

M. Schmid
H.-D. Isengard

Methodenvergleich zur Charakterisierung thermisch veränderter Fritierfette und -öle

Comparison of methods to characterise thermally altered frying fats and oils

Zusammenfassung Während des Fritiervorganges unterliegen Fritierfette und -öle einer Reihe chemischer und physikalischer Veränderungen. Um eine effektive Qualitätskontrolle für gebrauchte Fritierfette und -öle zu garantieren, werden einfache und schnelle Methoden zur Beurteilung des Fettver-

derbs benötigt. Um die Eignung einiger analytischer Methoden zur Qualitätsbeurteilung von Fritierfetten und -ölen zu untersuchen, wurden unterschiedliche Fritierfette mit und ohne Fritiergut erhitzt und die Änderung der polaren Anteile, der Säurezahl, der Verseifungsfarbzahl, der spezifischen Absorption und der dielektrischen Eigenschaften während des Erhitzungsvorganges bestimmt. Es zeigte sich, daß die häufig in der Praxis durchgeführten Bestimmungen von Säurezahl *SZ* und Verseifungsfarbzahl *VFZ* ebenso wie die Bestimmung der spezifischen Absorption nicht uneingeschränkt zur Charakterisierung des Fettverderbs geeignet sind. Die Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften der Fritierfette und -öle mit dem Foodoil-Sensor (FOS) dagegen erwies sich als ein hilfreiches Instrument bei der Beurteilung von gebrauchten Fritierfetten bzw. -ölen für die Routineanalyse.

Summary During the process of deep fat frying the fat or oil undergoes several chemical and physical changes. To guarantee an

effective quality control for used frying fats simple and rapid methods for the measurement of heat abuse are needed. Therefore several frying oils were heated with and without foodstuff and the change of polar parts, acid number, colour acid number, specific absorption and dielectric properties with prolonged heating time were determined. It could be shown that under usual frying conditions acid number and colour acid number, which are often used in praxis, as well as the specific absorption are not unrestrictedly useful to characterise heated frying fats. It turned out, however, that the determination of the dielectric properties with a foodoil-sensor is a useful tool to investigate heat abuse of frying fats and oils in routine analysis.

Schlüsselwörter Fettverderb – Qualitätskontrolle – polare Anteile – Vergleich von Analysenmethoden

Key words Frying fat deterioration – quality control – polar parts – comparison of analytical methods

Eingegangen: 5. August 1997
Akzeptiert: 15. November 1997

Dipl.-Ing. M. Schmid
Prof. Dr. H.-D. Isengard (✉)
Universität Hohenheim
Institut für Lebensmitteltechnologie
Garbenstraße 25
70593 Stuttgart

Einleitung

In der Bundesrepublik Deutschland stieg zu Beginn der 60er Jahre das Angebot und der Verbrauch an fritierten Nahrungsmitteln sprunghaft an. Bis zu diesem Zeitpunkt war das Fritieren auf wenige Spezialitäten wie z.B. Pom-

mes frites und Chips beschränkt. Heute ist das Fritieren als schnelle und ökonomische Art der Nahrungszubereitung eines der wichtigsten Garverfahren. Es wird geschätzt, daß fast die Hälfte aller Mahlzeiten in Restaurants und Kantinen mindestens einen fritierten Bestandteil enthält (9). Während des Fritiervorganges dringt eine nicht unerhebliche Menge des Fritierfettes in das Fritier-

gut ein. So nehmen beispielsweise Pommes frites 8–12 %, Chips sogar 40–45 % Fett auf, das vom Verbraucher mitverzehrt wird.

Während des Fritiervorganges finden im Fett eine Vielzahl chemischer und physikalischer Veränderungen statt. In über längere Zeit thermisch belastetem Fett oder Öl entstehen Oxidations-, Polymerisations- und Hydrolyseprodukte, die sich akkumulieren und mit der Zeit zum Fettverderb führen. Neben Parametern wie Fritiertemperatur, Fritiergut, Durchsatz oder Friteusetyptyp spielt vor allem die Art des verwendeten Fritierfettes eine entscheidende Rolle für Art und Umfang des Fettverderbs.

Es ist bekannt, daß bei unsachgemäßer Behandlung von Brat- und Siedefetten Reaktionsprodukte entstehen, die toxisch wirken können und deren Toxizität von der Konzentration bzw. Dosierung abhängt (10). Es ist daher von großer Bedeutung, genauere Kenntnisse über die im Fett stattfindenden Reaktionen und die dabei entstehenden Substanzen zu erlangen. Um eine effektive Qualitätskontrolle gebrauchter Fritierfette und -öle zu garantieren, werden geeignete Methoden benötigt, um den Verderb zu charakterisieren. Hierzu wird vor allem die Bestimmung der polaren Anteile mittels präparativer Säulenchromatographie (3) empfohlen, die zwar relativ gut mit sensorischen Befunden korreliert, aber sehr zeit- und chemikalienintensiv ist. In der Praxis werden in vielen Fritierbetrieben daher lediglich die Säurezahl, gelegentlich auch die Verseifungsfarbzahl, bestimmt, die allerdings nur bedingt zur Charakterisierung der Fette und Öle geeignet sind. Es besteht noch immer ein Mangel an Schnellbestimmungsmethoden für die Qualitätsbeurteilung von Fritierfetten und -ölen. Durch den Einsatz unterschiedlicher Fritieröle unter wechselnden Fritierbedingungen wurden Veränderungen während des Erhitzungsvorganges in Abhängigkeit von Fettsorte und Fritiergut untersucht. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wurde die Eignung der relativ häufig eingesetzten Bestimmungen Säurezahl und Verseifungsfarbzahl sowie zwei weiterer Schnellmethoden – spezifische Absorption bei 232 nm und dielektrische Eigenschaften – beurteilt. Alle Bestimmungen sind in kurzer Zeit und ohne größeren Aufwand durchführbar. Kriterium für die Beurteilung der Eignung der Methoden für die Qualitätskontrolle gebrauchter Fritierfette und -öle war vor allem die Korrelation zwischen den gefundenen Meßwerten und dem sensorischen Eindruck sowie dem Gehalt an polaren Substanzen, die als Maß für den Fettverderb gelten (6).

Material und Methoden

Um die Eignung verschiedener Methoden zur Charakterisierung des Fettverderbs zu untersuchen, wurden drei verschiedene Fritieröle mit und ohne Fritiergut erhitzt. So wurden Sojaöl, Erdnußöl und Palmöl jeweils 60 Stun-

den ohne Gut, 21 bzw. 24 Stunden mit Gut (Kartoffel-Snack-Produkte, Erdnüsse, Pommes frites und Tintenfischringe) bei 190 °C in einer Technikumsfriteuse erhitzt. In Abständen von 5 Stunden bei Erhitzung ohne Gut bzw. 1,5 Stunden mit Gut wurde eine Probe aus der Friteuse entnommen und davon polare Anteile, SZ, VFZ, spezifische Absorption bei 232 nm und dielektrische Eigenschaften ermittelt.

Material

Alle verwendeten Fritierfette wurden direkt vom Hersteller bezogen: Palmöl flüssig, raffiniertes Erdnußöl und raffiniertes Sojaöl.

Verwendete Fritiergüter: Extrudierte Kartoffel-Snack-Produkte (aus Kartoffelpulver, Pflanzenöl, Stärke, modifizierter Stärke, Salz, Zucker, Lecithin, Hefeextrakt und Gewürz), Tintenfischringe, Pommes frites und Erdnüsse.

Methoden

Bestimmung der polaren Anteile in Fritierfetten

Die Bestimmung der polaren Anteile erfolgte nach der einschlägigen DGF-Einheitmethode (3).

Säurezahl Die Bestimmung der Säurezahl SZ erfolgte gemäß der Vorschrift der DGF-Einheitmethoden (5).

Verseifungsfarbzahl Die Bestimmung der Verseifungsfarbzahl VFZ erfolgte nach den Vorschriften von Wurziger und Lindemann (13).

Spezifische Absorption bei 232 nm Die Ermittlung des Gehaltes an konjugierten Doppelbindungen erfolgte nach den Bestimmungen der DGF-Einheitmethoden (4).

Foodoil-Sensor-Messung Mit Hilfe eines Foodoil-Sensors ist man in der Lage, die dielektrischen Eigenschaften einer Fett- bzw. Ölprobe bei einer Temperatur von 63 °C zu bestimmen. Der Anstieg der Dielektrizitätskonstanten eines Fritierfettes oder -öles während des Fritiervorganges resultiert aus der Zunahme an polaren Bestandteilen.

Zu Beginn jeder Messung wird das Gerät (Northern Instrument Corporation, Modell NI 21 A, Spec. 3 x Empfindlichkeit) nach Herstellerangaben entweder mit frischem Fritierfett oder -öl oder mit einem speziell für die Foodoil-Sensor-Messung im Handel erwerblichen Kalibrieröl, dem sogenannten Nullöl, auf den Nullpunkt eingestellt. Anschließend wird das auf 63 °C vortemperierte Fritierfett bzw. -öl vermessen.

Ergebnisse

Die Bestimmung der polaren Anteile mittels präparativer Säulenchromatographie gilt als eine der aussagekräftigsten Analysenmethoden bei der Beurteilung des während des Fritiervorganges stattfindenden Fettverderbs. In Tab. 1 ist der Zusammenhang zwischen Erhitzungsdauer und den polaren Anteilen der untersuchten Fette dargestellt. Die untersuchten Fritieröle weisen beim Fritieren ohne Gut einen annähernd analogen Kurvenverlauf auf. Die Zunahme an polaren Bestandteilen ist erwartungsgemäß stark von der Art des verwendeten Fritiergutes abhängig, in allen Fällen jedoch größer als bei der Erhitzung ohne Fritiergut.

Häufig wird bei der Kontrolle von Fritierfetten bzw. -ölen die Säurezahl als Kriterium für den Frischzustand angewandt. Bei den hier untersuchten Proben besteht zwischen der Erhitzungsdauer der Öle bei 190 °C und der Säurezahl ein stetiger, linearer (Korrelationskoeffizienten je nach Fritiergut und Fritieröl zwischen 0,983 und 0,990) Zusammenhang. Beim Fritieren eines Gutes in unterschiedlichen Fritierölen zeigte sich allerdings, daß die zeitliche Änderung der SZ von der eingesetzten Fett- bzw. Ölart abhängt. Bei der Erhitzung von Palmöl mit unterschiedlichen Gütern zeigte sich zudem die starke Abhängigkeit der Säurezahländerung von der Art des Fritiergutes (Abb. 1).

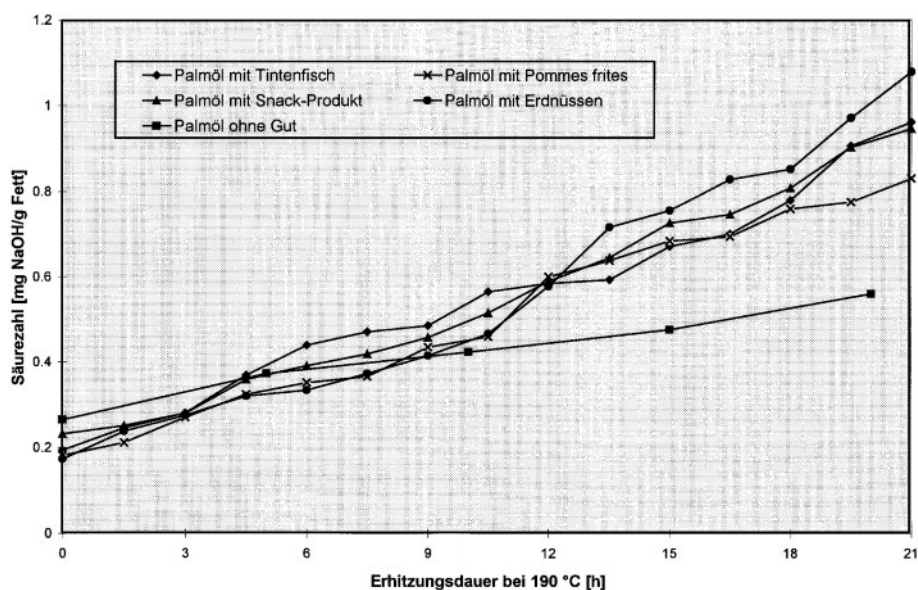
Die Säurezahlen der Fritieröle, die einen Gehalt an polaren Bestandteilen von 24 % aufweisen (Tab. 2) unterschieden sich zum Teil erheblich je nach Gut und verwendetem Fritieröl. Die bis zum Erreichen eines Gehaltes von 24 % Polarem stattgefundene Zunahme der Säurezahl ist bei allen untersuchten Fetten relativ gering.

Beim Verseifen von Fetten – insbesondere von oxidativ veränderten Fetten – mit alkoholischer Kalilauge tritt eine mehr oder minder starke Gelbfärbung ein. Nach Naudet und Perrot (11) entstehen durch die Dehydation von Hydroperoxiden ungesättigte Ketoverbindungen, die im alkalischen Milieu zu Polyhydrofuranen polymerisieren. Diese haben den Charakter von Chromophoren und können so durch die Verseifungsfarbzahl erfaßt werden. Die zeitliche Änderung der Verseifungsfarbzahl bei der Erhitzung ohne Gut ist stark von der Art des verwendeten Fritierfettes abhängig. Zudem unterscheiden sich Fritieröle bzw. deren Chargen desselben Herstellers häufig sowohl in der Eigenfärbung als auch in der Verseifungsfarbzahl des frischen Öles. Der Einfluß der Eigenfärbung sowohl der Chargen als auch der Fettarten kann jedoch durch die Bestimmung eines Blindwertes von frischem Fett in Chloroform eliminiert werden.

Ein Zusammenhang zwischen polaren Anteilen der Fritieröle und deren Verseifungsfarbzahl ist jedoch unabhängig von Ölart und Fritiergut gegeben. So weisen alle Fritieröle – gleichgültig welches der untersuchten Fritiergüter eingesetzt wurde – bei einem Gehalt von 24 % polaren Anteilen etwa denselben Wert auf (Tab. 2).

Unter den physikalischen Methoden zur Bestimmung der oxidativen Veränderungen von Ölen und Fetten verdient die Methode zur Bestimmung der spezifischen Absorption bei 232 nm genauere Betrachtung, da sie schnell und mit geringem Chemikalienaufwand durchführbar ist. Grundlegende Arbeiten über den Einfluß der Sauerstoffeinwirkung auf das UV-Spektrum von Fettsäureestern und natürlichen Fetten wurden bereits 1945 von Holman und Burr (8) durchgeführt. Die Absorption im Bereich von 232 nm ist auf die Konjugation der Doppelbindungen bei der Bildung von Linolsäure- bzw. Linolensäurehydro-

Abb. 1 Abhängigkeit der Säurezahländerung von der Art des Fritiergutes



Tab. 1 Veränderung von Fritierölen beim Fritieren mit unterschiedlichen Gütern

	Palmöl		Palmöl		Palmöl		Palmöl		Erdnußöl		Sojaöl	
	Pommes frites		Erdnüsse		Tintenfisch		Snackprodukt		Snackprodukt		Snackprodukt	
Polare Anteile [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]
0 h	8,03	0,86	7,56	0,97	7,53	1,06	7,93	1,31	4,03	0,48	3,56	0,90
6 h	10,03	1,43	10,37	2,01	8,84	0,78	11,03	0,92	8,92	1,61	8,84	1,76
12 h	13,24	1,86	12,30	1,33	11,11	1,44	15,15	0,88	13,20	0,48	12,11	0,69
18 h	17,72	0,94	15,35	0,45	12,46	0,93	20,07	1,21	19,41	0,77	18,63	1,14
21 h	18,50	1,51	16,98	1,45	14,09	1,10	22,23	1,41	21,72	0,97	21,44	1,84
Säurezahl	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]
0 h	0,18	1,26	0,17	1,00	0,19	0,80	0,23	0,39	0,14	0,95	0,14	0,52
6 h	0,35	0,09	0,33	0,58	0,37	1,20	0,39	0,66	0,20	0,47	0,24	0,83
12 h	0,60	1,64	0,58	1,29	0,59	0,34	0,59	0,58	0,36	1,04	0,38	0,08
18 h	0,76	0,88	0,85	0,99	0,78	0,43	0,81	0,08	0,57	0,71	0,52	1,71
24 h	0,83	0,59	1,03	1,02	0,96	1,00	0,95	0,89	0,69	0,84	0,57	0,81
Spezifische Absorption	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]
0 h	2,16	1,70	2,23	1,14	2,07	1,93	2,45	0,23	1,88	0,49	4,23	0,28
6 h	4,78	1,03	5,45	0,40	4,40	0,44	5,19	0,27	5,39	0,36	8,52	1,52
12 h	6,22	0,32	8,00	0,60	6,07	0,38	7,47	0,26	9,40	0,06	14,03	1,03
18 h	9,14	0,01	9,54	0,02	7,96	1,23	10,33	0,97	13,51	0,24	19,17	0,19
24 h	9,86	0,12	11,60	0,27	8,47	0,01	10,82	0,41	14,99	0,49	20,92	0,20
FOS	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]
0 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 h	0,85	0,67	1,38	1,82	1,71	1,88	2,01	1,82	1,98	1,87	2,07	0,61
12 h	2,05	1,46	3,36	1,16	3,12	0,64	4,03	0,87	4,27	0,97	4,10	0,98
18 h	3,25	0,61	4,86	0,34	4,27	0,41	5,90	1,10	6,71	0,60	5,85	0,20
24 h	3,70	0,27	5,45	0,74	4,91	0,41	6,74	0,80	7,23	0,44	7,20	0,29
VFZ	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]	\bar{x}	VK [%]
0 h	0,22	2,63	0,40	2,01	0,35	1,98	0,40	1,82	0,26	1,56	0,47	1,82
6 h	0,81	1,35	0,97	0,55	0,80	1,55	0,96	1,65	0,50	0,63	0,95	1,27
12 h	1,33	1,52	1,41	1,32	1,51	1,82	1,69	0,80	0,87	0,49	1,80	1,12
18 h	1,84	1,34	2,04	0,43	2,22	1,81	2,55	0,14	1,36	0,51	2,51	0,96
24 h	2,23	0,88	2,51	0,98	2,39	0,80	4,14	0,48	1,46	1,34	3,00	1,03

peroxiden zurückzuführen. Daraus erklärt sich auch die Tatsache, daß linol- und linolensäurereiche Öle wie Sojaöl einen stärkeren Anstieg der spezifischen Absorption aufweisen (Tab. 1) als Fritierfette mit einem geringen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Um eine einheitliche Beurteilung des Frischezustandes unabhängig von der Art des Fettes bzw. Öles zu ermöglichen, kann eine Gewichtung der Meßwerte bezüglich des „Sättigungsgrades“ der Fette und Öle durchgeführt werden. Als Maß hierfür eignet sich die Iodzahl *IZ*. Palmöl wies eine *IZ* von 59, Erdnußöl eine *IZ* von 86 und Sojaöl eine *IZ* von 128 auf. Dividiert man die bei 232 nm gemessene spezifische Absorption durch die Iodzahl des untersuchten Öles, so erhält man die bezüglich des Sättigungsgrades gewichtete spezifische Absorption. Für jedes Fritiergut einzeln betrachtet, weisen die untersuchten Fritieröle bei einem Gehalt von 24 % polaren Anteilen eine gute Übereinstimmung in ihren gewichteten Werten auf (Tab. 2). Abhängig von der Art des zu fritierenden Gutes ergeben sich allerdings geringe Abweichungen der Grenzwerte.

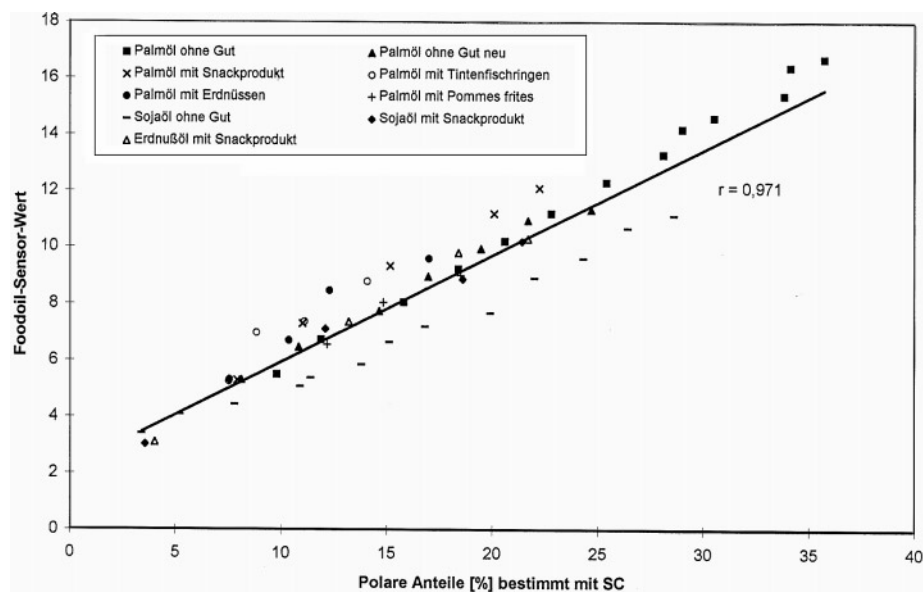
Eine weitere physikalische Eigenschaft, die sich während des Fritiervorganges verändert, ist die Dielektrizitätskonstante der Fritierfette bzw. -öle. Durch die Entstehung polarer Substanzen kommt es zu einer Zunahme der Dielektrizitätskonstanten, die mit dem Foodoil-Sensor

(FOS) gemessen werden kann. Die Nullpunkteinstellung bei dieser sehr schnell und bequem durchführbaren Foodoil-Sensor-Messung kann entweder mit dem entsprechenden Frischöl bzw. -fett oder, falls dieses nicht zur Verfügung steht, mit einem sogenannten Nullöl durchgeführt werden.

Da die Zunahme des FOS-Meßwertes auf einer Zunahme an polaren Substanzen beruht, kann die Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften als Screeningmethode zur groben Bestimmung des Gehaltes an polaren Substanzen eingesetzt werden. Tatsächlich kann ein Zusammenhang zwischen dem FOS-Wert und dem Anteil an polaren Substanzen festgestellt (Abb. 2) werden. Unabhängig von der Art des verwendeten Fritiergutes wiesen alle untersuchten Öle bei Erreichen eines Gehaltes von 24 % polaren Anteilen (siehe Tab. 2) etwa denselben FOS-Meßwert auf.

Diskussion

Wichtigstes Kriterium bei der Wahl einer geeigneten Bestimmungsmethode ist neben der schnellen und einfachen Durchführbarkeit das Vorhandensein eines allgemein gültigen Grenzwertes für den Verderb. Anders ausgedrückt, Fritierfette und -öle sollten zum Zeitpunkt des sensorisch

Abb. 2 Korrelation zwischen FOS-Meßwerten und polaren Anteilen

wahrnehmbaren Verderbs stets einen konstanten Analysenwert aufweisen. Problematisch hierbei ist, daß Art und Umfang des Fettverderbs auch erheblich von den Fritierbedingungen abhängig sind. Daher ist die Korrelation

zwischen Sensorik und Analytik bei Betrachtung unterschiedlicher Fritierfette und -öle, die unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt waren, oft nur unzureichend.

Tab. 2 Analysenwerte von Fritierölen bei Erreichen eines Gehaltes von 24 % polaren Anteilen

Meßwerte	Palmöl ohne Gut	Erdnußöl ohne Gut	Sojaöl ohne Gut	Palmöl mit Snackprodukt	Erdnußöl mit Snackprodukt	Sojaöl mit Snackprodukt
Polare Anteile						
Erhitzungsdauer bis zum Erreichen von 24 %	30 h	40 h	50 h	24 h	24 h	24 h
Erhitzungsdauer bis zum ersten sensorischen Verderb	20 h	20 h	25 h	7,5 h	7,5 h	6 h
Säurezahl	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]
Wert bei 24 % polaren Bestandteilen	0,78 1,28	1,35 0,46	1,77 0,56	0,76 1,32	1,00 1,00	0,61 1,64
Spezifische Absorption	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]
Wert bei 24 % polaren Bestandteilen	12,78 1,25	19,51 0,81	28,36 0,35	11,36 0,192	16,82 0,42	24,27 0,78
Gewichteter Wert bei 24 %	0,217	0,226	0,222	0,193	0,196	0,190
FOS	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]
Wert bei 24 % polaren Bestandteilen	11,88 0,59	11,49 0,95	11,42 0,53	11,73 0,26	11,35 0,26	11,22 0,53
VFZ	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]	\bar{x} VK [%]
Wert bei 24 % polaren Bestandteilen	3,17 3,17	3,82 1,31	3,86 3,37	3,62 2,21	3,52 0,52	3,53 1,70

Eine für die Beurteilung gebrauchter Fritierfette allgemein akzeptierte Methode ist die Bestimmung der polaren Anteile mittels präparativer Säulenchromatographie. Der Begriff polare Anteile ist eine Sammelbezeichnung für alle während des Fritiervorganges entstandenen Reaktionsprodukte. Die polare Fraktion enthält sowohl Polymere als auch Verbindungen mit einem Molekulargewicht, das kleiner ist als das des ursprünglichen Triglycerides. In der Praxis der Lebensmittelüberwachung erwies sich diese Bestimmung als aussagekräftige Analysenmethode bei der Beurteilung des Fettverderbs während des Fritiervorganges (2), auch wenn die Ergebnisse nicht vollständig mit der sensorischen Beurteilung übereinstimmen (7). Der Schwellenwert des Verderbs liegt bei etwa 24 %, die Grenze des absoluten Verderbs bei 27 % polaren Anteilen.

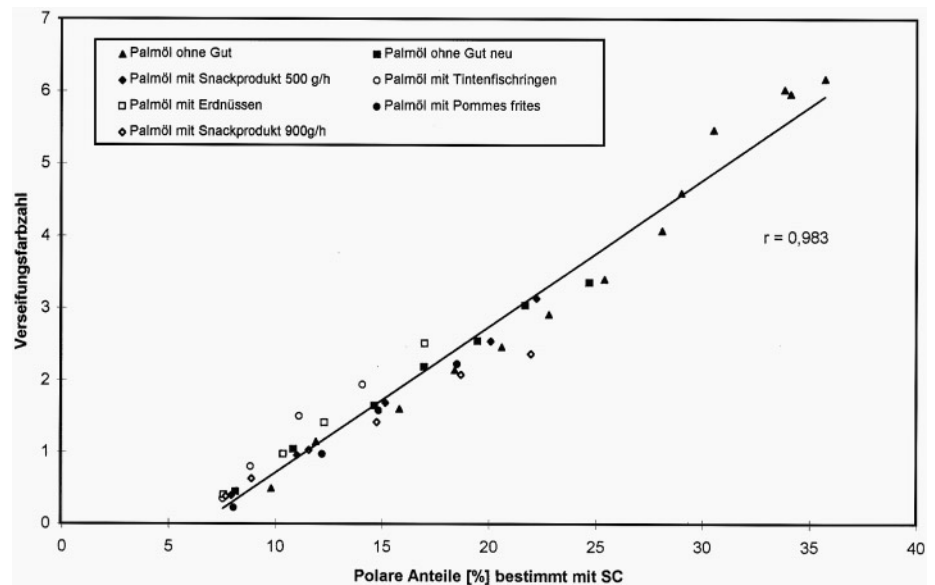
Obwohl die Bestimmung der Säurezahl auch heute noch in einigen größeren Betrieben und in einigen Untersuchungsämtern zur Qualitätskontrolle eingesetzt wird, ist diese von den hier untersuchten Methoden für die Beurteilung von Fritierfetten und -ölen am wenigsten geeignet. Aufgrund der starken Abhängigkeit von der Art des fritierten Gutes, d.h. von dessen Wassergehalt, ist eine einwandfreie Charakterisierung mit Hilfe der Säurezahl als alleinigem Beurteilungskriterium ohne Kenntnis der Fritierbedingungen nach den Erfahrungen dieser Versuche nicht möglich. Der allgemein akzeptierte Richtwert von 2,0 (1) war bei keinem der untersuchten Öle bei Erreichen des Schwellenwertes von 24 % polaren Anteilen erreicht (siehe Tab. 2), da bei einer Erhitzung ohne Gut oder von Gütern mit geringem Wassergehalt Hydrolyse nicht oder nur in geringem Maße stattfindet.

Nach Pardun et al. (12) hängen die mit der Verseifungsfarbzahl erzielten Ergebnisse trotz guter Reprodu-

zierbarkeit stark von den gewählten Versuchsbedingungen ab. Bei den hier durchgeführten Versuchen jedoch wiesen alle untersuchten Fritieröle unabhängig von der Art des Fritiergutes bei Erreichen eines Gehaltes von 24 % polaren Anteilen etwa übereinstimmende VFZ-Werte auf. Die Korrelation zwischen VFZ und polaren Anteilen aller untersuchten Fritierölen und Fritiergütern ist mit 0,962 relativ zufriedenstellend. Erheblich verbessern läßt sich der Korrelationskoeffizient, wenn nur eine Sorte Fritierfett bzw. -öl untersucht wird (Abb. 3). Bei Kenntnis der Art des zu untersuchenden Fettes oder Öles ist daher die Bestimmung der Verseifungsfarbzahl als Indikator für die Grenze der Verwendbarkeit durchaus geeignet. Bei unbekannten Fetten sollte jedoch nicht allein auf Grund einer VFZ-Bestimmung entschieden werden, ob ein Fett brauchbar ist oder nicht.

Aus der Tatsache, daß Fette und Öle mit einem hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren einen stärkeren Anstieg der spezifischen Absorption aufweisen als gesättigtere Fette und Öle, wurde in bisherigen Veröffentlichungen häufig die Schlußfolgerung gezogen, daß diese Kenngröße zur Beurteilung des Fettverderbs lediglich für Fette bzw. Öle mit großen Anteilen an ungesättigten Fettsäuren geeignet sei. Die Zunahme in Abhängigkeit von der Fritierdauer ist jedoch auch für „relativ gesättigte“ Fritieröle wie beispielsweise Palmöl erheblich. Eine Beurteilung des Fettverderbs kann daher auch in diesen Fällen durchgeführt werden. Die Korrelation zwischen gewichteter spezifischer Absorption und polaren Anteilen eines Fritieröles ist für jedes Fritiergut getrennt betrachtet sehr hoch. Ohne Berücksichtigung des zu fritierenden Gutes jedoch ergibt sich für den Zusammenhang zwischen polaren Anteilen und der gewichteten spezifischen Absorption ein Korrelationskoeffizient von lediglich

Abb. 3 Korrelation zwischen Verseifungsfarbzahl und polaren Anteilen für verschiedene Güter und Produktdurchsätze



0,938. Da in der Praxis der Lebensmittelüberwachung oft nicht genügend Informationen über das zu untersuchende Probenmaterial (Art des Fritierfettes, Art des Fritiergutes) vorliegen, ist hier die Methode zur Bestimmung der spezifischen Absorption nicht anwendbar.

Die Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften mit Hilfe des Foodoil-Sensors erwiesen sich als bestens geeignet für die Qualitätsbeurteilung von Fritierfetten und -ölen. Bei Erreichen eines Gehaltes von 24 % polaren Anteilen wiesen alle Fritieröle einen fast einheitlichen FOS-Wert auf. Zwischen dem Gehalt an polaren Substanzen, bestimmt mit präparativer Säulenchromatographie, und den FOS-Meßwerten ergab sich bei einer Nullpunkteinstellung mit der Eichlösung für alle untersuchten

Öle und Fritiergüter ein Korrelationskoeffizient von 0,971. Eine bessere Übereinstimmung zwischen FOS-Meßwerten und den Gehalten an polaren Bestandteilen läßt sich erzielen, wenn jede Fett- bzw. Ölsorte getrennt betrachtet wird. Für Palmöl ergab sich hier ein Korrelationskoeffizient von 0,985. Aus den durchgeführten Versuchen läßt sich schließen, daß der Foodoil-Sensor bei Kenntnis der Öl- bzw. Fettart eine sehr gute Möglichkeit der Qualitätskontrolle für Fette und Öle darstellt. Auch bei unbekannter Fettherkunft ist der Einsatz eines Foodoil-Sensors möglich. Hier kann die Bestimmung des FOS-Wertes als Screening-Methode für die Bestimmung polarer Substanzen eingesetzt werden.

Literatur

1. Amtliche Methoden nach § 35 LMBG: L 13.00-5
2. Billek G (1979) Heated oils – chemistry and nutritional aspects. *Nutr Metab* 24:200–212
3. DGF-Einheitsmethoden – Abteilung C-Fett, C-V 2 (81)
4. DGF-Einheitsmethoden – Abteilung C-Fett, C-VI 6 (68)
5. DGF-Einheitsmethode C-III 3b (81)
6. Fritsch CW (1981) Measurement of frying fat deterioration. *J Am Oil Chem Soc* 58:272–280
7. Gertz Ch (1979) Praktische Erfahrungen mit säulenchromatographischen Methoden zur Bestimmung der Verdorbenheit von Fritierfetten. *Fette Seifen Anstrichmittel* 81:520–533
8. Holman RT, Burr GO (1945) Spectrophotometric studies of the oxidation of fats. IV. Ultraviolet absorption spectra of lipoxidase-oxidized fats. *Arch Biochem* 7:47–54
9. Lawson HW (1985) Standards for fats and oils; III. Series. The AVI Publishing Company, Inc.
10. Mankel A (1975) Zur Analytik und Beurteilung von Fritierfetten III. Beobachtungen aus der Praxis der Lebensmittelüberwachung. *Getreide Mehl Brot* 4:29–36
11. Naudet M, Perrot MJ (1959) Is there a relation between the iodine color test of tallows and their content of oxidized acids. *Rev franç Corps gras* 6:699–711
12. Pardun H, Blass J, Kroll E (1974) Veränderungen der Fette unter Fritierbedingungen und deren analytische Erfassung / Beurteilung des Gebrauchswertes und Analytik von Fritierfetten II. *Fette Seifen Anstrichmittel* 76: 151–158
13. Wurziger J, Lindemann E (1959) Ein Beitrag zur Untersuchung und Beurteilung erhitzter Fette. *Fette Seifen Anstrichmittel* 61:257–264