung von Inulin (enzymatisch) sowie weiteren Ballaststoffen (gravimetrisch) – ohne Inulin – in Fleischerzeugnissen ist durch die Adaption von Methoden nach § 64 LFGB erreicht worden. Allerdings stört Inulin bei der Bestimmung der (weiteren) Ballaststoffe bzw. Gesamtballaststoffe, weil es hier aufgrund seiner Inhomogenität nicht vollständig erfasst werden kann. Dieser störende Einfluss des Inulins soll dadurch behoben werden, dass es bei der Bestimmung der weiteren Ballaststoffe vollständig abgetrennt wird. Zudem sollen die beiden separaten Methoden zur Bestimmung von Inulin bzw. (anderen) Ballaststoffen zu einer kombiniert werden.

Summary

In Germany there is a good chance to make use of functional meat products. Highly unsaturated fatty acids (omega-3-fatty acids) can be used for example as (potential) functional components. It has to be taken into account, however, that problems like losses by oxidation, rancidity and/or sensorial drawbacks may occur. Inulin and insoluble dietary fibre can also be used as functional additives. The enzymatic analysis of inulin as well as the gravimetric analysis of other dietary fibres – without inulin – in meat products was achieved by the modification of methods according to § 64 LFGB (German Food Act). But inulin interferes with the analysis of (other) dietary fibres or total dietary fibres, because it is not possible to detect it completely as a result of its inhomogeneity. This interfering influence of inulin can be eliminated by its complete removal in the analysis of other dietary fibres. Furthermore the two separate methods of determining inulin respectively other dietary fibres should be combined to only one.

Schlüsselwörter Funktionelle Fleischerzeugnisse – Ballaststoffe – Inulin – ω -3-Fettsäuren

Key Words functional meat products – dietary fibre – inulin – omega-3-fatty acids

Einführung

Funktionelle Lebensmittel (FL) sind Nahrungsmittel, die zum Nähr- und Genusswert noch zusätzlich einen nachweislich positiven Effekt besitzen hinsichtlich Gesundheit, Leistungsfähigkeit oder Wohlbefinden bzw. Reduktion von Krankheitsrisiken.

Viele chronische Krankheiten sind (mit) abhängig vom Lebensstil und damit vermeidbar. Eine Änderung von Ernährung

und Lebensstil ist jedoch nur in langen Zeiträumen zu erwarten, weshalb es erfolgreicher erscheint die Nahrungszusammensetzung direkt zu ändern als ausschließlich die Konsumenten zu einem anderen Verhalten zu bewegen (KÜHL 2005). Es gilt Lebensmittel zu erzeugen, die den veränderten Lebens- und Essbedürfnissen besser gerecht werden. Die zunehmende Verbreitung von Übergewicht und Fettsucht stellt ein gesundheitliches Problem dar. Mehr als 20 % der Erwachsenen in Deutschland sind adipös (Body

Mass Index > 30), Tendenz steigend. Dramatisch ist auch die Zunahme der Adipositas im Kindesalter, insbesondere wegen der gesundheitlichen Konsequenzen. Durch Modifikation des Ernährungsverhaltens bzw. der Ernährung kann das Körpergewicht normalisiert werden, wobei gleichzeitig Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen, Metabolisches Syndrom und Typ 2 Diabetes gesenkt werden und die chronische Inflammation reduziert wird.

Im Hinblick auf funktionelle Fleischerzeugnisse (FF) ist sowohl die Reduktion der Gesamtfettaufnahme (Substitution von Fett durch Ballaststoffe) als auch der Austausch gesättigter Fette zugunsten einfach und mehrfach ungesättigter Fette (ω -3-Fettsäuren) von Bedeutung. Darüber hinaus können Gemüse sowie die darin enthaltenen Sekundären Pflanzenstoffe (SPS) wie Glucosinolate, Polyphenole, Phytosterine oder Carotinoide durch ihre antioxidativen Wirkungen und durch Einfluss auf den Lipidstoffwechsel das Risiko für die o.g. ernährungsmitbedingten Erkrankungen senken. Zusätzliche Möglichkeiten für neue Inhaltsstoffe mit gesundheitlichem Zusatznutzen in FF wären Probiotika (Rohwurst), Vitamine oder Mineralstoffe.

FL haben in den Sektoren Süßwaren, Cerealien/Backwaren, Milchprodukte bzw. Getränke eine beachtliche Bedeutung erlangt. Weltweit steigt das Marktvolumen von FL mit ca. 8 % pro Jahr merklich an. Auch der deutsche Markt hat zwischen 1999 und 2003 um diese Rate zugelegt. Dabei kann man bei FL durchaus von einer nachhaltigen Entwicklung sprechen, da neben der Lebensmittelwirtschaft auch der Handel und die Konsumenten offenbar dahinter stehen. Deutschland besitzt hier mit 5,1 Mrd. Euro Marktvolumen innerhalb Europas (insgesamt 13,7 Mrd. Euro) den größten Anteil. Der Sektor Fleisch- und Wurstwaren gilt im Hinblick auf FL in Europa als unterentwickelt. Im Jahr 2001 entfielen nur 3,8 % aller FL in Deutschland auf Fleisch- und Wurstwaren incl. Eier, obwohl der Sektor Schlachten und Fleischverarbeitung einen Anteil von gut 18 % am gesamten Ernährungsgewerbe

hat und damit den größten Umsatzanteil aller Sparten stellt (CMA 2002, BVDF 2004). Insbesondere in Deutschland werden deshalb gute Möglichkeiten z. B. zum Einsatz von pro- und prebiotischen Wirkstoffen bei Fleischerzeugnissen gesehen (DANISCO 2004; FROST und SULLIVAN 2004; LANDER 2004). Durch die Entwicklung und Vermarktung von innovativen FF dürfte das Produktimage verbessert sowie neue Käuferschichten gewonnen werden. Dem Trend zu gesundheitsfördernden Produkten bzw. Wellness-Erzeugnissen kann so Rechnung getragen werden. In diesem Zusammenhang spielt auch der so genannte gesundheitliche Verbraucherschutz eine wichtige Rolle. Die Produktionskosten von FF könnten gegenüber konventionellen Fleischwaren sogar sinken.

FL und deren Bewerbung mit krankheits- oder gesundheitsbezogenen Aussagen sind in Europa rechtlich noch nicht definiert. Nach dem Entwurf einer EU-VO über nährwert- und gesundheitsbezogene Aussagen zu Lebensmitteln (EU-Verordnungsvorschlag 2005) ist vorgesehen, dass positive gesundheitsbezogene Werbeaussagen nur in Verbindung mit einem Zulassungsverfahren gestattet werden sollen. Dabei müssen solche Angaben vom Lebensmittelhersteller durch kontrollierte Studien am Menschen wissenschaftlich belegt sein. Beim überwiegenden Teil der als funktionelle Lebensmittel beworbenen Produkte steht der Wirkungsnachweis am Menschen aus.

Generelle analytische Vorgehensweise

Zur Analyse von FF ist es zweckmäßig, sich zuerst mittels Vollanalyse ein Bild davon zu machen, ob sich und gegebenenfalls wie sich die Hauptbestandteile im Verhältnis zueinander verschoben haben. Der pH-Wert kann sich ebenfalls ändern, z. B. durch Zugabe von pflanzlichen Zutaten. Auch die Sensorik sollte hier nicht vergessen werden.

Mit Blick auf die oben ausgeführten Ziele bei FF ist das Augenmerk dann auf die Lipide zu lenken. Hier können Zusätze an ungesättigten Fetten (ω -3-Fettsäuren)

mittels Fettsäure-Spektrum (GC) bestimmt werden. Mit Veränderungen dieser reaktiven Verbindungen ist v. a. infolge der Lagerung zu rechnen. In diesem Zusammenhang darf die damit einhergehende Oxidationsempfindlichkeit nicht vernachlässigt werden. Als summarisches Maß für oxidative Vorgänge können Fettkennzahlen wie die Thiobarbitursäurezahl oder gegebenenfalls die Peroxidzahl herangezogen werden.

Im Falle einer (teilweisen) Fettsubstitution durch Ballaststoffe sind diese zu erfassen. Inulin als löslicher Ballaststoff kann enzymatisch quantifiziert werden. Der quantitative Nachweis der unlöslichen Ballaststoffe kann gravimetrisch erfolgen. Beim Zusatz von pflanzlichen Substanzen mit SPS sind letztere zu quantifizieren. Im Falle von Glucosinolaten – als Beispiel – kann deren Gehalt bzw. der deren Metabolite gaschromatographisch ermittelt werden. Auch der Nachweis von Vitaminen bietet sich hier an. Darüber hinaus könnte mit pflanzlichen Komponenten Nitrat eingebracht werden, was neben Nitrit zu bestimmen wäre. In Verbindung mit pflanzlichen Zutaten könnten zudem (relativ hitzestabile) Enzyme zu negativen Veränderungen führen.

Material und Methoden

Es wurden praxisübliche Brühwürste unter Zusatz von potentiell funktionellen Zutaten hergestellt. Die ebenfalls mit solchen Zutaten produzierten Rohwürste waren zudem fettreduziert, wobei anstelle von tierischem Fett pflanzliches verwendet wurde. An Zusätzen wurden Inulin (Fa. Orafit, Mannheim), Weizenfasern (Fa. Rettenmaier, Rosenberg) und raffiniertes Fischöl (Fa. DSM, Basel) verwendet. Die Brühwürste wurden sechs Wochen bei +2 °C, die Rohwürste sechs Monate bei ebenfalls +2 °C bis zur Untersuchung unangeschnitten gelagert.

Zur (quantitativen) Bestimmung von Inulin wurde die Methode L 00.0079 (in Abwandlung) nach § 64 LFGB verwendet. Die weiteren Ballaststoffe wurden nach L 00.0018 (in Abwandlung) gemäß § 64

LFGB quantifiziert. Die Untersuchung der Thiobarbitursäurezahl erfolgte nach BOTSOGLOU *et al.* (1994), die der Peroxidzahl nach DGF-Einheitsmethoden (nach D.H. WHEELER) und die des Fettsäuremusters nach SCHULTE und WEBER (1989).

Die verwendeten Wurstrezepturen, Lagerungsbedingungen und Analysenmethoden werden aus Platzgründen nicht detailliert angegeben. Sie können beim Verfasser erfragt werden.

Ergebnisse und Diskussion

Ballaststoffe. Der Einsatz von Inulin kann verschiedene Gründe haben. Einerseits kann es als Fettersatz dienen, andererseits kann seine physiologische Wirkung als (löslicher) Ballaststoff im Vordergrund stehen. Zur Substitution von Fett wird Inulin zweckmäßig mit Wasser zu einer festen, cremigen Masse angerührt, die weitgehend geschmacksneutral ist (Inulincreme). Das kann beispielsweise im Verhältnis ein Teil Inulin und drei Teile Wasser geschehen. Damit konnte in Brühwürsten bis zu 7,5 % Fett ersetzt werden, was einem Inulinzusatz von ca. 1,9 % entspricht. In Kochwürsten war es sogar möglich bis zu 20 % Fett zu substituieren, was einem Inulinzusatz von ca. 5 % entspricht. Bei höheren Mengen an Inulincreme war ein Geleeabsatz festzustellen. Durch die Verwendung von Inulin lassen sich deutlich kalorienreduzierte Fleischwaren ohne Beeinträchtigung des Genusswertes herstellen.

In Rohwürsten wurde aufgrund der nötigen Trocknung auf ein Lösen des Inulins in Wasser verzichtet. Stattdessen wurde es hier direkt als Pulver eingesetzt in einer Menge von ca. 2,1 % im Brät, was nach einer Abtrocknung von mindestens ca. 30 % zu einem Anteil von ca. 3 % in der fertigen Rohwurst führt. Unlösliche Ballaststoffe (Weizenfaser) wurden in der gleichen Konzentration eingesetzt. Zumindest die unlöslichen Ballaststoffe sollten nicht in höherer Konzentration verwendet werden, da sie sonst sensorisch negativ in Erscheinung treten (raues Mundgefühl,

faserig). Nach der Abtrocknung erfüllen lösliche und unlösliche Ballaststoffe zusammen dann die Forderung von ballaststoffreichen Produkten (Gehalt $\geq 6\%$). In Brühwürsten konnten unlösliche Ballaststoffe hingegen nur in deutlich geringerem Ausmaß zugesetzt werden (ca. 1%), da sie sonst das Mundgefühl negativ beeinflussten.

Die eingesetzten Ballaststoffe waren analytisch zu erfassen. Hierzu mussten die Methoden zum Nachweis von Inulin und (weiteren) Ballaststoffen – ohne Inulin – in der Matrix Fleisch etabliert werden, die ur-

sprünglich für pflanzliche Produkte entwickelt wurden. Inulin als löslicher Ballaststoff wird enzymatisch quantifiziert in Abwandlung der Methode L 00.0079 nach § 64 LFGB (Abb. 1). Verändert wurden die Einwaage wie auch die Bedingungen der Enzymreaktion (Inulinase). Die Veröffentlichung der detaillierten analytischen Methode erfolgt an separater Stelle. Die mit dieser Methode ermittelte Wiederfindung von Inulin in Fleischerzeugnissen (Rohwurst) liegt bei ca. 96%. Die Schwankungsbreite ist hierbei nur sehr gering (Tab. 1).

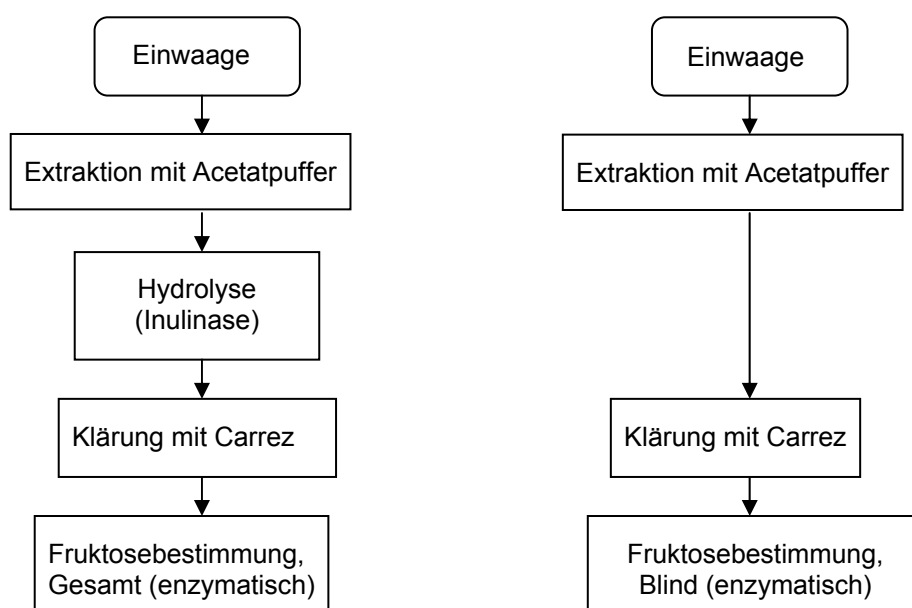


Abb. 1: Schema der Methode zur Bestimmung von Inulin in Fleischerzeugnissen, in Abwandlung der Methode L 00.0079 nach § 64 LFGB

Tab. 1: Inulingehalte bzw. Wiederfindung in verschiedenen Chargen Rohwurst (mit Inulin und Weizenfaser)

	Abtrocknung (%)	Sollwert (%)	Inulingehalt (%)	Wiederfindung (%)
Charge A	34,3	3,20	3,05	95,4
Charge B	35,4	3,27	3,09	94,6
Charge C	35,3	3,26	3,16	97,0

Der quantitative Nachweis der unlöslichen Ballaststoffe (bzw. der Gesamtballaststoffe ohne Inulin) in Fleischerzeugnissen erfolgt gravimetrisch, in Abwandlung der Methode L 00.0018 nach § 64 LFGB (Abb. 2). Hier wurde ebenfalls die Einwaage erhöht, zudem war eine quantitative Fettextraktion

unabdingbar und auch die Bedingungen der Enzymreaktionen – insbesondere der Protease – wurden verändert. Die Veröffentlichung der detaillierten analytischen Methode erfolgt an separater Stelle. Die Wiederfindung in Brühwurst liegt hier bei ca. 94%, die Schwankungsbreite ist eben-

falls sehr gering. (Tab. 2). Das gilt insbesondere unter Berücksichtigung der geringen, gravimetrisch zu bestimmenden Mengen, die sich absolut gesehen nur im mg-Bereich bewegen. Schwierigkeiten mit dieser Methode (Abb. 2) treten allerdings

dann noch auf, wenn Inulin und weitere Ballaststoffe gleichzeitig in einer Probe enthalten sind. Das liegt daran, dass Inulin ein inhomogenes Gemisch aus verschiedenen langen Ketten von hauptsächlich 2 bis 60 Fruktoseeinheiten darstellt.

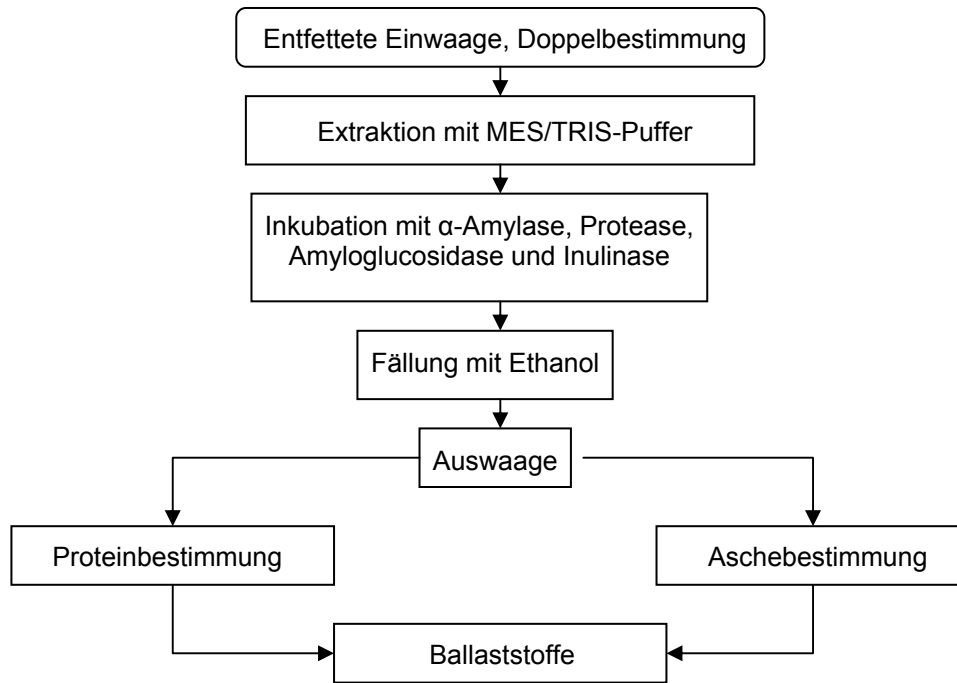


Abb. 2: Schema der Methode zur Bestimmung weiterer Ballaststoffe (außer Inulin) in Fleischerzeugnissen, in Abwandlung der Methode L 00.0018 nach § 64 LFGB

Tab. 2: Wiederfindung weiterer Ballaststoffe (ohne Inulin) in einer Charge Brühwurst (mit Weizenfaser und Brokkoli)

	Sollwert (%)	Ballaststoffgehalt (%)	Wiederfindung (%)
Charge A (1. Bestimmung)	2,90	2,75	95
Charge A (2. Bestimmung)	2,90	2,70	93
Charge A (3. Bestimmung)	2,90	2,73	94

Wie in Tabelle 3 gezeigt, wird von diesem Gemisch bei der Bestimmung der (weiteren) Ballaststoffe nur ein Teil erfasst (ca. 70 %). Ziel ist es deshalb, Inulin bei der Bestimmung (weiterer) Ballaststoffe quantitativ zu entfernen (und separat wie oben beschrieben enzymatisch zu quantifizieren), damit man durch dessen teilweise Erfassung nicht falsch höhere Werte erhält. Entscheidende generelle Unterschiede – und damit Schwierigkeiten –

zwischen der gewöhnlichen pflanzlichen Matrix zur Bestimmung von Ballaststoffen und der Matrix Fleisch bestehen u. a. in deutlich niedrigeren Mengen an Ballaststoffen in Fleischerzeugnissen, aber dafür viel höheren Mengen an (diese Methoden störendem) Fett und Protein. Das wirkt sich nicht unerheblich auf die Methoden aus. Bei der gravimetrischen Analyse der (weiteren) Ballaststoffe muss das Fett beispielsweise entgegen der ursprüng-

lichen Methodenbeschreibung quantitativ abgetrennt werden, weil es sonst am Schluss mit den Analyten ausgewogen und somit zu falsch höheren Werten führen würde (Tab. 4). Das geschieht

durch eine dreifache Fettextraktion. Auch größere Mengen an Protein stören die Analytik zur Bestimmung der (weiteren) Ballaststoffe.

Tab. 3: Einfluss des Inulins auf das Analysenergebnis von (weiteren) Ballaststoffen in Brühwurst

	Inulingehalt (%)	Sollwert (weiterer) Ballaststoffe (%)	Analysierter Gehalt (weiterer) Ballaststoffe (%)	Wiederfindung (weiterer) Ballaststoffe (%)
Charge A	2,82	2,90	4,54	156,7
Charge B	5,66	0	4,32	-

Tab. 4: Einfluss der Fettextraktion auf die Wiederfindung bei (weiteren) Ballaststoffen in Brühwurst (mit Weizenfaser und Brokkoli)

	Fettextraktionen ^a (Anzahl)	Sollwert (weiterer) Ballaststoffe (%)	Analysierter Gehalt (weiterer) Ballaststoffe (%)	Wiederfindung (weiterer) Ballaststoffe (%)
Charge A	0	2,90	10,28	354,3
Charge B	1	2,90	3,13	107,8
Charge C	3	2,90	2,84	98,0

^aFettkaltextraktion mit Hexan/Isopropanol (3/2, v/v)

Ungesättigte Fettsäuren. Versuche mit hochungesättigten Lipiden (reich an ω -3-Fettsäuren) in Brühwurst zeigten, dass Rapsöl bis zu einem Prozentsatz von 25 problemlos tierisches Fett ersetzen kann. Tests mit (raffiniertem) Fischöl in flüssiger Form bzw. als Pulver – Fischöl enthält mehr als 30 % ω -3-Fettsäuren, davon ca. 85 % EPA, DPA und DHA – verliefen hingegen weniger erfolgreich. Die Pulver-Version wurde aufgrund eines eklatanten Fischgeschmacks verworfen. Außerdem führte der Trägerstoff des Pulvers bei Rohwürsten zu einer zu intensiven Säure und zu einer mangelnden Konsistenz. Bei der flüssigen Form war (in Brüh- und Rohwürsten) ein deutlich weniger intensiver Geschmack nach Fisch festzustellen, allerdings wurde hier nur bis ca. 0,8 % zugegeben. Interessant war in diesem Zusammenhang auch, dass der Fischgeschmack zwischen unterschiedlichen Chargen des gleichen Herstellers in seiner Intensität stark variieren kann, was vom Rohmaterial wie auch von der Lagerdauer des Öls abhängig sein dürfte. Anstatt von Fischöl kann auch „Pflanzenöl“ (enthält ca.

20 % ω -3-Fettsäuren, v. a. α -Linolensäure) in der gleichen Menge eingesetzt werden, das im Gegensatz zu ersterem sensorisch nicht zu erkennen ist. Allerdings unterscheiden sich die beiden Öle sowohl im Gesamtgehalt an ω -3-Fettsäuren als auch in der Art der Fettsäuren. Bei der Einarbeitung von hochungesättigten Fettsäuren sind aber andererseits z. B. durch Produktion und Lagerung Veränderungen im Gehalt zu erwarten. Die Konzentration der ω -3-Fettsäuren (bzw. der Fettsäuren allgemein) wurde mittels Fettsäure-Muster (GC) bestimmt. Die Lagerung der Brühwürste erfolgte bei +2 °C für 6 Wochen, die der Rohwürste bei +2 °C für 6 Monate.

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass die Gehalte an ω -3-Fettsäuren aus Fischöl während der Lagerung der Brühwurst (6 Wochen) um bis zu 14 % (Fischöl in Pulversion) abnehmen können, wobei die Verluste bei Fischöl (Ölversion) nur bis zu 9 % betragen. Die größeren Verluste der Pulversion sind neben den sensorischen Beeinträchtigungen (s. o.) ein weiterer Grund, es nicht mehr einzusetzen. Die

Höhe der Verluste ist dabei vom Sättigungsgrad abhängig, d. h. je ungesättigter die Fettsäure, desto höher der Verlust (Tab. 5). Bei Rohwürsten stehen allerdings noch einige Ergebnisse aus, da die Lagerung aufgrund der langen Dauer (6 Monate) noch nicht beendet ist. Zudem wurde aufgrund der mit ω -3-Fettsäuren einhergehenden Oxidationsempfindlichkeit die

mögliche Entstehung von unerwünschten Substanzen wie Fettoxydationsprodukten quantitativ überwacht, um dem gegebenenfalls entgegenwirken zu können. Als summarisches Maß für oxidative Vorgänge wurden Fettkennzahlen wie die Thiobarbitursäurezahl (TBARS) und die Peroxidzahl (POZ) herangezogen.

Tab. 5: Veränderung der Fettsäuregehalte während der Kühlungslagerung von Brühwurst

Zutat Fischöl: Menge / Version	Fettsäure- Gehalt (%)	Lagerung (Wochen)			Verlust nach 6 Wochen (%)
		0	4	6	
3 % als ω -3-Pulver	EPA 20:5	0,57	0,54	0,51	10
	DHA 22:6	0,59	0,55	0,51	14
	PUFA	15,39	15,03	14,64	5
0,8 % als ω -3-Öl	EPA 20:5	0,37	0,36	0,34	8
	DHA 22:6	0,47	0,45	0,43	9
	PUFA	14,95	14,68	14,41	4

EPA: Eicosapentaensäure; DHA: Docosahexaensäure; PUFA: poly unsaturated fatty acids

Tab. 6: Veränderungen der Fettkennzahlen während der Kühlungslagerung von Brühwurst

Zutat Fischöl: Menge / Version	Fettkennzahl	Lagerung (Wochen)			
		0	2	4	6
3 % als ω -3-Pulver	TBARS	0,20	0,19	0,18	0,16
	POZ	0	0	0	0
0,8 % als ω -3-Öl	TBARS	0,16	0,17	0,16	0,15
	POZ	0	0	0	0

Im Resultat war bei Brühwurst (als auch bei Rohwurst nach bisherigen Daten: Ergebnisse nicht dargestellt) festzustellen, dass die Fettkennzahlen während der Lagerung zumindest auf gleichem Niveau blieben (Tab. 6). Bei Rohwürsten stehen aufgrund der langen Lagerzeit auch hier noch ein paar Untersuchungsergebnisse aus. Die Zugabe von oxidationsempfindlichen ω -3-Fettsäuren bewirkte somit keine merkliche Erhöhung der Fettkennzahlen, obwohl Verluste an diesen Fettsäuren nachgewiesen wurden (Tab. 5). Eine Erklärung hierfür steht noch aus. Denkbar wäre, dass die Fettsäuren zwar oxidiert und damit chemisch verändert wurden, aber die Oxidation noch nicht soweit fortgeschritten war, dass es zur Bildung von

Aldehyden kam und somit von der Thiobarbitursäure nicht erfasst werden konnte.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Hinsichtlich der Methodenadaption zur Erfassung sowohl der löslichen als auch der unlöslichen Ballaststoffe dürfte der noch störende Einfluss des Inulins bei der Bestimmung der Gesamtballaststoffe gut zu beheben sein. Ziel ist es, Inulin bei der Bestimmung der weiteren Ballaststoffe quantitativ zu entfernen, damit man nicht falsch höhere Werte erhält. Das könnte durch den Einsatz von Inulinase (welche bei der Bestimmung von Inulin nach § 64 L 00.0079 verwendet wird) geschehen,

wobei dieses Enzym in die bestehende Methode eingegliedert werden müsste, die bereits mit mehreren Enzymen arbeitet (α -Amylase, Protease, Amyloglucosidase). Eine weitere Möglichkeit zur Abtrennung des Inulins bei der Bestimmung der weiteren Ballaststoffe besteht darin, Inulin mittels Acetatpuffer quantitativ zu extrahieren (in Anlehnung an § 64 L 00.0079). Darüber hinaus bestehen gute Chancen die beiden separaten Methoden zur enzymatischen Bestimmung von Inulin einerseits sowie zur summarischen gravimetrischen Quantifizierung der unlöslichen bzw. der Gesamtballaststoffe (ohne Inulin) zu einer zu kombinieren, da aus dem Extrakt (Acetatpuffer) Inulin und aus dem Rückstand die weiteren Ballaststoffe bestimmt werden könnten.

Die für eine Fettoxidation deutlich anfälligeren Fleischerzeugnisse unter Zusatz von hochungesättigten ω -3-Fettsäuren könnten mittels spezifischer Parameter wie Hexanal (oder Cholesteroloxygenen) diesbezüglich besser überwacht werden als mit summarischen Fettkennzahlen. Diese sind zwar analytisch gesehen wesentlich aufwändiger, sollten jedoch auch eindeutiger Ergebnisse liefern als summarische Methoden.

Danksagung

Die verschiedenen Arbeiten zu diesem Projekt wurden am Institut für Technologie in Zusammenarbeit mit den Instituten für Chemie und Physik sowie Fleischerzeugung und Vermarktung durchgeführt. Allen Beteiligten dafür herzlichen Dank. Besonderer Dank gilt der Förderergesellschaft für Fleischforschung Kulmbach, die dieses Projekt finanziell wesentlich unterstützt hat.

Literatur

Abrams, S.A., Griffin, I.J., Hawthorne, K.M., Liang, L., Gunn, S.K., Darlington, G., Ellis, K.J. (2005): A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition* 82, 471-476

Beylot, M. (2005): Effects of inulin-type fructans on lipid metabolism in man and in animal models. *Br J Nutr.* 93, 163-168

Botsoglou, N.A., Fietouris, D.S., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J., Traktellis, A.G. (1994): Rapid, sensitive and specific Thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and food-stuff samples. *J Chem* 42, 1931-1937

Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie (BVDF) e.V. (2004): Geschäftsbericht 2003/2004

CMA Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (2002): Marktanalyse Functional Food - ein Regionalvergleich.

Danisco (2004): Pflanzliche Ballaststoffe in Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft* 84, 36

Delzenne, N.M., Cani, P.D., Daubioul, C., Neyrinck, A.M. (2005): Impact of inulin and oligofructose on gastrointestinal peptides. *Br J Nutr.* 93, 157-161

EU-Verordnungsvorschlag über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel 2003/1054/COD vom 7.6.2005

Finley, J.W. (2005): Proposed criteria for assessing the efficacy of cancer reduction by plant foods enriched in carotenoids, glucosinolates, polyphenols and selenocompounds. *Annals of Botany* 95, 1075-1096

Frost und Sullivan (2004): Functional Food: Der Europamarkt für Präbiotika wächst. *Fleischwirtschaft* 84, 35

Furrie E., Macfarlane, S., Kennedy, A., Cummings, J.H., Walsh, S.V., O'Neil, D.A., Macfarlane, G.T. (2005): Synbiotic therapy (*Bifidobacterium longum*/Synergy 1) initiates resolution of inflammation in patients with active ulcerative colitis: a randomised controlled pilot trial. *Gut.* 54, 242-249

Guardiola, F., Codony, R., Addis, P.B., Rafecas, M., Boatella, J. (1996): Biological effects of oxysterols: current status. *Fd Chem Toxic* 34, 193-211

Hooper, L., Summerbell, C.D., Higgins, J.P., Thompson, F.L., Capps, N.E., Smith, G.D., Riemersma, R.A., Ebrahim, S. (2001): Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: systematic review. *BMJ* 322 (7289), 757-763

Kew, S., Banerjee, T., Minihane, A.M., Finnegan, Y.E., Williams, C.M., Calder, P.C. (2003): Relation between the fatty acid composition of peripheral blood mononuclear cells and measures of immune cell function in healthy, free-living subjects aged 25 – 72 y. *Am J Clin Nutr.* 77 (5), 1278-1286

Kühl (2005): Vortrag anlässlich des 4. FEI-Kooperationsforums „Functional Food“, Bonn

Lander, S. (2004): Hochfunktionelle Weizenfasern. Unlösliche Ballaststoffe und ihr Zusatznutzen beim Einsatz in Fleischwaren. *Fleischwirtschaft* 84, 45-47

Leifert, W.R., Jahangiri, A., McMurchie, E.J. (1999): Antiarrhythmic fatty acids and antioxidants in animal and cell studies. *J Nutr Biochem.* 10 (5), 252-267

Marwick, C. (1996): Trials reveal no benefit, possible harm of beta carotene and vitamin A for lung cancer prevention. *Journal of the American Medical Association* 275, 422-423

Osada, K., Kodama, T., Cui, L., Yamada, K., Sugano, M. (1993): Levels and formation of oxidized cholesterol in processed marine foods. *J Agric Food Chem* 41, 1893-1898

Paniangvait, P., King, A.J., Jones, A.D., German, B.G. (1995): Cholesterol oxides in foods of animal origin. *J Food Sci* 60, 1159-1174

Scholz-Ahrens, K.E., Schaafsma, G., van den Heuvel, E.G.H.M., Schrezenmeir, J. (2001): Effects of prebiotics on mineral metabolism. *American Journal of Clinical Nutrition* 73, 459-464

Scholz-Ahrens, K.E., Schrezenmeir, J. (2002a): Inulin, oligofructose and mineral metabolism – experimental data and mechanism. *British Journal of Nutrition* 87, 179-186

Scholz-Ahrens, K.E., Acil, Y., Schrezenmeir, J. (2002b): Effect of oligofructose or dietary calcium on repeated calcium and phosphorus balances, bone mineralization and trabecular structure in ovariectomized rats. *British Journal of Nutrition* 88, 365-377

Schulte, E., Weber, K. (1989): Schnelle Herstellung der Fettsäuremethylester aus Fetten mit Trimethylsulfoniumhydroxid oder Natriummethylat. *Fat Sci Technol* 91 (5), 181-183

Wallace, F.A., Miles, E.A., Calder, P.C. (2003): Comparison of the effects of linseed oil and different doses of fish oil in mononuclear cell function in healthy human subjects. *Br J Nutr.* 89 (5), 679-689

Watzl, B. (2005a): Glukosinolate. *Schweiz Zschr Ernährungsmedizin* 3, 34-37

Watzl, B., Girrbach, S., Roller, M. (2005b): Inulin, oligofructose and immunomodulation. *British Journal of Nutrition* 93, 49-55

Wijendran, V., Hayes, K.C. (2004): Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu Rev Nutr.* 24, 507-615

