Ein Verfahren zur annähernden Bestimmung von Schweinefett in Speisefettmischungen

Autor(en): **Viollier, R. / Iselin, E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **32 (1941)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-983672

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

EIN VERFAHREN ZUR ANNÄHERNDEN BESTIMMUNG VON SCHWEINEFETT IN SPEISEFETTMISCHUNGEN

Von Dr. *R. Viollier* und Dr. *E. Iselin.*

(Mitteilung aus dem kantonalen Laboratorium Basel-Stadt.)

«Nichts von dem, was der Mensch essen kann, darf dem Schwein verfüttert werden.» Dies sollte einer der Grundsätze unserer Ernährung in Kriegszeiten sein. Die Haltung von Schweinen hat heute nur Berechtigung, solange diese Abfallvertilger nicht auf Kosten unserer Vorräte gemästet werden. Wenn auch die Borstentiere ein wegen seiner feinkörnigen und salbenartigen Beschaffenheit beliebtes Fett liefern, so ist jedoch die Sicherung einer Fettreserve durch Erhaltung unserer Milchkühe — die Kuh als Fett- und Vitaminspender — ungleich wichtiger; denn die Kühe sind in ihrer Ernährung keine Konkurrenten des Menschen. Wir haben deshalb unseren Schweinebestand schon um zirka ein Viertel reduziert.

Diese vorsorgliche Massnahme führte aber zu einer rapiden Preiserhöhung von Schweineschmalz, welche die allgemeine Teuerung wesentlich übertraf. Es ist daher im Interesse der Preiskontrolle, zu wissen, ob das in Verkehr gebrachte Schweinefett 100%ig ist oder ob dessen Gehalt in Speisefettmischungen der Deklaration entspricht.

Ein Zusatz von pflanzlichen Fetten zu reinem Schweinefett kann durch die Phytosterinprobe von A. Bömer[1]) leicht erkannt werden, kommt aber in Kriegszeiten, wo die pflanzlichen Fette noch seltener sind, nicht in Frage.

Eine Verfälschung von Schweineschmalz mit Rindertalg kann nach A. Bömer und R. Limprich[2]) durch Bestimmung der Differenz (d) zwischen dem Schmelzpunkt der Glyceride (Sg) und demjenigen der zugehörigen Fettsäuren (Sf) — wobei die Beziehung $Sg + 2\,d = 71$ zu gelten hat — ermittelt werden. Wenn auch diese als erste zuverlässige Methode zur Erkennung von Schweinefett-Verfälschungen begrüsst wurde, so stellten M. Vitoux und M. C. F. Muttelet[3]) doch gewisse Unsicherheiten fest, z. B. in der Erkennung einer Beimischung von Oleomargarin in Schweinefett. Auch das an flüssigen Glyceriden reiche Pferdefett konnte in einem Mischungsverhältnis unter 30 % durch das Bömersche Verfahren nicht erkannt werden. Durch J. Pritzker und R. Jungkunz[4]) wird dieser Befund bestätigt und darauf hingewiesen, dass ein Zusatz von irgendeinem Oel zu Schweinefett mittels der Böhmerschen Zahl nicht festgestellt werden kann. B. Hagemann[5]) hat das Bömersche Verfahren ausschliesslich zum Nachweis von Talg in Schweinefett angewendet und den früher angegebenen Grenzwert 71 (für $Sg + 2\,d$) für reines Schweinefett bestätigt.

Ein zweites, weniger umständliches und zeitraubendes Verfahren beruht auf der innerhalb enger Grenzen schwankenden Differenz aus Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt des klaren Schmalzes nach Polenske[6]). Diese Differenzzahl beträgt für Schweineschmalz etwa 18 — 22, bei Talg dagegen nur 13 — 15.

R. Grau[7]) konnte jedoch bei Schmalz aus dem Rückenspeck deutscher (und rumänischer) ortsüblich gefütterter Schweine im Gegensatz zu Nierenfett eine beträchtliche Erniedrigung der Differenzzahl nach Polenske feststellen und kam daher zur Auffassung, dass dieser Kennzahl nur orientierender Wert beizumessen sei.

Sowohl das Verfahren von Bömer, als dasjenige von Polenske eignen sich somit nicht für eine quantitative Auswertung von Schweinefett in Speisefettmischungen, sondern dienen lediglich zur Erkennung von Verfälschungen von reinem Schweinefett.

Da die Jodzahlen und die Brechungsindices von Schweinefett und Rindertalg biologisch bedingten erheblichen Schwankungen unterworfen sind, können diese Kennzahlen wohl zur Beurteilung dieser Fette herangezogen werden; sie geben aber keinen sicheren Anhaltspunkt über die Mengenverhältnisse dieser Fette in Speisefettmischungen.

Unsere Untersuchungen über gehärtete Fette und Oele[8]), die durch ihren Gehalt an festen ungesättigten Fettsäuren — den Isoölsäuren — gekennzeichnet sind, führten uns dazu, verschiedene Bestimmungsmethoden zu überprüfen und sie auch auf natürliche ungehärtete Fette anzuwenden.

Ad. Grün[9]) hatte schon bei der Bestimmung der Jodzahl der nach der Bleisalz-Alkohol-Methode von Twitchell abgeschiedenen festen Fettsäuren in natürlichen Fetten eine Jodzahl von meistens nur 1 — 2 und höchstens 4 — 5 (Talg) gefunden; dagegen fand er bei gehärteten Fetten Werte um 20 herum, oft gegen 40 und darüber.

S. H. Bertram[10]) stellte dann 1928 fest, dass Rinder- und Hammeltalg, ferner auch Butterfett, eine bisher unbekannte, natürlich vorkommende Elaïdinsäure enthalte, die zwar strukturisomer der Oelsäure

$$CH_3 . (CH_2)_7 . CH = CH — (CH_2)_7 . COOH \text{ (9 : 10-Octadecensäure)}$$

ist, jedoch die Doppelbindung an der 11 : 12 Stelle besitzt und von Bertram als Vaccensäure bezeichnet wird. Ihre Formel ist demnach

$$CH_3 . (CH_2)_5 . CH = CH — (CH_2)_9 . COOH \text{ (11 : 12-Octadecensäure).}$$

Als bestes Trennungsverfahren für feste und flüssige Fettsäuren galt bisher die von E. Twitchell in den deutschen Einheitsmethoden Wizöff[11]) im Abschnitt Isoölsäure-Probe auf gehärtete Fette angegebene Arbeitsvorschrift und zwar bilden die festen gesättigten Fettsäuren und die ungesättigten Fettsäuren — Elaïdinsäure, Vaccensäure (Talg) und Erucasäure (Rüböl) — im allgemeinen in Alkohol schwer lösliche Bleisalze, die flüssigen ungesättigten Fettsäuren dagegen leichter lösliche Bleisalze.

J. Grossfeld und A. Simmer[12]) haben das Verfahren von Twitchell wesentlich verbessert. Es zeigte sich, dass grössere Verluste, namentlich bei ungesättigten festen Fettsäuren (Isoölsäuren), wie sie in gehärteten Oelen vorliegen, auftreten. Durch ziemlich hohen Wasserzusatz zum Alkohol, sowie durch er-

höhten Bleiüberschuss konnten diese Verluste vermieden und eine wesentliche Erhöhung der Ausbeute an festen Fettsäuren erreicht werden. Dadurch wird die Isoölsäure-Abscheidung bis hart an die Löslichkeitsgrenze der Oelsäure getrieben. Durch doppelte Kristallisation und bestimmte Essigsäurekonzentration wird der störende Einfluss der Oelsäure ausgeschaltet.

Die mehrtägige Dauer der Durchführung des Verfahrens, die Beachtung der Temperaturvorschrift bei der zweimaligen Kristallisation, sowie der erhöhte Alkoholverbrauch führten zur vereinfachten Arbeitsvorschrift von J. Grossfeld und J. Peter[13]).Hier wird die Fetteinwage auf 1/5, nämlich von 2,5 g auf 0,5 g herabgesetzt; die festen Fettsäuren werden nicht mehr zur Bestimmung der Jodzahl nach Hanus abgeschieden, sondern diese wird direkt in der Lösung der fettsauren Bleisalze nach Margosches bestimmt. Auch wird der Wasserzusatz auf 3, bzw. 2 ccm (15, bzw. 10 ccm für 2,5 gr Fett berechnet) bei den beiden Kristallisationen reduziert.

Vorerst arbeiteten wir nach dem Verfahren von Grossfeld und Simmer[12]) und schieden in 3 Knochenfettproben (nachstehend als Markfette bezeichnet)[14]) die festen Fettsäuren aus, bestimmten deren Jodzahl und berechneten den Isoölsäuregehalt, bezogen auf das ursprüngliche Fett. Gleichzeitig bestimmten wir die Jodzahl und die Rhodanzahl und berechneten daraus nach den Formeln von H. P. Kaufmann[15]) die Menge der gesättigten Bestandteile (gesättigte Säuren). Damit verglichen wir die nach Grossfelds Bleisalz-Alkoholmethode ermittelten Werte für die festen Fettsäuren, bzw. die aus der Differenz: feste Fettsäuren minus Isoölsäure errechnete Menge von gesättigten Fettsäuren, mit den rhodanometrisch bestimmten gesättigten Fettsäuren.

Tabelle 1

Markfett	Eingewogene Menge	Feste Fettsäuren			Entspr. Isoölsäure	Feste gesättigte Fettsäuren nach Abzug der Isoölsäure	Gesättigte Fettsäuren (Kaufmann)
				Jodverbrauch 0.1-n			
	g	g	%	ccm	%	%	%
Nr. I	2,566*)	0,9820	33,1	3,8	2,1	31,0	33,3
Nr. II	2,570*)	1,370	50,5	9,1	4,7	45,8	49,4
Nr. III	2,652*)	1,254	47,3	13,9	7,0	40,3	41,1

*) Fettsäuren

Wenn auch der Gehalt an festen gesättigten Fettsäuren mit dem nach Kaufmann errechneten befriedigend übereinstimmt, so fällt doch auf, dass — trotzdem nicht alle gesättigten Fettsäuren als Bleisalze gefällt wurden — mit der Isoölsäure auch Oelsäure ausgefällt wurde.

Bei der Kristallisation hielten wir uns an Grossfelds Vorschrift: «Man bringt die Kristallisation durch Stehenlassen in der Kälte bis zum folgenden

Tage zu Ende, wobei die Temperatur gegen Ende 22—23° (letzte Stunde) betragen soll.» — Die Zimmertemperatur war aber während der Nächte der 2 Kristallisationen auf 15° C gefallen, sodass das nachträgliche einstündige Aufwärmen auf 23° vor der Filtration nicht mehr genügte, um das durch Unterkühlen mit den festen Fettsäuren gleichzeitig ausgefallene Bleioleat wieder zu lösen. Im Verlauf weiterer Versuche zeigte es sich, dass eine peinlich genaue Einhaltung der Temperatur von 22—23° während einer 2stündigen Kristallisationsdauer unbedingt erforderlich ist. Um Werte mit möglichst geringer Streuung zu erhalten, sind wir daher zu einer abgeänderten Vorschrift übergegangen, wobei die Fetteinwage von 2,5 g und die Abscheidung der festen Fettsäuren mit der Bestimmung ihrer Jodzahl (Hanus), wie bei Grossfeld und Simmer[12]) angegeben, beibehalten wurde. Im übrigen wurde jedoch die neue Vorschrift von Grossfeld und Peter[13]) der erhöhten Einwage angepasst und die 2malige Kristallisation jeweils durch 2stündiges Stehenlassen im Wasserbad von 22° durchgeführt. Die Gehalte an festen Fettsäuren und Isoölsäuren der oben erwähnten 3 Markfette werden in folgender Tabelle 2 wiedergegeben und mit den Werten für ein gehärtetes Oel verglichen.

Tabelle 2

Markfett	Eingewogene Menge	Feste Fettsäuren			Entspr. Isoölsäure
				Jodverbrauch 0.l-n	
	g	g	%	ccm	%
Nr. I	1,440	0,452	31,4	0,53	0,52
	2,522	0,800	31,7	0,84	0,47
Nr. II	1,885	0,865	45,9	3,0	2,3
	2,521	1,188	47,1	4,4	2,5
Nr. III	1,883	0,694	36,9	2,3	1,7
	2,519	0,947	37,6	3,0	1,8
Gehärtetes Oel*)	2,512	1,345	53,5	32,8	18,7

*) Mandelöl «eingedickt» (Schmp. 54.5°, RZ 40° 46.6, JZ 42.7)

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die Isoölsäurewerte für natürliche Fette etwa 1/10 der Werte für künstlich gehärtete Oele betragen können, was zur Erkennung dieser Fette in Speisefettmischungen dient. Die nach unserer abgeänderten Vorschrift erhaltenen Werte für die Isoölsäure der 3 Markfette dürften, gegenüber den früher erhaltenen, den tatsächlichen Verhältnissen am nächsten kommen. Die Doppelbestimmungen geben nur geringe Abweichungen, was als ein Beleg dafür angesehen werden kann, dass bei der Kristallisation der Bleisalze der störende Einfluss der Oelsäure weitgehend ausgeschaltet wurde.

Tabelle 3

	Eingewogene Menge Fett	Feste Fettsäuren			Fett		
				Jodverbrauch 0.l-n	Entspr. Isoölsäure	RZ (40°)	JZ (Hanus)
	g	g	%	ccm	%		
Schweinefette							
Nr. I	2,502	0,998	39,9	0,81	0,46	50,0	57,0
Nr. II	2,503	0,908	36,3	0,76	0,43	50,7	59,6
selbst hergestelft	2,511	1,056	42,1	0,78	0,44	49,6	55,0
	2,503	1,057	42,2	0,78	0,44		
Markfett	1,440	0,452	31,4	0,53	0,52	51,7	65,3
	2,522	0,800	31,7	0,84	0,47		
Rinderfette							
Nr. I	2,503	1,284	51,3	3,75	2,1	48,0	43,0
Nr. II	2,524	1,304	51,7	5,47	3,1	47,8	41,2
selbst hergestellt	2,510	1,393	55,5	4,65	2,6	47,0	36,5
	2,507	1,393	55,6	4,71	2,7		
Markfett:							
von Rippen- und Halsknochen (rotes Mark)	1,885	0,865	45,9	3,00	2,3	48,4	46,1
	2,521	1,188	47,1	4,40	2,5		
von Röhren- und Markknochen (gelbes Mark)	1,883	0,694	36,9	2,3	1,7	49,5	54,0
	2,519	0,947	37,6	3,0	1,8		
Kalbsfett							
selbst hergestellt	2,509	1,133	45,2	4,55	2,6	47,8	46,5
	2,509	1,150	45,8	4,71	2,7		
Hammelfett							
selbst hergestellt	2,507	1,215	48,5	6,07	3,4	48,8	48,0
	2,507	1,213	48,4	6,07	3,4		
Butterfett							
Tafelbutter	2,513	0,964	38,4	5,87	3,3	45,6	46,2
Kochbutter	2,503	0,963	38,5	5,68	3,2	45,4	46,0

Da nun das Markfett Nr. 1 mit dem geringsten Isoölsäuregehalt (von nur 0,5 %) aus Schweineknochen hergestellt worden war, die beiden anderen aus Rindsknochen hergestellten Fette Nr. 2 und 3 dagegen einen ca. 4—5fach höheren Gehalt an Isoölsäure ergaben, so vermuteten wir, dass diese Differenz auch bei handelsüblichen Schweine- und Rindsfetten anzutreffen sei. Wir untersuchten daher amtlich erhobene Proben dieser Fette auf den Gehalt an Isoölsäure. Zum Beweis, dass diese Fettsäure nicht etwa durch sekundäre Fabrikationseinflüsse entstanden ist, haben wir durch Nasschmelze bei 2,5 atü Fettgewebe von Schwein, Rind, Kalb und Hammel ausgeschmolzen und mit dem filtrierten Fett den Gehalt an festen Fettsäuren und Isoölsäure bestimmt. Wegen der widersprechenden Literaturangaben über den Isoölsäuregehalt haben wir 2 Butterproben in den Kreis unserer Untersuchungen einbezogen.

Wie aus der vorstehenden Tabelle 3 ersichtlich ist, sind Refraktions- und Jodzahl, die als Kennzahlen zur Beurteilung der Reinheit von Speisefettypen ausgewertet werden, grossen Schwankungen unterworfen. Diese sind besonders auffallend zwischen Alt- und Jungtier. So hat Kalbsfett ganz andere physikalische und chemische Kennzahlen, als Rindertalg. Selbst das Fett verschiedener Körperteile ein und desselben Tieres wie Bauch- und Markfett des Rindes zeigt Unterschiede wie Jodzahl 36,5 gegenüber 54,0 für gelbes Markfett. Unterschiede wurden auch bei Schmalz aus Rücken- und Bauchspeck des gleichen Schweines von R. Grau[16]) festgestellt. An festen Fettsäuren erhielt er für Rückenspeck 38, für Bauchspeck 48 %. Wesentliche Unterschiede in den Kennzahlen von Bauch- und Nierenfett bei demselben Tier fand H. P. Kaufmann[17]) sowohl bei Schweine- und Rinder-, wie auch bei Hammelfett.

Vergleichen wir aber in unserer Tabelle die Isoölsäurewerte für Rindertalg untereinander, so können wir hier einen Mittelwert von 2,5 % annehmen, der unbekümmert um die bedeutenden Schwankungen der physikalischen und chemischen Kennzahlen eine neue wertvolle Konstante liefert.

Sowohl die Butterfettproben, wie auch das Hammelfett ergaben Isoölsäurewerte, die dem von uns gefundenen Maximalwert für Rinderfett entsprechen.

Auch in anderen Fetten, wie Ziegenfett, wurden nach J. Pritzker und R. Jungkunz[18]) Isoölsäurewerte bis zu 2,8 % gefunden.

In auffallendem Gegensatz zu Rinder-, Kalbs- und Hammelfett mit ihrem Durchschnittswert von 2,5 % Isoölsäure — der eigentlichen «Vaccensäure» von Bertram — steht das Schweinefett mit dem geringen Isoölsäuregehalt von höchstens 0,5 %. Man könnte sich diese kleinen Mengen durch Reste von ungesättigten Fettsäuren bei den beiden Kristallisationen der Bleisalze erklären. Es handelt sich aber hier nicht darum, die absoluten Werte für Isoölsäure zu ermitteln, sondern um deren graduelle Gehaltsunterschiede in Schweinefett und Rindertalg — bei genauer Einhaltung unserer Arbeitsvorschrift — festzustellen. Diese Unterschiede finden wir auch in den Arbeiten von J. Grossfeld. In folgender Tabelle sind sie mit unseren Werten verglichen:

Tabelle 4

	Isoölsäuregehalte					
	nach Grossfeld und Simmer [19])		nach Grossfeld und Peter [20])		nach der von uns abgeänderten Vorschrift	
	Schwankungen	Mittel	Schwankungen	Mittel	Schwankungen *)	Mittel
Schweinefett		0,23	0,1—0,4	0,3	0,43—0,46	0,45
Rindsfett	0,9 —1,8	1,4	0,5—1,5	1,1	2,1 —3,1	2,5
Hammelfett		5,4	1,3—1,6	1,5		3,4
Butterfett			0,6—1,4	0,9		3,3

*) die Markfette nicht einbezogen

In der Tabelle ist trotz erheblicher Schwankungen der durchschnittliche Isoölsäuregehalt nach Grossfeld für Rinderfett ca. 4 bzw. 6mal grösser als derjenige von Schweinefett. Diese auffallende Differenz haben wir nach unseren Untersuchungen bestätigt gefunden, und zwar ergab Rindertalg ca. 5,5mal mehr Isoölsäure als Schweinefett.

Auch die amtliche deutsche Zollvorschrift zum Nachweis gehärteter Fette[21]) gibt für ungehärtete tierische Fette einen Grenzwert von 2,5 % Isoölsäure an; wird dieser Wert überschritten, so liegen gehärtete fette Oele vor.

Rindertalg enthält gesättigte Fettsäuren und ungesättigte der C_{18}-Reihe wie Oelsäure, Linol- und Vaccensäure (Bertram). Während für Vaccensäure (Isoölsäure) wie für Oelsäure die Rhodanzahl der Jodzahl gleich ist (89,9), finden wir für Linolsäure eine Rhodanzahl (90,6), die gleich der Hälfte der Jodzahl (181,2) ist. Die Anlagerung des Rhodans $(SCN)_2$ erfolgt demnach nur an einer Doppelbindung. Durch gleichzeitige Bestimmung der Jodzahl und Rhodanzahl der festen Fettsäuren haben wir ein Mittel, die Art der ungesättigten Bestandteile festzustellen.

Tabelle 5

	Feste Fettsäuren	
	Jodzahl (Hanus)	Rhodanzahl (Kaufmann)
Rinderfett	4,2	4,2
Kälberfett	5,1	5,1
Hammelfett	6,3	6,3
Schweinefett	0,9	0,9

Da nach vorliegender Tabelle Jodzahl und Rhodanzahl gleich sind, muss tatsächlich in den festen Fettsäuren eine ungesättigte Fettsäure vom Typus der

Isoölsäure (Vaccensäure) vorliegen. Die geringen Mengen ungesättigter Fettsäuren in Schweinefett könnten dagegen — trotz 2maliger Kristallisation der Bleisalze und gründlichem Auswaschen — auf Reste der reinen Oelsäure zurückgeführt werden.

Für die analytische Auswertung der Isoölsäure ist es dagegen unerlässlich, zu wissen, ob bei Fettverderben, insbesondere durch Licht und Wärme, talgig gewordene Proben von ihrem Gehalt an Isoölsäure eingebüsst haben. Wir untersuchten daher von neuem das Rindsfett Nr. II (Tabelle 3) nach 3 Monaten mit folgendem Ergebnis:

Tabelle 6

	Rinderfett Nr. II	
	untersucht am 21. April 41	untersucht am 22. Juli 41
Geruch und Geschmack	einwandfrei	talgig ranzig
Verdorbenheitsreaktion (Kreis)	negativ	intensiv
Peroxyd-Zahl (Lea-Z)	unter 5	85
SG	—	2,1
Feste Fettsäuren %	51,7	50,6
Isoölsäure %	3,06	2,95
RZ (40°)	47,8	48,4
JZ (Hanus)	41,2	38,6

Wie ersichtlich, ist das starke Verderben des Fettes durch den hohen Peroxydgehalt (Lea-Z) mit gleichzeitiger Abnahme ungesättigter Bestandteile (JZ), sowie durch die Epihydrinaldehydigkeit (Verdorbenheitsreaktion) bestätigt. Als einfach ungesättigte Fettsäure wurde auch die Isoölsäure zur Peroxydbildung verwendet. Trotzdem hier der Gehalt an Isoölsäure nur um 0,11 % zurückgegangen ist, bewirkt diese Abnahme dieselbe Veränderung, wie wenn dem ursprünglich frischen Rinderfett nachträglich 5 % Schweinefett zugesetzt worden wären (s. auch Tabelle 8 und die hiezu gehörige graphische Darstellung). Es ist daher vorteilhafter, frische Fette zu untersuchen.

Mit Fetten, deren Zusammensetzung uns bekannt war, stellten wir dann verschiedene Mischungen her, untersuchten diese und verglichen den gefundenen Isoölsäuregehalt mit dem berechneten Wert. Die verwendeten Fette hatten folgende Kennzahlen:

	Isoölsäure %	JZ (Hanus)	RZ (40°)
Schweinefett Nr. I	0,46	57,0	50,0
Rinderfett Nr. I	2,1	43,0	48,0
Sojaöl	0	126,1	62,8
Arachisöl	0	87,8	57,7

Drei verschiedene Mischungen dieser Fette und Oele ergaben die nachstehenden Werte:

Tabelle 7

		Mischung I 40 % Schweinefett 60 % Rinderfett	Mischung II 1/3 Schweinefett 1/3 Rinderfett 1/3 Sojaöl	Mischung III 1/3 Schweinefett 1/3 Rinderfett 1/3 Arachisöl
RZ (40 °)		49,0	53,5	51,3
JZ (Hanus)	gefunden	50,7	76,2	62,5
	berechnet	48,6	75,4	62,6
Feste Fettsäuren	%	45,4	33,6	34,7
Isolsäure	gefunden %	1,54	0,91	0,91
	berechnet %	1,44	0,85	0,85
Bellier Reaktion		rosa später rot	blau-violett später rot	blau-violett später rot

Bei allen 3 Mischungen sind die Differenzen zwischen den gefundenen und berechneten Isoölsäurewerten befriedigend. Durch die Bestimmung und Berechnung der Jodzahl wurde die richtige Durchmischung der einzelnen Fette kontrolliert.

In der Tabelle 7 entspricht der gefundene Gehalt von 1,54 % Isoölsäure einer Fettmischung, bestehend aus 36 % Schweinefett und 64 % Rinderfett. Wir haben demnach nur 4 % zu wenig Schweinefett gefunden. Berechnet man dagegen aus unseren in Tabelle 4 angegebenen Grundzahlen — Schweinefett = 0,45 %, Rinderfett = 2,5 % Isoölsäure — die prozentuale Zusammensetzung der Mischung I, so ergeben 1,54 % Isoölsäure 47 % Schweinefett und 53 % Rinderfett. Auch nach dieser Berechnungsart hat man für Schweinefett einen Annäherungswert von unter 10 %. Ueberraschend ist in den Mischungen II und III die geringe Differenz zwischen gefundener und berechneter Isoölsäure. Dabei haben wir die Einwage von 2,5 g Fettmischung beibehalten und nicht, wie J. Grossfeld es vorschlägt[22]), eine kleinere Menge Fett, entsprechend 0,7 g Oelsäuregehalt, angewendet. Grossfeld bekam Störungen bei der Kristallisation der Bleisalze der Fettsäuren bei Fetten mit über 40 % ungesättigter Säuren, die offenbar bei unseren ölhaltigen Mischungen (mit über 50 % ungesättigten Säuren) ausblieben.

Speiseöle wie Arachisöl und Sojaöl enthalten keine Isoölsäure. Beide Oele geben die Bellier-Reaktion und erhöhen wesentlich die Jodzahl, wenn sie zu Speisefetten beigemischt werden. Arachisöl lässt sich ferner durch die Arachinsäure (Schmp. 75°, Mol. Gew. 354)[23]), Sojaöl durch den Nachweis von Linolensäure, die in Schweinefett-Rinderfettmischungen nicht vorkommt, feststellen. Nur Rüböl, das als Beimischung in Frage kommt, wird infolge seines Gehaltes an Erucasäure (C_{22}-Säure), die in Alkohol schwerlösliche Bleisalze bildet, Isoölsäure vortäuschen.

In den Mischungen II und III stammen die 0,91 g Isoölsäure also nur aus dem $^2/_3$-Anteil Schweinefett-Rindertalg. Bezogen auf diesen Fettanteil haben wir 1,36 % Isoölsäure, was einer Mischung von 45 Teilen Schweinefett (0,46) und 55 Teilen Rinderfett (2,1) entspricht. Strecken wir wieder mit $^1/_3$ Oel, entsprechend der Mischung II und III, so finden wir 30 % Schweinefett, statt 33,3 und 37 % Rindertalg, statt 33,3, was in Anbetracht der komplizierten Verhältnisse als durchaus annehmbares Resultat betrachtet werden kann.

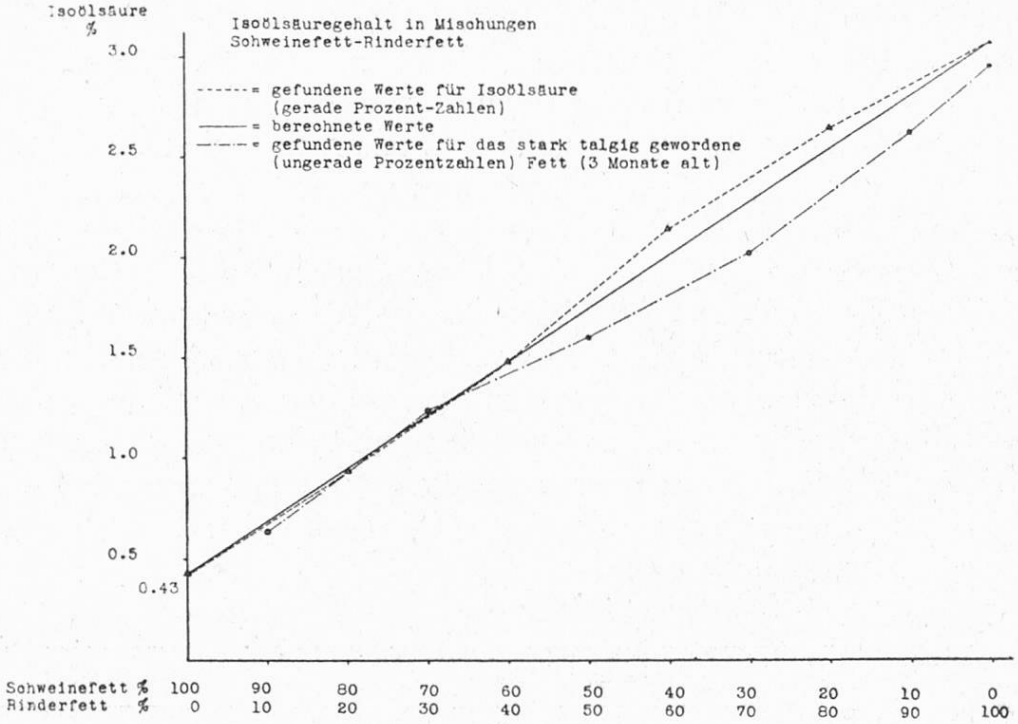
Da bei der Kristallisation der Bleisalze die gegenseitigen Lösungsverhältnisse der Salze Unregelmässigkeiten in den Resultaten verursachen können, war es für die weitere Auswertung der Isoölsäure unerlässlich, festzustellen, ob durchwegs lineare Beziehungen zwischen Isoölsäure und dem Gehalt an Schweinefett in Schweinefett-Rinderfettmischungen bestehen. Wir haben uns daher Mischungen hergestellt aus Schweinefett Nr. II und Rinderfett Nr. II und diese mit folgendem Ergebnis untersucht:

Tabelle 8

Schweinefett %	Rinderfett %	Eingewogene Menge Fett g	Feste Fettsäuren			Fett			
			g	%	Jodverbrauch 0.1-n ccm	Entspr. Isoölsäure %		RZ (40°)	JZ (Hanus)
						gef.	ber.		
100	—	2,503	0,908	36,3	0,76	0,43	—	50,7	59,6
90	10	2,513	0,949	37,8	1,13	0,64	0,69	—	—
80	20	2,513	0,990	39,4	1,67	0,94	0,96	50,1	55,8
70	30	2,503	1,016	40,6	2,20	1,24	1,22	—	—
60	40	2,510	1,058	42,2	2,63	1,48	1,48	49,7	52,2
50	50	2,509	1,087	43,3	2,84	1,60	1,74	—	—
40	60	2,507	1,141	45,5	3,80	2,14	2,01	49,1	48,4
30	70	2,502	1,155	46,2	3,57	2,02	2,27	—	—
20	80	2,517	1,213	48,2	4,71	2,64	2,53	48,4	45,0
10	90	2,507	1,239	49,4	4,65	2,62	2,80	—	—
—	100	2,524	1,304	51,7	5,47	3,06	—	47,8	41,2
—	100*)	2,512	1,272	50,6	5,24	2,95	—	—	—

*) 3 Monate später untersucht

In dieser Tabelle geben die Mischungen mit geraden Prozentgehaltszahlen Isoölsäurewerte, die von den berechneten Werten erst bei mehr als 50 % Rindertalgzusatz Abweichungen aufweisen. Es ist dies besonders gut in der nachstehenden graphischen Wiedergabe dargestellt, wo die gefundenen Werte den durch eine Gerade dargestellten theoretischen Zahlen genau folgen und erst bei weniger als 50 % Schweinefett deutlich abbiegen. Die maximale Abweichung von den berechneten Werten beträgt aber auch in diesem Falle nicht mehr als 5 %.



Die Mischungen mit ungeraden Prozentzahlen wurden mit den 3 Monate alten, inzwischen talgig-ranzig gewordenen Fetten hergestellt und analysiert. Hier handelt es sich nicht mehr um analytisch bedingte Streuungen der Resultate, sondern vielmehr wird bei Zusatz von mehr als 40 % Rindertalg der Ausfall an Isoölsäure infolge Blockierung der einfach ungesättigten Bindung durch Peroxydbildung (Verminderung der JZ der festen Fettsäuren — s. Bemerkungen zu Tabelle 6) zur Auswirkung kommen. (Abweichung von den berechneten Werten maximal 10 %.)

Aus der obigen Versuchsreihe geht deutlich hervor, dass in frischen Schweinefett-Rinderfett-Mischungen eine geradlinige Beziehung besteht zwischen dem Gehalt an Schweinefett und den ermittelten Isoölsäurewerten. Erst bei Zusatz von mehr als 50 % Rindertalg gibt es Abweichungen von den rechnerisch ermittelten Werten, aber im Maximum nur 5 %. Das für die Fettmischungen verwendete Rinderfett hatte den gefundenen maximalen Isoölsäuregehalt von 3,06 %. Rechnen wir mit unserem Mittelwert 2,5 % für Rindertalg und 0,45 % für Schweinefett, so erhalten wir für 1,48 % Isoölsäure statt 60 % Schweinefett und 40 % Rinderfett, gleiche Teile (50 %) dieser Fette (Fehler 10 %). Der Fehler verringert sich aber, je höher der Gehalt an Schweinefett ist. So ergeben 0,96 % Isoölsäure statt 80 % Schweinefett + 20 % Rinderfett einen Verschnitt von Schweinefett mit 25 % Rinderfett (Fehler 5 %). Bei der Beurteilung des Gehalts an Isoölsäure in einer verdächtigen Probe sind daher diese Verhältnisse zu berücksichtigen. In folgender Tabelle geben wir Beispiele aus der Praxis. Es handelt sich mehrheitlich um Proben, die im Interesse der Preiskontrolle erhoben wurden:

Tabelle 9

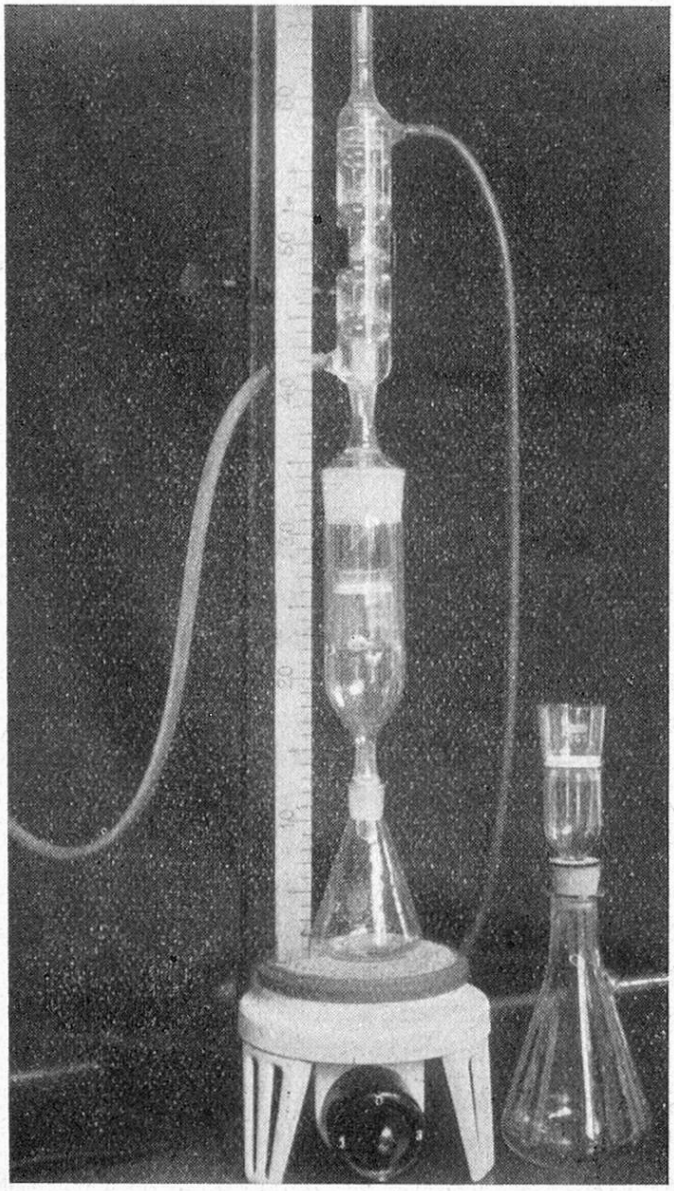
Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Prima Schweinefett	Prima Schweinefett	Schweinefett	Prima Schweinefett	Kochfett S	Kochfett Bi	Kochfett Be	Speisefett Be
nach A. Bömer							Premier jus mit Pflanzenfett	Premier jus mit Schweineschmalz
Schmp. Sg	60,5	62,2	61,5		60,8	60,9		
Schmp. Sf	58,2	57,4	57,6		57,4	58,8		
Differenz «d»	2,3	4,8	3,9		3,4	2,1		
Sg + 2 d	65,1	71,8	69,3		67,6	65,1		
RZ (40°)	48,3	49,2	50,7	50,1	51,8	52,3	51,6	49,0
JZ (Hanus)	46,1	51,7	59,9	54,9	65,9	68,0	62,8	50,3
Feste Fettsäuren	46,8	43,3	36,5	40,1	39,4	34,8	41,7	45,3
Isoölsäure	1,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,3	1,8	1,7
Reaktion nach Bellier					blauviolett, später rot	verzögert blauviolett		
Befund:								
Gehalt an Schweinefett %	40—45	80—85	75—80	65—70	15—20	ca. 20	—	40—50
Rinderfett %	60—55	20—15	25—20	—	55—50	ca. 45	ca. 70	60—50
Kalbsfett %	—	—	—	35—30	—	—	—	—
Speiseöl %	—	—	—	—	ca. 30	ca. 35	ca. 30	—

In der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse der Speisefette (Tabelle 9) konnten wir für den Gehalt an Schweinefett, resp. Rindertalg, oft nur darum so eng gezogene Annäherungswerte wiedergeben, weil das verwendete Rinderfett resp. Fettgewebe zur Bestimmung seines Isoölsäuregehaltes zur Verfügung stand. Dabei stellten wir fest, dass auch Kalbsfett zur Streckung von Schweinefett verwendet wird. Die Zusammensetzung von Kalbsfett ist gegenüber dem Rinderfett in der Weise verschoben, dass auf Kosten der gesättigten höher schmelzenden Bestandteile ca. 10 % mehr ungesättigte Fettsäuren vorhanden sind. Kalbsfett hat darum eine weichere Konsistenz und einen um ca. 7° tieferen Schmelzpunkt. Das Fett, das somit in seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften dem Schweinefett am nächsten steht, dürfte ein vorzügliches Streckmittel für dieses sein.

Schweinefett hat eine Jodzahl um 55, einen Gehalt an festen Fettsäuren unter 45 % und einen Isoölsäurewert von sicher unter 0,5 %. Rinderfett (JZ unter 40, feste Fettsäuren über 40 %, Isoölsäuregehalt 2,5 %) drückt Jodzahl und Gehalt

an festen Fettsäuren herunter, erhöht dagegen wesentlich den Isoölsäurewert. Wird Speiseöl als drittes Fett beigemischt, so wird die Jodzahl stark heraufgesetzt, der Gehalt an festen Fettsäuren und Isoölsäure infolge der Verdünnung herabgesetzt. Nach Feststellung der Art des Oels gelingt es oft durch Kombination der Jodzahl mit dem Isoölsäurewert den Gehalt an Oel und damit den prozentualen Anteil an Schweinefett-Rinderfett zu ermitteln und die gefundene Isoölsäure auf diese Komponente umzurechnen, wodurch das Verhältnis Schweinefett zu Rinderfett festgestellt werden kann.

Interessant ist die Feststellung, dass, obschon Probe II (Tabelle 9) der von A. Bömer aufgestellten Anforderung für reines Schweinefett: Sg + 2 d = 71 entspricht, diese Probe dennoch als verfälscht betrachtet werden muss, was nur durch den erhöhten Isoölsäurewert erkannt und quantitativ ausgedrückt werden konnte.



Arbeitsvorschrift zur annähernden Bestimmung von Schweinefett in Speisefettmischungen.

Reagentien: Alkoholische Kalilauge: 8 ccm Kalilauge, spez. Gew. 1,5 + 8 ccm Wasser, mit 95 %-igem Alkohol auf 200 ccm aufgefüllt und evtl. filtriert. Alkoholische Bleiacetatlösung: 50 g kristallisiertes Bleiacetat + 5 ccm 96%ige Essigsäure mit 80 Vol.%igem Alkohol auf 1 l gelöst und wenn nötig filtriert.

Eisessig.

70 Vol.%iger Alkohol.

90 Vol.%iger Alkohol.

Verdünnte Salpetersäure spez. Gew. 1,2.

Reagentien zur Bestimmung der Jodzahl nach Hanus.

1. 2,5 g des filtrierten Fettes werden in einem 200 ccm Erlenmeyerkölbchen mit Glasschliff (Jenaer Glas) abgewogen und mit 25 ccm alkoholischer Kalilauge

durch 10-minutenlanges Kochen am Rückflusskühler verseift. Die noch heisse Seifenlösung wird mit 100 ccm der alkoholischen Bleiacetatlösung, 5 ccm Eisessig und 15 ccm Wasser versetzt; dann wird der Erlenmeyer mit den ausgefallenen Bleiseifen an nebenstehend abgebildeten Extraktionsapparat angeschlossen und auf dem elektrischen Sandbade erhitzt, bis der Niederschlag gelöst ist. Darauf wird durch mehrmaliges Eintauchen in ein Wasserbad von 22—23°, unter gleichzeitigem Schütteln, eine feinkörnige Kristallisation der Bleisalze erreicht, die innerhalb 5 Minuten eintreten muss. Man stellt den verkorkten Kolben in ein konstant bei 22—23° gehaltenes Wasserbad und lässt ihn genau 2 Stunden unter zeitweiligem Umschütteln stehen. Der Niederschlag wird darauf durch einen Glasfiltertiegel $\frac{10\ G}{3}$ (Schott & Gen.) abgesogen; dann spült man mit 70%igem Alkohol den Erlenmeyer aus, füllt damit den Tiegel auf, lockert den zusammengepressten Kristallkuchen mit einem Spatel und saugt wieder ab. Dies wird wiederholt, bis 50 ccm Alkohol zur Waschung verwendet worden sind. Zuletzt werden weitere 10 ccm Alkohol zum Abspülen des Spatels und der Tiegelwände verbraucht und darauf die Bleiseifen scharf abgesogen.

2. Nun wird der Tiegel samt Niederschlag umgekehrt in das abgebildete Extraktionsgerät gebracht; auf den Siebboden 5 ccm Eisessig gegeben sowie 100 ccm alkoholische Bleiacetatlösung in den vorher benutzten Erlenmeyer gebracht und erhitzt, bis der Niederschlag gelöst ist. Dann gibt man durch den Kühler 10 ccm kaltes Wasser und unterbricht das Kochen, sobald dieses sich im Erlenmeyer vermischt hat. Man kühlt jetzt wieder bis zur Kristallisation, wie oben angegeben, und lässt den verkorkten Kolben 2 Stunden in einem Wasserbad von 22—23° stehen. Die abermals abgeschiedenen Bleisalze der festen Fettsäuren werden wieder durch den Glasfiltertiegel abgesogen und wie vorstehend mit 60 ccm 70 Vol.%igem Alkohol unter Nachspülen des Kölbchens und guter Lockerung des Niederschlags im Tiegel ausgewaschen und scharf abgesogen.

3. Darauf wird der Tiegel (die Filtertiegel müssen jedesmal für den neuen Gebrauch gründlich gereinigt werden!) mit Niederschlag wieder umgekehrt in den Extraktionsapparat gebracht, der mit einem Erlenmeyer à 100 ccm mit Glasschliff (Jenaer Glas), enthaltend 25 ccm 90 %igen Alkohol, verbunden ist. Auf den Filterboden bringt man wieder 5 ccm Eisessig und kocht, bis sich die Bleisalze gelöst in dem Erlenmeyer befinden. Die Lösung wird nun mit 5 ccm verdünnter Salpetersäure versetzt und mit heissem Wasser bis zum Kolbenhals verdünnt. Dabei scheiden sich die festen Fettsäuren an der Oberfläche ab. Um die Hauptmenge der Fettsäuren zu einer klaren Schicht zusammenfliessen zu lassen, stellt man denErlenmeyer in einen Dampfschrank. Darauf lässt man den Kolben abkühlen, wodurch die Fettsäuren erstarren.

4. Am nächsten Tag filtriert man durch ein Filter von 9 cm Durchmesser: man bringt die Hauptmenge auf das Filter und wäscht mit kaltem Wasser solange nach, bis das Filtrat Kongopapier nicht mehr bläut. Filter und Trichter lässt man

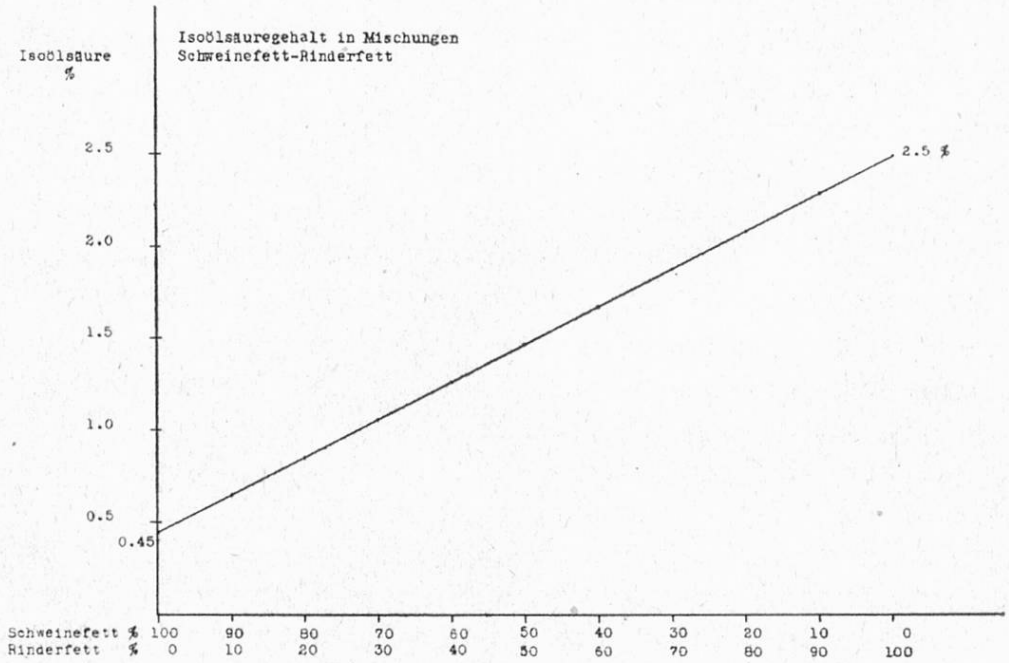
bis zum folgenden Tage an der Luft trocknen; dann wird der Niederschlag wieder in den vorher getrockneten Erlenmeyer gebracht und im Wasserdampfschrank geschmolzen; die letzten Reste Essigester werden ausgeblasen und die mit Chloroform aufgenommenen Fettsäuren durch das Filter in einen gewogenen Jodzahlenkolben gegossen. Man wäscht Erlenmeyer und Filter mit Chloroform mehrmals nach, verdampft das Chloroform auf dem Wasserbad und verjagt die letzten Reste durch Einblasen von Luft. Die Gewichtszunahme ergibt die festen Fettsäuren.

5. Zur Bestimmung der Jodzahl nach Hanus werden die festen Fettsäuren wieder in 15 ccm Chloroform gelöst, 25 ccm Hanus-Reagens hinzugefügt und 1 Stunde im Dunkeln stehen gelassen. Dann setzt man 15 ccm 10 %ige Kaliumjodidlösung zu und titriert das freie Jod mit $^1/_{10}$ n-Thiosulfatlösung. Nach folgender Gleichung:

$$\underset{\substack{\text{Isoölsäure} \\ \text{Mol. Gew. } 282{,}3}}{C_{18}H_{34}O_2} + 2\,J = C_{18}H_{34}J_2O_2$$

entspricht 1 ccm $^1/_{10}$ n-Jodlösung 0,01412 g Isoölsäure. Der Gehalt an Isoölsäure wird in Prozenten der angewendeten Fettmenge angegeben.

Aus nachstehendem Diagramm kann der annähernde Gehalt an Schweinefett in einer Schweinefett-Rinderfett-Mischung abgelesen werden.



Zusammenfassung

1. Es wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, den Gehalt an Schweinefett der infolge der Knappheit an Schweineschmalz und seines stark gestiegenen Preises oft ihrer Deklaration nicht entsprechenden Speisefettmischungen zu bestimmen.

2. Die Bömersche Probe und das Verfahren nach Polenske sind zur Erkennung von Verfälschungen wertvoll, eignen sich jedoch, wie Jodzahl und Brechungsindex, nicht zur quantitativen Bestimmung von Schweinefett in Speisefettmischungen.

3. Die Isoölsäure, die zum Nachweis gehärteter Fette dient, kommt in Rinderfett und anderen natürlichen Fetten in geringen Mengen vor. Die Isoölsäure, auch nach Bertram als Vaccensäure bezeichnet, wird durch das von Grossfeld und seinen Mitarbeitern angegebene Verfahren mit den festen Fettsäuren als alkoholunlösliches Bleisalz abgeschieden und nach der Bestimmung der Jodzahl berechnet. — Konstante Vergleichswerte sind aber nur dann zu erhalten, wenn das von Grossfeld und Peter zuletzt modifizierte Verfahren zugrunde gelegt, dieses der erhöhten Einwage von 2,5 g Fett angepasst und dafür gesorgt wird, dass während der zweistündigen Kristallisationsdauer der Bleisalze eine Wasserbadtemperatur von 22—23° peinlich genau eingehalten werde. Mit den isolierten festen Fettsäuren wird die Bestimmung der Jodzahl nach Hanus ausgeführt.

4. Untersuchungen über Knochenmarkfette führten zur Feststellung, dass das Markfett aus Rinderknochen einen 4—5fach höheren Gehalt an Isoölsäure aufweist als Markfett aus Schweineknochen. Die Bestimmung der Isoölsäurewerte von Rinderfett und Schweinefett des Handels, sowie von selbst ausgelassenen Fetten der gleichen Art, bestätigte diesen Unterschied.

5. Kalbs- und Hammelfett, sowie Butterfett, wurden in die Untersuchung einbezogen. Dabei wurde festgestellt, dass ihr Gehalt an Isoölsäure (Vaccensäure) nicht unter den Werten für Rinderfett liegt.

6. Als Durchschnittswert des Isoölsäuregehalts wird für Schweinefett 0,45 %, für Rinderfett 2,5 % angegeben.

7. Die Uebereinstimmung von Jodzahl und Rhodanzahl der festen Fettsäuren beweist das Vorhandensein einer einfach ungesättigten festen Fettsäure (Isoölsäure).

8. In selbst hergestellten Schweinefett-Rinderfett-Mischungen sowie in Mischungen dieser beiden Fette mit Speiseöl konnte der Gehalt an Isoölsäure entsprechend den berechneten Werten mit geringfügigen Differenzen ermittelt werden.

9. Die graphische Darstellung der Variationen des Isoölsäuregehaltes bei einer Versuchsreihe über Schweinefettmischungen mit steigendem Rinderfettzusatz ergibt entsprechend den berechneten Werten eine Gerade, die erst bei mehr als 50 % Rinderfettzusatz maximale Abweichungen von 5 % zeigen.

10. Die von uns festgestellten maximalen und minimalen Schwankungen vom Mittelwert 2,5 % Isoölsäure für Rinderfett lassen den Gehalt an Schweinefett in der Fettmischung Schweinefett-Rinderfett mit 10 %iger Annäherung angeben; beträgt die Mischung unter 30 % Rinderfett, wird der Fehler kaum 5 % übersteigen.

11. Anhand von Beispielen aus der Laboratoriumspraxis wird gezeigt, wie in sog. »Prima Schweinefetten« durch den erhöhten Isoölsäuregehalt eine Verfälschung mit Rinderfett resp. Kalbsfett erkannt wird und die Mischungsverhältnisse dieser Fette bis auf 5 % genau angegeben werden können, insbesondere dann, wenn das betreffende Rinderfett (Kalbsfett oder Fettgewebe) zur Bestimmung des Isoölsäurewertes zur Verfügung steht. Mischungen von Rinderfett mit ungehärteten pflanzlichen Fetten, sogar Mischungen von Schweinefett und Rinderfett mit Speiseölen können, wenn die Art der Oele bekannt ist, mit Hilfe der Jodzahl und des Isoölsäurewertes unter Umständen quantitativ erfasst werden.

12. Stark ranzig-talgig gewordene Fette mit hohem Peroxydgehalt geben infolge teilweiser Oxydation der Isoölsäure Fehler bis zu 10 %.

13. Es wird eine genaue Arbeitsvorschrift angegeben und zur Berechnung ein Diagramm beigefügt.

Literatur

[1]) Z. U. L. *1*, 81 (1898) — Schw. LMB (1937) S. 79.
[2]) Z. U. L. *26*, 559 (1913) — Schw. LMB (1937) S. 81.
[3]) Ann. Falsif. *13*, 593 (1920) und *14*, 86 (1921).
[4]) Z. U. L. *63*, 30 (1932).
[5]) Fette und Seifen *45*, 473 (1938).
[6]) Hdbch. d. L. M. Chem. *4*, 562 (1939).
[7]) Z. U. L. *80*, 338 (1940).
[8]) Mitt. *29*, 1 (1938).
[9]) Grün: Analyse der Fette und Wachse I, 221 (1925).
[10]) Bioch. Z. *197*, 433 (1928); Z. U. L. *55*, 186 (1928).
[11]) »Wizöff«: Einheitl. Unt.-Meth. f. d. Fett- und Wachsind. (1930) 54.
[12]) Z. U. L. *59*, 239 (1930).
[13]) Z. U. L. *68*, 345 (1934); *76*, 342 (1938).
[14]) Ueber Knochenmarkfette erfolgt demnächst eine Mitteilung in dieser Zeitschrift.
[15]) H. P. Kaufmann: Studien auf dem Fettgebiet (1935) S. 72 — Fette und Seifen *48*, 344 (1941) — »Wizöff« (op. cit.) 96.
[16]) Z. U. L. *80*, 338 (1940).
[17]) H. P. Kaufmann (op. cit.), 86.
[18]) Z. U. L. *63*, 612 (1932).
[19]) Z. U. L. *62*, 556 (1931).
[20]) Z. U. L. *68*, 358 (1934).
[21]) Zollvorschrift Nr. 39 des Reichsministerialblattes vom 17. X. 36 in D'Ans: Chem.-techn. Unt. Meth. Ergänzungswerk III, 558 (1940). Fresenius: Z. anal. Ch. *110*, 367 (1937).
[22]) Z. U. L. *59*, 248, 252 (1930).
[23]) Z. U. L. *42*, 238 (1921).